

**ANÁLISE DA INFLUÊNCIA DA LUZ NATURAL NA  
PROBABILIDADE DE OCORRÊNCIA DE OFUSCAMENTO  
EM AMBIENTES COM TERMINAIS DE VÍDEO  
UM ESTUDO DE CASO**

**Universidade Federal de Santa Catarina**  
**Programa de Pós-Graduação em Arquitetura**

**A INFLUÊNCIA DA LUZ NATURAL NA PROBABILIDADE DE  
OCORRÊNCIA DE OFUSCAMENTO EM AMBIENTES COM  
TERMINAIS DE VÍDEO  
UM ESTUDO DE CASO**

DISSERTAÇÃO SUBMETIDA À UNIVERSIDADE FEDERAL  
DE SANTA CATARINA PARA OBTENÇÃO  
DO TÍTULO DE MESTRE EM ARQUITETURA.

**LILIANE JANINE NISSOLA**  
FLORIANÓPOLIS, FEVEREIRO DE 2005



## **AGRADECIMENTOS**

AOS MEUS PAIS PELO APOIO CONCEDIDO.

AO EDUARDO PELA PACIÊNCIA E COMPANHEIRISMO AO LONGO DE TODA ESTA CAMINHADA.

AO PROFESSOR FERNANDO PELA ORIENTAÇÃO, E ACIMA DE TUDO POR ACREDITAR NA PESQUISA QUE ESTÁVAMOS REALIZANDO.

A UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA E EM ESPECIAL AO PROGRAMA DE PÓS GRADUAÇÃO EM ARQUITETURA, PELA OPORTUNIDADE DE REALIZAÇÃO DESTE MESTRADO.

A TODOS OS COLEGAS DO LABCON PELO APOIO E AUXILIO IMEDIATO SEMPRE QUE PRECISEI.

A MONETE, PELA COOPERAÇÃO E AUXÍLIO PRESTADOS.

E A TODOS QUE DE UMA MANEIRA GERAL CONTRIBUÍRAM PARA QUE ESTA DISSERTAÇÃO SE FINALIZASSE.

## SUMÁRIO

<b>LISTA DE FIGURAS.....</b>	<b>8</b>
<b>LISTA DE TABELAS.....</b>	<b>11</b>
<b>LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS.....</b>	<b>12</b>
<b>RESUMO.....</b>	<b>13</b>
<b>ABSTRACT.....</b>	<b>15</b>
<b>1-INTRODUÇÃO.....</b>	<b>18</b>
<b>1.1- Contextualização do Problema.....</b>	<b>18</b>
<b>1.2- Justificativa.....</b>	<b>21</b>
<b>1.3- Objetivos.....</b>	<b>25</b>
1.3.1- Objetivo geral.....	25
1.3.2- Objetivos específicos.....	25
<b>1.4- Hipótese de Trabalho.....</b>	<b>26</b>
<b>1.5- Limitações Iniciais.....</b>	<b>26</b>
<b>2- REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....</b>	<b>28</b>
<b>2.1- Fontes de Luz Natural.....</b>	<b>28</b>
2.1.1- Luz do Sol.....	29
2.1.2- Luz do Céu.....	29
2.1.2.1. Abóbada Celeste.....	30
2.1.2.2. O Céu de Florianópolis.....	31
<b>2.2- Formas de Propagação da Luz.....</b>	<b>33</b>
<b>2.3- Processo Visual.....</b>	<b>35</b>
2.3.1- Adaptação Visual .....	39
2.3.2- Acuidade Visual.....	41
2.3.3- Acomodação Visual.....	42
2.3.4- Fadiga Visual.....	44
2.3.5-Como a luz é percebida pelo homem.....	45
<b>2.4- O Entorno Imediato ao ambiente ao ambiente construído</b>	<b>48</b>

2.4.1-A Função das Aberturas.....	48
<b>2.5- A Luz Natural.....</b>	<b>49</b>
2.5.1- Por que a luz natural é tão desejada.....	52
2.5.2- Parâmetros Arquitetônicos para Aproveitamento da Luz Natural.....	54
<b>2.6 – A Tarefa Visual em ambientes informatizados.....</b>	<b>55</b>
2.6.1 – Os Olhos e o Monitor.....	56
2.6.2 – Iluminância Adequada ao Ambiente Informatizado	57
2.6.3 – Luminância Adequada ao Ambiente Informatizado.	58
2.6.4 – Contrastes de Luminância.....	59
<b>2.7- Ofuscamento.....</b>	<b>60</b>
2.7.1- Causas de Ofuscamento.....	62
2.7.1.2- Desconforto por Ofuscamento.....	62
2.7.2- Glare Index – DGI.....	65
<b>2.8- Considerações Finais.....</b>	<b>68</b>
<b>3- METODOLOGIA.....</b>	<b>70</b>
<b>3.1- Introdução.....</b>	<b>70</b>
<b>3.2- Definição dos Locais de Estudo.....</b>	<b>73</b>
3.2.1- Critérios de Seleção.....	73
3.2.2- Localização e Descrição das Salas.....	73
3.2.3 – Comparativo entre as Salas.....	82
<b>3.3-Metodologia de Medição.....</b>	<b>84</b>
3.3.1 – Medições de Luminância.....	84
3.3.2 – Medições de Iluminância.....	88
3.3.2.1 – Curvas Isolux.....	92
<b>3.4- Cálculo de Ofuscamento por Luz Natural.....</b>	<b>95</b>
<b>3.5- Desenvolvimento e Aplicação de Questionário.....</b>	<b>97</b>
<b>4-ANÁLISE DOS DADOS.....</b>	<b>100</b>

<b>4.1- Introdução.....</b>	<b>100</b>
<b>4.2- Medições na Sala 01 (PET).....</b>	<b>101</b>
4.2.1- Estações de Trabalho Mensuradas.....	104
4.2.2- Estação com Menor DGI.....	109
4.2.3- Estação com Maior Ofuscamento.....	111
<b>4.3- Medições na Sala 02 (CTT).....</b>	<b>116</b>
4.3.1- Estações de Trabalho Mensuradas.....	119
4.3.2- Estação com Menor DGI.....	123
4.3.3- Estação com Maior Ofuscamento.....	124
<b>4.4 - Medição na Sala 03 (GEO).....</b>	<b>127</b>
4.4.1- Estações de Trabalho Mensuradas.....	131
4.4.2- Estação com Menor DGI.....	135
4.4.3- Estação com Maior Ofuscamento.....	137
<b>4.5 - Medição na Sala 04 (EGR).....</b>	<b>140</b>
4.5.1- Estações de Trabalho Mensuradas.....	144
4.5.2- Estação com Menor DGI.....	148
<b>4.6- Índices de Ofuscamento Calculados.....</b>	<b>150</b>
<b>4.7- Questionário Aplicado.....</b>	<b>154</b>
4.7.1 – Análise dos Dados Levantados.....	157
<b>5- CONCLUSÕES.....</b>	<b>165</b>
5.1- Considerações Iniciais.....	165
5.2- Medições de Campo.....	165
5.3 – Avaliação do Questionário.....	167
5.4- Diferenças entre os Campos Visuais dos Usuários de cada Estação e sua Influência no índice de Ofuscamento.....	168
5.5 – Considerações Finais.....	170
5.6. Limitações do Trabalho.....	171
5.7. Sugestões para Futuros Trabalhos.....	173
<b>6. BIBLIOGRAFIA.....</b>	<b>174</b>

## LISTA DE FIGURAS

1.1. Foto exterior da Seinajoki Library	22
1.2. Foto interna da Seinajoki Library	22
1.3. Foto interna da Seinajoki Library	23
2.1. Abóbada celeste céu claro	30
2.2. Abóbada celeste céu encoberto	30
2.3. Resumo das Condições de céu 2002 e 2003 -Fpolis	30
2.4. Gráficos isolux para iluminação média mensal global	31
2.5 Representação de reflexão de luz	33
2.6. Representação de transmissão de luz	34
2.7. Representação de refração de luz	34
2.8. Secção do olho humano	36
2.9. Campo de visão binocular	37
2.10. Campo visual	37
2.11. Campo visual	38
2.12. Efeito de superfície clara e escura sobre a retina	39
2.13. Acuidade visual x iluminação	41
2.14. Acuidade visual x luminância	42
2.15. Performance visual de acordo com a idade	42
2.16. Curva de sensibilidade do olho humano	43
2.17. Proporções máximas de luminância para estações de trabalho com monitores	58
2.18. Contrastes de luminância no campo visual	59
3.1. Mapa do campo visual	74
3.2. Planta baixa - sala 01	75
3.3. Foto interna - sala 01	75
3.4. Foto externa - sala 01	76
3.5. Planta baixa - sala 02	77
3.6. Foto interna - sala 02	77
3.7. Foto externa - sala 02	78
3.8. Planta baixa - sala 03	79
3.9. Foto interna - sala 03	79
3.10. Foto externa - sala 03	80
3.11. Planta baixa - sala 04	81
3.12. Foto interna - sala 04	81
3.13. Foto externa - sala 04	82
3.14. Foto 180°	85
3.15. Demonstração de medição	85
3.16. Esquema de medição no campo visual	86
3.17. Luminancímetro	87

3.18. Procedimento de medição	87
3.19. Procedimento de medição	87
3.20. Pontos medidos na sala 01	89
3.21. Pontos medidos na sala 02	90
3.22. Pontos medidos na sala 03	90
3.23. Pontos medidos na sala 04	91
3.24. Exemplo de curvas isolux	92
3.25. Representação de ângulo sólido	96
3.26. Representação de ângulo sólido e de correção	96
4.1. Foto sala 01 - Luz natural e céu claro	101
4.2. Foto sala 01 - Luz natural e artificial e céu claro	102
4.3. Foto sala 01 - Luz natural e céu nublado	102
4.4. Foto sala 01 - Luz natural e artificial e céu nublado	103
4.5. Foto sala 01 - Período noturno e luz artificial	103
4.6. Estação A - sala 01	106
4.7. Estação B - sala 01	107
4.8. Estação C - sala 01	108
4.9. Estação de menor DGI - sala 01	110
4.10. Estação de ofuscamento máximo - sala 01	112
4.11. Procedimento de medição do ângulo sólido horizontal	115
4.12. Procedimento de medição do ângulo sólido vertical	115
4.13. Foto sala 02 - Luz natural e céu claro	117
4.14. Foto sala 02 - Luz natural e artificial e céu claro	117
4.15. Foto sala 02 - Luz natural e céu nublado	118
4.16. Foto sala 02 - Luz natural e artificial e céu nublado	118
4.17. Foto sala 02 - Período noturno e luz artificial	119
4.18. Estação A - sala 02	120
4.19. Estação B - sala 02	121
4.20. Estação C - sala 02	122
4.21. Estação de menor DGI - sala 02	123
4.22. Estação de ofuscamento máximo - sala 02	126
4.23. Foto sala 03 - Luz natural e céu claro	128
4.24. Foto sala 03 - Luz natural e artificial e céu claro	129
4.25. Foto sala 03 - Luz natural e céu nublado	129
4.26. Foto sala 03 - Luz natural e artificial e céu nublado	130
4.27. Foto sala 03 - Período noturno e luz artificial	130
4.28. Estação A - sala 03	132
4.29. Estação B - sala 03	133
4.30. Estação C - sala 03	134
4.31. Estação de menor DGI - sala 03	136
4.32. Estação de ofuscamento máximo - sala 03	139
4.33. Foto sala 04 - Luz natural e céu claro	141
4.34. Foto sala 04 - Luz natural e artificial e céu claro	142

4.35. Foto sala 04 - Luz natural e céu nublado	142
4.36. Foto sala 04 - Luz natural e artificial e céu nublado	143
4.37. Foto sala 04 - Período noturno e luz artificial	143
4.38. Estação A - sala 04	145
4.39. Estação B - sala 04	146
4.40. Estação C - sala 04	147
4.41. Estação de menor DGI - sala 04	149
4.42. Gráfico - sexo dos entrevistados	157
4.43. Gráfico - deficiência dos entrevistados	157
4.44. Gráfico - atividades desenvolvidas	158
4.45. Gráfico - sintomas apresentados (estação C)	159
4.46. Gráfico - causa dos sintomas (estação C)	160
4.47. Gráfico - iluminação interfere na existência dos sintomas (estação C)	160
4.48. Gráfico - Iluminação preferida (estação C)	161
4.49. Gráfico - Iluminação que mais incomoda o usuário (estação C)	162

## LISTA DE TABELAS

2.1. Classificação das condições de céu para Florianópolis segundo Souza (2004)	31
2.2. Recomendação dos níveis de iluminação segundo a tarefa desenvolvida	57
2.3. Recomendação entre proporções de luminância dentro do campo visual	59
2.4. Níveis máximos de índice de ofuscamento para fontes naturais ou artificial segundo a IESNA	67
3.1. Comparativo entre as salas	83
3.2. Comparativo entre as salas	84
3.3. Classificação segundo a IESNA	94
3.4. Classificação de zonas de iluminação segundo Kremer	94
3.5. Classificação de iluminâncias	95
4.1. Contrastes encontrados	110
4.2. Cálculo de ofuscamento	111
4.3. Contrastes encontrados	113
4.4. Cálculo de ofuscamento	113
4.5. Contrastes encontrados	124
4.6. Cálculo de ofuscamento	124
4.7. Contrastes encontrados	126
4.8. Cálculo de ofuscamento	127
4.9. Contrastes encontrados	136
4.10. Cálculo de ofuscamento	137
4.11. Contrastes encontrados	139
4.12. Cálculo de ofuscamento	140
4.13. Contrastes encontrados	149
4.14. Cálculo de ofuscamento	150
4.15. Cálculo de ofuscamento	153/154
4.16. Questionário aplicado	153/154

## LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

<b>ABNT</b>	Associação Brasileira de Normas Técnicas
<b>CIE</b>	Commission Internationale de L`Eclairage
<b>DGI</b>	Daylighting Glare Index
<b>DGR</b>	Daylighting Glare Rating
<b>G</b>	Glare
<b>GI</b>	Glare Index
<b>IESNA</b>	International Enginiring Society of Nort America
<b>NB</b>	Norma Brasileira
<b>NOOA</b>	National Oceanic and Atmosferic Administration
<b>UFSC</b>	Universidade Federal de Santa Catarina
<b>UGR</b>	Unified Glare Rating
<b>VCP</b>	Visual Confort Probability

## RESUMO

As relações de trabalho envolvendo homem e computador são comumente encontradas nos dias de hoje, sendo que a maioria das empresas públicas e privadas, bem como instituições de ensino, já se utilizam do computador na maior parte de suas atividades. Necessita-se, pois, que estas relações sejam harmoniosas, não gerando desconfortos ao ser humano.

Com o advento do computador, este vem tomando cada vez mais espaço nos ambientes de trabalho e estudo, e traz com ele várias características peculiares ao seu uso, como o brilho que emana da tela, a posição invariável do olhar, do sentar e do trabalhar. Visando minimizar os efeitos que podem vir a ser causados por isso, é preciso conhecer suas causas e conseqüências, e identificar meios de evitá -los ou mesmo abrandá-los.

O presente trabalho busca uma melhor compreensão sobre o fenômeno do ofuscamento por luz natural e sua influencia sobre o homem, como usuário de computador. Para isso, optou-se por desenvolver uma metodologia de medições de luminância e iluminância, bem como uma forma de análise dos resultados encontrados, onde primeiramente foram escolhidas quatro salas com terminais de vídeo, dentro da Universidade Federal de Santa Catarina, utilizadas por graduandos e pós-graduandos, com diferentes características específicas: uma sem proteção solar, uma com brise horizontal, uma com brise vertical e prateleira de luz e outra com brise vertical, diferente da anterior, e prateleira de luz. Em cada uma destas salas foi medida a iluminância em pontos definidos, com a finalidade de gerar o mapa de curvas isolux, que pudesse nos orientar em relação à distribuição de iluminância nas salas. Foram escolhidas três estações de trabalho próximas à janela, cada qual disposta em uma posição diferente, para a realização das medições, as quais compreenderam: luminância e iluminância, de forma a comparar os níveis de iluminação e contraste devido às diferenças físico-ambientais dos diferentes ambientes de trabalho.

Posteriormente, com os dados encontrados, foi calculado o índice de ofuscamento por luz natural, através da fórmula de Cornell. Com isso foi possível estimar quais os ambientes mais propensos a ofuscamento, e em quais situações lumínicas eles estariam mais propensos, e avaliar a eficácia ou não do método proposto, quais seus pontos positivos e negativos, para quem sabe futuramente aprimorá-lo.

Percebeu-se com este estudo que de as estações iluminadas somente por luz natural sempre apresentaram ofuscamento maior que as estações iluminadas por luz natural e artificial combinadas, nesta situação o ofuscamento diminuía em virtude da diminuição da diferença encontrada entre luminância da fonte e luminância de fundo, ou seja, a luz artificial auxilia na homogeneização da luz no ambiente interno, diminuindo o contraste interior/exterior.

## ABSTRACT

Nowadays the relation between man and computer is common, and most private and public companies as well as schools use the computer to do the major part of all their. This relation has to be harmonious and cannot generate discomfort to the people.

Since the computer appear they are being used more and more in work and studies environments and they bring together them several peculiar characteristics from its usage such as: the shine that comes from the screen, the static looking, of the sitting and to work.

Is is necessary to know the causes and consequences of these problems in order to reduce the effects that can cause them and identify some ways to avoid them.

This work has as a goal to find a better comprehension about the glare phenomenon by natural light and its influence over the man as a computer user. Thus it was developed a measure methodology of luminance and iluminance and also a kind of analysis of the results that were found, in which, first of all, four rooms with video display terminal were chosen, inside *Universidade Federal de Santa Catarina*, and they were used by the graduation students and pos graduation ones, with diferente specific characteristics: one of them without solar protection, other with horizontal brise, another one with vertical brise and light shelf, and other with vertical brise, different from the previous and light shelf. In each one of these rooms it was measured the illumination in some defined points, in order to make the isolux curves map and it could guide us about the illumination distribution into the rooms. Three places near the windows were chosen to work, each one of them placed in a different position to make the measurements which were: luminance and iluminance, to compare the illumination and contrast levels

because of the physical environmental differences and the different work environments.

After, with this data founds, it was calculated the rate of daylight glare through Cornell formula. Because of this it was possible to estimate which environments were more propitious to the glare and in which situations of luminously they were more propitious and evaluate if the methods displayed worked luminously they were their positive and negative points, and maybe improve it in the future.

The most interesting conclusion of this study it is that the stations which was illuminated only with daylight presented more glare than the stations which were illuminated with natural and artificial light combined, in this case the glare decrease because of the source and the one from the bottom, in other words, the artificial light helps to homogenize the light in the internal environment and decreases the exterior and interior contrast.

## INTRODUÇÃO

<b>1-INTRODUÇÃO.....</b>	<b>18</b>
<b>1.1- Contextualização do Problema.....</b>	18
<b>1.2- Justificativa.....</b>	21
<b>1.3- Objetivos.....</b>	25
1.3.1- Objetivo geral.....	25
1.3.2- Objetivos específicos.....	25
<b>1.4- Hipótese de Trabalho.....</b>	26
<b>1.5- Limitações Iniciais.....</b>	26

## **1. INTRODUÇÃO**

O uso de computadores é crescente no mercado atual, a informatização do ensino e do mercado de trabalho já é fato consumado. Estudar estas inter-relações, entre o homem e a máquina, sua adaptação ergonômica, a influência no campo visual do ser humano em relação ao seu novo foco fixo e brilhante, é um assunto muito instigante a ser aprofundado. Ainda mais quando se insere outro elemento igualmente curioso: a luz natural, neste mesmo meio.

A luz natural nos remete a elementos de proteção e/ou minimização ou maximização do ganho solar das aberturas. Este uso já vem sendo difundido constantemente, embora ainda não haja uma conscientização por parte dos arquitetos e construtores em relação a sua importância. A investigação da interferência de brises, prateleiras de luz, sheds e outros recursos de projeto, de como a inserção destes pode modificar a iluminação ambiente e conseqüentemente influenciar positiva ou negativamente o conforto visual e ambiental de usuários de computador torna-se assim um assunto bastante interessante a ser estudado.

### **1.1.CONTEXTUALIZAÇÃO DO PROBLEMA**

Atualmente o computador é usado para quase todos os tipos de trabalho ou estudo, estando cada vez mais presente no dia a dia do homem moderno, se tornou indispensável para muitas atividades. Transformouse numa ferramenta muito útil e extremamente utilizada, e para a qual só se prevêem aumentos de uso com o passar dos anos.

Antigamente as condições de trabalho e estudo eram muito diferentes, trabalhávamos e estudávamos com a cabeça voltada para o papel em cima da mesa, mas não numa posição fixa, e sim bastante variável devido a gama de atividades desenvolvidas. Movimentávamo-nos bastante durante o expediente, o que também nos impedia de termos um foco de atenção fixa. Com o advento do computador as condições de trabalho mudaram muito, agora passamos praticamente o dia todo sentados olhando a telinha brilhante a nossa frente, com o olhar fixo, sem grandes variações de foco.

O estudo ergonômico dos ambientes de trabalho informatizados vem sendo de fundamental importância, visando proporcionar-nos condições de trabalho adaptadas ao nosso corpo, ritmo e movimentos. Estudos de conforto ambiental nestes locais de estudo e trabalho, para que se tornem confortáveis num todo, são imprescindíveis.

O crescente uso do computador, juntamente a sua rápida modernização e todas as facilidades que ele nos proporciona, fez com que seu uso se difundisse com facilidade em ambientes de trabalho, comércio e estudo. Todavia, as condições de iluminação destes locais, nem sempre estão de acordo às necessidades dos usuários, causando desconforto e diminuindo a motivação na execução das atividades.

A falta de conhecimento leva engenheiros e arquitetos a buscarem uma ampliação de seus conhecimentos na área de iluminação do ambiente interno.

Como Lam (1986) define: *“De um modo geral os profissionais envolvidos nos projetos de iluminação, tais como, engenheiros e arquitetos, possuem um entendimento limitado sobre as relações entre quantidade de luz, visibilidade e percepção do brilho. Geralmente eles desconhecem a diferença entre iluminância e luminância, as grandezas básicas de iluminação. São incapazes de diferenciar quando um espaço é insuficientemente iluminado ou escuro, devido ao uso de cores escuras nas paredes e objetos. Por ser difícil julgar a quantidade de luz, o projeto de iluminação deve ser baseado no que se pode perceber e no que se deseja visualizar”*.

Já existe uma gama de opções na área da iluminação, trazendo uma variedade de soluções possíveis de serem empregadas arquitetonicamente. Podemos citar como exemplo os diferentes tipos de aberturas, a iluminação zenital, os sheds, as variadas formas de proteção (como brises horizontais e verticais), bem como os meios de minimização e maximização do ganho solar, como os *light-shelves*, entre outros. Saber utilizar corretamente estas ferramentas, tornando o ambiente interno agradável e satisfatório ao usuário, sem abrir mão da liberdade de criação na concepção do projeto, é um desafio que poucos profissionais conseguiram ultrapassar.

Outro fator importante a ser considerado é a integração dos meios interno e externo, obtido através das aberturas e panos de vidro presentes nas edificações. Eles permitem a passagem da luz natural para o interior do recinto, integrando homem e natureza. Além disso, se relacionam a uma série de fatores físicos e psicológicos, como a necessidade de reconhecimento do local onde estamos situados, a sensação climática da área - perceptível na forma de “ondas” de frio e calor que são transmitidas ao ambiente interno através das aberturas - a noção da passagem do tempo, bem diferente da sensação artificialmente criada em alguns *shoppings centers*, onde todos os horários são idênticos na quantidade de luz e calor, devido ao ambiente climatizado e à inexistência de janelas. Entendemos que este contato homem e natureza é saudável e necessário para que as pessoas não vivam alienadas, muito menos enclausuradas em jaulas de concreto sem ver a luz do sol, que é um estimulante natural, aumenta a disposição e é fonte de vitamina.

Contudo, alguns princípios devem ser observados, tais como: não saturar o ambiente de luz natural com o uso excessivo de aberturas e panos de vidro, pois o uso inadequado do vidro em edificações pode possibilitar a passagem do vento frio e a retenção do calor do sol, que causa o efeito estufagem do vento frio e a retenção do calor do sol, que causa o efeito estufa.

O excesso de iluminação também pode causar ofuscamento, nosso foco de estudo, isso pode ocorrer devido a diversos fatores, que serão estudados

posteriormente neste trabalho, entre eles as grandes diferenças nos níveis de iluminação interna e externa, gerando contraste em demasia, entre a luz vinda da janela e a iluminação interna, formada por um somatório de luz natural e artificial.

Entretanto a luz artificial também pode gerar ofuscamento, quando muito pontual e com níveis de iluminância muito elevados.

A importância da luz natural vem sendo acentuada devido à crise de insuficiência de energia elétrica que estamos vivendo. Projetar de acordo com os princípios de melhor aproveitamento da luz natural, sem fazer-se necessária a iluminação artificial é um desafio de muitos, mas um mérito conquistado apenas por bons profissionais. Além disso, é uma vantagem para toda a sociedade, que se preocupa com a situação de racionamento de energia.

## **1.2. JUSTIFICATIVA**

Mesmo com toda a tecnologia existente, muitos projetistas ainda não fazem uso adequado das ferramentas disponíveis no que tange ao projeto, para garantir uma iluminação interna adequada. Talvez por desconhecimento das necessidades reais dos próprios usuários e dos impactos dos artifícios de projeto sobre o ambiente interno.

Sabemos que existem ótimos exemplos, que conseguem proporcionar um ambiente visual agradável e uma iluminação adequada, assegurando economia e eficiência. Como a Seinäjoki Library e a Rovaniemi Library, ambas na Finlândia; a Wolfsburg Library, na Alemanha, entre outras obras projetadas pelo arquiteto Alvar Aalto (1898-1976), que pode ser considerado um dos arquitetos que utiliza muito bem a luz natural em seus projetos, tirando partido da localização, orientação, elementos de proteção e maximização solar, assim como diferenças de nível para ampliar a iluminação interna, usando diferentes combinações, quando da utilização de vários tipos de aberturas, pensando na melhor forma de aproveitamento das mesmas e da luz do dia, e na satisfação dos frequentadores do local.



Fig. 1.1. Foto externa da Seinäjoki Library de Alvar Aalto (1965).



Fig. 1.2. Foto interna da Seinäjoki Library de Alvar Aalto (1965).



Fig. 1.3.Foto interna da Seinäjoki Library de Alvar Aalto (1965).

Porém, estes casos são exceções, a grande maioria dos profissionais ainda tem dificuldades para obter os mesmos resultados, pode-se até dizer que os arquitetos mais antigos e desconhecedores das atuais ferramentas gráficas de projeto como a realidade virtual e a simulação, empregavam, embora intuitivamente, melhor e com mais frequência ferramentas de projeto para garantir o conforto visual do usuário.

Há também uma necessidade de um melhor entendimento sobre quem é o responsável pelo sistema de iluminação em um projeto, já que muitas vezes o arquiteto acha que este papel cabe unicamente ao engenheiro eletricista, quando a tarefa deveria ser de ambos, visto que o arquiteto é tido como o profissional que deveria compatibilizar, coordenar e supervisionar todas as etapas de projeto e fazer com que estas se interliguem harmoniosamente.

O tipo de atividade a ser desenvolvida, em que plano ela é executada e com que frequência, quais os condicionantes internos e externos, todos estes fatores podem influenciar na qualidade da iluminação. Algumas características relativas aos indivíduos que utilizam o espaço são relevantes: a idade, porque esta relacionada à progressiva perda da capacidade visual; o ambiente lumínico a que

estiveram previamente adaptados e até mesmo o percurso realizado antes de chegar ao ambiente em estudo. Sendo este percurso muito claro ou muito escuro, poderá vir a afetar na percepção do próximo espaço em que o indivíduo penetrar, pois o olho humano precisa de determinado tempo para se adaptar a diferentes luminosidades.

Em locais onde o computador é utilizado freqüentemente pelo usuário, na execução de suas atividades, envolve-se um fator relevante para análise: a tela do computador, que possui brilho específico (luminância), alto grau de refletância, e deve ser posicionada de modo a não causar ofuscamento no usuário. Esta também pode influenciar na percepção da iluminação espacial, ou até mesmo distorcê-la.

Em alguns destes ambientes, constata-se certa insatisfação por parte dos usuários, em termos de iluminação. Muitas vezes o ambiente apresenta quantidades de luz maiores que as convencionadas na norma como necessárias (500 a 1000lux, variando com a atividade específica), porém, ao penetrarem no recinto, as pessoas tem a sensação de falta de claridade e automaticamente acionam a luz artificial. É possível que estas pessoas estejam simplesmente habituadas em acender a luz ao entrarem em uma sala ou permaneceram por muito tempo em ambientes onde se fez necessária a presença de luz artificial.

Entretanto, a cor do ambiente, a luminância (brilho) dos objetos, a diferença entre o brilho da janela e o da tela do computador, também influenciam na percepção de luz. Outras razões influenciam esta percepção: os ambientes que dão acesso ao local serem ao ar livre, ou apresentarem mais ou menos claridade que a referida área, as pessoas que passaram a se apropriar do espaço estarem acostumadas a maiores ou menores quantidades de luz, e toda uma bagagem individual acarretando determinada forma de avaliação em relação à iluminação local.

A investigação de alguns destes fatores ajudaria na compreensão do raciocínio dos usuários, e talvez conseguisse comprovar alguns dos efeitos psicológicos que ainda não o foram. Com uma análise mais direcionada, pode-se

investigar causas de desperdício de energia, como o de automaticamente acionar a luz artificial ao entrar em um a sala.

Este estudo visa um maior conhecimento da situação lumínica presente no dia a dia do usuário de estações de trabalho informatizadas. Ele será de extrema importância para uma melhor compreensão do fenômeno do ofuscamento, que é o propulsor desta pesquisa.

### **1.3. OBJETIVOS**

#### **1.3.1. OBJETIVO GERAL**

- Caracterizar a adequação da iluminação natural no campo visual do usuário de computador;

#### **1.3.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

- Caracterizar experimentalmente as condições de iluminação de quatro ambientes diferenciados, iluminados por luz mista (natural e artificial), e por luz artificial somente;
- Verificar através de um questionário, a percepção dos usuários em relação ao ambiente luminoso, e os possíveis desconfortos causados pela iluminação;
- Investigar as diferenças existentes nos campos lumínicos e visuais de cada estação de trabalho estudada, devido a presença ou ausência de elementos de proteção e/ou controle da iluminação;

#### **1.4. HIPÓTESES DE TRABALHO**

- A opinião do usuário em relação a iluminação do ambiente de trabalho muitas vezes não condiz com a realidade do fenômeno estudado;
- Estações de trabalho localizadas perpendiculares a janela são menos propensas a altos índices de desconforto por ofuscamento;
- Estações de trabalho voltadas de frente para a janela são as mais afetadas pelo ofuscamento direto;
- Quanto mais distantes da janela se encontram as estações de trabalho, menor a possibilidade de ocorrência de ofuscamento;

#### **1.5. LIMITAÇÕES INICIAIS**

A primeira limitação da pesquisa foi conseguir espaços adequados à realização da mesma, que fossem ocupadas durante o dia, onde nosso estudo não fosse causar constrangimentos e nem impedir as atividades desenvolvidas, e ao mesmo tempo, que estes locais se encaixassem no perfil idealizado: uma sala sem nenhum elemento de proteção externo, maximização ou minimização solar, e as outras três com diferentes tipos destes elementos, bem como um posicionamento variado das estações de trabalho informatizadas.

Algumas medições foram realizadas pelo não funcionamento e conseqüente inacessibilidade de algumas salas no período noturno.

## REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

<b>2- REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....</b>	<b>28</b>
<b>2.1- Fontes de Luz Natural.....</b>	<b>28</b>
2.1.1- Luz do Sol.....	29
2.1.2- Luz do Céu.....	29
2.1.2.1. Abóbada Celeste.....	30
2.1.2.2. O Céu de Florianópolis.....	31
<b>2.2- Formas de Propagação da Luz.....</b>	<b>33</b>
<b>2.3- Processo Visual.....</b>	<b>35</b>
2.3.1- Adaptação Visual .....	39
2.3.2- Acuidade Visual.....	41
2.3.3- Acomodação Visual.....	42
2.3.4- Fadiga Visual.....	44
2.3.5-Como a luz é percebida pelo homem.....	45
<b>2.4- O Entorno Imediato ao ambiente ao ambiente construído</b>	<b>48</b>
2.4.1-A Função das Aberturas.....	48
<b>2.5- A Luz Natural.....</b>	<b>49</b>
2.5.1- Por que a luz natural é tão desejada.....	52
2.5.2- Parâmetros Arquitetônicos para Aproveitamento da Luz Natural.....	54
<b>2.6 – A Tarefa Visual em Ambientes Informatizados.....</b>	<b>55</b>
2.6.1 – Os Olhos e o Monitor.....	56
2.6.2 – Iluminância Adequada ao Ambiente Informatizado	57
2.6.3 – Luminância Adequada ao Ambiente Informatizado.	58
2.6.4 – Contrastes de Luminância.....	59
<b>2.7- Ofuscamento.....</b>	<b>60</b>
2.7.1- Causas de Ofuscamento.....	62
2.7.1.2- Desconforto por Ofuscamento.....	62
2.7.2- Glare Index – DGI.....	65
<b>2.8- Considerações Finais.....</b>	<b>68</b>

## **2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA**

Esta revisão inicia-se com as noções básicas das fontes de luz natural, formas de distribuição da luz, níveis de iluminação, reflexão, refração, difusão e ofuscamento. Posteriormente serão abordados aspectos voltados à importância da luz natural, porque ela é preferível em relação à artificial, e as reações psicofisiológicas causadas no ser humano por esta luz. Formas de iluminação interna da edificação, DGI (daylight glare index). Também serão comentados alguns estudos realizados por renomados pesquisadores, suas diferentes opiniões e formas de abordagem de um mesmo problema; e então discutiremos alguns dos estudos que auxiliaram na formação da metodologia escolhida para este trabalho.

Este capítulo visa dar uma noção geral sobre os aspectos considerados relevantes para esta pesquisa, como a importância da luz natural como fonte de iluminação interna e os diferentes elementos de proteção, controle, maximização e minimização solar.

### **2.1. FONTES DE LUZ NATURAL**

Segundo Moore (1991) as fontes de luz podem ser direta: luz do sol ou da abóbada celeste, ou indireta: luz de difusores reflexivos ou translúcidos iluminados por outra fonte de luz primária ou secundária.

A luz do dia é composta por luz direta e difusa. Luz direta é a que incide paralelamente na terra. Luz difusa é a que chega na atmosfera depois de refletida pelos gases e gotas d'água presentes na atmosfera.

### 2.1.1. LUZ DO SOL

Visto que toda forma de luz natural possui inúmeras vantagens em relação à luz artificial, principalmente no que tange ao bem estar do usuário, a luz do sol não é exceção, e muito auxilia na iluminação diurna de um ambiente. Todavia, é uma fonte de luz direta, pontual, com a qual deve-se tomar muito cuidado, pois tanto sua falta como o seu excesso podem ser prejudiciais. O seu alto conteúdo energético (luz e calor) é geralmente excluído do ambiente construído devido aos possíveis efeitos adversos sobre o ambiente térmico (superaquecimento), ambiente luminoso (ofuscamento) e integridade física dos materiais. (PEREIRA,1995).

Para otimizar o desenho da iluminação natural direta, o projetista tem que identificar o local onde a luz é desejada, onde estão localizadas as melhores superfícies de reflexão, ou onde elas podem ser criadas, e onde a luz pode ser originada. (LAM,1986)

### 2.1.2. LUZ DO CÉU

A luz proveniente da abóbada celeste é gerada por refração e reflexão da luz ao passar pela atmosfera. É uma fonte superficial, de iluminação suave e adirecional. Caracteriza-se por níveis de iluminação muito mais baixos que a luz do sol, entretanto mais constantes, variando de 5000 a 20000 lux. (MOORE, 1991)

Segundo a CIE (Commission Internationale de L'Eclairage), as normas internacionais subdividem os tipos de céu como claro e encoberto.

- Céu claro: sem nuvens, com distribuição de luz estável, variando conforme a posição do sol apresenta alta temperatura de cor (azul), onde apenas o comprimento de onda da porção azul do espectro é refletida na superfície. (LAM,1986) A abóbada é coberta com nuvens em menos de 1/3 de seu total.

“Condição na qual dada inexistência de nuvens e baixa nebulosidade, as reduzidas dimensões das partículas de água fazem com que apenas os baixos

comprimentos de onda, ou seja, as porções azuis do espectro emirjam, em direção à superfície da terra, conferindo a cor azul do céu”. (Projeto de norma 02:135.02-001/1998).

- Céu encoberto: é a condição de céu mais uniforme. É resultado da reflexão/refração da luz direta do sol em grandes partículas de água em suspensão no ar.

### 2.1.2.1. ABÓBADA CELESTE

A abóbada celeste pode parecer mais ou menos clara de acordo com as condições atmosféricas, a latitude do local, a parte da abóbada que esta sendo vista, e o período do dia. Nas figuras abaixo (fig. 2.1 e fig. 2.2) podemos perceber as diferenças entre abóbada clara e encoberta. Utilizando o método da cobertura do céu desenvolvido pela NOAA (National Oceanic and Atmospheric Administration - EUA), a cobertura de nuvens é estimada em percentual e expressa numa escala de 0 a 100%:

Céu claro:	0 a 35% de nuvens
Céu parcial:	35 a 75% de nuvens
Céu encoberto:	75 a 100% de nuvens

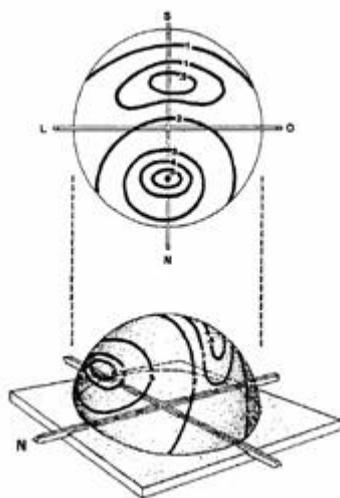


Fig. 2.1: abóbada celeste clara  
(fonte: Moore,1991)

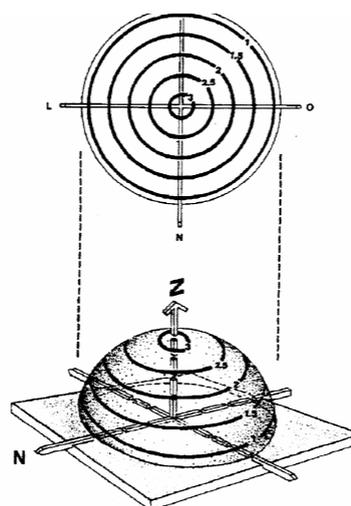
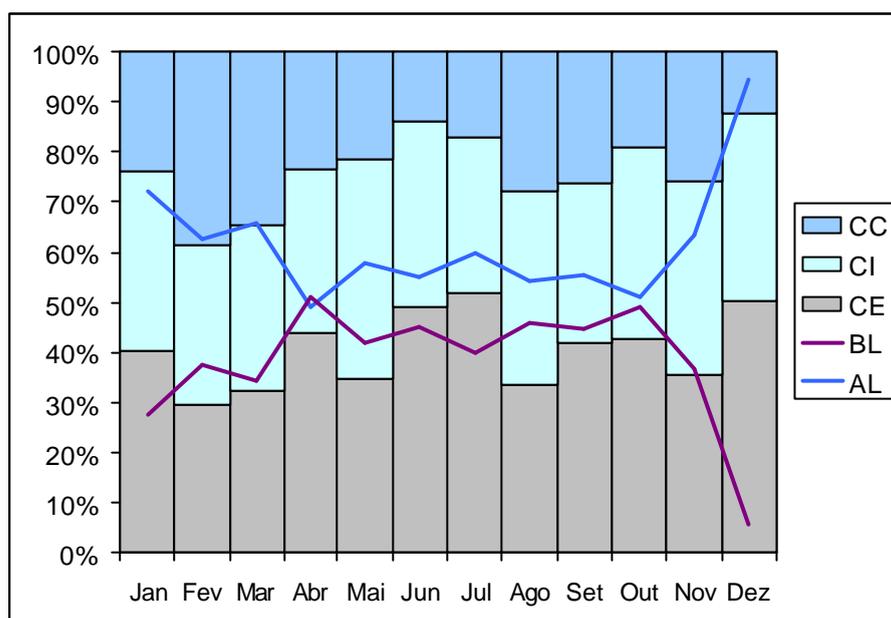


Fig. 2.2: abóbada celeste encoberta  
(fonte: Moore,1991)

### 2.1.2.2. O CÉU DE FLORIANÓPOLIS

Estamos em uma região de céu bastante variável, permanecendo a maior parte do tempo encoberto, como podemos perceber pelos dados obtidos por Souza (2004), que analisa do céu de Florianópolis. No gráfico 2.3 nota-se que a maior parte do céu é encoberta com baixa luminosidade.



2.3. Resumo das condições de céu para o ano de 2002 e 2003 em Florianópolis. Freqüência percentual de tipos de céu claro (CC), intermediário ou parcialmente encoberto (CI) e encoberto (CE), assim como de alta e baixa luminosidade (AL, BL).

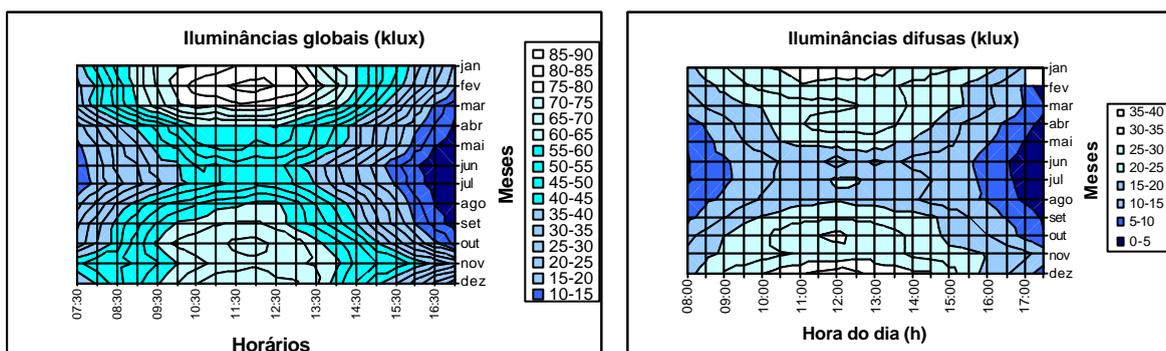
Souza considerou como céu claro, aqueles que apresentaram índice de claridade,  $\epsilon'$ , mínimo de 5,0.

