

FACULDADE DE ARQUITETURA E URBANISMO – UNIVERSIDADE FEDERAL DO  
RIO DE JANEIRO

Teresa Maria Fragoso da Costa

**CONFORTO LUMINOSO E EFICIÊNCIA ENERGÉTICA EM ESCRITÓRIOS.  
ESTUDO DE CASO DO CONDOMÍNIO CASA DO COMÉRCIO**

Rio de Janeiro  
Abril 2007



**CONFORTO LUMINOSO E EFICIÊNCIA ENERGÉTICA EM ESCRITÓRIOS.  
ESTUDO DE CASO DO CONDOMÍNIO CASA DO COMÉRCIO**

Teresa Maria Fragoso da Costa

Dissertação de Mestrado apresentada ao Programa de Pós-graduação em Arquitetura, Faculdade de Arquitetura e Urbanismo, da Universidade Federal do Rio de Janeiro, como parte dos requisitos necessários à obtenção do título de Mestre em Ciências em Arquitetura, área de concentração em Conforto Ambiental e Eficiência Energética.

Orientador(es):

Aldo Carlos de Moura Gonçalves (D. Sc.)

Eunice Bomfim Rocha (D. Sc.)

Rio de Janeiro  
Abril 2007

C837

Costa, Teresa Maria Fragoso da,  
Conforto luminoso e eficiência energética em escritórios: estudo de caso do Condomínio Casa do Comércio/ Teresa Maria Fragoso da Costa. – Rio de Janeiro: UFRJ/FAU, 2007.

146f. : il.; 30 cm.

Orientador: Aldo Carlos de Moura Gonçalves.

Dissertação (Mestrado) – UFRJ / PROARQ/ Programa de Pós-graduação em Arquitetura, 2007.

Referências bibliográficas: f. 138-144

1. Iluminação Natural. 2. Iluminação elétrica. 3. Eficiência energética.  
4. Escritórios. I. Gonçalves, Aldo Carlos de Moura. II. Universidade Federal do Rio de Janeiro, Faculdade de Arquitetura e Urbanismo. III. Título.

CDD 644.3

**CONFORTO LUMINOSO E EFICIÊNCIA ENERGÉTICA EM ESCRITÓRIOS.  
ESTUDO DE CASO DO CONDOMÍNIO CASA DO COMÉRCIO**

Teresa Maria Fragoso da Costa

Orientador(es): Aldo Carlos de Moura Gonçalves (D. Sc.)  
Eunice Bomfim Rocha (D. Sc.)

Dissertação de Mestrado submetida ao Programa de Pós-graduação em Arquitetura, Faculdade de Arquitetura e Urbanismo, da Universidade Federal do Rio de Janeiro - UFRJ, como parte dos requisitos necessários à obtenção do título de Mestre em Ciências em Arquitetura, área de concentração em Conforto Ambiental e Eficiência Energética.

Aprovada por:

---

Presidente: Prof. Aldo Carlos de Moura Gonçalves (D. Sc.)

---

Prof. Eunice Bomfim Rocha (D. Sc.)

---

Prof. Maria Maia Porto (D. Sc.)

Rio de Janeiro  
Abril 2007

## **AGRADECIMENTO**

---

Ao Prof. Aldo Carlos de Moura Gonçalves e prof<sup>a</sup> Eunice Bomfim Rocha pelo atencioso acompanhamento para a realização desta dissertação;

À Prof. Maria Maia Porto pela participação na banca.

À ELETROBRÁS/PROCEL EDIFICA (Convênio ECV 948/2003 Eletrobrás/UFRJ) pela bolsa de estudo.

Ao Laboratório de Conforto Ambiental e Eficiência Energética (LCE) – Faculdade de Arquitetura e Urbanismo – UFRJ pelos empréstimos dos equipamentos, para as medições;

Ao Condomínio Casa do Comércio por facilitar o acesso as informações para o desenvolvimento desta pesquisa;

## DEDICATÓRIA

---

A todos que contribuíram para a construção desta dissertação.

## RESUMO

---

### **CONFORTO LUMINOSO E EFICIÊNCIA ENERGÉTICA EM ESCRITÓRIOS. ESTUDO DE CASO DO CONDOMÍNIO CASA DO COMÉRCIO**

Teresa Maria Fragoso da Costa

Orientador(es): Aldo Carlos de Moura Gonçalves (D. Sc.)  
Eunice Bomfim Rocha (D. Sc.)

Resumo da Dissertação de Mestrado submetida ao Programa de Pós-graduação em Arquitetura, Faculdade de Arquitetura e Urbanismo, da Universidade Federal do Rio de Janeiro - UFRJ, como parte dos requisitos necessários à obtenção do título de Mestre em Ciências em Arquitetura.

A conscientização, que as decisões hoje se refletirão no futuro, encaminha os profissionais para soluções que considerem o conforto ambiental. O conforto luminoso se refere à quantidade de luz necessária para o desenvolvimento de uma tarefa e as respostas fisiológicas do usuário. Atualmente não se concebe uma edificação que não utilize sistema de automação, mas isto não a torna eficiente energeticamente. Sabe-se que a integração da iluminação natural e artificial resulta em uma racionalização de energia sem a redução do conforto.

Este trabalho é uma avaliação do conforto luminoso em ambientes destinados a escritórios, apresentando que um projeto luminotécnico não se restringe apenas a quantidade de luz para o desenvolvimento de uma tarefa e, sim, a um conjunto de parâmetros que resultam em um desempenho visual sem esforço. A edificação analisada é o Condomínio Casa do Comércio situado no Flamengo, Rio de Janeiro, RJ.

Palavras-chave: escritórios, conforto luminoso, eficiência energética, iluminação natural e artificial.

Rio de Janeiro  
Março 2007

## ABSTRACT

---

### LUMINOUS COMFORT AND EFFICIENT ENERGY IN OFFICES. CASE STUDY OF CONDOMÍNIO CASA DO COMÉRCIO.

Teresa Maria Fragoso da Costa

Orientador(es): Aldo Carlos de Moura Gonçalves (D. Sc.)  
Eunice Bomfim Rocha (D. Sc.)

*Abstract* da Dissertação de Mestrado submetida ao Programa de Pós-graduação em Arquitetura, Faculdade de Arquitetura e Urbanismo, da Universidade Federal do Rio de Janeiro - UFRJ, como parte dos requisitos necessários à obtenção do título de Mestre em Ciências em Arquitetura.

The awareness, that decisions taken today will be reflected in the future, directs professionals towards solutions that take into consideration environmental comfort. Luminous comfort refers to the amount of light necessary for the development of a task and the physiological needs of the user.

Currently, a building is not conceived without the use of an automation system, but this does not necessarily make it energy efficient. It is well-known that the integration of natural and artificial lighting results in a rationalization of energy without reducing comfort.

This work is an evaluation of the luminous comfort designated for office environments, showing that a lighting design project is not limited to just the amount of light necessary for the development of a task but is, also, guided by a set of parameters that results in an effortless visual performance. The building analyzed is, *Condomínio Casa do Comércio*, located in Flamengo, Rio de Janeiro, RJ.

Kew-words: offices, luminous comfort, efficient energy, natural and artificial lighting.

Rio de Janeiro  
Março 2007

# SUMÁRIO

## 1 INTRODUÇÃO

---

<b>1.1 Considerações iniciais</b>	10
<b>1.2 Estrutura da dissertação</b>	13

## 2 EMBASAMENTO TEÓRICO

---

<b>2.1 Projetos para escritórios</b>	14
2.1.1 Evolução da arquitetura nas edificações destinadas a escritórios após a Revolução Industrial .....	14
2.1.2 Concepção espacial dos ambientes destinados a escritórios .....	28
2.1.2.1 Considerações gerais após a Teoria de Taylor .....	28
2.1.2.2 Tendências atuais .....	34
2.1.2.3 Na cidade do Rio de Janeiro .....	36
<b>2.2 Eficiência energética nas edificações .....</b>	39
2.2.1 Considerações gerais .....	39
2.2.2 Edifícios inteligentes .....	41
<b>2.3 Iluminação em ambientes destinados a escritórios .....</b>	44
2.3.1 Avaliação do conforto luminoso .....	44
2.3.1.1 Conforto luminoso .....	45
2.3.1.2 Influência da cor no conforto luminoso .....	52
2.3.2 Iluminação natural .....	54
2.3.2.1 Potencial de aproveitamento da iluminação natural .....	54
2.3.2.2 Dispositivos de proteção solar .....	56

2.3.3 Iluminação artificial .....	62
2.3.3.1 Considerações gerais .....	63
2.3.3.2 Sistemas de iluminação, luminárias, lâmpadas fluorescentes e reatores eletrônicos .....	63
2.3.4 Integração da iluminação natural e artificial .....	70
2.3.4.1 Critérios gerais para integração da iluminação natural e artificial ..	70
2.3.4.2 Controles da iluminação .....	74
<b>2.4 Conclusão .....</b>	<b>78</b>

### **3 ANÁLISE DO OBJETO EM ESTUDO**

---

<b>Características da edificação .....</b>	<b>81</b>
<b>3.2 Metodologia empregada .....</b>	<b>84</b>
3.2.1 Apresentação dos ambientes selecionados .....	84
3.2.2 Coleta de dados .....	85
3.2.2.1 Entorno e fachadas .....	85
3.2.2.2 Levantamento e medições .....	92
3.2.3 Questionário .....	110
<b>3.3 Apresentação dos resultados .....</b>	<b>118</b>
3.3.1 Questionário .....	119
3.3.2 Avaliação do conforto luminoso .....	120
3.3.3 Avaliação do sistema de iluminação implantado .....	131
<b>3.4 Conclusão.....</b>	<b>132</b>

<b>4</b>	<b>CONSIDERAÇÕES FINAIS</b>	135
----------	-----------------------------	-----

---

	<b>REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....</b>	138
--	---	-----

	<b>ANEXOS .....</b>	145
--	---------------------	-----

# 1 INTRODUÇÃO

---

## 1.1 – Considerações iniciais

A Revolução Industrial desencadeou grandes transformações no homem e no seu mundo e a arquitetura como elemento de ligação do homem com o meio/abrigo as refletiu. Os primeiros arranha-céus foram construídos para abrigar centros administrativos (escritórios) resultante do crescimento industrial e possuíam a preocupação de admissão máxima da iluminação natural através da profusão de janelas. Neste período a engenharia estrutural expressou os desejos de muitos arquitetos com sua inovação técnica construtiva e um maior conhecimento de materiais já utilizado, como o ferro e o concreto. Os ambientes internos, conseqüentemente, acompanharam estas evoluções amparadas pelas novas teorias administrativas, com reflexos nas ambientações e nos mobiliários.

O aquecimento gradual e a mudança climática na Terra são observados no aumento do efeito estufa na atmosfera (o gás carbônico aumentou quase 30% desde a Revolução Industrial) resultante do nosso consumo de energia. (CONSUMO..., 2003). Em decorrência muitos países (o Brasil não está incluso) adotaram um regulamento energético, após o choque do petróleo em 1973, onde novas preocupações surgiram com o controle ambiental e o consumo de energia, e apresentaram efeitos significativos promovendo um aumento da qualidade das edificações e um padrão de conforto para seus usuários. Confirmando que esta atenção na concepção de edifícios não afeta a criatividade nem os padrões arquitetônicos e construtivos.

A geração de energia não é ilimitada e o desgaste dos recursos naturais, que gerou a crise energética, atravessa um período de importância em todo o mundo. A evolução da tecnologia obriga uma constante atualização nos processos para a elaboração de projetos de ambientes destinados a escritórios, seja pela abordagem técnica, estética e comportamental, entre outros. A conscientização, que as decisões de hoje se refletirão no futuro, fez com que os profissionais considerem o conforto térmico, acústico e luminoso, aliado a eficiência energética e ao uso racional dos materiais com interferência mínima no ecossistema. Mas, muitas construções confirmam que os profissionais estão mais influenciados na estética, desconsiderando soluções com o conforto luminoso, que vão refletir no bem estar dos

usuários e, como consequência, na produtividade; e com a eficiência energética, que vão refletir em economia para o proprietário e o meio ambiente.

Atualmente não se concebe um edifício que não possua sistemas automatizados para seu gerenciamento e segurança. Estes edifícios chamados de “inteligentes” são fruto da revolução de redes de comunicação e no Brasil este conceito começou a ser usado como uma qualidade da arquitetura pelo setor comercial por apresentam uma eficiência energética, mas nem todo modelo desta edificação apresenta uma viabilidade econômica em função do conforto luminoso.

Ultimamente, o interesse pela iluminação natural cresceu em função da crise energética e, conseqüentemente, o conforto luminoso. A quantidade de luz que penetra por uma janela, nos escritórios, se torna incômoda seja pelo desconforto visual ou calor. Os fechamentos das aberturas, que controla esta penetração, com seus dispositivos de proteção solar externo/interno, têm o seu perfeito funcionamento resolvido na fase de projeto. A questão da eficiência energética é um problema mundial e não se nega mais que as técnicas construtivas e os projetos de arquitetura têm uma grande parcela de responsabilidade neste contexto, seja na fabricação dos materiais ou nas decisões construtivas.

A iluminação artificial se tornou muito empregada com a invenção da lâmpada fluorescente, pela sua facilidade para iluminação geral de grandes áreas e a aparência de sua cor semelhante à luz solar. Associada ao baixo custo de energia, na época, sua aplicação se popularizou e, atualmente, com luminárias, lâmpadas/reatores com alto rendimento, ainda se incentiva sua utilização. Seu uso em escritórios panorâmicos durante o dia é consequência de grandes profundidades com janelas ao longo da fachada, onde o interior apesar de receber iluminação natural parece escuro ou pela necessidade de persianas para atenuar o ofuscamento oriundo das janelas.

A facilidade que a iluminação artificial tem para proporcionar a quantidade de luz necessária num ambiente destinado a escritório a fez mais utilizada que a natural, porém a integração das duas é um fator de eficiência energética. A consciência mundial que é necessária uma economia de energia, encaminhou vários profissionais a desenvolver estudos e aplicações para a integração da iluminação natural e artificial e seus controles.

A integração da iluminação natural e artificial garante o desempenho das condições de conforto e apresenta um potencial de conservação de energia na fase do estudo preliminar de 40%, na fase de anteprojeto de 0 a 10% e na fase de ocupação de 10 a 20%. (ALLUCCI, 1992).

O conforto luminoso diz respeito às exigências humanas que afetam a visão e se relaciona tanto com a iluminação natural quanto a artificial. A quantidade de luz num ambiente e seus resultados visuais podem resultar em desconforto com sintomas físicos como dores de cabeça, ardências nos olhos, etc. Um espaço destinado a escritório não pode ser visto só pela estética de seu mobiliário e adornos e, também, pelo conforto luminoso que facilita o desempenho visual na realização das tarefas, provocando em seus usuários a sensação de bem estar e aumentando a produtividade.

Na cidade do Rio de Janeiro, onde a insolação é abundante, os projetos de ambientes destinados a escritórios não consideram o conforto luminoso associado à eficiência energética. Muitas edificações comerciais são consideradas “inteligentes” porque são automatizadas e proporcionam uma determinada economia de energia que pode ser aumentada com a integração da iluminação natural e artificial, e com o conforto luminoso, cuja análise é além do que a quantidade de luz para o desenvolvimento de uma tarefa.

O presente trabalho viabiliza uma avaliação do conforto luminoso associado à eficiência energética, em ambientes destinados a escritórios, na cidade do Rio de Janeiro, com uma análise de fatores referentes ao conforto luminoso e a influência da cores para seu desenvolvimento, à iluminação natural e artificial e sua integração com seus controles e à eficiência energética proveniente das luminárias, lâmpadas e equipamentos, demonstrando a importância do conforto luminoso para estes ambientes porque se relaciona com o aumento da produtividade.

O desenvolvimento da pesquisa é referente ao Condomínio Casa do Comércio, onde foram coletados dados relativos à arquitetura, ao entorno, levantamentos diversos, medições, *walkthrough* e distribuição de um questionário.

## 1.2 Estrutura da dissertação

A dissertação foi dividida em duas etapas:

- Embasamento teórico que engloba os assuntos:
  - A evolução dos escritórios tanto pela arquitetura após a Revolução Industrial quanto pela ambientação após a Teoria de Taylor e como os escritórios na cidade do Rio de Janeiro acompanharam estas mudanças;
  - A eficiência energética e sua relação com os edifícios inteligentes;
  - A iluminação dos ambientes destinados a escritórios considerando o conforto luminoso e a influência das cores sobre o mesmo; a iluminação natural com sua disponibilidade e seus dispositivos de proteção; a iluminação artificial com seus sistemas, luminárias, lâmpadas e equipamentos e a integração das duas, com seus controles.
  
- Análise do objeto em estudo que engloba os assuntos:
  - A arquitetura da edificação em estudo, sua localização e situação, seu entorno, suas fachadas com seus dispositivos de proteção solar;
  - A apresentação dos escritórios e a coleta de dados, como levantamentos afins, medições, questionário, *walkthrough* e fotografias;
  - A apresentação dos resultados quanto aos questionários e aos pavimentos estudados contendo itens específicos que direcionam para observações sobre o conforto luminoso associado à eficiência energética.

No final de cada etapa são apresentadas conclusões sobre os assuntos abordados. No fechamento da dissertação, são apresentadas as considerações finais para uma avaliação do conforto luminoso associado à eficiência energética, em ambientes destinados a escritórios.

### 2.1 Projetos para escritórios

Ken Silvestri (PORTAL KMOL, [?]), afirma que:

Os espaços de trabalho necessitam ser tão adaptáveis como as pessoas que neles trabalham. Continuamos a construir os mesmos edifícios de escritório vezes sem conta. Precisamos olhar a qualidade, o ambiente, à flexibilidade e à necessidade de fazer uma utilização mais eficiente do espaço.

#### **2.1.1 - Evolução na arquitetura das edificações destinadas a escritórios após a Revolução Industrial.**

A Revolução Industrial provocou um acelerado aumento da produção devido ao sistema fabril e as máquinas e desencadearam muitas modificações no mundo, como o aumento da população urbana, transportes, etc. O ferro apesar de ter seu uso remoto aos tempos pré-históricos, assume uma nova importância com a invenção de máquinas para a produção de ferro laminado e barras de aço. A coluna de ferro fundido foi o primeiro elemento estrutural produzido pela nova indústria e utilizado na construção civil. Sua utilização como elemento estrutural para grandes vãos e sua associação ao vidro promoveu uma tecnologia nunca vista.

O edifício Harper & Brothers, projetado por James Borgardus, executado por Franklin Square em Pearl Street, Nova York, em 1854, apresentava a fachada principal, como no estilo renascentista veneziano, mas com uma superfície composta por amplo panos de vidro e colunas de ferro, como meio de sustentação dos pavimentos. Seu princípio construtivo, fazendo uso de peças pré-fabricadas, foi muito usado nas construções de lojas, depósitos e edifícios de escritórios.

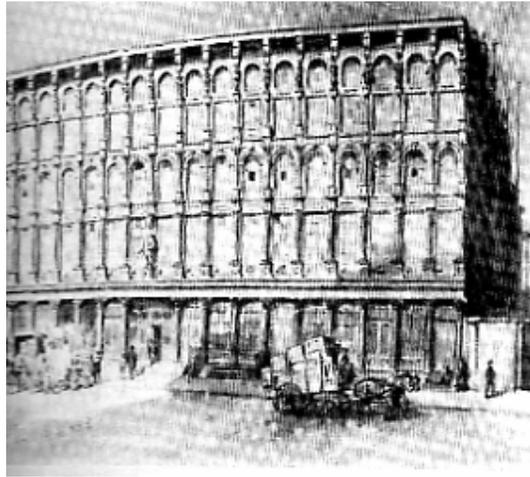


Figura 1 – Edifício Harper & Brothers, Nova York  
Fonte: Giedion, 2004, p. 223.

---

Na época em que James Borgardus proclamava que seus edifícios em ferro fundido poderiam ser construídos numa altura maior e quanto mais alto mais sólido, os primeiros elevadores para passageiros estavam sendo inventados por Elisha Otis.

Os primeiros arranha-céus de Nova York são torres que alcançavam, segundo definição na época, no mínimo 20 andares e foram construídos para abrigar o crescente número de escritórios, resultantes do desenvolvimento pleno da indústria. Este crescimento foi beneficiado com a tecnologia como o elevador, o telefone, etc.

No decorrer do século XIX, a ciência e a técnica ficaram separadas da arquitetura e técnicas construtivas, ameaçando a posição privilegiada do arquiteto, com os métodos da engenharia entrando no campo da arquitetura. Na segunda metade do século XIX, as exposições industriais, cujo principal objetivo era exhibir as novas descobertas, facilitando sua compreensão e comparação com outras, proporcionava a arquitetura uma das melhores oportunidades criativas. Seu trajeto se confunde com a história da construção em ferro, pela montagem/desmontagem rápida e a cobertura de grandes vãos. As grandes exposições nasceram da necessidade de domínio e extração máxima dos recursos naturais do planeta, refletindo a crença no progresso industrial e a expectativa de que todos os problemas do mundo seriam resolvidos através deste. (GIEDION, 2004).

A cidade de Chicago, depois da Revolução Industrial, como todos os grandes centros, aumentou sua população, mas as construções, na sua maioria, eram feitas em madeira. Com sua destruição por um incêndio, em 1871, a cidade foi reconstruída buscando novas tecnologias. O aparecimento de edifícios de grandes alturas, destinados às firmas industriais, com os seus centros administrativos (onde se origina os edifícios de escritórios modernos), companhia de seguros, grandes hotéis, etc. teve seu apogeu entre 1883 e 1893, e ficou conhecido como “Escola de Chicago”. Apresentando um processo construtivo com fundações flutuantes (devido a pouca consistência do solo), utilizando estrutura metálica, com isto liberando a fachada da sua missão estrutural, e introduzindo a janela horizontalmente alongada, numa busca pela pureza da forma. O espaço interno passa a apresentar solução independente da arquitetura por causa da distribuição interna dos pilares racionalizada possibilitando maior flexibilidade nas soluções. Pela primeira vez, no século XIX, desaparece a separação entre arquitetura e engenharia.

Nas construções para escritórios se destaca o edifício Marquette (1894), construído por Halabird & Roche, possuindo uma fachada bem proporcionada e uma profusão de aberturas (“janelas de Chicago”). Sua visão externa aparenta um só bloco, mas sua planta é em forma de um “E”, apresentando uma preocupação com a utilização da iluminação natural (a pedido dos proprietários), onde a parte central ficou destinada aos elevadores e sua disposição interna foi fixada posteriormente em função das necessidades dos futuros proprietários.



Figura 2 – Edifício Marquette, Chicago  
Fonte: Giedion, 2004, p. 404.

---

O avanço tecnológico proporcionou a construção de edificações com vários pavimentos, que ficou conhecida como “arranha-céus”, e foi facilitada com a invenção da estrutura em aço à prova de fogo.

Louis Henry Sullivan foi um dos percussores da Escola de Chicago e projetou/construiu edifícios baseados em três funções: o rés-do-chão para lojas e acessos ao edifício, pavimentos para escritórios com a mesma área e o último piso, com elementos de serviço, enquanto a fachada era formada por grelha uniforme de janelas e colunas. (RODRIGUES, 2004).

Em 1899, ele começou a reforma de departamento Carson, Pirie & Scott, em Chicago, tendo os interiores uma grande área livre e sua fachada no estilo “janelas de Chicago”, formando um conjunto equilibrado com a estrutura e para realização de sua função principal, que é a admissão da iluminação natural.



Figura 3 – Fachada da loja de departamento Carson, Pirie & Scott  
Fonte: Giedion, 2004, p. 417

---

A partir destas inovações industriais muitos arquitetos passaram a reunir toda esta tecnologia para a arquitetura. A racionalização, a rapidez, economia, fabricação em série e a unificação dos produtos, passaram a fazer parte da arquitetura e o objetivo dos edifícios industrial-comerciais era criar um espaço que impressionassem transeuntes e funcionários, com um conceito global nos interesses da edificação.

Frank Lloyd Wright começou a trabalhar em Chicago quando este chegou ao seu apogeu construtivo. Sua maneira de tratar a casa com superfícies planas e em faixas horizontais, com jogos de volumes, é repassada para seus projetos de edifícios, como os dois edifícios de escritórios: Johnson Wax Company, em Racine, Chicago (1934) e Larkin Soap Company, em Buffalo, Wisconsin (1904). Ambos possuem as mesmas características na concepção arquitetônica: são tratados como um ambiente separado do meio externo, contornados por paredes maciças que recebem luz natural por clarabóias e janelas altas ou tubos de vidros; e totalmente diferenciados das fachadas envidraçadas da escola de Chicago. O edifício Larkin foi o primeiro a ser provido de ar condicionado e seu mobiliário, todo em perfis quadrangulares de aço, foi desenhado por ele, sendo um marco para a definição dos espaços internos para escritórios. Suas idéias e os métodos construtivos influenciaram a arquitetura apresentando novos caminhos para a auto-realização.



Figura 4 – Interior do edifício Larkin  
Fonte: Giedion, 2004, p. 449

---

Em 1910, Peter Behrens<sup>1</sup> advertiu sobre a velocidade das transformações por meio de novas formas organizacionais e tecnologias que estavam modificando o significado de espaço e tempo. Quando convidado para trabalhar no projeto da fábrica de produtos eletro-eletrônicos AEG, implantou soluções inovadoras, como considerações sobre a produtividade e a organização, transporte e estocagem do produto e a luminosidade dos locais de trabalho, pois o conforto dos trabalhadores era observado. (GIEDION, 2004).

Com Walter Gropius, o vidro assume sua importância estrutural cada vez mais apontando as novas potencialidades do ferro, vidro e concreto. As paredes são concebidas como cortinas transparentes entre o interior e exterior, permitindo melhor iluminação dos ambientes, com os pilares embutidos na parte interna da parede, tornando a sensação de um pano de vidro mais acentuada.

---

<sup>1</sup> Peter Behrens era formado em pintura e autodidata em arquitetura. Em seu escritório trabalhou Le Corbusier e Walter Gropius, fundador da Bauhaus.

Na fábrica de sapatos Fagus (1910), Walter Gropius concebeu a fachada do edifício principal em uma gralha com caixilhos de metal e placas de vidro, sendo um dos primeiros exemplos da fachada cortina, que se tornou um marco para a nova arquitetura, permitindo que os espaços internos e externos fossem vistos simultaneamente.

Giedion (2004, p. 521) afirma, sobre a fábrica Fagus, “a cortina de vidro é simplesmente dobrada nos cantos do edifício; em outras palavras, as paredes de vidros se fundem umas às outras no ponto exato em que o olhar humano espera encontrar apoio para as cargas do edifício.”

A arquitetura se desligou da tradição das construções em ferro, com o surgimento do concreto armado (apesar de sua utilização desde o século XVIII) e este foi absorvido, rapidamente, pelos profissionais. Na primeira década do século XX, sua utilização passou a ser ampla, apesar de ser um material de composição complexa, se incorporava com a composição de estruturas ousadas e amplamente vazadas.

O engenheiro suíço Robert Maillart utilizou o concreto armado em suas pontes como elemento estético e a laje de concreto, pela primeira vez, como elemento estrutural ativo e resultando em soluções ideais para paredes não estruturais, com extensões horizontais e contínuas janelas. Suas pontes apresentam uma beleza plástica nunca vista na arquitetura, com o concreto apresentando linhas curvas e pilares delgados, mostrando que os cálculos matemáticos são auxiliares para construções, até aquele momento complexo, e com uma montagem totalmente diferenciada das estruturas com madeiras.

O concreto armado retorna a sua utilização com a arquitetura de Le Corbusier conseguindo estabelecer ligações entre a arquitetura e a estrutura independente.

Em “*Vers une architecture*”, Le Corbusier (1923, apud RODRIGUES, 2004, p. 24) escreve que:

[...] O concreto e o ferro transformaram totalmente as organizações construtivas conhecidas até aqui e a exatidão com a qual esses materiais se adaptaram à teoria e ao cálculo nos dá cada dia resultados encorajadores, primeiro pelo sucesso e depois por seu aspecto que lembra os fenômenos naturais, que reencontra constantemente as experiências realizadas pela natureza.

O seu projeto para o arranha-céu do Setor Marítimo em Argel (1938-42) tem uma implantação urbanística organizada, com áreas para pedestres, circulação de veículos e estacionamento, apresentando uma inovação como solução.

---

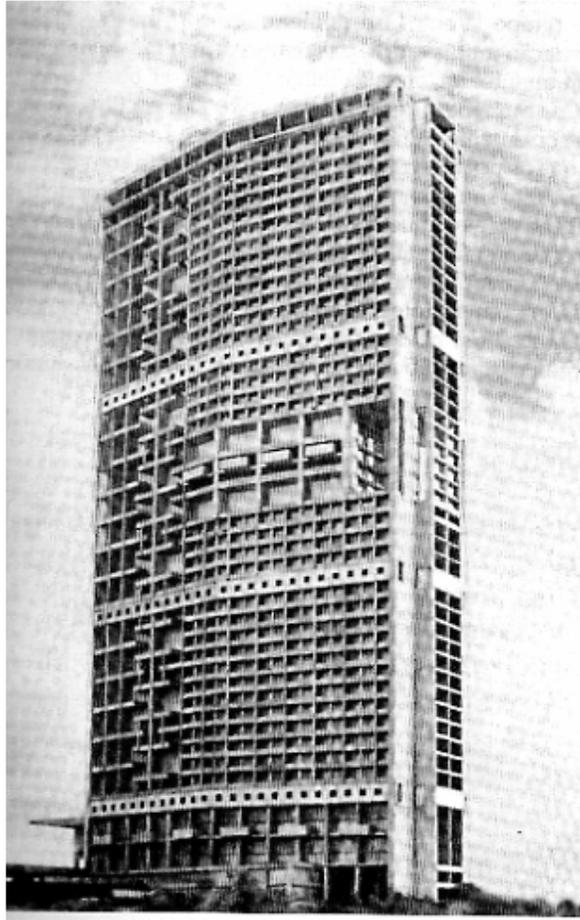


Figura 5 – Setor Marítimo, Argel, 1938-42, projeto de Le Corbusier  
Fonte: Giedion, 2004, p185

---

No início do século XX as lâmpadas incandescentes ainda eram ineficientes e as arquiteturas dos escritórios utilizavam à iluminação natural o máximo possível. A forma dos edifícios era retangular com os pavimentos estreitos e fachadas com grandes aberturas para permitir a admissão da iluminação natural e uma ventilação cruzada. (SÁ, 2007).

Na década de 30, Mies van der Rohe, lecionando em Chicago, é influenciado pelos pré-fabricados e se conscientiza que são elementos de uma construção tecnicamente avançada,

influenciando os seus projetos através do uso acentuado da estrutura de aço e vidro. Ele pode ser considerado o precursor da “fachada cortina”, tão comum nos edifícios de escritórios contemporâneos. (IDÉIAS DE ARQUITETURA, n° 9).

Giedon (2004, p. 615) afirma, sobre Mies Van der Rohe, que “em 1922, ele projeta um grande edifício para escritórios, onde a estrutura se situa dentro do edifício e conforme ele diz: Colunas e vigas eliminam as paredes portantes. Trata-se de uma edificação em pele e osso”.

Em 1931, o edifício da RCA (70 pavimentos), cujo projeto é de Raimond Hood, se apresenta como uma nova forma do arranha-céu. Erguido como uma lâmina retangular na vertical, sua forma se originou de considerações técnicas e econômicas, como a iluminação natural para todos os ambientes habitáveis, tendo uma planta tipo com os elevadores e a parte de serviço no centro, com a profundidade máxima de 8.20m (resultante de sua experiência por observação), proporciona iluminação natural e ventilação em todo o ambiente. O resultado da forma decorrente de cálculos matemáticos com a possibilidade de utilização da melhor maneira possível do terreno e do espaço disponível é uma forma apropriada de nosso tempo. (GIEDION, 2004).



Figura 6 – Edifício RCA, Rockefeller Center, Nova York, 1931-32, projeto Raimond Hood  
Fonte: Giedion, 2004, p. 870

---

Um símbolo da arquitetura do século XX, o arranha-céu, com predominância de linha horizontal, sem ornamentos, com formas simples e tecnologia própria e um estilo totalmente diferenciado das outras arquiteturas, utilizando o ferro, aço e vidro prouveram os engenheiros de conhecimentos nunca construídos no mundo.

Portoghesi (1985, p. 25) afirma que:

A arquitetura contemporânea tem vida breve enquanto os prédios antigos estão até hoje, os atuais, depois de 30 a 40 anos estarão com grande parte corroída precisando de manutenção. O quadro de consumo energético é mais grave com os arranha-céus.

Com a crise do petróleo a partir de 1970, se observou que a construção civil, na fabricação de seus materiais, é um elemento de grande poluição e neste momento as construções eram

avaliadas em função da economia de energia, mas não do conforto ambiental. A partir de 1980 a arquitetura começa a ser associada a diversos conceitos que interferem na forma e no desempenho das edificações.

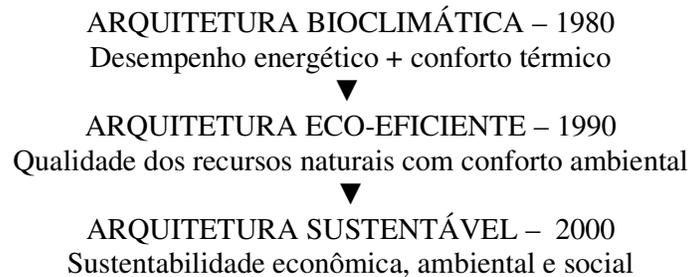


Figura 7 - Evolução da arquitetura a partir de 1980.  
Fonte: Construção própria

---

A arquitetura bioclimática é a que envolve materiais construtivos naturais e regionais, buscando a correta escolha dos materiais de construção e a definição volumétrica arquitetônica em função das condições climáticas locais, a localização geográfica, a orientação das fachadas, a possibilidade de captar a luz natural observando a carga térmica, o uso da ventilação natural, sempre procurando a eficiência energética e a melhoria da qualidade de vida.

A Alemanha é um país europeu que defende a implantação de edifícios com eficiência energética, como por exemplo, o Banco do Comércio de Frankfurt, projeto de Norman Foster, desenvolvido em 1991 e construído no período de 1994/1997, com 53 pavimentos e planejado com base na arquitetura bioclimática. Sua planta tem a forma de um triângulo com um átrio que se eleva por toda sua altura e um vazio nos três lados da fachada, formando jardins suspensos, tornando o ambiente interno mais agradável e cuja finalidade é a penetração de luz natural e circulação do ar natural. A posição do jardim é deslocada a cada 4 pavimentos em 120°, gerando uma espiral ao longo da sua altura, tendo um paisagismo diferenciado em função da orientação e altura do solo. Sua fachada tem um sistema de dois revestimentos, com a primeira camada impermeável, sendo a distância entre elas o suficiente para filtragem do ar exterior. As janelas têm as aberturas com controle eficiente e uma estimativa do uso das condições externas durante sete meses no ano. Quando chove, venta, faz calor ou frio, elas são

fechadas e um sistema suplementar de ar condicionado entra em ação. (FINESTRA, n. 41, 2005).

---

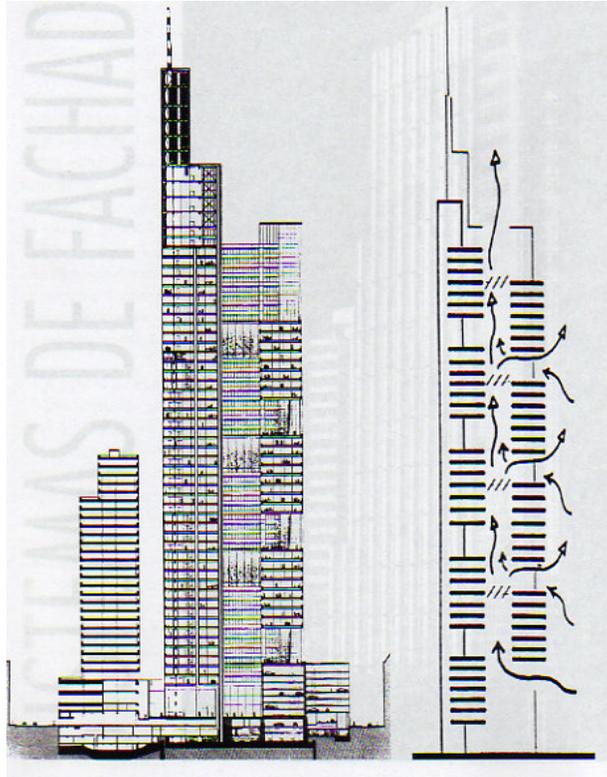


Figura 8 - Banco do Comércio de Frankfurt – Alemanha  
Fonte: Revista Finestra 41 – abr.-jun 2005 – ano 10

---

A arquitetura ecológica objetiva um ideal equilíbrio entre usuários, edificação e uma conotação positiva com o meio ambiente. A Comissão da Comunidade Européia sugeriu um código ambiental de ética, que apresenta uma linha de ação para arquitetos e profissionais da construção e onde cada população deve expressar sua criatividade, articulando cultura, sociedade e tecnologia. Esse código apresenta diretrizes para o edifício e a cidade e alguns itens referentes ao edifício, que estão relacionados à racionalização energética, são listados abaixo:

- A pele da edificação deve funcionar permitindo controle eficiente e integração do espaço interno às condições externas;
- A integração dos sistemas naturais e artificiais nos projetos arquitetônicos;
- O desligamento dos equipamentos quando não são utilizados;

- A diferença no tempo de uso para cada ambiente;
- A utilização de sistemas de iluminação (geral, local e mista) em função da tarefa, com especificação de lâmpadas e equipamentos mais eficientes, para redução do consumo;
- A utilização de cores claras para auxiliar o desempenho da iluminação artificial nos interiores;
- A utilização de sistemas de controle de iluminação eficientes;
- Uma avaliação constante do sistema de iluminação, principalmente em locais que modificam disposição interna com frequência. (ADAM, 2001).

O edifício de escritório Pérgola (2003/2004), do arquiteto Bruno Stagno, apresenta uma solução voltada para a arquitetura ecológica. A edificação é uma caixa retangular de concreto pré-fabricado com fachada de vidro, e está envolvida externamente por uma estrutura metálica, que serve de suporte para plantas trepadeiras, com a função de proteção solar, e, conseqüentemente, proporcionando a diminuição da temperatura interna. (SEGRE, 2007).

---



Figura 9 – Edifício de escritórios Pérgola  
Fonte: Revista ProjetoDesign, n. 323 – jan.–mar. 2007

---

A natureza não é infinita, mas nos servimos dela sem percebermos que sua utilização é restrita. As decisões de hoje se refletirão no futuro e a consciência sobre o esgotamento dos produtos naturais fez surgir o desenvolvimento sustentável e a arquitetura, como consumidora desses produtos, começou a rever seus conceitos construtivos, tanto aplicados a novas construções ou em *retrofits*.

Um ano depois do ECO'92 (Rio de Janeiro – RJ) a sustentabilidade é discutida pelos arquitetos num congresso, em Chicago, promovido pela UIA (União Internacional de Arquitetos) que resultou na “*Declaration of interdependence for a sustainable future*” onde aborda que o impacto das edificações sobre o meio ambiente se reflete na cultura, sociedade e economia. Neste congresso é firmado o comprometimento do arquiteto com a responsabilidade referente a sustentabilidade social e ambiental. Alguns princípios deste novo projeto eram:

- Consideração ao meio ambiente evitando danos ao ar, água, solo, flora, fauna e ecossistema;
- Avaliação das decisões quanto aos impactos sobre o meio ambiente; seleção de materiais não poluentes, recicláveis e reutilizáveis; promoção da eficiência energética com a utilização de fontes alternativas;
- Valorização da vida da edificação em relação a reciclagem e demolição. (SZABO, 2005).

Nas últimas décadas as construções de fachadas passaram por um avanço tecnológico mostrando que a indústria da construção cada vez mais procura responder as solicitações do projeto. O sistema utilizado nas fachadas cortinas de vidro convencionais, os perfis de alumínio ficam marcando a fachada, mas desde 1970, a “pele de vidro” destaca mais os painéis de vidro, com uma suave marcação das linhas verticais e horizontais da caixilharia. Atualmente, a “fachada cortina” torna a estrutura oculta com a colagem do vidro nos perfis dos quadros de alumínio, com silicone (sistema *structural glazing*), tornando o vidro definidor da estética. Outras propostas são: o sistema de fachada suspensa, onde os vidros são fixados num mecanismo de sustentação pontual dos painéis e transmitem as solicitações de peso próprio e cargas de vento à estrutura portante e a fachada fotovoltaica, muito utilizada na Europa, para o alcance de uma eficiência energética, onde é utilizado um sistema de captação de energia solar, com as células instaladas em vidros simples, laminados ou duplos. (FINESTRA n. 41, 2005).

Hoje existe uma tendência geral na arquitetura em desenvolver simultaneamente as qualidades escultóricas e o espaço interno. A arquitetura que sempre teve íntima relação com as proporções da geometria, independente da sua forma, tanto nas acentuadamente geométricas quanto nas orgânicas, se utiliza de novos conceitos construtivos e materiais renováveis que apresentam benefícios desde a fase industrial, para uma consciência sustentável, que não só interfere no aspecto funcional de uma edificação, mas na conscientização do homem com seu meio.

## **2.1.2 – Concepção espacial dos ambientes destinados a escritórios**

Andrade (2004, p.[?]) afirma que:

Empresas de ponta, que são baseadas no conhecimento, criatividade, desempenho e geração de conhecimento, precisam ter espaços mais flexíveis para responder com agilidade tanto as mudanças econômicas e estratégicas quanto ao avanço tecnológico.

### **2.1.2.1 – Considerações gerais após a Teoria de Taylor**

O termo escritório, na língua francesa, se refere a um tipo de móvel (escrivãzinha), que ocupava um cômodo pequeno, chamado gabinete, cuja finalidade era atividades individuais e intelectuais. Na idade média o modelo das primeiras salas de trabalhos escriturais coletivas é o *scriptorium* das bibliotecas abaciais, separado do recinto onde se guardavam os livros, e onde, os monges de diversas ordens se dedicavam às leituras, cópias e traduções de manuscritos antigos. Nesse mesmo período, nas chancelarias reais, que eram locais onde se guardava o selo real e assinava os documentos reais, seus escrivões eram instalados em dependências palacianas secundárias. Mais tarde, com a Revolução Francesa, a atividade nas chancelarias tem uma hierarquia funcional entre os escrivões, guarda-livros, etc. surgindo as figuras do subchefe e chefe, assim como locais privilegiados, com janelas e lareiras para os cargos mais elevados. (IDÉIAS DE ARQUITETURA, n° 9, 1996).

Com a fabricação das máquinas de escrever pela Remington, em 1873, começou um período mais mecânico nos trabalhos de escritórios e a introdução de mão de obra feminina, sendo criadas mesas para apoiar as máquinas, provando que a tecnologia conduz o mobiliário.

Em 1890, surge a teoria administrativa de Frederick W. Taylor, mais conhecida como Taylorismo, devido à necessidade de uma produção racional com maior eficiência no trabalho fabril e administrativo. Esse estudo segrega o espaço, como afirmação de hierarquia, onde os altos funcionários têm maior conforto e privacidade ocupando salas privadas e existindo uma padronização do mobiliário com o uso de *layouts* rígidos, que lembram a disposição espacial de uma fábrica. Os funcionários de posições inferiores (datilógrafos, estenógrafos, contínuos, etc.) estão em mesas paralelas, enfileiradas, sob a vista de um supervisor, para assegurar a disciplina e linearidade do processo de trabalho, sendo essa diferença vista como um estímulo à competitividade. Apesar, da parte administrativa se localizar separada da fábrica, é vista como uma extensão da mesma, aparecendo a idéia de equipe para a execução de uma tarefa. Surgindo nesta fase o relógio de ponto, como meio de controle do horário de trabalho. (IDÉIAS DE ARQUITETURA, n° 10, 1996).

O edifício Marquette, construído por Halobird e Roche, em 1894, Chicago, apresenta uma planta típica edifício de escritórios, com salas individuais e uma grande área foi deixada sem divisórias, para serem distribuídas, futuramente, segundo necessidade do ocupante.

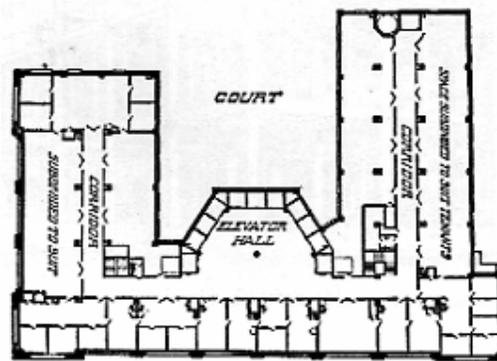


Figura 10 – Edifício Marquette, Chicago: planta de um pavimento.  
Fonte: Giedion, 2004, p. 404

---

Em 1913, J. William Schulze inicia o estudo dos fluxos de trabalhos, o tempo necessário para o desenvolvimento de uma tarefa e toda a etapa de execução, concebendo um espaço especial (módulo espacial) para seu desenvolvimento, mas com a mesma noção do desenvolvimento mecânico, como se fosse uma fábrica. (IDÉIAS DE ARQUITETURA, n° 10, 1996).

O aumento da concorrência, o desenvolvimento dos transportes e meios de comunicação e as diversas mudanças de valores e comportamentos, exigiram das empresas uma nova avaliação de sua administração. O movimento chamado “Escolas das Relações Humanas”, feita por Elton Mayo, onde a psicologia, a comunicação interna e uma maior participação do funcionário nas decisões da empresa e, também, o trabalho de Douglas McGregor, mostram que o aumento da produtividade está relacionado à satisfação e à participação criativa.

Frank Lloyd Wright, no edifício Larkin, apresenta o principio de uma só planta, mas com ambientação linear e estática, como o taylorismo, e pela primeira vez se projeta um mobiliário específico, em aço, se relacionando com o projeto de arquitetura: claro e racional. No edifício de administração Johnson Wax Company, composto de pilares de capitel circular e possuindo ambientação orgânica e informal que se reflete no mobiliário metálico de cantos arredondados.



Figura 11 – Vista interna do edifício de administração Johnson Wax Company  
Fonte: Giedion, 2004, p. 447

---

O edifício da R.C.A., projeto de Raimond Hood, em Nova York, construído em 1931/1932, apresenta planta livre tendo no centro os elevadores e parte de serviço, proporcionando a utilização da iluminação natural e ventilação devido a profundidade, como nos ambientes para escritórios panorâmicos atuais.



Figura 12 – Edifício RCA, Nova York - Planta baixa do pavimento tipo  
Fonte: Giedion, 2004, p. 870

---

O crescimento do mercado para mobiliário de escritório começa a interessar cada vez mais os grandes criadores, como se observa no escritório modelo apresentado por Raymond Loewy, em 1934, na exposição “Arte Industrial Americana e Contemporânea”, com um mobiliário em aço cromado, napas coloridas, laminados que seguem a linha da Bauhaus e a ergonomia.

Com a crise do modelo taylorista e com a introdução da psicologia social os espaços de escritório começam a apresentar mudanças que culminam com a proposta alemã apresentada em 1958 pela empresa de consultoria *Quickborner Team* trazendo uma solução revolucionária com um novo planejamento para o espaço de trabalho, conhecido como escritórios panorâmicos (*Burolandschaft* ou *Office Landscape*). As características dos desenhos dos ambientes são as áreas abertas, providas com relativa sofisticação em seus mobiliários numa forma mais livre e podendo ser reajustado facilmente sem alterações na estrutura. Os EUA tiveram uma resistência a estes novos conceitos e, na década de 60, que criam o *Open Plan*, com a planta livre e mesas com divisórias mais baixas, entre as mesmas, tornando o ambiente mais dinâmico.

Percebendo o novo rumo espacial dos escritórios, a movelaria norte-americana Herman Miller, cria em Michigan um centro de pesquisa comandado por Robert Propst, e lança o primeiro sistema modular para escritório panorâmico: *Action Office* em 1964. (IDÉIAS DE ARQUITETURA, n° 10, 1996).

Segundo Tomás Berlanga (2000, p. 1), os escritórios nunca mais foram os mesmos, mudando a sua geometria, o mobiliário e a própria arquitetura, tendo o profissional toda ferramenta à mão, modificando a concepção de funcionalidade e privacidade, através de divisórias e móveis que limitam os espaços e servem de suportes para prateleiras, arquivos e armários, etc., facilitando um agrupamento em função da necessidade de cada atividade, com isso atendendo as necessidades de cada funcionário e cada departamento.

---



Figura 13 – *Action Office System*

Fonte: Catálogo Hermanmiller. Disponível em: <<http://www.hermanmiller.com>>. Acesso em: 23 fevereiro 2006

---

O modelo alemão do escritório panorâmico abre totalmente o espaço, retira as divisórias e a separação física entre as estações de trabalhos e centraliza as áreas comuns, com estantes, arquivos, armários, etc. Esta postura foi decorrente de pós-guerra, onde a necessidade de profissionalizar o trabalho administrativo foi revolucionada ao extremo, e com isso, uma maior flexibilidade de modificação do mobiliário foi imprescindível. (AMARAL [?]).



Figura 14 – Modelo alemão  
Fonte: Revista Internacional de Luminotécnica, año XL, trimestral 3º, 1989.

---

Nos anos 80 houve uma preocupação estética, quanto à padronização do mobiliário, com a introdução da ergonomia e do conforto ambiental. Os estudos relativos à ergonomia, que datam de 1930 com o desenvolvimento do “Estudo de Tempos e Movimentos”, deram início a uma série de pesquisas fisiológicas sobre os movimentos para a execução do trabalho (BATTISTELLA, 2003). Mas só em 1949, na Inglaterra, numa reunião de cientistas e pesquisadores foi formalizada essa ciência e em 1950 foi dado o nome de ergonomia. Possuindo várias definições, como a de Grandjean (1983, apud BATTISTELLA, 2003, p.31): “o estudo de comportamento do homem no seu trabalho.”

Uma das teorias organizacionais sobre o planejamento dos espaços de escritórios, que influenciou o mobiliário, é a “Teoria dos Sistemas” de Robert Simon e Victor Thompson, onde critica a hierarquia, que considera inibidora da criatividade e da iniciativa individual e com isso a Herman Miller lança em 1985, o Sistema *Ethospace*, onde são minimizadas as diferenças e os acabamentos entre as diversas hierarquias, procurando humanizar os espaços, que são desconectados da arquitetura, onde se expressa a individualidade de cada funcionário. Este sistema combina diferentes alturas de divisórias, transparências, acabamentos e possibilitando a criação de salas privadas com paredes de altura total ou meia altura. (IDÉIAS DE ARQUITETURA, n° 10, 1996).



Figura 15 – *Ethospace System*

Fonte: Catálogo Hermanmiller. Disponível em: <<http://www.hermanmiller.com>>.  
Acesso em: 23 fevereiro 2006

---

### **2.1.2.2 – Tendências atuais**

A tendência atual é para sistemas que resgatem as salas individuais ou para pequenos grupos, se situando nas fachadas e liberando o centro para o sistema panorâmico, com divisórias fixas e grandes painéis de vidros com persianas ou cortinas para a privacidade, quando necessária. Os espaços consideram a tecnologia, os padrões de interação social e os processos de negócios, como uma verdadeira comunidade, organizada como um bairro, que apresenta locais formais e informais de encontro e espaços sossegados e privados e o mobiliário dando suporte aos objetivos da organização (KMOL, [?]).

A exigência de mercado é para mobiliários flexíveis e a possibilidade que as modificações sejam feitas sem muita especialidade: pisos elevados, tetos modulados, sistemas de mobiliário com fácil modificação da ambientação, etc. Esta flexibilidade diz respeito, também, ao conforto ambiental, onde o uso racional de energia se tornou uma obsessão planetária, e os sistemas de iluminação e climatização flexíveis, fundamentais.

Hoje os “*space planner*” estão se dedicando a um profundo conhecimento de gestão empresarial para desenvolver os espaços, onde, antes, prevaleciam a plástica e o artístico, hoje o efeito é científico, como por exemplo, o uso da cor, que era gosto do profissional, e agora tem uma conotação científica, e toda atenção ao problema do conforto ambiental.

Os ambientes de escritórios são modificados em função da tecnologia que exige do espaço e do mobiliário uma integração com o maquinário. Foi o que aconteceu quando surgiu a máquina de escrever e logo se criou uma mesa especial para apoiá-la. Os computadores existem desde meados de 1940, mas só em 1970 se tornaram mais utilizados por alguns profissionais como engenheiros, cientistas e matemáticos. Em 1981 a *IBM Personal Computer*® modifica os escritórios panorâmicos os introduzindo em algumas tarefas e hoje, popularizado, é utilizado em larga escala em vários tipos de trabalho (STEFFY, 1995).

Com a globalização, a internet, a comunicação on-line, onde os trabalhos são realizados virtualmente, a comunicação independe do fuso horário, fazendo surgir novos conceitos de gestão empresarial e refletindo no espaço de trabalho. Isso gerou outro tipo de desenvolvimento das tarefas como o *Home Office*, que não exige a permanência física do funcionário no escritório. Isso é uma tendência mundial que parece irreversível. Quanto ao *hotelling*, que começou em 1994, com uma campanha publicitária da agência *Chiat/Day*, onde não se tem um local determinado para trabalhar, abrangendo aqueles que estão, constantemente, em viagens a negócios. Quanto a este último, algumas empresas providenciam salas e suportes, mas tem gerando certa instabilidade nas pessoas, devido ao fato de não possuir um local personalizado de trabalho.

Cada país com seus costumes, sua noção espacial desenvolverá seu espaço. Isso é visto na Europa onde o conceito holandês difere do inglês, que não gosta de muita proximidade. Nos EUA sempre se pensa em otimizar a quantidade de pessoas por m<sup>2</sup> e na Alemanha a relação é de 17m<sup>2</sup> por pessoa e o funcionário não pode ficar a 7m da janela, por causa da luz natural. (BERLANGA, 2000).

### **2.1.2.3 – Na cidade do Rio de Janeiro**

Na década de 30, os estilos clássico e eclético foram os dominantes nos prédios administrativos no Brasil, tendo como referência o modelo europeu: utilização de salas individuais ao longo de corredores. Com o Movimento Modernista, a arquitetura continua voltada para edificações de uso institucionais com os comerciais em menor escala.

O concreto armado foi o material que mais se destacou na arquitetura moderna, devido não só a questões econômicas, mas pela facilidade de seus materiais básicos (areia e cascalhos) e por não ser necessária uma mão de obra qualificada. Apesar de o Brasil possuir enorme reserva de ferro, cobre e minerais raros o desenvolvimento das indústrias metalúrgicas dependiam de recursos energéticos, que eram escassos e só acontecendo depois da Segunda Guerra Mundial. Indústrias foram criadas para complementar a nova forma construtiva (panos de vidros, canalizações, esquadrias metálicas, etc.) acompanhada de uma pesquisa tecnológica, beneficiando a arquitetura e uma busca por produtos melhores, diversificados e mais baratos trouxe um desenvolvimento industrial.

Em 1936, os irmãos Marcelo e Milton Roberto vencem o concurso para a construção da ABI (Associação Brasileira de Imprensa), com um projeto utilizando as bases dessa nova arquitetura e com utilização de dispositivos de proteção solar. Mas é com o prédio do Ministério da Educação e Saúde Pública (1936/1944), sob a responsabilidade de Lúcio Costa, Oscar Niemeyer, Afonso Reidy, Jorge Moreira, Carlos Leão e Hernani Vasconcelos, tendo a concepção original de Le Corbusier, que se tem o marco da arquitetura contemporânea brasileira, com sua planta livre, permitindo uma flexibilidade da composição interna, e a utilização de divisórias com altura de 1,80m, não como previsão do escritório panorâmico, mas para melhorar a ventilação natural interna.

Na década de 50, com influência americana, os novos edifícios têm uma preocupação com as novas técnicas, os materiais disponíveis e a forma construtiva. No período de 1958 a 1961 é projetado, por Henrique Mindlin e Associados, o edifício Avenida Central, dentro da influência americana (inspirado nos projetos de Mies van der Rohe), com estrutura metálica e panos de vidros. A partir do final da década de 50, no Rio de Janeiro, predomina as fachadas com grandes superfícies envidraçadas e os escritórios, com suas rotinas e esquemas de

trabalho sofreram muitas alterações em função de novos conceitos e tecnologias (BUCHWEITZ, 2005).

O chamado “milagre econômico brasileiro”, ocorrido no período entre 1960 e 1980, trouxe uma grande variedade de tipologia de edifícios de escritórios. O vidro era muito empregado nas fachadas e apresentando um problema quanto ao efeito estufa que aumenta o consumo de energia relativo à utilização do ar condicionado e o uso de iluminação artificial durante o dia.

Com a chegada de empresas multinacionais, foram trazidos novos conceitos de qualidade no ambiente de trabalho associados, conseqüentemente, a produtividade.

Os projetos atuais adotam as plantas livres, onde a circulação entre pavimentos e os compartimentos de serviços são centralizados e cada empresa define o seu *layout*, com o máximo de aproveitamento do espaço e uma integração das equipes de trabalho através de composições de estação de trabalho. As instalações são versáteis, como nos modelos internacionais, com forros e pisos que facilitam a distribuição das luminárias, saídas de ar condicionado e pontos de alimentação para as áreas de trabalho. A sensação de horizontalidade é sentida devido ao fato do pé direito ser baixo, em função das dimensões horizontais.

Um exemplo de um conceito atual de projeto para escritórios, no Rio de Janeiro, é a Torre Almirante, onde os espaços destinados a escritórios possuem planta livre, conforme os conceitos atuais.

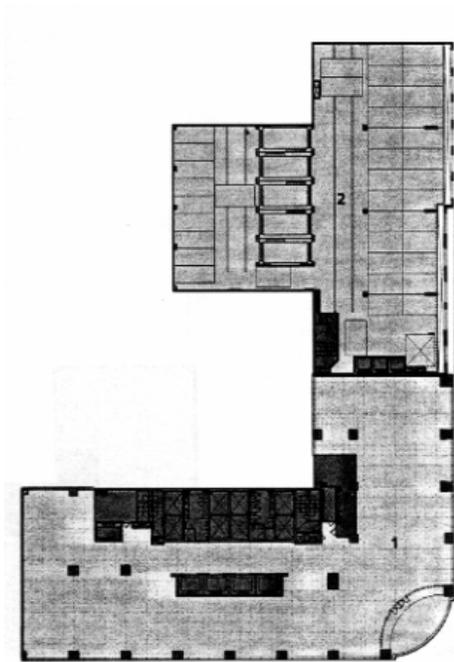


Figura 16 – Torre Almirante – Planta Baixa - 6º pavimento (1= escritório e 2 = estacionamento)  
Fonte: Revista Finestra n. 40, 2005, p.52

---

Atualmente, com a informatização nos escritórios, surge a necessidade de reavaliar o conceito de conforto, que difere dos escritórios convencionais. Nos espaços atuais, os funcionários executam diversas tarefas e funções, tendo cada uma sua característica própria, mas a preocupação ergonômica e uma avaliação de parâmetros quanto ao conforto visual, muitas vezes não é considerada.

A globalização, que é responsável pela troca rápida de informações, faz com que os projetos de escritórios sigam as tendências atuais, mas as construções continuam, em sua grande maioria, desconsiderando as condições climáticas e a insolação, continuando com as fachadas envidraçadas, sem um estudo quanto à eficiência energética relativa à iluminação.

## **2.2 – Eficiência energética nas edificações**

### **2.2.1 – Considerações gerais**

A energia para abastecer o planeta aumentou em 922% durante o século passado e mais de dois bilhões de pessoas no planeta ainda vivem sem ter acesso à energia elétrica, dependendo exclusivamente da utilização de combustíveis fósseis. Os 5% mais ricos da população mundial consomem 58% da energia disponível, enquanto os mais pobres, menos de 4%. A mudança climática na Terra e seu aquecimento gradual são observados no aumento de efeito estufa na atmosfera, resultante do nosso consumo de energia, como o gás carbônico, que aumentou quase 30% desde a Revolução Industrial. (CONSUMO..., 2003).

A importância da arquitetura com o clima é uma ligação do homem com a edificação (abrigo) e o lugar, no processo natural da relação do homem com o seu meio. O projeto arquitetônico pode ser avaliado, energeticamente, com uma análise da relação entre clima/calor e ventilação/luz e com isso, entre outros fatores, ressaltar a sensação de conforto nos ambientes. Uma grande economia de energia é possibilitada uma análise de conceitos para projetos, materiais e tecnologias construtivas, variando a economia de 30 a 50% naqueles que consideram a eficiência energética desde a fase de projeto. (PROCEL EDIFICA, 2003).

O Brasil ocupa uma posição bastante significativa no cenário mundial. As estatísticas da AIE (Agência Internacional de Energia) o apontam como o 10º produtor mundial de eletricidade e o 4º mundial de hidroeletricidade, mas o problema está no crescimento do consumo, que não possui um mecanismo de regulamento legal. Tanto o horário de verão<sup>2</sup>, quanto o Programa de Combate ao Desperdício de Energia Elétrica (ELETROBRÁS/PROCEL), criado em dezembro de 1985, com a finalidade de racionalizar a produção e depois com o PROCEL EDIFICA, criado em outubro de 2003, direcionado aos profissionais de projeto e construção no Brasil, tendo como um dos objetivos estabelecerem indicadores de eficiência energética em função do uso, dos materiais e equipamentos; e quanto a Light, com um programa de eficiência energética para o uso racional de energia, através de projetos, com redução de consumo e novas tecnologias; são iniciativas governamentais que visam o uso eficiente da energia e dos recursos naturais.

---

<sup>2</sup> O Brasil adota este horário desde 1931, interrompendo em 1961 e desde 1985 até hoje.

Segundo Akutsu (2001, [?]), a maioria dos edifícios construídos no Brasil, nas últimas décadas, tem problemas de eficiência energética porque não são projetados para se adaptar ao clima local, importando soluções para região de clima frio na busca de menor custo e maior rapidez na construção. Aponta que os recursos naturais deveriam ser melhores explorados e isto acontece na fase do projeto, quando é fundamental a consideração do clima local. A falta de conhecimentos incide nos técnicos, quanto às soluções adotadas; nos responsáveis pelo projeto, quanto à construção; e pelos fornecedores dos produtos importados, principalmente os isolantes térmicos.

Muitos países adotaram um regulamento energético, após o choque do petróleo em 1973, onde surgiram novas preocupações com o controle ambiental e o consumo de energia, e apresentando efeitos significativos, que promovem um aumento da qualidade das edificações e um padrão de conforto para seus usuários. Como por exemplo, França e o EUA, onde o crescimento da PIB não foi acompanhado por um crescimento proporcional nas taxas de consumo de energia, confirmando que a atenção na concepção de edifícios não afeta a criatividade nem os padrões arquitetônicos e construtivos. (ROMÉRO, [?]).

A arquitetura é um elemento de grande participação no consumo de energia com suas variáveis construtivas. Nas edificações de públicas e comerciais, em média, 64% do consumo é relativo ao condicionamento do ambiente e iluminação. Uma edificação com projeto voltado para a eficiência energética pode consumir 30% menos de energia em relação a outro que tenha os mesmo uso e qualidade de conforto. Pesquisas realizadas em 57 países, de todos os continentes, apresentam que somente 13 não têm legislação de eficiência energética e o Brasil está incluído nesse número. As normas internacionais possuem análises equacionais de desempenho da edificação e de fácil utilização, ajudando na previsão do consumo de energia elétrica ainda na fase de projeto. Os EUA foram os primeiros a desenvolver e implantar normas de eficiência energética. A Califórnia foi um dos primeiros locais a ter esse tipo de norma implantada, obrigatoriamente. (SIGNOR, 1999).

Algumas leis foram criadas buscando a eficiência energética no Brasil, mas a lei n. 10 295, sancionada em 17 de outubro de 2001, no momento em que parte significativa do país utilizava um programa de racionamento, se tornou um marco de conquista, dispondo sobre a Política Nacional de Conservação e Uso Racional de Energia, visando a eficiência dos recursos energéticos e preservação ambiental. (SOUZA, 2003).

As Normas Brasileiras relativas à iluminação natural (NBR 15215) e artificial (NBR 5413) não apresentam uma preocupação com a eficiência energética nem com a influência da arquitetura e sua construção. Segundo Allucci (1992, p.4), a norma de iluminação de interiores (NBR 5413), não está atualizada em função das novas lâmpadas e equipamentos, apresentando uma potência na ordem de 40w/m<sup>2</sup> e podendo, atualmente, reduzir esse valor para 12w/m<sup>2</sup>, que é o valor apresentado na Europa.

A eficiência energética se tornou um fator de impacto nos projetos elétricos e decorrente disso foi fundada a Associação Brasileira de Eficiência Energética (Abene), onde a conscientização do empresário foi um processo de peso. Segundo Renato Coelho de Souza, houve um aumento das chamadas *Esco (Energy Saver Company)*, seguindo uma moda que veio dos Estados Unidos, em que os contratos de diagnósticos para a eficiência energética são aplicados pelas empresas (não pelos clientes), e seu ganho é um percentual sobre a economia de energia, posicionamento muito comum nos Estados Unidos e Japão. (NEGRÃO, 2003).

Empreendimentos no setor energético são de longo prazo e a oferta de energia não acompanhou o crescimento de consumo, mas a crise força as pessoas e empresas a um aumento de conhecimentos na área de energia elétrica e a mudança de hábito quanto ao desperdício de energia. Economizar energia depende mais da consciência do usuário do que de grandes projetos e investimentos.

### **2.2.2 – Edifícios inteligentes**

O conceito de “*smart building*” apareceu nos EUA por volta da década de 80 e o IBI (*Intelligent Building Institute*) define como aquele que oferece um ambiente produtivo e econômico através da otimização do controle automático dos quatro elementos básicos: estrutura, sistema, serviço e gerenciamento. Em 1968, segundo levantamento feito pelo *American Institute of Architects*, o número de edifícios inteligentes no mundo era de 550 e em 1976, após novo levantamento, foram contabilizados 2 132 edifícios. (NETO, 1994 apud NEVES, 2002).