Tab. 2.1 – Classificação das condições de céu para Florianópolis segundo SOUZA (2004) .

Céu	Souza	
	$\epsilon'$	Percentagem (%)
Claro	$\geq 5,0$	26,8
Intermediário	1,2 – 5,0	34,9
Encoberto	1 – 1,2	38,3

Nota-se que o desvio padrão entre os meses aumenta nos horários do meio do dia tanto para iluminâncias difusas quanto para iluminâncias globais, sendo que há uma menor variação entre os valores mensais de iluminância difusa para todos os tipos de céu do que entre os valores de iluminância global.

Os gráficos com curvas isolux da fig. 2.3 e 2.4 mostram as médias de iluminâncias dos anos de 2002 e 2003 (global e difusa horizontal e global vertical para as orientações norte, sul leste e oeste) e permitem verificar a existência de níveis mais altos de iluminação horizontal para os meses de outubro a março, nos horários de 10:00 às 14:00, tanto para iluminâncias globais quanto para difusas. Estes meses nos interessam particularmente, pois neles foram realizadas as medições de campo.



2.4 - Gráficos de isolux para (a) Iluminância média mensal global e (b) Iluminância média mensal difusa para o ano de 2002 e 2003. Florianópolis, SC.

Souza também observou os níveis de iluminância média mensal global para o ano de 2002 em Florianópolis, e pode verificar que as iluminâncias difusas médias variam de uma média máxima de 37.000 lux no verão (dezembro) a 16.000 lux no inverno, enquanto as iluminâncias globais variam de 87.000 a 48.000 de média máxima no mesmo período.

Nota-se que há uma menor variação entre os valores mensais de iluminância difusa para todos os tipos de céu do que entre os valores de iluminância global.

## 2.2. FORMAS DE PROPAGAÇÃO DA LUZ

A luz se propaga através de mecanismos como reflexão, transmissão, refração, polarização, absorção, difusão, entre outros, sendo os três primeiros os mais importantes. (MACÊDO, 2002).

As propriedades dos materiais influenciam e muito a forma de propagação da luz, visto que a luz se propaga através deles, suas características específicas contribuem, dificultam e até mesmo distorcem a passagem da luz, atuando muitas vezes como elementos de controle ou maximizadores do ganho solar.

Reflexão: pode ser difusa, independente do ângulo de incidência, não mantém a mesma forma que incidiu; e especular, por refletir exatamente o que incidiu, mantendo mesma forma, tamanho e direção. Entretanto, na prática as superfícies não são perfeitamente nem especulares, nem refletoras. (Fig. 2.5)

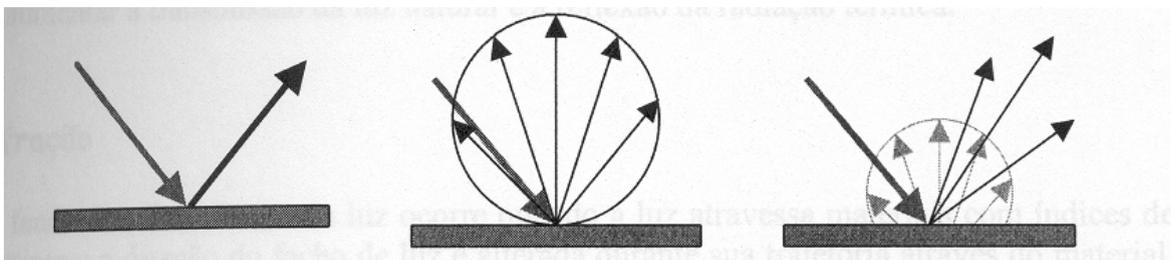


Fig. 2.5: desenho esquemático para representação da forma de reflexão da luz.

Transmissão: dá-se através de todas as superfícies não opacas. A luz pode ser transmitida de maneira difusa, colimada ou ambas combinadas. (Fig. 2.6)

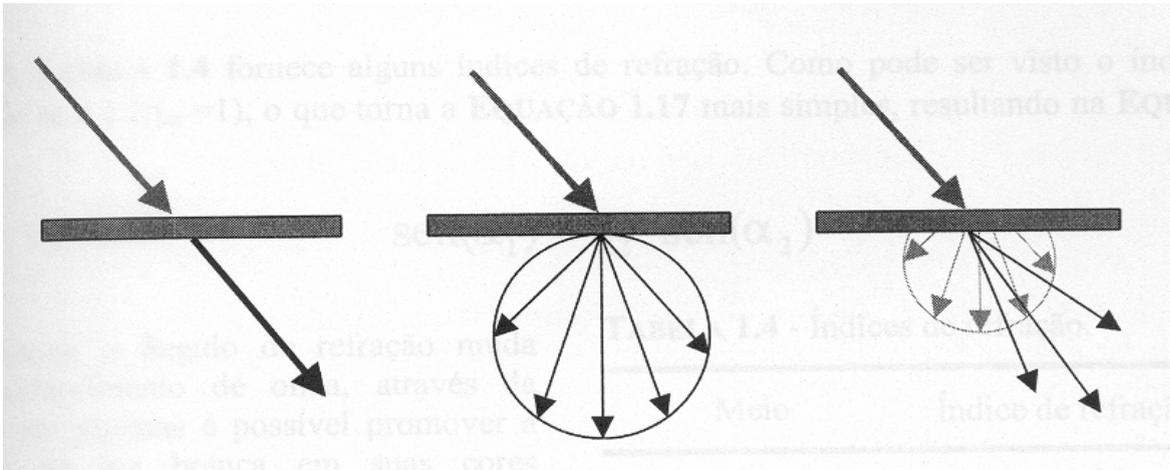


Fig. 2.6: desenho esquemático para representação da forma de transmissão da luz.

**Refração:** o fenômeno da refração da luz ocorre quando a luz atravessa materiais com índices de refração distintos; a direção do fecho de luz é alterada durante sua trajetória através do material. Esta modificação na direção é causada por uma modificação na velocidade da luz. A velocidade diminui se o novo meio é mais denso do que o primeiro, e aumenta, quando este meio é menos denso. A modificação na velocidade é seguida por um desvio da luz que é conhecido como refração. (PEREIRA, 2001). (Ver fig. 2.7)

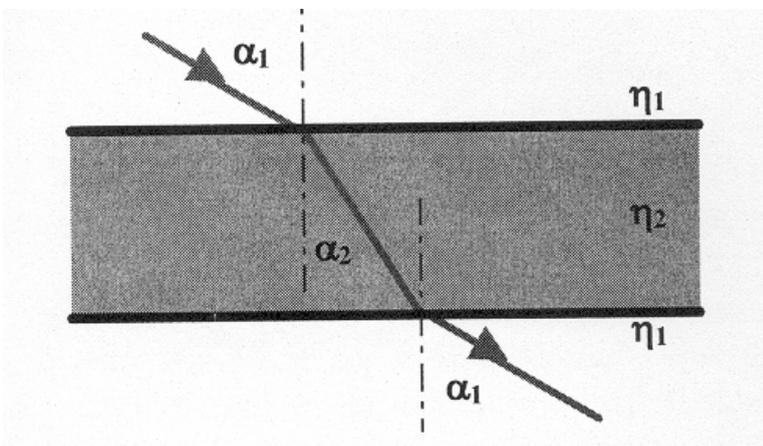


Fig. 2.7: desenho esquemático para representação da forma refração da luz.

### 2.3. PROCESSO VISUAL

Através de nosso sistema óptico (olho humano) chega a maioria das informações sobre o mundo físico.

“A imagem visual de um objeto entra no olho através das lentes. Imediatamente em frente às lentes está a íris, que reage automaticamente à quantidade de luz entrando no olho. O círculo escuro no centro da íris é a pupila. Quando a luminosidade aumenta e as superfícies parecem mais brilhantes, a íris se fecha, reduzindo a quantidade de luz que incide na retina. Quando a luminosidade diminui, a íris se abre (dilata)”. (MICHEL, 1996).

A retina é uma membrana fina ao redor do visco fluido do humor vítreo no interior do olho, que contém as células receptoras sensíveis à luz, os cones e os bastonetes. Quando a luminosidade chega ao olho, provoca uma reação destas células receptoras sensitivas que iniciam a sensação de visão. Este é um processo delicado, onde os objetos vistos são transmitidos ao cérebro como objetos percebidos visualmente. Imagens visuais são construídas ao longo do tempo e armazenadas na nossa memória, contribuindo para a nossa forma de percepção futura.

Na fóvea central, localizada atrás do humor vítreo, como podemos ver na Fig. 2.8, temos o ponto focal de nossa visão. As imagens que vemos e que estejam dentro de um campo visual que nos interesse, ganham foco.

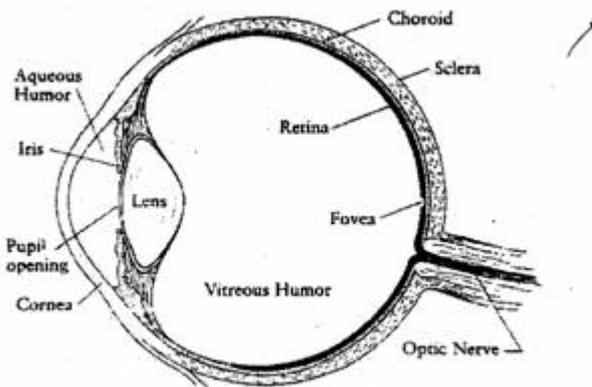


Figure 2-2. Cross section of the human eye.

Fig. 2.8. Secção do olho humano. (Fonte: Lou Michel, 1996)

A visão é um sistema perceptivo complexo, não vemos apenas através do olho, mas com o olho, que está localizado na cabeça, que faz parte do corpo. Nós vemos os detalhes com os olhos, mas vemos ao redor graças à mobilidade da cabeça e do corpo.

Sistema Ótico:

1. Componentes óticos: córnea, cristalino, pupila, e humor intra-ocular
2. Componentes neurais: retina e nervo ótico

A habilidade do cérebro em perceber as imagens vindas dos dois olhos como uma imagem única é chamada de visão binocular (fig. 2.9), onde o campo visual dos dois olhos tem a mesma extensão (aproximadamente  $60^\circ$  na parte superior limitada pela testa,  $70^\circ$  na parte inferior limitada pela face,  $60^\circ$  na parte limitada pelo nariz e  $90^\circ$  na parte limitada pela têmpora); A visão de um olho só é chamada de visão monocular (formada pela sobreposição dos campos monoculares de cada olho).

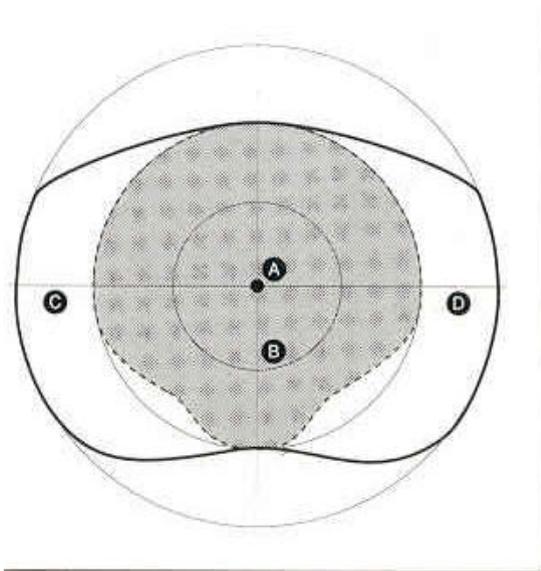


Fig. 2.9: campo de visão binocular. A - visão foveal, B - área vista por ambos os olhos, C - área vista pelo olho esquerdo, D - área vista pelo olho direito. (Adaptado de Kaufman 1966).

O esforço muscular acontece quando está havendo a focalização do objeto próximo ao globo ocular e o esforço muscular desaparece quando é focalizado um objeto distante do globo ocular.

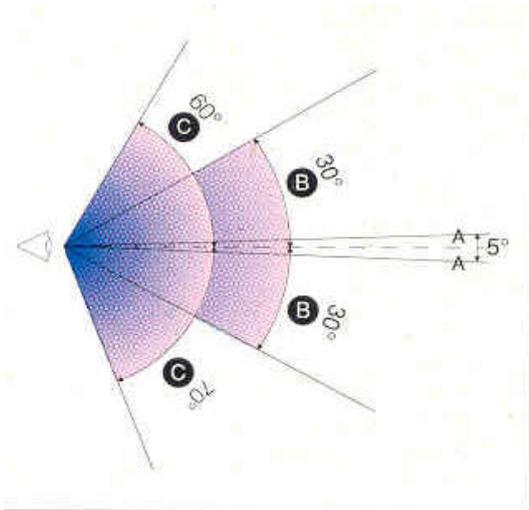


Fig. 2.10 - Representação do campo visual. a - campo de percepção nítida. b - campo médio de visão não nítida. c - campo periférico. (movimentos são percebidos até ângulo de 70° e 60°). Adaptado de Kaufman 1966.

Com a cabeça e os olhos parados podemos distinguir de forma nítida os objetos em um ângulo de apenas 1° grau (Ver figuras 2.10 e 2.11).

Campo de visão nítida:                    ângulo de 1°  
Campo de visão média:                    ângulo de 40°  
Campo de visão periférica:                ângulo de 41 a 70°

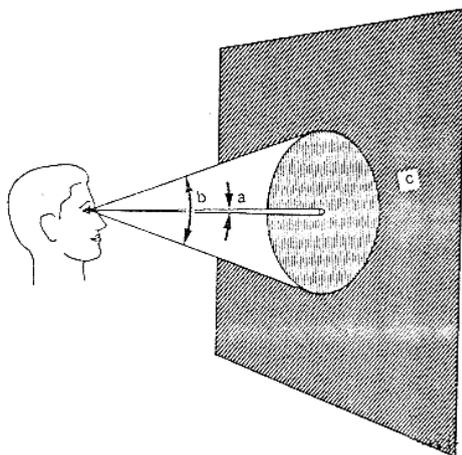


Fig. 2.11 - Representação do campo visual. a - campo de percepção nítida (menos de 1° grau). b - campo médio (visão não nítida - ângulo de 1° a 40°). c - campo periférico. (movimentos são percebidos até ângulo de 70°).

O conforto visual também é afetado pela posição dos objetos no campo de visão do olho, em virtude das diferenças de brilho e contraste dependendo do ângulo de incidência da luz. No centro do campo de visão do observador (1° a 2°) é onde ocorre o melhor foco de visão. Há 30° para qualquer direção o olho ainda pode discriminar bem a diferença entre o objeto e o fundo, é chamado de universo próximo. E no chamado universo distante, que são os cantos extremos até onde o olho alcança, o tamanho e a forma dos objetos pode variar em virtude de uma possível sobreposição dos campos de visão do olho esquerdo e direito. (LOU MICHEL, 1996)

### 2.3.2. ADAPTAÇÃO VISUAL

Processo de regulação fotoquímica e nervosa da retina. Por esse processo podemos ver bem entre diferenças de até 1.000 para 1.

Segundo Pereira (2001), a adaptação pode ocorrer em três etapas:

1. Resposta neural rápida quando há mudança de iluminação. Esta é seguida de dilatação ou contração da pupila para regular a quantidade de luz admitida e, lentamente, a produção ou remoção de substâncias químicas na retina.
2. Resposta média do olho com a dilatação ou contração da pupila para regular a quantidade de luz admitida no interior do olho.
3. Resposta retinal lenta com a produção ou remoção de substâncias fotoquímicas para aumentar ou diminuir a sensibilidade à luz.

A adaptação à claridade é mais rápida, pois é mais fácil remover as substâncias fotoquímicas dos cones que produzi-las nos bastonetes. Nesta há uma redução da sensibilidade em toda a retina, podendo vir a gerar ofuscamento. A adaptação ao escuro dá-se de forma mais lenta: em 30 minutos é alcançada 80% da sensibilidade total. (BEGEMAN ET. AL.,1997) E quando existem partes claras e escuras ocorrem adaptações locais., observe-se a figura 2.12:

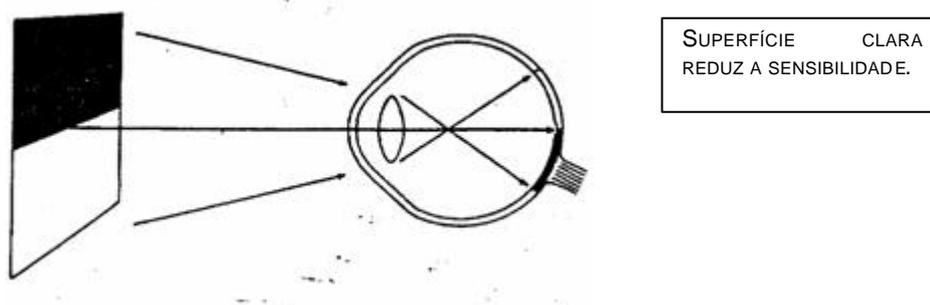


Fig. 2.12 - Efeito de uma superfície clara e escura na retina. A superfície clara diminui a sensibilidade de toda a retina, reduzindo também o potencial de visão da fóvea central. Pode-se chamar esta perturbação de ofuscamento relativo. (Fonte: Goulding et. Al., 1994).

Da habilidade de adaptação parcial do olho podemos concluir que a luminosidade das superfícies deve ter diferenças relativas, para que os desvios de

sensibilidade não prejudiquem a visão, e a intensidade de iluminação não deve apresentar rápidas oscilações, pois a capacidade de adaptação só ocorre lentamente. Uma superfície clara diminui a sensibilidade da retina, reduzindo o potencial de visão da fóvea central. Pode-se chamar esta perturbação de ofuscamento relativo.

Existem duas considerações de projeto importantes que são uma consequência da habilidade de adaptação do olho (PEREIRA, 2001):

- Margem de adaptação: ao adaptar-se a luminância média da cena, a margem de visibilidade para ambos os lados é grande, mas não infinita. Diferenças muito grandes podem gerar perda de visibilidade e ocorrência de ofuscamento.
- Velocidade de adaptação: como já foi mencionado, a velocidade de adaptação é bastante lenta comparada como os movimentos humanos normais. Caso haja um aumento muito rápido nos níveis de luz pode ocorrer ofuscamento. Se for um decréscimo muito rápido pode haver perda de visibilidade.

A habilidade da adaptação visual possuída pelo olho humano deve ser bem explorada pelos projetistas. Esse usa diferentes tipos de visão para diferentes níveis de iluminação, e conseqüente tem necessidade de sombra. Ele se adapta facilmente a mudanças de luminosidade externa e interna quando o nível de luz artificial é 1:100 ou maior que o nível de luz natural do ambiente externo. Isto também é determinado pela necessidade de ajuste não somente na mudança dos níveis de iluminação, mas também nas mudanças das características da luz. (IESNA, 1990)

Quando uma mudança ocorre de um ambiente externo para um ambiente interno com luz natural (e não artificial), o olho se adapta numa proporção de 1:200 entre as diferenças de luz interna e externa. Via de regra, uma vez que o olho estiver adaptado a baixos níveis de iluminação, esta proporção pode ser estendida até 1:1000. (IESNA, 2000)

### 2.3.3. ACUIDADE VISUAL

“Acenda mais luzes”. As pessoas geralmente pedem para acender as luzes artificiais quando acham que a natural não é suficiente, estão realizando uma tarefa minuciosa, sentem dificuldade para ler e executar tarefas. Porém, conforme aumenta o brilho na sala, mais a íris se contrai e reduz o tamanho da pupila, o que afeta a capacidade de visão do olho, de percepção dos pequenos detalhes, há então uma queda na acuidade visual, ou a capacidade de distinguir pequenos detalhes, o grau de nitidez visual, que varia com a duração da exposição à luz e certo nível de luminância, o que mostra a fig. 2.13.

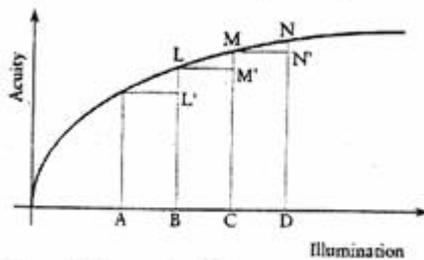


Figure 2-4. Increasing illumination versus acuity.

Fig. 2.13: Gráfico de Acuidade visual x aumento da iluminação (Fonte: Goulding et. Al., 1994).

Em ambientes escuros, os cones estão menos ativos, o olho não consegue perceber os pequenos detalhes dos objetos em virtude da diminuição do contraste, e esta queda também ocorre. Apresenta-se abaixo uma tabela de relação entre acuidade visual e o aumento da luminosidade. (fig. 2.14)

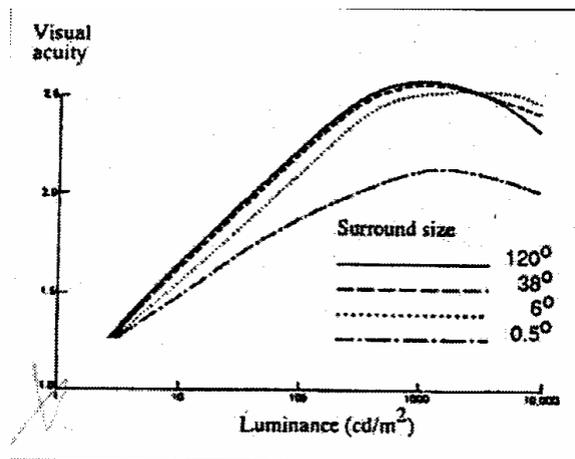


Fig. 2.14: Acuidade Visual x Luminância (Fonte: Goulding et. Al., 1994).

A acuidade depende praticamente do aumento da luminosidade, mas há uma faixa limite para este aumento.

#### 2.3.4. ACOMODAÇÃO VISUAL

A acomodação visual é a habilidade do olho de focar a luz na retina de uma distância para outra mudando a forma das lentes. Peter Boyce (1998), chama atenção para a diminuição da capacidade visual com o aumento da idade. Com o aumento da idade há uma redução da possibilidade de acomodação da retina (fig. 2.15), o que torna difícil distinguir objetos distantes ou pequenos detalhes. Outro fator é o aumento da absorção e dispersão da luz pelo olho, que produz acentuada sensibilidade à luz, percebendo uma incidência de luz tolerável para um jovem de 25 anos, como ofuscamento.

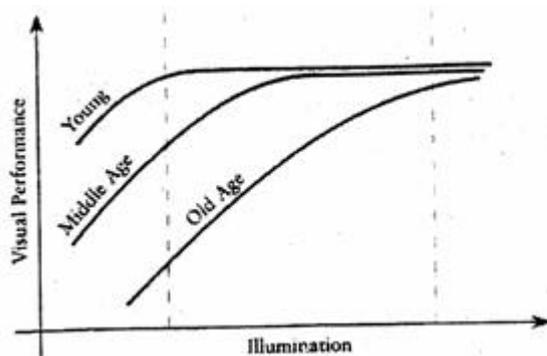


Fig. 2.15: Performance visual de acordo com a idade. (Fonte: Goulding et. Al., 1994).

Em boas condições de iluminação é utilizada a visão fotópica: onde os cones dos olhos são os principais receptores de luz. As cores são bem percebidas. Em baixos níveis de iluminação é utilizada a visão escotópica: onde os bastonetes são os principais receptores. (Fig. 2.16)

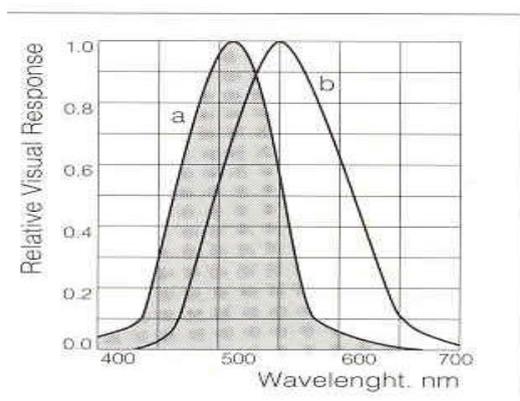


Fig. 2.16: Curva de sensibilidade do olho humano. A – visão escotópica, b – visão fotópica. (Fonte: Moore, 1991)

O modo de calcularmos o período de tempo no qual a luz do dia é desejável em edificações, pode ser encontrado consultando-se as curvas publicadas pela CIE (Commission Internationale de L' Eclairage) de acordo com a latitude de cada local. Entretanto estas curvas não levam em conta preferências e necessidades pessoais.

A penetração e a distribuição da luz do dia em ambientes internos depende principalmente da localização e do tamanho das aberturas, do tipo de vidro

empregado, a configuração do ambiente e a reflexão causada pelas paredes, teto e outras superfícies.

### **2.3.5. FADIGA VISUAL**

Ocorre porque a luz natural possui UV (raios de luz ultravioleta), a qual, por reação fotoquímica, rapidamente enfraquece o pigmento em objetos coloridos. Este efeito pode ser evitado pelo uso de filtros ultravioletas nos vidros ou lentes de óculos.

A acomodação visual é o mecanismo pelo qual o olho humano promove uma adaptação constante e gradual às variações de luminosidade e à movimentação dos objetos para longe e para perto dos olhos. Porém, nossa capacidade visual é baixa em situações de necessidade de fixação visual em objetos em movimento. Para focalizar, no plano da retina, objetos situados perto do globo ocular, o organismo utiliza um reflexo do sistema nervoso autônomo, com contração do músculo ciliar (situado dentro do olho), que afrouxa os ligamentos tensores do cristalino; devido a sua elasticidade, o cristalino torna-se então globoso aumentando o seu poder de lente biconvexa, e focalizando a imagem no plano da retina. Inversamente para focalizar objetos situados distantes do globo ocular, o músculo ciliar se relaxa, os ligamentos tensores do cristalino se estendem e o cristalino se torna mais fusiforme, mais plano. Ou seja, o esforço muscular ocorre quando está havendo a focalização do objeto próximo do globo ocular e o esforço muscular desaparece quando é focalizado um objeto distante do globo ocular. (FONSECA, 2000)

Por isso é importante que durante uma jornada de trabalho, um operador de monitor, que fica praticamente o dia todo focalizando sua visão na tela, tire de tempos em tempos alguns minutos do seu dia para descansar os grupos musculares do olho, para o que basta observar durante alguns minutos objetos situados ao longe. Esta simples medida ajuda a evitar a fadiga visual.

A percepção visual é também comprometida pela baixa luminosidade, particularmente quando há necessidade de visão de detalhes ou de fixação visual. Isso porque o tempo de fixação visual depende dos níveis de iluminação e do contraste do objeto:

1. Se o nível de iluminação for baixo e o contraste adequado, não haverá problema.
2. Se o nível de iluminação for baixo e o contraste for baixo, os músculos extrínsecos dos olhos terão que fixar a visão no objeto podendo ocorrer à fadiga dos mesmos.
3. Se o nível de iluminação for baixo e o contraste for alto, ocorrerá ofuscamento, com fechamento da pupila e prejuízo da visão.
4. Se houver necessidade de visão próxima com baixos níveis de iluminação e alto nível de contraste, a fadiga será máxima, pois coexistirão todos os possíveis mecanismos de fadiga visual.

### **2.3.6. COMO A LUZ É PERCEBIDA PELO HOMEM**

A sensação visual permite criar representações vívidas, detalhadas do mundo através de informações bastante vagas, da iluminação momentânea projetada pela lente do olho sobre a retina. Desta ordem altamente empobrecida, bidimensional em luz e sombra, nós construímos um complexo modelo mental tridimensional do mundo ao nosso redor. Estes modelos identificam pessoas e objetos de formas, tamanhos, e cores variadas, localizados em lugares específicos do nosso campo de visão. Os processos subjacentes do fenômeno da percepção visual vêm sendo estudados por cientistas especializados em sensação e percepção, e estes estão descobrindo que os passos que transformam a vida cotidiana num cinema interno são desencadeados por disparos do nervo retinal. (MEYER, 2002)

Uma extremidade de escuridão na retina pode vir de um edifício a uma certa distância, enquanto outro pode vir de um homem que se debruça fora da

janela do edifício. Nosso cérebro combina estas informações com conhecimentos, convicções, e expectativas para fazer suposições razoavelmente contextualizadas sobre o que está presente na cena. Nossas conclusões sobre o local, movimento, tamanho, cor, e textura de objetos também envolvem uma quantidade enorme de conjecturas. Em nossas vidas diárias, nós dificilmente sabemos qualquer coisa com certeza, mas como o mundo é um lugar bastante regular, nós normalmente o imaginamos corretamente. O fato de que a percepção confia tanto em nosso conhecimento do mundo implica que pode ser estudado e entendido em isolamento; os cientistas devem ligar percepção com outros processos cognitivos, como saber, memória, julgamento, e o problema a ser resolvido. (MEYER, 2002)

O estudo da percepção humana é uma das áreas mais avançadas da psicologia. Muitos processos perceptivos, especialmente aqueles envolvendo visão e audição, já estão bem entendidos. Entretanto, ainda é um mistério como nós identificamos as formas dos objetos, a configuração de contornos e extremidades que povoam nosso mundo visual com animais, pessoas, paisagens. Outro é como nós nos movemos de modo a identificar as formas de objetos. Uma terceira indagação ainda seria como a percepção é influenciada por experiências da pessoa, motivos, expectativas, e metas. (FONSECA, 2000)

Percepção Visual é o processo onde um fluxo de informação que começa na retina, se espalha através do córtex visual reconstruindo através de um sucessivo processo de informação contínua, o modelo mapeado das imagens recebidas do mundo externo (lembra a idéia da mente como um espelho da natureza). Entretanto, apenas 1/5 da informação proveniente da visão vem da retina, e o restante do mundo externo. (MOORE, 1991)

A luz manifesta as formas, paisagens, cores, texturas e reflexões das superfícies no mundo físico, que se transforma em mensagens que serão enviadas ao cérebro. Estas são baseadas na existência de contrastes entre luz e sombras e contraste de cores. O termo contraste pode ser usado tanto no sentido físico quanto perceptivo, envolve a avaliação de diferentes aparências de duas ou mais partes do campo visual visto simultânea e sucessivamente.

Como o olho humano percebe o ambiente arquitetônico ao seu redor?

Alguns componentes da percepção visual podem auxiliar na formulação de projetos arquitetônicos baseados em como o olho humano vê a luz. Visto que a visão é uma parte importante do sistema sensorial humano, bastante relacionado ao tato e a audição. Nossa percepção não identifica o mundo exterior como ele é na realidade, e sim como as transformações, efetuadas pelos nossos órgãos dos sentidos, nos permitem reconhecê-lo. Na verdade, as percepções diferem, qualitativamente, das características físicas do estímulo, porque o cérebro dele extrai uma informação e a interpreta em função de experiências anteriores com as quais ela se associe.

O estudo da percepção visual oferece evidências consideráveis de que o mundo ou a imagem não é recebida, como as pessoas às vezes dizem, mas sim *construída*. O mundo que nós freqüentemente consideramos como objetivamente lá fora é experimentado em modos muito diferentes por outras criaturas. (VEITH, 2001A)

As informações, oriundas do meio ambiente ou do próprio corpo, são captadas pelo sistema sensorial, e o cérebro as utiliza para três funções : percepção, controle dos movimentos corporais e manutenção do estado de vigília.

O que percebemos? Percebemos o mundo ao redor, através dos nosso sistema sensorial. Sensores sutis, captam informações como temperatura, excitação sexual e volume sangüíneo. Cada um dos sistemas sensoriais também distingue as qualidades do sinal detectado. Assim é que percebemos a luz em termos de cor e brilho. Em um som, detectamos tonalidade e altura. Receptores especiais informam sobre a intensidade de cada estímulo, enquanto outros dizem

de onde ele vem, quando começou e por quanto tempo persiste. Ainda que dois seres humanos dividam a mesma arquitetura biológica e genética, talvez o que eu percebo como uma cor distinta e cheiro, não é exatamente igual à cor e cheiro que o outro percebe. Nós damos o mesmo nome a esta percepção, mas nós não sabemos como elas se relacionam à realidade do mundo externo. (MEYER, 2002)

Enfatiza-se que o mundo é visto de modos diferentes por criaturas diferentes. Nós não acreditamos nos nossos próprios olhos, nós sabemos que um lápis em um vidro *parece* curvo, que a lua *parece* maior quando está próxima ao horizonte e por isso existem fenômenos de ilusão de ótica: acreditamos ver coisas em chamas, manchas, nuvens e assim por diante. Alguns de nós podem, claro, ser mais sugestionáveis que outros. (MEYER, 2002)

## **2.4. O ENTORNO IMEDIATO AO AMBIENTE CONSTRUÍDO**

A luz refletida nas superfícies exteriores ao local em estudo podem representar uma parcela importante do total de luz diurna recebida pelas janelas. O entorno pode também, pelo mascaramento por edifícios próximos, obstruir parcelas significativas da abóbada. É, pois, de fundamental importância sua análise quando do projeto de iluminação natural.

### **2.4.1. A FUNÇÃO DAS ABERTURAS**

As janelas surgiram como um refinamento, uma evolução na construção do espaço arquitetônico, para tornar os locais mais habitáveis. Como tal, elas têm estado em desenvolvimento contínuo através dos tempos. (MACÊDO, 2002).

As janelas podem ser consideradas como os olhos e os ouvidos de uma construção, pois são um dos mais importantes elementos da edificação, e sua comunicação com o meio externo. Sendo um elemento polifuncional, a janela possui uma série de finalidades: ambientais (luz natural, ventilação, aquecimento), psicológicas (acesso à luz natural, à luz do sol), vista do exterior; plásticas, de

segurança e operacionais. (CARMONY,1996; PEREIRA, 1992 *apud* MACÊDO, 2002).

O ser humano necessita do contato com o exterior, tanto que os primeiros espaços a serem ocupados em escritórios e salas em geral, são sempre os mais próximos às aberturas. Entretanto, o homem quer comunicação com o exterior, sem que esta lhe tire a privacidade, e em virtude disso são criadas diferentes alturas de peitoris.

Dentre os benefícios proporcionados pelo contato com o exterior possibilitado pelas aberturas, segundo Heerwagen (1990) podemos citar:

1. Acesso às informações do ambiente: condições do clima, hora do dia;
2. Acesso a trocas sensoriais: estímulo psicológico devido à exposição do organismo às variações ambientais.
3. Conexão com o mundo exterior: forma de aliviar o sentimento de confinamento e isolamento.
4. Recuperação e restauração: alívio visual produzido pela satisfação da vista.

Ainda é necessário dizer que as aberturas nos dão a ventilação e a iluminação proveniente da luz natural.

## **2.5. A LUZ NATURAL**

O acesso da luz natural na edificação ou no seu envoltório tem sido um assunto amplamente discutido e ainda não se chegou a um consenso. A luz natural na arquitetura tem sido tratada como um problema e não como uma oportunidade de ser beneficentemente explorada, enxergando-se somente o ganho de calor em excesso e esquecendo-se dos benefícios que ela pode gerar, com o ganho em iluminação. (MOORE, 1991).

A luz natural contribui para a eficiência energética na edificação, o conforto visual e o bem estar dos seus ocupantes. O ambiente onde há luz natural é mais prazeroso que o produzido pela luz artificial, por mais que a luz artificial se aperfeiçoe, ela ainda não consegue reproduzir cores e contrastes como a natural;

Muitos estudiosos já versaram sobre o aumento da produtividade devido à influência da luz do sol. Norris e Tillett (1997) concluíram após a leitura de muitos artigos relacionados ao assunto, que não há provas concretas a respeito do potencial aumento do desempenho pela luz natural, mas sim da capacidade da mesma de criar a sensação de conforto psicológico.

A idéia de que luz e escuridão influenciam o estado de ânimo do homem tem origem muito antiga. Algumas pesquisas tentam provar estas teorias. A luz tem causado impactos físicos e psicológicos. “[...] quando a luz passa pelos olhos, os impulsos são propagados não apenas às várias áreas visuais, mas, também às áreas do cérebro relativas às emoções e à regulação hormonal”. (BRAINARD *apud* FONSECA, PORTO e CLARK, 2000).

O importante do contato humano com a luz é evidente quando o olhar repousa no exterior iluminado pela luz natural, após um longo tempo de concentração no trabalho, pois serve também como relaxante da musculatura do olho depois de muito tempo com o olhar fixo. Os primeiros espaços a serem ocupados dentro de uma sala, em se tratando de ambientes com estações de trabalho informatizadas, são sempre aquelas mais próximas às janelas, o que nem sempre se explica pela necessidade de luz natural para a realização da tarefa.

A otimização do uso da luz natural é essencialmente importante em ambientes não domésticos e comerciais, visando à eficiência energética da edificação. Um bom projeto aproveitando ao máximo a luz natural, não só reduz custos com energia elétrica para iluminação, mas também diminui a possibilidade do uso de aparelhos para armazenar calor. Para alcançar um bom aproveitamento desta fonte de luz e calor, os vidros devem ter um balanceamento entre o ganho e perda de calor resultantes da transmissão de radiação térmica e da luz que penetra na edificação;

Como a luz do dia é variável e de distribuição não uniforme, elementos de projeto devem ser observados para maximizar a utilização da mesma:

- Orientação solar, organização espacial e geometria do espaço;
- Localização, forma e dimensões das aberturas através das quais haverá passagem de luz natural;
- Localização e propriedade das superfícies de divisão interna que refletem a luz e participam da sua distribuição;
- Localização, forma e dimensões dos instrumentos móveis ou permanentes que protegem contra a entrada de luz em excesso e ofuscamentos;
- Propriedades térmicas e lumínicas do vidro das aberturas.

Em ordem de importância decrescente pode-se dizer que as razões mais importantes para o uso da luz natural em são:

1. Melhorar a qualidade do ambiente interno;
2. Aumentar a produtividade dos ocupantes (não comprovado);
3. Diminuir o pico de carga instalada de energia elétrica;
4. Reduzir a emissão de poluentes
5. Economizar energia e diminuir custos operacionais.

Sobre a primeira vantagem podemos dizer que a beleza está no olho do observador, entretanto as pessoas universalmente apreciam ambientes banhados de luz natural, pois ela traz vivacidade ao ambiente interno. Uma boa arquitetura requer o uso inteligente da luz, porque sem luz, a arquitetura não existe.

Em relação à segunda vantagem, pode-se dizer que se a produtividade aumenta com o contato com a luz do dia, então há uma dupla economia, de energia elétrica e de salário em relação à produtividade.

Em escritório comerciais o pico de energia ocorre aproximadamente entre duas e quatro da tarde no verão. O uso da luz natural neste período é possível e

desejável para diminuição do consumo e conseqüente diminuição do pico de demanda instalada.

Quanto à emissão de gases, com a diminuição do uso de luz artificial e ar condicionado pelo aproveitamento da luz do dia e ventilação natural, pode haver uma redução efetiva na emissão de gases tóxicos.

A economia de energia elétrica através do uso adequado da luz natural já é fato comprovado e indiscutível. Adicionando a isso o uso de lâmpadas eficientes e painéis fotovoltaicos (captadores de luz para transformação em energia elétrica), tem-se um modelo quase ideal de edificação ecologicamente correta no que se refere à luz natural e o consumo de energia elétrica.

### **2.5.1. PORQUE A LUZ NATURAL É TÃO DESEJADA**

Segundo Lou Michel (1996): “Porque paisagens, montanhas, poentes e alvoradas, quedas d’água, canteiros de flores, se tornam temas tão comuns para pintores e fotógrafos? A beleza natural, experienciada diretamente ou através das artes, despertam no observador sentimentos românticos, de tranqüilidade, paz, admiração e respeito. Há uma interface biológica entre a beleza na natureza e o instinto humano dirigido a embelezar o ambiente construído”.

Não há simples razões físicas ou psicológicas que expliquem a preferência humana pela luz natural. Há duas razões psicológicas. Para isso: a luz natural satisfaz duas necessidades humanas básicas – ver bem e receber estímulos do ambiente, sendo que seu efeito mais comum é uma sensível melhora no humor. Entretanto não há garantias de efeitos positivos no desempenho das tarefas, pois isso depende de como a luz chega até o usuário e de como ela é recebida por este, bem como qual a competência designada a esta mesma luz. (BOYCE, 1998).

Não é por acaso que a luz artificial tenta imitar a luz natural. Em escritórios pode-se observar claramente a preferência humana pela localização de sua área

de trabalho próxima à janela. A luz do dia é natural e a resposta psicológica do ser humano a ela é bem diferente de sua resposta à luz artificial. Psicologicamente a luz natural está diretamente ligada ao nosso ciclo biológico: a melatonina, hormônio associado ao sono, tem mostrado ser influenciada pela exposição a diferentes comprimentos de onda luminosa e uma mudança no ritmo circadiano pode ser feita com lâmpadas de diferentes tipos, que forneçam uma quantidade de luz suficientemente alta, que consigam agir de forma semelhante à luz natural. (BOYCE, 1998).

O desejo pela luz é limitado a quando ela começa a causar desconforto, por excesso de radiação, de calor, por ofuscamento ou desconforto térmico. E além da alta luminância da luz do dia e sua precisão de cores, a visão através da janela (ou aberturas em geral) é muito importante, porém o ser humano quer o acesso visual sem que este cause exposição visual. (SOARES ET. AL., 1999). Outro fator importante a ser ressaltado é que a distribuição interna da luz é mais importante que a quantidade de luz incidente, e que a variação da quantidade de luz ao longo do dia é um fator desejável pelo usuário, como um fator de surpresa, diferente da monotonia da lâmpada elétrica, onde os níveis de iluminação são constantes.

Alguns efeitos no que tange à produtividade podem ser mencionados, como melhora no humor, pessoas bem humoradas tendem a ser mais criativas, cooperativas e positivas a respeito do trabalho. Características comuns dos fatores que promovem bom humor é o inesperado, e a luz do dia com sua não homogeneidade característica pode ser considerada inesperada, diferente da luz artificial que só varia dentro de padrões já conhecidos. (NORRIS ET. AL., 1997).

Entretanto, existem também os efeitos fotobiológicos, como a redução da exposição à luz do dia por um longo período de tempo, que está associada com o início de depressão, e é chamada de desordem efetiva sazonal e ocorre basicamente no inverno. Os sintomas são tristeza, irritabilidade, letargia, falta de sono e perda de apetite. Os tratamentos feitos com altas doses de luz natural mostraram-se eficientes no combate a esta desordem. (MILLET, 1996).

A luz natural é agente fundamental no bom funcionamento do nosso relógio biológico. Nos casos de desordem sazonal efetiva, a luz artificial se mostra insuficiente para provocar (desencadear) a resposta psicológica necessária para driblar tal desordem, já a luz natural é de real eficácia. (MILLET, 1996).