Atualmente não se concebe um edifício que não possua sistemas automatizados para seu gerenciamento e segurança. Os controles de sistemas individuais, embora estejam fisicamente isolados, podem ser regulados por um computador central. Os sistemas de gestão de energia podem regular a iluminação artificial, de acordo com a natural, e a gestão de energia solar e sistemas mecânicos que limitam o consumo de energia.

A rapidez e facilidade com que os dados são manipulados, através das redes de comunicação global, fizeram surgir novo mercado, onde empresas, que se dedicavam à telefonia e TV a cabo, têm hoje uma ação em diversos setores e expandiram esta tecnologia, também, para as edificações. A telemática, que automatiza a edificação, com a composição das tecnologias de telecomunicações, informática e mídia e de acordo com sua função, é dividida em:

- Domótica – uso exclusivo doméstico tem suas principais automações no conforto ambiental e pessoal, na segurança pessoal e de bens, na comunicação interna e externa e na gestão de equipamentos como som, televisão, boiler, etc. Sua eficiência está no fato de pode ter uma manutenção preventiva.
- Birótica – uso de uma série de inovações técnicas dentro do escritório, como: antenas de transmissão de dados e, muitas vezes, com a escolha da operadora; sistema de teleconferência; ar condicionado, sendo controlado por computador e com uma distribuição de acordo com a insolação da fachada e incêndio controlado de forma digital e automática. (GORGULHO, 1998).

Segundo Ozenda, da empresa Prisma, que construiu na zona oeste do Rio de Janeiro, um edifício inteligente, com apoio da companhia local de distribuição de eletricidade e de um centro de tecnologia energética, aponta que não é só com a informatização e o uso de aparelhos de alta tecnologia que o projeto assegura uma eficiência energética. Com este conceito o custo desta edificação ficou 5% superior a média, mas com uma economia de 36% no ar condicionado e de 11% na iluminação. (OSAVA, 2001).

O E-tower, projetado por Aflalo & Gasperini (início do projeto em 2000 e conclusão em 2005), na Vila Olímpia, com finalidade de uso para escritórios, tem características que o classificam como inteligente (de última geração), tanto pela construção quanto pelo programa, com uma oferta de serviços disponíveis, entre eles, otimizar o tempo dos usuários e diminuir o fluxo de carros na região na hora do almoço. Há a possibilidade dos escritórios colocarem antenas de transmissão de dados na cobertura e escolherem sua operadora ou uso próprio de

telecomunicação. Nos restaurantes é possível o uso de internet. O controle de temperatura do ar condicionado é feito por computador e sua distribuição é em função da insolação nas fachadas. O incêndio e a exaustão, também, têm controle digital e automático. (SARAPIÃO, 2006).

---

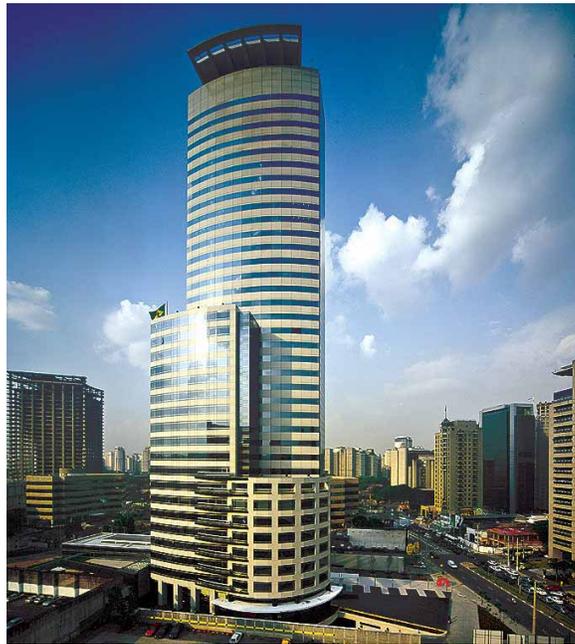


Figura 17 – Edifício E-Tower, vista aérea  
Fonte: Revista PROJETO DESIGN, edição 311, 2006

---

Segundo Roméro ([?], p.4), um edifício controlado por computadores que operam sistemas de iluminação e condicionamento de ar, água, entrada e saída dos usuários, não é suficiente para ser classificado como inteligente, pois não foi implantado corretamente quanto ao clima local, não possui um estudo de aproveitamento dos elementos naturais, como a luz do sol, ventilação e uma análise do entorno. Essas edificações têm uma automação predial e para serem consideradas inteligentes devem compartilhar com uma arquitetura, também, inteligente. Uma análise geral na concepção do projeto quanto: forma; escolha do material (relacionado com a forma); clima (umidade, velocidade e direção dos ventos predominantes); entorno; insolação; protetores solares e o aproveitamento da iluminação natural sem o aumento da temperatura no interior e contribuição das cargas internas. E na etapa executiva, outra análise, avaliando, por exemplo: divisões de circuitos e seções; escolha de lâmpadas e luminárias; iluminação de emergência; seleção de ambientes com controle individual visando

o conforto do usuário; escolha adequada do sistema de iluminação; correto posicionamento dos sensores para condicionamento ambiental; controle da demanda de energia na hora de pico e gerenciamento de elevadores, bombas de água, etc. é possível pensar em automação predial, que é um meio de gerenciar, satisfatoriamente, um grande número de variáveis e funções e com isto alcançando uma eficiência energética.

No Brasil, o conceito de edifício inteligente começou a ser utilizado como uma qualidade da arquitetura, no setor comercial, e muitos assim são designados devidos apenas à automação e pensa-se, que com esta classificação os problemas da arquitetura estão resolvidos.

## **2.3 – Iluminação em ambientes destinados a escritórios**

Hopkinson *et al.* (1966, p. 497) afirma que:

Uma boa iluminação tem como objetivo geral:

- Uma aparência satisfatória no interior;
- Uma quantidade de luz que permita a execução de uma tarefa e sem esforço visual;
- Evitar o desconforto visual;
- Evitar a fadiga visual devido à dispersão e desvio da atenção.

### **2.3.1 – Avaliação do conforto luminoso**

Segundo OSRAM do Brasil ([?], parte 1, p. 6) afirma que:

O primeiro nível para avaliarmos o que é conforto luminoso refere-se à resposta fisiológica do usuário. Um determinado ambiente provido de luz natural e/ou artificial produz estímulos ambientais, ou seja, resultado em termos de quantidade de luz e sua distribuição, contrastes, etc.

### **2.3.1.1 – Conforto luminoso**

Os aspectos visuais de um ambiente, com influência da estética, que causam impactos nos usuários, estão associados aos efeitos de intensidade e qualidade de luz, mas uma tarefa, para ser bem desenvolvida, necessita que o desempenho visual se realize sem esforço e assegurando, com isto, um ambiente com conforto luminoso. Uma boa iluminação fornece iluminância suficiente para a tarefa, mas a visibilidade depende da forma como a luz é aplicada, das características cromáticas da fonte de luz e dos acabamentos das superfícies.

O conforto luminoso, tanto natural quanto artificial, diz respeito às exigências humanas em relação à iluminação que afeta a visão e seus principais fatores são:

- Iluminância e sua distribuição;
- Luminâncias e contrastes;
- Tamanho da tarefa visual;
- Tempo de realização.

A adaptação visual é um processo de regulação fotoquímica e nervosa da retina. Segundo Pereira (2001 apud NISSOLA, 2005, p.39), sua adaptação pode ocorrer em três etapas:

- Resposta neural rápida quando há mudança da quantidade de luz, podendo ser executada por dilatação ou contração da pupila para regular a penetração da quantidade de luz e, também, este mesmo processo feito lentamente para produção ou remoção de substância química na retina.
- Resposta média do olho para regular a quantidade de luz no seu interior, com dilatação e contração da pupila.
- Resposta da retina lenta para aumentar ou diminuir a sensibilidade à luz, com a produção ou remoção de substâncias fotoquímicas.

A adaptação à claridade é mais rápida porque nos cones é mais veloz a remoção das substâncias fotoquímicas, logo a luminosidade das superfícies devem ter diferenças relativas e a intensidade da iluminação não pode apresentar grandes oscilações porque a adaptação é feita de forma lenta.

Segundo Pereira (2001, apud NISSOLA, p. 40), duas considerações importantes de projeto devem ser avaliadas para a habilidade de adaptação do olho:

- Margem de adaptação: a margem de visibilidade para ambos os lados é grande, quando se adapta a luminância média da cena;
- Velocidade de adaptação: devido a lentidão para a adaptação, com um aumento muito veloz da iluminância, pode ocorrer ofuscamento ou perda de visibilidade, caso seja um decréscimo.

Estes ajustes ocorrem não só pela iluminância, mas também nas mudanças das características da luz. Numa mudança, com iluminação natural, de um ambiente externo para interno, o olho se adapta numa razão de 1:200, respectivamente e, normalmente, quando o olho se adapta a baixas iluminâncias, esta razão pode alcançar até 1:1000. (IESNA, 2000).

O aumento da iluminância, quando se realiza uma tarefa minuciosa, acresce o brilho no ambiente e no olho a íris se contrai e reduz o tamanho da pupila, afetando a capacidade de visualização de detalhes, ocorrendo uma queda na acuidade visual, que possui uma variação em função da duração de exposição à luz. Em ambientes escuros onde os cones são menos ativos, a visualização ocorre com dificuldade por se possuir pouco contraste e, também, acontece uma queda na acuidade visual.

A acuidade depende do tamanho e da distância de visão do objeto, do tempo de visão, da composição espectral da luz, da iluminância, das interferências no campo visual e do seu contraste *versus* entorno imediato (VIANNA *et al.*, 2001).

Com a idade, a passagem de um ambiente mais claro para um escuro, o processo visual se torna mais lento porque há uma redução na acuidade visual, na velocidade de percepção e um aumento no tempo de adaptação. Ocorre, também, uma redução na resistência ao ofuscamento ou contrastes excessivos (VIANNA *et al.*, 2001).

Os olhos têm a capacidade de ajuste das distâncias, para se obter uma imagem nítida na retina e isto ocorre com a variação da curvatura do cristalino e com a contração ou distensão dos músculos ciliares. Com esta movimentação, em ambientes com muita ou pouca luz, os olhos podem chegar à fadiga ou uma diminuição da sua sensibilidade pelo esforço de adaptação.

Devido a isto, é importante a mudança de visão durante alguns minutos e uma observação longínqua de objetos.

Nos locais com uso do computador, a cada hora se deve descansar de 5 a 10 minutos, tirando o foco de visão da tela para evitar a fadiga visual.

Segundo Nissola (2005, p. 45) a percepção visual é comprometida pela baixa luminosidade quando se necessita da visão de detalhes ou fixação visual, porque o tempo de fixação depende da iluminância e do contraste:

- Não há problema quando a iluminância for baixa e o contraste adequado;
- Pode ocorrer fadiga muscular nos olhos quando se fixa a visão num objeto sob iluminância e contraste baixos;
- Pode ocorrer ofuscamento, com fechamento da pupila, quando a iluminância for baixa e o contraste alto;
- Pode ocorrer uma fadiga visual máxima, quando a iluminância e o contraste forem altos, pois todos os indícios da fadiga visual são acionados.

Nos ambientes, onde se utiliza computador, é importante que o usuário, que fica com a visão focada na tela, tire alguns minutos para descansar os músculos dos olhos, evitando a fadiga visual e para evitar o ofuscamento, quando situado em áreas adjacentes à janela, tenha a linha de visão do observador paralela à janela, pois limita a direção do ofuscamento e reflexos de imagens causadas pela alta luminância da janela.

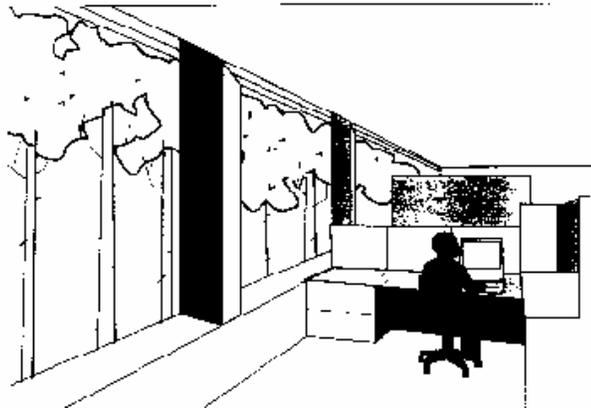


Figura 18 – posição do computador em relação a janela  
Fonte: Steffy,1995, p. 32.

---

A iluminância é um critério significativo e importante para os cálculos, mas deve ser usada em conjunto com as luminâncias e seu equilíbrio, para se estabelecer condições de conforto luminoso, para não produzirem ofuscamento, má adaptação visual e fadiga visual. As pesquisas comprovam que a iluminância necessária para uma tarefa, tem como variante: a idade do usuário, a precisão e os acabamentos das superfícies dos ambientes.

As tabelas com as iluminâncias, que constam na ABNT NBR 5413 (1991), para iluminação artificial, são, também, utilizadas para a iluminação natural (NBR 15215 -2005), que não faz citação para os mesmos e são indicativos para iluminância horizontal.

Por anos, a iluminância horizontal, nos escritórios, foi mais convincente, em função das principais tarefas serem leitura e escrita. Atualmente, com a utilização de computadores, que conjuga leitura e visualização da tela, os critérios implicam em iluminâncias horizontais, que afetam a visibilidade da tarefa; e verticais que dependem do tipo de tarefa no computador, do contraste negativo/positivo da tela e ambas são influenciadas pela da idade do usuário.

O critério de iluminância deve ser aplicado com total respeito com o ambiente e seu impacto sobre o conforto e produtividade. Isto significa uma revisão não só da iluminação necessária para uma tarefa, mas uma iluminação que reduza a fadiga visual causada pelos efeitos da adaptação. Nos locais que se utilizam computador é obvio que altas iluminância são desagradáveis porque se o entorno é muito claro ou escuro, isto causa problemas com a

adaptação e se o usuário alterna entre leitura de documento e visão da tela, é necessário quebrar a rotina, dando uma visão geral no entorno e/ou olhar pela janela por alguns minutos.

Uma sugestão para iluminância, em ambientes onde se usa computador, com/sem leitura, com alto/baixo contraste na tela e a influência da idade do usuário, se apresenta na tabela 1.

	Frequência de leitura no papel	Contraste do papel (**)	Idade dos usuários	Iluminância sobre o papel	Iluminância vertical no ambiente	Iluminância horizontal no ambiente
Contraste Negativo (*)	Pouca frequência de leitura	Alto contraste na tela	< 40 anos	100 lux	100 lux	75 lux
			> 40 anos	100 lux	100 lux	75 lux
		Baixo contraste na tela	< 40 anos	100 lux	100 lux	75 lux
			> 40 anos	200 lux	150 lux	150 lux
	Frequência de leitura	Alto contraste na tela	< 40 anos	300 lux	200 lux	225 lux
			> 40 anos	500 lux	250 lux	375 lux
		Baixo contraste na tela	< 40 anos	300 lux	200 lux	225 lux
			> 40 anos	500 lux	250 lux	375 lux

(\*) Telas de computador com alto contraste.

(\*\*) Alto contraste se refere à papel com boa qualidade de contraste (tinta preta em papel branco) e baixo contraste quando, por exemplo, letra preta em papel colorido.

Tabela 1 – Valores de iluminância para ambientes com a utilização de computadores, para telas com contraste negativo.  
Fonte: Steffy, 1995, p.74 (parte)

Nas tabelas, fornecidas pela IESNA no *Lighting Ready Reference* (2003, p.72) para locais e tarefas desenvolvidas em escritórios, com o uso intensivo de computadores, são apresentados graus de análise e a iluminância, para um projeto:

- Iluminância horizontal – importante e 300 lux (categoria D);
- Iluminância vertical – muito importante e 50 lux (categoria B);

Uma iluminação uniforme horizontal facilita a instalação de estação de trabalho por ter uma condição equilibrada de iluminação. Ao se apresentar, para um projeto, uma média de iluminância se deve relevar:

- Intensidade da iluminância, para não ser excessivo;
- Uniformidade, que se refere a variação da luz sobre a superfície e área de trabalho;
- Constância da iluminância, isto é no início e no período de uso.

A iluminância está intimamente relacionada com uma manutenção, tanto do equipamento de iluminação, quanto das superfícies dos mobiliários, divisórias, etc. e seu bom procedimento resulta em uma maior eficiência energética e em condições de um ambiente mais confortável.

Nos escritórios onde são usados computadores, atualmente popularizados, as janelas continuam sendo problemas, pois as diversas tarefas (leitura/visão da tela) exigem um critério para a iluminância, pois os olhos do usuário têm que se adaptarem as trocas de luminâncias, contrastes e distância focal do objeto. Os usuários preferem ficar próximos à janela em qualquer situação e muitas vezes não percebem o desconforto visual sobre o seu trabalho como um todo, mas várias experiências comprovam que sintomas fisiológicos, mais tarde, como dor de cabeça são conseqüências desta localização desconfortável, apesar de ser muito benéfica, pois permite mudar o foco de visão e relaxar os músculos oculares. A luz natural que entra pela janela causa um aumento da luminância de fundo rápida e provoca uma dificuldade na adaptação para a luminância do monitor do computador.

Em muitos casos não se sabe quem são os ocupantes e a tarefa a ser desenvolvida. Um recurso lógico é uma combinação de leitura e computador e a iluminância não pode exceder 500 lux e utilizar o sistema de luz geral que não cause ofuscamentos. Se precisar aumentar a iluminância usar luminárias de tarefa. (IESNA, 2000).

As luminâncias e suas proporções afetam significativamente a visão dos usuários de computador. Na movimentação visual entre a tarefa e a tela de computador a adaptação é afetada pelas luminâncias das superfícies no entorno imediato e para minimizar este efeito é necessário que se mantenha a razão entre elas de 3:1 e a razão 2:1 não permite uma ênfase confortável na tarefa. (STEFFY, 1995).

A execução de tarefa em papel adjacente ao computador causa conflito entre a iluminância e a razão entre as luminâncias recomendado (3:1). Esta razão pode ser aumentada para altas se a tarefa em papel tem pouco contraste e diminuída para evitar reflexões na tela do computador. (IESNA, 2000).

Para uma leitura a iluminância de 75 lux é suficiente, mas a luminância no entorno próximo não deve ser menor que 5 cd/m<sup>2</sup>, pois causa fadiga visual e/ou ofuscamento, como um objeto muito claro com fundo escuro. Quando a média de iluminância é 750 lux, a luminância do entorno próximo não deve ser menor que 50 cd/m<sup>2</sup>, pelo mesmo motivo exposto anteriormente, e acima de 80 cd/m<sup>2</sup> porque são pontos de distração, podendo ocorrer reflexão na tela do computador e na vizinhança, causando desconforto. As luminâncias das superfícies entre 3 cd/m<sup>2</sup> a 510 cd/m<sup>2</sup> limita a possibilidade da luminância geral causar problemas onde o mínimo é indicado para superfícies onde se usa o computador associado à leitura e o máximo é para janela e clarabóias nos espaços onde se usa o computador associado a leitura nas telas com contraste negativo e inclui todas as superfícies do ambiente: teto, paredes, janelas, piso, mobiliário, luminárias e seus acessórios (aletas, difusores, etc.). Enquanto a iluminância pode ser mantida depois de anos de operação, a luminância sofre influência do tempo e da manutenção. (STEFFY, 1995).

Melhores produtos e esquemas de controles são necessários para permitir mais conforto e custo-benefício para a utilização da iluminação natural. A tecnologia, sempre em expansão, já apresenta monitores em cristal líquido onde as possibilidades de reflexões são reduzidas e o controle da aparência da tela deve ser usado com contraste negativo, isto é fundo claro e letras escuras.

O *lighting design* deve ter uma compreensão geral da utilização do ambiente, das necessidades dos usuários para uma recomendação do valor da iluminância, se tornando mais complexo, quando não há possibilidade de saber a idade e a saúde visual das pessoas que irão ocupar o ambiente, e dos acabamentos das superfícies.

### 2.3.1.2 – Influência da cor no conforto luminoso

O planejamento do uso de cores deve ser decidido junto com a arquitetura porque se pode alcançar o conforto visual aliado a uma eficiência energética com uma aplicação criteriosa considerando seus coeficientes de reflexão. Diante disto, a arquitetura sustentável propõe a especificação de cores claras, porque é um fator determinante na melhoria da distribuição da iluminância e, logo, o alcance de uma eficiência energética.

Nas tabelas, fornecidas pela IESNA no *Lighting Ready Reference* (2003, p.72), para locais e tarefas desenvolvidas em escritórios, com o uso intensivo de computadores, são apresentados graus de análise, num projeto, que são relacionados com o uso da cor:

- Aparência do espaço - importante;
- Contraste – importante;
- Ofuscamento – muito importante;
- Distribuição da luz sobre as superfícies e no plano da tarefa - importante;
- Luminâncias das superfícies do ambiente – muito importante.

Sabe-se a importância que uma cor, com seus aspectos estéticos e psicológicos interagem positiva e negativamente na vida de um indivíduo e num ambiente auxiliam na distribuição da luz pelo espaço. Para se criar num ambiente o interesse e atração visual, o contraste cromático é uma solução, pois o olho após algum tempo, numa tarefa, passeia no espaço para sua recuperação. Uma aplicação correta das cores pode evitar o cansaço visual e a estimulação de estresse, entre outras conseqüências.

Um fator determinante para melhorar a distribuição da iluminância em um ambiente é aumentar a refletividade das superfícies. Segundo Hopkinson *et al* (1969, p.159), se devem evitar acabamentos que apareçam diferentes diante da luz natural e artificial: paredes, mobiliário, etc. e propõe:

- Acabamentos usados em áreas que onde se usam a iluminação natural e artificial em seqüência, como tetos e pisos, devem ser com cores que não marque a passagem da luz natural para artificial;
- Áreas com cores distintas devem ser localizadas ou na parte natural ou na artificial;

- Áreas que recebem uma grande quantidade de luz natural integrada a artificial devem ser compostas de cores que não sejam distorcidas pela fonte de luz artificial;
- A parede de fundo numa sala com janela lateral pode receber muita luz natural e o acabamento apresentará muita diferença de cor entre a luz natural e artificial e se receber muita luz artificial pode se tornar um ponto de ofuscamento. É melhor usar uma cor neutra, de igual rendimento, para ambas as luzes, na parede de fundo.

As reflexões das superfícies influem tanto na iluminância quanto na luminância, logo uma análise nos coeficientes de reflexão dos materiais resulta em ambientes sem problemas de adaptação e ofuscamento. Para uma boa distribuição da luz no espaço o teto deve ter a reflexão em torno de 80% e o acabamento não brilhante, as paredes devem estar entre 30% e 50%, incluindo todos os tratamentos verticais (divisórias, janelas, etc.) e o piso deve estar em torno de 20% e se seus acabamentos são escuros podem contribuir com problemas para a adaptação visual e quando utilizado com iluminação direta pode tornar o teto escuro, por não haver reflexão para o mesmo. A superfície da estação de trabalho deve estar entre 20% e 40%, porque as com baixa reflexão causam problemas com a proporção entre as luminâncias de fundo e do papel e as com altas, podem causar problemas com a tela do computador. (STEFFY, 1995).

Ambientes onde a eficiência energética seja um fator predominante, devem cuidadosamente estudar a utilização das cores. A aplicação de cores claras como dominantes, associada a um planejamento de iluminação, pode alcançar resultados com cerca de 30% de economia no consumo de energia e um aumento na produtividade de 80% a 90%. O Manual ABILUX sugere que as paredes, o teto, os móveis e os equipamentos devem ser de cor clara, mas não brilhante, para auxiliar na movimentação da luz no espaço e não ofuscar, gerando um aumento da iluminância em até 35%, resultando na redução do consumo de energia. (BORMANN, 2003).

## **2.3.2 – Iluminação natural**

Segundo ABNT NBR 15215-1 (2005, p.v):

Nos últimos anos, tem renascido o interesse na promoção das boas práticas de projeto de iluminação natural, por razões de eficiência energética e conforto visual. O uso otimizado da luz natural em edificações é usada principalmente de dia pode, pela substituição da luz artificial, produzir uma contribuição significativa para a redução do consumo de energia elétrica, melhoria do conforto visual e bem-estar dos ocupantes. [...] Aberturas, em geral, proporcionam aos ocupantes o contato visual com o mundo exterior e permitem também o relaxamento do sistema visual pela mudança das distâncias focais.

### **2.3.2.1 – Potencial de aproveitamento da iluminação natural**

Segundo ABNT NBR 15215-3 (2005, p.v):

A magnitude e a distribuição da luz no ambiente interno dependem de um conjunto de variáveis, tais como: disponibilidade da luz natural (quantidade e distribuição variáveis com relação às condições atmosféricas locais), obstruções externas, tamanho, orientação, posição e detalhes de projeto das aberturas, características óticas dos envidraçados, tamanho e geometria do ambiente e as refletividades das superfícies internas.

A iluminação natural envolve duas categorias:

- Comportamento ambiental – se refere à qualidade do ambiente luminoso do ponto de vista da resposta humana, isto é, o desempenho luminoso do ambiente diante da visão;
- Comportamento energético – assegura condições de conforto dos usuários com a quantidade de luz natural, que penetra no ambiente, e sua utilização, possibilitando a redução do consumo de energia elétrica. (PATTINI, [?]).

A disponibilidade de luz natural depende dos fatores:

- Sazonalidade;
- Clima;
- Qualidade do ar;
- Características físicas e geográficas;
- Orientação;
- Configuração morfológica do entorno.

A arquitetura com suas figurações servem para a condução da luz para dentro do espaço construído, sendo as aberturas, com proteção ou não, os componentes projetados para permitir essa admissão.

Muitos benefícios são proporcionados pelas aberturas, segundo HEERWAGEN (1990, apud NISSOLA, 2005, p. 49):

- Acesso a informações como condição do clima e hora do dia;
- Acesso a estímulo psicológico devido à exposição do organismo às variações ambientais;
- Acesso ao mundo exterior, como forma de moderação da sensação de confinamento e isolamento;
- Recuperação e restauração dos músculos visuais, pela mudança de foco visual.

A ABNT NBR 15215-2:2005 (p.introdução) afirma que:

A disponibilidade de luz natural é a quantidade de luz em um determinado local, em função de suas características geográficas e climáticas, que se pode dispor por um certo período de tempo. Dados e técnica para a estimativa das condições de disponibilidade de luz natural são importantes para a avaliação do desempenho final de um projeto em termos de conforto visual e consumo de energia.

No cálculo da disponibilidade influem:

- Dados relativos a posição do sol;
- Dia e mês do ano;
- Latitude e longitude geográficas;
- Tipo do céu.

Nos processos para quantificar a disponibilidade de luz natural podem ser utilizados diversos programas de computadores, que possuem a grande vantagem de alteração dos dados e uma visualização em curto tempo, possuindo limitações como qualquer programa computacional, mas todos são incapazes de reproduzir fielmente a natureza, com seu movimento de nuvens, posicionamento solar, etc.

Entre os processos, para o estudo da iluminação natural, os modelos físicos de predição e avaliação da iluminação natural permitem fornecer informações sobre o desempenho do

ambiente luminoso, bem como sobre o desenho do sistema de iluminação proposto ou existente no ambiente e uma proposta ou avaliação de um artifício de controle da luz natural. O processo experimental com o modelo físico em escala permite uma melhor percepção das características quantitativas e qualitativas da luz natural. Os dados obtidos são mais fiéis à realidade, principalmente se forem atendidos todos os requisitos na representação dos fatores internos e externos.

Rocha *et al.* (2006), confirma que existe uma margem de erro satisfatória (entre 6,8% e 10,5%) nos modelos físicos em escala quando se avalia os aspectos quantitativos da luz natural por meio de medições de iluminâncias no ambiente real e modelado.

Nissola (2005, p.51) aponta que a utilização da iluminação natural é importante pelas seguintes razões:

- Melhorar a qualidade do ambiente interno;
- Aumentar a produtividade dos usuários (não comprovado);
- Diminuir a carga para a instalação elétrica;
- Reduzir a emissão de poluentes;
- Economizar energia e os custos operacionais.

### **2.3.2.2 – Dispositivos de proteção solar**

As aberturas têm múltiplas funções, entre elas a admissão da luz natural nos interiores, que em função de seus fechamentos, controla esta quantidade. A forma de uma abertura é sempre recomendada para maximizar os benefícios e minimizar os problemas relativos ao calor e luz. A luz solar pode ser desejada num ambiente, em função da sua finalidade, mas, para os destinados a escritórios panorâmicos, sua incidência direta é indesejável pelo calor e por exigir uma acuidade visual em função dos contrastes excessivos, resultando em cansaço visual.

Os dispositivos de proteção solar compõem uma fachada e, além da finalidade estética, é uma garantia para o conforto ambiental. A melhor opção é o uso de dispositivos de proteção solar externo regulável, horizontal ou vertical, pois fornece proteção termo-luminoso evitando o

“efeito estufa” e o desconforto visual, provocado pela penetração da radiação solar direta. Os dispositivos horizontais são mais utilizados para grandes ângulos de incidência do sol e direcionam a luz para parede ou teto e os verticais controlam pequenos ângulos e são eficientes quando complementam os horizontais e direcionam a luz para as paredes ou elementos horizontais baixos.

Os materiais mais usados, a princípio, foram o fibrocimento e a madeira, mas atualmente se oferece os em alumínio com cores variadas, e os em vidros, que estão disponíveis no mercado para uma aplicação correta e adequada. Seu acabamento auxilia na penetração da iluminação natural e as cores claras proporcionam melhor rendimento.

No início de sua aplicação, os dispositivos de proteção solar disponíveis no mercado apresentavam custos muito elevados e inúmeros problemas técnicos, que dificultaram e retardaram sua instalação. A tecnologia atual, muito utilizada na Europa, fornece dispositivos de proteção solar com acionamento informatizado, por intermédio de células fotoelétricas, onde é possível orientar as lâminas segundo os diversos ângulos e o nível de incidência solares, e apresentando positividade quanto à eficiência energética.

Uma proposta da utilização de dispositivo de proteção solar em vidro é apresentada no projeto do arquiteto Roberto Loeb, para o Centro de Cultura Judaíca, em São Paulo, que devida a sua localização está sujeita a uma incidência de luz solar e cargas de vento intensas. Os brises são painéis fixos de vidro, em tom fumê, em forma de “L”, que colaboram com o sombreamento e a ventilação, e apresenta uma inclinação resultante de estudos referentes à incidência solar na fachada durante o verão e o inverno e as cargas de vento. Sua fixação é na parte superior e inferior de um elemento em aço que acompanha toda a fachada. (PAIVA, 2003).



Figura 19 – Utilização de dispositivos de proteção solar em vidro laminado

Fonte: Finestra n. 40, 2003, p.59.

---

O desempenho de um dispositivo de proteção solar depende, entre outros fatores, de:

- Seu acabamento, que deve ser claro para melhorar a distribuição da luz no interior do ambiente;
- Sua manutenção, por muitas vezes é um ponto crítico devido ao acesso.

As fachadas envidraçadas, tão comuns nos edifícios destinados a escritórios, é uma grande evolução tecnológica das últimas décadas, elevando os vidros a elementos importantes quanto ao conforto ambiental para o almejo de uma eficiência energética; cooperam com a penetração da iluminação natural e o bloqueio do calor, que traz uma redução no consumo de ar condicionado e com a integração das iluminações naturais e artificiais. O mercado oferece vidros com desempenho para diversas finalidades e no Rio de Janeiro, por ter um clima quente e úmido, sua especificação deve ser bem analisada.

A proporção da janela influi diretamente no consumo de energia devido ao aumento de carga térmica oriunda do vidro. A proporção da janela, do ponto de vista energético, em relação à área da fachada deve ser em torno de 30%, quando o consumo de energia é mínimo. Janelas menores reduzem a luz natural e as maiores aumentam a carga térmica. (LOMARDO, 2000).

Diante de tantos vidros, os refletivos apresentam um bom desempenho para ambientes com iluminação natural, porque seu procedimento quanto ao fator fotoenergético (filtra os raios solares através da reflexão da radiação) garante um controle da intensidade de luz e calor transmitidos para o ambiente. Mas para sua especificação é necessário um estudo das características como a transmissão de luz, calor, refletividade, cor do vidro, região em que se localiza a obra e a finalidade da edificação. O vidro colorido influencia na cor refletida, reduzindo a transmissão de luz direta e causando certo desconforto visual no usuário devido a distorção da cor.

Segundo Alexandre Rodrigues, da empresa CEBRACE, para uma utilização da iluminação natural associada à mínima propagação do calor para o interior de um ambiente, a melhor especificação é o vidro refletivo, observando seus coeficientes de transmissão e reflexão, mas muitos profissionais instalam o vidro de baixa emissividade devido ao fator estético.

As combinações de vidros incolores com as películas, lisas ou desenhadas, reproduzem os vidros coloridos na massa, podendo interferir nos índices de sombreamento e um fator importante é o espaçamento entre os desenhos, pois quanto mais agrupados menor a entrada de luz. Sua aplicação é feita manualmente e sua aplicação é interna, para facilitar a instalação e manutenção. (GELINSKI, 2004).

As cortinas podem ser utilizadas como controladores internos de luminosidade, porém a mais versátil é a persiana interna regulável, pois pode ser ajustada pelo usuário segundo seu conforto. Com lâminas brancas, uma boa mecânica e usada com inteligência pode possibilitar um controle quase completo sobre o ofuscamento devido ao sol e céu. Muitas vezes os projetistas instalam persianas fixas devido à manutenção, mas pode prejudicar a função do equipamento porque não há como regular as lâminas de acordo com a incidência solar. As persianas, quando instaladas externamente, fazem as janelas parecerem escuras. (HOPKINSON *et al*, 1966).

Nos casos de *retorfit*, a aplicação de dispositivos de proteção solar externo, para uma racionalização de energia, é importante a verificação da legislação vigente para a possível permissão. Como exemplo desta possibilidade é apresentado a implantação nos escritórios do Instituto Suíço de Seguros (SUVA), cujo projeto é dos arquitetos Herzog & de Meuron, sendo uma edificação da década de 1950, construído com janelas convencionais. Para a nova fachada foram substituídas as janelas e, para cada pavimento foram instalados três linhas horizontais de painéis: uma superior (placa de vidro isolante e placas prismáticas na parte interna, que protegem e redirecionam a luz, com controle informatizado), uma central (janelas para ventilação com operação manual) e uma inferior (movimentação em função do clima externo, com controle informatizado). (FINESTRA, n. 41, 2005).

---

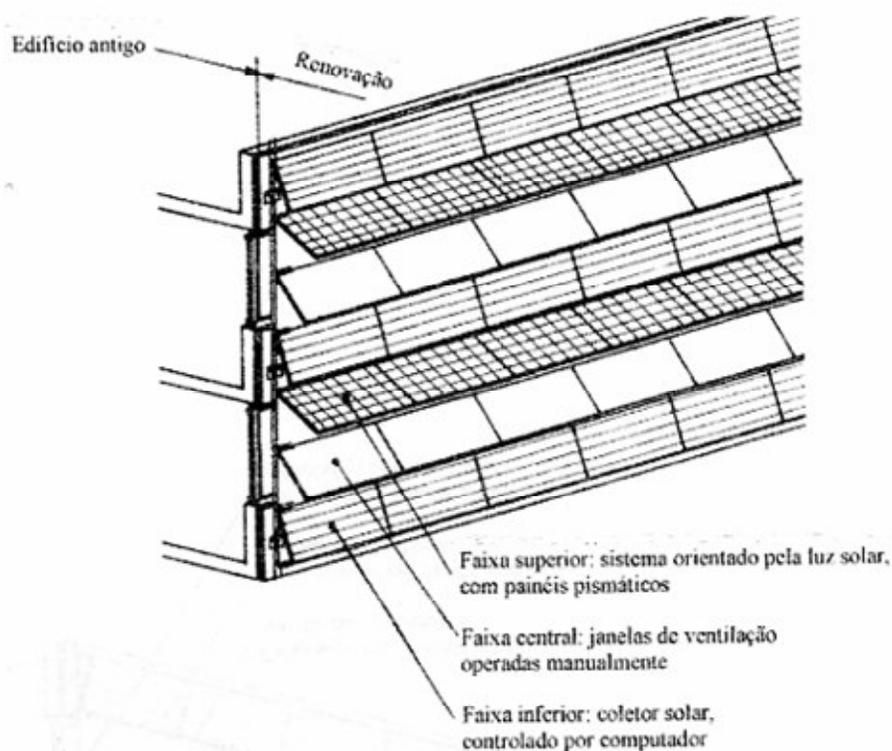


Figura 20 – Retrofit em fachadas com aplicação de controles de sombreamento informatizado

Fonte: Finestra n. 41, 2005, p.48

---

Na cidade do Rio de Janeiro, devido à alta incidência solar, é necessária a consideração do aproveitamento da iluminação natural em composição com a artificial, para proporcionar a eficiência energética em uma edificação, e a utilização do dispositivo de proteção solar se faz necessária para um controle da radiação solar direta.

A necessidade de dispositivo de proteção solar externo, em edificações para a cidade do Rio de Janeiro, em função da radiação solar direta, no intervalo de 9h00min/15h00min<sup>3</sup> é apresentada na tabela 2.

Orientação	Tipo de dispositivo de proteção solar externo	Insolação
Norte	Horizontal e vertical perpendicular à fachada	Radiação solar direta em janeiro de 10h00min/14h00min e fevereiro a novembro durante todo o intervalo considerado. Em dezembro não ocorre radiação solar direta.
Leste	Horizontal e vertical inclinado	Durante todo os meses até 12h00min
Sul	Horizontal, podendo utilizar o vertical perpendicular à fachada	Radiação solar direta em dezembro e janeiro nos intervalos de 9h00min/10h00min e 14h00min/15h00min. Nos outros meses não ocorrem radiação solar direta.
Oeste	Horizontal e vertical inclinado	Durante todo dia/ano após 12h00min

Tabela 2 – Tipo de dispositivo de proteção solar em função da orientação e insolação em fachadas para a cidade do Rio de Janeiro  
Fonte: autora

Com a aplicação de um dispositivo de proteção solar há uma redução na quantidade de iluminação natural admitida e sua eficiência é avaliada em função da razão da quantidade de radiação incidente e a penetrante, sendo definida como fator ou coeficiente de sombra.

Uma avaliação detalhada, do coeficiente de sombra para os diversos tipos de dispositivos, foi feita por Olgay (1963 apud SILVÉRIO, 1995, p.76) e uma adaptação para este estudo foi feita por Silvério (1995).

<sup>3</sup> Segundo Enermodal Engineering Limited of Kitchener (2002, p. 49) o período de 9:00 às 15:00 é considerado o intervalo de análise para o conforto ambiental, porque corresponde ao período mais quente do dia.

---

**Coefficiente de sombra para dispositivos de proteção solar externo (parte)**

Fixos (*)		Móveis	
Verticais (**)	Horizontais (***)	Verticais	Horizontais
0.31	0.25	0.15 a 0.10	0.15 a 0.10

(\*) O coeficiente de sombra para este tipo de dispositivo representa valor médio de desempenho diário segundo a orientação indicada.

(\*\*) Referente à fachada leste e oeste (hemisfério sul)

(\*\*\*) Referente à fachada norte (hemisfério sul)

Tabela 3 – Coeficiente de sombra para dispositivos de proteção externos (parte).

Fonte: Olgay (1963 apud SILVÉRIO, 1995, p.77)

---

Na fase do estudo preliminar, o conhecimento do caminho aparente efetuado pelo sol todos os dias, segundo uma determinada orientação, é fundamental na decisão do tipo e local (externo ou interno) dos dispositivos de proteção solar. No caso de ambientes para escritórios, onde a luz do sol direta se torna incômoda, esses elementos devem ser partes essenciais do projeto. Diante de qualquer solução, o custo-benefício se torna um fator decisivo de projeto. O controle da iluminação natural deve ser associado a um desenho pré-determinado em função das condições visuais necessárias.

### **2.3.3 – Iluminação artificial**

Vianna *et al.* (2004, p. 109) afirma que “se aceita, sem questionamento, que a provisão de uma quantidade maior de luz possibilita às pessoas desenvolverem tarefas mais precisas e apreciar as cores com muito mais exatidão”.

### 2.3.3.1 – Considerações gerais

A iluminação artificial tem como finalidade:

- Iluminar a edificação depois do anoitecer;
- Suplementar a iluminação natural, quando necessário;
- Aumentar o nível de iluminância nas tarefas visuais difíceis;
- Manter a atenção no serviço;
- Garantir segurança (luz de emergência). (HOPKINSON *et al*, 1969).

O seu uso durante o dia possui duas causas:

- Uma tendência nos escritórios panorâmicos com grande profundidade e com janelas ao longo da fachada, o interior recebe uma boa quantidade de luz natural, mas parece escura pelo contraste com o céu claro ou superfícies brilhantes perto das paredes, apesar da iluminância estar dentro da norma, e para evitar isso se usa a iluminação artificial;
- As diversas temperaturas de cor e índices de reprodução de cor das lâmpadas fluorescentes, dando ao ambiente uma aparência semelhante à luz natural. (HOPKINSON *et al*, 1969).

### 2.3.3.2 – Sistemas de iluminação, luminárias, lâmpadas fluorescentes e reatores eletrônicos

Uma boa iluminação é função do sistema de iluminação adotado, e uma análise da tarefa a ser executada determina sua escolha. Uma recomendação da utilização de iluminação indireta sempre e onde seja possível, mas uma atenção ao desempenho no nível e proporção das luminâncias pode resultar numa imprópria iluminância e ofuscamento como na iluminação indireta. Para a *Commission Internationale de l'Eclairage* a iluminação pode ser direta ou indireta desde que sejam observados:

- Iluminação direta deve ter os ângulos de visão entre 45 e 55°, com o máximo de luminância, nestes ângulos, de 200cd/m<sup>2</sup>;
- Iluminação indireta, para uma distribuição geral e uniforme, usar para o teto uma refletância média. (STEFFY, 1995).

Segundo o *Illuminating Engineering Society*, num estudo comparando os sistemas de iluminação, indicou que os usuários de escritórios informatizados preferem um sistema que tenha 50% a 65% da luz direta e 35% a 50% de indireta (GORGULHO, 1998).

Atualmente existem no mercado diversos modelos de luminárias pendentes direto-indiretas, onde o fluxo luminoso apresenta diversas proporções para cima e para baixo, em função do efeito a ser alcançado, sendo a altura ideal do espaço maior ou igual a 3.00m e podendo ocorrer sombras e reflexões indesejadas, mas quando usado adequadamente minimiza a nitidez e os efeitos de sombra que podem se originar na iluminação direta.

Estudos mostram que a iluminação localizada complementando a geral é eficiente energeticamente porque ela só é acionada quando há uma ocupação. Nos escritórios com computadores é útil por fornecer a iluminância necessária para tarefas visuais sobre papéis e diferenciando da necessária para a tela.

Desde sua invenção a lâmpada fluorescente é indicada para iluminação de grandes áreas e uma constante evolução é feita para se obter uma boa eficiência energética com sua aplicação. Em 2001, pela falta de chuvas, foi gerada uma crise energética, onde toda população foi mobilizada e informada sobre os dados técnicos de lâmpadas, pois era comum uma comparação entre os fluxos de uma lâmpada incandescente e fluorescente, havendo um incentivo para a troca de lâmpadas, por outras com menor potência e maior fluxo luminoso, sendo chamadas de “econômicas”. Os escritórios, também, seguiram o incentivo e as lâmpadas fluorescentes de 20w e 40w foram substituídas por 16w e 32w, que foram lançadas no mercado nessa época, às vezes com o aproveitamento das luminárias, pois essas lâmpadas possuem o mesmo comprimento, respectivamente. Nesse período foi implantado um novo conceito nos projetos luminotécnicos (a economia de energia), onde os responsáveis pelos escritórios passaram a aprovar o estudo de custo-benefício para uma nova instalação.

As luminárias são equipamentos que, para as lâmpadas fluorescentes, influenciam na sua distribuição espacial. Atualmente, é usado, para a parte refletora e aletas, revestimento em alumínio anodizado com alto brilho, onde a reflexão da luz alcança ponto máximo. As luminárias com aletas parabólicas podem ser soluções para os ambientes com utilização de computadores, mas uma verificação da luminância da luminária nos ângulos de visão de 55°,

65° e 75°, a intenção de fornecer um equilíbrio e padrão luminoso dentro do ambiente, se faz necessária.

A visão de uma luminária pode resultar em muito brilho e refletir nos olhos do usuário que utiliza o computador. Uma maneira de minimizar este efeito é uma análise dos valores da luminância em determinados ângulos de visão:

- 55° a luminância da luminária deve ser 850 cd/m<sup>2</sup> ou menor;
- 65°, deve ser 340 cd/m<sup>2</sup> ou menor;
- 75°, deve ser 170 cd/m<sup>2</sup> ou menor. (STEFFY, 1995).

Estes dados são possíveis consultando aos fabricantes de luminárias. No sistema de iluminação direta e direto-indireta, para os locais onde se utiliza computadores, seu conhecimento tem a finalidade de minimizar as reflexões.

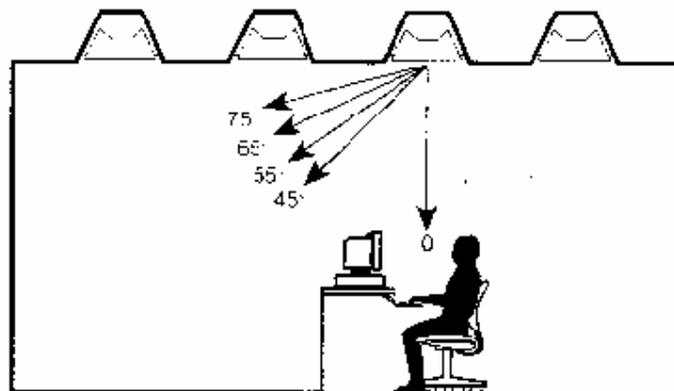


Figura 21 – Ângulo de visão para sistema de iluminação direta e direta/indireta que evitam reflexos nas telas do computador

Fonte: Steffy, 1995, p. 83

A especificação do conjunto luminária, lâmpada e reator dimerizável, associado ao aproveitamento da iluminação natural pode apresentar uma economia de 80% em relação às lâmpadas T8, conforme apresenta a figura 23.

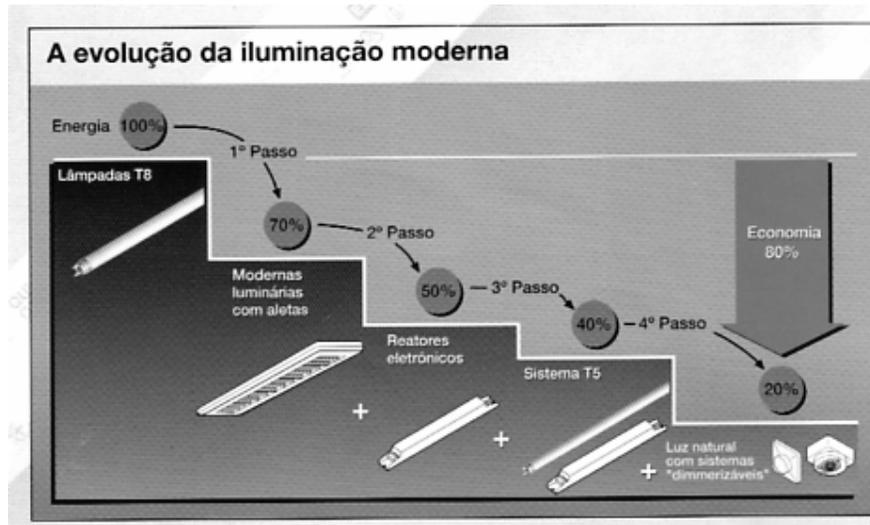


Figura 22 – Vantagens na utilização de equipamentos de última geração para a economia de energia.

Fonte: Osram do Brasil Cia de Lâmpadas Elétricas Ltda, Catálogo geral 2001 / 2002, p. 7-00

A invenção da lâmpada incandescente, por Thomas Edson, mudou os hábitos das pessoas, porque muitas tarefas que eram executadas durante o dia puderam ser realizadas a noite e proporcionando um aumento de 4 horas diárias na vida da população mundial. Mas foi a lâmpada fluorescente, que possibilitou a iluminação de grandes áreas, um marco nos projetos de iluminação de ambientes comerciais, residenciais e industriais. Sua evolução é constante em função dos avanços tecnológicos como a eficiência energética.

Várias modificações ocorreram ao longo desse período, como:

- Composição química;
- Formato;
- Potência;
- Temperatura de cor;
- Índice de reprodução de cor;
- Vida útil.

A cor da luz influencia na percepção do espaço e as lâmpadas fluorescentes trifósforo oferecem uma larga abrangência no espectro luminoso e uma reprodução de cor mais verdadeira e natural, aumentando o contraste cromático.

As lâmpadas T5 oferecem acréscimo até 50% no fluxo luminoso quando comparadas as T8 de mesmo comprimento e apresentam uma maior vida útil. São fornecidas nas potências de 14w, 28w, 54w e 80w, com temperatura de cor 3000K e 4000K e índice de reprodução de cor entre 80% e 89%. (OSRAM do Brasil, 2001/2002).

Para locais onde se utiliza computador são indicados o uso de lâmpadas com alto índice de reprodução de cor e temperatura de cor neutra (4000 K), além da observação da sua eficiência energética. (STEFFY, 1995).

Segundo Eley e Tolen (1993, apud SOUZA, p. 23), numa iluminação artificial, em ambientes adjacentes, deve existir uma diferença entre as temperaturas de cor, em torno de 300K e nunca ultrapassar 1000K.

Segundo Osram do Brasil (2001/2002, p. 4.03), as razões para a instalação do sistema T5, são:

- Alta eficiência energética;
- Aumento da eficiência da luminária;
- Economia de energia em função da utilização de reatores eletrônicos.

As lâmpadas fluorescentes compactas foram desenvolvidas para substituir as incandescentes, possuindo o mesmo funcionamento das fluorescentes tubulares, porém com menor dimensão, resultando um grupo de luminárias menores e capazes de atender as aplicações residenciais, comerciais e industriais. (OSRAM do Brasil, 2001/2002).

É necessário um sistema de ventilação integrado à luminária, tanto para redução do calor do ambiente quanto para assegurar uma maior eficiência das fontes de luz. (VIANNA *et al.*, 2004).

Os reatores, em conjunto com as lâmpadas fluorescentes, também sofreram evoluções e, atualmente, os eletrônicos apresentam melhores desempenhos quando comparados aos convencionais.

Segundo OSRAM do Brasil (2001/2002, p. 7.20-21), apresentam vantagens para a utilização dos reatores eletrônicos para lâmpadas T5:

- Ausência do efeito estroboscópico, porque opera em alta frequência, e da cintilação;
- Desligamento automático, caso haja defeito ou final da vida útil da lâmpada;
- Incremento da vida útil da lâmpada;
- Custo de manutenção reduzido devido sua vida útil longa;
- Menor aquecimento do ambiente, reduzindo o consumo de energia do ar condicionado;
- Pesos e volumes menores;

Os reatores eletrônicos apresentam uma linha dimerizáveis, onde é possível variar o fluxo luminoso das lâmpadas fluorescentes desde 1% a 100%. É possível a dimerização de fluorescentes compactas e tubulares num mesmo circuito, mesmo com os reatores ligados a diferentes fases do circuito.

Segundo OSRAM do Brasil (2001 / 2002, p. 7.13), são apresentadas várias vantagens de sua aplicação:

- Adaptação a sistemas de iluminação existentes;
- Não distorce o sinal de tensão da rede como os dimeres convencionais;
- Aumento da vida útil das lâmpadas em 50%;
- Economia mínima de 20% devido à operação em alta frequência e quando associado a utilização da luz natural, essa economia passa para 70%;
- Desligamento automático, caso haja defeito na lâmpada;
- Menor risco de incêndio nas luminárias porque as lâmpadas operam com baixa temperatura;
- Possibilidade de conexão a acessórios, desde os mais simples aos mais complexos.

É comum em ambientes iluminados com lâmpadas fluorescentes haverem reclamações de dores de cabeça e mal-estar, que é devido à modulação temporal da luz ou efeito *flicker*, que provoca um desconforto, às vezes, imperceptível. Sua percepção varia entre as pessoas, mas mesmo não percebendo ele continua afetando nosso sistema visual, influenciando de alguma maneira nosso sistema nervoso. Estudos apontam que as lâmpadas com temperaturas de cor altas estão mais sujeitas a esse fenômeno. Nosso sistema nervoso percebe uma frequência em

torno de 50 hz a 60 hz e quanto menor mais perceptível, mas as lâmpadas fluorescentes com reator convencional emite luz por volta de 100 hz, logo não conseguimos captar a diferença entre claro e escuro, mas isso não quer dizer que a mesma não existe. Essas alterações fisiológicas podem ser detectadas em exames como eletroencefalograma e eletroretinograma e, também, podem ter efeito sobre o ritmo cardíaco e aumentar a produção de hormônios ligados ao estresse. (BELTRAMI, 2006).

A instalação de reator eletrônico apresenta muitas vantagens, inclusive com a ausência da modulação temporal da luz e cooperando com o aumento do conforto visual no ambiente.

A eficiência energética, na parte da iluminação artificial, está relacionada a:

- Tempo de utilização;
- Potência instalada na iluminação artificial.
- Manutenção

Um projeto luminotécnico para ter um sucesso ao longo do tempo dependerá da veracidade da execução, do material adquirido e da manutenção futura. Todas as recomendações de um projeto podem não alcançar seu objetivo sem uma boa manutenção não só dos equipamentos de iluminação, também, do mobiliário e revestimentos de pisos, paredes e teto. Faz-se necessário uma conscientização do proprietário e da equipe de manutenção para os devidos procedimentos a fim de que os resultados continuem eficientes.

Uma manutenção periódica com pessoal apropriado resulta em ambientes mais confortáveis e eficientes. Com mobiliários equipamentos sofisticados a manutenção é uma função mais crítica da gestão de facilidade dos ocupantes e planejamento físico. Se algum dos elementos que compõe o conjunto que influencia a iluminação não tiver manutenção o desempenho diminui e logo a produtividade. (STEFFY, 1995).

O uso de lâmpadas eficientes e luminárias com altos rendimentos são elementos de destaques nos projetos luminotécnicos, tanto pelo desempenho quanto pela estética, mas a arquitetura, com seus revestimentos internos, têm uma grande contribuição no consumo de energia.

Os avanços tecnológicos forçam todos os campos de conhecimento para uma atualização constante. A crise energética mundial provoca uma pesquisa constante de lâmpadas e

equipamentos cada vez mais eficientes. O campo de iluminação artificial tenta acompanhar essa evolução com lançamentos de novas lâmpadas tanto em constituição química quanto física, sempre apresentando uma melhoria no consumo.

A eficiência energética em projetos luminotécnicos significa o menor consumo de energia associado à qualidade do ambiente iluminado e para se alcançar este patamar, um dos fatores, é a especificação de tecnologias atuais, pois estão sempre relacionadas a eficiência energética.

### **2.3.4 – Integração da iluminação natural e artificial**

Segundo Iwata *et al* (1997, apud SOUZA, 2003, p.3), o potencial de economia de energia gasta em iluminação pelo aproveitamento da luz natural depende dos fatores:

- Características arquitetônicas da edificação (tamanho e orientação das janelas);
- Latitude do local;
- Condições meteorológicas;
- Da estratégia de controle da iluminação natural
- Da vizinhança (outras edificações e vegetação).

#### **2.3.4.1 – Critérios gerais para integrar a iluminação natural e artificial**

A relação entre a iluminação natural e artificial deve ser considerada na fase do estudo preliminar. A variedade e direção da iluminação natural e a constância e eficácia da iluminação artificial assegura uma condição visual confortável na integração dessas formas de iluminação. A iluminação natural não substitui a artificial por completo, mesmo ao longo do dia, por causa de sua variação e a utilização da edificação, também, à noite.

É no estudo preliminar que se pode garantir o desempenho das condições de conforto, segundo o *American Institute of Architects*, apresentando que o potencial de conservação de energia na fase do projeto básico é de 40% a 50%, na fase de anteprojeto de 0% a 10% e na fase de ocupação de 10% a 20%. (ALLUCCI, 1992).



Figura 23 – Etapas para desenvolvimento e avaliação luminosa de projeto arquitetônico.

Fonte: própria

O efeito visual de um espaço é determinado pela adaptação do observador e depende do campo de visão, que inclui a área de céu visível através da janela. O essencial do suplemento de luz é um nível aceitável com uma adaptação confortável entre a sala e o todo, mesmo que seja necessário adicionar uma iluminação no plano de trabalho. A janela pode revelar considerações visuais confortáveis, como a necessidade da visão externa, da aparência e da relação entre as formas e a estrutura da edificação, mas não um ponto de ofuscamento (desconforto).

Para uma avaliação gráfica do desempenho de um ambiente quanto a distribuição de iluminância, se torna necessária o mapeamento definido por curvas de isolux, onde é possível perceber as áreas com muita ou pouca iluminação. A ABNT (1991, p. 39) recomenda que a iluminância, em qualquer ponto do campo de trabalho, não seja inferior a 70% da média no ambiente.

Num projeto a combinação do nível da iluminação suplementar é determinada por:

- Considerações psicológicas da adaptação;
- Grau de brilho entre a área mais iluminada perto da janela e a que recebe pouca iluminação (HOPKINSON *et al*, 1996).

Uma análise foi desenvolvida pelo *Building Research Station*, Inglaterra (PSALI - *Permanent Supplementary Artificial Lighting for Interiors*) onde são considerados aspectos qualitativos do ambiente, como:

- Relação entre as luminâncias, comparando o ambiente iluminado com a natural e a artificial;
- Adaptação dos olhos aos contrastes;
- Previsões dos níveis de iluminação necessários para a tarefa. (VIANNA *et al*, 2004).

Hopsinkon *et al.* (1969) considera o uso da iluminação suplementar (ou complementar) durante o dia para duas situações:

- Escritórios panorâmicos com grande profundidade;
- Obter um nível de iluminação relativamente elevado durante o dia.

A avaliação da luz é uma combinação dos aspectos quantitativos e qualitativos, onde devem ser observados os seguintes itens:

- Analisar a curto e longo prazo a adequada quantidade de luz para a tarefa;
- Distribuir o brilho pela sala de modo que ele não seja ponto de distração, estimulação excessiva e tristeza;
- Analisar a quantidade de luz que penetra pela janela ou das luminárias, com toda a luz refletida no espaço e como essa modelagem influencia direta e indiretamente o espaço;
- Avaliar as cores para uma reflexão agradável no ambiente e sua aparência no espaço;
- Observar o ofuscamento direto da janela ou da iluminação instalada por causa do desconforto;
- Evitar ofuscamento desagradável vindo de superfície especular ou polida dos mobiliários;
- Averiguar a aparência da janela, sua relação de forma, posição e contrastes, analisando o céu visível, a construção externa e seu interior;
- Analisar a integração em tamanho, proporção e posição, se ela obstrui o dia e a noite;
- Verificar a impressão geral da sala, analisando a modelagem das faces, texturas dos materiais, etc.;
- Analisar a impressão da luz e cor no ambiente, onde as dimensões e alturas podem parecer maiores ou menores;

- Verificar se a iluminação artificial está distorcendo uma cor e se isso é bem-vindo ou não. (HOPKINSON,1969 apud GORGULHO,1998)

A integração permanente proporciona os seguintes benefícios:

- Iluminação adequada para a tarefa e um ambiente visualmente confortável;
- Redução ou eliminação do ofuscamento causado pela componente direta da luz natural, através de elementos de controle apropriado;
- Redução da monotonia provocada pela iluminação artificial;
- Redução nas alturas do ambiente, levando a um barateamento da construção, pois não seria necessária tal altura para admissão da iluminação natural;
- Os espaços podem ser mais profundos e com uma utilização racional. (HOPSINKON *et al.*, 1969).

Uma pessoa ao se deslocar de uma zona mais iluminada para outra sentirá a diferença. A solução é conseguir um equilíbrio de brilho em toda sala e o contraste entre a zona próxima da janela e o fundo não pode ser maior que 10:1. Às vezes o nível de iluminância, no fundo da sala, parece inadequado pelo fato que próximo à janela ele é mais alto, resultando uma sensação de desconforto (HOPSINKON *et al.*, 1969).

A iluminação com lâmpada fluorescente, em ambiente destinado a escritórios, é mais eficiente que a incandescente e além de possuir uma temperatura de cor parecida com a iluminação natural, que varia bastante ao longo do dia. Para a escolha da temperatura de cor da iluminação suplementar aponta os seguintes critérios:

- As cores da iluminação natural e suplementar não devem proporcionar uma diferença muito grande, procurando uma lâmpada com uma luz o mais próxima possível;
- O índice de reprodução de cor da iluminação natural é 100% e na artificial fluorescente o máximo é 85% e a lâmpada luz do dia tem uma cor semelhante ao céu nublado. (HOPSINKON *et al.*, 1969).

A redução do consumo de energia elétrica utilizada na iluminação artificial nos escritórios pode ser reduzida de 35% a 70% com o aproveitamento da iluminação natural, refletindo no consumo total da edificação uma redução de 10 a 35% (SOUZA, 1995 apud SOUZA, 2003).

O *California Institute for Energy Efficiently* (2005, p. 7-4) afirma que “não reduza o conforto ou satisfação dos ocupantes, por uma grande economia de energia, porque a produtividade dos ocupantes é mais cara do que a energia usada”.

Um projeto de iluminação integrando a natural e artificial é o resultado de uma análise criteriosa das condições climáticas, orientação e um planejamento cuidadoso do sistema elétrico tendo o conforto visual como fator de qualidade no ambiente e a economia de energia elétrica através desta integração é fato comprovado.

#### **2.3.4.2 - Controles para a iluminação**

Souza (2003, p. 23) afirma que “os sistemas de controle por atuarem diretamente na otimização do uso da iluminação, implicam na redução efetiva do desperdício e consequentemente, também, na economia dos custos operacionais”.

As estratégias para iluminação artificial podem ser ampliadas, conjugando-as com a iluminação natural. Existem no mercado vários sensores com essa finalidade, mas suas utilizações não podem proporcionar riscos ao desempenho visual. Cada escolha é função do projeto, resultante de uma decisão quanto à conservação de energia, economia dos custos operacionais e os investimentos disponíveis. É interessante que se faça um dossiê com o esquema de funcionamento, a seqüência, a calibração, a manutenção e os procedimentos necessários para consertos. (CALIFORNIA INSTITUTE FOR ENERGY EFFICIENTLY, 2005).

As principais estratégias de controle para a iluminação artificial são:

- Diminuição ou interrupção da iluminação artificial em função da disponibilidade da iluminação natural;
- Para um nível de iluminância constante, nos cálculos, são colocados 20 a 35% acima do nível de iluminância de projeto, devido à depreciação do fluxo luminoso e limpeza do espaço. Essa estratégia é conhecida como “manutenção dos lúmens”, sendo necessária mais potência, quando ocorre a diminuição do fluxo luminoso das lâmpadas, para segurança do desempenho do sistema. A potência total pode ser

aplicada só quando se aproxima o final da vida útil do sistema e assegurando uma redução no consumo de energia;

- Quando se tem um horário bem definido de trabalho, o sistema pode ser desligado automaticamente em horários pré-definidos. Segundo Rea (1999, apud Souza, 2003, p. 28) isto pode reduzir o consumo de energia em torno de 40% pela eliminação do desperdício de energia em espaços desocupados. Esse sistema precisa de uma atenção especial caso haja alguma modificação no horário de trabalho.
- Uma iluminação ajustável à tarefa que proporciona uma economia de energia, sem diminuir o desempenho visual. Pode ser uma luminária ou um grupo delas acionado manualmente ou por sensor de presença. (CALIFORNIA INSTITUTE FOR ENERGY EFFICIENTLY, 2005).

Existem vários equipamentos para o controle da iluminação, e devem ser especificados de acordo com:

- Eficiência do sistema;
- Uso do ambiente;
- Custo - benefício;
- Manutenção.

Segundo *Code for interior lighting* (1994, apud SOUZA, 2003, p. 32) estudos de campo têm mostrado que os usuários acendem a iluminação quando chegam e a desligam quando saem, mostrando uma ineficiência em função da atitude do usuário.

Na distribuição das seções de iluminação, tendo em vista a economia de energia para controles manuais, alguns pontos devem ser analisados, como:

- Cada ambiente deve ter seu sistema de controle;
- Agrupar as zonas de controle pela iluminância natural ou por funções.
- Nas soluções que apresentem luminárias com uma ou duas lâmpadas, as seções devem ser alternadas para uma iluminância média para uma situação entre totalmente ligado ou desligado;
- Na utilização de luminárias com três lâmpadas, a do meio deve pertencer a uma seção diferente para se ter a possibilidade da iluminância em três situações (33%, 66% e 100%);

- Na utilização de luminárias com quatro lâmpadas, as seções devem ser, duas a duas, separadamente, para a possibilidade da iluminância em duas situações (50% e 100%);
- Locais que necessitam de altas iluminâncias devem ter o sistema independente;
- Separar as seções das linhas de luminárias paralelas à janela, caso tenha uma janela contínua, ou controlar de cada zona associada a cada janela, no caso de diversas janelas;
- A economia de energia em função dos interruptores é alcançada pela participação do usuário, ficando a sua vontade este acionamento. (SOUZA, 2003).

Alguns sensores são usados para diminuir ou desligar a luz artificial de acordo com a variação da luz do dia. Quando os fotossensores funcionam em conjunto com relés é necessário que o desligamento seja feito com uma iluminância maior do que quando for ligado, por causa da acomodação visual e, assim, sem desconforto para os usuários.