## **2.5.2. PARÂMETROS ARQUITETÔNICOS PARA APROVEITAMENTO DA LUZ NATURAL**

Considera-se a interação entre o edifício e o espaço aberto iluminado pela luz do céu, e também a interação entre a edificação e a luz natural do ambiente externo. A luz que penetra no edifício, vinda das aberturas, é resultante de uma combinação de três fontes: luz direta do céu, luz direta do sol e luz refletida em superfícies proveniente de ambas (do céu e do sol).

Alguns parâmetros de projeto são relevantes e podem ser manipulados pelo projetista:

- A superfície do piso ao redor da edificação;
- As superfícies externas do edifício interagindo umas com as outras de tal forma que apresente um design flexível que se adapte aos edifícios vizinhos;
- Importantes causas que influenciam a luz do dia dentro de uma sala para um tipo específico de edificação:
  - a área da envoltória;
  - a área da edificação, sua geometria, a localização e a orientação das aberturas;
  - características das superfícies (texturas, cor, refletividade).
- A superfície iluminada não é o único parâmetro relevante para o conforto visual, uma compreensão maior em relação à percepção visual é necessária, incluindo algumas noções básicas como (BEGEMAN ET. AL., 1997):
  - distribuição espacial da luz natural;

- nível de iluminação;
- forma das sombras;
- distribuição de cores;
- ofuscamento;
- interferência visual.

Na tentativa de criar mais edificações sustentáveis, uma reflexão sobre a metodologia convencional do processo de projeto é fundamental. Aumentando-se a consciência ambiental, as questões ambientais começarão a fazer parte deste processo, o que ainda não ocorre pois a maioria dos arquitetos ainda desenvolve o projeto de modo convencional, com pouca ou nenhuma preocupação com aspectos ambientais.

A forma de um edifício e seu planejamento é um processo complexo. Beleza, funcionalidade, custos e tecnologias contribuem para o desenvolvimento da concepção arquitetônica. O que o arquiteto deveria evitar é a preocupação excessiva somente com a beleza ou somente com o impacto ambiental. Ambos devem ser pensados conjuntamente, de maneira complementar. Visto que um baixo consumo de energia é aplicável independente do estilo arquitetônico.

O melhor momento para melhorar o desempenho ambiental de uma edificação é equacioná-los nas primeiras etapas de projeto, onde podem ser feitos ajustes em relação à orientação, forma. Verifica-se a possibilidade de economia de energia na influência do posicionamento e orientação das vidraças para o ganho excessivo de calor e luz ou a falta dos mesmos. (FROTA, 1998)

## **2.6. A TAREFA VISUAL EM AMBIENTES INFORMATIZADOS**

O contraste com o fundo, sua luminância, o tamanho dos objetos e o tempo despendido na observação, é que definem a percepção ou não de detalhes na tarefa visual. Podemos perceber claramente que quanto maior o contraste

tela/fundo em um monitor (preto e branco, por exemplo), tanto maior será nossa facilidade em perceber os caracteres. (IESNA, 1990)

Entretanto, devemos tomar cuidados com os níveis de contraste utilizados, que não devem exceder 1:10 entre caracter e fundo. (IESNA – Illumintion Engineering Society, 1990).

Monitores configurados para utilização com letras escuras em fundo claro são vantajosos, pois o risco de contrastes exagerados é bem menor. Materiais, cores e revestimentos do entorno adjacente também devem ser bem planejados e permanecendo dentro de uma mesma grandeza de contraste entre si, evitando-se pontos muito luminosos dentro de um ambiente, devido a estes insistirem em atrair o olhar do observador, assim como pontos de alta reflexão, optando por acabamentos foscos. Um *layout* do ambiente também é de fundamental importância, devendo-se observar, no momento de sua concepção, fatores como posicionamento de janelas, incidência de luz direta, superfícies refletoras, proximidade as aberturas entre outros fatores. (IESNA, 1990).

### **2.6.1. OLHOS E O MONITOR**

O usuário de computador permanece com os olhos em um foco fixo, a tela, esta possui brilho característico, que quando combinado a reflexos provenientes do ambiente externo, de fontes de luz natural ou artificial podem facilmente causar ofuscamento, ou mesmo pela diferença entre o brilho proveniente da tela e o advindo da janela, principalmente quando o monitor se encontra posicionado de frente para esta.

A exigência dos olhos em monitores pode ser agravada por alguns fatores (MUDRID ET. AL., 2001):

- Pequena separação de letras.
- Falta de contrastes entre sinais e fundo.
- Instabilidade das letras.

- Inadequada concepção das letras e da tela.

Condições fotométricas como oscilação, nitidez, contraste e estabilidade dos sinais, são possíveis condicionantes de legibilidade e conforto visual.

### **2.6.2. ILUMINÂNCIA ADEQUADA A AMBIENTES INFORMATIZADOS**

Há divergências no que diz respeito aos valores pré-definidos para iluminância adequada a ambientes informatizados. Consultando a ABNT - Associação Brasileira de Normas Técnicas (1991) - NB57, que nos dá o valor da iluminância por classe de tarefa visual, nota-se que o valor determinado como iluminância média para terminais de vídeo é de 500lux. Todavia, segundo a IESNA, a iluminância para tarefa visual é baseada em categorias subdivididas de D a I, variando conforme o tipo de atividade a ser executada, a velocidade requerida, a idade do usuário que irá desempenhar a atividade (em virtude da perda da capacidade visual com a idade), e a refletância entre tarefa e fundo. Na categoria D, por exemplo, se enquadra a “performance de tarefas visual de alto contraste e tamanho grande” e sugere uma variação de iluminância de 200-300-500 lux, enquanto na categoria E se enquadra “performance de tarefas visuais de contraste médio ou tamanho pequeno” e define uma variação de 500-750-1000 lux (ver tabela 2.2). Presume-se pelos dados analisados, que as tarefas desenvolvidas em um escritório ou sala de estudos informatizados estariam compreendidas dentro da categoria D (200-300-500 lux).

Entretanto se as atividades desenvolvidas nos locais acima citados perdurarem por três horas ou mais, estas passariam a ser classificadas como compreendidas dentro da categoria E (500-750-1000 lux). Para este tipo de situação a iluminância do próprio monitor deve ser alta para não se chocar com a iluminância do entorno.

Devidos às controvérsias entre normas e a grande variação, principalmente de idade, que pode existir dentro de um mesmo ambiente, sugere-se que sejam

feitas adaptações com o uso de iluminação de tarefa, buscando alcançar níveis de iluminação satisfatórios a cada pessoa individualmente.

Tabela 2.2: recomendações de níveis de iluminância segundo a tarefa. (Fonte: IESNA, 2000)

Categoria D (atividades predominantes, para o caso de “performance de tarefas visuais de alto contraste e tamanho grande”)	200-300-500 lux
Categoria E (para o caso de “atividades de tarefas visuais de contraste médio ou tamanho pequeno”)	500-750-1000 lux (com iluminação suplementar)
Valor médio recomendado	500 lux

### 2.6.3. LUMINÂNCIA ADEQUADA A AMBIENTES INFORMATIZADOS

A iluminação geral e local também deve ser coordenada com a luminância média da tela, ponto focal da visão. Se a média de luminâncias do entorno estiver, por exemplo, entre 15 e 85 cd/m<sup>2</sup>, a luminância da tela deve estar na faixa logo acima a 85 cd/m<sup>2</sup>. (IESNA, 1990).

A relação entre luminâncias nas áreas adjacentes indica que a área imediatamente ao redor da tela não deveria exceder a um terço ou três vezes a luminância média da tela (ver fig. 2.17). Esses limites são sugeridos para aliviar os olhos da constante adaptação a diversos níveis de luminância. Como uma faixa de iluminâncias entre 300-500 lux resulta em luminâncias satisfatórias nas áreas adjacentes, exceto para telas com luminâncias muito baixas, como em torno de 15 cd/m<sup>2</sup>, é aconselhável o uso de telas com valores de luminância mais altos, na faixa de 80 cd/m<sup>2</sup>.

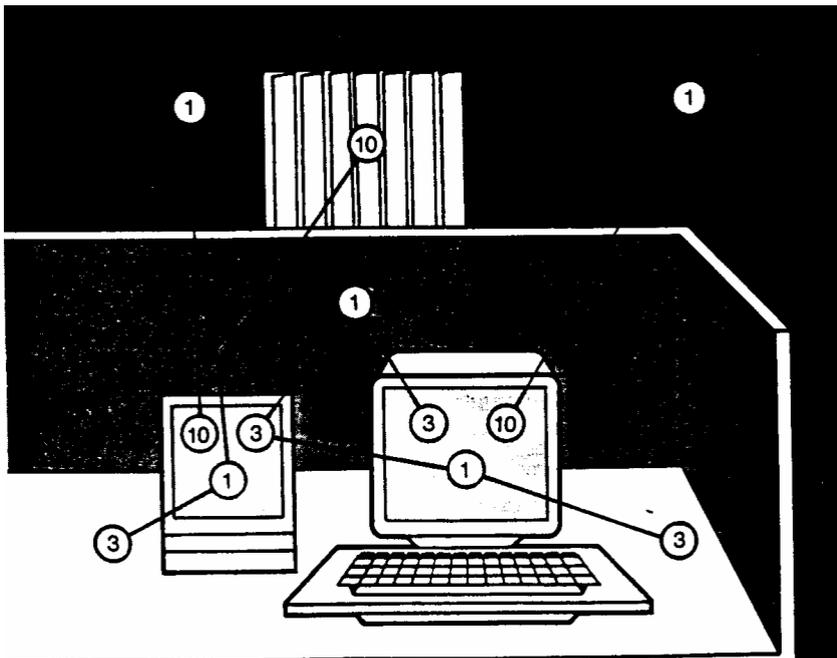


Figura 2.17: Proporções máximas entre luminâncias de diversas superfícies para uma estação de trabalho com monitores. (Fonte: IESNA, 1990)

#### 2.6.4. CONTRASTES DE LUMINÂNCIA

Contraste pode ser definido como a diferença entre a luminância (brilho) de um objeto e o entorno imediato deste objeto. (PEREIRA, 2001). Varia com o ângulo de incidência da luz e o ângulo de observação, quando estes forem semelhantes o contraste será reduzido e o reflexo da luz incidente pode reduzir a visibilidade de elementos contidos no objeto central de visão. É dependente das características de reflexão dos elementos envolvidos, da iluminância incidente e da refletância da superfície. (ver proporções de contraste recomendadas na fig. 2.18)

As diferenças entre luminâncias nas diversas partes do campo visual devem obedecer aos seguintes valores da tabela 2.3.

Tabela 2.3 recomendações entre proporções de luminâncias dentro do campo visual. (Fonte: IESNA, 2000)

Tarefa visual e superfície de trabalho	3:1
Tarefa visual e espaço circundante	10:1
Entre fonte de luz e fundo	20:1
Máxima diferença no campo visual	40:1

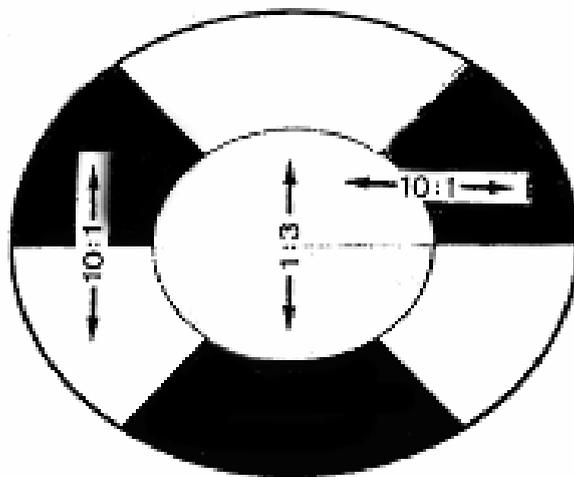


Figura 2.18: contrastes de luminâncias no campo visual. Campo central 3:1; Campo periférico 10:1; Campo central p/campo periférico 10:1. (Fonte: Goulding, 1992)

## 2.7. OFUSCAMENTO

O ofuscamento ocorre quando uma parte do ambiente é muito mais clara que o restante, é uma grande perturbação no poder de adaptação, que acontece por superexposição da retina.

Segundo Pereira (2001), pode ocorrer devido a dois fenômenos distintos:

- Contraste: caso a proporção entre as luminâncias de objetos do campo visual seja maior que 10:1.

- Saturação: o olho é saturado com luz em excesso; esta saturação ocorre normalmente quando a luminância da cena excede 25.000 cd/m<sup>2</sup>.

Pode ser subdividido em três categorias:

1. Relativo: provocado por excesso de contraste nas superfícies do campo visual; não impede o desenvolvimento da tarefa visual.
2. Absoluto: acontece quando a claridade de uma fonte luminosa é tão alta, que a adaptação não é possível (claridade do sol); impede o desenvolvimento da tarefa visual. Ainda de acordo com Pereira, pode ocorrer de três maneiras:
  - ⊗ Espalhamento de luz pelo cristalino produzindo uma luminância na retina encobrendo a imagem da cena;
  - ⊗ Tempo insuficiente do olho para adaptar-se a uma diferença de luminâncias;
  - ⊗ Imagens fantasma, produzidas por flash de câmeras fotográficas, visão do sol, faróis e etc., a visão normal é restaurada em um intervalo de 5 a 10 minutos.
3. De adaptação: acontece quando a adaptação para a claridade de uma superfície ainda não foi atingida (saída de um quarto escuro para a luz do dia).

Com o aumento da idade maior a sensibilidade ao ofuscamento. Pessoas mais velhas são mais perturbadas com luzes claras ou superfícies claras de janelas que os jovens.

De acordo com Chauvel et. al. (1982) levando em conta a disfunção no sistema ocular, as seguintes particularidades são importantes:

- No ofuscamento relativo, a perturbação do potencial de visão é tão mais forte quanto mais próxima estiver a fonte luminosa da linha de visão, e tão maior quanto a luminância e a reflexão em superfícies vizinhas.
- Uma fonte de ofuscamento que está acima da linha de visão perturba menos que uma que esteja colocada lateralmente ou abaixo da linha de visão.
- O risco de ofuscamento é essencialmente maior quando o nível geral de luminosidade no campo visual é baixo, pois o ofuscamento ocorre mais

rapidamente e é mais forte, quanto maior a sensibilidade da retina. (exemplo, o ofuscamento relativo de uma janela é diminuído por uma maior luminosidade no ambiente, assim como um farol aceso de dia não ofusca).

### **2.7.1. CAUSAS DE DESCONFORTO**

Vários fatores, além das condições de iluminação, podem levar a sobrecarga do sistema ótico. Atenção especial de ser dada a fatores como ofuscamento, cintilação e sombras.

O desconforto visual pode levar a uma série de sintomas oculares tais como: sensações doloridas de irritações (ardência), acompanhadas de lacrimação e avermelhamento das pálpebras e conjuntivas, fotofobia, visão dupla, diminuição da força de acomodação e convergência, diminuição da acuidade visual, da sensibilidade aos contrastes e da velocidade de percepção. Pode causar também sintomas extra-oculares como cefaléia, sensações de desconforto e irritabilidade fácil. (COSTA, 1999)

#### **2.7.1.1. DESCONFORTO POR OFUSCAMENTO**

O ofuscamento pode ter dois efeitos. Este pode impedir a visão, sendo chamado desabilitador, ou pode causar apenas desconforto, sendo então chamado desconfortável. É um dos grandes causadores de desconforto, que pode não ser desabilitador, mas extremamente incômodo, dá-se pela redução da performance visual e pelo surgimento de sintomas visuais. Segundo Grandjean (1998) estes sintomas surgem com mais facilidade sob condições de iluminação inadequadas, em anomalias visuais ou na miopia da velhice.

De acordo com Boyce (2003) o efeito do ofuscamento é maior em posições frontais à janela, que em posições laterais. Isto sugere que o layout dos espaços e o posicionamento adequado do mobiliário nos ambientes de trabalho apresentam potencial elevado para reduzir o desconforto pelo ofuscamento.

Segundo Grandjean (1998) os monitores devem ficar perpendiculares às janelas. As janelas frontais ou nas costas dos operadores devem ser evitadas, assim são evitados os reflexos das janelas nos vidros. Já de acordo com a IESNA, escritórios com monitores devem usar divisórias de 1,5m de altura entre os postos de trabalho, como parte do mobiliário, dessa forma há um bloqueio efetivo.

O olho humano trabalha dentro de uma larga faixa de luminâncias (0,03 cd/m<sup>2</sup> a 10.000 cd/m<sup>2</sup>). O contraste excessivo entre objeto e o fundo pode comprometer a habilidade deste em distinguir objetos do seu fundo e de perceber detalhes. (IESNA, 1990).

O efeito desabilitador do ofuscamento é função direta da intensidade luminosa da fonte ofuscante e da intensidade do contraste entre as partes clara e escura no campo visual. A intensidade do ofuscamento pode ser reduzida elevando-se o nível geral da claridade no campo de visão. Isto ocorre, por exemplo, quando o sujeito move-se para perto da abertura, diminuindo a sensação de ofuscamento, já que o olho adapta-se ao nível mais alto de claridade no campo de visão. A outra opção para redução do contraste seria aumentar a claridade interna do ambiente, assim a relação de luminância céu - interior não seria tão grande. O desconforto por ofuscamento se dá principalmente em virtude da luminância da fonte de luz, da luminância de fundo, do tamanho e número das fontes de ofuscamento, e da posição relativa da fonte de ofuscamento no campo de visão. (IESNA, 1990).

Para a medição de desconforto, foram criados sistemas de cálculo, dentre eles está o desenvolvido pela IES (Illuminating Engineering Society), o VCP (Visual Comfort Probability – Probabilidade de Conforto Visual) avalia a porcentagem de pessoas que aceita o ambiente com confortável luminicamente, utilizando a percepção de ofuscamento como devido à iluminação direta de luminárias ao observador.(Equação 1). Este método é empregado na América do Norte, embora existam outros métodos que são empregados em outros países. Todavia, todos eles se baseiam no mesmo princípio, de que o ofuscamento aumenta como a luminância e o ângulo sólido da fonte de ofuscamento ao olho

umentam, e diminui conforme a luminância do fundo e o desvio da fonte de ofuscamento da linha de visão aumentam (IESNA, 2000).

$$VCP = \frac{100}{\sqrt{2\pi}} \int_{-\infty}^{6.374 - 1.3227 \ln DGR} e^{-t^2/2} dt \quad (1)$$

Onde:

DGR= Daylight glare index (índice de desconforto por ofuscamento).

T= tempo

$$DGR = \left( \sum_{i=1}^n M_i \right)^{n^{-0.0914}} \quad (1.1)$$

Onde:

Mi= índice de sensação para cada fonte

n= número de fontes de luz no campo visual

Um sistema desenvolvido recentemente pela CIE, chamado UGR (Unified Glare Rating – Índice de Ofuscamento Unificado) ou classificação unificada do ofuscamento (Equação 2), está em vias de ser aceito por várias outras organizações como a IESNA, esta formula está limitada a situações onde o ângulo sólido se compreende entre  $0,0003 < \omega < 0,1$ , o que limita bastante o seu uso.

$$UGR = 8 \log_{10} \left( \frac{0,25}{L_b} \sum_i \frac{L_i w_i}{P^2} \right) \quad (2)$$

Onde:

L= luminância da fonte de luz

L<sub>b</sub> = luminância do campo de visão, incluindo a fonte

w<sub>i</sub>= ângulo sólido subtendido pelo observador

P<sup>2</sup>= posição da luminária

Entretanto, ambos os sistemas descritos acima são válidos para iluminação artificial, não podendo ser utilizados para desconforto causado por fontes de luz natural. Para as medições de desconforto por ofuscamento causado por luz

natural, o método utilizado deverá ser o DGI (daylight glare index – índice de desconforto por ofuscamento) ou Índice de Ofuscamento por Iluminação Natural, que define com razoável precisão o nível de ofuscamento causado pela luz natural em espaços internos, e pode ser usado tanto para luz direta do sol, como do céu.

## 2.7.2. GLARE INDEX- G

Hopkinson (1975) desenvolveu várias pesquisas sobre ofuscamento (causado por fontes pequenas, se comparadas a luminância do entorno) nestas, ele criou um algoritmo em que o ângulo sólido máximo seria de 0.01sr.

Chauvel et al. (1980) e Hopkinson (1975) desenvolveram uma equação para ofuscamento proveniente de fontes largas (Equação 3), como aberturas em geral, a qual ficou conhecida como fórmula de Cornell, baseada na relação entre luminâncias de fonte e fundo, o grau de ofuscamento causado por qualquer fonte individual de luz nesta, é expresso como um índice G que é dado pela fórmula:

$$G = K \left[ \frac{L_s^{1.6} \times \Omega^{0.8}}{L_b + (0.07 \times W^{0.5} \times L_s)} \right] \quad (3)$$

Onde:

K - constante cujo valor depende das unidades de medida e da fonte de luz;

$L_s$  – luminância da fonte de ofuscamento ( $cd/m^2$ )

$L_b$  – Luminância média do campo de visão (excluindo a fonte) ( $cd/m^2$ )

$\Omega$  – Ângulo sólido subentendido pela fonte, modificado para considerar a posição no campo de visão. (sr)

$W$  – Ângulo sólido subentendido pela fonte. (sr)

A equação acima pode ser aplicada a qualquer fonte de ofuscamento no campo visual, os índices G são então somados para determinar o índice de ofuscamento GI que é expresso:

$$GI = 10 \log_{10} \sum G \quad (4)$$

O ângulo sólido (Equação 5) e o ângulo sólido corrigido (Equação 6), a serem usados nas fórmulas acima, assim se expressa:

$$w = \frac{A \cdot \cos \beta}{D^2} \quad (5)$$

$$\Omega = w \cdot P \quad (6)$$

Onde:

A - Área da abertura

$\beta$  – Ângulo formado com a normal da abertura (horizontal e vertical)

D – Distância do observador à normal da abertura

P – Ângulo de correção do cosseno

A CIE (Comission International L'Eclairage) conceitua índice de ofuscamento como descritivo da sensação potencial de ofuscamento de qualquer fonte de luz. Sendo este método bem aceito pela comunidade internacional para o estudo de grau de ofuscamento, este será utilizado na presente pesquisa para avaliar o ofuscamento gerado por aberturas.

Desde os anos 70, estudos de campo validam o uso destas fórmulas. HOPKINSON (1975). Duas importantes conclusões foram tiradas destes estudos, primeiramente, que o nível de desconforto gerado pela visão do céu por uma abertura pode ser predito a partir da modificação da fórmula de Cornell para fontes de maior tamanho. Em segundo lugar, parece haver maior tolerância para níveis intermediários de ofuscamento por iluminação natural que para o ofuscamento causado por iluminação elétrica, quando ambas apresentam o mesmo índice de ofuscamento. Entretanto essa tolerância não se estende a nível muito alto de ofuscamento. CHAUVEL ET. AL.. (1980)

A equação modificada para o cálculo do ofuscamento por iluminação natural expressa na constante dG é apresentada como:

$$dG = 0,48 \left[ \frac{L_s^{1.6} \times \Omega^{0.8}}{L_b + (0.07 \times w^{0.5} \times L_a)} \right] \quad (7)$$

Onde:

$L_s$  – luminância da fonte de ofuscamento ( $cd/m^2$ )

$L_b$  – Luminância média do campo de visão (excluindo a fonte) ( $\text{cd/m}^2$ )

$\Omega$  – Ângulo sólido subtendido pela fonte. (sr)

$W$  – Ângulo sólido subtendido pela fonte, modificado para considerar a posição no campo de visão. (sr)

Para cada abertura no campo de visão é determinado um valor para a constante  $dG$  (equação 8). Esses valores são então somados para expressar um índice de ofuscamento  $dG_i$ :

$$dG_i = 10 \log_{10} \sum dG \quad (8)$$

“O ofuscamento desconfortável causado por uma janela, exceto uma muito pequena, é praticamente independente do tamanho e da distância ao observador, mas é criticamente dependente da luminância do céu”. (CHAUVEL AT AL.,1980). Esta luminância pode ser de até  $10.000 \text{ cd/m}^2$ , ou até maior quando haja nuvens claras iluminadas pelo sol visível.

A tabela 2.2. demonstra a maior tolerância para o ofuscamento proveniente de aberturas quando comparadas a uma mesma situação com iluminação proveniente de fontes elétricas.

Tabela 2.4 - níveis máximos para índice de ofuscamento por fontes naturais ou artificiais pelas categorias de tarefas segundo a IES/USA.

	Categoria	$G_i$	$dG_i$
	Por iluminância	Fonte elétrica	Fonte natural
(Geral)	A	22	24
	B	25	26
(tarefa)	C	19	22
	D	16	20
	E	13	18
	F	10	16
(geral+tarefa)	G	<10	Não
	H	<10	recomendável
	I	<10	

## 2.8. CONSIDERAÇÕES FINAIS

A luz natural é de fundamental importância para o homem. Ela é preferida em relação a artificial, por sua variabilidade, sua reprodução de cores, sua alta luminância, entre outras características peculiares a esta forma de iluminação e que a luz artificial tenta reproduzir sem sucesso (BOYCE, 1998).

A luz do dia penetra nos ambientes pelas janelas, tornando-as fonte de luz em relação ao ambiente interno e assemelhando-as a fontes de luz superficiais; isso é bastante representativo, visto que as janelas ocupam uma grande parte do campo visual do usuário. Já a iluminação artificial é pontual e subdividida em diversos pontos ao longo das salas estudadas; não é focalizada em um ponto único, e portanto não tem a mesma representatividade de uma fonte única, até mesmo na questão da probabilidade de ocorrência de ofuscamento.

Entretanto, visando a adaptação do ser humano com o ganho solar interno foram desenvolvidos elementos de controle, minimização e maximização da luz natural e ganho solar, estes nos auxiliam em projetos que visam tirar o máximo aproveitamento da luz natural e conseqüentemente economizar energia, bem como em projetos onde há maior necessidade de sombreamento, diminuição do brilho proveniente da abertura e redução de ganho solar (de calor).

Em locais onde são utilizadas estações de trabalho informatizadas devemos ter cuidado na utilização da luz natural, pois quando esta é excessiva pode causar ofuscamento, reflexão e desconforto visual no usuário de computador, que além destas possíveis circunstâncias de desconforto que pode vir a enfrentar, ainda conta com a agravante de permanecer sempre com o olho num foco fixo: a tela brilhante do computador a sua frente, o quê pode contrastar e muito com o ambiente ao seu redor, podendo chegar a contrastes intoleráveis.

## METODOLOGIA

<b>3- METODOLOGIA.....</b>	<b>70</b>
<b>3.1- Introdução.....</b>	<b>70</b>
<b>3.2- Definição dos Locais de Estudo.....</b>	<b>73</b>
3.2.1- Critérios de Seleção.....	73
3.2.2- Localização e Descrição das Salas.....	73
3.2.3 – Comparativo entre as Salas.....	82
<b>3.3-Metodologia de Medição.....</b>	<b>84</b>
3.3.1 – Medições de Luminância.....	84
3.3.2 – Medições de Iluminância.....	88
3.3.2.1 – Curvas Isolux.....	92
<b>3.4- Cálculo de Ofuscamento por Luz Natural.....</b>	<b>95</b>
<b>3.5- Desenvolvimento e Aplicação de Questionário.....</b>	<b>97</b>

### **3. METODOLOGIA**

#### **3.1. INTRODUÇÃO**

Este capítulo descreve as técnicas experimentais utilizadas para avaliação do ambiente lumínico em estações de trabalho informatizadas, visando verificar se há uma preferência do usuário por ambientes iluminados com luz natural, e se esta é preferível à artificial, devido aos benefícios já mencionados no capítulo anterior. Segundo estudos realizados por Boyce (1998), o ambiente luminoso interno resultante da utilização de luz natural é muito mais agradável, motivador, interessante, cativante e inconstante, quando comparado ao mesmo local iluminado por luz artificial.

Em virtude de o olho humano possuir a tendência de adaptar-se a luminância média do seu campo de visão ocorrerão problemas de adaptação do olho em situações que se tenha grandes diferenças de luminância em objetos próximos. Esta amplitude acaba acarretando em uma dificuldade do olho em distinguir detalhes destes objetos, principalmente o objeto de menor luminância. (PEREIRA, 1994). Portanto, as medições de luminância realizadas nesta pesquisa visam caracterizar o campo visual do usuário como um todo, através de medições em vários pontos, como os pontos mais brilhantes, quando comparados às superfícies adjacentes, e que pudessem vir a causar ofuscamento. Verificaremos as luminâncias médias, as quais serão confrontadas aos valores existentes nas normas de iluminação atuais, visando descobrir se essas estão de acordo com as exigências e recomendações destas.

Medições, de luminância e de iluminância, visam caracterizar os níveis brilho e de iluminação das salas e dos espaços lumínicos das estações de trabalho dos usuários de computador. Estes serão os principais resultados desta etapa, a fim de podermos analisar criticamente os resultados e calcular a existência ou não de ofuscamento nos locais estudados.

Pretende-se investigar com mais ênfase a luminância (brilho), assim como o cálculo do índice de ofuscamento, pois além de haver uma relação direta entre estas duas variáveis, elas devem ser consideradas tão importantes quanto a iluminância. Nas pesquisas atuais, a iluminância ganha sempre papel de destaque nas medições de iluminação interna. Entretanto, vem sendo comprovada a grande influência da luminância dentro deste mesmo campo lumínico, é uma variável que não pode ser ignorada por projetistas, arquitetos e pesquisadores, pois ao levarem em conta somente os níveis de iluminância, estão deixando para trás o brilho das superfícies adjacentes, e conseqüentemente esquecendo de um elemento importante de projeto. Isso pode ocorrer por desinformação, desinteresse por parte dos projetistas, que não consideram o conforto ambiental um requisito indispensável ao projeto, ou até mesmo pelo tempo escasso para a conclusão de muitos projetos, que é quando muitos deixam de lado a análise ambiental.

Para desenvolvermos esta pesquisa foram escolhidas algumas salas dentro do campus da Universidade Federal de Santa Catarina, onde há uso diário de computadores pelos alunos da referida universidade. Nestas salas foi enfatizada a localização dos computadores, dando primazia a salas que apresentassem computadores frontais, laterais e de costas para a janela. Outro fator importante na escolha foi a existência ou não de brises horizontais, verticais e/ou prateleiras de luz, buscando estudar salas com diferentes elementos de controle de luz e caracterizar a iluminação em cada uma delas.

Nos propomos a medir luminância e iluminância em três estações de cada sala que se encontrassem em diferentes posicionamentos. Para as medições de iluminância foi utilizado o método descrito no projeto de norma 02:135.02-004:1997, empregando esta metodologia para três situações lumínicas distintas: presença somente de luz natural, somente de luz artificial ou de luz natural e artificial combinadas. Já para as medições de luminância foi desenvolvida uma metodologia própria, que consistiu primeiramente em fotografar a estação de estudo com lente “olho de peixe”, desenhar sobre a fotografia uma malha radial e medir, com o luminancímetro, as partes mais representativas dentro do campo visual do observador, em termos de tamanho e brilho.

Posteriormente foram analisados os dados obtidos por estas medições e utilizados para calcularmos o índice de ofuscamento por luz natural (dGi), com o intuito de descobrir se a iluminação local causava desconforto visual por ofuscamento aos ocupantes das salas estudadas. Foi também elaborado e aplicado um questionário para verificar as preferências e percepções visuais dos usuários de cada sala, almejando um cruzamento deste com as medições realizadas, com a finalidade de verificar se a percepção do usuário estava condizente com os dados medidos.

A opção por salas de estudo informatizadas deve-se a grande importância do computador no dia a dia de trabalho e estudo, e ao fato de a tela do computador ser uma superfície brilhante, contrastante com o brilho das superfícies ao redor, que se acredita afetar diretamente a percepção do usuário em relação ao ambiente lumínico. Esta condição diferenciada (presença da tela com seu brilho específico), influenciou a escolha.

As salas foram escolhidas também devido à proximidade com o Labcon (Laboratório de Conforto Ambiental da Arquitetura), fornecedor dos equipamentos de pesquisa, facilitando a locomoção, manuseio, e conseqüentemente o uso dos mesmos; mas principalmente, por estas apresentarem certas peculiaridades, que foram as condições ambientais definidoras do espaço a ser estudado, e fazem com que a pesquisa nestes locais seja bastante rica e interessante.

As peculiaridades mencionadas acima são as que distinguem uma sala da outra. Tomaremos aqui as quatro salas escolhidas como representadas pelos números 1,2,3 e 4. A primeira sala possui elemento de proteção solar (brise) vertical e elemento de maximização do ganho solar (prateleira de luz), a segunda possui elemento de proteção horizontal, a terceira possui somente prateleira de luz, e a última não possui nenhuma espécie de elemento controle de ganho solar pelas aberturas. Todas as salas possuem estações de trabalho com microcomputadores, cortinas ou persianas, e apresentam diferentes orientações.

## **3.2. DEFINIÇÃO DOS LOCAIS DE ESTUDO**

### **3.2.1. CRITÉRIOS DE SELEÇÃO**

Dentre os principais critérios de escolha dos locais para a pesquisa, podemos destacar:

- Fácil acesso, boa receptividade por parte dos seus usuários e disposição para o preenchimento dos questionários;
- Possibilidade de utilização da sala para estes fins, durante o período estimado;
- Presença de estações de trabalho informatizadas, utilizadas diariamente, e localizadas em diferentes orientações em relação à janela;
- Existência ou não de diferentes elementos de controle de insolação direta;

### **3.2.2. LOCALIZAÇÃO E DESCRIÇÃO DAS SALAS**

Como já foi mencionado, tomaremos aqui os locais como sala 1, 2, 3 e 4, e assim elas serão mencionadas ao longo de todo o estudo. Todas as salas estão localizadas dentro da Universidade Federal de Santa Catarina, Campus Trindade, Florianópolis, Santa Catarina.



Fig. 3.1. Mapa Parcial do Campus Universitário mostrando as edificações onde se localizam as salas de estudo.

**Sala 1:** Tamanho aproximado 3,80x5,95m, sendo um total de 22,60m<sup>2</sup>, pé direito de 3.15m, orientação sudoeste, localizada no Bloco U da Engenharia Civil – Centro Tecnológico – Sala nº 205, ocupada por bolsistas do grupo PET (Programa Especial de Treinamento) da Engenharia Civil. Sua porcentagem de área de piso por área de janela ( $A_p/A_j$ ) é de 27%. Possui elemento de proteção solar (brise) vertical e elemento de redirecionamento da luz natural (prateleira de luz). As estações de trabalho analisadas são as identificadas como A, B e C, na figura 01. É a sala onde há mais disponibilidade de luz solar, praticamente não necessita de luz artificial durante o período diurno, possui

três conjuntos de duas lâmpadas fluorescentes com refletor de alumínio, e cortinas que permanecem sempre abertas, com exceção do período noturno.

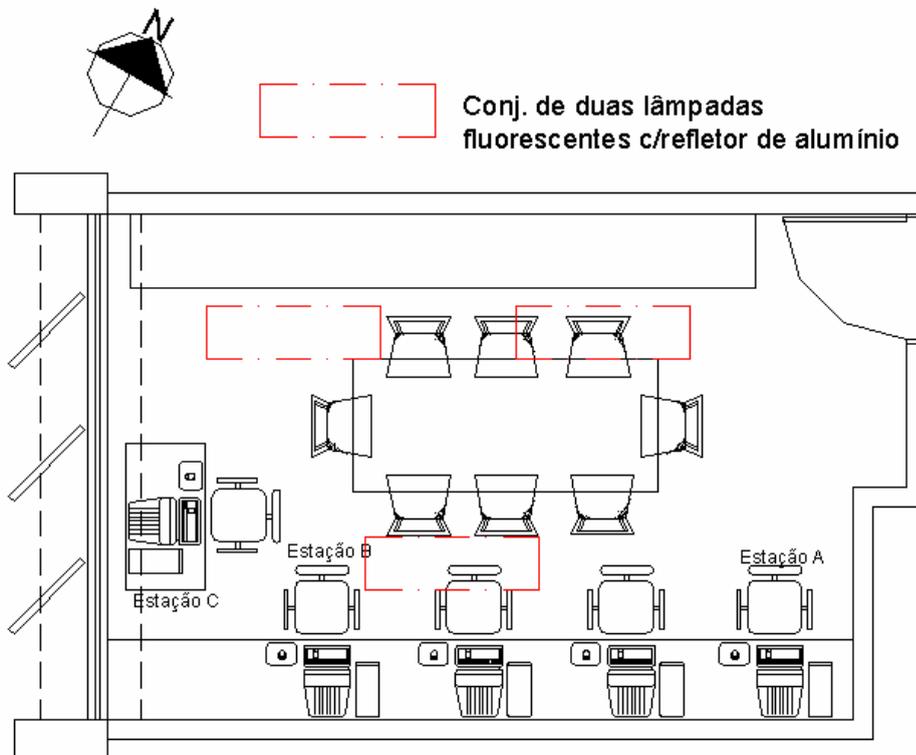


Fig. 3.2. Planta baixa da sala 01.



Fig. 3.3. Foto do interior da sala 01



Fig. 3.4. Foto do prédio onde se localiza a sala 01, mostrando os elementos de controle.

**Sala 2:** Tamanho 7,05x8,15m, sendo um total de 57,5m<sup>2</sup>, pé direito de 3.15m, orientação oeste, localizada no Bloco B do prédio do Centro Tecnológico, Laboratório de Informática, sala 01, utilizada por alunos de graduação e pós-graduação em geral, que necessitem utilizar o computador para o desenvolvimento de seus trabalhos ou pesquisas. Sua porcentagem de área de piso por área de janela ( $A_p/A_j$ ) é de 25%. Possui elemento de proteção solar (brise) horizontal. As estações de trabalho analisadas são as identificadas como A, B e C, na figura 02. A luz natural não é suficiente para iluminar esta sala, diríamos até que é bastante precária. Necessita de altos níveis de luz artificial, possui nove conjuntos de duas lâmpadas fluorescentes, dos quais dois estavam queimados somente no dia da medição noturna. As cortinas permanecem sempre abertas em razão da vontade do usuário, que as fecha somente no período da noite.

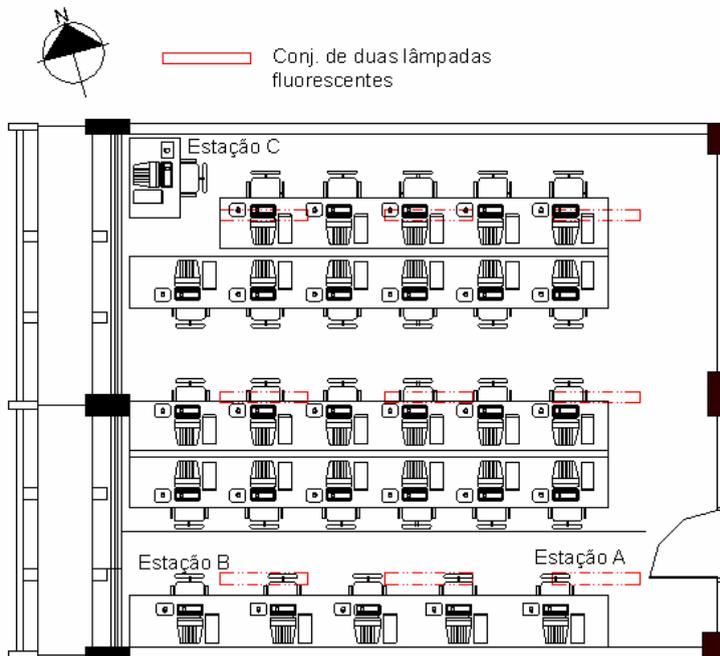


Fig. 3.5. Planta baixa da sala 02.



Fig. 3.6. Foto do interior da sala 02



Fig. 3.7. Foto do prédio onde se localiza a sala 02, mostrando os elementos de controle.

**Sala 3:** Tamanho 5,70x7,05m, com área aproximada de 40,20m<sup>2</sup>, pé direito 3,15m, orientação nordeste, localizada no Bloco T da Engenharia Civil, Centro Tecnológico, utilizado por bolsistas da graduação e pós-graduação como sala de pesquisa em Geotecnia da Engenharia Civil. Sua porcentagem de área de piso por área de janela ( $A_p/A_j$ ) é de 34.5%. Possui elemento de maximização solar (prateleira de luz). As estações de trabalho analisadas são as identificadas como A, B e C, na figura 03. A sala possui persianas em toda a extensão das janelas, e de acordo com a vontade de seus usuários permanecem sempre cerradas, necessitando assim de luz artificial durante todos os períodos de uso. Segundo os usuários, as cortinas são fechadas devido à reflexão provocada na tela dos computadores, que ficam de frente para a janela em sua maioria. A sala possui cinco conjuntos de duas lâmpadas fluorescentes com refletor de alumínio, e uma parte com rebaixo de teto, como demonstra a figura 3.8., que fica com pé direito de 2.40m, sem iluminação artificial, tornando-se assim o cantinho escuro da sala.

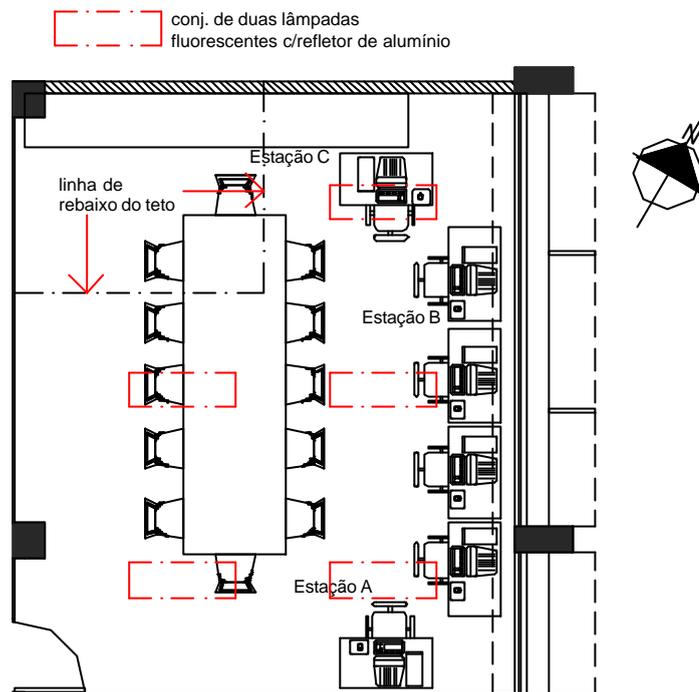


Fig. 3.8. Planta da sala 03.



Fig. 3.9. Foto do interior da sala 03.



Fig. 3.10. Foto do prédio onde se localiza a sala 03, mostrando os elementos de controle e redirecionamento da luz natural.

**Sala 4:** Tamanho 6,65x4m, com área aproximada de 29m<sup>2</sup>, pé direito de 3.25m, orientação leste localizada no Bloco A do prédio do Centro de Comunicação e Expressão, Departamento de Expressão Gráfica, sala 127, sendo utilizada por bolsistas da graduação e pós-graduação como Laboratório de Pesquisas em Hipermídia. Sua porcentagem de área de piso por área de janela ( $A_p/A_j$ ) é de 23.4%. Não possui elementos de proteção, maximização ou minimização solar. As estações de trabalho analisadas são as identificadas como A, B e C, na figura 04. assim como a sala 3, esta sala também possui cortinas que ficam sempre fechadas devido à vontade dos seus usuários, que apresentam as mesmas reclamações dos usuários da sala anterior. Conseqüentemente, também necessita de iluminação artificial durante o dia.

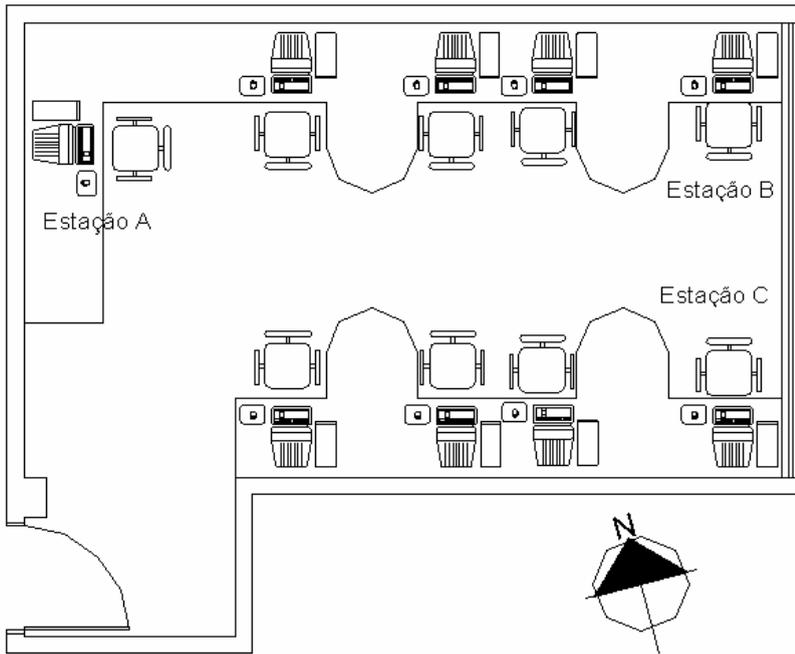


Fig. 3.11. Planta da sala 04.



Fig. 3.12. Foto do interior da sala 04.



Fig. 3.13. Foto do prédio onde se localiza a sala 04, que não possui elementos de controle.

### **3.2.3. COMPATIVO ENTRE AS SALAS ESTUDADAS**

Mostraremos aqui uma tabela comparativa entre os quatro ambientes estudados (tabelas 3.1 e 3.2), onde se descrevem aspectos físicos e informações mais relevantes, e também dados conseguidos através do questionário respondido pelos usuários das salas. O questionário (figura 4.16 – pág.140), foi aplicado na sala 02 (CTC), devido à quantidade de usuários ser bem maior que nas outras salas, enquanto estas apresentaram de 3 a 7 pessoas trabalhando por dia, aquela apresenta em média 35 pessoas por dia. Baseado nestes dados, o questionário aplicado à sala 02 será descrito mais tarde e seus resultados analisados pausadamente. Características interessantes podem ser obtidas através da simples comparação feita por esta tabela.

Tab. 3.1. Comparativo entre as salas estudadas.

	<b>SALA 01 - PET</b>	<b>SALA 02 - CTC</b>	<b>SALA 03 - GEOTECNIA</b>	<b>SALA 04 - EGR</b>
<b>ORIENTAÇÃO</b>	Sudeste	Oeste	Nordeste	Leste
<b>TAMANHO</b>	3,80x5,95m	7,05x8,15m	5,70x7,05m	6,65x4m
<b>PÉ DIREITO</b>	3.15m	3.15m	3.15m (2,4m)	3.25m
<b>ÁREA</b>	22.60m <sup>2</sup>	57.5m <sup>2</sup>	40.20m <sup>2</sup>	29m <sup>2</sup>
<b>ÁREA DE JANELA</b>	6.27m <sup>2</sup>	14m <sup>2</sup>	13.9m <sup>2</sup>	6.8m <sup>2</sup>
<b>ÁREA PISO/ÁREA JANELA</b>	27%	25%	34.5%	23.4%
<b>BRISE</b>	Vertical inclinado	Horizontal	Vertical	Não
<b>LIGHT SHELF</b>	Sim	Não	Sim	Não
<b>CORTINAS</b>	Abertas	Abertas	Fechadas	Fechadas
<b>LÂMPADAS</b>	Fluorescentes c/refletor de alumínio	Fluorescentes	Fluorescentes c/refletor de alumínio	Fluorescentes
<b>Nº DE USUÁRIOS APROXIMADO</b>	08	Muito Variável (+25 por dia)	04	08
<b>ESTAÇÕES ESTUDADAS</b>	Frente p/janela Lateral esquerda à janela	Frente p/janela Lateral esquerda à janela Lateral direita à janela	Frente p/janela Lateral esquerda à janela Lateral direita à janela	Costas p/janela Lateral esquerda à janela Lateral direita à janela
<b>PRINCIPAL ATIVIDADE DESENVOLVIDA</b>	Uso de programas c/fundo escuro	Leitura na tela	Digitação/ Leitura na tela/ Uso de programas c/fundo claro	Digitação
<b>PERÍODO DE MAIOR UTILIZAÇÃO</b>	Manhã / tarde / noite	Tarde	Tarde	Tarde
<b>PERÍODO EM QUE A ILUMINAÇÃO ATRAPALHA</b>	14 a 16h	16 a 18h	8 a 10h	Ficaram indecisos
<b>TIPO DE ILUMINAÇÃO QUE ATRAPALHA</b>	Natural vinda da janela	Natural refletida na tela	Natural vinda da janela	Natural refletida na tela

Tab. 3.2. Comparativo entre as salas estudadas.

	<b>SALA 01 - PET</b>	<b>SALA 02 - CTC</b>	<b>SALA 03 - GEOTECNIA</b>	<b>SALA 04 - EGR</b>
<b>SINTOMAS / MAIOR RECLAMAÇÃO</b>	Dor de cabeça/ Lacrimejamento	Vista Cansada	Dor de cabeça	Dor de cabeça / Visão embaçada
<b>POSSÍVEL CAUSA DESSES SINTOMAS (OPINIÃO DOS USUÁRIOS)</b>	Reflexão na tela	Reflexão na tela	Reflexão na tela	Não sabem

Alguns aspectos desta tabela são bastante importantes para nossa pesquisa: as alturas de pé direito semelhantes, as áreas de janela apresentarem semelhanças no caso das salas 01 e 04 e 02 e 03, e diferindo bastante entre os dois grupos, a presença ou não de brises e light shelves, como já foi antes mencionado, a suposta iluminação excessiva onde as cortinas ficam fechadas na maior parte do tempo, salas 02 e 04, e a opinião dos usuários ser voltada para a crença de que a causa dos mal estares físicos causados neles, seja a reflexão na tela do computador.

### **3.3. METODOLOGIA DE MEDIÇÃO**

#### **3.3.1. MEDIÇÕES DE LUMINÂNCIA**

A luminância foi medida em todas as salas com três condições diferentes de iluminação, como já foi anteriormente citado: somente com luz natural, com luz natural e artificial combinadas, e somente com luz artificial (à noite). Nestas, procurou-se manter sempre o mesmo posicionamento das estações de trabalho, o que nem sempre foi possível, sendo que muitas vezes foi necessária uma readaptação dos móveis no local, graças à mobilidade do layout; e outras vezes as medições foram feitas conforme o posicionamento já existente, em virtude de mobiliário fixo, e conseqüente impossibilidade de adaptação do layout à forma desejada.

Desenvolveu-se para estas medições, a definição do campo visual do operador em cada posto de trabalho, feito pelo registro com câmera fotográfica de marca NiKON, com uma lente “olho de peixe” ( $180^\circ$ ), que engloba todo o campo visual que o usuário conseguiria observar daquela posição.

Porém, para execução destas medições fez indispensável a elaboração e impressão de planilhas para a anotação de dados, estes contêm data, hora, local, condições de céu, e luminâncias medidas em cada ponto. (Estas planilhas se encontram no Anexo I). Para realizarmos estas medições adotamos os seguintes passos:

1. Cada estação de trabalho em separado foi fotografada com a câmera Nikon, nestas fotografias foram localizados os pontos estratégicos a serem medidos: teto, paredes, superfícies homogêneas e com texturas ou cores diferentes, superfícies próximas ao observador que se destacassem dentro de seu campo visual, área externa visível através da janela e etc.

2. Para superfícies homogêneas como teto e paredes (fig. 3.15), foi apontado com o luminancímetro para o ponto médio da superfície visível e tomada esta medida como luminância média da superfície. Fontes pontuais como as luminárias do teto, também foram medidas em separado.



Fig. 3.14. Foto tirada com ângulo de  $180^\circ$

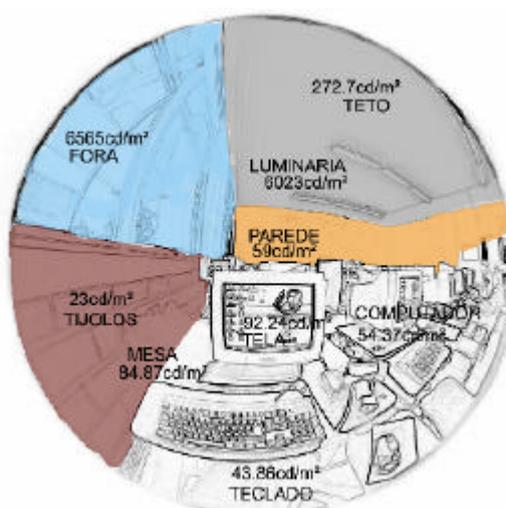


Fig. 3.15. Demonstração da maneira utilizada para medição.

Para superfícies percebidas como não homogêneas, tal qual se vê através da janela, onde os estímulos visuais se diferenciam em questão de cor, tamanho, textura, entre outros fatores; foram medidos vários pontos, que se diferenciavam bastante entre si e se destacassem dentro do campo visual em questão. Com estes pontos foi feita uma média estimada, através da soma de todos os pontos e posterior divisão pelo número de pontos medidos, tirando assim a luminância média.

4. Outros pontos a serem medidos foram determinados em virtude da bibliografia encontrada, onde são mensurados os principais elementos da estação de trabalho, que são o monitor, o teclado e as laterais imediatamente à direita e à esquerda do monitor, na bancada de trabalho. Para estas medições se adotou novamente a técnica de medir o ponto central da superfície e adotá-lo como ponto de luminância média. Desta forma buscou-se caracterizar o campo visual de cada usuário, em termos de luminância, em cada estação medida.

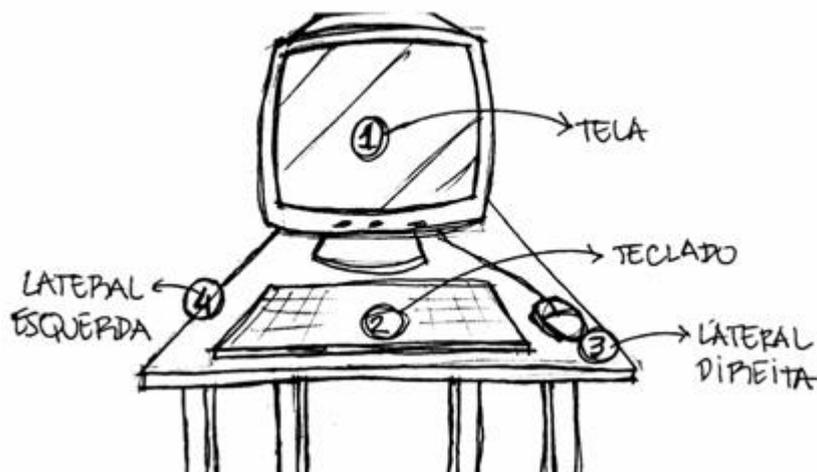


Fig. 3.16. Desenho esquemático das medições no campo visual mais próximo.

Para realização de todas as medições descritas acima, foi utilizado um aparelho chamado luminancímetro, (luminance meter Is-110, mi nolta) posicionado na altura do olho do operador, conforme figura 3.17. O processo de medição pode ser visto na figura 3.18.

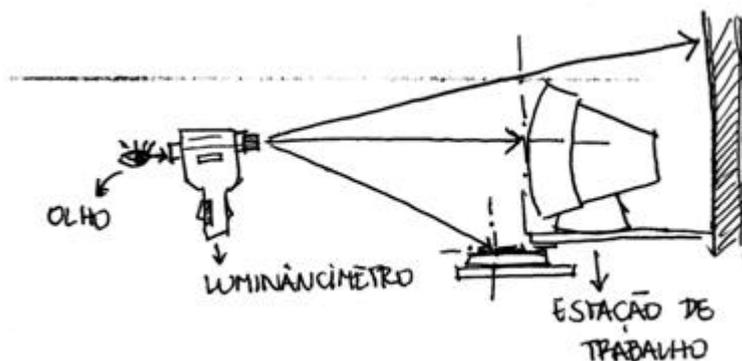


Fig. 3.17: vista esquemática do luminancímetro. Fig. 3.18: vista esquemática do procedimento de medição.

Dependendo de cada estação, e algumas vezes até mesmo da condição climática do dia, foram escolhidos pontos diferentes a serem medidos, pontos de maiores e menores luminâncias encontradas dentro do próprio campo visual. Assim acredita-se terem sido caracterizados, de acordo com o brilho característico, os diferentes campos de visão encontrados.

Para subdividir o campo visual uniformemente foi adotada a técnica de subdivisão de áreas de forma radial, representada pela figura 3.19; Esta subdivisão também foi utilizada para fins de cálculo da iluminância média de cada porção do campo visual.

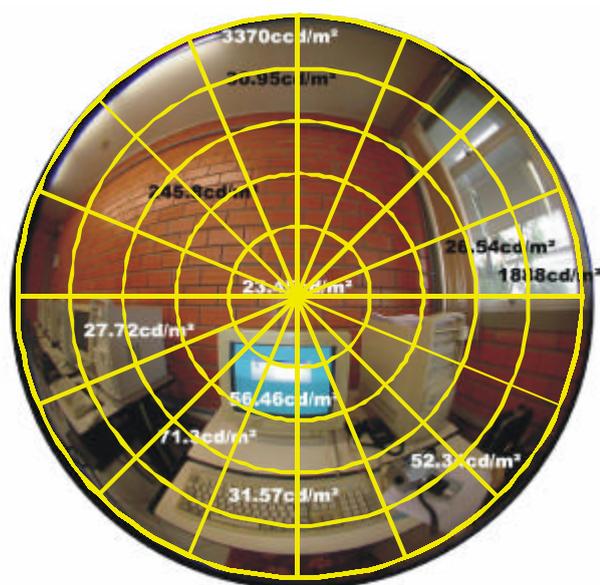


Fig. 3.19: vista esquemática do procedimento de medição.

As medições foram realizadas em duas situações diferentes: num dia de céu claro e num dia de céu nublado, sempre com a luz apagada e com a luz acesa, e também no período noturno, onde havia somente luz artificial, sem diferenciação para dia de céu claro ou nublado, devido à inexistência de luz do dia. Geramos assim diferentes medições para um mesmo ambiente: céu claro com luz natural, céu claro com luz artificial e natural, céu nublado com luz natural, e céu nublado com luz natural e artificial combinadas, e somente luz artificial no período noturno.

### 3.3.2. MEDIÇÕES DE ILUMINÂNCIA

As medições de iluminância foram feitas em todas as salas, com três condições de iluminação diferenciadas: com luz natural somente, com luz natural e artificial combinadas, e só com luz artificial. Primeiramente verificou-se a quantidade de pontos necessários à medição através da fórmula encontrada no Projeto de norma 02:135.02-004:1997:

$$K = \frac{C \times L}{Hm \times (C+L)}$$

Onde: K é o índice do local

L é a largura do ambiente, em metros(m);

C é o comprimento do ambiente, em metros(m);

Hm é a distância vertical em metros entre a superfície de trabalho e o topo da janela, em metros (m).

Chegando-se ao índice K, pode-se conferir no respectivo projeto de norma, a indicação do número de pontos a serem medidos em cada sala, de acordo com o K encontrado. É necessário lembrar que também de acordo com o referido projeto de norma, a distância mínima da parede até os pontos é de 50cm.

Distribuímos então os pontos nos quatro ambientes, procurando deixar distâncias iguais entre estes, porém isso se mostrou inviável na maior parte das salas em virtude de sua geometria. Podemos afirmar que onde as áreas não

ficaram subdivididas eqüidistantemente, perceberam tamanhos muito similares, mas não exatamente iguais.

Com esta subdivisão de áreas foi possível o traçado de uma malha de pontos para as medições, esta também seguiu as indicações do projeto de Norma 02:135.02.004:1997. Em cada sala obteve-se um número diferente de pontos a serem medidos, como podemos ver nas figuras 3.20 a 3.23, sempre seguindo as recomendações do projeto de norma 02:135.02-004:1997.

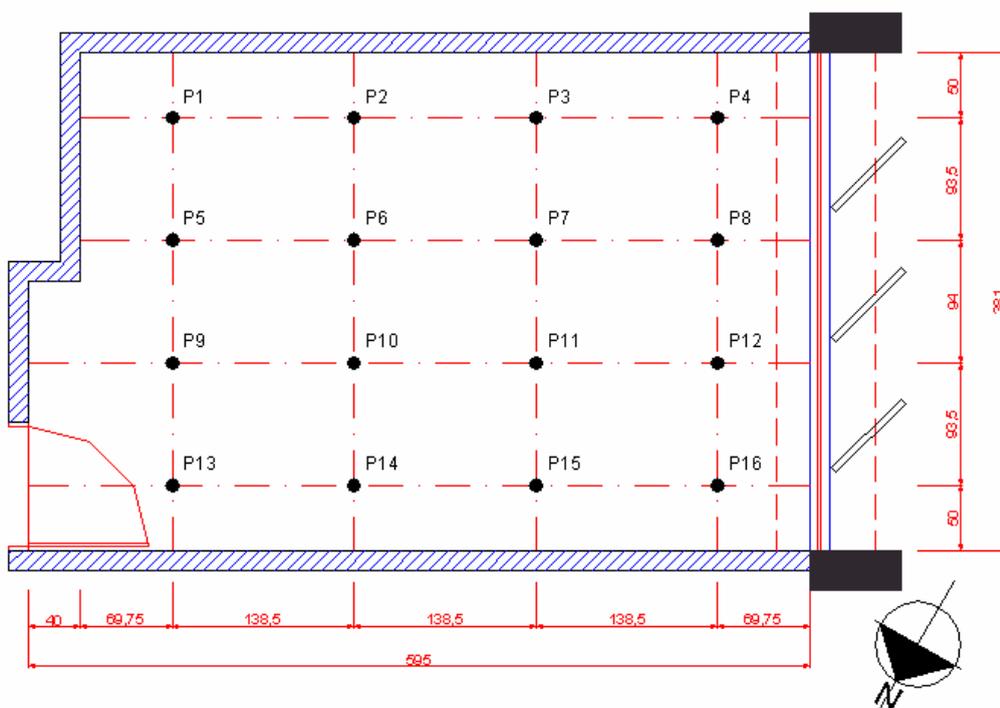


Fig. 3.20: Planta baixa com identificação dos pontos medidos na sala 01

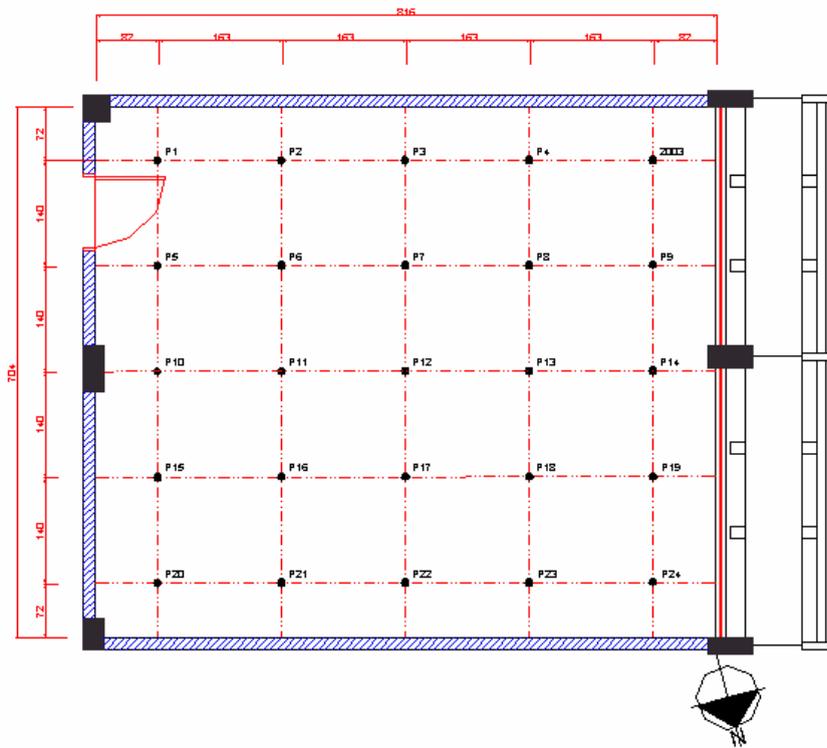


Fig. 3.21: Planta baixa com identificação dos pontos medidos na sala 02

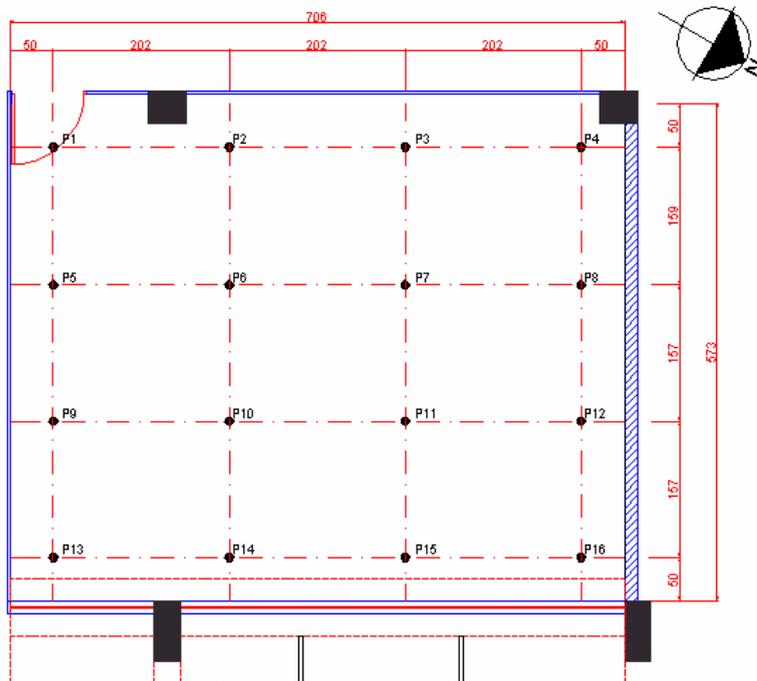


Fig. 3.22: Planta baixa com identificação dos pontos medidos na sala 03

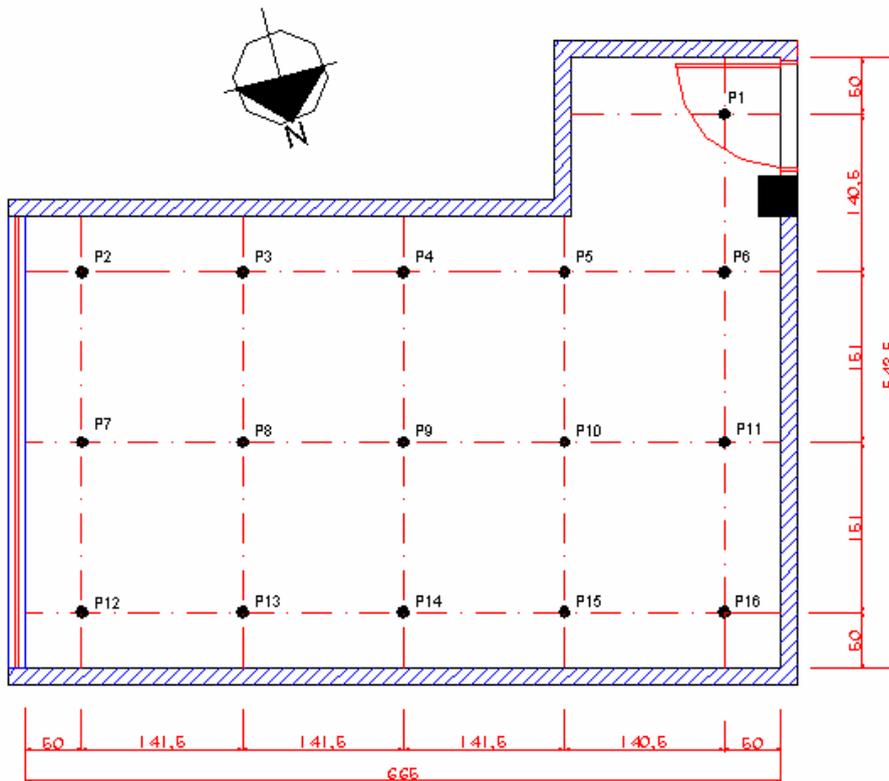


Fig. 3.23: Planta baixa com identificação dos pontos medidos na sala 04

Em todos os pontos foi medida a iluminância de cada qual a uma altura de 75cm (altura da bancada da estação de trabalho), de acordo com a recomendação da NBR 5143 (ABNT, 1991). O aparelho utilizado foi o luxímetro (minipa, MLM-1332).

A iluminância também foi mensurada nas estações de trabalho, em pontos específicos que demarcam a região mais próxima no campo visual do usuário, como foi feito com a luminância: na altura do monitor, no teclado, na lateral direita da bancada da estação de trabalho, na lateral esquerda, e na altura da nuca;

De acordo com a bibliografia lida, os pontos acima mencionados, seriam os mais indicados para podermos configurar os níveis de luminância no campo visual do usuário de cada estação de trabalho.

Assim como ocorreu com as medições de luminância, aqui também foram configuradas duas situações: uma com céu claro e outra com céu nublado, para ambas foram feitas medidas com e sem luz artificial, e com luz natural e artificial

combinadas, buscando caracterizar o ambiente para estes três tipos de situações distintas.

### 3.3.2.1. CURVAS ISOLUX

Este tipo de gráfico, de curvas isolux, é utilizado como forma de representação dos dados obtidos nas medições de iluminância das salas analisadas.

Após a coleta em campo dos valores de iluminância nas duas condições de céu, claro e encoberto, e para as três condições de iluminação: com luz natural somente e com luz natural e artificial combinadas e com luz artificial somente, estes dados são digitados em planilhas do software *Microsoft Excel* e estas, então, servem de base para a construção dos gráficos de curvas isolux, através do software *Surfer versão 5.0*.

Os gráficos de curvas isolux representam, por cores, as áreas que se apresentam dentro de um mesmo intervalo de iluminação. Desta forma pode-se avaliar visualmente o ambiente físico e deduzir possíveis áreas mal iluminadas, bem iluminadas ou iluminadas em excesso .

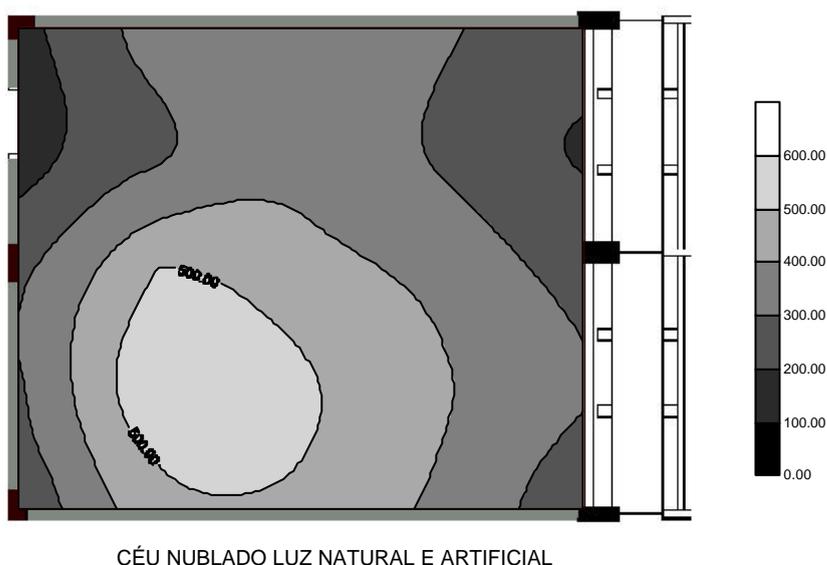


Fig.3.24. Exemplo de representação gráfica com curvas isolux

A utilização de critérios explícitos para a definição das zonas de iluminância facilita a comparação entre diversas situações. Os critérios para a inclusão em cada zona têm por base a recomendação da ABNT (1991) de que a iluminação em qualquer ponto do plano de trabalho não deve ser inferior a 70% da iluminância média deste ambiente.

Cabús (1997), utilizou como limite superior 130% da iluminância média, Kremer (2002) propõe a utilização de um valor fixo de referência, no lugar da iluminância média, pois um conjunto com valores de iluminância baixos irão apresentar um valor médio de iluminância baixo, e todos os dados que estiverem entre 70% e 130% seriam classificados como suficientes mesmo não atendendo ao mínimo recomendado.

Kremer (2002) ainda propõe a utilização de cinco, ao invés de três zonas de classificação, pois a classificação em três zonas leva a que determinado ponto passe da zona suficiente para a excessiva por uma variação de apenas um lux, variação essa quase imperceptível para o olho humano e até para determinados aparelhos de medição. Nesta dissertação será adotado o método proposto por Kremer (2002).

O valor recomendado de iluminância (IESNA, 1990) para ambientes de trabalho informatizado varia seguindo categorias, e para ambientes de trabalho com uso de terminais de vídeo as tarefas se encaixam nas categorias D ou E, mais predominantemente na categoria D.

Esta classificação deve considerar outros fatores como:

- Idade dos trabalhadores (quanto maior a idade, maior a necessidade de iluminação);
- Velocidade e precisão na execução das tarefas;
- Refletância do fundo,

Foi utilizado o valor de 500 lux como valor médio e o critério de 70% a 130% para determinação dos limites inferior e superior da zona de iluminância suficiente, como entre 350 e 650 lux.

As zonas de transição inferior e superior, ou seja, entre 300 e 350 lux e entre 650 a 700 lux, representam valores intermediários, já fora da faixa de 70% a

130% (ver tabelas 3.3 e 3.4) do valor base de 500 lux, mas ainda dentro da faixa de valores recomendados para a categoria D ou E (tabela 3.3).

Tabela 3.3. Classificação da iluminância de acordo com a categoria (fonte: IESNA , 2001).

Categoria D (atividades predominantes)	200-300-500 lux
Categoria E	500- 750-1000 (com ilum. suplement.) lux
Valor médio recomendado	500 lux

Considera-se melhor o desempenho luminoso do local, quanto maior a área dentro da zona de iluminância suficiente. As áreas de transição, serão consideradas admissíveis e as de desempenho regular e na zona excessiva e insuficiente o desempenho será considerado baixo. A tabela 3.4 classifica as diferentes zonas de iluminância:

Tabela 3.4: classificação das zonas de iluminância seguindo critério de 70% a 130%. (fonte: KREMER,2002)

Intervalo de Iluminância (lux)	Zona	Classificação
Abaixo de 300	INSUFICIENTE	RUIM
300 a 350	TRANSIÇÃO INFERIOR	REGULAR
Entre 350 e 650	SUFICIENTE	BOM
Entre 650 e 700	TRANSIÇÃO SUPERIOR	REGULAR
Acima de 700	EXCESSIVA	RUIM

A avaliação de desempenho através da tabela 3.3, nos mostra 05 zonas de classificação, das quais duas se encontram com iluminância deficiente, seja por falta ou por excesso de iluminância. A zona suficiente é a zona ideal em termos de limites adequados para o desempenho de tarefas visuais, enquanto as zonas de transição (regular), embora não sejam ideais, são consideradas aceitáveis, as zonas insuficientes são consideradas inadequadas. Se a área abrangida pelas três zonas aceitáveis ultrapassar a 70% da área da sala, a situação será classificada como boa.

O mapeamento da iluminância nas estações de trabalho será analisado através da iluminância média recomendada pela norma. Cabe salientar que a iluminância será avaliada sempre seguindo a recomendação de que não deve ser inferior a 70% da iluminância média, nem superior a 130% desta.

Tabela 3.5: Classificação de Iluminância (Fonte: CABÚS, 1997).

Iluminância (E)		
Região	Classificação	Intervalo
$\alpha$	Excessiva	$E_{\alpha} > 130\% E_m$
$\beta$	Suficiente	$70\% E_m \leq E_{\beta} \leq 130\% E_m$
$\chi$	Insuficiente	$E_{\chi} < 70\% E_m$

Os valores encontrados de luminância serão comparados aos índices de ofuscamento calculados para cada estação de trabalho, de cada sala. Visamos confrontar estas duas variáveis, a fim de verificarmos se a luz natural pode ser considerada incômoda, e se vem a causar ofuscamento pelo brilho refletido na tela do computador.

### 3.4. CÁLCULO DE OFUSCAMENTO POR LUZ NATURAL

A intenção do trabalho é verificar o ofuscamento por luz natural em locais com uso de terminais de vídeo, como o caso em questão. Para o cálculo de ofuscamento por luz natural, pode-se aplicar a fórmula de Cornell, descrita anteriormente (pág. 48 e 49 - equações 03, 04, 07 e 08), e para tanto deve ter-se o conhecimento de algumas variáveis envolvidas no cálculo, como:

- ⊗ A luminância da fonte de ofuscamento (janela/luz natural);
- ⊗ A luminância média do campo visual excluindo a fonte (variáveis medidas);

- ⊗ O ângulo sólido subentendido pela fonte (ver figura 3.25 e 3.26), calculado em relação ao centro da janela visualizada pelo usuário (elemento representativo da fonte de luz);
- ⊗ O ângulo sólido modificado , considerando novamente a posição no campo de visão e calculado em relação ao centro da porção visível da fonte.

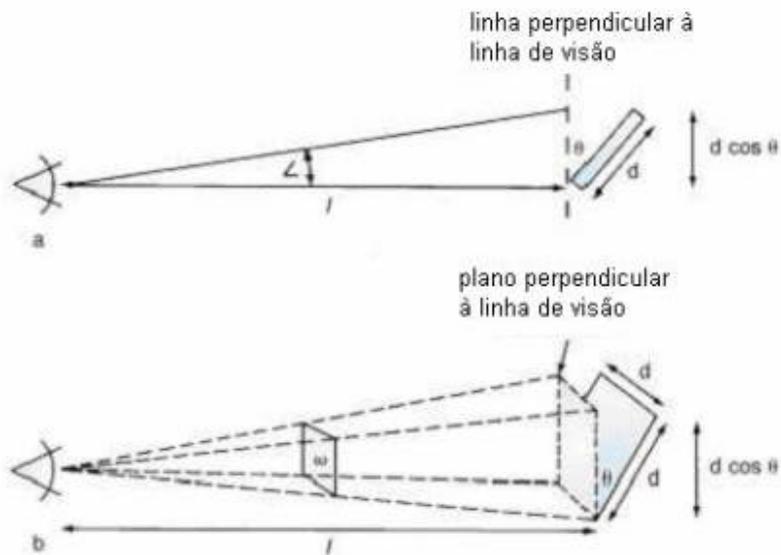


Fig. 3.25. Representação do cálculo do ângulo sólido em relação à abertura. (Fonte: IESNA, 2001).

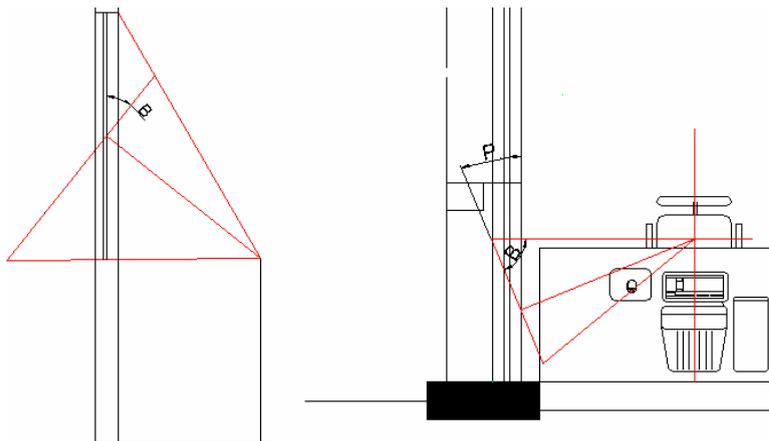


Fig. 3.26. Ângulos utilizados no cálculo do ângulo sólido (B) e ângulo de correção do cosseno (P).

As fórmulas para cálculo do ângulo sólido e ângulo sólido corrigido já foram apresentadas anteriormente na página 66, do capítulo II.

Foram escolhidos postos de trabalho próximos da janela, como já foi mencionado, de frente a esta e de costas, e nas suas duas laterais, e para todos foi calculado o índice de ofuscamento, “Daylight Glare Index” (DGI). As plantas das páginas 75, 77, 79, 81 - (figs. 3.2, 3.5, 3.8 e 3.11) demonstram as salas escolhidas para a pesquisa e as respectivas estações de trabalho analisadas, medidas e para as quais foi calculado o DGI.

### **3.5. DESENVOLVIMENTO E APLICAÇÃO DO QUESTIONÁRIO**

Primeiramente, pesquisou-se na bibliografia básica as formas de aplicação e desenvolvimento de questionários e avaliações pós-ocupação já utilizados pelos pesquisadores da área, e de acordo com as técnicas desenvolvidas por Reis e Lay (1995), adaptamos de forma prática os questionamentos necessários à pesquisa de campo. O que foi encontrado na literatura específica versa sobre a quantidade de questões para que o questionário não se torne fatigante, a forma de elaboração destas, onde devemos evitar ao máximo questões com respostas discursivas, mas sim respostas que o entrevistado só assinale com “x”, a objetividade das questões e a viabilidade da aplicação.

O resultado disto foi um questionário sucinto e adequado para uma posterior avaliação das características dos usuários e das diferentes exigências em relação à iluminação do ambiente, bem com suas prováveis queixas de ofuscamento e reflexão.

No questionário, que se encontra na íntegra no capítulo quatro (pág. 154, 155, 156), desta dissertação, são levantadas questões como idade, atividade de trabalho ou estudo, período de tempo e do dia em que permanece em frente ao computador, se faz intervalos e de quanto em quanto tempo os faz, se não faz intervalos e como julga a iluminação na sua estação de trabalho.

A princípio foram aplicados questionários em todas as salas de estudo, contudo, no desenvolver do trabalho percebeu-se que o mais interessante e produtivo seria enfatizar as medições na sala 02, por ser a única pela qual circula grande quantidade de usuários/dia, em média 25 a 30 pessoas, e são diferentes usuários a cada dia. As demais salas de estudo recebem somente 04 a 07 usuários/dia, não sendo pessoas diferentes. Por estas razões, enfocaremos a análise dos questionários aplicados a sala 02, por acreditarmos que possam nos trazer resultados mais significativos. Foram entrevistados somente os usuários das estações que foram medidas, obtendo-se um total de setenta pessoas entrevistadas na sala dois.

As respostas ao questionário foram colocadas de forma gráfica de modo a facilitar a posterior análise, pois assim permite uma interpretação direta e proporciona uma visualização rápida, simplificando o julgamento e a comparação entre as respostas de cada indivíduo.

## ANÁLISE DOS DADOS

<b>4-ANÁLISE DOS DADOS.....</b>	<b>100</b>
<b>4.1- Introdução.....</b>	<b>100</b>
<b>4.2- Medições na Sala 01 (PET).....</b>	<b>101</b>
4.2.1- Estações de Trabalho Mensuradas.....	104
4.2.2- Estação com Menor DGI.....	109
4.2.3- Estação com Maior Ofuscamento.....	111
<b>4.3- Medições na Sala 02 (CTT).....</b>	<b>116</b>
4.3.1- Estações de Trabalho Mensuradas.....	119
4.3.2- Estação com Menor DGI.....	123
4.3.3- Estação com Maior Ofuscamento.....	124
<b>4.4 - Medição na Sala 03 (GEO).....</b>	<b>127</b>
4.4.1- Estações de Trabalho Mensuradas.....	131
4.4.2- Estação com Menor DGI.....	135
4.4.3- Estação com Maior Ofuscamento.....	137
<b>4.5 - Medição na Sala 04 (EGR).....</b>	<b>140</b>
4.5.1- Estações de Trabalho Mensuradas.....	144
4.5.2- Estação com Menor DGI.....	148
<b>4.6- Índices de Ofuscamento Calculados.....</b>	<b>150</b>
<b>4.7- Questionário Aplicado.....</b>	<b>154</b>
4.7.1 – Análise dos Dados Levantados.....	157

## 4. ANÁLISE DOS DADOS

### 4.1. INTRODUÇÃO

Este capítulo será dividido em partes, nas primeiras quatro partes apresentamos os resultados obtidos em cada sala separadamente, mostrando as medições de iluminância, através de gráficos de curvas isolux, encontradas para cada situação medida (céu claro, céu encoberto, período noturno, com luz natural somente, com artificial ou com ambas).

Posteriormente serão colocadas as fotos tiradas das estações de trabalho, nas cinco situações fotografadas e medidas (céu claro c/luz natural, céu nublado c/luz natural, céu claro com luz natural e artificial, céu nublado com luz natural e artificial e céu noturno com luz artificial). Destas, vamos nos aprofundar em duas situações de cada sala, a que apresentou menor índice DGI e a que apresentou o maior ofuscamento, comparando as proporções de luminância recomendadas e as encontradas, e demonstrando o método de cálculo do índice de ofuscamento através de tabelas onde se encontram todas as variáveis calculadas. Finalizaremos cada uma destas partes com a análise de possíveis causas e interligações entre as variáveis, para ocorrência ou não de ofuscamento.