Na integração da iluminação natural e artificial, o sensor deve ter um ponto de referência, como por exemplo, o plano de trabalho. Uma exposição direta do sensor a luz natural prejudica o funcionamento adequado deste sistema e deve ser instalado a uma distância das extremidades da lâmpada, por causa da elevação de temperatura, e longe da fiação.

Na integração da iluminação natural e artificial com a instalação de sensores de luz, que se adapta a iluminância do ambiente, a economia pode chegar a 60%. (OSRAM do Brasil, 2001/2002).

Segundo LRC (1998, apud SOUZA, 2003, p. 33), três razões limitam a aplicação dos fotossensores:

- Não se pode quantificar previamente a economia de energia;
- Os usuários normalmente fazem reclamações mesmo sendo instalados corretamente;
- Relatos de instalação incorreta e falta de calibração.

Os fotossensores devem ser instalados com orientação sul para não receber radiação solar direta e garantindo uma iluminância uniforme no sensor. A instalação mais comum é no teto, mas podem ser instalados no local da tarefa ou fora do ambiente, controlando todo o sistema

de iluminação ou parte com auxílio de relés. Quando instalado na superfície de trabalho pode ficar sujeito a sombras do corpo e objetos que podem obstruir a luz. (SOUZA, 2003).

Segundo Eley e Tolen (1993, apud SOUZA, 2003, p. 35), apresenta duas propostas para a localização na instalação de fotossensores:

1. Localizar o sensor a 2/3 da janela em relação à profundidade da zona de iluminação;
2. Não expor o fotossensor, nos sistemas indireto e semi-indireto, às lâmpadas que ele controla.

Hopsinkson *et al*, (1969, p. 565), apresenta pontos negativos no uso desse sistema, como:

- Não considera o tempo de adaptação visual, pois a cada variação ele é acionado, às vezes com grande frequência e em ocasiões impróprias;
- A flutuação da iluminação pode trazer mais desconforto do que uma queda na iluminância.

A especificação destes sensores deve estar relacionada:

- Com a atividade devido a sua sensibilidade de captar os movimentos, principalmente os ultra-sônicos;
- Ao tipo de lâmpada, que tem sua vida útil afetada pela frequência de acendimento.

Os temporizadores são dispositivos que acionam a iluminação num período determinado e permite ao usuário ligar, caso seja necessário, proporcionando uma boa economia de energia pelo uso indevido fora do período de trabalho.

Na integração da iluminação natural e artificial com a instalação de temporizadores, a economia pode chegar a 70%. (OSRAM do Brasil, 2001/2002).

Para uma garantia de eficiência nos sistemas de controle para redução do consumo através do aproveitamento da luz natural ou assegurar uma iluminância nos locais de trabalho, os sistemas de controle automáticos são os mais indicados. Um sistema de controle automático para um bom desempenho deve:

- Manter a iluminância necessária no plano de trabalho;
- Evitar o ofuscamento;
- Evitar o liga/desliga que afeta o usuário.

O controle centralizado em muitos sistemas causa descontentamento nos usuários, uma combinação de controle automático e manual é uma boa opção, segundo Slater et al (1996, apud SOUZA, 2003, p. 42) esta combinação aumenta o desempenho e maiores oportunidades de economia de energia, pois nos locais onde esse controle não era feito pelo usuário havia uma grande insatisfação.

A maior insatisfação do usuário é um mau funcionamento do sistema de controle, existindo a necessidade de informação com o proprietário e os ocupantes, durante a decisão, a construção e ocupação, porque o usuário pode bloquear o sensor ou modificar a ambientação e alterar o seu funcionamento. Existe, também, a necessidade de conhecer o responsável pela operação e manutenção para melhor esclarecimento quanto ao funcionamento do sistema. Qualquer sensor deve ser calibrado depois da instalação para garantir a resposta do sistema de iluminação artificial com as condições do desenho de luz no ambiente.

Segundo Vianna *et al.*, (2004, p. 189), em edifícios não residenciais, a integração das iluminações natural e artificial pode trazer uma economia de 30% a 70%, com a utilização de controle do sistema eficiente e uma boa especificação.

## **2.4- Conclusão**

Os “arranha-céus” trouxeram para a arquitetura novos conceitos que se propagam até os dias de hoje. A utilização de fachadas “cortinas de vidros”, com uma tecnologia mais avançada, é a solução apresentada na maioria das edificações destinadas a escritórios. Apesar da evolução dos vidros, sua aplicação em fachadas, quanto à eficiência energética, considera o ganho térmico internamente e desconsidera a iluminação natural. Com a conscientização da sustentabilidade, onde o profissional deve conhecer o meio ambiente e a ecologia e seus conceitos, aplicados desde a fase de projeto até a manutenção, se espera construções com mais integração da iluminação natural e artificial.

A arquitetura com a função de acomodar o homem com segurança e num enfoque, mais contemporâneo, com conforto ambiental, deve atentar aos problemas oriundos de uma errônea orientação, forma, especificação de acabamentos internos e externos. Num passeio pela cidade se vê edificações sem a menor preocupação dos efeitos dos vidros utilizados nas fachadas e sua interferência no entorno.

As teorias organizacionais e a tecnologia sempre interferiram na ambientação dos escritórios. Para cada momento administrativo/tecnológico o mobiliário foi se adaptando e uma preocupação estético-funcional foi se transformando em ponto de análise para um perfeito desenvolvimento da tarefa. Com a ergonomia, maiores atenções foram dadas ao mobiliário e com a antropologia do trabalho, que compromete o usuário com o espaço e sua interação social é apontada como elemento positivo, os ambientes destinados a escritórios se tornaram mais produtivos.

No Rio de Janeiro os escritórios com grande número de funcionários adotam o tipo “panorâmico”, com grandes áreas sendo ocupadas muitas vezes sem atenção a densidade e privacidade. A indústria de mobiliário para escritórios apresenta ofertas, que exigem do profissional o conhecimento suficiente para a escolha certa.

A ligação da arquitetura com o clima é como o abrigo com o lugar, num processo natural do homem com o seu meio. Um projeto arquitetônico possibilita uma economia de energia com uma avaliação dos conceitos de projeto, materiais e tecnologias construtivas e a sensação de conforto ambiental é ressaltada com uma análise do clima com a arquitetura, sendo priorizada no estudo preliminar. Atualmente, muitas edificações são conhecidas como “inteligentes” quando são só automatizadas para determinadas funções e considera a economia de energia e manutenção, sem preocupação quanto conforto luminoso, que aumenta esta economia quando definido na fase de estudo preliminar.

A iluminação em ambiente de escritórios envolve, principalmente, a quantidade de luz para se desenvolver uma tarefa e fatores como: ofuscamento e contraste que favorecem a produtividade e o bem-estar dos usuários. As cores ajudam a distribuição da luz no espaço e causam, também, desconforto, em função de sua reflexão. Para locais onde a eficiência energética/conforto luminoso tem prioridade é interessante que as cores principais sejam claras e foscas.

Nos últimos anos há um interesse quanto ao projeto de iluminação natural e sua conjugação com a artificial para uma eficiência energética. A quantidade de iluminação natural admitida depende da arquitetura da edificação, com suas proteções e acabamentos, e seu entorno. Com a proporção da janela em relação à fachada influenciando no consumo de energia e com os vidros trazendo uma economia a partir de uma especificação acertada, resulta numa combinação eficiente. As diversas proteções são sempre recomendadas para os benefícios da luz e a minimização dos seus problemas

Com a invenção das lâmpadas fluorescentes, a iluminação para grandes áreas foi possibilitada. Muitos escritórios utilizam a iluminação artificial durante o dia pelo ofuscamento da janela. O uso da integração da iluminação natural e artificial, com elementos de sombreamento e equipamentos de controle é muito apontado pela arquitetura sustentável, e uma atenção ao conforto luminoso interno deve ser prioritária, pois influencia diretamente no bem-estar do usuário e na sua produtividade.

A partir da década de 80, a iluminação artificial, nos projetos de arquitetura, passou a ser feita pelos *lights designers*, como são designados os arquitetos e cenógrafos que desenvolvem projetos de luminotécnica, e levam em conta não só os aspectos quantitativos, muito comum nos projetos dos engenheiros elétricos, e, também, os qualitativos. Atualmente, os projetos luminotécnicos são os referenciais para o desenvolvimento do projeto elétrico.

### 3 - ANÁLISES DO OBJETO EM ESTUDO

---

#### 3.1 – Características da edificação

O Condomínio Casa do Comércio situado na Rua Marques de Abrantes, 99 – Flamengo, Rio de Janeiro é um projeto do escritório de arquitetura Luiz Paulo Conde e Associados, construído em 2001 e com ocupação máxima do terreno permitida. A edificação está localizada atrás da construção de estilo eclético e considerada um dos últimos exemplares carioca da chamada “casa burguesa” do início do século XX, Mansão Figner, de propriedade do Sistema Fecomércio Rio (SÁ, 2002), que obstrui, parcialmente, sua visualização da rua.

---

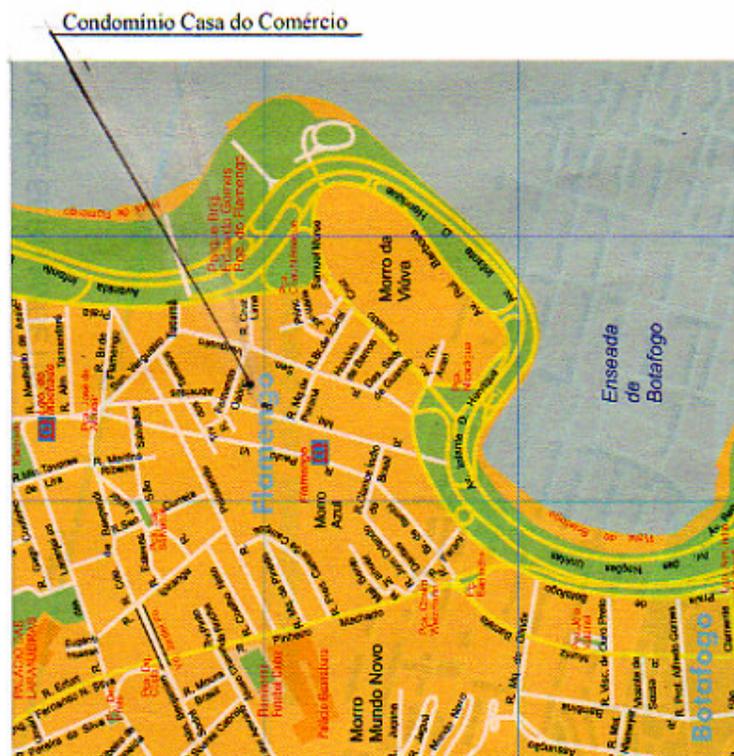


Figura 24 - Planta de Localização  
Fonte: RioListas (2003/2004), p. [?]

---

A Planta de Situação e Entorno do condomínio são apresentadas na figura 25.

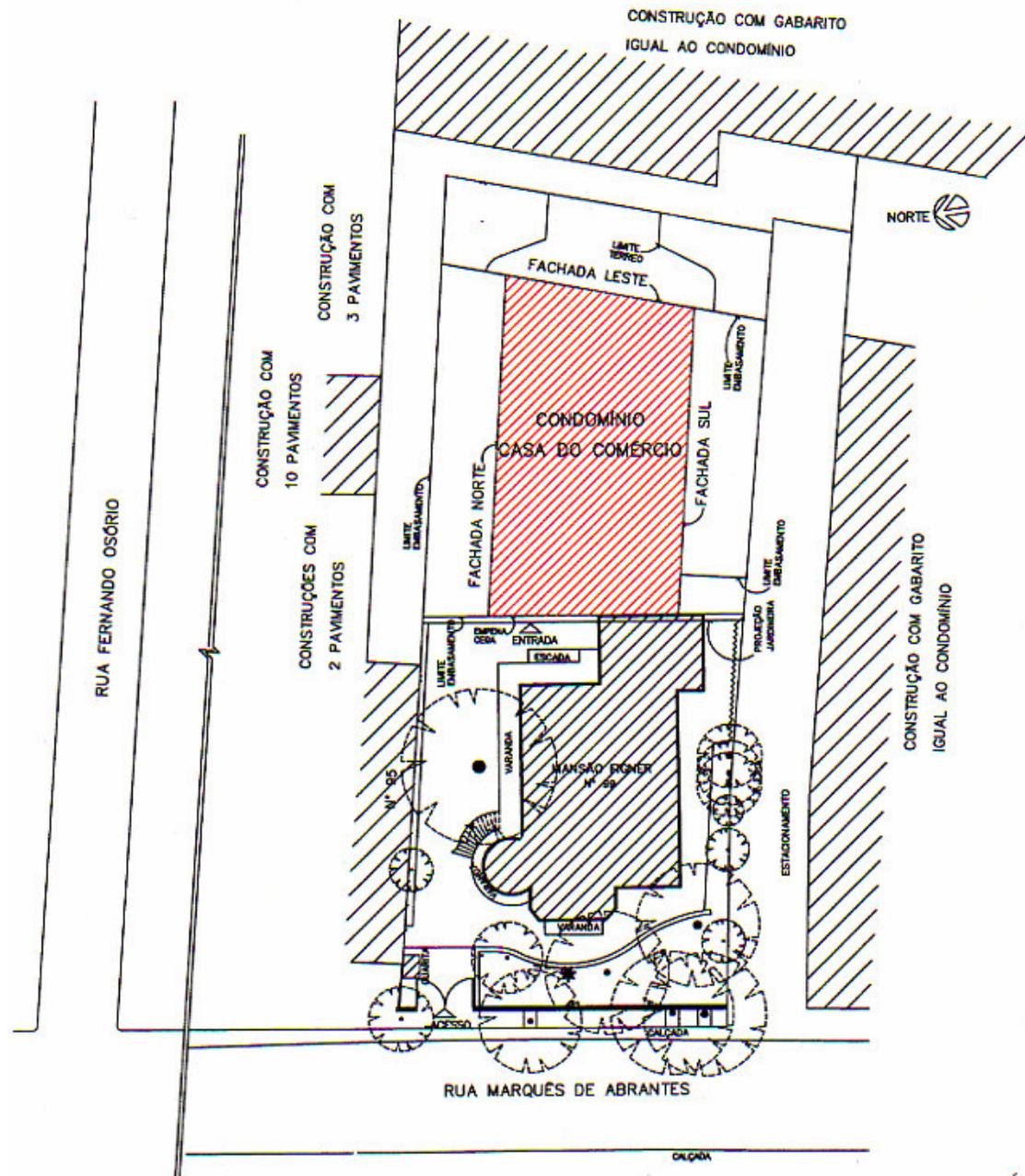


Figura 25 – Planta de Situação e Entorno  
Fonte: autora

A construção é composta de um embasamento (2 subsolos, térreo 1° e 2° pavimento) e uma torre (9 pavimentos), onde estão instalados os escritórios da Administração Regional do Serviço Social do Comércio (SESC), do Serviço Nacional de Aprendizagem Comercial regional Rio (SENAC Rio) e da Federação do Comércio do Rio de Janeiro (FECOMÉRCIO).

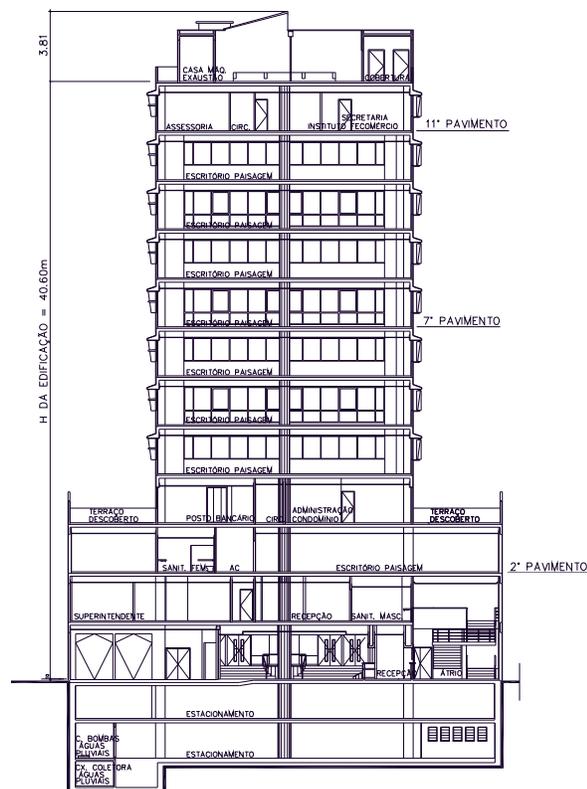


Figura 26 - Corte transversal  
Fonte: Condomínio Casa do Comércio

## 3.2 – Metodologia empregada

Segundo Lakatos *et al.* (1995, p. 163) afirma que:

A seleção do instrumental metodológico está, portanto, diretamente relacionada com o problema a ser estudado; a escolha dependerá dos vários fatores relacionados com a pesquisa, ou seja, a natureza dos fenômenos, o objeto da pesquisa, os recursos financeiros, a equipe humana e outros elementos que possam surgir no campo da investigação.

### 3.2.1 – Apresentação dos ambientes selecionados

A primeira *walkthrough*<sup>4</sup> realizada teve como finalidade a observação dos espaços para a escolha daqueles que mais se adequavam ao assunto da dissertação, sendo relevantes os aspectos físicos e funcionais, o sistema acendimento e iluminação, adicionados a informações gerais coletadas por conversas informais.

Foram selecionados os seguintes ambientes:

- 2º pavimento (SENAC), por apresentar um escritório panorâmico e só uma fachada com janela;
- 7º pavimento (SESC), por apresentar um escritório panorâmico e três fachadas com janelas;
- Parte do 11º pavimento (FECOMÉRCIO): as salas de reunião e a superintendência, por apresentarem problemas quanto ao conforto luminoso, coletados através de conversa informal com os usuários.

---

<sup>4</sup> Walkthrough: análise através de observação e conversa informal consistindo em caminhar pelo ambiente observando os aspectos físicos, comportamentais e técnicos.

### 3.2.2 – Coleta de dados

Lakatos *et al.* (1995, p. 166) afirma que “são vários procedimentos para a realização de coleta de dados, que varia de acordo com as circunstâncias ou com o tipo de investigação”.

#### 3.2.2.1 – Entorno e as fachadas

A disponibilidade da luz natural em um ambiente depende, entre outros fatores, da orientação e da configuração do entorno. As construções vizinhas são apresentadas na figura 28 (planta de situação e entorno).

O entorno da fachada norte é apresentado na figura 27.



Figura 27 – Entorno da edificação , 7º pavimento (fachada norte)  
Fonte: Foto da autora

---

A concepção arquitetônica considerou a orientação solar, com o tratamento diferenciado das fachadas tanto na forma dos dispositivos de proteção solar quanto no emprego de materiais. A

edificação possui 3 fachadas onde as janelas (peitoril = 0.95m, altura da janela = 1.38m) são contínuas e com vidro transparente (8mm).

- Fachada norte: conjunto com lâminas de alumínio horizontais e verticais fixas, de seção retangular, perpendicular à fachada, pintado na cor branca.

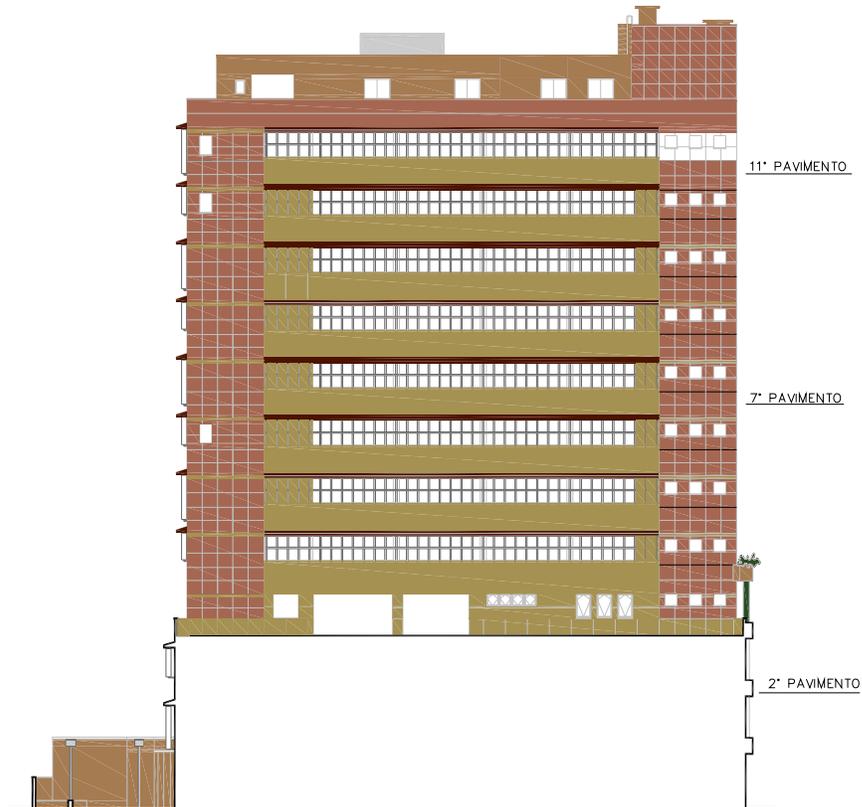


Figura 28 - Fachada norte  
Fonte: Condomínio Casa do Comércio

---



Figura 29 – Fachada norte  
Fonte: Foto da autora

---

- Fachada leste: conjunto com lâminas de alumínio verticais fixas, de seção elíptica, inclinados à direita (aproximadamente 53°) em relação à fachada, pintados na cor branca. No 7° pavimento existe uma treliça metálica (elemento estrutural) pintada na cor preta entre o dispositivo e a esquadria.

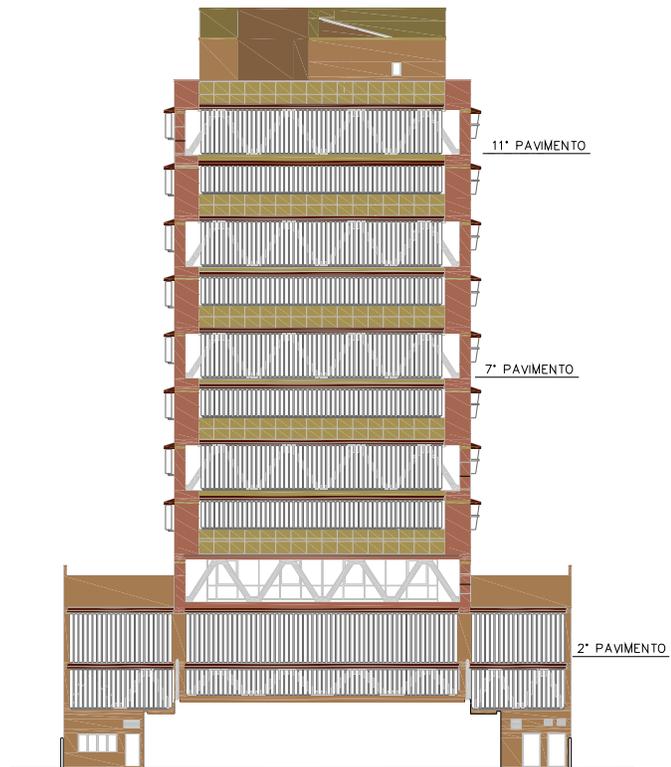


Figura 30 - Fachada leste  
Fonte: Condomínio Casa do Comércio



Figura 31 – Fachada leste  
Fonte: Foto da autora

- Fachada sul: conjunto com lâminas de alumínio vertical fixa, de seção elíptica, perpendiculares em relação a fachada, pintado na cor branca.

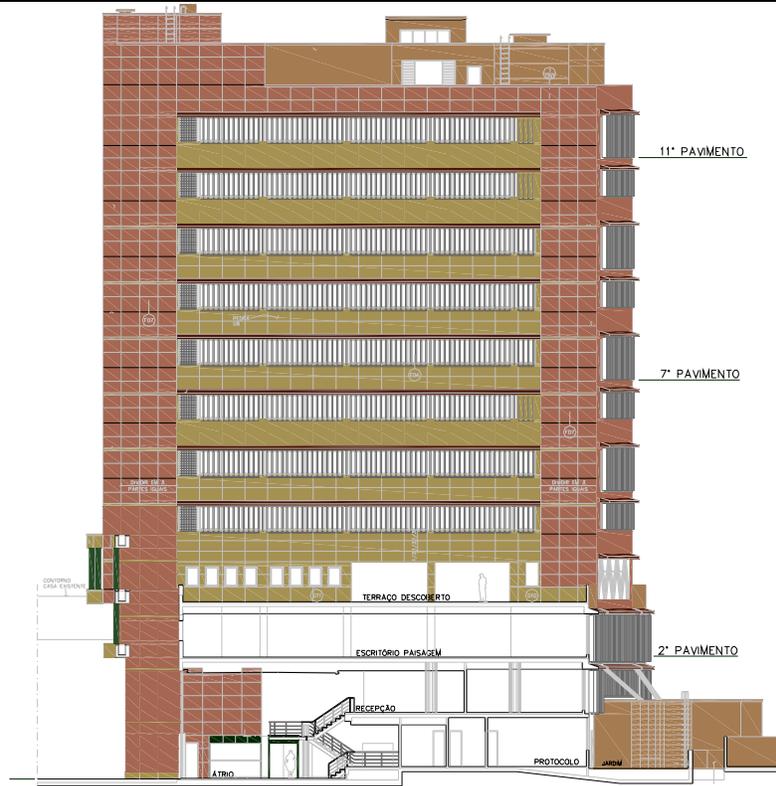


Figura 32 - Fachada sul

Fonte: Condomínio Casa do Comércio



Figura 33 – Fachada sul

Fonte: Foto da autora

A fachada oeste é uma empena cega.

---

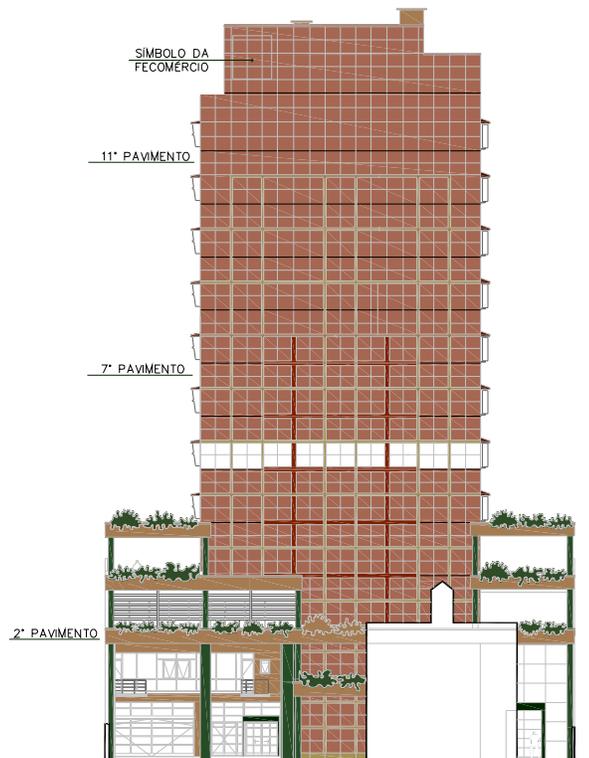


Figura 34 - Fachada oeste  
Fonte: Condomínio Casa do Comércio

---

As janelas são elementos de admissão da iluminação natural para o interior dos ambientes, um meio de visualização externa e uma possível fonte de ofuscamento, logo uma averiguação se faz necessária.

No 2º pavimento existem janelas em toda a extensão da fachada leste, sendo este o único local de admissão da iluminação natural, e, além dos elementos externos de sombreamento, há, internamente, persianas verticais na cor marfim, em toda sua extensão. A área anexa a fachada leste é reservada para a gerência com divisória em painel-vidro (altura = 1.70m), que constitui um bloqueio parcial para a visualização exterior dos usuários do escritório panorâmico, sendo apresentado na figura 37 (Planta de Ambientação – 2º pavimento).

No 7º pavimento existem janelas em toda a extensão das fachadas norte, leste e sul e além dos elementos externos de sombreamento, possui, internamente, persianas verticais na cor marfim. A fachada norte possui ainda uma película transparente com listas horizontais branca. A área anexa a fachada leste é reservada para as gerências com divisória em painel-vidro (altura = 1.70m) e as centrais de arquivos, que se constitui um bloqueio parcial para a visualização exterior dos usuários do escritório panorâmico, sendo apresentado na figura 40, (Planta de Ambientação – 7º pavimento).

Na parte selecionada do 11º pavimento (Sala da superintendência e Reunião) as janelas estão localizadas na fachada sul e, além dos elementos externos de sombreamento, possui, internamente, um elemento com mobilidade horizontal, de cima para baixo, na cor branca, que bloqueia totalmente a penetração da iluminação natural, sendo apresentada na figura 43 (Planta de Ambientação – 11º pavimento – Salas de Reunião e da Superintendência).



Figura 35 – Elemento horizontal móvel (fechado) utilizado nas Salas da Superintendência e de Reunião  
Fonte: Foto da autora

---

### 3.2.2.2 – Levantamentos e medições

Dois pavimentos relativos à dissertação, são destinados a escritórios panorâmicos com lajes para vãos de aproximadamente, 29.00 x 17.00m, para o 2º pavimento, e 17.00 x 18.50m, para o 7º pavimento, com poucos pilares internos. Os espaços dos escritórios foram concebidos para a utilização de computadores com mobiliários modulados. Todas as áreas dos escritórios têm piso elevado revestido com carpete, para tornar a instalação das estações de trabalho mais versátil e o forro é modulável e removível, de material acústico, não combustível, que facilita sua remoção, caso necessite de uma manutenção ou uma modificação na ambientação.

O sistema de divisória da estação de trabalho (2º pavimento h=1.10m e para o 7º h=1.05m) possibilita a criação de grupos com ambientes totalmente abertos, sem muita privacidade dos usuários e possibilitam uma visão externa por ter altura abaixo da linha de visão.



Figura 36 – Formato da estação de trabalho existentes no 2º e 7º pavimento

Fonte: autora

---

Apenas o 11º pavimento apresenta salas privativas, com a utilização de divisória com panos de vidro, que possibilita sua integração com a parte restante do escritório. A Sala da Superintendência para ter uma privacidade aplicou uma película com listas horizontais.

Numa análise do conforto luminoso, com eficiência energética, os acabamentos das superfícies são de grande importância, pois são elementos que influenciam na distribuição da luz no espaço e cooperam com o desenvolvimento confortável de uma tarefa.

A edificação se identifica com o conceito “inteligente”, cujo projeto foi desenvolvido por Consult Ar Engenharia (Rio de Janeiro – RJ), controlado por uma central computadorizada que atende a energia elétrica, o reservatório d’água, ar condicionado, incêndio, águas pluviais, esgoto e elevadores. A integração de todas as instalações prediais é uma visão de eficiência energética e conforto, sendo parte do conceito de edifício inteligente.

Em relação à iluminação, as lâmpadas são acesas às 7h00min e desligadas às 20h00min, sendo que no 2º e 7º pavimentos os circuitos independem do perímetro das janelas, e no 11º pavimento as salas e os banheiros apresentam, também, a opção do uso de interruptores individuais, segundo informação do executante da manutenção predial. Caso se necessite passar do horário, uma informação prévia deverá ser enviada à central de controle.

O levantamento da iluminância teve a finalidade de averiguar o padrão permitido pela ABNT - NBR 5413. As medições foram feitas com luxímetro digital fabricado pela Minipa Indústria e Comércio Ltda, referência MLM-1333, com alcance máximo de 20klux, cedido pelo Laboratório de Conforto Ambiental e Eficiência Energética – FAU- UFRJ.

Os levantamentos referentes ao 2º e 7º pavimentos foram realizados no dia 16 de agosto de 2006, no sábado, para não incomodar os usuários em função das diversas situações, e neste dia a condição de céu foi nublado e com grande movimentação de nuvens, dificultando uma precisão nos valores. O levantamento no 11º pavimento foi realizado, anteriormente, no dia 16 de julho de 2006 e com a condição de céu claro. A utilização de 2 aparelhos foi uma tentativa de agilização nas medições referentes a iluminação natural, em virtude da rápida variação das condições de céu ao longo do dia.

Os levantamentos foram realizados nas seguintes situações:

- Iluminação natural (persianas abertas);
- Iluminação artificial durante o dia (persianas fechadas);
- Iluminação natural e artificial (persianas abertas);
- Iluminação artificial, à noite, com as persianas fechadas, sem interferência do entorno.

As medições, dos 2º e 7º pavimentos foram feitas nas estações de trabalho, como recomenda a NBR 5413. Os pontos foram marcados com fita adesiva para fixar os locais nas diversas situações e se situaram à esquerda do usuário no plano horizontal (tampo da mesa), pois é o local onde há possibilidade de leitura porque não há a utilização de suporte lateral para fixação de papel. No 11º pavimento, os pontos se encontram, também, nos locais de trabalho.

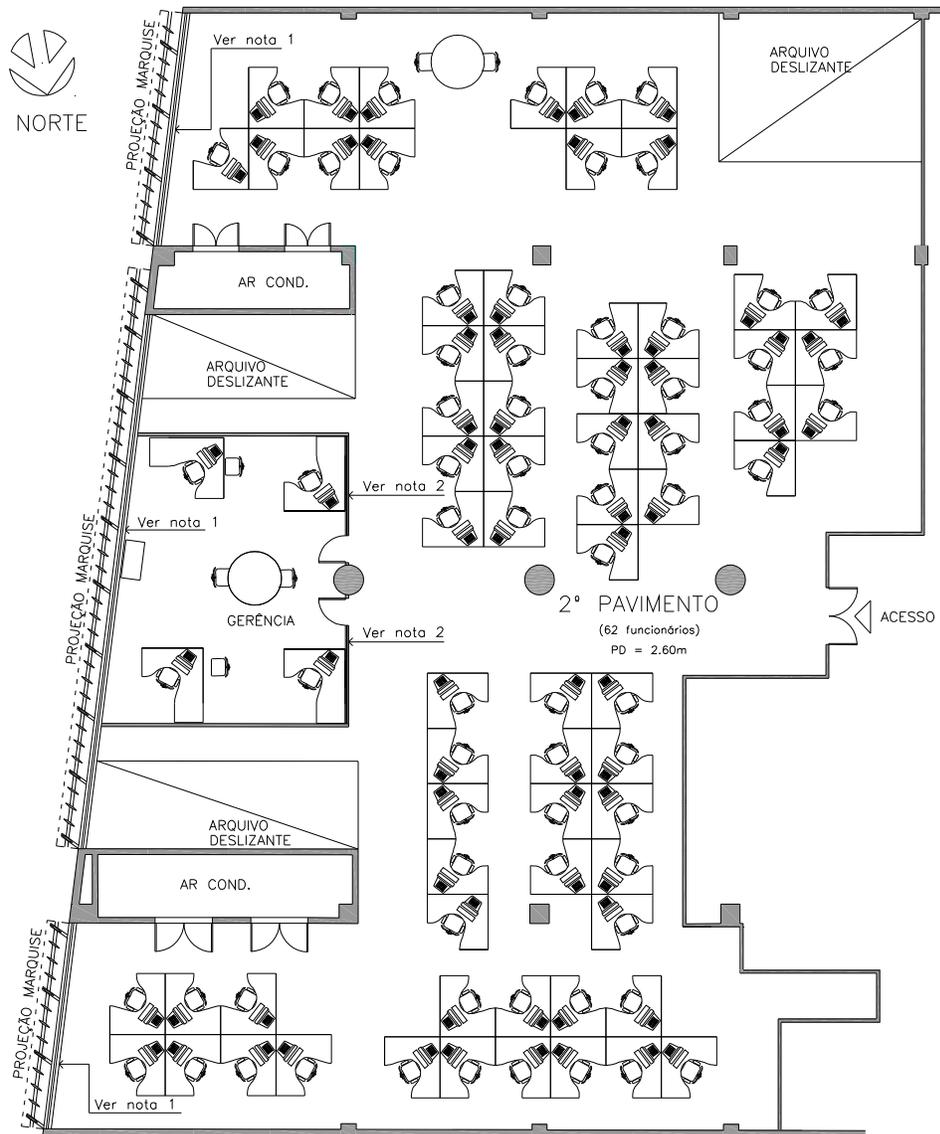
Para a montagem das tabelas foram considerados os valores de 300 lux, porque é considerado pela IESNA (2003) um valor importante para iluminância horizontal e segundo Bormann (2003, p.8) as medidas inferiores, a este valor, tendem a causar desconforto, e de 500lux, porque é o mínimo recomendado para escritórios pela Norma NBR 5413.

- **2º pavimento (escritório panorâmico com 62 funcionários)**

Suas principais superfícies têm as seguintes especificações:

- Piso – carpete mesclado na cor cinza escuro;
- Paredes – pintura cor creme;
- Pilares internos – pintados na cor laranja;
- Teto – modulado com placas acústicas (1250 x 625 mm), na cor creme.

Sua ambientação é composta por grupos em linha dupla de estação de trabalho com quantidades diferenciadas. A estação de trabalho é contornada, em “L”, por uma divisória (1.10m de altura), que tem a parte superior em tecido cinza claro e o restante, incluindo o tampo da mesa em madeira pau marfim. A Planta de Ambientação e uma foto da estação de trabalho são apresentadas, respectivamente, nas figuras 37 e 38.



NOTAS:

- 1 - Esta fachada, em toda sua extensão de janela, possui persianas verticais na cor marfim
- 2 - Divisórias painel/vidro (h= 1.70m), na cor marfim

Figura 37 – Planta de ambientação – 2º pavimento  
Fonte: autora



Figura 38 – Mobiliário referente ao 2º pavimento  
Fonte: Foto da autora

---

As tarefas desenvolvidas por este escritório panorâmico utilizam o computador, a escrita e leitura e predomina o sistema de iluminação geral direto, feito por luminárias embutidas, com acabamento na cor branca, compostas por 2 lâmpadas fluorescentes tubulares 32w/400K, refletor e aletas parabólicas em alumínio anodizado com alto brilho e reator partida rápida duplo em 220V.

A paginação das luminárias não segue a ambientação devido a modificações ocorridas no mobiliário, sem o acompanhamento do teto. A paginação do teto, as especificações das luminárias e as localizações dos pontos do levantamento de iluminância são apresentadas na figura 39 e na tabela 4, os valores das iluminâncias.



**ESPECIFICAÇÃO**

- Luminária embutida, para lâmpadas 2x32w/4000K, refletor e aleta parabólica em alumínio anodizado com alto brilho, e reator partida rápida duplo/220V
- Luminária embutida fixa com difusor em vidro, para lâmpadas 2x18w/4000K e reator magnético duplo/220V
- Luminária embutida fixa, para lâmpada dicróica 50w/38° e transformador/220V
- Trilho eletrificado e 2 luminárias para lâmpada PAR 20/220V

Figura 39 – Planta de paginação de teto/luminárias/pontos iluminâncias 2º pavimento.  
Fonte: autora

## 2º PAVIMENTO – LEVANTAMENTO DAS ILUMINÂNCIAS

Dia: 16 de setembro de 2006 (sábado)

Condição de céu: nublado com movimentação de nuvens

Medição externa: 13 800 lux (Hora: 12h00min)

Local	Hora: 11:15	Hora: 11:50	Hora: 12:10	Hora: 18:30
	Ilum.natural (persianas abertas)	Ilum. artificial (persianas fechadas)	Ilum. natural e artificial (persianas abertas)	Ilum. artificial ( a noite)
	Unid. = lux	Unid. = lux	Unid. = lux	Unid. = lux
1	1540	420 (ver nota 2)	1730	183 (ver nota 2)
2	420	400 (ver nota 2)	878	379
3	190	398 (ver nota 2)	557	392
4	260	462 (ver nota 2)	692	450
5	490	703 (ver nota 2)	1197	625
6	430	255 (ver nota 2)	633	225
7	38	222 (ver nota 2)	256	228
8	32	580 (ver nota 2)	592	583
9	10	600 (ver nota 2)	607	598
10	13	575 (ver nota 2)	580	574
11	*	379	383	376
12	7	467	477	465
13	*	550	563	550
14	5	*	*	391
15	*	*	*	519
16	*	*	*	545
17	*	*	*	398
18	*	*	*	274
19	*	*	*	554
20	*	*	*	454
21	*	*	*	479
22	*	*	*	496
23	*	*	*	520
24	*	*	*	410
25	*	*	*	447
26	*	*	*	416
27	*	*	*	407
28	*	*	*	426
29	*	*	*	277 (ver nota 3)
30	*	*	*	539
31	*	*	*	502
32	*	*	*	541
33	*	*	*	435
34	*	*	*	460
35	*	*	*	542
36	*	*	*	350
37	*	*	*	329
38	*	*	*	183
39	*	*	*	424
40	*	*	*	411
41	*	*	*	413
42	*	*	*	449
43	*	*	*	494
44	*	*	*	646
45	*	*	*	461
46	*	*	*	321
47	*	*	*	118
48	*	*	*	323
49	*	*	*	346
50	*	*	*	413

Local	Hora: 11:15	Hora: 11:50	Hora: 12:10	Hora: 18:30
	Ilum.natural (persianas abertas)	Ilum. artificial (persianas fechadas)	Ilum. natural e artificial (persianas abertas)	Ilum. artificial ( a noite)
	Unid. = lux	Unid. = lux	Unid. = lux	Unid. = lux
51	*	*	*	460
52	*	*	*	478
53	*	*	*	623
54	*	*	*	565
55	*	*	*	426
56	*	*	*	457
57	*	*	*	481
58	*	*	*	472
59	*	*	*	493
60	*	*	*	489
61	*	*	*	543
62	*	*	*	592
63	*	*	*	518
64	*	*	*	401
65	*	*	*	397
66	*	*	*	456
67	*	*	*	509
68	*	*	*	468
69	*	381	430	378
70	524	445	1186	547
71	132	626	867	622
72	*	540	730	540
73	*	621	676	621
74	*	547	620	547
75	192	537	729	531
76	138	590	732	585

\* Ponto sem interferência da iluminação natural.

NOTAS:

1 – Critério adotado, de acordo com a iluminância:

Cor preta – valores igual/acima de 500 lux;

Cor vermelha – valores entre 300 e 500 lux;

Cor azul – valores igual/menor que 300 lux.

2 - A diferença entre a iluminância para a iluminação artificial com as persianas fechadas e a noite, é devido ao fato de ocorrer uma penetração da iluminação natural, mesmo com as persianas fechadas.

3 – As lâmpadas da luminária acima deste local estavam apagadas.

Tabela 4 – 2º pavimento - Levantamento das iluminâncias

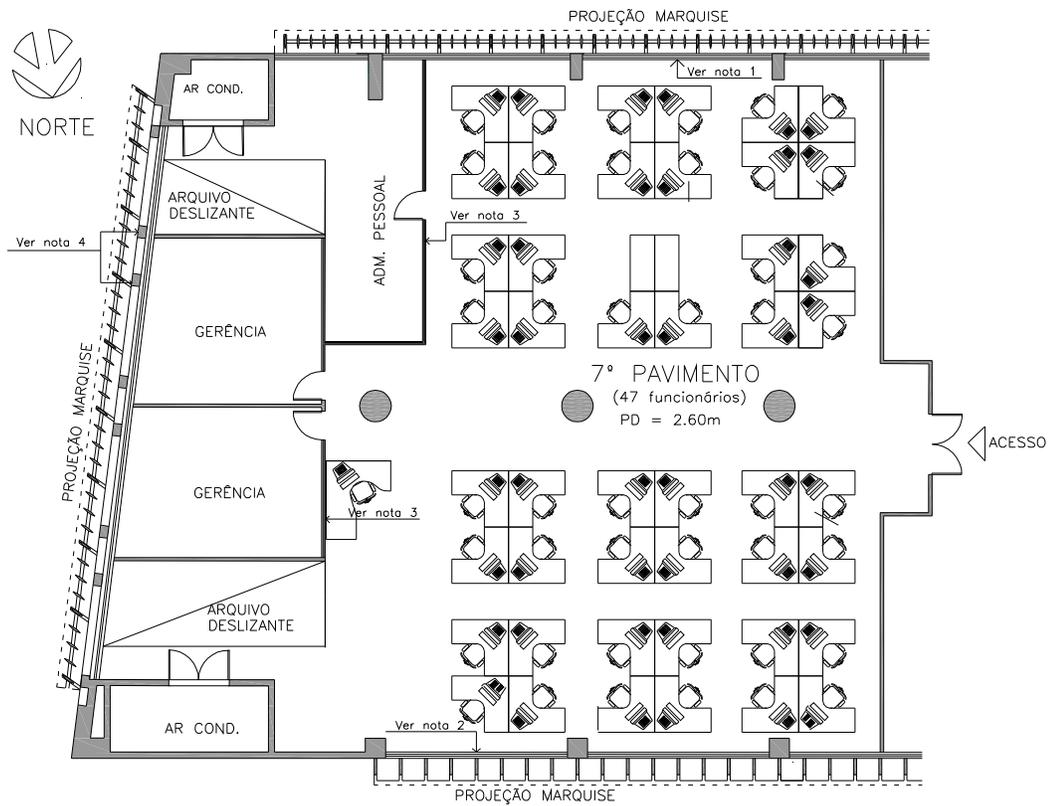
Fonte: autora

- **7º pavimento (escritório panorâmico com 47 funcionários)**

Suas principais superfícies têm as seguintes especificações:

- Piso – carpete mesclado na cor cinza escuro;
- Paredes – pintura cor creme;
- Pilares internos – pintados na cor laranja;
- Teto – modulado com placas acústicas (1250 x 625 mm), na cor creme.

Sua ambientação é composta por grupos “em cruz” de estação de trabalho com 4 unidades em cada. A estação de trabalho é contornada, em “L”, por uma divisória (1.05m de altura), que tem a parte superior em tecido cinza claro e o restante, de material metálico, com acabamento na cor cinza escuro e o tampo da mesa em fórmica na cor creme. A Planta de Ambientação e uma foto da estação de trabalho são apresentadas, respectivamente, nas figura 40 e 41.



NOTAS:

- 1 - Esta fachada, em toda sua extensão de janela, possui persianas verticais na cor marfim
- 2 - Esta fachada, em toda sua extensão de janela, possui persianas verticais na cor marfim e película com listas horizontais
- 3 - Divisórias painel/vidro (h= 1.70m) na cor marfim
- 4 - Trelíça metálica (elemento estrutural)

Figura 40 – Planta de Ambientação – 7º pavimento  
Fonte: autora

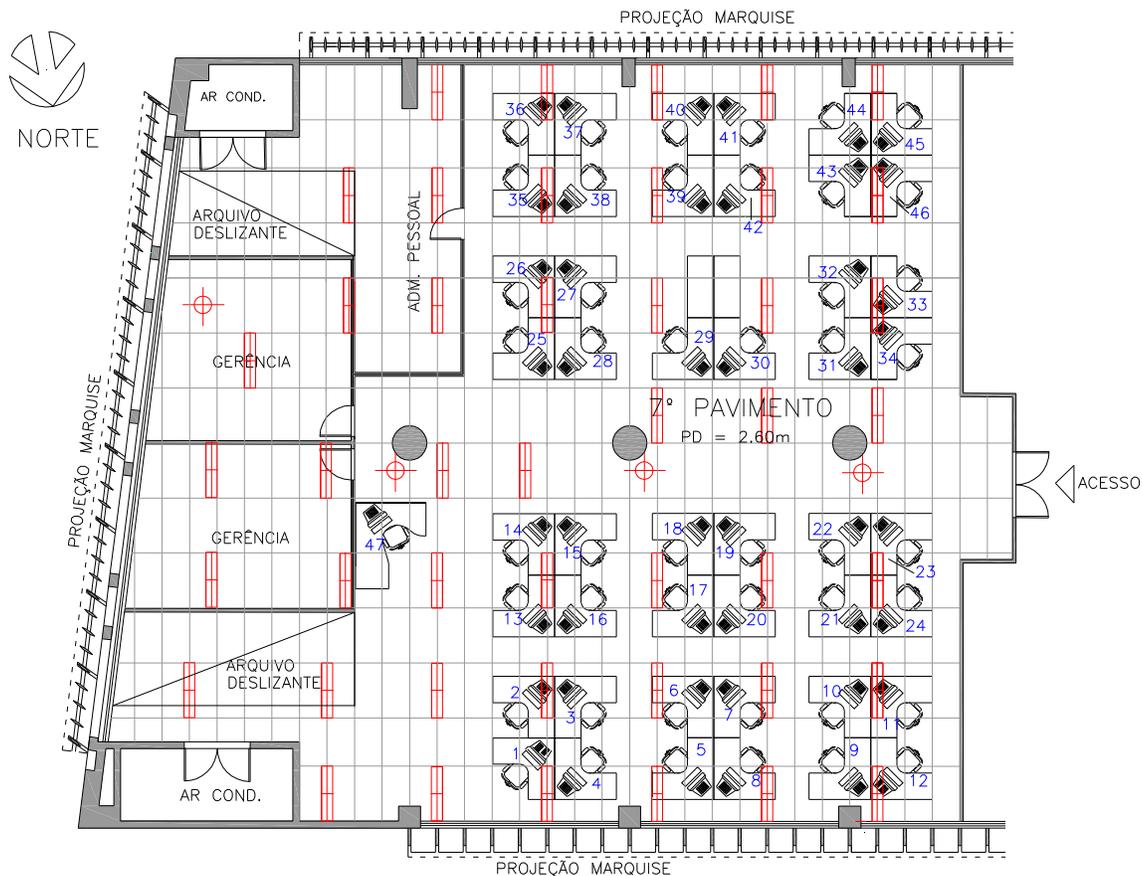


Figura 41 – Mobiliário referente ao 7º pavimento  
Fonte: Foto da autora

---

As tarefas desenvolvidas por este escritório panorâmico utilizam o computador, a escrita e leitura e predomina o sistema de iluminação geral direto, feito por luminárias embutidas, com acabamento na cor branca, compostas por 2 lâmpadas fluorescentes tubulares 32w/400K, refletor e aletas parabólicas em alumínio anodizado com alto brilho e reator partida rápida duplo em 220V.

A paginação das luminárias é homogênea. A paginação do teto, as especificações das luminárias e as localizações dos pontos do levantamento de iluminância são apresentadas na figura 42 e na tabela 5, os valores das iluminâncias.



### ESPECIFICAÇÃO

- Luminária embutida, para lâmpadas 2x32w/4000K, refletor e aleta parabólica em alumínio anodizado com alto brilho, e reator partida rápida duplo/220V
  
- Luminária embutida fixa com difusor em vidro, para lâmpadas 2x18w/4000K e reator magnético duplo/220V

Figura 42 – Planta de paginação de teto/luminárias/pontos iluminâncias  
7º pavimento.  
Fonte: autora

## 7º PAVIMENTO – LEVANTAMENTO DAS ILUMINÂNCIA

Dia: 16 de setembro de 2006 (sábado)

Condição de céu: nublado com movimentação de nuvens

Medição externa: 16 000 lux (Hora: 13h00min)

Local	Hora: 12:45	Hora: 13:15	Hora: 13:30	Hora: 18:30
	Ilum. natural (persianas abertas) Unid. = lux	Ilum. artificial (persianas fechadas) Unid. = lux	Ilum. natural e artificial (persianas abertas) Unid. = lux	Ilum. artificial (a noite) Unid. = lux
1	610	602 (ver nota 4)	1270	587
2	110	605	744	599
3	177	618	769	613
4	469	645 (ver nota 4)	975	624
5	476	661 (ver nota 4)	984	650
6	165 (ver nota 5)	560	675	567
7	220	577	745	569
8	800	572	1174	565
9	439	615	972	638
10	146 (ver nota 2)	571	678	554
11	172	508	667	507
12	350	499	1026	496
13	103	540	594	534
14	65	445	480	440
15	50	573	615	569
16	78	558	621	552
17	50	517	563	511
18	25	440	480	436
19	23	388	425	377
20	44	500	568	498
21	107	515	495	512
22	105	450	605	450
23	22	520	493	515
24	92	404	486	400
25	23	595	644	565
26	107	318	355	281
27	117	505	597	484
28	80	450	480	433
29	97	471	537	450
30	110	517	596	509
31	90	574	692	569
32	148	487	554	477
33	110	364	428	361
34	78	443	576	442
35	203	618	835	616
36	513 (ver nota 3)	580	976	544
37	1003	577	1287	548
38	293	587	751	570
39	327	578 (ver nota 4)	856	545
40	725	623 (ver nota 4)	1130	606
41	1351	604	1650	592
42	348	639	862	608
43	365	469	705	457
44	280 (ver nota 5)	574	1185	562
45	389	567	1374	554
46	138	611	887	597
47	105	607	680	580

\* Ponto sem interferência da iluminação natural.

NOTAS:

1 – Critério adotado, de acordo com as iluminância:

Cor preta – valores igual/acima de 500 lux;

Cor vermelha – valores entre 300 e 500 lux;

Cor azul – valores igual/menor que 300 lux.

2 – No dia do levantamento, este local estava com alguns livros, que não foram retirados.

3 – Neste local a persiana apresentou problemas ao recolher e só foi conseguida uma abertura parcial.

4 – A diferença, entre a iluminância para a iluminação artificial com as persianas fechadas e a noite, é devido ao fato de ocorrer uma penetração da iluminação natural mesmo com as persianas fechadas.

5 – Este local é atrás de um pilar e onde a persiana se recolhe.

Tabela 5 – 7º pavimento - Levantamento das iluminâncias  
Fonte: autora

---

• **11º pavimento (Salas de Reunião e Superintendência)**

A Sala de Reunião tem as seguintes especificações para as principais superfícies:

- Piso – carpete mesclado na cor cinza escuro;
- Paredes – parede que contém a janela: texturizada na cor branca e a janela possui um elemento interno, com movimento horizontal que bloqueia totalmente a iluminação natural, em parte da mesma;  
- outras paredes: madeira escura na parte inferior e tecido azul, na superior, sendo que a parede que contém 2 portas tem 1/5 em textura branca;
- Teto – modulado com placas acústicas (625 x 625 mm), na cor branca.

Sua ambientação é formada por uma mesa de reunião em madeira escura e cadeiras brancas. Uma foto interna e a Planta de Ambientação são apresentadas, respectivamente, nas figura 43 e 46.



Figura 43 – Sala de Reunião  
Fonte: Foto da autora

---

A Sala da Superintendência tem as seguintes especificações para as principais superfícies:

- Piso – carpete mesclado na cor cinza escuro;
- Paredes – parede que contém a janela – texturizada na cor branca e a janela possui um elemento interno, com movimento horizontal, que bloqueia totalmente a iluminação natural, em parte da mesma;
  - paredes laterais – madeira pau marfim, na parte inferior, e tecido verde, na superior;
  - divisória (porta) – porta em madeira pau marfim e vidro transparente e película com listas horizontais brancas.
- Teto – modulado com placas acústicas (625 x 625 mm), na cor branca.

Seu mobiliário é todo em madeira pau marfim. Uma foto interna e a Planta de Ambientação são apresentadas, respectivamente, nas figura 44 e 46.



Figura 44 – Mobiliário referente ao 11º pavimento – Sala da Superintendência  
Fonte: Foto da autora



Figura 45 – Sala de Reunião e Superintendência - Elemento interno, com movimento horizontal que bloqueia totalmente a iluminação natural, em parte da janela.  
Fonte: Foto da autora

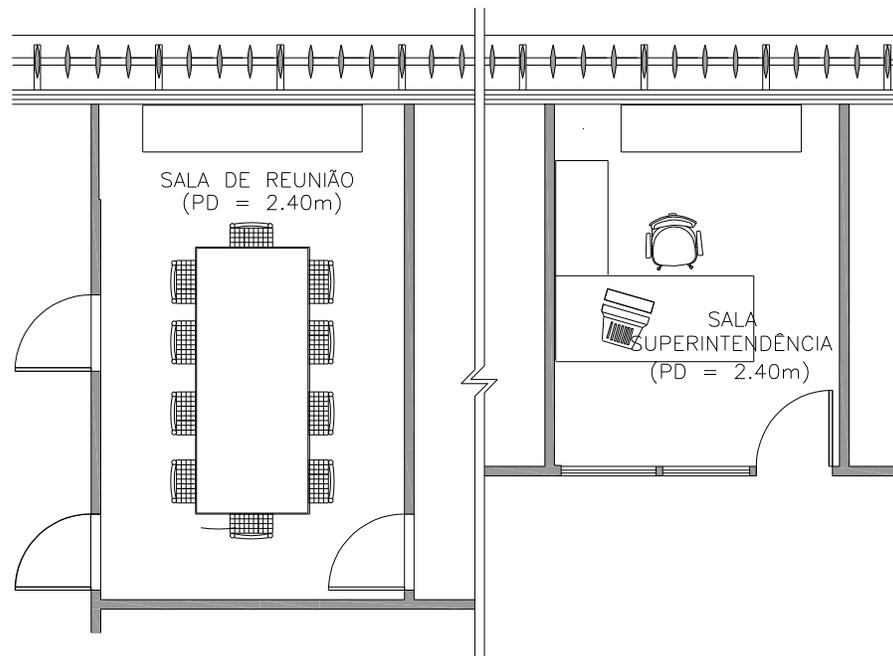
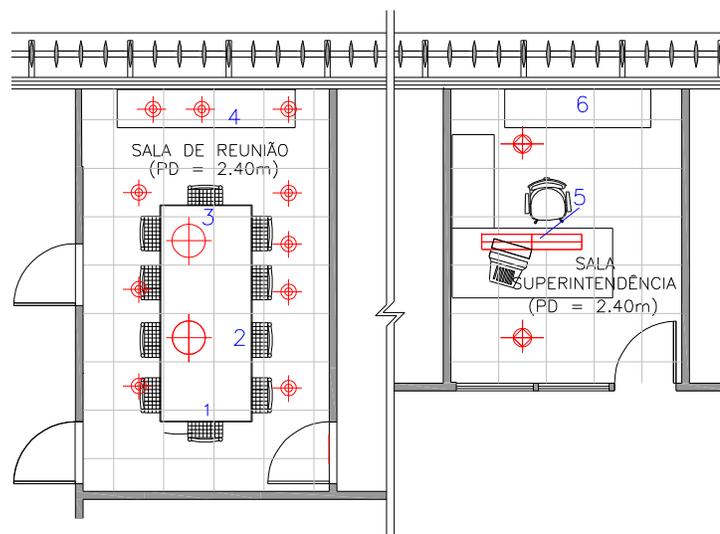


Figura 46 – Planta de Ambientação – 11º pavimento – Salas de Reunião e Superintendência  
Fonte: autora

---

A Sala de Reunião desenvolve tarefas de escrita e leitura e, atualmente, com a possibilidade da utilização de *lap-top* e possui o sistema de iluminação geral direto e a Sala da Superintendência, com ocupação individual, tarefas que demandam o uso de computador, leitura e escrita e possui o sistema de iluminação geral indireto e localizado.

A paginação do teto, as especificações das luminárias e as localizações dos pontos do levantamento de iluminância, para as duas salas, são apresentadas na figura 47 e na tabela 6, os valores das iluminâncias.



### ESPECIFICAÇÃO

#### SALA DE REUNIÃO

-  Luminária de sobrepor, lâmpada fluorescente compacta 36w/4000K e reator magnético 220V
-  Luminária embutida direcionada, lâmpada dicróica 50w/38°/12V/220V

#### SALA DA SUPERINTENDÊNCIA

-  Luminária de pendente indireta, 2 lâmpadas fluorescente compacta 36w/4000K e reator magnético 220V
-  Luminária embutida, lâmpada PAR 20/220V

Figura 47 – Planta de paginação de teto/luminárias/pontos iluminâncias  
11º pavimento – Salas de Reunião e Superintendência.  
Fonte: autora

---

**11º PAVIMENTO – LEVANTAMENTO DAS ILUMINÂNCIAS  
SALAS DE REUNIÃO E SUPERINTENDÊNCIA**

Dia: 14 de julho de 2006 (Hora: 10h15min)

Condição de céu: claro

Local	Hora: 10:15	Hora: 10:25	Hora: 10:35
	Ilum.natural (veda-luz 100% aberto)	Ilum. artificial e natural (veda-luz fechado) Ver nota 2	Ilum. natural (veda-luz 50% aberto) Ver nota 3
1	189	112	45
2	397	237	94
3	463	292	137
4	982	251	176
5	450	423	157
6	960	300	220

NOTAS:

1 – Critério adotado, de acordo com as iluminância:

Cor preta – valores igual/acima de 500 lux;

Cor vermelha – valores entre 300 e 500 lux;

Cor azul – valores igual/menor que 300 lux.

2 – Este veda-luz bloqueia parte da janela, como pode ser visto na figura 45, logo há interferência da iluminação natural.

3 – Esta posição é a normalmente utilizada para diminuir o desconforto visual causado pelo ofuscamento da janela.

Tabela 6 – 11º pavimento (Salas de Reunião e Superintendência) – Levantamento das iluminâncias

Fonte: autora

---

### 3.2.3 – Questionário

A partir do final do século XX surgiram procedimentos de avaliações dos desempenhos das edificações. Estas metodologias envolvem uma investigação técnica, funcional e comportamental, utilizando vários instrumentos com o objetivo de programar intervenções a curto, médio e longo prazo. Essas avaliações, que podem ser realizadas antes e depois da construção, são procedimentos auxiliares para determinar se os objetivos do projeto foram alcançados e, se devem ser publicadas, para orientar os novos projetos. (RHEINGANTZ, 2006).

Uma edificação tem sua vida própria intimamente ligada aos usuários e diariamente sua avaliação é feita de forma inconsciente, baseado na vivência do dia-a-dia. O questionário, numa pesquisa, é um instrumento utilizado para a coleta de dados e se mostra como um meio satisfatório, pois atinge maior número de pessoas simultaneamente, obtendo resposta mais

rápida, com maior liberdade, devido a possibilidade do anonimato, e por não ter a influência do pesquisador, mas podendo apresentar respostas mascaradas em função de problemas internos.

O questionário (anexo 1) é de autopreenchimento, podendo ter identificação ou não, composto por questões de múltipla escolha e alguns comentários. Foram distribuídos 109 questionários que corresponde a 62 unidades para o 2º pavimento e 47 unidades para o 7º. O 11º pavimento não foi incluído no questionário, devido ao fato das salas terem utilização individual (Sala da Superintendência) e ocasional (Sala de Reunião), mas tendo alguns dados colhidos em conversa informal.

O questionário procurou abranger o conforto luminoso e se sabe que cada um, com seu histórico de vida, percebem o ambiente de maneira diferenciada. Os lançamentos das respostas estão apresentados em forma de “roscas” com os números percentuais, possibilitando comparações entre os resultados nos dois pavimentos.

Segundo Lakatos e Marconi (1995, p.201), em média os questionários alcançam 25% de devolução, logo, os números percentuais relativos às devoluções foram satisfatórios, pois ultrapassam 25%, para os dois pavimentos.

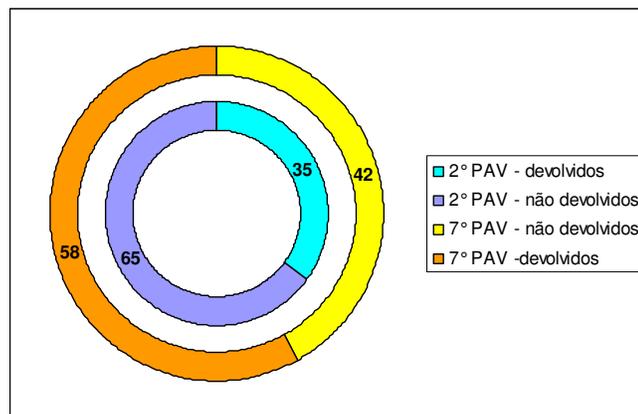


Figura 48 – Números percentuais referentes aos questionários devolvidos  
Fonte: autora

A questão número 1 é composta de 4 sub-questões e se refere aos dados pessoais, que inclui a possibilidade de identificação e a localização do usuário (apresentada na figura 48).

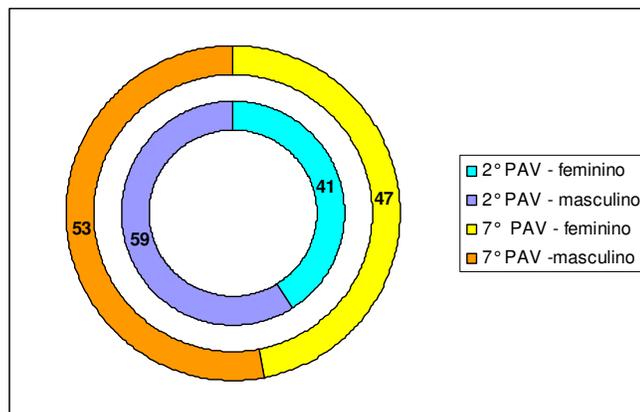


Figura 49 – Números percentuais referentes aos gêneros dos participantes  
Fonte: autora

A faixa etária predominante nos dois pavimentos está entre 26 e 45 anos.

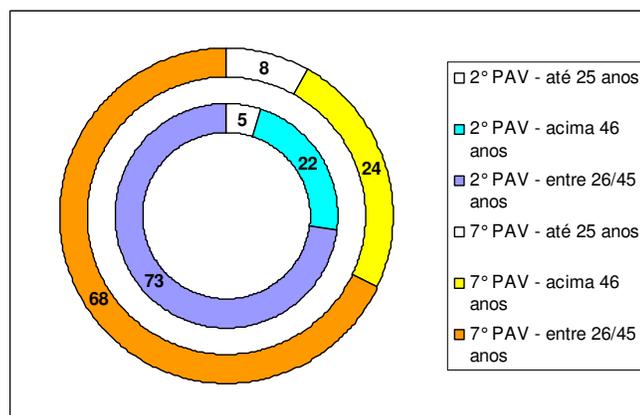


Figura 50 – Números percentuais referentes à faixa etária dos participantes  
Fonte: autora

A jornada de trabalho predominante é de 8 horas por dia.