As demonstrações do cálculo do índice de ofuscamento por luz natural para todas as estações serão apresentadas *a posteriori*, em tabela geral no fim deste capítulo. Nesta apresentar-se-ão todas as situações de iluminação medidas, os valores encontrados por estação, as variáveis necessárias ao cálculo, e o índice de ofuscamento apresentado individualmente para cada situação, destacando-se as situações com ofuscamento acima do desejado segundo a IESNA (2000) - tabela 2.4 – cap. 2, pág. 67.

Para finalizarmos o capítulo, iremos demonstrar os resultados obtidos com a aplicação do questionário, e faremos possíveis interligações entre esses dados e as variáveis medidas e calculadas.

## 4.2. MEDIÇÕES NA SALA 01 (PET)

Os valores das medições de iluminância da sala em questão estão tabulados no Anexo 01, e que serviram para gerar as curvas isolux da mesma, nas diferentes situações lumínicas, que serão apresentadas a seguir nas figuras 4.1, 4.2, 4.3, 4.4, 4.5.

Começaremos pela sala 01, que é ocupada por integrantes do grupo Pet, de Pesquisa e Extensão da Engenharia Civil. Esta foi medida em cinco situações; céu claro com luz natural, céu claro com luz natural e artificial, céu nublado com luz natural, céu nublado com luz natural e artificial, e à noite com luz artificial.

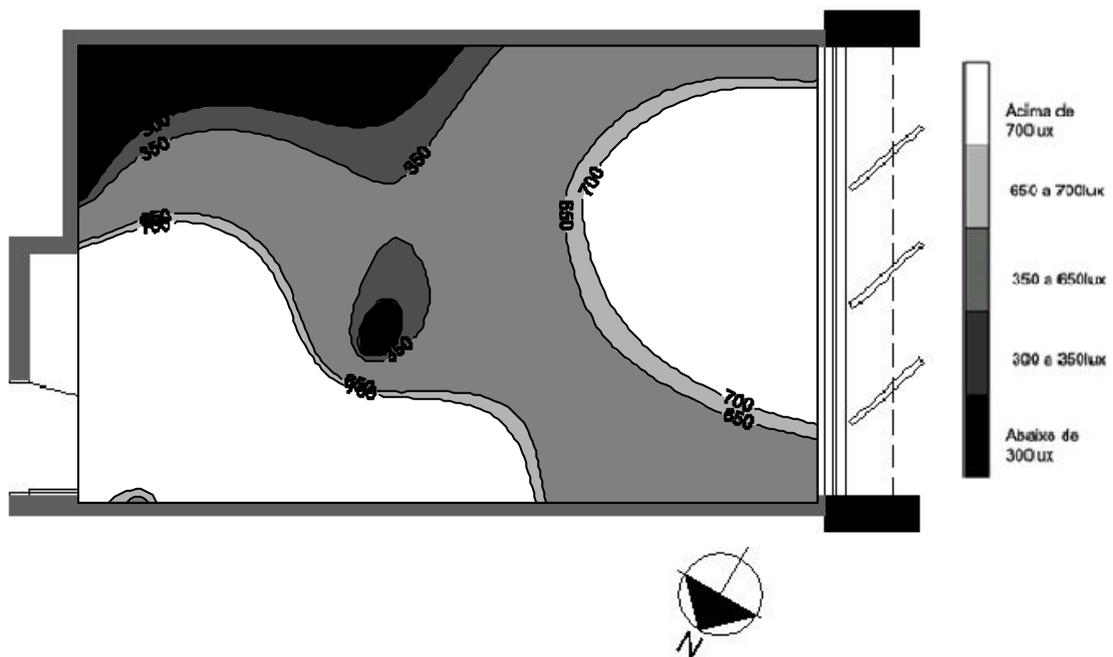


Fig. 4.1. Sala 01 Céu claro com luz natural. Iluminância média:694lux. Dia 01/10/03 10:45h.

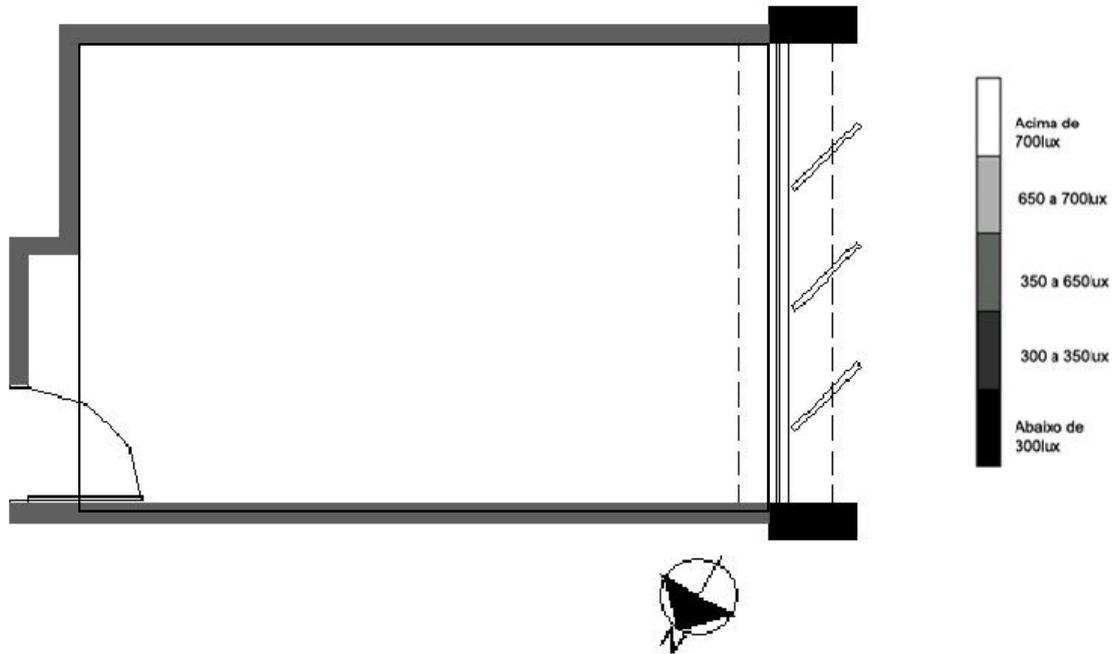


Fig. 4.2. Sala 01 Céu claro com luz natural e artificial. Ilum. média:1376lux. Dia 01/10/03 10:00h.

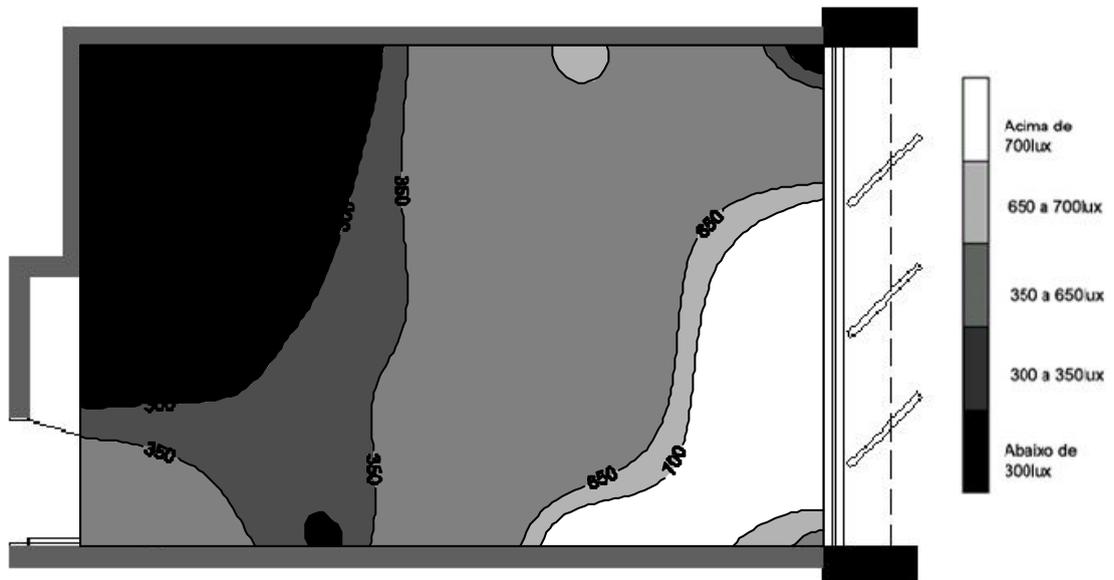


Fig. 4.3. Sala 01 Céu nublado com luz natural. Ilum. média:452lux. Dia 22/09/03 14:00h.

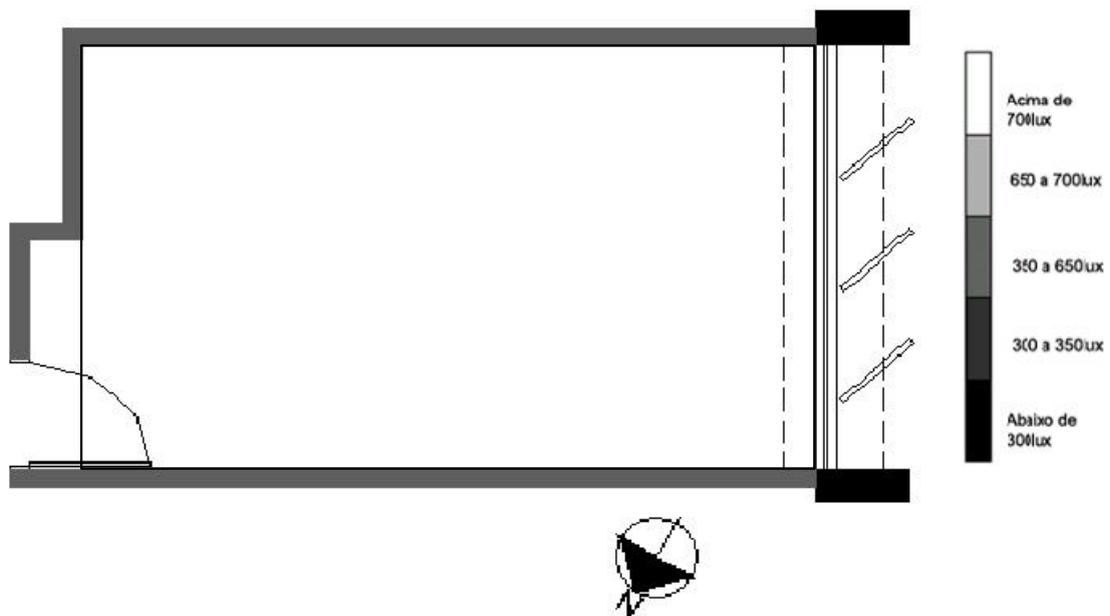


Fig. 4.4. Sala 01 Céu nublado com luz natural. Ilum. média:1033lux. Dia 22/09/03 14:50h.

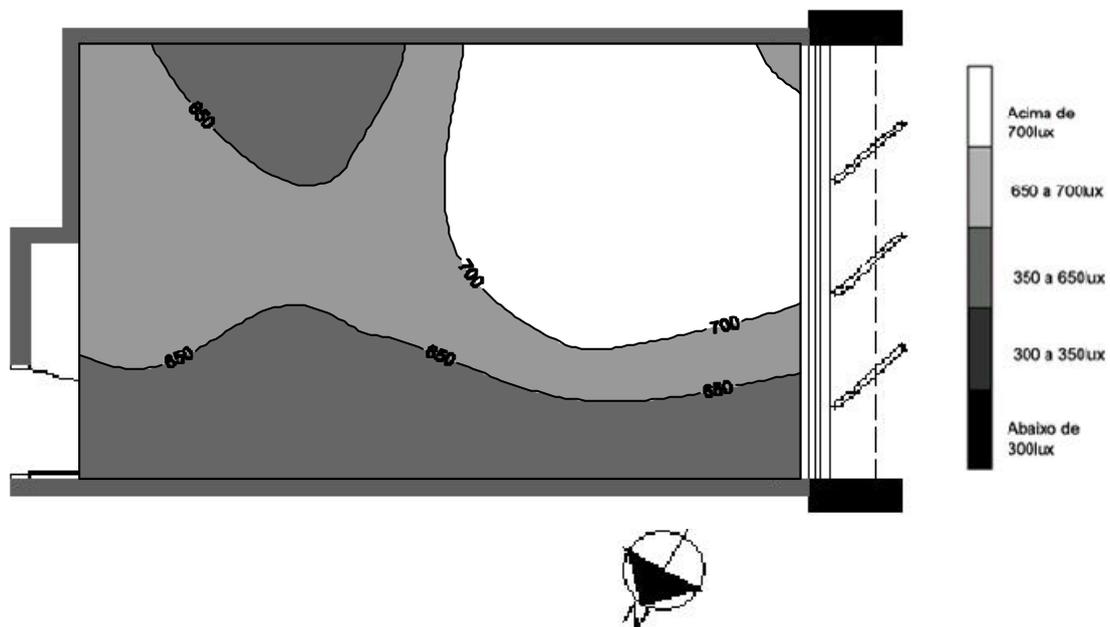


Fig. 4.5. Sala 01 Céu nublado com luz natural. Ilum. média:660lux. Dia 16/03/2004 19:15h.

Pela comparação dos gráficos isolux, e levando-se em conta a iluminância média de cada situação medida, podemos perceber situações com iluminação acima da tida como suficiente (tabela 3.4, pág. 82). Nas medições diurnas com luz natural e artificial, os níveis de iluminação mostraram-se superiores ou excessivos, demonstrando a não necessidade de luz artificial.

A sala 01 é voltada para sudeste, possui *light shelf* e brises verticais, não é obstruída por prédios vizinhos, que se localizam distantes deste, conseqüentemente não impedem a penetração direta da luz do dia. Verifica-se que a sala possui luz natural suficiente para iluminá-la, entretantes, torna-se difícil perceber a influência do *light shelf* nesta sala, pois não apresenta maior distribuição de luz natural internamente, há sim uma diferença de distribuições para céu claro, quando comparada a de céu nublado, sendo que a primeira apresenta focos de concentração de iluminação, enquanto a segunda apresenta as regiões mais iluminadas próximas à janela.

Índices excessivos de iluminação foram encontrados quando acionada a luz artificial. Sabendo que a sala possui refletores de alumínio em todas as luminárias instaladas, o que comprovadamente aumenta a reflexão da luz emitida pelas lâmpadas fluorescentes, e conseqüentemente aumenta os níveis de iluminação internos, que aqui são tidos como muito altos, percebe-se que a iluminação artificial é desnecessária no período diurno.

#### **4.2.1. ESTAÇÕES DE TRABALHO MENSURADAS**

Abaixo seguem as fotos tiradas de cada estação de trabalho da sala 01, nas situações abaixo mencionadas: céu claro com luz natural, céu nublado com luz natural, período noturno e etc. Em cada foto é possível observar o campo visual do usuário, a situação de iluminação, e as condições de céu em que a foto

foi tirada, através da conseqüente transformação do campo visual de acordo com esta.

Estas fotos são bastante interessantes para demonstrar a diferenciação existente nos períodos de medição, diferenças de claridade e contraste, em que situações as cortinas permaneceram abertas ou fechadas, se os objetos do campo visual são os mesmos, ou foram modificados, se continua o mesmo mobiliário, cores e etc., ou seja, são indispensáveis para situar o leitor quanto às grandezas medidas, e em que condições elas foram obtidas. Em todas as salas este procedimento será utilizado, colocando-se as fotos de todas as situações medidas.

O comportamento da luz nos períodos medidos não pode ser generalizado, pois devido a limitações de uso das salas, não foi possível fazer as medições sempre no mesmo período e horário do dia. No anexo 1 deste volume se encontram as tabelas onde foram anotadas as medições, constando horário e dia em que foram realizadas.



Luz Natural dia nublado



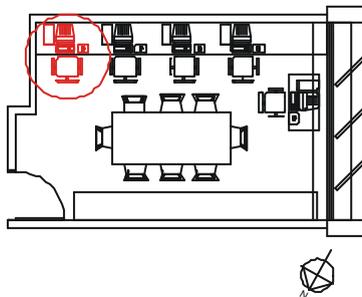
Luz Natural+Artificial dia nublado



Luz Natural dia claro



Luz Natural+Artificial dia claro



Luz Natural+Artificial noturno

Fig. 4.6. Estação A da Sala 01 (Pet).



Luz Natural dia nublado



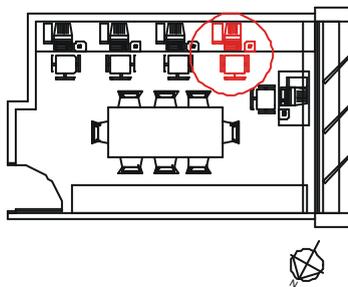
Luz Natural+Artificial dia nublado



Luz Natural dia claro



Luz Natural+Artificial dia claro



Luz Natural+Artificial noturno

Fig. 4.7. Estação B da Sala 01 (Pet).



Luz Natural dia nublado



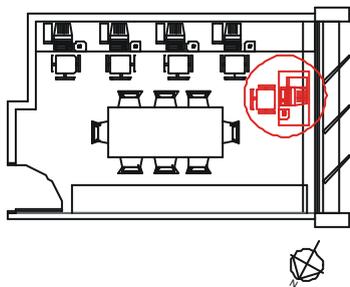
Luz Natural+Artificial dia nublado



Luz Natural dia claro



Luz Natural+Artificial dia claro



Luz Natural+Artificial noturno

Fig. 4.8. Estação C da Sala 01 (Pet).

Detalharemos a seguir duas situações que se mostraram como a mais crítica, em termos de ofuscamento, e a menos crítica encontrada na sala 01. As demais situações serão expostas em tabela geral apresentada no final deste capítulo.

#### 4.2.2. ESTAÇÃO COM MENOR DGI

Na figura 4.9 está representada a estação que apresentou ofuscamento mínimo, para um dia de céu claro com luz natural e artificial combinadas. A estação se localiza longe da janela e lateral a esta, e no momento de medição as cortinas se encontravam fechadas, para evitar uma maior claridade, visto que a sala já é bastante clara. A iluminância se mostrou excessiva (1376 lux), quando o ideal seria de aproximadamente 500 lux. O entorno apresenta alta refletância em virtude das cores claras circundantes e conseqüentemente, o maior contraste ficou entre o campo central e periférico, 22:1 (ver tabela 4.1), onze vezes superior ao máximo permitido (10:1- IESNA, 1990). Entretanto, este é o melhor posto de trabalho para se trabalhar nesta sala, levando-se em conta o ofuscamento.

Para o cálculo do DGI foi necessária a medição dos ângulos horizontais e verticais em relação à normal da janela (ver figuras 3.25 e 3.26 – pág. 96), pois estes ângulos são necessários ao cálculo do ângulo sólido e ângulo sólido corrigido. Aqui os ângulos verticais foram calculados separadamente, um calculado para a parte da janela abaixo do *light shelf*, e outro para a parte da janela acima do *light shelf*, posteriormente ambos foram somados para fins de cálculo do índice de ofuscamento, como apresentado na tabela 4.2.

A área da abertura também faz parte do cálculo desses ângulos, por estar diretamente relacionada a eles. O somatório dos coeficientes de ofuscamento por luz natural, o DGI, mostrou-se bastante abaixo do limite tolerável (DGI=20, tabela 2.4 – pág. 67), ficando em 11,5, o que significa que nesta estação, na situação em questão, não há ofuscamento por luz natural.

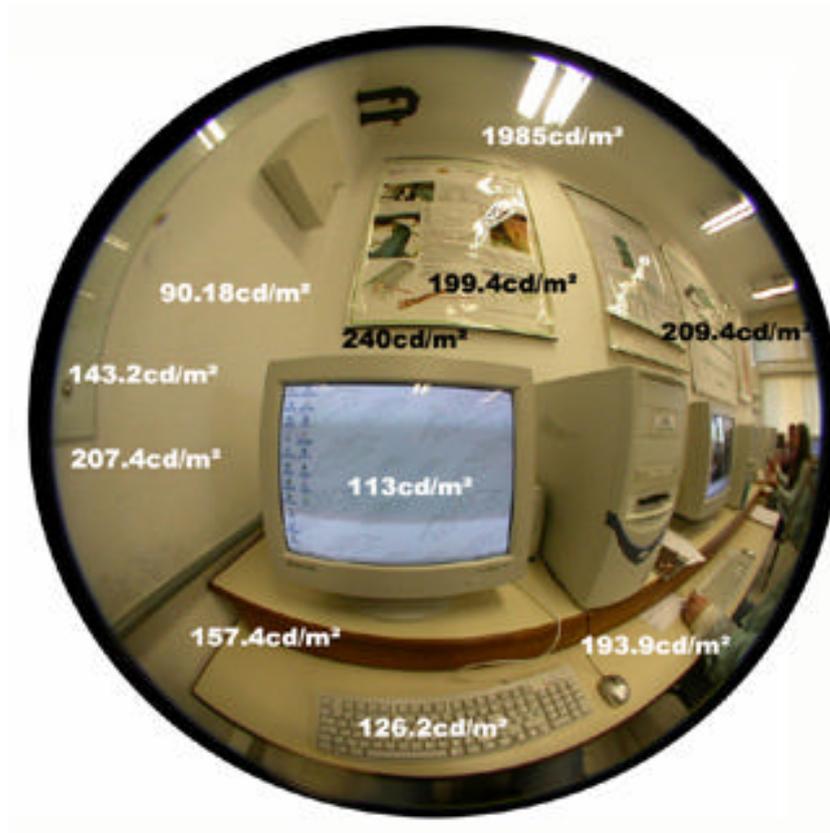


Fig. 4.9. Estação A – Céu claro, luz natural e artificial.

Tabela 4.1: contrastes encontrados na avaliação da estação de trabalho A da sala 01.

RELAÇÃO ENTRE LUMINÂNCIAS	PROPORÇÃO RECOMENDADA	PROPORÇÕES ENCONTRADAS
No campo central.	3:1	2,6: 1
Entre o campo central e periférico.	10:1	22:1
Entre fonte de luz e fundo,	20:1	18:1
Máxima diferença no campo visual,	40:1	22:1

Tabela 4.2: valores utilizados para o cálculo do índice de ofuscamento na estação A – sala 01.

VARIÁVEIS CONSIDERADAS		ABERTURA
$L_w$	Luminância da abertura	3542 cd/m <sup>2</sup>
? A	Somatório da área da abertura	1,42 m <sup>2</sup>
$\beta$	Ângulo do observador à normal a abertura (vertical)	14°
D	Distância do observador a abertura	5 m
$L_B$	Luminância do fundo	203 cd/m <sup>2</sup>
P	Ângulo de correção do cosseno (relativo ao ângulo de visão)	0,966
? W	Somatório ângulo não modificado	0,00476sr
? $\Omega$	Somatório ângulo modificado	0,00465sr
dG	Coefficiente de ofuscamento	14
DGI	Índice de ofuscamento por iluminação natural	<b>11,5</b>

#### 4.2.3. ESTAÇÃO DE MAIOR OFUSCAMENTO

A estação que apresentou índice de ofuscamento máximo foi a mais próxima à janela e de frente para esta (figura 4.10), lembrando que esse cálculo foi feito com base na situação de utilização encontrada, ou seja, com as persianas abertas, talvez se estas estivessem fechadas o índice fosse reduzido, entretanto como decidimos mensurar o ambiente de acordo com o uso dado a ele, tal qual fosse encontrado, e neste caso, com as cortinas abertas.

As medições de luminâncias demonstraram contrastes excessivos no campo central e entre o central e o periférico, ambas ultrapassaram os limites recomendados (tabela 4.3). Isto é bastante previsível pois a luz vinda da abertura apresenta altos índices de luminância quando comparados ao ambiente interno, e sendo esta estação muito próxima da janela, fica numa situação bastante contrastante, entre ambiente interno e externo, e este contraste pode ser o responsável pela ocorrência de ofuscamento nesta estação.

Note-se que a situação que apresentou maior DGI (ver tabela 4.4), foi a de frente à janela, mas não em todas as situações, mas sim com o céu nublado e somente com luz natural, sem iluminação artificial. Percebemos com este trabalho que quando a iluminação artificial é acionada, ajuda a reduzir o contraste interior – exterior e a equilibrar os níveis de iluminação internos.

A iluminância se mostrou dentro dos limites aceitáveis, 452 lux, ficando bem próxima do valor considerado ideal: 500 lux. O entorno apresenta alta refletância, com cores claras, e embora pareça haver um grande contraste entre campo central e periférico, está somente um ponto acima do recomendado. Mesmo assim, este foi o posto de trabalho que apresentou maior índice de ofuscamento, provavelmente por estar de frente para a janela e receber luz natural direta.

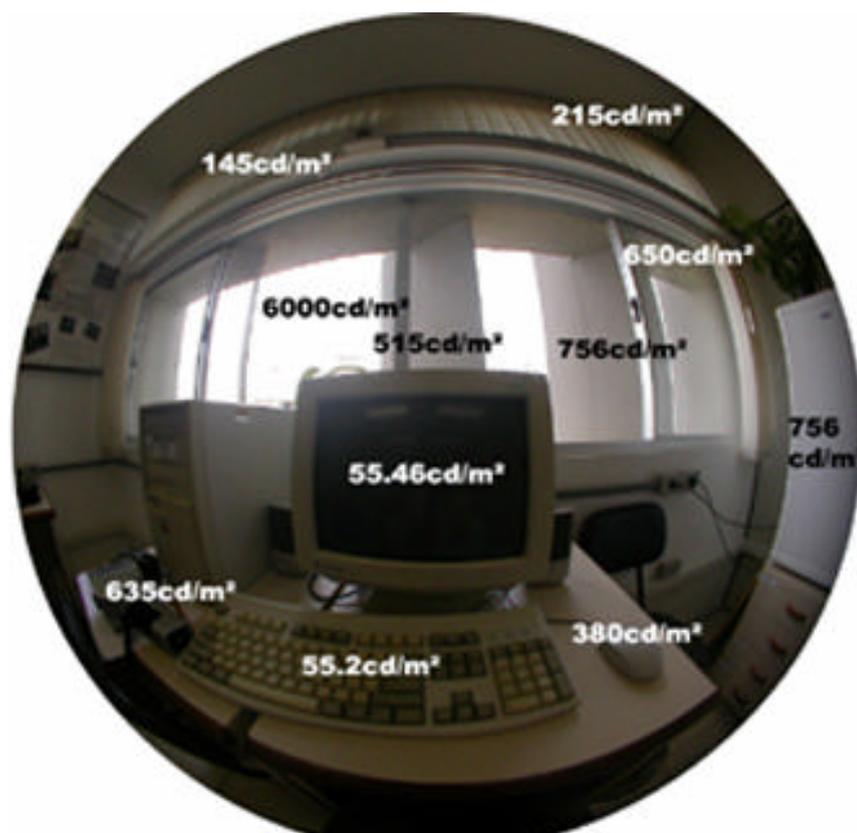


Fig. 4.10. Estação C – Céu nublado, luz natural.

Tabela 4.3: contrastes encontrados na avaliação da estação de trabalho C da sala 01.

RELAÇÃO ENTRE LUMINÂNCIAS	PROPORÇÃO RECOMENDADA	PROPORÇÕES ENCONTRADAS
No campo central.	3:1	11,5: 1
Entre o campo central e periférico.	10:1	11:1
Entre fonte de luz e fundo,	20:1	17,8:1
Máxima diferença no campo visual,	40:1	11,5: 1

Tabela 4.4: valores utilizados para o cálculo do índice de ofuscamento na estação C da sala 01.

VARIÁVEIS CONSIDERADAS		ABERTURA
$L_w$	Luminância da abertura	6000 cd/m <sup>2</sup>
? A	Somatório da área da abertura	4,758 m <sup>2</sup>
$\beta$	Ângulo do observador à normal a abertura (vertical)	53°
	Ângulo do observador à normal a abertura (horizontal)	73°
D	Distância do observador a abertura	0,98 m
$L_B$	Luminância do fundo	337 cd/m <sup>2</sup>
P	Ângulo de correção do cosseno (relativo ao ângulo de visão)	0,876
? W	Ângulo não modificado	0,89sr
? $\Omega$	Ângulo modificado	0,78sr
dG	Coefficiente de ofuscamento	595
DGI	Índice de ofuscamento por iluminação natural	<b>27,75</b>

Para o cálculo dos ângulos sólido e sólido corrigido, foi subdividida a janela novamente, pois um cálculo simplificado como um volume único nos induz a erro de cálculo. Para tanto as áreas foram subdivididas em duas partes verticalmente

(abaixo do *light shelf* e acima do *light shelf*), e quatro partes horizontalmente, resultando em oito ângulos sólidos e oito ângulos sólidos corrigidos, oito áreas de janela e oito ângulos de correção do cosseno, que na tabela 4.4 foram somados para simplificação da tabela e para mostrar o valor real utilizado na fórmula de cálculo do índice de ofuscamento total, que toma a janela como um todo.

Foi constatado em relação ao cálculo do ângulo sólido que para ângulos muito abertos, como o demonstrado pela figura 4.11, e que representa a situação da estação C da sala 01, não se poderia calcular o ângulo sólido para a janela inteira, pois haveria distorções na área e no ângulo perpendicular à normal da janela. Optou-se então por dividir a janela em vários segmentos de tamanhos aproximados (ver figuras 4.11 e 4.12), possibilitando o cálculo com maior precisão, até mesmo do ângulo corrigido, onde quanto mais subdividida a área, mais aproximada a sua correção, visto que cada ínfima área tem um ângulo de correção diferente.

A janela foi subdividida em quatro partes abaixo do *light shelf* e quatro partes acima do *light shelf*, resultando em quatro ângulos sólidos e quatro ângulos sólidos corrigidos diferentes, que posteriormente foram somados para serem utilizados na fórmula de cálculo do DGI. A área da janela foi dividida do mesmo modo e na tabela 4.4 já se encontra somada, o mesmo acontece com os ângulos sólido e sólido corrigido.

Levando-se em conta que este é um método de cálculo aproximado, necessitar-se-ia de um programa computacional para fragmentar a janela em várias partes e calcular os ângulos sólido e de correção realmente reais, uma tarefa bastante trabalhosa, tida como dispensável para os fins deste estudo.

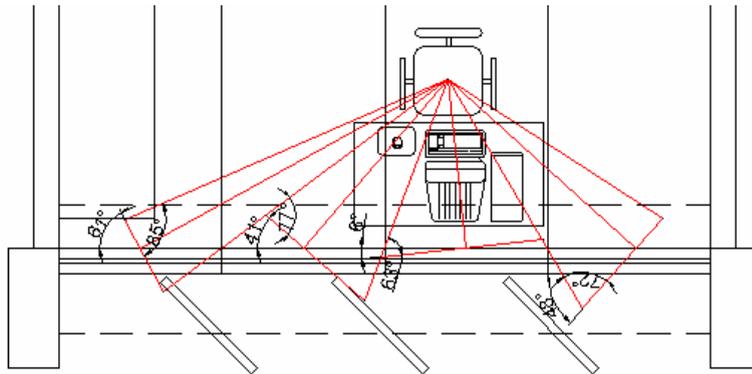


Fig. 4.11. Formas de medição do ângulo sólido horizontalmente.

Outra característica peculiar é a presença de janelas sedimentadas em duas partes, por causa da presença de *light shelves*. Para tanto o cálculo dos ângulos sólido e corrigido também foram verticalmente subdivididos como mostra a figura 4.12

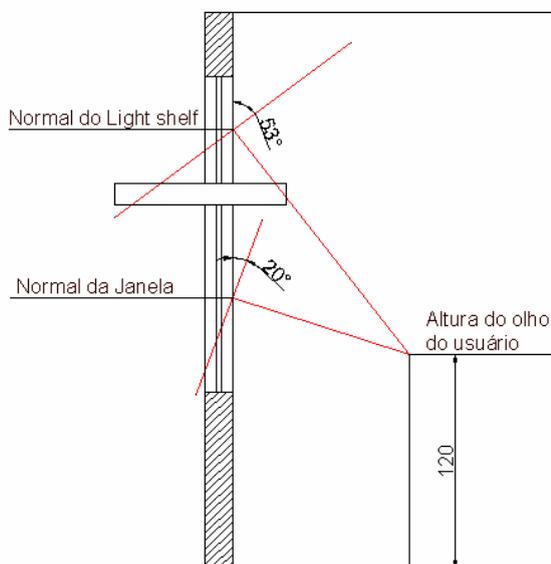


Fig. 4.12. Formas de medição do ângulo sólido verticalmente.

### 4.3. MEDIÇÕES NA SALA 02 (CTC)

Nota-se pelos gráficos de iluminância a seguir (fig.4.13 a 4.17), que nesta sala a iluminação feita somente por luz natural é insuficiente, gerando índices de iluminância média baixos, em média 300lux, um pouco mais ou um pouco menos, dependendo da situação, o que segundo a tabela 3.4 (pág. 76) é considerado ruim (abaixo de 300lux) ou regular (300lux até 350lux).

A sala em questão é voltada para oeste, e provavelmente por isso foram projetados brises horizontais, entretanto, atualmente a sala é rodeada de prédios que bloqueiam consideravelmente a penetração direta da luz do sol. É possível que estes prédios não existissem no momento de concepção do projeto, e que também não fossem previstos, mas com a expansão do campus, eles acabaram por serem implantados. Concluindo, pode se dizer que brises atualmente são dispensáveis, e que atrapalham a entrada de luz natural.

A sala demonstrou, mesmo com a iluminação artificial acionada, níveis de iluminação baixos de acordo com o que foi mensurado. Percebe-se que duas alternativas podem se adotadas, substituir as lâmpadas fluorescentes por outras mais potentes, ou adicionar refletores de alumínio as atuais, e retirar-se os brises horizontais, já que sua presença pode estar atrapalhando a penetração da luz do dia.

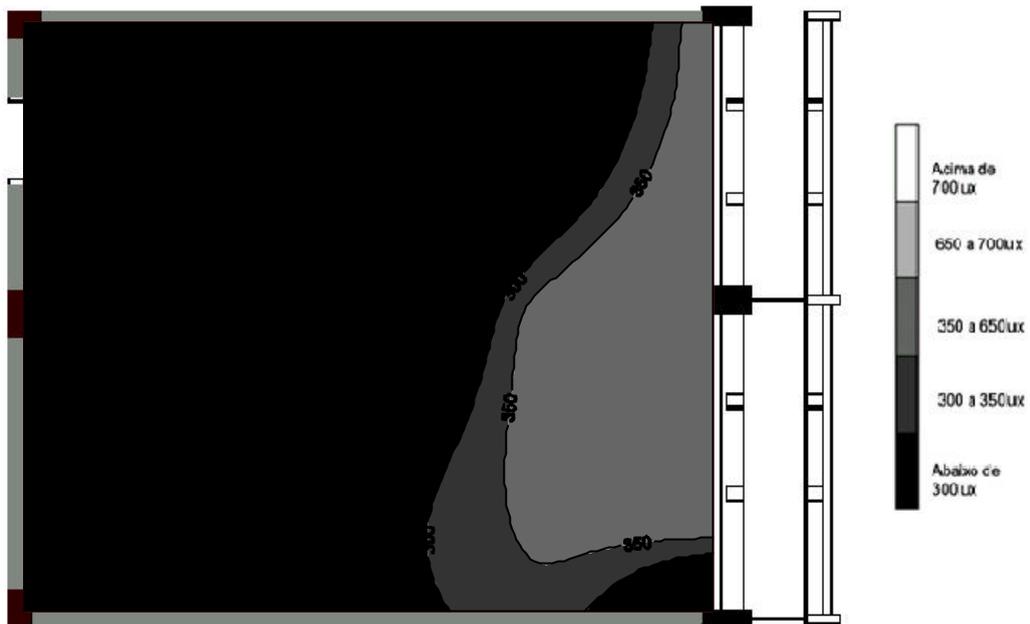


Fig. 4.13. Sala 02 – Céu claro c/luz natural. Iluminância média: 201 lux. Dia 31/03/04 18:30h.

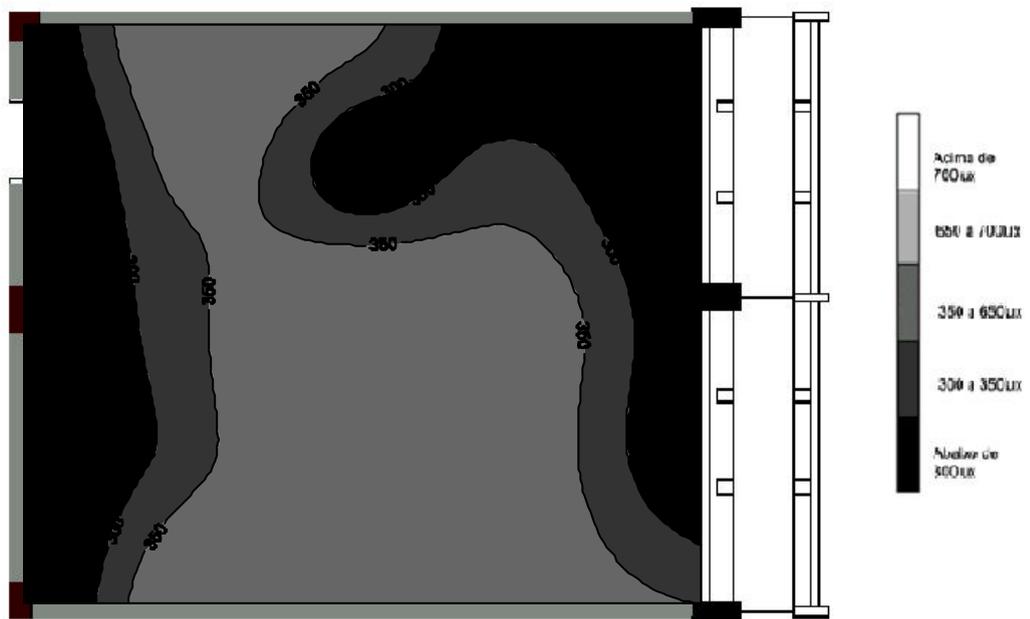


Fig. 4.14. Sala 02 – Céu claro c/luz natural e artificial. Iluminância média: 317 lux. Dia 31/03/04 19:00h.

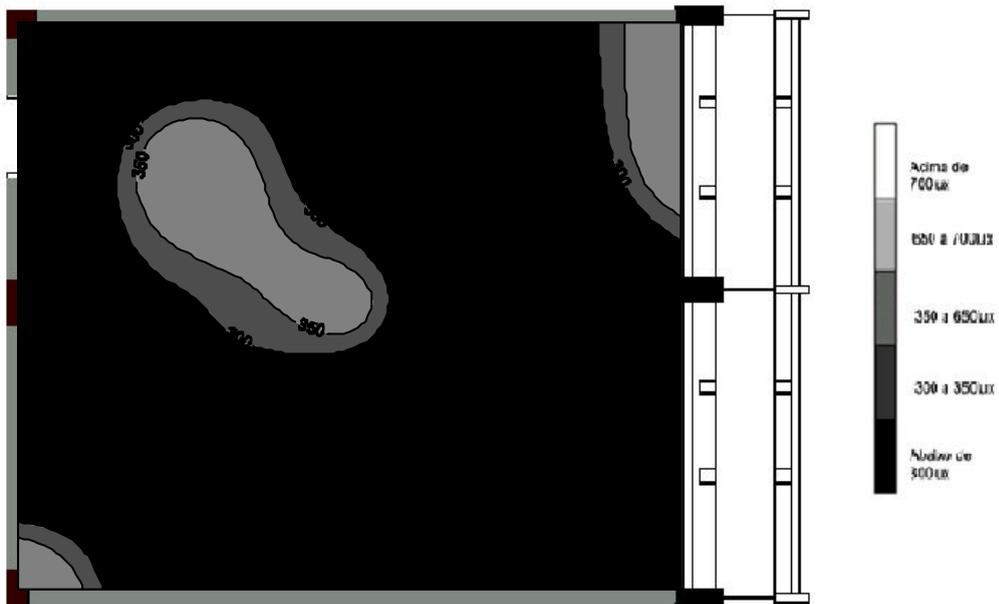


Fig. 4.15. Sala 02 – Céu nublado c/luz natural. Iluminância média: 218,4lux. Dia 20/04/04 9:00h.

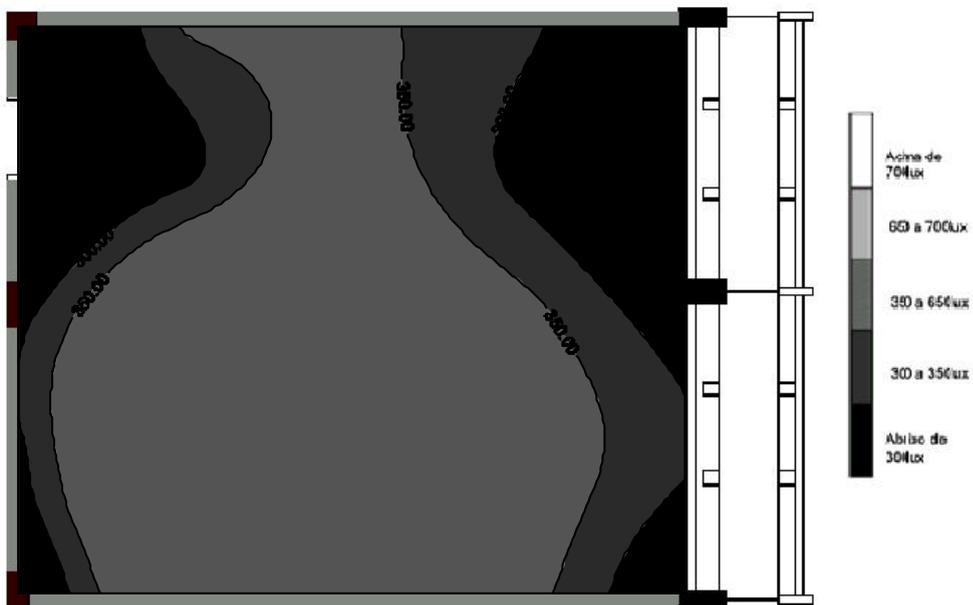


Fig. 4.16. Sala 02 – Céu nublado c/luz natural e artificial. Ilum. média: 337lux. Dia 20/04/04 9:35h.