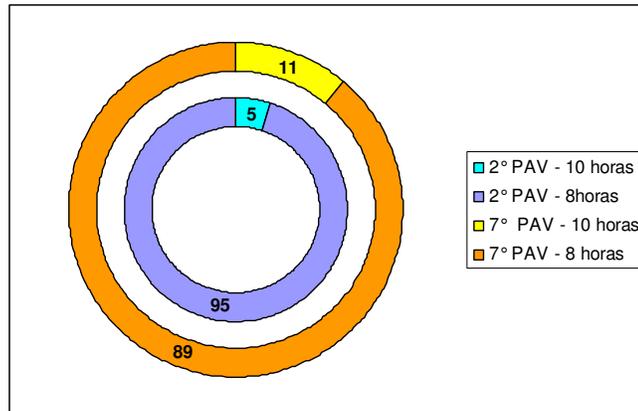


Figura 51 – Números percentuais referentes à jornada de trabalho  
Fonte: autora

A questão número 2 se refere ao tempo de pausa no expediente e a maioria (95% para o 2° pavimento e 89% para o 7° pavimento) tem uma hora de almoço.

A questão número 3 se refere à possibilidade de uma visão externa da estação de trabalho e a questão número 4, a sua importância, como apresenta a figura 52 e 53, respectivamente.

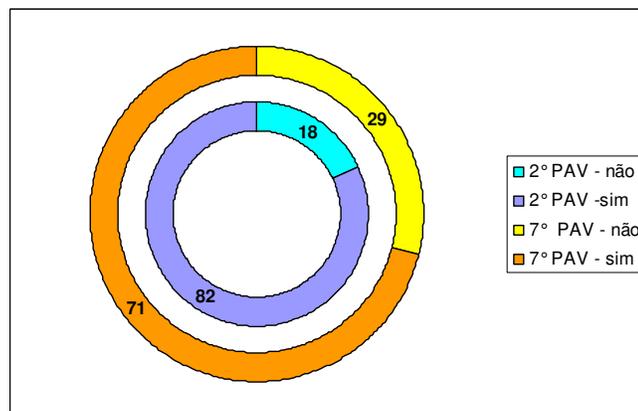


Figura 52 – Números percentuais referentes à possibilidade de visão externa  
Fonte: autora

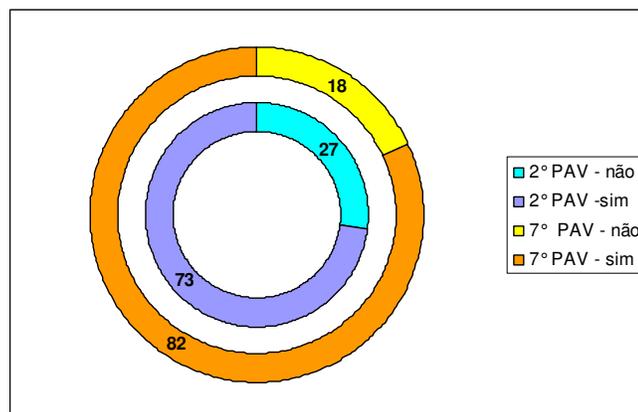


Figura 53 – Números percentuais referente à importância da visão externa  
Fonte: autora

---

A questão número 5 se refere ao uso das persianas internas.

---

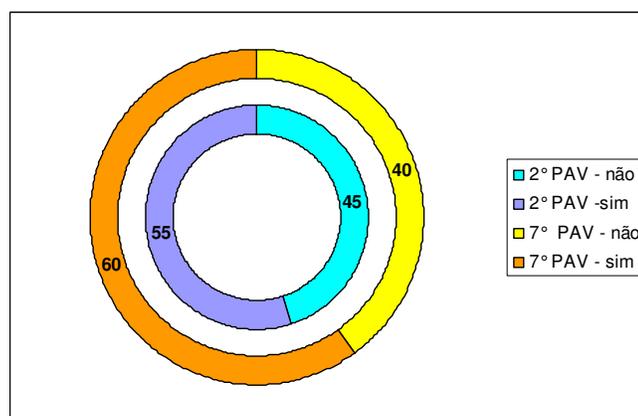


Figura 54 – Números percentuais referentes ao desejo das persianas abertas  
Fonte: autora

---

A questão número 6 se refere à sensação de claro/escuro, no início da jornada diária.

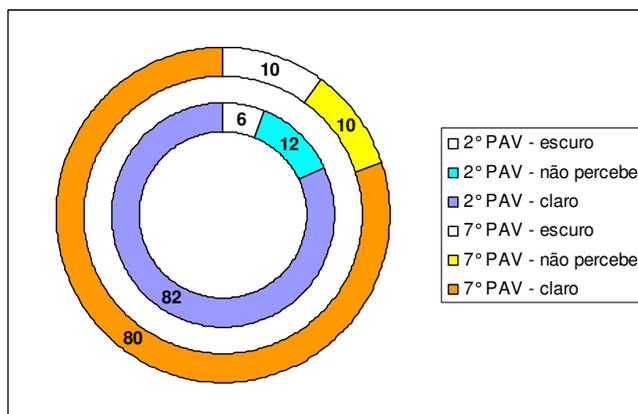


Figura 55 – Números percentuais referentes à sensação da iluminação ao chegar ao escritório  
Fonte: autora

A questão número 7 se refere às reflexões nas telas dos computadores.

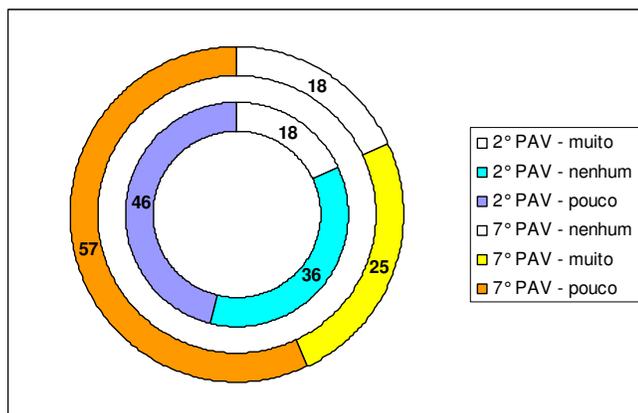


Figura 56 – Números percentuais referentes a reflexos nas telas dos computadores  
Fonte: autora

A questão número 8 se refere à vibração da iluminação no ambiente.

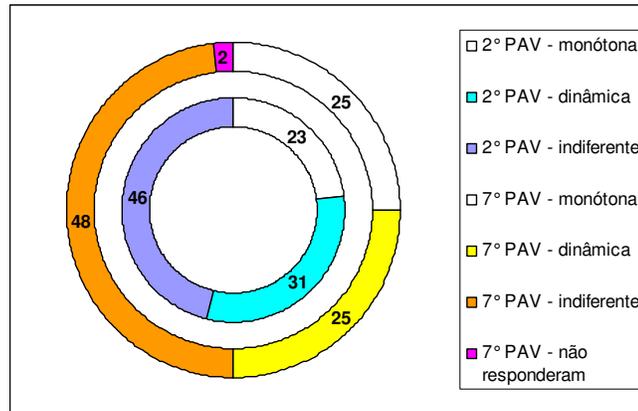


Figura 57 – Números percentuais referentes à avaliação da iluminação  
Fonte: autora

A questão número 9 é composta de 3 sub-questões e se refere a quantidade de luz/tarefas e a temperatura de cor das lâmpadas, como apresenta as figuras 58, 59 e 60, respectivamente.

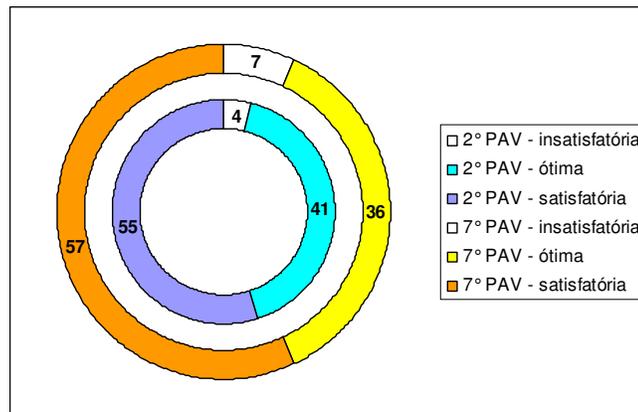


Figura 58 - Números percentuais referentes à avaliação da iluminação quanto à escrita e leitura  
Fonte: autora

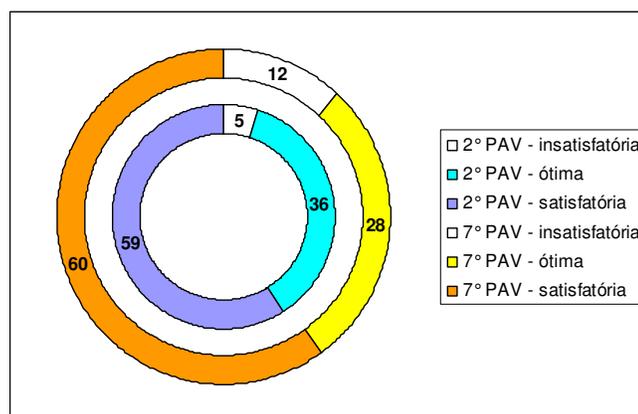


Figura 59 - Números percentuais referentes à avaliação da iluminação quanto à utilização do computador  
 Fonte: autora

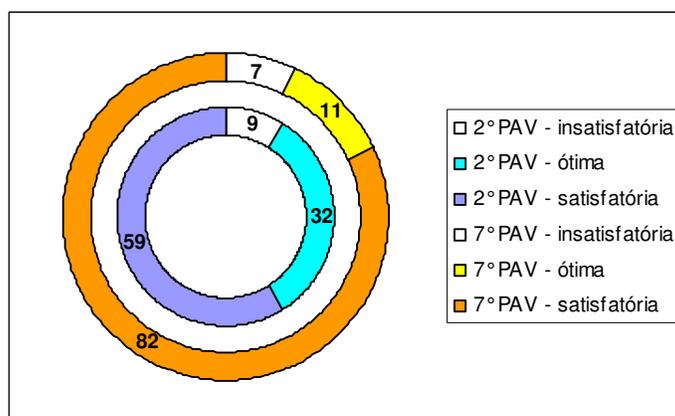


Figura 60 - Números percentuais referentes à avaliação da iluminação quanto à temperatura de cor.  
 Fonte: autora

A questão número 10 se refere aos sintomas de desconforto luminoso após uma jornada de trabalho.

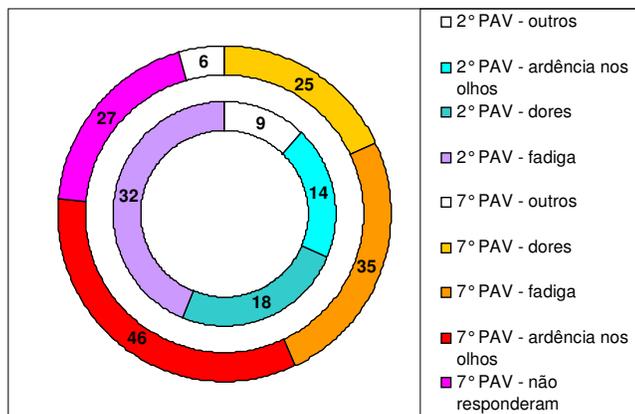


Figura 61 – Números percentuais referentes à avaliação física após um dia de trabalho.  
Fonte: autora

### 3.3 - Apresentação dos resultados

O projeto luminotécnico faz parte dos projetos chamados auxiliares e está vinculado ao projeto elétrico e a melhor situação é quando seu desenvolvimento dá suporte ao mesmo.

As soluções apresentadas no projeto luminotécnico fazem parte do conforto ambiental, em conjunto com o acústico e térmico, sendo vinculado a fatores como: estrutura, incêndio, ar condicionado, paginação do teto, mobiliário, manutenção, etc. para um perfeito resultado final.

O conforto luminoso se relaciona com a quantidade de luz necessária no ambiente, se conectando, atualmente, à eficiência energética e está relacionado com a especificação das luminárias e seus equipamentos, acionamentos e manutenção, mas sabe-se que o aspecto subjetivo, também, influencia o desempenho e auxilia na obtenção de um ambiente produtivo.

### 3.3.1 – Questionário

Num estudo de caso uma avaliação com os usuários é primordial, devido à convivência diária com o objeto em estudo. Neste caso se observa que:

- Existe um equilíbrio entre a quantidade de homens e mulheres;
- A faixa etária predominante está entre 26 e 45 anos, cujo conhecimento auxilia na escolha da iluminância;
- A jornada diária é de 8 horas, com 1 hora para almoço. Devido ao período prolongado ocorre a fadiga visual, que se elimina com o descanso a cada hora, de 5/10 minutos, saindo da frente do computador;
- A maior parte tem a oportunidade de uma visão externa e a considera importante. Sabe-se que a visão através de uma janela permite observar a troca da luz do dia e o tempo e, também, ajuda a reduzir a tensão muscular, pois tira o foco do campo de trabalho. Segundo *Enermodal Engeneering Limited of Kitchener* (2002, p. 7), o senso de bem-estar dos ocupantes é aumentado de acordo com a área da janela e a qualidade de uma vista é determinada pelas “informações contidas” e sendo maximizada quando três elementos visuais são inclusos: o céu, a visão do entorno (edificações, árvores) e visão horizontal (rua, vegetação);
- O fato de um equilíbrio nas respostas pela preferência das persianas aberto-fechadas provoca um ponto conflitante porque não há possibilidade da visão exterior, que foi considerada importante no item acima, mas seus fechamentos cooperam com a falta de ofuscamento nas telas dos computadores;
- A maioria percebe o ambiente claro ao chegar ao escritório. Esta sensação é variável porque nosso conceito de conforto é afetado por muitos fatores incluindo preferências pessoais, culturais e regionais. Sabe-se que a sensação de claro/escuro, pode variar entre as pessoas, em função dos fatores citados acima e um local com pouca iluminação, pode ser considerado satisfatório;
- A maior parte dos participantes considera pouco o reflexo na tela do computador, tendo em vista que trabalham com as persianas fechadas. Mas na *walkthrough* se verificou, em algumas estações de trabalho, reflexo na tela de computador, oriundo das luminárias e das janelas, caso as persianas estejam semi-abertas;
- A maior parte é indiferente à vibração da iluminação no ambiente. Os escritórios possuem o sistema de iluminação geral direto que pode parecer monótono pela sua

uniformidade, mas, por exemplo, no 2º pavimento, ela é bastante oscilante devido aos pontos escuros, como se verifica na tabela de levantamento da iluminância. O uso de uma cor laranja nos pilares internos é um ponto de realce, mas há necessidade de outros pontos, principalmente no 2º pavimento, devido às dimensões;

- A maior parte considera a iluminação satisfatória quando utiliza o computador, escreve ou lê, mas observando as tabelas com as iluminâncias é baixa, em algumas estações de trabalho;
- A temperatura de cor das lâmpadas fluorescente tubulares, que são predominantes, é de 4000K, sendo a indicada para ambiente onde se utiliza computador;
- Segundo Alan Hedge, professor do *College of Human Ecology at Cornell University*, a qualidade da luz está relacionada diretamente com os sintomas freqüentes de visão como dor de cabeça e vista cansada (GUZOWSKI, 2000). No 2º pavimento a maior parte sente fadiga e uma pequena parte ardência nos olhos e no 7º pavimento a metade dos participantes apresenta ardência nos olhos, justamente no local com maior área de visão exterior. Uma postura sistemática de descansar a visão a cada hora evita este desconforto.

### **3.3.2 – Avaliação do conforto luminoso**

A quantidade de luz num ambiente é responsável pela visão da tarefa, mas não é a única necessidade para se obter o conforto luminoso. Situações como fadiga visual, ofuscamento, etc. são evitados analisando a arquitetura, os acabamentos internos e externos, as luminárias/lâmpadas e os mobiliários. A informação, para os usuários, quanto à função da manutenção para um ambiente com conforto luminoso e sua influência no resultado do projeto.

- Dispositivos de proteção solar

Para uma avaliação da disponibilidade da iluminação natural é necessária uma análise do entorno. Os resultados obtidos na análise da incidência solar, dos dispositivos de sombreamento e o sombreamento feito por construções vizinhas são apresentados na figura 62. Quanto ao sombreamento se observa que todas as fachadas não afetadas no intervalo de 9h00min/15h00min. A fachada norte, atualmente, possui edificações mais baixas, mas pelo

fato da região pertencer ao Decreto 322<sup>5</sup>, não existe a possibilidade de se erguer construções que afetem o 7º pavimento, devido às dimensões dos terrenos.

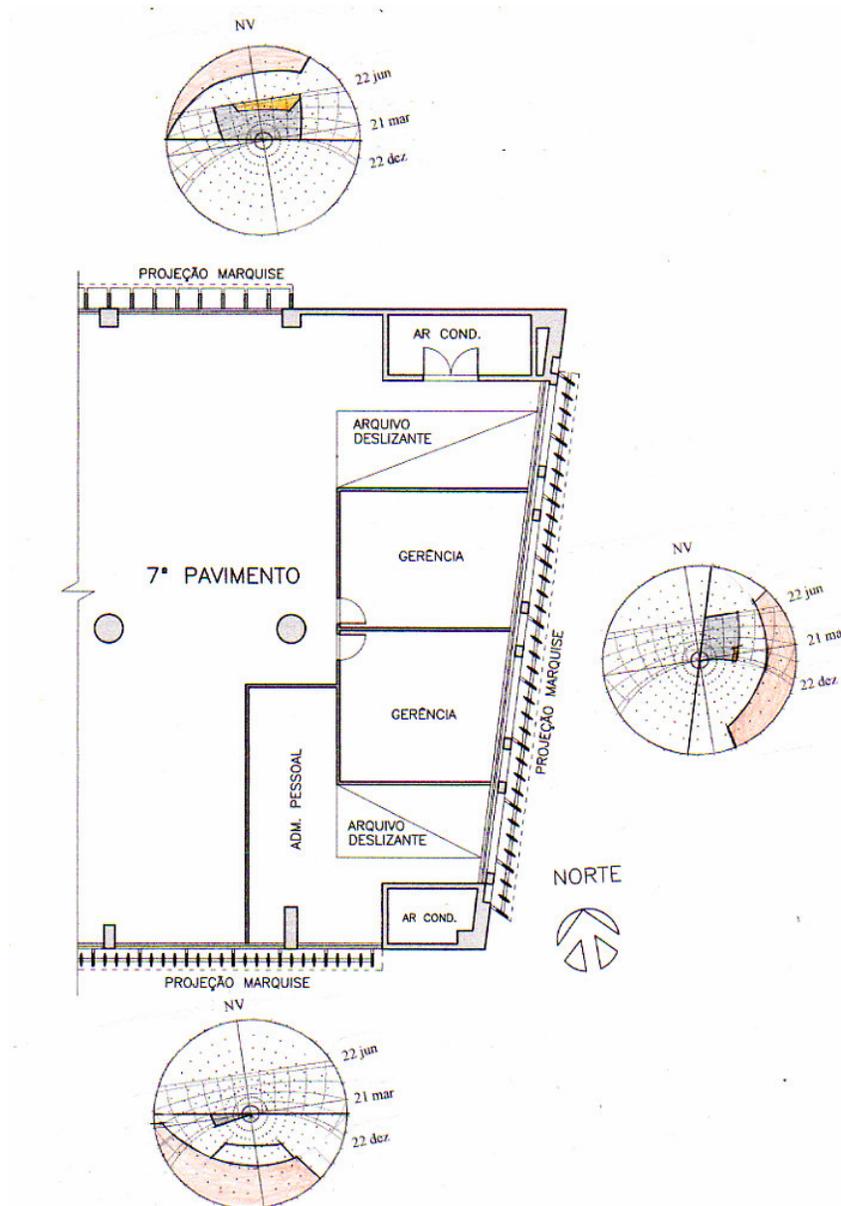


Figura 62 – Incidência solar e sombreamento  
Fonte: autora

<sup>5</sup> Decreto 322, 03.03.1976: aprova o regulamento de Zoneamento do Município do Rio de Janeiro, que estabelece as mobilidades, a intensidade e a localização do uso do solo e das atividades permitidas no município, sendo complementado por diversos decretos e leis.

Uma foto tirada no dia 21 de junho, aproximadamente às 11h00min, comprova que os dispositivos de sombreamento na fachada norte permite a penetração da radiação solar direta, que além de causar desconforto, causa ofuscamento na tela do computador. Segundo informação colhida durante a *walkthrough* a película existente nesta fachada ameniza a penetração, mas devido às reflexões nas telas dos computadores foram instaladas as persianas verticais, que não fazem parte do projeto original.

---

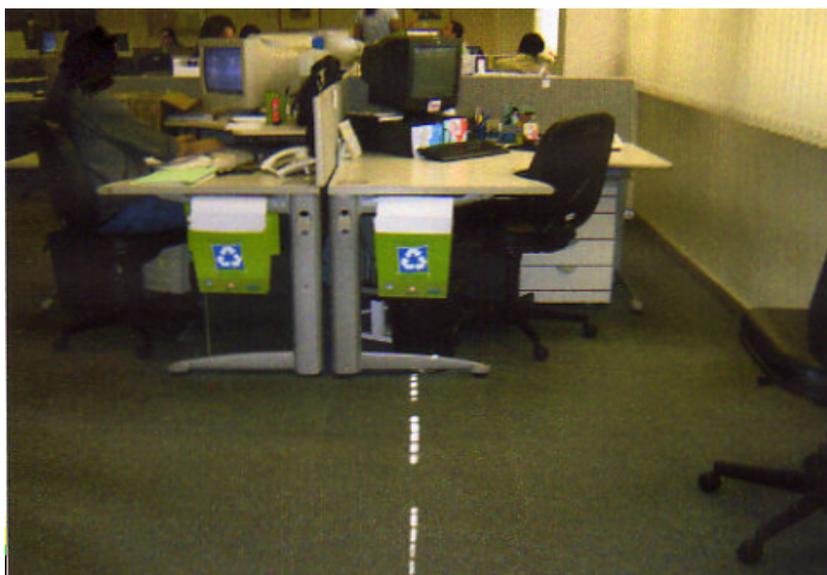


Figura 63 – Radiação solar direta – fachada norte  
Fonte: autora

---

Isto comprova que o usuário procura uma solução para seu desconforto, que deveria ser resolvido na fase de projeto. Neste caso o problema é da arquitetura com seus dispositivos de proteção solar que permite a radiação solar direta no horário de trabalho.

Os dispositivos de proteção solar diminuem a quantidade de admissão da iluminação natural e protege quanto a radiação solar direta, logo cabe ao profissional ter uma postura sustentável, com a integração da iluminação natural e artificial para o alcance da eficiência energética. Um maior conhecimento na concepção de fachadas envidraçadas com dispositivos de proteção solar em uma cidade, como o Rio de Janeiro, com grande luminosidade, é necessário para uma arquitetura que prioriza o bem estar dos usuários e uma eficiência energética.

- Iluminância e luminâncias do entorno

Como a iluminação natural não é satisfatória a iluminação artificial acaba sendo utilizada ao longo da jornada de trabalho. De acordo com o questionário a faixa etária predominante está entre 26 e 45 anos. Segundo ABNT NBR 5413 - tabela 1 (iluminância por classe de tarefa visual) apresenta 3 propostas para a iluminância sendo determinado pela tabela de peso, logo a iluminância adotada é 500 lux (iluminância inferior).

Outra verificação para a iluminância é a utilização da tabela em função da tarefa que envolve a tela de computador, escrita a leitura em papel impresso (tabela 1). Observou-se, na *walkthrough*, que nos dois pavimentos, o contraste na tela do computador é o negativo e a proposta da iluminância para esta situação é entre 500 e 750 lux, logo 500 lux, são admissíveis.

A iluminância vertical não foi verificada para os dois pavimentos porque no dia do levantamento (sábado) o escritório não estava funcionando.

A luminância proveniente de uma superfície, não radiante, pode ser calculada, entre outra, pela equação:<sup>6</sup>

$$L = \frac{\rho \cdot E}{\pi}$$

Onde: L = luminância (cd/m<sup>2</sup>)

$\rho$  = coeficiente de reflexão

E = Iluminância sobre esta superfície (lux)

Na movimentação visual entre a leitura de um papel impresso e a tela de computador a adaptação é afetada pelas luminâncias das superfícies do entorno imediato e a tarefa. Para minimizar este efeito é necessário que se mantenha a razão de 3:1 e na razão é 2:1, não permitida uma ênfase confortável na tarefa.

- Luminárias/lâmpadas

A luminária predominante nos 2º e 7º pavimentos é a embutida, com refletor e aleta parabólica em alumínio anodizado com alto brilho, para 2 lâmpadas fluorescentes tubulares de

---

<sup>6</sup> Disponível em: <[http://br.osram.info/download\\_center/manual\\_luminotecnico.htm](http://br.osram.info/download_center/manual_luminotecnico.htm)>. Acesso em: 20 ago 2006.

32w (T8), temperatura de cor 4000K e índice de reprodução de cor 85%, apresentando ofuscamento nos ângulos de visão, conforme observação feita durante a *walkthrough*.

- Acabamentos

Um fator determinante para melhorar a distribuição da luz e evitar desconforto luminoso em um ambiente é o acabamento das superfícies e sua manutenção. As cores claras e acabamentos não polidos cooperam com o conforto luminoso.

- Ambientação

A ambientação em composição com a iluminação e acabamentos faz do ambiente um local confortável e assim um aumento da produtividade está garantido. Muitas vezes a escolha de uma estação de trabalho evidencia o lado estético/financeiro e todo um projeto de interiores pode ocasionar desconforto. Sabe-se que a melhor posição de uma estação de trabalho, quando se utiliza o computador, é a direção visual do usuário paralela à linha da janela. Uma solução que apresenta uma economia de energia é uma luminária acoplada ao mobiliário para uma complementação da iluminância na hora da escrita/leitura.

Não adianta os *designs* de interior analisar corretamente o uso das cores e ergonomia, se a posição da estação de trabalho provoca o ofuscamento pela janela.

## ► 2° pavimento

- Dispositivos de proteção solar

Este pavimento possui a fachada leste envidraçada, com dispositivos de proteção solar e persiana verticais, que não fazem parte do projeto, e grande parte de sua extensão é ocupada pela gerência, arquivos e ar condicionado. Neste pavimento é a única fachada para a admissão da iluminação natural no escritório panorâmico (figura 37).

Analisando a tabela 3, com as iluminâncias, para a iluminação natural se verifica que a gerência e o lado esquerdo do escritório panorâmico, nas estações de trabalho mais próximas à janela, apresentam níveis suficientes ( $\geq 500$  lux) e o lado direito possui pouca iluminância ( $\leq 100$  lux).

- Iluminância e luminância

Na planta com a localização das luminárias (figura 39), a ambientação não se harmoniza com a paginação das luminárias. Isto causa uma oscilação no nível de iluminância, para a iluminação artificial e persiana fechadas, pois é a maneira normal de trabalho e se verifica que existem locais com valores maiores que 500 lux e outros menores que 300 lux.

No caso do 2º pavimento, a luminância do entorno é aproximadamente 53 cd/m<sup>2</sup> (300lux) e 88 cd/m<sup>2</sup> (500lux). Sabe-se que luminâncias na tela do computador está em torno de 50cd/m<sup>2</sup>, logo a razão entre elas é menor que 2:1, o que não permite uma ênfase confortável na tarefa.

- Luminárias/lâmpadas

A luminária predominante neste pavimento possui refletor e aleta parabólica em alumínio anodizado com alto brilho, mas não foram verificados os ângulos de visão críticos, pois causam ofuscamento na tela do computador. Muitos profissionais têm a informação que as aletas parabólicas por si só evitam o ofuscamento e não avaliam as curvas de luminância das luminárias, e muitas vezes as especificações são modificadas por motivo de custo.

A lâmpada utilizada, no momento do projeto, pertencia à última geração de lâmpadas fluorescentes tubulares, mas, atualmente, a lâmpada fluorescente tubular (T5) de 28w, que apresenta comprimento aproximado a existente, apresenta mais economia: menor potência, maior fluxo luminoso e maior vida útil e são associada a um reator eletrônico, que auxiliam a eficiência energética do conjunto.

- Acabamentos

Os acabamentos das principais superfícies e seus coeficientes de reflexão são apresentados na tabela 7.

Superfície	Acabamento	Coefficiente de reflexão (*)	(**)
Teto	Branco	70 a 80%	Em torno de 80%
Paredes	Bege	25 a 35%	Entre 30 a 50%
Piso	Cinza escuro	10 a 15%	20%
Superfície da estação de trabalho	Madeira clara	40%	20 a 40%

(\*) Osram do Brasil Cia de lâmpadas elétricas Ltda., 2001.

(\*\*) Valores propostos por Steffy, 1995.

Tabela 7 – Análise das reflexões das principais superfícies referentes ao 2º pavimentos  
Fonte: a autora

Pela tabela acima, se verifica que a superfície do piso deveria ser mais clara para uma melhor distribuição da iluminação no espaço e um conforto luminoso, pois contribui para a adaptação visual.

- Ambientação

Este pavimento possui um agrupamento de estação de trabalho variado, o que dá uma sensação confusa. As estações de trabalho não possuem o formato adequado para a localização do computador em relação a janela.

► **7º pavimento**

- Dispositivos de proteção solar

Este pavimento possui 3 fachadas (norte, leste e sul) envidraçadas e com dispositivos de proteção solar e persianas verticais, que, também, não fazem parte do projeto inicial, mas evita o ofuscamento na tela do computador. Na fachada norte o vidro possui, internamente, uma película com listas horizontais, para amenizar a radiação solar direta, sendo instalado antes das persianas. A fachada leste é inteiramente ocupada pela gerência, arquivos e ar condicionado e só restando as fachadas norte e sul para a admissão da iluminação natural no escritório panorâmico (figura 40).

Analisando a tabela 5, com as iluminâncias, para iluminação natural se verifica que na fachada norte, próximo a janela, somente 2 estações de trabalho apresentam níveis superiores a 500 lux, e as outras tem o bloqueio pilares que avançam no ambiente. Na fachada sul, as iluminâncias, para a iluminação natural, apresentam valores acima de 500 lux na maioria das estações de trabalho e só dois locais apresentam níveis abaixo devido a proximidade do pilar e o recolhimento das persianas relativas ao vão.

- Iluminância e luminância

Na planta com a localização das luminárias (figura 42), observa-se que existe uma paginação uniforme. A maioria das estações de trabalho tem valor superior a 500lux e nunca inferior a 300lux, para a situação de uso, isto é iluminação artificial e persiana fechadas.

Neste pavimento, a luminância do entorno é aproximadamente 38 cd/m<sup>2</sup> (300lux) e 64 cd/m<sup>2</sup> (500lux). Sabe-se que luminâncias na tela do computador está em torno de 50cd/m<sup>2</sup>, logo a razão entre elas é menor que 2:1, o que não permite uma ênfase confortável na tarefa.

- Luminárias/lâmpadas

Este pavimento possui a mesma luminária, lâmpada e reator referente ao 2º pavimento, logo as observações já feitas são aqui aplicadas.

- Acabamentos

Os acabamentos das principais superfícies e seus coeficientes de reflexão são apresentados na tabela 8.

Superfície	Acabamento	Coefficiente de reflexão (*)	de (**)
Teto	Branco	70 a 80%	Em torno de 80%
Paredes	Bege	25 a 35%	Entre 30 a 50%
Piso	Cinza escuro	10 a 15%	20%
Superfície da estação de trabalho	Cinza claro	40% a 45%	20 a 40%

(\*) Osram do Brasil Cia de lâmpadas elétricas Ltda, 2001.

(\*\*) Valores propostos por Steffy, 1995.

Tabela 8 – Análise das reflexões das principais superfícies referentes ao 7º pavimentos  
Fonte: a autora

Pela tabela acima, se verifica que a superfície do piso deveria ser mais clara para uma melhor distribuição da iluminação no espaço e um conforto luminoso, pois contribui para a adaptação visual.

- Ambientação

Este pavimento possui um agrupamento de estação de trabalho constante, o que dá uma sensação de organização. As estações de trabalho não possuem o formato adequado para a localização do computador em relação à janela.

► 11º pavimento

- Dispositivos de proteção solar

A Sala de Reunião possui fachada sul envidraçada, com dispositivos de proteção solar e, internamente, elemento de bloqueio total da iluminação natural e, somente no ponto próximo a janela apresenta a iluminância, para iluminação natural, superior a 500 lux (tabela 6). A Sala da Superintendência possui a mesma fachada e mesmos elementos de proteção, tanto externo quanto interno e, também, somente no ponto próximo a janela apresenta iluminância, para iluminação natural, superior a 500 lux (tabela 6).

- Iluminância e luminância

A Sala de Reunião é utilizada para tarefas convencionais como leitura/escrita em papel impresso e, atualmente, com a possibilidade de uma utilização de *laptop*. O seu sistema de iluminação é misto (geral direto e localizado) e isto provoca uma variação nos valores das iluminâncias. Segundo a figura 47, os principais pontos estão situados sobre a mesa e possuem iluminâncias menores que 500 lux, para iluminação artificial, com o elemento interno fechado (tabela 6). Como a iluminância média, nos pontos da mesa, são 213 lux, a luminância do entorno fica aproximadamente em 14 cd/m<sup>2</sup>, se sabe que luminâncias na tela do computador está em torno de 50cd/m<sup>2</sup>, logo a razão entre elas é menor que 2:1, o que não permite uma ênfase confortável na tarefa.