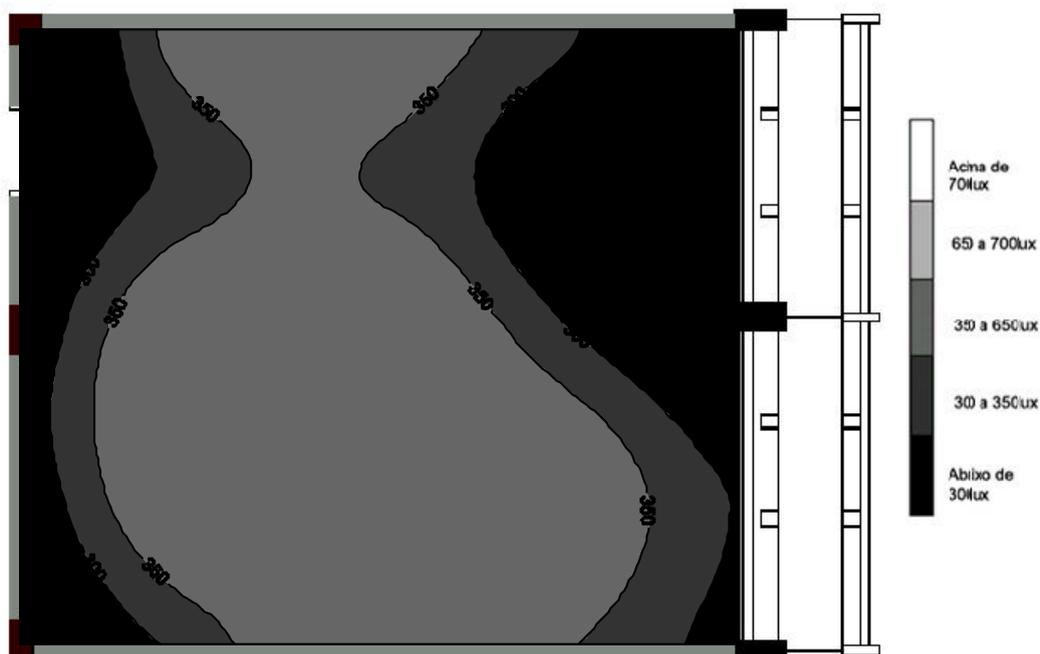


Fig. 4.17. Sala 02 – Período noturno c/luz artificial. Ilum. média: 316lux. Dia 03/04/04 21:30h.

#### 4.3.1. ESTAÇÕES DE TRABALHO MENSURADAS

A seguir estão representadas as estações medidas na sala 02 (CTC). Nas próprias fotos podemos perceber a diferença de claridade entre um dia e outro, e que a sala se torna escura sem iluminação artificial, mesmo em dias claros. É necessário a visualização e o estudo destas fotos para que o leitor se situe no caso de estudo, perceba as peculiaridades existentes, como uma cortina fechada ou aberta no momento de medição, o que influencia bastante os níveis de claridade e o índice de ofuscamento por luz natural. Isto nos diz muito também sobre a preferência do usuário do local em analisado, aqui por exemplo, nota-se em todas as fotos, no período diurno, as cortinas sempre abertas para facilitar a entrada da luz natural, o que significa que este usuário deseja a presença desta luz, e que ela não está atrapalhando, mas sim sendo bem vinda para aumentar

os níveis de iluminação da sala, que é um pouco escura, como vimos nas figuras 4.13 a 4.17, pela baixa iluminância média da sala.



Luz Natural dia nublado



Luz Natural+Artificial dia nublado



Luz Natural dia claro



Luz Natural+Artificial dia claro



Luz Natural+Artificial noturno

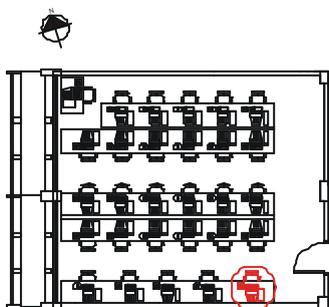


Fig. 4.18. Estação A da sala 02 (CTC)



Luz Natural dia nublado



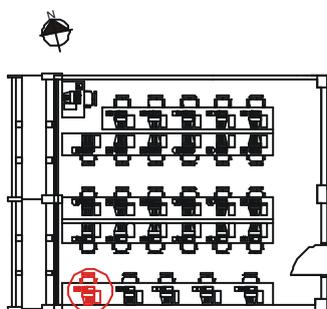
Luz Natural+Artificial dia nublado



Luz Natural dia claro



Luz Natural+Artificial dia claro



Luz Natural+Artificial noturno

Fig.4.19. Estação B da sala 02 (CTC)



Luz Natural dia nublado



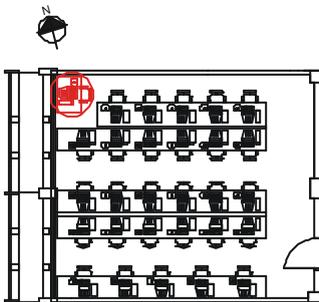
Luz Natural+Artificial dia nublado



Luz Natural dia claro



Luz Natural+Artificial dia claro



Luz Natural+Artificial noturno

Fig. 4.20. Estação C da sala 02 (CTC)

### 4.3.2. ESTAÇÃO COM MENOR DGI

Esta estação fica distante da janela e lateral a esta, percebe-se que as superfícies em volta são escuras, e conseqüentemente há baixa refletância. O maior contraste percebido fica entre fonte e fundo, 33:1, no entanto ainda permanece dentro do máximo permitido de diferença dentro do campo visual que é de 40:1(ver tab. 4.5). A iluminância ficou dentro dos padrões considerados na tabela 3.4 (pág. 76) como regular – 337 lux.

O entorno apresenta cores mais escuras que na situação de ofuscamento mínimo da sala 01 (PET), anteriormente mostrada, apresentando refletâncias mais baixas que aquela. Nesta situação ocorreu menor índice de ofuscamento por luz natural, causada pela distância em relação à janela, o que conseqüentemente faz com que os níveis de iluminação estejam mais uniformes. Na tabela 4.6 podemos conferir o baixo índice de ofuscamento apresentado.

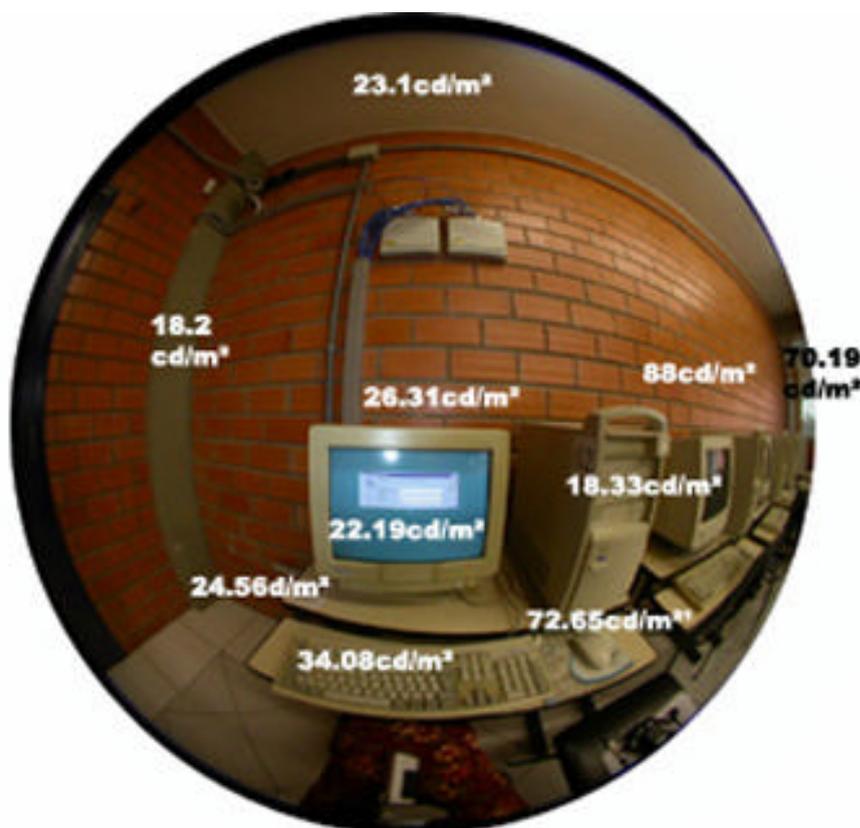


Fig. 4.21. Estação A – Céu nublado, luz natural e artificial.

Tabela 4.5: contrastes encontrados na avaliação da estação de trabalho A da sala 02.

RELAÇÃO ENTRE LUMINÂNCIAS	PROPORÇÃO RECOMENDADA	PROPORÇÕES ENCONTRADAS
No campo central.	3:1	4: 1
Entre o campo central e periférico.	10:1	5:1
Entre fonte de luz e fundo,	20:1	33:1
Máxima diferença no campo visual,	40:1	33:1

Tabela 4.6: valores utilizados para o cálculo do índice de ofuscamento na estação A – sala 02.

VARIÁVEIS CONSIDERADAS		VALORES
$L_w$	Luminância da abertura	1325 cd/m <sup>2</sup>
A	Área da abertura	1,232m <sup>2</sup>
$\beta$	Ângulo do observador à normal a abertura (horizontal)	87°
	Ângulo do observador à normal a abertura (vertical)	7°
D	Distância do observador a abertura	5,95 m
$L_B$	Luminância do fundo	39,5 cd/m <sup>2</sup>
P	Ângulo de correção do cosseno (relativo ao ângulo de visão)	0,996
<b>W</b>	Ângulo não modificado	0,0024 sr
$\Omega$	Ângulo modificado	0,00239sr
dG	Coeficiente de ofuscamento	8,6
DGI	Índice de ofuscamento por iluminação natural	<b>9,35</b>

#### 4.3.3. ESTAÇÃO DE MAIOR OFUSCAMENTO

A estação se localiza de frente para a janela (fig. 4.22), e pode-se notar o contraste e a claridade em excesso vinda da janela. A iluminância média da sala,

218,5lux, está abaixo dos limites estipulados na tabela 3.4 (pág. 76), o que só ajudou a aumentar o ofuscamento, visto que não houve uma uniformização da luz interna com a externa: deixou-se o interior muito escuro quando comparado ao exterior muito claro.

Acredita-se então, que esta estação apresentou o maior índice de ofuscamento por estar de frente para a janela, voltada para a alta claridade proveniente desta, contrastando com seus arredores escuros, sem iluminação artificial para contra-balancear um pouco esta diferença

Como já dissemos, o entorno apresenta baixa refletância, com predominância de cores escuras, o maior contraste apresentado foi entre o campo central e periférico, com uma diferença de 33:1 (tabela 4.7), ficando acima do recomendado.

Outro fator a ser comentado é novamente a necessidade de segmentação da janela para fins de cálculo de ângulo sólido. Aqui iremos subdividir a tabela 4.8, com fins de esclarecer o leitor de como esta subdivisão é feita. Dividiu-se a janela em duas partes horizontalmente, sendo uma delas ainda teve que ser subdividida em outras quatro partes para não ocorrerem distorções muito graves no cálculo dos ângulos sólido e sólido corrigido, com já foi mencionado anteriormente.

Na tabela 4.8 demonstra-se então a área, os ângulos sólido e sólido corrigido e o índice de correção do cosseno individualmente para cada uma das quatro partes da janela subdividida. Não podemos esquecer que para calcularmos o DGI, estes valores terão que ser somados e unificados em um valor único que será utilizado na fórmula, pois esta considera a janela como um ente único que emite luz, e não estando subdividida em várias partes e cada uma delas tendo um índice de ofuscamento diferente, se calculássemos assim haveria sérias distorções, e não conseguiríamos saber o valor do ofuscamento total da janela, pois não poderíamos somar um índice com o outro.



Fig. 4.22. Estação C – Céu nublado, luz natural.

Tabela 4.7: contrastes encontrados na avaliação da estação de trabalho C da sala 02.

RELAÇÃO ENTRE LUMINÂNCIAS	PROPORÇÃO RECOMENDADA	PROPORÇÕES ENCONTRADAS
No campo central.	3:1	2,3: 1
Entre o campo central e periférico.	10:1	8,5:1
Entre fonte de luz e fundo,	20:1	33:1
Máxima diferença no campo visual,	40:1	33:1

Tabela 4.8: valores utilizados para o cálculo do índice de ofuscamento na estação C – sala 02.

VARIÁVEIS CONSIDERADAS		ABERTURA 01				ABERTURA 02
L <sub>w</sub>	Luminância da abertura	1325 cd/m <sup>2</sup>	1325 cd/m <sup>2</sup>	1325 cd/m <sup>2</sup>	1325 cd/m <sup>2</sup>	1325 cd/m <sup>2</sup>
A	Área da abertura	0,5m <sup>2</sup>	0,72m <sup>2</sup>	1,18m <sup>2</sup>	1,42m <sup>2</sup>	0,8m <sup>2</sup>
β	Ângulo do observador à normal a abertura (horizontal)	86°	82°	69°	66°	87°
	Ângulo do observador à normal a abertura (vertical)	39°	39°	39°	39°	39°
D	Distância do observador a abertura	2,68 m	1,86m	1,17m	0,92m	4,92m
L <sub>B</sub>	Luminância do fundo	39,5 cd/m <sup>2</sup>	39,5 cd/m <sup>2</sup>	39,5 cd/m <sup>2</sup>	39,5 cd/m <sup>2</sup>	39,5 cd/m <sup>2</sup>
P	Ângulo de correção do cosseno (relativo ao ângulo de visão)	0,342	0,484	0,777	0,984	0,190
<b>W</b>	Ângulo não modificado	0,0037 sr	0,023sr	0,24sr	0,5258 sr	0,501sr
Ω	Ângulo modificado	0,0013 sr	0,011sr	0,18sr	0,51sr	0,227sr
G	Coefficiente de ofuscamento					392
DGI	Índice de ofuscamento por iluminação natural					<b>25,9</b>

#### 4.4. MEDIÇÕES NA SALA 03 (GEO)

Aqui a sala é voltada para nordeste, possui *light shelf*, brises verticais (ver fig.3.10 – pág. 62) e não é obstruída por edificações vizinhas. A iluminância se apresentou adequada no dia de céu nublado, porém inadequada no de céu claro, fato curioso, pois mais comum seria ocorrer o contrário, porém, é necessário mencionar que no momento de medição para céu claro, as persianas se encontravam fechadas, e para céu nublado não, possibilitando maior entrada de luz natural.

Encontramos aqui uma situação atípica, pois houve grandes variações de iluminância de acordo com a situação específica medida, ocorrendo flutuações de iluminância média desde 170 lux (fig. 4.23) até 1091lux (fig. 4.27). entretanto é preciso mencionar que na situação onde encontramos 170lux, as cortinas estavam abertas somente num lado da sala (fig. 4.23).

Outro fato interessante é que apesar da sala possuir refletores de alumínio acompanhando cada luminária, estes ainda assim não conseguem fornecer uma iluminação suficiente, verificada durante a noite, quando foi medida somente a luz artificial, ficando bem abaixo do indicado.

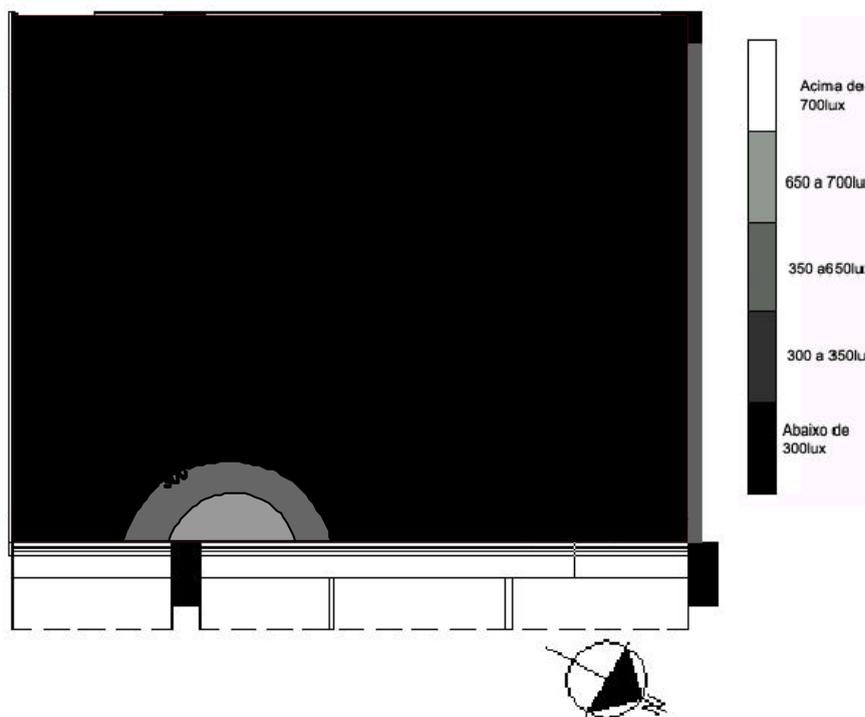


Fig. 4.23. Sala 03 – Céu claro c/luz natural. Iluminância média: 170lux. Dia 01/10/03 16:00h.



Fig. 4.24. Sala 03 – Céu claro c/luz natural e artificial. Ilum.média: 503 lux. Dia 01/10/03 16:45h.

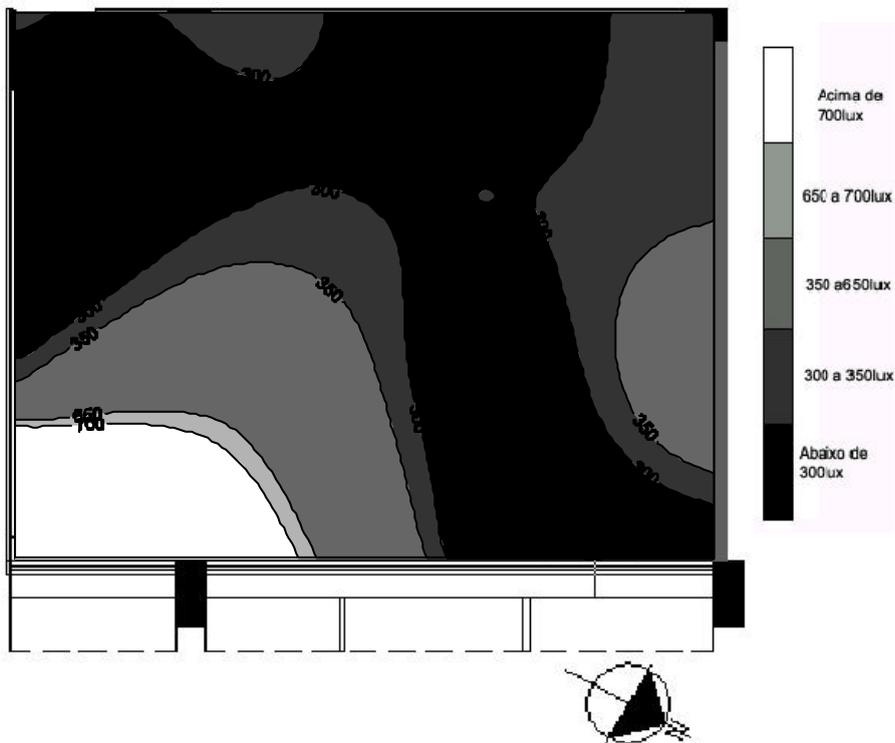


Fig. 4.25. Sala 03 – Céu nublado c/luz natural. Iluminância média: 435 lux. Dia 22/09/03 14:50h.

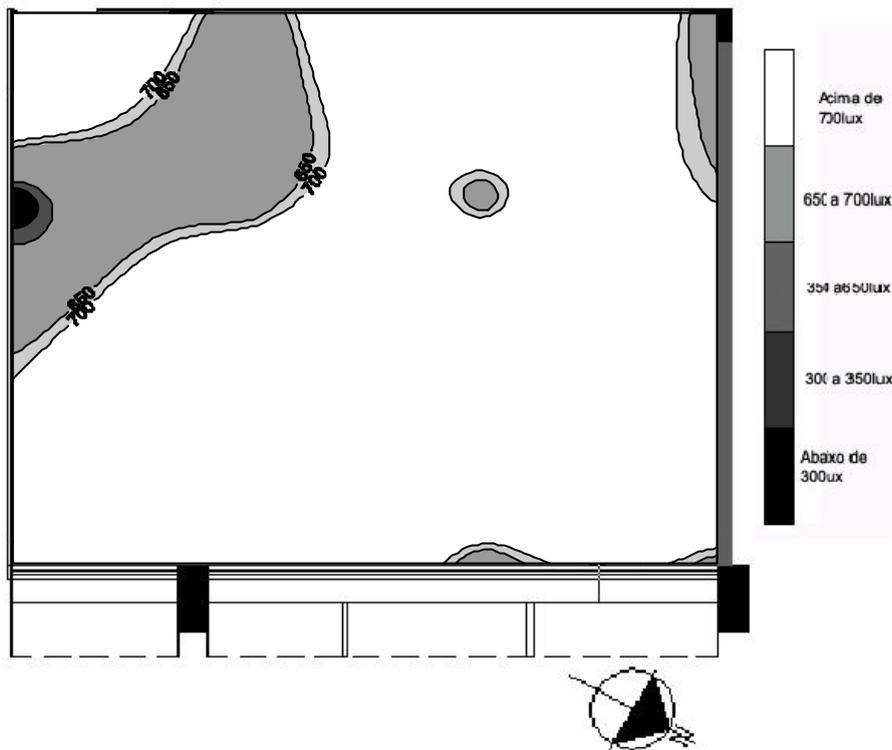


Fig. 4.26. Sala 03 – Céu nublado c/luz natural e artificial. Ilum.média: 1091lux. Dia 22/09/03 14:00h.



Fig. 4.27. Sala 03 – Período noturno c/luz artificial. Ilum. média: 235lux. Dia 16/04/04 19:15h.

#### **4.4.1. ESTAÇÕES DE TRABALHO MENSURADAS**

Abaixo seguem as fotos das estações medidas na sala 03 (GEO) – figuras 4.28 a 4.30, para que o leitor possa notar em quais situações as cortinas permanecem abertas ou fechadas, para posteriormente confrontarmos estas situações com o índice de ofuscamento calculado para as mesmas.

É curioso constatar que na maior parte das medições as cortinas permanecem fechadas ou semi-abertas, visando proteger o usuário da penetração direta da luz natural, talvez por estes a considerarem excessiva, se comportem desse modo.

Observamos que até mesmo na situação da figura 4.28, que nos parece que a cortina está totalmente aberta, na verdade ela se encontra aberta somente nesta porção de área vista na foto, e nas demais regiões está fechada, visando proteger as estações de trabalho, que em sua maioria se encontram de frente para a janela (ver figura 3.5, pág. 77).

Esta forma de agir demonstra que estes usuários preferem fechar as cortinas, mesmo deixando a sala meio escura, e acionar a iluminação artificial durante o dia, a ter que se confrontar com os altos índices de iluminação vindos da janela, isto ocorre principalmente pelas estações se localizarem de frente para a janela em sua maior parte.



Luz Natural dia nublado



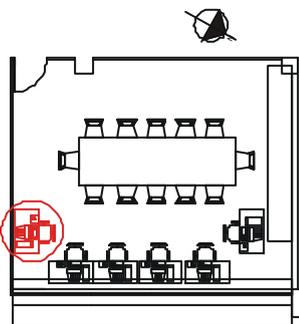
Luz Natural+Artificial dia nublado



Luz Natural dia claro



Luz Natural+Artificial dia claro



Luz Natural+Artificial noturno

Fig. 4.28. Estação A da sala 03 (GEO)



Luz Natural dia nublado



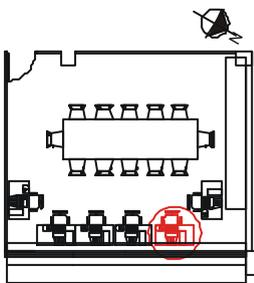
Luz Natural+Artificial dia nublado



Luz Natural dia claro

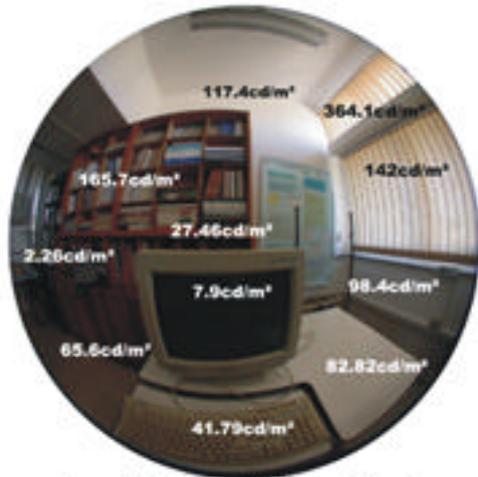


Luz Natural+Artificial dia claro

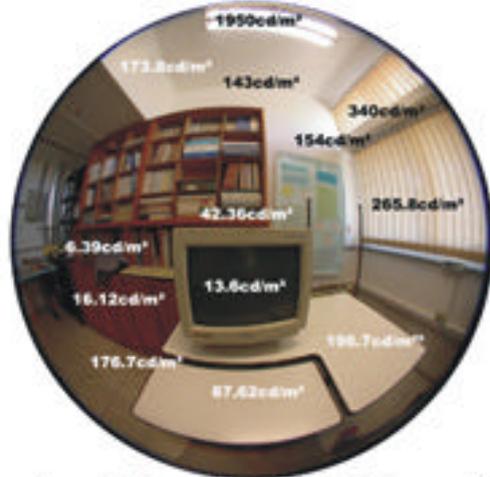


Luz Natural+Artificial noturno

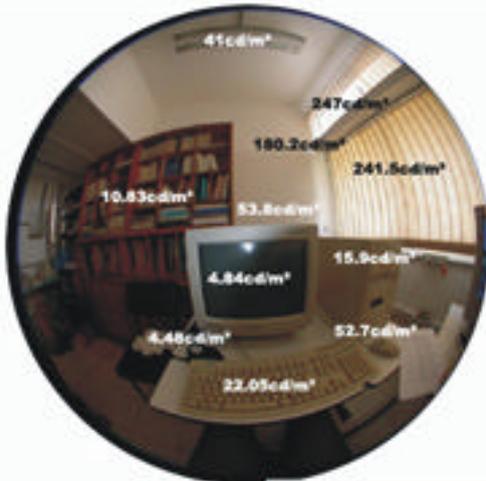
Fig. 4.29. Estação B da sala 03 (GEO).



Luz Natural dia nublado



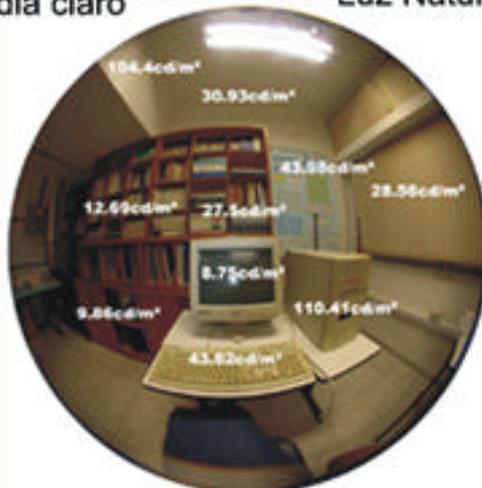
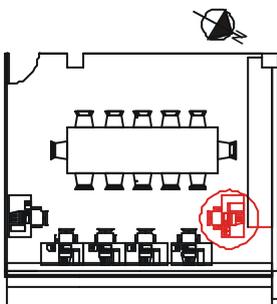
Luz Natural+Artificial dia nublado



Luz Natural dia claro



Luz Natural+Artificial dia claro



Luz Natural+Artificial noturno

Fig. 4.30. Estação C da sala 03 (GEO)

#### 4.4.2. ESTAÇÃO COM MENOR DGI

A estação de menor ofuscamento mais uma vez fica lateral a janela (fig.4.33), embora desta vez também fique bem próxima a ela. As superfícies ao seu redor são claras, mas não se nota contrastes muito gritantes (ver figura 4.31), sendo que o maior é entre o campo central e periférico: 26:1, que embora estejam acima do indicado 10:1, ainda permanecendo dentro dos 40:1 máximos (ver tab. 4.9).

A iluminância média é considerada excessiva pela tabela 3.4 (pág. 94), 1091lux, deixando o interior bastante claro, pelo acionamento da iluminação artificial, e com as persianas fechadas, a luz natural não incide diretamente, não gerando contrastes muito altos.

O cálculo do DGI demonstrou que não há ofuscamento (ver tab. 4.10). Todavia, há bastante claridade, e acredita-se que as cortinas fechadas auxiliem bastante na diminuição do contraste interior/exterior, restando dúvidas se a situação ainda seria de não ofuscamento se estas estivessem abertas, acredita-se que não.

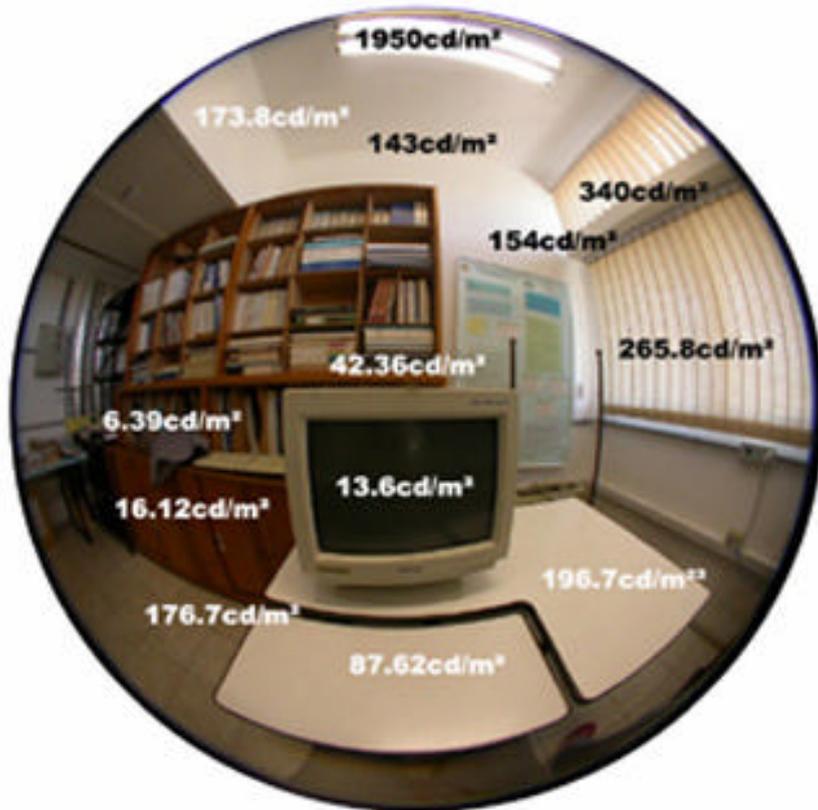


Fig. 4.31. Estação C – Céu nublado c/luz natural e artificial.

Tabela 4.9: contrastes encontrados na avaliação da estação de trabalho C da sala 03.

RELAÇÃO ENTRE LUMINÂNCIAS	PROPORÇÃO RECOMENDADA	PROPORÇÕES ENCONTRADAS
No campo central.	3:1	11,3: 1
Entre o campo central e periférico.	10:1	26:1
Entre fonte de luz e fundo.	20:1	7:1
Máxima diferença no campo visual.	40:1	26: 1

Tabela 4.10: valores utilizados para o cálculo do índice de ofuscamento na estação C da sala 3.

VARIÁVEIS CONSIDERADAS		ABERTURA
$L_w$	Luminância da abertura	340 cd/m <sup>2</sup>
$? A$	Área da abertura	2,73 m <sup>2</sup>
$\beta$	Ângulo do observador à normal a abertura (vertical)	15° e 46°
	VARIÁVEIS CONSIDERADAS	
$D$	Distância do observador a abertura	1,45 m
$L_B$	Luminância do fundo	146 cd/m <sup>2</sup>
$P$	Ângulo de correção do cosseno (relativo ao ângulo de visão)	0,891
$? W$	Ângulo não modificado	0,28sr
$? \Omega$	Ângulo modificado	0,25sr
$G$	Coefficiente de ofuscamento	8,88
DGI	Índice de ofuscamento por iluminação natural	<b>9,5</b>

Para o cálculo dos ângulos sólido e sólido corrigido, a janela foi subdividida em duas partes verticalmente, uma abaixo do *light shelf* e outra acima do *light shelf*, resultando em dois ângulos sólidos e dois ângulos sólidos corrigidos e duas áreas de janela, que na tabela 4.11 foram somados para simplificação da tabela e para mostrar o valor real utilizado na fórmula de cálculo do índice de ofuscamento total, que toma a janela como uma fonte de ofuscamento único e não subdividida em partes.

#### 4.4.3. ESTAÇÃO DE MAIOR OFUSCAMENTO

A estação se localiza lateral à janela e bem próxima a esta. Percebemos contraste em excesso da janela em relação ao restante do campo visual (ver fig.

4.32). Nesta situação notamos que as persianas estão abertas, ao menos na parte do campo visual visto pelo usuário desta estação, isto faz com que o brilho excessivo proveniente da janela, incida diretamente dentro da sala, causando alta variação de contrastes entre interior e exterior, e conseqüentemente ofuscamento.

A iluminância está dentro dos limites considerados como nível de iluminância bom, segundo a tabela 3.4 – pág. 76, sendo de 435lux. Já quanto a luminância, pode-se notar pela figura 4.32 e tabela 4.11, que a maior diferença foi encontrada entre fonte de luz e fundo, 39:1, que apesar de ser maior que a recomendada, ainda não excede o máximo recomendado, que é de 40:1.

O índice de ofuscamento desta estação, nas condições de céu nublado e com luz natural, foi o maior encontrado na sala 03 (GEO), é provável que isto ocorra devido à grande diferença apresentada entre a luminância de fundo e a luminância da fonte (ver tabela 4.12), pois nesta situação medida as persianas estão abertas (somente na porção visível ao olho do usuário), e as superfícies ao redor da estação se tornam escuras quando comparadas à porção brilhante (de luz do céu) que provêm da janela. O ideal seria manter as cortinas fechadas, todavia, sem a luz da janela a sala se torna muito escura, ou seja, com iluminação insuficiente para a realização das atividades requeridas, isto pode ser facilmente verificado com a observação da figura 4.25, onde se percebe um clarão vindo da janela somente na porção onde esta se encontra aberta, e nas demais regiões a iluminação quase sempre fica abaixo do nível considerado com bom e pula para o considerado razoável pela tabela 3.4 – pág. 94.

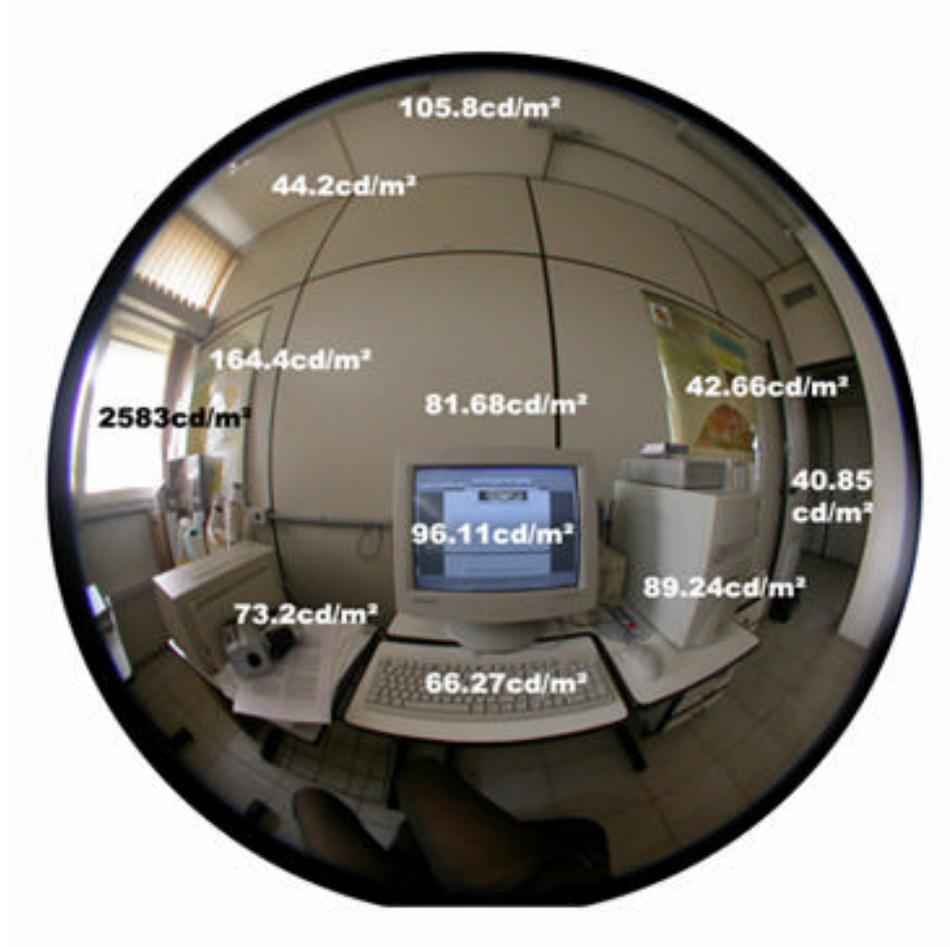


Fig. 4.32. Estação A– Céu nublado c/luz natural.

Tabela 4.11: contrastes encontrados na avaliação da estação de trabalho A da sala 03.

RELAÇÃO ENTRE LUMINÂNCIAS	PROPORÇÃO RECOMENDADA	PROPORÇÕES ENCONTRADAS
No campo central.	3:1	1,45:1
Entre o campo central e periférico.	10:1	7,2:1
Entre fonte de luz e fundo.	20:1	39:1
Máxima diferença no campo visual.	40:1	63:1

Tabela 4.12: valores utilizados para o cálculo do índice de ofuscamento na estação A – sala 03.

VARIÁVEIS CONSIDERADAS		ABERTURA
$L_w$	Luminância da abertura	2583cd/m <sup>2</sup>
? A	Área da abertura	1,576m
$\beta$	Ângulo do observador à normal a abertura (horizontal)	76°
	Ângulo do observador à normal a abertura (vertical)	46° e 23°
D	Distância do observador a abertura	1,45m
$L_B$	Luminância do fundo	65,6cd/m <sup>2</sup>
P	Ângulo de correção do cosseno (relativo ao ângulo de visão)	0,961
? $W$	Ângulo não modificado	0,142sr
? $\Omega$	Ângulo modificado	0,136sr
G	Coeficiente de ofuscamento	209,52
DGI	Índice de ofuscamento por iluminação natural	<b>23,2</b>

#### 4.5. MEDIÇÕES NA SALA 04 (EGR)

Esta sala é voltada para leste e possui persianas verticais internas que servem de proteção contra incidência direta do sol ou da luz do dia. É curioso constatar que pelas medições realizadas, na maioria das situações não se percebe maior iluminação próxima à janela (fig. 4.34, 4.35 e 4.36), à exceção da situação de céu claro com luz natural (fig. 4.33). Isso ocorre mesmo não havendo edificações próximas que possam obstruir a entrada de luz, só algumas espécies de vegetação, mas que não são representativas.

A luminância encontrada é tida como insuficiente pela tabela 3.4 (pág. 94), por ser muito baixa em quase todas as situações mensuradas, entretanto, na

medição do dia nublado com luz natural e artificial (fig. 4.36), a iluminância se enquadra como suficiente, pelos valores encontrados na tabela supracitada.

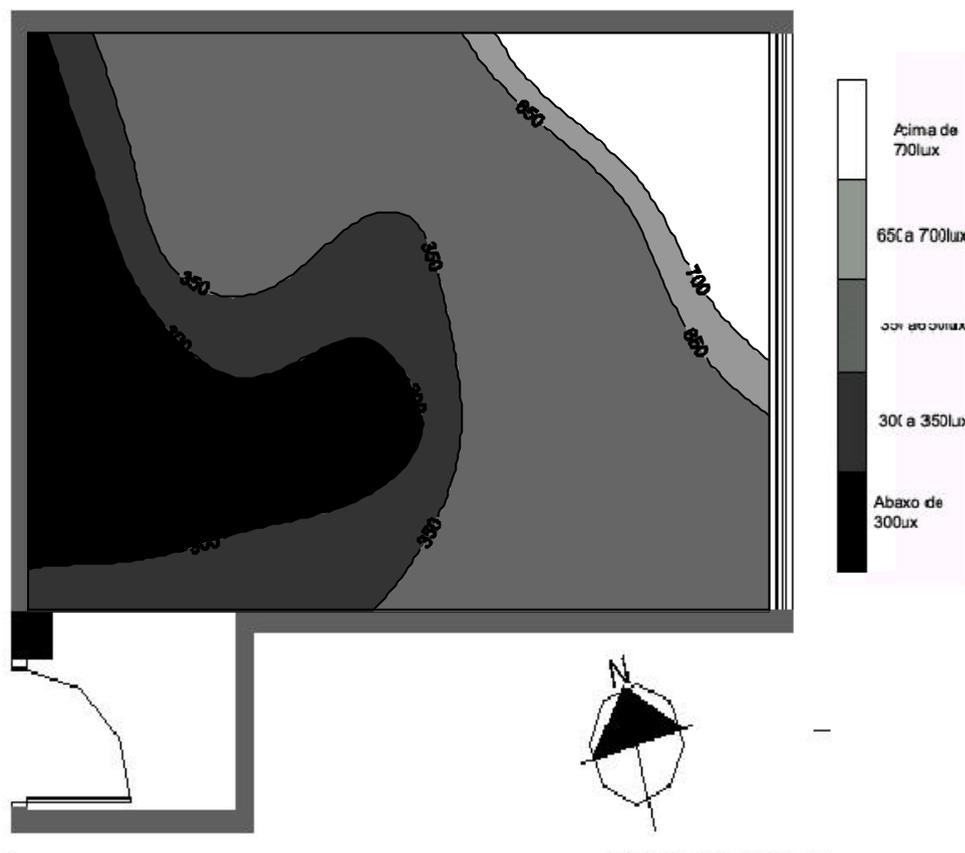


Fig. 4. 33. Sala 04 Céu claro com luz natural. Ilum. média: 480lux. Dia 18/09/03 15:10h.

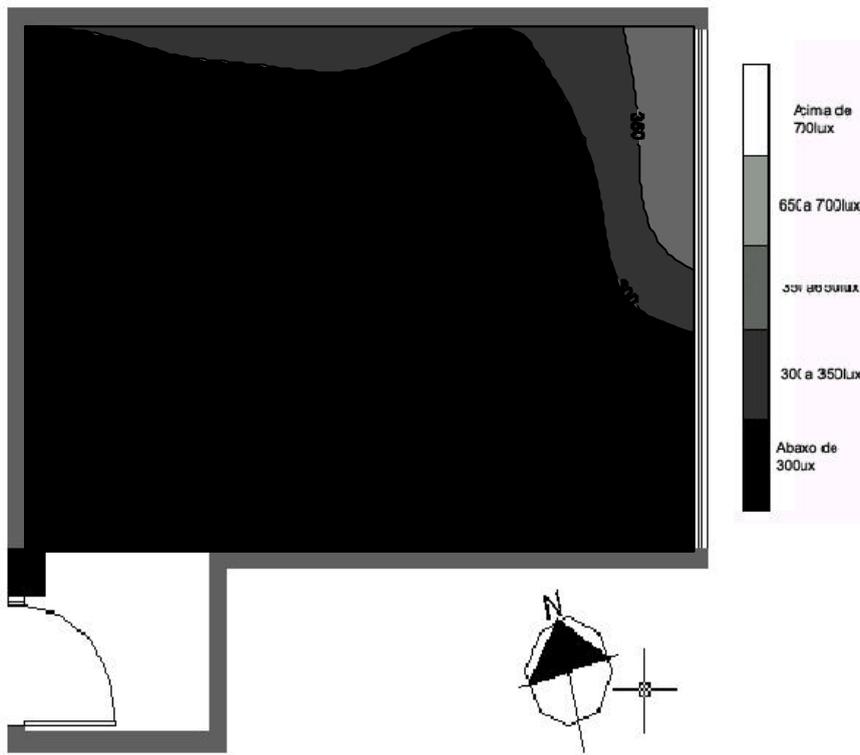


Fig. 4.34. Sala 04 Céu claro com luz natural e artificial. Ilum. média: 286lux. Dia 18/09/03 16:00h.

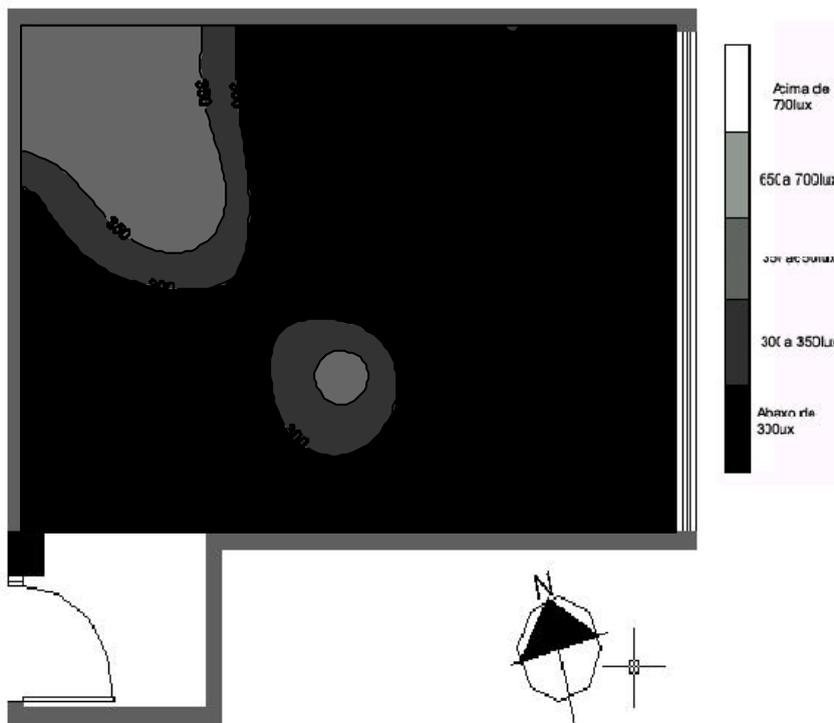


Fig. 4.35. Sala 04 Céu nublado com luz natural. Ilum. média: 234,75ux. Dia 09/09/03 15:30h.

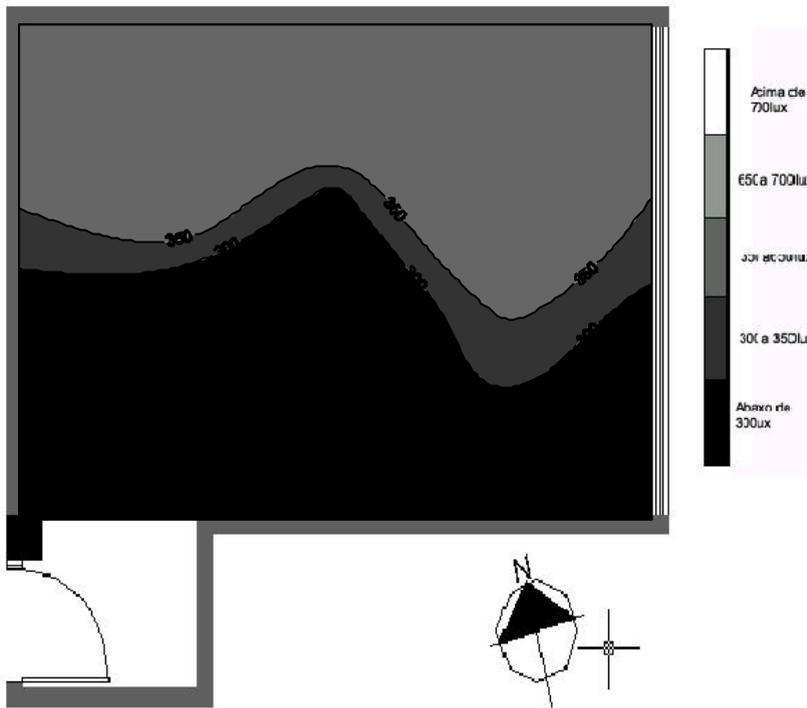


Fig. 4.36. Sala 04 Céu nublado com luz natural e artificial. Ilum. média:366ux. Dia 09/09/03 16:00h.

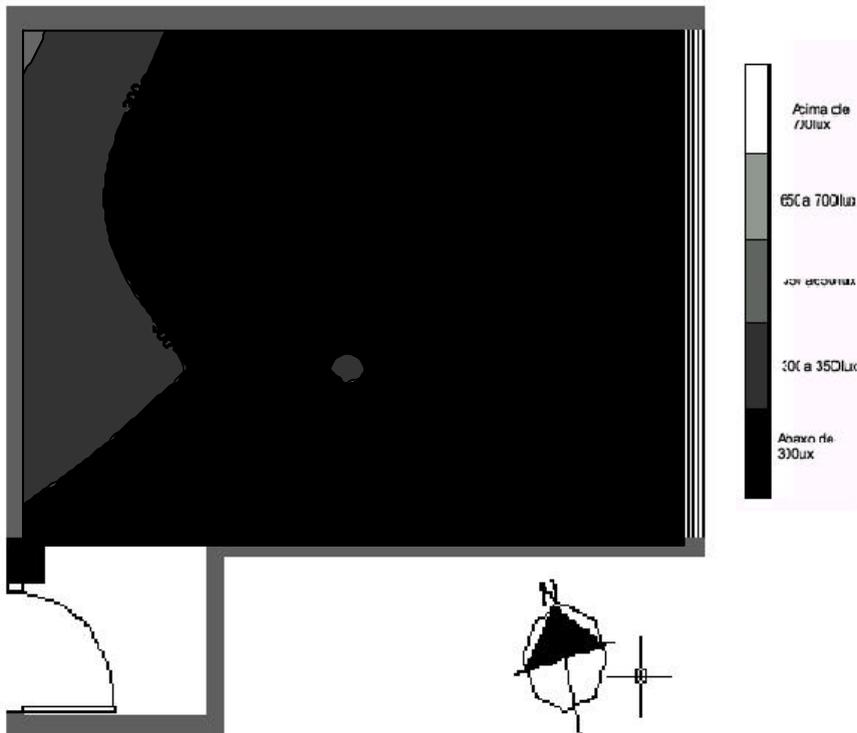


Fig. 4.37. Sala 04 Período noturno c/luz artificial. Ilum. média:259ux. Dia 03/03/04 19:45h.

#### 4.5.1. ESTAÇÕES DE TRABALHO MENSURADAS

É claramente visível o baixo nível de iluminação na sala quando não está acionada a iluminação artificial, como podemos perceber nas figuras abaixo (fig. 4.38 a 4.40). Isso vem confirmar as medições de iluminâncias obtidas no local, que se apresentaram com médias de iluminação insuficientes, principalmente quando somente iluminadas por luz natural.

Na figura 4.38, da estação de costas para a janela, notamos uma reflexão na tela causada pela luz proveniente da janela, o que provavelmente causaria ofuscamento se a estação estivesse mais próxima da janela, mas por ela estar longe, não ocorre ofuscamento, pois a luz natural não incide diretamente naquele ponto da sala, que apresenta níveis mais amenos e uniformes de iluminação, que os encontrados próximos à janela.

Percebe-se a preferência do usuário em trabalhar com as cortinas fechadas (fig. 4.39 e 4.40), evitando a incidência de luz direta, ainda que isto deixe a sala mais escura e dependente de iluminação artificial, mesmo durante o dia, para a realização das atividades diárias normais.

Outro fator interessante a ser comentado é a ineficácia, em termos de iluminação, da janela alta existente na sala (fig. 4.38). Esta se localiza na parede oposta à janela principal e dá para um ambiente interno utilizado para circulação, este infelizmente não possui aberturas para o exterior. Em termos de ventilação cruzada, a referida abertura pode ser útil, mas não é função deste trabalho analisar o conforto térmico do ambiente.



Luz Natural dia nublado



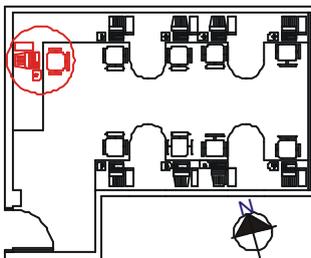
Luz Natural+Artificial dia nublado



Luz Natural dia claro



Luz Natural+Artificial dia claro



Luz Natural+Artificial noturno

Fig. 4.38. Estação A da sala 04 (EGR).



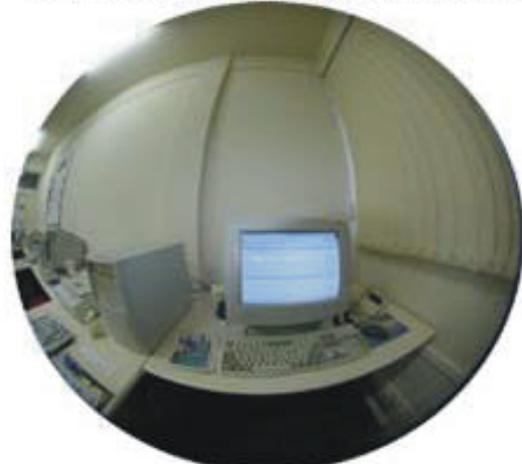
Luz Natural dia nublado



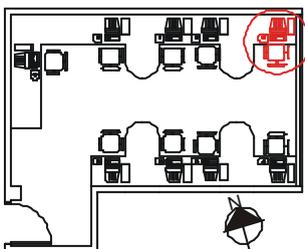
Luz Natural+Artificial dia nublado



Luz Natural dia claro



Luz Natural+Artificial dia claro

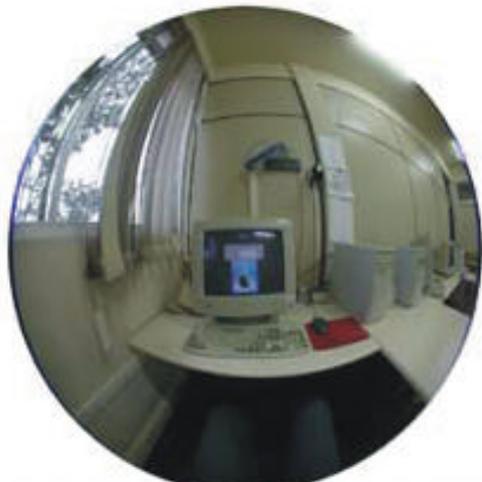


Luz Natural+Artificial noturno

Fig. 4.39. Estação B da sala 04 (EGR).



Luz Natural dia nublado



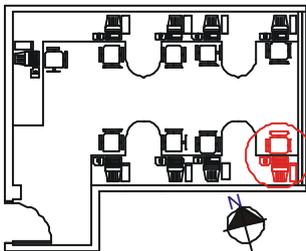
Luz Natural+Artificial dia nublado



Luz Natural dia claro



Luz Natural+Artificial dia claro



Luz Natural+Artificial noturno

Fig. 4.40. Estação C da sala 04 (EGR).

#### 4.5.2. ESTAÇÃO COM MENOR DGI

A estação de ofuscamento mínimo desta vez fica de costas à janela, as superfícies ao seu redor são bastante claras, e embora haja bastante claridade, não se notam contrastes excessivos: todos estão abaixo dos limites indicados (tabela 4.13). A iluminância média é bem inferior à indicada pela norma de iluminação, e a estação apresenta o menor índice de ofuscamento por luz natural (tabela 4.14), pois além dos fatos acima mencionados, ela fica bastante distante da janela, a 4,5m. desta, e a luz natural não consegue atingi-la diretamente.

Para esta situação também foi necessário dividir a janela em diversas partes a fim de calcularmos o ângulo sólido com menos distorções, e na tabela 4.14 abaixo estão expostas as quatro situações calculadas, portanto estão apresentados todos os valores para as quatro situações, embora seja necessário lembrar que o cálculo do G e posteriormente do DGI, consideram a janela como um todo único, uma fonte única de iluminação, e possivelmente de ofuscamento, ou seja, temos que somar todos os ângulos sólidos e sólidos corrigidos, para obtermos o ofuscamento gerado pela janela como um todo.

Nesta sala não será apresentada a estação de ofuscamento máximo, pois pelos cálculos efetuados nesta estação, todos de acordo com as variáveis medidas, não houve nenhuma situação de ofuscamento, pois o DGI não ultrapassou o limite adotado pela IESNA (2000) -tabela 2.4 – pág. 67, que configura a existência de ofuscamento por luz natural. Este índice da página 47 é adotado como parâmetro para este estudo.

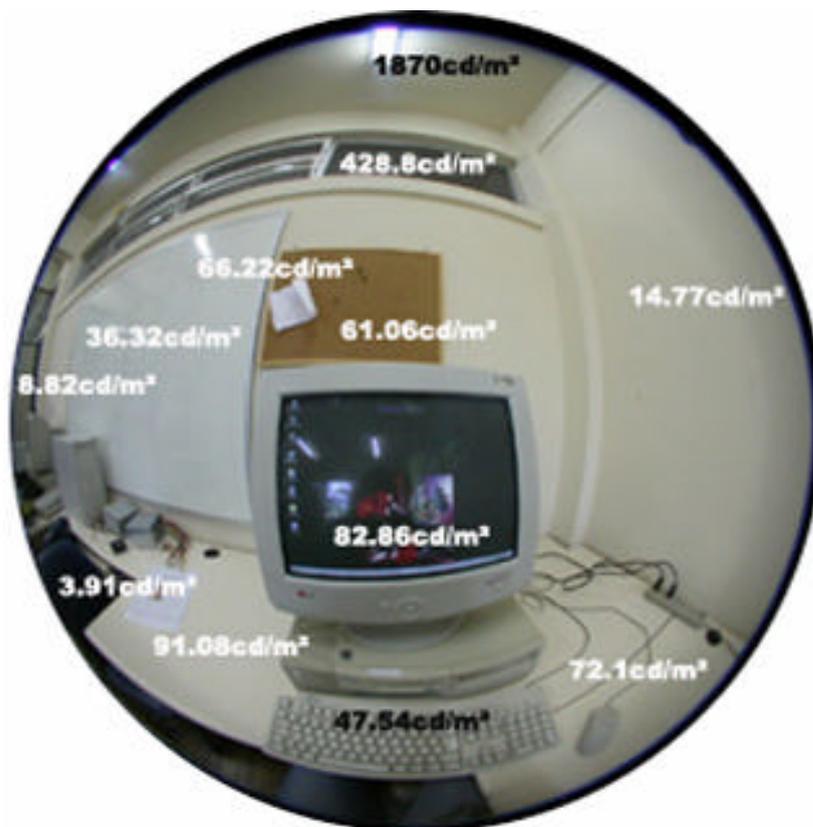


Fig. 4.41. Estação A – Céu claro c/luz natural e artificial.

Tabela 4.13: contrastes encontrados na avaliação da estação de trabalho A da sala 04.

RELAÇÃO ENTRE LUMINÂNCIAS	PROPORÇÃO RECOMENDADA	PROPORÇÕES ENCONTRADAS
No campo central.	3:1	1,5: 1
Entre o campo central e periférico.	10:1	5:1
Entre fonte de luz e fundo,	20:1	8,15:1
Máxima diferença no campo visual,	40:1	8,15:1

Tabela 4.14: valores utilizados para o cálculo do índice de ofuscamento na estação A – sala 04.

VARIÁVEIS CONSIDERADAS		ABERTURA			
L <sub>w</sub>	Luminância da abertura	1228 cd/m <sup>2</sup>	1228 cd/m <sup>2</sup>	1228 cd/m <sup>2</sup>	1228 cd/m <sup>2</sup>
A	Área da abertura	1,7m <sup>2</sup>	1,683m <sup>2</sup>	1,649m <sup>2</sup>	1,581m <sup>2</sup>
β	Ângulo do observador à normal a abertura (horizontal)	85°	85°	85°	86°
	Ângulo do observador à normal a abertura (vertical)	8°	8°	8°	8°
D	Distância do observador a abertura	5,69m	5,66m	5,83m	6,15 m
L <sub>B</sub>	Luminância do fundo	150,67 cd/m <sup>2</sup>	150,67 cd/m <sup>2</sup>	150,67 cd/m <sup>2</sup>	150,67 cd/m <sup>2</sup>
P	Ângulo de correção do cosseno (relativo ao ângulo de visão)	0,994	0,997	0,970	0,920
<b>W</b>	Ângulo não modificado	0,0045sr	0,00456sr	0,004188sr	0,00288 sr
Ω	Ângulo modificado	0,00449sr	0,00455sr	0,00406sr	0,00265sr
G	Coeficiente de ofuscamento	9,04			
DGI	Índice de ofuscamento por iluminação natural	<b>9,56</b>			

#### 4.6. ÍNDICES DE OFUSCAMENTO CALCULADOS

Apresentaremos aqui, simplificada, um quadro demonstrativo das variáveis utilizadas para o cálculo do DGI e o índice de ofuscamento calculado para todos os postos de trabalho, nas diferentes situações medidas (tabela 4.15), destacando-se os índices que ficaram acima do limite previsto na tabela 2.4 (pág. 67) e que conseqüentemente são situações de ocorrência de ofuscamento.

As salas 01 e 02 foram as que apresentaram maiores índices de ofuscamento, e onde o ofuscamento ocorreu com maior freqüência e em diversas

situações. As estações que mais freqüentemente apresentaram ofuscamento foram as mais próximas à janela, as distantes da janela não apresentaram ofuscamento. A maior parte das estações de frente para a janela, considerando-se todas as salas estudadas, apresentaram ofuscamento ( $DGI > 20$ ). Mas Boyce (2003), já havia determinado isso: “o efeito do ofuscamento é maior em posições frontais à janela, que em posições laterais”.

Convém destacar aqui que não foi comprovado que o índice de ofuscamento diminui com a não incidência da luz solar direta, já que na sala 02 (CTC), se apresentaram várias situações de ofuscamento, embora não haja penetração direta de sol, pois a sala é obstruída por prédios e ainda possui grandes brises horizontais para proteção (ver figura 3.7, pág. 66). O ofuscamento, nestas situações, ocorre devido às diferenças de contraste entre o interior e o exterior, pois esta diferença de luminância entre os ambientes é muito significativa, visível a olho nu, sem a utilização de aparelhos para medi-la.

Inferiu-se também que outro fator importante para a redução do índice de ofuscamento é o ângulo sólido da fonte em relação à posição no campo de visão: quando a porção de céu visível se afasta do centro do campo de visão o valor tende a diminuir, como podemos perceber pela tabela 4.15, onde as estações distantes da janela não apresentaram ofuscamento ( $DGI < 20$ ).

Analisando mais minuciosamente a tabela 4.15, notamos algumas peculiaridades interessantes, como por exemplo:

1. A estação B da sala 01, disposta de frente para a janela, apresenta luminância da fonte muito alta ( $L_w$ ) em relação a luminância de fundo ( $L_b$ ), o que possivelmente ocasionou os altos índices de ofuscamento encontrados.
2. Na estação A da sala 02 podemos notar que o ângulo sólido ( $\Omega$ ) e sólido corrigido ( $w$ ) foram os principais influenciadores do DGI baixo, pois  $L_b$  e  $L_w$  apresentaram diferenças significativas, tanto que se  $\Omega$  e  $w$  fossem mais representativos, com certeza a estação apresentaria ofuscamento.
3. Já as estações B e C da sala 02 apresentaram índices altos de ofuscamento, devido a grandes diferenças entre  $L_b$  e  $L_w$ . Todavia, é interessante constatar que

na estação B, com céu nublado e luz natural, o índice de ofuscamento calculado foi de 25,8, enquanto na mesma estação com céu nublado, luz natural e artificial combinadas, não houve ofuscamento ( $DGI=20$ ). É necessário constatar que na segunda situação descrita a diferença entre  $L_b$  e  $L_w$  foi bem menor, e conseqüentemente o índice de ofuscamento também foi menor, ou melhor, nem chegou a ocorrer ofuscamento.

4. Na estação C da sala 03, mesmo com valores baixos de  $L_b$  não há ofuscamento porque a  $L_w$  também apresenta valores baixos.

5. A estação A da sala 04 mostra valores de  $L_b$  e  $L_w$  com diferenças significativas de luminância, entretanto também apresenta ângulo sólido ( $\Omega$ ) e sólido corrigido ( $w$ ) com valores bastante baixos, e acredita-se que em função disto foram obtidos índices tão baixos de DGI, não se verificando ofuscamento.

6. Na estação B da sala 04, na situação de céu nublado com luz natural, houve maior diferença entre  $L_w$  e  $L_b$  e menor ofuscamento, e maior DGI, embora não caracterize ofuscamento, enquanto na situação de céu nublado com luz natural e artificial, as diferenças entre  $L_w$  e  $L_b$  foram menores, e o ofuscamento atingiu índices menores, o que confirma a hipótese de que o ofuscamento é maior quanto maior for o contraste de luminância entre interior e exterior.

7. Talvez a descoberta mais significativa demonstrada por esta tabela é que o DGI calculado para as situações com iluminação por luz natural sempre mostrou índices maiores que os calculados nas situações de iluminação por luz natural e artificial combinadas, o que nos faz crer que quanto menor o contraste entre luminância interna e externa, menor o índice de ofuscamento, como pôde verificar-se em todas as situações calculadas na tabela abaixo, os valores de DGI obtidos nas estações iluminadas por luz natural sempre se apresentaram maiores que os obtidos nas estações iluminadas por luz natural e artificial combinadas, que geraram menor contraste interno/externo devido à menor diferença entre luminâncias ( $L_b$  e  $L_w$ ).

Tab. 4.15 Planilha de cálculo de ofuscamento p/todas as estações.

?	L <sub>b</sub>	w	L <sub>w</sub>	G	DGI	Local/Iluminação	Sala	Estação
0,00465	150	0,00476	3542	18,66419	12,8	PET/natclaro	1	A
0,00465	203	0,00476	3542	14,16998	11,5	PET/natartclaro	1	A
0,00465	42,19	0,00476	6000	101,8514	20	PET/natnublado	1	A
0,00465	163,4	0,00476	6000	37,67841	15,8	PET/natartnublado	1	A
0,112	55	0,117	3542	284,3673	24,5	PET/natclaro	1	B
0,112	164,12	0,117	3542	159,7124	22	PET/natartclaro	1	B
0,112	99,6	0,117	6000	379,8247	25,8	PET/natnublado	1	B
0,112	194,5	0,117	6000	273,2327	24,3	PET/natartnublado	1	B
0,78	133	0,89	3542	511,87	27	PET/natclaro	1	C
0,78	146	0,89	3542	494,3543	27	PET/natartclaro	1	C
0,78	337	0,89	6000	595,2787	27,75	PET/natnublado	1	C
0,78	344	0,89	6000	589,6494	27,7	PET/natartnublado	1	C
0,00239	10,2	0,0024	1500	30,18346	14,8	CTC/natclaro	2	A
0,00239	47,21	0,0024	1500	8,846191	9,4	CTC/natartclaro	2	A
0,00239	4,13	0,0024	1958	65,41068	18	CTC/natnublado	2	A
0,00239	39,5	0,0024	1958	15,34904	12	CTC/natartnublado	2	A
0,33	20,73	0,36	1500	285,0475	24,5	CTC/natclaro	2	B
0,33	30,26	0,36	1500	255,9193	24	CTC/natartclaro	2	B
0,33	12,23	0,36	1958	386,9699	25,8	CTC/natnublado	2	B
0,33	250	0,36	1958	110,0287	20	CTC/natartnublado	2	B
0,7023	19,76	0,7925	1500	385,6826	25,8	CTC/natclaro	2	C
0,7023	21,64	0,7925	1500	379,3838	25,8	CTC/natartclaro	2	C
0,7023	16,38	0,7925	1958	483,3278	26,8	CTC/natnublado	2	C
0,7023	26	0,7925	1958	451,9145	26,5	CTC/natartnublado	2	C
0,136	31,81	0,142	1300	141,3093	21,5	GEO/natclaro	3	A
0,136	87	0,142	1300	77,0108	18,85	GEO/natartclaro	3	A
0,136	65,6	0,142	2583	209,5213	23,2	GEO/natnublado	3	A
0,136	208,6	0,142	2583	101,2531	20	GEO/natartnublado	3	A
1,575	91,6	2,075	422	81,65233	19	GEO/natclaro	3	B
1,575	281,5	2,075	422	33,80267	15	GEO/natartclaro	3	B
1,575	128,75	2,075	294	38,78639	16	GEO/natnublado	3	B
1,575	247,7	2,075	294	22,15138	13,45	GEO/natartnublado	3	B
0,25	70,86	0,28	422	29,04837	14,6	GEO/natclaro	3	C
0,25	183	0,28	422	12,6487	11	GEO/natartclaro	3	C
0,25	74,2	0,28	294	16,5604	12,2	GEO/natnublado	3	C
0,25	146	0,28	294	8,981605	9,5	GEO/natartnublado	3	C
0,015	18,12	0,016	235	5,133986	7,3	EGR/natclaro	4	A
0,015	25	0,016	235	3,829673	6	EGR/natartclaro	4	A
0,015	16,67	0,016	433	13,44799	11	EGR/natnublado	4	A
0,015	88,2	0,016	433	2,996035	4,77	EGR/natartnublado	4	A
0,39	17,36	0,557	153	27,89765	15,5	EGR/natclaro	4	B
0,39	152,3	0,557	153	4,412496	6,5	EGR/natartclaro	4	B
0,39	10,5	0,557	433	112,8155	20	EGR/natnublado	4	B
0,39	94	0,557	433	32,04029	15	EGR/natartnublado	4	B

?	$L_b$	w	$L_w$	G	DGI	Local/Iluminação	Sala	Estação
0,4	46	0,565	153	13,35356	11	EGR/natclaro	4	C
0,4	106	0,565	153	6,328474	8	EGR/natartclaro	4	C
0,4	85	0,565	433	35,3769	15,5	EGR/natnublado	4	C
0,4	58,5	0,565	433	46,91053	16,6	EGR/natartnublado	4	C

#### 4.7. QUESTIONÁRIO APLICADO

Como já mencionado anteriormente, as entrevistas aqui descritas se realizaram na sala 02 (CTC), pois esta é o único lugar que apresenta grande trânsito de pessoas, podendo-se assim ter uma pequena amostra de 70 entrevistas. Nas outras salas a quantidade de usuários não varia, oscilando entre 3 a 7 usuários fixos. Já na sala destacada aqui os usuários são transitórios, gerando um fluxo de aproximadamente 25 a 30 pessoas por dia, entre estudantes de graduação e pós-graduação.

Este questionário, elaborado com base em estudos realizados por Reis e Lay (1995), esta transposto a seguir, de forma a auxiliar no posterior entendimento da análise feita.

As entrevistas foram realizadas somente nas estações de trabalho medidas, e seus dados foram organizados também separadamente, a fim de podermos perceber as necessidades e deficiências encontradas pelos usuários de cada estação, e cruzarmos os dados das entrevistas com os do cálculo de ofuscamento e de posição da estação.

Tab. 4.16. Questionário aplicado pelo pesquisador

<b>QUESTIONÁRIO</b>	
<b>Para preenchimento do pesquisador:</b>	
Data:	Horário:
Local:	
Estação de trabalho:	
Características do céu:	
( ) nublado	( ) claro
( ) claro c/nuvens	( ) parcialmente nublado

<b>Para preenchimento do pesquisado:</b>
1. Nome: 2. Idade: 3. Sexo: 4. Possui algum tipo de deficiência visual? Qual?
<b>QUESTÕES</b>
1. Qual a alternativa que melhor descreve a atividade que você desempenha neste local? Assinale quantas quiser. ( ) digitação ( ) leitura na tela ( ) uso de programas c/fundo claro ( ) uso de programas c/fundo escuro ( ) outros _____
2. Você trabalha neste local geralmente em que período(s)? ( ) manhã ( ) tarde ( ) noite
3. Em que horário você freqüentemente trabalha neste local? Assinale quantos quiser. ( ) 8-10h ( ) 10-12h ( ) 12-14h ( ) 14-16h ( ) 16-18h ( ) depois das 18h
4. Quanto tempo ininterrupto passa em frente ao computador? ( ) menos de 1h ( ) de 1 a 3h ( ) de 3 a 5h ( ) de 5 a 7h ( ) mais de 7h
5. Você faz intervalos de quanto em quanto tempo? ( ) de 30 em 30 min ( ) de 1 em 1 h ( ) de 2 em 2 h ( ) com mais de 3h ( ) não faz intervalos
6. Em algum período do dia você percebe que a iluminação na sua estação de trabalho lhe incomoda ou atrapalha? ( ) entre 8 e 10h ( ) entre 10 e 12 h ( ) entre 12 e 14h ( ) entre 14 e 16h ( ) entre 16 e 18h ( ) depois das 18h
7. Conforme sua resposta a questão anterior, assinale que tipo de iluminação incomoda você?

<p><input type="checkbox"/> natural vinda da janela</p> <p><input type="checkbox"/> natural quando refletida na tela</p> <p><input type="checkbox"/> artificial quando refletida na tela</p> <p><input type="checkbox"/> artificial de tarefa</p> <p><input type="checkbox"/> artificial e natural combinadas</p>
<p><b>8.</b> Você acha que sua estação de trabalho é:</p> <p><input type="checkbox"/> mal iluminada</p> <p><input type="checkbox"/> pouca iluminação</p> <p><input type="checkbox"/> bem iluminada</p> <p><input type="checkbox"/> Excessivamente iluminada</p> <p><input type="checkbox"/> não sabe</p>
<p><b>9.</b> Em sua estação de trabalho você prefere:</p> <p><input type="checkbox"/> somente iluminação natural</p> <p><input type="checkbox"/> somente iluminação artificial</p> <p><input type="checkbox"/> Iluminação natural e artificial de tarefa</p> <p><input type="checkbox"/> Iluminação artificial de fundo e de tarefa</p> <p><input type="checkbox"/> Iluminação natural, artificial de fundo e de tarefa</p>
<p><b>10.</b> Você já apresentou algum dos sintomas mencionados abaixo durante seu horário de trabalho? Assinale quantos quiser.</p> <p><input type="checkbox"/> Dor nos olhos</p> <p><input type="checkbox"/> Lacrimejamento</p> <p><input type="checkbox"/> Vista cansada</p> <p><input type="checkbox"/> Visão embaçada</p> <p><input type="checkbox"/> Dor de cabeça</p>
<p><b>11.</b> Você acredita que a iluminação em sua estação de trabalho influencia na existência destes sintomas?</p> <p><input type="checkbox"/> Nunca</p> <p><input type="checkbox"/> Raramente</p> <p><input type="checkbox"/> Com frequência</p> <p><input type="checkbox"/> Quase sempre</p> <p><input type="checkbox"/> Sempre</p>
<p><b>12.</b> Você acredita que a causa de algum destes sintomas esteja ligado a:</p> <p><input type="checkbox"/> Ofuscamento</p> <p><input type="checkbox"/> Reflexão na tela</p> <p><input type="checkbox"/> Estação de trabalho pouco iluminada</p> <p><input type="checkbox"/> Estação de trabalho mal iluminada</p> <p><input type="checkbox"/> Estação de trabalho excessivamente iluminada</p>

#### 4.7.1. ANÁLISE DOS DADOS LEVANTADOS

A maior porcentagem de entrevistados foi do sexo masculino (fig. 4.40), a idade média variou entre 21 e 22 anos, e a maioria não apresenta deficiências visuais, conforme a figura 4.43. Foi verificada a preferência pelo período diurno: manhã e tarde, para utilização da sala, e a atividade desenvolvida com mais frequência é a leitura na tela (figura 4.44).



Fig. 4.42: representa o sexo dos entrevistados.

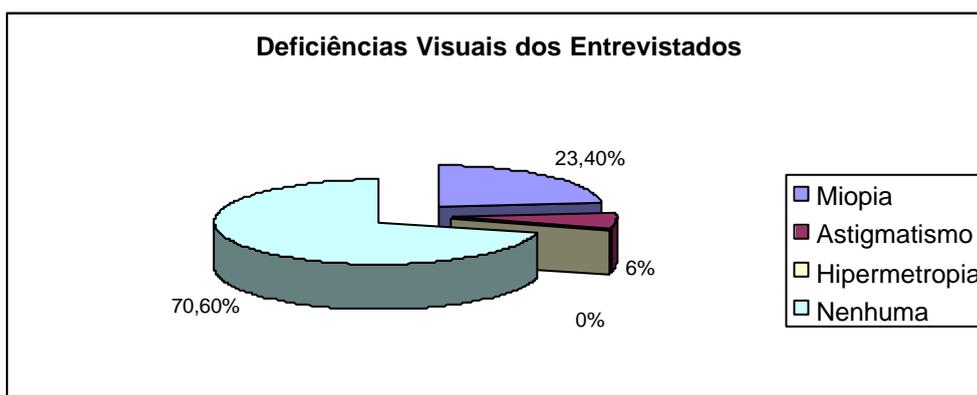


Fig. 4.43; deficiências apresentadas pelos entrevistados.

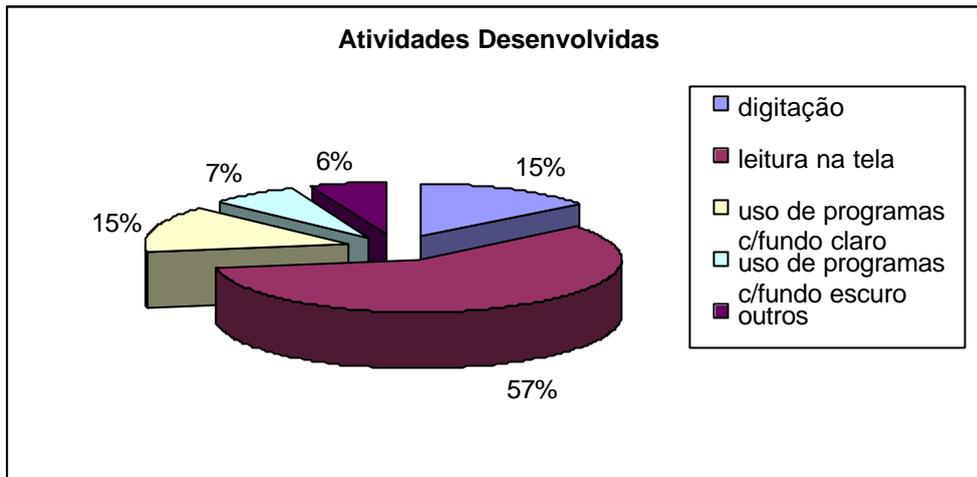


Fig. 4.44: atividades desenvolvidas pelos entrevistados.

É interessante constatar que houve consenso entre os usuários das três estações:

- quanto ao horário em que mais freqüentam a sala: entre 10 e 12 horas;
- quanto ao período de permanência em frente ao computador: de 1 a 3 horas;
- todos consideraram sua estação de trabalho bem iluminada;
- a maior parte dos usuários não faz intervalos para descanso (50%);
- a luz natural refletida na tela foi apontada como a que mais atrapalha o usuário no desenvolvimento de suas atividades;
- a maior parte dos usuários não possui deficiência visual.

Outros sentidos comuns ocorreram entre os usuários de uma estação e outra, por exemplo: na estação de frente para a janela (C), os estudantes responderam que a iluminação atrapalha mais entre 14 e 16 horas, já nas outras estações, laterais à janela, a iluminação incomodou, segundo os entrevistados, em três horários distintos: 10 e 12h, 14 e 16h e depois das 18h. Cabe ressaltar que a sala é voltada para oeste, e que as medições foram realizadas no outono, não estando vigente o horário de verão.

Já quanto ao tipo de iluminação preferida para o desenvolvimento das atividades houve grande variação conforme a estação, os usuários da estação A preferiram a natural combinada à artificial de tarefa, os da estação B escolheram só luz artificial e os da estação C se mostraram muito indecisos, empatando em três preferências: luz natural mais artificial de fundo, natural mais artificial de tarefa, e só luz artificial.

Os entrevistados das estações A e C apresentam mais comumente vista cansada (figura 4.45), enquanto os da estação B apresentam dores de cabeça. Os usuários das estações A e C acreditam que a iluminação freqüentemente influencie no surgimento desses sintomas (figura 4.47), e o da estação B acreditam que só raramente eles influenciem. Na estação A e B, os usuários não souberam responder se a iluminação influencia nos sintomas antes descritos, já na estação C, acham que a reflexão na tela influencia o surgimento dos sintomas (figura 4.46).

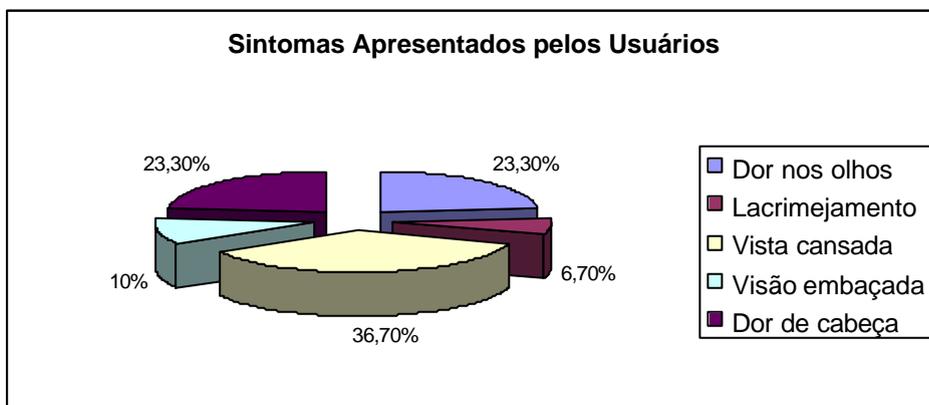


Fig. 4.45 sintomas apresentados pelos usuários – estação C

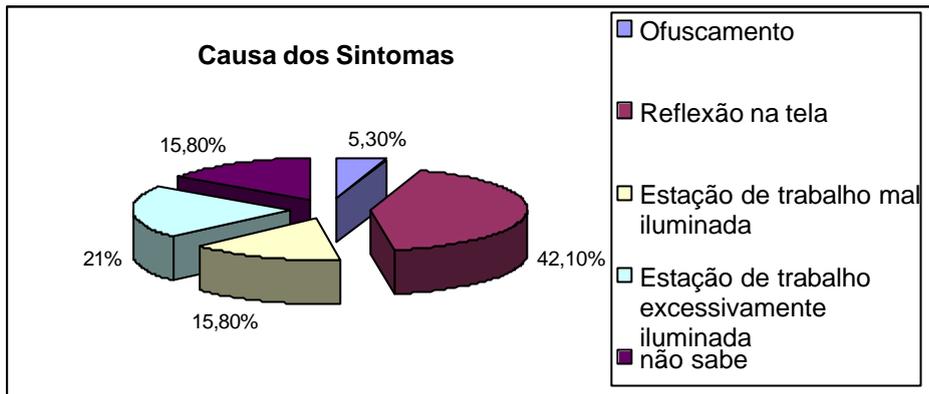


Fig. 4.46: o que acreditam ser a causa dos sintomas – estação C.

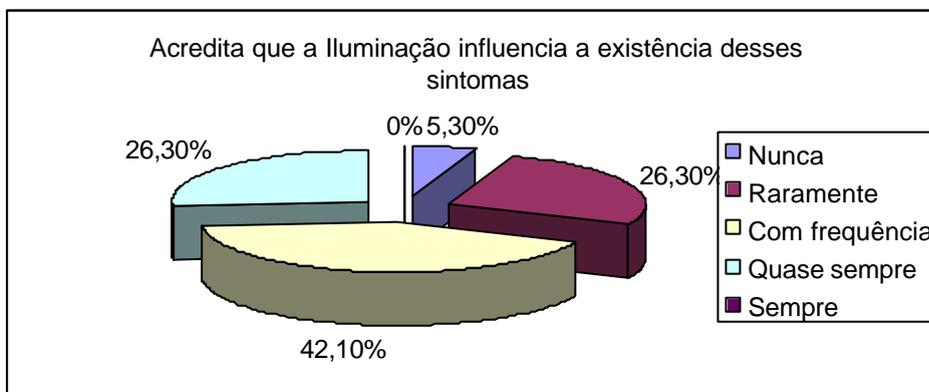


Fig. 4.47: acredita-se que a iluminação interfere na existência desses sintomas – estação A.

Cruzando os dados obtidos pelo questionário subjetivo com os cálculos de ofuscamento nas estações medidas da sala 02 (CTC) percebemos que na estação A o usuário sofre com mais frequência de vista cansada, mas na estação não ocorre ofuscamento. Entretanto os usuários acreditam que a iluminação possa ser a causadora do problema mencionado (fig. 4.47).

Já a estação B, que se localiza lateral e próxima à janela, apresentou índices de ofuscamento consideravelmente altos, os usuários sofrem com frequência de dores de cabeça e mas não acreditam que esse sintoma possa ser causado pelo tipo de iluminação existente. A maior parte desses usuários apresenta miopia como deficiência visual (42%)

A estação C foi a mais interessante a ser estudada, pois fica bem de frente para a janela e muito próxima a esta. Conseqüentemente o ofuscamento

apresentou índices muito altos, com grande diferença entre a luminância da fonte (vinda da janela) e a luminância de fundo (iluminação próxima à estação). Houve indecisão dos usuários em relação ao tipo de iluminação preferida por eles, ficando empatadas diversas combinações de iluminação (fig. 4.48).