A Sala da Superintendência possui o sistema misto (geral indireto e localizado). Segundo a figura 47, o principal ponto está situado sobre a mesa e possui a iluminância menor que 500 lux, para iluminação artificial, com o elemento interno fechado (tabela 6). Como a iluminância média, na mesa, são 423 lux, a luminância do entorno fica aproximadamente em 54 cd/m<sup>2</sup>, logo a razão entre elas é menor que 2:1, o que não permite uma ênfase confortável na tarefa.

- Luminárias/lâmpadas

As salas têm soluções de iluminação diferenciada, como se apresenta na figura 47. A Sala de Reunião possui uma iluminância média baixa (213 lux sobre a mesa), as luminárias instaladas têm lâmpadas com índice de reprodução de cor excelente (85% e 100%) e são pontos de ofuscamento em alguns lugares da mesa, caso se use um *laptop*.

A Sala da Superintendência possui uma iluminância média de 423 lux sobre a mesa, as luminárias instaladas têm índice de reprodução de cor excelente (85%) e a luminária próxima à janela causa ofuscamento na tela do computador, pois está no intervalo do ângulo de visão de 45° e 85°.

- Acabamentos

Os acabamentos das principais superfícies e seus coeficientes de reflexão, referentes às duas salas, são apresentados na tabela 9.

Superfície	Acabamento	Coefficiente de reflexão (*)	de (**)
Teto	Branco	70 a 80%	Em torno de 80%
Paredes	Sala de Reunião	15 a 20 %	Entre 30 a 50%
	Madeira escura com tecido azul escuro		
	Sala da Superintendência	40%	
	Madeira clara (pau marfim) e tecido verde		
Piso	Cinza escuro	10 a 15%	20%
Superfície da estação de trabalho	Sala de Reunião (mesa)	15 a 20 %	20 a 40%
	Madeira escura		
	Sala da Superintendência	40%	
	Madeira clara (pau marfim)		

(\*) Osram do Brasil Cia de lâmpadas elétricas Ltda, 2001.

(\*\*) Valores propostos por Steffy, 1995.

Tabela 9 – Análise das reflexões das principais superfícies referentes ao 11º pavimento

Fonte: a autora

Pela tabela acima, se verifica que na Sala de Reunião as superfícies das paredes, piso e a mesa deveriam ser mais claros para uma melhor distribuição da iluminação no espaço e, logo, um conforto luminoso, pois contribui para a adaptação visual e na Sala da Superintendência a superfície do piso deveria ser mais clara, pelos mesmos motivos citados.

- Ambientação

Na Sala da Superintendência a posição do computador é de frente para a janela e por isto o elemento de bloqueio, que a cobre parcialmente, reflete na divisória de vidro, causando desconforto no usuário, por ser um ponto brilhante e atraindo o olhar. Uma proposta é modificar a ambientação, colocando o computador paralelo à linha da janela.



Figura 64 – 11° pavimento – Sala da Superintendência – reflexão da janela na divisória de vidro.

Fonte: autora

---

### **3.3.3 – Avaliação do sistema de iluminação implantado**

A redução do consumo de energia pode ser alcançada com uma especificação atenta a eficiência energética. Lâmpadas com melhores rendimentos, equipamentos mais capacitados e controles de iluminação mais elaborados estão no mercado, mas muitas vezes na compra se prioriza o custo e um projeto que poderia ser eficiente não alcança seus objetivos. A manutenção, também, é um fator de sucesso do projeto, tanto das luminárias quanto de todas as superfícies existentes no ambiente, pois colaboram para a distribuição da iluminação. Cabe ao profissional relatar a informação necessária quanto à especificação, seus custos-benefícios e manutenções.

Uma avaliação da potência instalada por  $m^2$ , para o 2° pavimento se apresenta em torno de 11 w/  $m^2$  e para o 7°, em torno de 9 w/ $m^2$ , que são valores considerados baixo, pois o valor apresentado na Europa é de 12 w/ $m^2$ . Sabe-se, diante do levantamento de iluminância, que existem pontos obscuros, tendo a necessidade de uma revisão do projeto luminotécnico/ambientação.

No momento do projeto, a instalação de lâmpadas fluorescentes tubulares 32w eram as mais eficientes, porém, hoje existem lâmpadas de 28w (T5) com menor potência, maior fluxo luminoso e vida útil, encontradas com a temperatura de cor 4000K e possuindo índice de reprodução de cor de 85%.

Os reatores instalados para as lâmpadas fluorescentes tubulares são magnéticos e, se sabe, que os reatores eletrônicos apresentam melhor eficiência, portanto sua troca pode ser realizada durante a manutenção. Segundo tabela de cálculo de rentabilidade<sup>7</sup>, para o 2º pavimento, cuja potência instalada é 6.17 kw, com a troca passa a 5.37 kw e para o 7º pavimento, cuja potência instalada é de 3.65 kw, com a troca passa para 3.15 kw.

Os sistemas de controle implicam numa redução no consumo, desde a instalação de interruptores corretamente, por exemplo, separar as luminárias próximas a janela, até os mais sofisticados, como os sensores de diferentes ações e comandos. A automação de acendimento pode aumentar a economia de energia, não só por controlar o período de funcionamento, mas o projeto elétrico tem que apresentar características de eficiência energética.

Qualquer projeto se torna eficiente a partir do momento que o profissional e o proprietário têm consciência da economia de energia e uma informação aos usuários e o responsável pela manutenção é necessária para não ocorrer problemas por falta de informação.

### **3.4 – Conclusão**

O Condomínio Casa do Comércio está inserido no grupo de edifícios inteligentes, mas uma das propostas para aumentar sua eficiência energética é a de integração da iluminação natural e artificial, mesmo nas áreas próximas a janela, com um acendimento diferenciado do restante. Os dispositivos de proteção solar permitem a penetração da radiação direta, mas o uso da persiana decorrente do ofuscamento na tela do computador, se dispensa com a mudança das estações de trabalho em composição com a janela.

---

<sup>7</sup> Osram do Brasil Cia de Lâmpadas Elétricas Ltda. Cálculo de Rentabilidade. Disponível em: <<http://www.osram.com.br>>. Acesso: 20 de fevereiro de 2006.

As medições da iluminâncias são necessárias ao desenvolvimento do assunto e mostram que muitos estão trabalhando com valores abaixo. Sabe-se que para uma avaliação da iluminação natural, outras medições deveriam ser realizadas, como também, para a artificial, mas um levantamento em ambiente de trabalho causa uma mudança comportamental, como foi observado durante as visitas que se sucederam ao estudo.

Durante as *walkthroughs* se verificou que há reflexões nas telas dos computadores oriundas das luminárias, logo na sua especificação não foram observados os ângulos de visão críticos.

Na apresentação dos resultados é apontada uma proposta, que pode ser feita a partir das manutenções de troca de lâmpadas, onde as novas podem até ser adaptadas as luminárias existentes. Com esta troca o número total de luminárias são minimizadas, mas um novo projeto luminotécnico se faz necessário.

Uma iluminação localizada na tarefa auxilia a redução no consumo de energia e as estações de trabalho, por exemplo, com uma luminária articulada acoplada, que não ocupa espaço na mesa, resulta na aplicação de uma iluminância geral mais baixa.

Sabe-se que o reator eletrônico é mais eficiente que o magnético e sua troca representam uma economia de energia. Outro fator importante é a manutenção, não só da troca de lâmpada, mas a conservação da superfície de reflexão da luminária por causa do rendimento do conjunto.

As reflexões das superfícies auxiliam na distribuição da iluminação e cooperam com um ambiente mais vibrante. Apesar da cor laranja nos pilares internos, ainda falta uma vibração que poderia ser conseguida pela luz ou por uma obra de arte.

A opinião dos usuários é muito importante, principalmente quando se trata de uma pós-ocupação, apesar de se saber que seu histórico pessoal interfere no seu conceito de conforto ambiental e que, às vezes, ele está inserido numa situação, que desconhece ser problemática. Sabe-se que a capacidade visual varia entre os indivíduos dependendo do sistema ótico e da idade, que interfere, também, na capacidade de acomodação, logo para uma avaliação do conforto luminoso, que está estritamente ligado a quantidade de luz e sua interferência ótica no espaço, a utilização do questionário é um meio importante de coleta de dados. O resultado

do questionário, quanto ao conforto luminoso, mostra que a maior parte dos usuários está satisfeito com a iluminância, a cor da luz e gostaria de uma visão externa.

## 4 CONSIDERAÇÕES FINAIS

---

Esta dissertação considera o ambiente para escritórios com conforto luminoso, aliando a técnica com a estética, para a produção de um aumento da produtividade. O projeto luminotécnico, principalmente para iluminação artificial, passou a ter uma valorização mais pelo lado estético e, algumas vezes, considerando a eficiência do sistema, mas sem uma observação quanto ao conforto visual, onde o conforto luminoso está inserido.

Com o aumento da energia para abastecer o planeta e suas conseqüências no meio ambiente, o conceito de sustentabilidade está muito divulgado. O Brasil, apesar de possuir uma posição bastante significativa no cenário mundial, pelas suas riquezas naturais, tem o seu problema no crescimento do consumo, que não possui um mecanismo de regulamento legal. Uma maior economia é alcançada com um projeto de arquitetura, onde as análises quanto ao conforto ambiental são admitidas na fase do estudo preliminar. Uma arquitetura mal resolvida apresenta uma eficiência energética parcial, mesmo para uma edificação “inteligente”.

Analisando o histórico das edificações destinadas a escritórios, no final da década de 60, se verifica que a solução de fachadas envidraçadas, na cidade do Rio de Janeiro, é muito freqüente e, para a maioria não foi realizado um estudo quanto a dispositivos de proteção solar e a especificação de vidros compatíveis, que muitas vezes são definidos em função da estética.

Atualmente grandes interesses pela iluminação natural têm renascido, por motivos da eficiência energética e do conforto visual. Sabe-se que uma economia é proporcionada quando se faz sua integração com a iluminação artificial e que sua quantidade e distribuição interna, depende de um conjunto de variáveis, onde as condições climáticas do local, a composição do entorno, a arquitetura com sua orientação, detalhes construtivos, aberturas, características dos envidraçados e os revestimentos internos e externos auxiliam no seu desempenho.

As janelas, como um meio de admissão da iluminação natural, tantas vezes apontadas como um elemento construtivo desconfortável por causar ofuscamento, deve possuir mais atenção durante o desenvolvimento dos projetos para se tornar um elemento de descanso visual, pela sua finalidade maior que é a ligação do exterior, com sua variação de luz, ao interior.

Existe uma falta de divulgação de dados dos materiais e componentes construtivos, onde as características físicas dos produtos só são divulgadas quando solicitadas pelos profissionais. Um apoio técnico sobre um material resulta em especificações mais seguras e, conseqüentemente, em projetos inseridos no local e na finalidade. Todas as decisões devem ser acompanhadas de uma análise de custo-benefício e a eficiência energética do sistema de iluminação proposto depende da visão, a respeito do assunto, do profissional e do proprietário.

O conjunto luminárias/lâmpadas/equipamentos são componentes importantes para a iluminação artificial de um ambiente, logo não pode se tornar um elemento desconfortável e ineficiente energeticamente, em função de sua especificação. Muitas vezes, o projeto de luminotécnica apresenta uma especificação que na compra é trocada, por motivo de preço, sem uma análise mais detalhada.

A ambientação de um escritório panorâmico é importante pela associação a organização e facilidade de intercâmbio entre as diversas tarefas desenvolvidas. O formato das estações de trabalho deve ser analisado em função da ambientação para não apresentar situações em que a posição do usuário é desfavorável em relação à janela. Os revestimentos de suas superfícies favorecem a distribuição da iluminação e proporcionam conforto luminoso, logo uma atenção as luminâncias e iluminâncias são consideradas.

Evidentemente, em uma grande concentração de usuários um ambiente confortável engloba outros fatores além do conforto luminoso, mas este tem um valor considerável por ser primário, isto é para se desenvolver bem uma tarefa o primeiro requisito é a iluminação e um aumento da produtividade é alcançado quando se associa à outros fatores.

A arquitetura é responsável por parte dos problemas pós-ocupacionais de um ambiente, mas este pode ser estendido ao acabamento, mobiliário e iluminação, porque muitas vezes não existe um intercâmbio entre os profissionais das diversas áreas. Não adianta uma arquitetura com técnicas construtivas de última geração se uma especificação do mobiliário e iluminação não apresentarem certos cuidados de observação. Muitas vezes o fator economia modifica uma especificação sem comunicação com o profissional responsável, descaracterizando todo um projeto. A consciência do conceito de sustentabilidade nos profissionais dos diversos projetos e no proprietário torna mais acessível sua aplicação.

A análise dos dados desta dissertação permite concluir que existe a viabilidade na utilização do conforto luminoso em ambientes destinados a escritórios associado à eficiência energética, tão divulgada atualmente. Mas se observa que os profissionais precisam estar atentos ao assunto no desenvolvimento dos projetos e os proprietários com consciência que esta eficiência é interessante para o seu bolso e o meio ambiente.

## REFERÊNCIAS

---

- ADAM, Roberto Sabatella. **Princípios do Ecoedifício: Interação entre Ecologia, Consciência e Edifício**. São Paulo: Aquariana, 2001.
- ALLUCCI, Marcia Peinado. **Conforto Térmico, conforto Luminoso e Conservação de Energia Elétrica - Procedimento para desenvolvimento e Avaliação de Projeto de Edificações**. 1992. Tese (Doutorado em Arquitetura e Urbanismo) Universidade de São Paulo, São Paulo, 1992.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 5413 – Iluminância de Interiores**. Rio de Janeiro: abril 1992. 13p.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 15215- – Iluminação Natural**. Rio de Janeiro: março 2005. 4 partes.
- BAKER, N.; FANCHIOTTI, A.; STEEMERS, K.. **Daylighting in architecture. A European reference book**. Londres: James & James, 1998.
- BATTISTELLA, Márcia Regina. **A importância da cor em ambientes de trabalho. Estudo de caso**. Florianópolis: 2003. 122 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção) – Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2003.
- BORMANN, Oto Roberto. **Iluminação Natural em salas de aula e Escritórios com uso de prateleiras de luz**. 2003. 123 f. Tese (Mestrado em Tecnologia) — Centro Federal de Educação Tecnológica do Paraná (CEFET/PR), 2003.
- BUCHWEITZ, Sigried Neutzling. **Reabilitação de edifícios de escritórios com grandes superfícies de vidro: a questão do conforto lumínico-visual**. 2005. 170 f. Dissertação (Mestrado em Conforto Ambiental e Eficiência Energética) – Faculdade de Arquitetura e Urbanismo, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2005.
- CABÚS, Ricardo. **Análise do desempenho luminoso de sistemas de iluminação zenital em função da distribuição de luminância**. 1997. 156 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) – Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 1997.
- CARVALHO, Léa Therezinha Alves de. **Simulação e análise da iluminação natural em interiores**. 1992. 172f. Dissertação (Mestrado em Conforto Ambiental e Eficiência Energética) – Faculdade de Arquitetura e Urbanismo, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 1992.
- CORRÊA, Helena H.; SOUZA, Roberta G. **A utilização racional da energia na edificação**. (VI ENCONTRO NACIONAL E III ENCONTRO LATINO-AMERICANO SOBRE CONFORTO NO AMBIENTE CONSTRUÍDO. São Pedro/SP, Brasil, 2000). Anais do ANTAC, 2000.
- ENERMODAL ENGINEERING LIMITED OF KITCHENER. **Daylighting guide for Canadian commercial buildings**. Canadá, 2002.

ELEVADORES ATLAS. **Arquitetura um olhar vertical**. São Paulo: Antonio Bellini Editora e Design, [?].

FONSECA, Ingrid Chagas Leite da. **Qualidade da luz e sua influencia sobre a saúde, estado de animo e comportamento do homem**. 2000. 64f. Dissertação (Mestrado em Conforto Ambiental e Eficiência Energética) – Faculdade de Arquitetura e Urbanismo, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2000.

FROTA, Anésia Barros; SCHIFFER, Sueli Ramos. **Manual de conforto térmico**. São Paulo: Studio Nobel, 2003.

FROTA, Anésia Barros. **Geometria de Insolação**. São Paulo: Geros Ltda, 2004.

GIEDION, Sigfrido. **El futuro de una nueva tradición espacio. Tiempo arquitectura**. Barcelona: Editorial Científico – Médica Barcelona, 1995.

GORGULHO, Cristiane Fernandes. **Iluminação em Escritórios: Dos Fundamentos às Recomendações Técnicas do Projeto com Ênfase no Trabalho Informatizado**. 1998. 269 f. Dissertação (Mestrado em Conforto Ambiental e Eficiência Energética) – Faculdade de Arquitetura e Urbanismo, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 1998.

GUZOWSKI, Mary. **Daylighting for Sustainable Design**. New York: McGraw-Hill, 1999.

HOPKINSON, R. G. e KAY, J.D. **The Lighting of Building**. London: Frederick A. Praeger, Inc., Publishers, 1969.

HOPKINSON, R. G.; PETHERBRIDGE, P.e LONGMORE, J. **Iluminação Natural**. Lisboa: Fundação Calouste Gulbenkian, 1966.

ILLUMINATING ENGINEERING SOCIETY, IES **Lighting Handbook**, 9a ed., New York, Illuminating Engineering Society, 2000.

ILLUMINATING ENGINEERING SOCIETY, IES **Ready Reference**, 9a ed., New York, Illuminating Engineering Society, 2003.

LAKATOS, Eva Maria; MARCONI, Marina de Andrade. **Fundamentos de metodologia científica**. 3. ed. São Paulo: Atlas S.A., 1995.

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

LEMOES, Eduardo Gomes de Sousa. **A Iluminação Artificial em Escritórios: Estudo de Caso do Escritório do Grupo Monteiro Aranha**. 2004. 121f. Dissertação (Mestrado em Conforto Ambiental e Eficiência Energética) – Faculdade de Arquitetura e Urbanismo, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2004.

LIMA, Luisa; GRADE, Maria. **Ambientes de Conforto e Consumo Energético**. 2001. 41f. Monografia (Licenciatura em Engenharia do Ambiente - Departamento de Engenharia Mecânica) – Instituto Superior Técnico, Lisboa, 2001.

LOMARDO, Louise Land Bittencourt. **Estudo para uma Regulação de Estímulo à Eficiência Energética dos Edifícios**. 2003. 148F. Tese (Doutorado em Planejamento Energético) – Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2003.

MACEDO, Ana Maria da Costa. **Reflexões arquitetônicas sobre o conforto lumínico de edifícios de escritórios. Cidade do Rio de Janeiro. Décadas de 1940 a 1990**. 1996. 278f. Dissertação (Mestrado em Conforto Ambiental e Eficiência Energética) – Faculdade de Arquitetura e Urbanismo, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 1996.

MAGALHÃES, Maria Amália Amarante de Almeida. **O Projeto de Iluminação Natural: Estudo comparativo de métodos de medição e de simulação**. 1995. 510f. Tese (Doutorado em Arquitetura e Urbanismo) – Universidade de São Paulo, São Paulo, 1995.

MASCARÓ, Lucía R. de. **Luz, clima e arquitetura**. São Paulo: Livraria Nobel S.A., 1983.

NISSOLA, Liliane Janine. **A influência da luz natural na probabilidade de ocorrência de ofuscamento em ambientes com terminais de vídeo. Um estudo de caso**. 2005. 205f. Dissertação (Mestrado em arquitetura) - Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2005.

ORNSTEIN, Sheila W. *et al.* **Os espaços de escritórios em São Paulo: Avaliação pós ocupacional em edifícios de alta tecnologia**. (V ENCONTRO NACIONAL E II ENCONTRO LATINO-AMERICANO SOBRE CONFORTO NO AMBIENTE CONSTRUÍDO. São Pedro/SP, Brasil, 2000). Anais do ANTAC, 2000.

OSRAM DO BRASIL CIA DE LÂMPADAS ELÉTRICAS LTDA. **Catálogo Geral 2001 / 2002**. Catálogo de produtos.

PHILIPS. **Manual de Iluminação**. Holanda: Philips Lighting Division, 1975.

PATTINI, Andrea. **Evaluacion de la iluminación natural en edificios. Modelos a escala**. Mendoza. [?].

PORTOGHESI, Paolo. **Depois da Arquitetura Moderna**. Lisboa: Edições 70, 1985.

RHEINGANTZ, Paulo Afonso. **Aplicação do modelo de análise hierárquica COPPETEC-COSENZA na avaliação do desempenho de edifícios de escritórios**. 2000. 276 f. Tese (Doutorado em Engenharia de Produção) - Faculdade de Engenharia, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2000.

ROCHA, Eunice Bomfim. **Iluminação natural através do sistema de aberturas laterais – uma investigação sobre diferentes alternativas de seu emprego como parte integrante do projeto arquitetônico**. 1991. 140f. Dissertação (Mestrado em Conforto Ambiental e Eficiência Energética) – Faculdade de Arquitetura e Urbanismo, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 1991.

ROCHA, Eunice Bomfim; SANTOS, Cynthia M. L.; COSTA, Teresa M. F. da; FARACO, Raquel. **Desenvolvimento e aplicação de uma metodologia de confecção de modelo físico para predição e avaliação da iluminação natural**. (XI ENCONTRO NACIONAL DE TECNOLOGIA NO AMBIENTE CONSTRUÍDO. Florianópolis/SC, Brasil, 2006).

RODRIGUES, Cláudio Marcelo de Faria. **A importância das inovações tecnológicas na arquitetura dos edifícios de escritórios e serviços em São Paulo**. 2004.186f. Monografia-Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, São Paulo, 2004.

SÁ, Marcos Moraes de, **A Mansão Figner. O Ecletismo e a casa burguesa no início do século XX**. Rio de Janeiro: Editora Senac Rio, 2004.

SANTOS, Paulo F., **Quatro séculos de arquitetura**. Valença: Editora Valença S. A., 1977.

SIGNOR, Régis. **Análise de regressão do consumo de energia elétrica frente a variáveis arquitetônicas para edifícios comerciais climatizados em 14 capitais brasileiras**. 1999. 314f. Tese (Mestrado em Engenharia) - Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 1999. Disponível em: <[http://www.labee.ufsc.br-arquivos-publicacoes-dissertacao\\_signor](http://www.labee.ufsc.br-arquivos-publicacoes-dissertacao_signor)>. Acesso em: 25 maio 2006.

SILVÉRIO, Cátia Siciliano. **Dispositivos de sombreamentos e redirecionamento da luz. A conservação de energia e a manutenção de conforto**. 1995. 171f. Dissertação (Mestrado em Conforto Ambiental e Eficiência Energética) – Faculdade de Arquitetura e Urbanismo, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 1995.

SOUZA, Marcos Barros de. **Impacto da luz natural no consumo de energia elétrica em um edifício de escritórios em Florianópolis**. 1995. 191f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) – Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 1995.

SOUZA, Marcos Barros de. **Potencialidade de Aproveitamento da Luz Natural Através da Utilização de Sistemas Automáticos de Controle para Economia de Energia Elétrica**. 2003. 208 f. Tese (Doutorado em Engenharia de Produção) – Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2003.

STEFFY, Gary R., IES, FIALD. **Lighting the electronic office**. New York: Van Nostrand Reinhold, 1995.

SUTER, Fábio. Coisas do Rio. **Jornal do Brasil**, Rio de Janeiro, ano 116, n. 287, p. A22, jan.2007.

SZABO, Ladislao Pedro. **Visões de luz: o pensamento de arquitetos modernistas sobre o uso da luz na arquitetura**. 1995. 220f. Dissertação (Mestrado em Arquitetura e Urbanismo) Universidade Mackenzie, São Paulo, 1995.

VIANNA, Nelson Solano; GONÇALVES, Joana Carla Soares. **Illuminação e Arquitetura**. São Paulo: Geros s/c Ltda, 2004.

WERNECK, Siva Bianchi de Frontin. **Domótica: União de Arquitetura e tecnologia da Informação na edificação Residencial Urbana**. 1999. 190f. Dissertação (Mestrado em Conforto Ambiental e Eficiência Energética) – Faculdade de Arquitetura e Urbanismo, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 1999.

- **REVISTAS**

AMARAL, Cláudio. Escritórios, uma visão histórica. **Ofícios escritórios**, São Paulo, n 01, p. 26-28, [?].

ANDRADE, Cláudia. Escritório do futuro. **Arquitetura e Construção**. Editora Abril, n. 207, p. [?], 2004.

BELTRAMI, Jéferson. Modulação temporal da luz. **Lume Arquitetura**, São Paulo, ano IV, n. 18, p. 62-64, fev./mar. 2006.

Conforto térmico e efeito estufa. **Finestra**, São Paulo, ano 9, n. 36, p. 84, jan.-mar. 2004.

Fachada com brises especiais. **Finestra**, São Paulo, ano 8, n. 32, p. 52-61, jan. / fev. / mar 2005.

GELINSKI, Gilmara. Películas especiais para vidros. **Finestra**, São Paulo, ano 9, n. 37, p. 68-70, abr.-jun. 2004.

GELINSKI, Gilmara. Vidro, alumínio e transparência. **Finestra**, São Paulo, ano 10, n. 40, p. 40-53, jan.-mar. 2005.

Jardins suspensos colaboram com a climatização. **Finestra**, São Paulo, ano 10, n. 41, p. 46, abr.-jun. 2005.

NEGRÃO, Priscilla. Eficiência energética: bom para sua empresa e para o Brasil. **Revista Lumière**, [?], p. 62, maio 2003.

PAIVA, Cida. Para barrar sol e o vento. **Finestra**, São Paulo, ano 8, n.32, p. 52-61, jan.-mar. 2003.

SÁ, Cláudia. Iluminação corporativa. A trajetória e os efeitos da luz nos ambientes de trabalho. **Lume Arquitetura**, São Paulo, ano IV, n. 24, p. 31-34, fev./mar. 2007.

Sistema informatizado movimenta a fachada. **Finestra**, São Paulo, ano 10, n. 41, p. 48-49, abr.-jun. 2005.

- **SÍTIOS DIVERSOS NA INTERNET**

AKUTSU, Maria. Crise energética. **ProjetoDesign**, São Paulo, jul. 2001. Disponível em: <<http://www.arcoweb.com.br/entrevista/e...>>. Acesso em: 19 maio. 2006.

BERLANGA, Tomás. Revolução no planejamento de espaços. **ProjetoDesign**, São Paulo, out. 2000. Disponível em: <<http://www.arcoweb.com.br/entrevista/e...>>. Acesso em: 19 fev. 2006.

CALIFORNIA INSTITUTE FOR ENERGY EFFICIENCY. **Tips for Daylighting with Window**. Disponível em: <<http://windows.lbl.gov/daylight/desinguide/designguide>>. Acesso em: 15 novembro 2005.

Consumo de energia aumentou quase 1000% em cem anos. **Folha de São Paulo**, São Paulo, 5 jun.2003. Disponível em: <<http://www.folha.uol.com.br/folha>>. Acesso em: 19 maio 2006.

CORBIOLI, Nanci. O futuro pode ser limpo. **ProjetoDesign**, São Paulo, mar.2003. Disponível em: <<http://www.arcoweb.com.br/entrevista/e...>>. Acesso em: 19 fev. 2006.

Decreto 322, 03.03.1976. Disponível em: <<http://www.camara.rj.gov.br/setores/bibli/leginternet.html>>. Acesso em: 1 março 2007.

Idéias de Arquitetura. **Luxalon**, São Paulo, n. 9, [?]. Disponível em <<http://www.luxalon.com.br>>. Acesso em: 20 fev. 2006.

Idéias de Arquitetura. **Luxalon**, São Paulo, n. 10, [?]. Disponível em <<http://www.luxalon.com.br>>. Acesso em: 20 fev. 2006

MILLER, Herman – for Federal Government. **Robert Propst. Herman Miller**. [?], [?]. Disponível em: <<http://www.hermanmiller.com>>. Acesso em: 26 fev. 2006.

NEVES, RAÍSSA PEREIRA ALVES DE AZEVÊDO. **Espaços Arquitetônicos de Alta Tecnologia: Os Edifícios Inteligentes**. 2002. 167f. Dissertação (Mestrado em Arquitetura e Urbanismo) - Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, 2002. Disponível em: <[http://www.eesc.usp.br/sap/grupos/e-urb/produção/raissa/dissertacao\\_raissa.](http://www.eesc.usp.br/sap/grupos/e-urb/produção/raissa/dissertacao_raissa.)>. Acesso em: 25 fevereiro 2006.

O espaço de trabalho e sua relação com a organização aprendente. **Portal Kmol**. [?], ago.2002. Disponível em <[http://www.kmol.online.pt/artigos/200208/smi02\\_3.htm](http://www.kmol.online.pt/artigos/200208/smi02_3.htm)>. Acesso em: 18 fev. 2006.

OSAVA, Mario. Os edificios inteligentes economizam energia. **Tierramerica**. Disponível em: <<http://tierramerica.net/2001/0610/pacetos.shtm1>>. Acesso em: 25 fev. 2006.

ROMÉRO, Marcelo de Andrade. Conservação de energia e arquitetura: dois conceitos inseparáveis. **Edificiointeligente.com.br**. Disponível em: <<http://www.edificiointeligente.com.br>>. Acesso em: 19 maio 2006.

ROSA, Luiz Pinguelli. O calote dos EUA e a ALCA, **Planeta Coppe**. Disponível em: <<http://www.planeta.coppe.ufrj.br/arti...>>. Acesso em: 19 maio 2006.

SARAPIÃO, Fernando. Escalonamento atende demanda do mercado e relações com o entorno. **ProjetoDesign**. São Paulo, jan. 2006. Disponível em: <<http://www.arcoweb.com.br/arquitetura/arquitetura648.asp>>. Acesso em: 18 fev. 2007.

SEGRE, Roberto. Três propostas para uma estética ecológica na América Central. **ProjetoDesign**. São Paulo, jan. 2007. Disponível em: <<http://www.arcoweb.com.br/arquitetura/arquitetura743.asp>>. Acesso em: 18 fev. 2007.

SZABO, Ladislao Pedro. **A arquitetura no caminho da sustentabilidade**, 2005. Disponível em: <<http://www.iniciativasolvin.com.br/home/ladislao.pdf>>. Acesso em: 18 mar. 2007.

## ANEXO 1

---

Prezado funcionário,

Este questionário pretende analisar a iluminação no seu ambiente de trabalho e faz parte de uma pesquisa para uma dissertação de mestrado da Faculdade de Arquitetura e Urbanismo da Universidade Federal do Rio de Janeiro. Preenchendo este questionário, você estará dando uma contribuição para os projetos de iluminação em escritórios.

Grata pelo apoio.  
Teresa Fragoso / agosto 2006

### ATENÇÃO:

- **A sua identificação não é obrigatória;**
- **Comentários são importantes para uma melhor análise.**

#### 1 – Dados pessoais:

- Nome: \_\_\_\_\_
- Sexo:  Masculino                       Feminino
- Idade:  Até 25 anos                       26 a 35 anos                       36 a 45 anos  
 46 a 55 anos                       Mais de 56 anos
- Horas de trabalho por dia:  12 horas                       10 horas  
 8 horas                       6 horas
- Preciso saber qual o seu andar para melhor avaliar a iluminação:  
 2º pavimento (SENAC)                       7º pavimento (SESC)

#### 2 – Tempo de pausa no expediente: 15 minutos para lanche diariamente

- 1 hora para almoço
- 2 horas para almoço

3- No seu local de trabalho é possível ter uma visão do ambiente exterior? Isto é, dá para você saber como está o tempo lá fora, por exemplo?

- Sim                       Não

#### 4 – Isso para você é importante durante seu dia de trabalho?

- Sim                       Não

Comentário: \_\_\_\_\_

**5** - As janelas existentes todas tem persianas bloqueando a claridade lá de fora. Você gostaria de ter as persianas abertas?

- Sim       Não

**6** - A sensação quando você chega ao escritório é de um local:

- Escuro       Claro       Não percebo

**7** - Existem reflexos de lâmpadas ou qualquer outra coisa na tela do seu computador?

- Muita       Pouca       Nenhuma

Comentário: \_\_\_\_\_

**8** - O que você acha da iluminação de todo o ambiente?

- Monótona       Dinâmica       Indiferente

Comentário: \_\_\_\_\_

**9** - Como você avalia?

- A iluminação quando você escreve ou lê:

- Ótima       Satisfatória       Insatisfatória

- A iluminação quando você usa o computador:

- Ótima       Satisfatória       Insatisfatória

- Observe a cor da luz no seu ambiente de trabalho. O que você acha dessa cor?

- Ótima       Satisfatória       Insatisfatória

**10** - No final de um dia de trabalho, você sente:

- Fadiga / cansaço       Ardência nos olhos  
 Dores musculares       Outros

Mais uma vez, agradeço a sua atenção.