Nas reclamações em relação à iluminação em excesso ou moderada demais, os usuários entrevistados, nesta estação, elegeram o horário entre 14 e 16h como o mais insatisfatório, embora outros horários também tenham ficado bem próximos a este em termos de porcentagem, como o horário entre 16 e 18h e depois das 18h (fig. 4.49), refletindo o incômodo em relação à penetração solar vespertina, que incide na sala no período da tarde com mais vigor que pela manhã, pois esta é voltada para oeste.

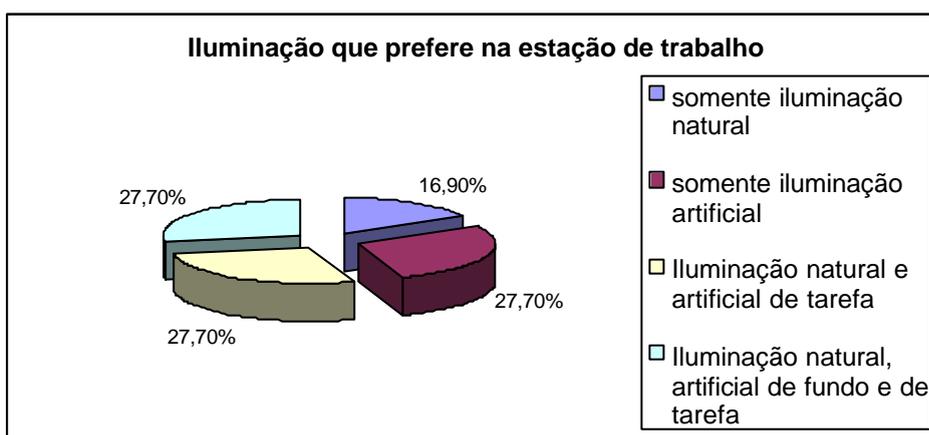


Fig. 4.48: tipo de iluminação preferida – estação C

A luz refletida na tela também gerou insatisfação, sendo a estação voltada de costas à janela, nos faz questionar se a luz refletida que incomoda o usuário é a natural refletida indiretamente, ou a artificial que reflete diretamente. Grande parte dos utilizadores da estação apresentou vista cansada, e consideraram a iluminação da sala como influenciadora freqüente no surgimento desse sintoma. Naturalmente a luz iria incomodar de alguma forma nesta posição, pois o usuário fica bem de frente para a própria luz, que acaba contrastando com o interior bem

mais escuro, com o brilho da própria tela do computador e acaba por gerar ofuscamento.

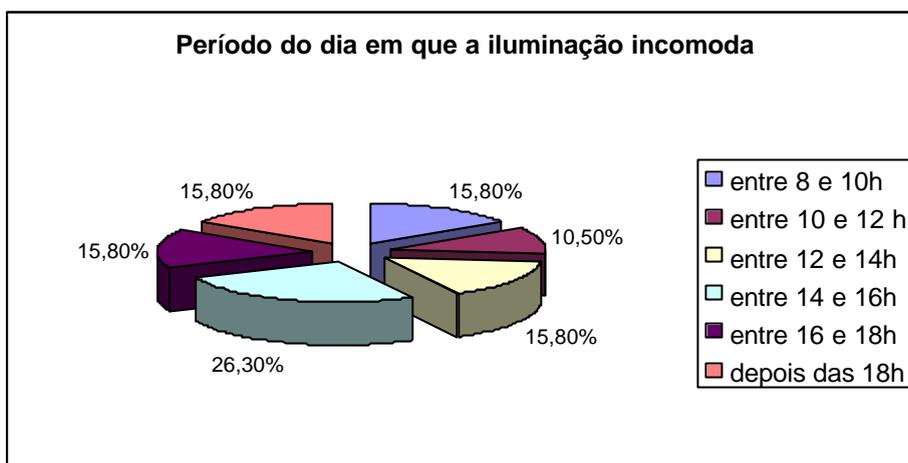


Fig. 4.49: período em que a iluminação incomoda o usuário da estação C.

Entre algumas das peculiaridades constatadas pelo questionário, podemos citar as mais interessantes, como por exemplo:

❖ Na estação A da sala 02 os usuários utilizam a sala pela manhã com mais frequência, e o horário preferido pela maioria é entre 10 e 12 horas. As queixas quanto à iluminação foram relativas à luz natural e artificial refletida na tela do computador. Cerca de 59% dos entrevistados consideram a estação bem iluminada e 35% queixou-se de vista cansada. A maior parte dos usuários acha que a iluminação influencia o surgimento deste sintoma. Esta estação se localiza distante da janela e lateral a esta, não apresentou ofuscamento em nenhuma situação medida.

❖ Na estação B da sala 02, os frequentadores utilizam mais a estação à tarde, mas não há um horário específico que tenham detectado que a luz natural os atrapalhasse, houve consenso somente quanto ao tipo de luz que atrapalhava, 50% apontou a luz natural refletida na tela. Esta estação se localiza próxima à

janela, porém lateral a esta, e foi considerada bem iluminada pela maioria dos usuários, o tipo de iluminação preferido foi aquele feito somente por luz artificial.

❖ Os usuários da estação C da sala 02 (de frente para a janela) disseram que freqüentam a sala com maior freqüência de manhã, e que a luz natural lhes atrapalha mais entre 10 e 12 horas, sendo que este horário foi tido como o de maior freqüência. E ainda mais curioso é que na hora de responder em que horário a iluminação lhes incomoda naquela estação de trabalho específica, a maioria respondeu entre 14 e 16 horas, mas esta maioria é de 28% somente, e a sala é voltada para oeste, o que justificaria esta escolha, todavia os outros horários ficaram com votação muito semelhante uns aos outros, variando entre 10% e 15%, e demonstrando uma clara indecisão. Grande parte dos entrevistados apresentou vista cansada, mas se mostraram indecisos quanto à influência da iluminação sobre este sintoma, entretanto 42% opinaram que a causa da vista cansada seria a reflexão da luz na tela, só se mostraram indecisos se a luz refletida era a natural ou a artificial. Esta estação foi a que apresentou maior índice de ofuscamento da sala, por estar de frente para a janela, concordando com a opinião dos usuários que a estação é bem iluminada e confirmando a reflexão na tela, em virtude do ofuscamento, apontada pelos entrevistados como possível causa do surgimento de sintomas de vista cansada.

## CONCLUSÕES

<b>5- CONCLUSÕES.....</b>	<b>165</b>
5.1- Considerações Iniciais.....	165
5.2- Medições de Campo.....	165
5.3 – Avaliação do Questionário.....	167
5.4- Diferenças entre os Campos Visuais dos Usuários de cada Estação e sua Influência no índice de Ofuscamento.....	168
5.5 – Considerações Finais.....	170
5.6 – Limitações do Trabalho.....	171
5.7 – Sugestões para Futuros Trabalhos.....	173

## **5. CONCLUSÕES**

### **5.1. CONSIDERAÇÕES INICIAIS**

Muitos estudos vêm sendo desenvolvidos no país e principalmente no exterior, havendo progressos e evoluções consideráveis na área desde então, e muito mais interesse a respeito, principalmente por questões econômicas. Todavia, o universo de pessoas que já considera o aproveitamento de luz natural em projetos ainda é ínfimo. Varias discussões já foram levantadas sobre onde estaria a falha neste aspecto, se no ensino de graduação, se na falta de normatização, na falta de tempo para um maior desenvolvimento do projeto ou na simples falta de costume na consideração desta condicionante de projeto.

Este trabalho visa auxiliar profissionais de projeto no conhecimento dos fenômenos causados pela luz natural no interior dos ambientes, e sua interação com as pessoas que ali estão. Para tanto, foi desenvolvida uma metodologia de medições, que foi aplicada em diferentes ambientes, visando descobrir quais seriam as variáveis que mais influenciam na ocorrência de ofuscamento por luz natural. Também foi aplicado um questionário aos usuários de uma das salas estudadas, com a intenção de correlacionar as respostas obtidas com os dados levantados pelas medições.

### **5.2. MEDIÇÕES DE CAMPO**

As medições de campo foram bastante elucidativas para configurarmos o comportamento da luz dentro dos ambientes estudados, não se buscava aqui chegar a índices exatos, mas sim termos uma noção do universo com o qual trabalhávamos. As grandes diferenças no nível de iluminação, as situações de luz excessiva e insuficiente nortearam a pesquisa no sentido de melhor explorar estas situações e analisá-las com mais cuidado. A presença de elementos de proteção e maximização solar em três dos ambientes estudados foi levada em consideração

para a análise dos dados e no que tange a sua interferência na resposta dos usuários.

A luminância foi medida para fins de cálculo de ofuscamento, mensurando-se o campo visual, seus arredores, a fonte de luz (janela). Com estes números foi possível perceber que dezessete das trinta e seis situações medidas apresentaram índices de ofuscamento elevados. Já nas situações medidas em estações distantes da janela, não houve ocorrência de ofuscamento, o que também é influenciado pelo ângulo sólido e pela distribuição e difusão da luz antes de chegar à estação, não incidindo diretamente e nem pontualmente, o que ocorre em estações próximas à janela.

O cálculo do índice de ofuscamento foi realizado para verificar o conforto visual do usuário e também para podermos confrontar níveis de iluminação internos e externos. Se há grande diferença entre um e outro, há maior probabilidade de ocorrência de ofuscamento. Grandes diferenças sempre devem ser evitadas ou controladas.

Foram observados contrastes excessivos na maior parte das situações onde a luminância foi medida, essencialmente entre o fundo e a fonte de luz. Outra questão interessante a ser comentada, é que as salas onde estão presentes brises para proteção da entrada da luz solar direta, tanto em dias claros como em dias nublados, apresentaram altos contrastes, entre a janela e o interior, entre fonte e fundo, mesmo com a existência da proteção. Esta é uma situação inadequada para estações próximas à janela, e demonstra que a iluminação interna não é suficiente para diminuir os contrastes entre interior e exterior e conseqüentemente diminuir o ofuscamento, uma solução poderia se a presença de iluminação zenital e não somente lateral, entretanto isso deveria ser planejado juntamente com o projeto arquitetônico, pois após a edificação estar concluída é difícil ocorrerem simples adaptações.

Interessantes conclusões vieram com este trabalho, dentre elas a grande importância da diminuição do contraste causado pela luz natural que adentra o ambiente. Quando comparamos a iluminação externa da sala com a interna, gerada através da distribuição da luz natural, sua reflexão pelas superfícies

adjacentes, e da luz artificial quando ligada, percebemos que a ativação da iluminação artificial contribuiu muito na redução do ofuscamento em todas as situações medidas, ou seja, que a luz natural sozinha causa mais ofuscamento do que quando associada à iluminação artificial.

### **5.3. AVALIAÇÃO DO QUESTIONÁRIO**

O questionário subjetivo é de grande valia na investigação da opinião do usuário e sua posterior confrontação às variáveis medidas, pois muitas vezes a simples avaliação deste não condiz exatamente com a realidade, é necessário confirmação através das variáveis medidas que visam caracterizar o campo visual.

No presente caso de estudo, o usuário muitas vezes não soube opinar sobre as variáveis existentes, como por exemplo se é a iluminação natural ou a artificial que lhe atrapalha, se isto ocorre porque ela é refletida na tela ou se deixa a estação excessivamente iluminada, causa brilho excessivo, entre outros. Este é um conhecimento que é difícil de ser cobrado a um leigo no assunto, entretantes o objetivo deste questionário é somente de buscar a opinião subjetiva do usuário, e não uma opinião técnica.

Acredita-se ser muito importante esta avaliação feita por pessoas que utilizam o local com frequência, e o ideal seria fazê-la com uma amostra maior, embora a quantidade conseguida, 70 entrevistas, é uma amostra considerável e que já pode dar uma idéia da opinião geral.

Este questionário foi feito visando conhecer os hábitos do usuário, como para que ele utiliza o computador (maioria para leitura), quanto tempo o utiliza por dia (1 a 3h), se faz os intervalos necessários (a maior parte não faz intervalo algum), qual o período do dia em que mais se utiliza do local, se acredita que a iluminação esta dificultando o seu trabalho ou cansando sintomas indesejados como dor de cabeça, vista cansada.

Entendeu-se que perguntas relacionadas ao conhecimento ou não do usuário da relação existente entre a luz natural e a ocorrência de sintomas físicos

como dores de cabeça, vista cansada, entre outros, não deve mais ser abordada, pois os entrevistados são leigos no assunto e acabam respondendo que não sabem ou respondem por mera suposição, sem maiores conhecimentos científicos.

Algumas impressões dos usuários foram confirmadas, como as reclamações dos usuários das estações B e C de reflexão na tela, o que realmente ocorre e é fato gerador de ofuscamento. No entanto na estação B os usuários disseram que a reflexão é por luz natural e na estação C, os usuários acham que era em virtude da luz artificial

#### **5.4. DIFERENÇAS ENTRE OS CAMPOS VISUAIS DOS USUÁRIOS DE CADA ESTAÇÃO E SUA INFLUÊNCIA NO ÍNDICE DE OFUSCAMENTO**

Cada estação de trabalho possui um campo visual diferenciado, e suas características afetam diretamente o índice de ofuscamento. Como foi comprovado, através dos cálculos de DGI realizados, a luminância da fonte quando muito alta e não contra-balanceada com uma luminância de fundo igualmente alta, gera ofuscamento. Isso se evidenciou claramente nas estações de frente para a janela e sujeitas a uma luminância extremamente alta.

Para compararmos os campos visuais de cada estação é necessário lembramos as posições medidas: frente para a janela, lateral à janela (direita e esquerda) e costas para a janela, cada qual com suas peculiaridades. As estações distantes da janela e laterais a ela não apresentaram ofuscamento em nenhuma situação medida, pois em seu campo visual não se notam contrastes excessivos entre fonte e fundo, em virtude da distância em relação à janela, e conseqüentemente o brilho proveniente desta se dissipa e também por se tornar apenas uma pequena parte do campo visual, o que não acontece nas outras situações em que a estação se localiza próxima à janela, e onde esta ocupa grande parte do campo visual do usuário, representando uma porção brilhante de impacto e que gera ofuscamento com facilidade.

Na sala 01 (PET) todas as estações próximas à janela apresentaram ofuscamento, com índices elevados, embora a iluminância e a luminância da sala fossem altas. Na sala 02 (CTC) a iluminância encontrada está abaixo do recomendado e a luminância de fundo e da fonte, embora bem diferentes, não foram as variáveis definidoras, pois na situação de maior e menor ofuscamento estas variáveis demonstram os mesmos valores. As estações de maior DGI foram as localizadas perto da janela, sendo que as distantes não apresentaram ofuscamento, nestas a janela assumiu proporções ínfimas, não representativas em termos de brilho gerador de ofuscamento.

Na sala 03 (GEO) a iluminância média foi considerada boa, já a luminância variou bastante em função da localização do posto de trabalho: na situação de menor ofuscamento as cortinas próximas à estação estavam fechadas, o que diminuiu a luminância da fonte; já na situação de maior ofuscamento as cortinas estavam abertas e conseqüentemente a luminância da fonte apresentou-se bastante alta em relação à de fundo. Por isso, esta sala apresentou uma exceção em relação às demais salas: a situação de maior ofuscamento foi encontrada em uma estação próxima, mas lateral à janela e não de frente como comumente aconteceu, o que se deu exclusivamente por estar fechada a cortina no campo visual do usuário da estação de frente para a janela, o que fez com que a luminância da fonte fosse menor que a encontrada no campo visual da estação lateral à janela, onde as cortinas estavam abertas, e visto que a luminância de fundo não variou, essa situação é bastante plausível.

Já a sala 04 (EGR), com sua baixa iluminância e luminância encontradas, foi a única que não apresentou ofuscamento em nenhuma situação. Acredita-se que isso ocorreu devido aos baixos índices de luminância da fonte, que sempre esteve abaixo dos  $500\text{cd/m}^2$ . E mesmo em situações onde a variação entre luminância de fonte e luminância da fonte foram bastante altas, não se apresentou ofuscamento, o que não ocorreu em situações de grandes diferenças entre estas duas variáveis, mas que a luminância da fonte era relativamente alta, maior que  $500\text{cd/m}^2$ . Esta é uma conclusão interessante, pois nesta sala as cortinas permanecem quase sempre fechadas ou semi-abertas, e mesmo quando as

cortinas estavam abertas, não foi verificada reflexão na tela do computador que fica de costas para a janela, e também não ocorreu ofuscamento.

## 5.5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

As funções mais importantes de uma abertura são as de admitir luz do céu e do sol, e permitir a visão e o contato com o exterior. No entanto, essas aberturas tão desejadas podem gerar alguns desconfortos no usuário, entre eles o desconforto por ofuscamento, que se dá pela visão direta ou indireta do céu, pelo brilho gerado ou excessivo, e conseqüentes contrastes entre interior e exterior, que aumenta em proporcionalmente ao aumento da porção de céu visível pelo usuário da estação.

Para evitar estas situações duas alternativas são possíveis, visando reduzir os contrastes: controlar a luminância das fontes pelo uso de elementos de controle e conceitos de projeto e aumentar a luminância das superfícies adjacentes. Estas são de importância fundamental, se as superfícies adjacentes às fontes de luz possuírem uma luminância proporcional em relação à fonte e ao ambiente interno, este gradiente ajudará na diminuição do desconforto visual e ofuscamento.

Um dos princípios do desenho integrado é exatamente estabelecer um equilíbrio de adaptação entre as partes mais iluminadas do ambiente, perto das aberturas, e as artificialmente iluminadas nas partes mais distantes destas. Este equilíbrio é determinado não só pela tarefa a ser desenvolvida, mas também pela sensação subjetiva de ajustamento de contrastes. Conclui-se que a fase de projeto é de extrema importância, pois é onde devemos resolver a maior parte dos problemas que a edificação possa vir a ter em termos de conforto ambiental. É nesta etapa também que se deve buscar o equilíbrio e a perfeita integração interior/exterior, proporcionando conforto e bem estar ao usuário, um dos conselhos importantes a ser dado aos projetistas é atenção redobrada na distribuição do *layout*, pois ele contribui e muito na obtenção ou não de um

ambiente agradável luminicamente para o usuário de computador. Neste tipo de edificação é imprescindível uma preocupação redobrada neste aspecto, não deixando as estações de trabalho coladas nas aberturas, e se possível mantendo-as longe o suficiente destas para que não ocorra ofuscamento.

Prestar atenção nas cores, materiais e iluminação empregados neste tipo de ambiente é muito importante, pois é necessário criar um ambiente visual proporcional em termos de luz, brilho e contraste.

## **5.6. LIMITAÇÕES DO TRABALHO**

Algumas das limitações foram descritas anteriormente, como a dificuldade de se encontrar salas ideais à pesquisa, que atendessem todos os requisitos desejados, tivessem estações de trabalho em todas as posições desejadas pelo pesquisador, que houvesse a facilidade de acesso e realização das medições, e que estas pudessem ser realizadas à noite. O baixo número de usuários das salas também foi um fator limitador, e a partir disso decidiu-se por fazer as entrevistas em uma sala que tivesse um maior número de usuários.

Neste trabalho houve uma dificuldade na criação de uma metodologia de medições, visto que não foram encontrados outros estudos onde houvesse uma metodologia já testada e pronta para ser utilizada, pelo contrário, estas medições foram realizadas totalmente em caráter experimental.

Após a conclusão do trabalho percebeu-se que algumas alterações poderiam ser feitas, trazendo mais efetividade à metodologia. Uma das sugestões é que as medições fossem realizadas nos mesmos períodos diários, numa mesma estação de um mesmo ano, e se possível simultaneamente em todas as salas, para que as condições de disponibilidade de luz natural fossem as mesmas e pudessem ser comparadas sem maiores receios. Outra sugestão é que se verifiquem, ao mesmo tempo da medição, os horários de penetração solar interna para fins de comparação com os horários mais incômodos descritos pelos usuários.

Outros métodos de medição de luminância também poderiam ser utilizados, aqui primeiramente foram batidas fotos com a câmera Nikon com lente 180°, subdividido o campo de visão do usuário de forma radial e medidas as luminâncias de vários pontos, dando prioridade às medições de pontos com diferentes características: como brilho, texturas, materiais e cores. Outras formas de subdivisão do campo visual poderiam ser feitas (não de forma radial), e poderia - se medir todos os pontos subdivididos na malha radial, para dar mais precisão às medições.

Ainda em relação à metodologia, foi escolhida a Universidade Federal de Santa Catarina, devido à facilidade de acesso as salas, a receptividade dos usuários e responsáveis pelo local e a praticidade de transporte dos equipamentos necessários à realização desta pesquisa. Entretanto, seria muito interessante uma pesquisa utilizando salas com outras características e com usuários de faixas etárias variáveis, visto que o presente estudo foi realizado na universidade federal, conseqüentemente os usuários entrevistados foram alunos da graduação ou pós-graduação, e naturalmente, se encontram numa faixa etária pouco variável.

A não utilização dos dados referentes as características do céu de Florianópolis no horário e dia das medições também limitou a pesquisa a características mais gerais de céu, e não específicas, embora sua utilização fosse um elemento útil na análise dos fatores que influenciam a presença ou não de ofuscamento, e visto que a Universidade Federal de Santa Catarina possui estações medindo diariamente a luminância do céu, estes dados seriam de fácil obtenção.

Estudos de simulação computacional também não foram realizados, embora fosse interessante ter simulado através do *Lightscape*, os níveis de iluminação possíveis de serem conseguidos com outras distribuições de luminâncias ou outras formas de admissão e controle da luz natural.

## 5.7. SUGESTÕES PARA FUTUROS TRABALHOS

Este trabalho visa contribuir a seu modo com a pesquisa científica, e para que outros possam também contribuir, buscamos dar aqui algumas sugestões para próximos trabalhos a serem realizados nesta área de pesquisa, principalmente porque nenhuma pesquisa é completa por si só, sempre carece de complementação, que pode vir a ser dada por futuros trabalhos.

As idéias aqui sugeridas, e relacionadas ao tema proposto seriam estas:

- ⊗ Utilização de simulação computacional para simular situações lumínicas diferentes, e diversas estratégias de controle solar, e confronta-las às atuais, para verificar para quais situações o ofuscamento seria minimizado;
- ⊗ Realização de pesquisa de verificação do potencial de economia energética que pode ser conseguido pelas atuais formas de controle de luz natural, e o que poderia ser viabilizado por outras estratégias simuladas através de programas de simulação energética de edificações;
- ⊗ Experimentação de uso de iluminação de tarefa e não de fundo, ou de fundo somente suplementar e acionada por sensores, e posterior verificação com o usuário sobre sua preferência pelo atual sistema de iluminação ou pela iluminação experimentada;

## **BIBLIOGRAFIA**

1. ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT). **NB 5413 – Iluminância de Interiores**. ABNT, abril, 1992.
2. ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT). **NB 57 – Iluminação de Interiores**. ABNT, 1991.
3. BEGEMANN, S.H.A. van der BELD, G.J., TENNER, A.D. (1997) **Daylight, artificial light and people in an office environment, overview of visual and biological responses**. International Journal of Industrial Ergonomics 20. (231-239).
4. BEKER,N., Franciotti, A., STEEMERS, K. (1993) **Daylight in Architecture: A European Reference Book**. James & James Science Publishers Ltd.
5. BOYCE, P.R. (1998) **Why Daylight?** Proceedings of International Conference on Daylighting Technologie for Energy Efficiency in Buildings, Ontario, Canada.
6. BOYCE, P., HUNTER, C., INCLAN, C. (2003) **Overhead Glare and Visual Discomfort**. Journal of the Illuminating Engineering Society. Winter.
7. CABÚS, Ricardo C. (1997) **Análise do desempenho luminoso de sistemas de iluminação zenital em função da distribuição de iluminâncias**. Dissertação de Mestrado em Engenharia Civil, UFSC. Florianópolis - Brasil
8. CIBSE. **Code for interior lighting**. (1994) THE CHARTERED INSTITUTION OF BUILDING SERVICES ENGINEERS.. London.
9. CHAUVEL, P., COLLINS, J.B., DOGNIAUX, R., LONGMORE, J. (1982) **Glare from window: current views of the problem**. Lighting Research and Technology, Vol. 14 Nº 01.
10. COSTA, WIL O.; (2000) **O que é síndrome de visão de computador**. [www. Canalsaúde.com.Br/oftal\\_síndrome.html](http://www.Canalsaúde.com.Br/oftal_síndrome.html).
11. FONSECA, Ingrid Chagas Leite da; PORTO, Maria Maia; CLARK, Cynthia. (2000) **Qualidade da luz e sua influência sobre o estado de ânimo do**

- usuário.** In: Seminário Internacional de Psicologia e Projeto do Ambiente Construído, Rio de Janeiro. Anais do Seminário Internacional de Psicologia e Projeto do Ambiente Construído – CD ROM. Rio de Janeiro: Coleção PRO-ARQ.
12. FROTA, A. (1998) **Manual de conforto térmico.** São Paulo, SP 2ª edição.
  13. GOULDING, J.R., LEWIS, J.O., STEEMERS, T. O. (1994) **Energy Conscious Design: a primer for Architects.** Commission of the European Communities. B.T. Batsford Ltd. London.
  14. GRANDJEAN, E. (1998) **Manual de ergonomia: adaptando o trabalho ao homem.** 4. ed. Porto Alegre: Bookman, Brasil.
  15. HESCHONG, L., WRIGHT, R. L., OKURA, S. (2002A) **Daylight Impacts on Human Performance in School.** Journal of the Illuminating Engineering Society. Summer, 2002
  16. HESCHONG, L., WRIGHT, R. L., OKURA, S. (2002B) **Daylight Impacts on Retail Sales Performance.** Journal of the Illuminating Engineering Society. Summer, 2002.
  17. HOPKINSON, J., PETERBRIDGE, P., LONGMORE, J.; (1975) **Iluminação Natural.** Fundação Calouste Gulbenkian, Lisboa – Portugal.
  18. IESNA (1990) **Lighting Handbook: Reference and application.** Illuminating Engineering Society of North America, 8<sup>th</sup> edition, New York.,USA. IESNA (1990) **VDT Lighting.** Illuminating Engineering Society of North America, New York , USA.
  19. IESNA (2000) **Lighting Handbook.** The Illuminating Engineering Society of North America, 9<sup>th</sup> edicion, New York.,USA.
  20. KAUFMAN, John (1966) **IES Lighting Handbook – The Standard Lighting Guide.** New York – USA.
  21. KREMER, Adriano (2002). **A Influência de Elementos de Obstrução Solar no Nível e na Distribuição Interna da Iluminação – Estudo de Caso em Protótipo Escolar de Florianópolis.** Dissertação de Mestrado em Engenharia Civil, UFSC. Florianópolis - Brasil

22. LAAR, M. (2001) **Daylighting in the Tropics – An Evaluation of Sky Luminance, Glare Perception and Veiling Reflections on VDTs in the Tropics.** The 18<sup>th</sup> International Conference on Passive and Low Energy Architecture – Proceedings of PLEA. Brasil.
23. LAM, W. M. C. (1986) **Sunlighting – As a formgiver for architecture.** New York, Van Nostrand Reinhold Company.
24. MACÊDO, Catharina. (2002) **Análise do Desempenho Térmico e Luminoso de Sistemas de Iluminação Natural que Utilizam Luz Direta do Sol.** Dissertação de Mestrado em Engenharia Civil, UFSC. Florianópolis - Brasil
26. MEYER, Philippe. (2002). **O Olho, e o Cérebro: Biofilosofia da Percepção Visual.**
27. MICHAEL, Lou. (1996) **Light: The Shape of Space.** John Wiley & Sons, Inc. New York, USA.
28. MILLET, M. S. (1996): **Light Revealing Architecture,** Van Nostrand Reinhold Co. NY, USA.
29. MOORE, Fuller. (1991) **Concepts and Practice of Architectural Daylighting.** New York: Van Nostrand Reinold Co.
30. MUDRID, L., LEGENDRE, A., PIERSON, A. (2001) **Dimensions of personality in responses to luminous ambiances.** Proceedings of the 18th International Conference on Passive and Low Energy Architecture. Proceedings of PLEA, Brasil.
31. NORRIS, Davidson. TILLET, Linnaean. (1997) **Daylight and Productivity. Is there a casual link?** Proceedings, Glass Processing Days Conference, Tampere, Finland.
32. PEREIRA, Fernando O. R. (1994) **Iluminação.** Apostila do curso de especialização em engenharia de segurança do trabalho. CTC. UFSC. Florianópolis, Brasil.
33. PEREIRA, Fernando O. R. (1995) **Iluminação natural no ambiente construído.** Apostila do curso ministrado durante o III encontro nacional e I Encontro Latino Americano de conforto no ambiente Construído. Gramado, RS, Brasil.

34. PEREIRA, Roberto C. (2001) **“A Qualidade da luz”** Dissertação de mestrado em engenharia de produção, UFSC. Brasil.
35. PORTO, Marcos Aurélio M. (1993) **Microcomputador, um avanço tecnológico e suas implicações com a saúde do usuário.** Anais do Segundo Congresso Latino Americano e Sexto Congresso Brasileiro de Ergonomia. Florianópolis, Brasil.
36. PROJETO DE NORMA 02:135.02-001:1997. **Iluminação Natural – Parte 1: Conceitos básicos e definições.**
37. PROJETO DE NORMA 02:135.02-002:1998. **Iluminação Natural – Parte 2: Procedimento de Cálculo para estimativa da disponibilidade de luz natural.**
38. PROJETO DE NORMA 02:135.02-003:1997. **Iluminação Natural – Parte 3: Procedimento de Cálculo para a Determinação da Iluminação Natural em Ambientes Internos.**
39. PROJETO DE NORMA 02:135.02-004:1997. **Iluminação Natural – Parte 4: Verificação experimental das condições de iluminação interna de edificações. Método de medição.**
40. REYS, LAY, (1995)
41. SOARES, M. M., VALADARES, V. M. (1999) **Potencialidades Luminosas de Tipologias de Janelas em Interiores.** Anais do IV Encontro Nacional de Conforto no Ambiente Construído e II Encontro Latino Americano de Conforto no Ambiente Construído. Ceara, Brasil.
42. SOUZA, R. V. G. S., (2004) **Desenvolvimento de modelos matemáticos empíricos para a descrição dos fenômenos de iluminação natural externa e interna.** 315 p. Tese (Doutorado em Engenharia Civil) Programa de Pós Graduação em Engenharia Civil, Universidade Federal de Santa Catarina – Florianópolis - Brasil.
43. TREGENZA, P. R. (1993): **Sunlight, skylight and electric light.** Anais do 2º Encontro Nacional de Conforto no Ambiente Construído. Florianópolis, Brasil.
44. VEITCH, Jennifer A.; NEWSHAM, G. R. (1998): **Lighting Quality and Energy Efficiency Effects on Task Performance, Mood, Health, Satisfaction, and Comfort.** Journal of the Illuminating Engineering Society. Winter. (107-129).

45. VEITCH, Jennifer A. (2001A) **Lighting Quality contributions from Biopsychological Process.** Journal of the Illuminating Engineering Society. Winter 2001. (3 -16)
46. VEITCH, Jennifer A. (2001B) **Psychological Processes Influencing Lighting Quality.** Journal of the Illuminating Engineering Society. Winter 2001. (124-140).
49. ZHOU, Yutao; BOYCE, Peter. (2001) **Evaluation of Speech Intelligibility Under different Light Conditions.** Journal of the Illumination Engineering Society, 30. Winter 2001.(34-48)

## ANEXO I

Sala: PET CIVIL							
Tipo de céu:claro							
Tipo de Iluminação: natural							
Fora: 1837 lux							
Data	Hora	Estação	Local	Altura	Luminância	Iluminância	
08/10/03	15:45	A	Monitor	0,75	102,6	249	
			Teclado			36,04	265
			Lateral D			50,97	213
			Lateral E			39,74	309
			Nuca			82,34	238
			C. Visão 1			169,8	cartaz lat.direita
			C. Visão 2			88,24	caixa chaves direita
			C. Visão 3			59,31	mural
			C. Visão 4			71,38	porta esquerda
			C. Visão 5			86,68	cpu lat.esquerda
			C. Visão 6			83,05	mapa
08/10/03	16:00		B	Monitor	0,75	101,8	1837
				Teclado			59,97
		Lateral D				54,36	1810
		Lateral E				54,74	397
		Nuca				80,53	1790
		C. Visão 1				71,1	cortina direita
		C. Visão 2				53,38	cartaz direita
		C. Visão 3				54,97	cartaz esquerda
		C. Visão 4				140,7	cpu esquerda
		C. Visão 5				42,68	teto acima
		C. Visão 6			40,45	cartaz esquerda	
08/10/03	16:30	C	Monitor	0,75	6,08	127	
			Teclado			13,54	2006
			Lateral D			108,7	463
			Lateral E			47	277
			Nuca			207	1886
			C. Visão 1			228,7	direita acima
			C. Visão 2			23,21	brise acima
			C. Visão 3			54,64	cortina prat.luz
			C. Visão 4			165,4	brise esquerda
			C. Visão 5			38,58	esq cortina
		C. Visão 6			134	refrigerador direita	

Sala: PET CIVIL							
Tipo de céu:claro							
Tipo de Iluminação: natural + artificial							
Fora: 1837 lux							
Data	Hora	Estação	Local	Altura	Luminância	Iluminância	
08/10/03	15:00	A	Monitor	0,75	113	675	
			Teclado			126,2	915
			Lateral D			193,9	1029
			Lateral E			157,4	900
			Nuca			240	1989
			C. Visão 1			209,4	cartaz lateral direita
			C. Visão 2			199,4	caixa chaves direita
			C. Visão 3			207,4	Mapa
			C. Visão 4			143,2	porta esquerda
			C. Visão 5			90,18	Mural
		C. Visão 6			188	cpu esquerda	
08/10/03	15:15	B	Monitor	0,75	118,12	1853	
			Teclado			176,6	1815
			Lateral D			125	1905
			Lateral E			216	1850
			Nuca			232,6	608
			C. Visão 1			180,7	cortina direita
			C. Visão 2			122,3	cartaz direita
			C. Visão 3			212,2	cartaz esquerda
			C. Visão 4			187	cpu esquerda
			C. Visão 5			165,8	teto acima
		C. Visão 6			157,2	cartaz esquerda	
08/10/03	15:30	C	Monitor	0,75	15,97	770	
			Teclado			119,9	1158
			Lateral D			99,12	823
			Lateral E			170,2	738
			Nuca			273,1	1390
			C. Visão 1			268,8	Direita acima
			C. Visão 2			125	brise acima
			C. Visão 3			260,3	brise esquerda
			C. Visão 4			150,6	Cortina esquerda
			C. Visão 5			317,3	cortina prat. Luz
		C. Visão 6			180,7	refrigerador direita	

Sala: PET CIVIL						
Tipo de céu: nublado						
Tipo de Iluminação: natural+artificial						
Fora: 1912 lux						
Data	Hora	Estação	Local	Altura	Luminância	Iluminância
09/09/03	10:30	A	Monitor	0,75	28,6	630
			Teclado		118,6	850
			Lateral D		179,6	867
			Lateral E		200,2	965
			Nuca		230,5	460
			C. Visão 1		172	cartaz lat.direita
			C. Visão 2		154,4	caixa chaves direita
			C. Visão 3		67,2	Mural
			C. Visão 4		75,32	porta esquerda
			C. Visão 5		52,11	cpu lateral esquerda
		C. Visão 6		165	mapas esquerda	
09/09/03	10:45	B	Monitor	0,75	53,09	1053
			Teclado		193	1745
			Lateral D		354	1602
			Lateral E		250	1690
			Nuca		293	786
			C. Visão 1		247	cortina direita
			C. Visão 2		255	cartaz direita
			C. Visão 3		317	cartaz esquerda
			C. Visão 4		236	cpu esquerda
			C. Visão 5		235	teto acima
		C. Visão 6		216	cartaz esquerda	
09/09/03	11:30	C	Monitor	0,75	33,4	754
			Teclado		115	1930
			Lateral D		497	1800
			Lateral E		632	1414
			Nuca		1119	1870
			C. Visão 1		613	Direita acima
			C. Visão 2		320	brise acima
			C. Visão 3		826	refrigerador direita
			C. Visão 4		217	lateral esquerda
			C. Visão 5		9064	céu acima direita
		C. Visão 6		5500	prédio acima esquerda	

Sala: PET CIVIL						
Tipo de céu: nublado						
Tipo de Iluminação: natural						
Fora: 1912 lux						
Data	Hora	Estação	Local	Altura	Luminância	Iluminância
09/09/03	09:00	A	Monitor	0,75	14,59	251
			Teclado		16,5	139
			Lateral D		33,82	146
			Lateral E		34,09	210
			Nuca		102,1	154
			C. Visão 1		76,37	cartaz lateral direita
			C. Visão 2		71,34	caixa chaves direita
			C. Visão 3		35,67	Mural
			C. Visão 4		36,3	porta esquerda
			C. Visão 5		19,28	cpu lateral esquerda
		C. Visão 6		91,28	mapas esquerda	
09/09/03	09:30	B	Monitor	0,75	51,6	615
			Teclado		101	908
			Lateral D		182	1358
			Lateral E		80,8	394
			Nuca		90,6	845
			C. Visão 1		105	cortina direita
			C. Visão 2		150	cartaz direita
			C. Visão 3		99	cartaz esquerda
			C. Visão 4		254	cpu esquerda
			C. Visão 5		114,3	teto acima
		C. Visão 6		53	cartaz esquerda	
09/09/03	10:00	C	Monitor	0,75	55,46	329
			Teclado		55,2	398
			Lateral D		380	1755
			Lateral E		635	860
			Nuca		515	1560
			C. Visão 1		650	Direita acima
			C. Visão 2		215	brise acima
			C. Visão 3		756	refrigerador direita
			C. Visão 4		6000	brise esquerda
			C. Visão 5		145	cortina prateleira de luz
		C. Visão 6		756	cortina esquerda	

Sala: PET CIVIL							
Tipo de céu: noturno							
Tipo de Iluminação: artificial							
Fora: 122 lux							
Data	Hora	Estação	Local	Altura	Luminância	Iluminância	
03/03/04	19:00	A	Monitor	0,75	101,6	359	
			Teclado			85,21	630
			Lateral D			161,8	726
			Lateral E			94,79	545
			Nuca			137,7	280
			C. Visão 1			73,31	cpu esquerda
			C. Visão 2			41,86	cpu direita
			C. Visão 3			137,1	cartaz frente
			C. Visão 4			98,82	Caixa
			C. Visão 5			1905	Lâmpada
			C. Visão 6			117,9	lat direita parede
03/03/04	19:20	B	Monitor	0,75	117,7	470	
			Teclado			105,7	793
			Lateral D			120,2	658
			Lateral E			137,3	655
			Nuca			140,2	316
			C. Visão 1			64,63	cortina direita
			C. Visão 2			114,8	cartaz direita
			C. Visão 3			31,88	Cartaz centro
			C. Visão 4			117,9	cartaz esquerda
			C. Visão 5			63,46	teto
			C. Visão 6			3444	Lâmpada
03/03/04	19:40	C	Monitor	0,75	35,36	352	
			Teclado			79,84	558
			Lateral D			112,7	501
			Lateral E			69,7	583
			Nuca			2,64	146
			C. Visão 1			75,34	Cortina
			C. Visão 2			50,41	Cpu
			C. Visão 3			49,47	Teto
			C. Visão 4			46,63	parede Lateral Direira
			C. Visão 5			82,97	Parede lateral esquerda
			C. Visão 6			1385	Lâmpada

Sala: CTC							
Tipo de céu: claro							
Tipo de Iluminação: natural + artificial							
Fora: 1587 lux							
Data	Hora	Estação	Local	Altura	Luminância	Iluminância	
01/04/04	07:30	A	Monitor	0,75	20.43	203	
			Teclado			30.95	203
			Lateral D			40.05	267
			Lateral E			34.33	155
			Nuca			20.30	61
			C. Visão 1			11.15	pilar
			C. Visão 2			23.32	tijolo
			C. Visão 3			391.1	luminária
			C. Visão 4			28.11	teto
			C. Visão 5			56.08	caixas
			C. Visão 6			102.9	clarão
01/04/04	07:50		B	Monitor	0,75	42.33	229
		Teclado				25.39	212
		Lateral D				24	198
		Lateral E				66.82	278
		Nuca				19.4	tijolo
		C. Visão 1				19.3	persiana
		C. Visão 2				11.58	Computador esquerda
		C. Visão 3				20.97	teto
		C. Visão 4				91.51	clarão
		C. Visão 5				234	fora
		C. Visão 6					
01/04/04	08:10	C	Monitor		17.24	188	
			Teclado			18.85	220
			Lateral D			31.97	135
			Lateral E			41.64	177
			Nuca	prédio fora		2.89	178
			C. Visão 1			12.73	tijolo
			C. Visão 2			11.46	Computador esquerda
			C. Visão 3			18.12	teto
			C. Visão 4			9.84	viga
			C. Visão 5			32.6	persiana
			C. Visão 6				

Sala: CTC							
Tipo de céu: claro							
Tipo de Iluminação: natural							
Fora: 1587 lux							
Data	Hora	Estação	Local	Altura	Luminância	Iluminância	
01/04/04	08:10	A	Monitor	0,75	88,74	20	
			Teclado			2,14	18
			Lateral D			2,75	18
			Lateral E			1,96	17
			Nuca			2,1	15
			C. Visão 1			3,78	Computador lateral direita
			C. Visão 2			78,8	Janela
			C. Visão 3			3,46	Teto
			C. Visão 4			2,26	Viga
			C. Visão 5			1,82	parede lateral
		C. Visão 6			2,61	Parede	
01/04/04	08:25	B	Monitor	0,75	74,34	87	
			Teclado			9,32	86
			Lateral D			20,07	95
			Lateral E			12,32	64
			Nuca			13,85	55
			C. Visão 1			10,48	parede
			C. Visão 2			225,7	persiana
			C. Visão 3			14,82	teto
			C. Visão 4			16,5	Computador lateral
			C. Visão 5			4,62	piso
		C. Visão 6			124,7	persiana	
01/04/04	08:40	C	Monitor	0,75	51,21	25	
			Teclado			7,77	63
			Lateral D			10,02	91
			Lateral E			31,18	115
			Nuca			208	329
			C. Visão 1			29	teto
			C. Visão 2			14,68	parede lateral
			C. Visão 3			5,3	parede frente
			C. Visão 4			12	Computador frente
			C. Visão 5			1820	janela prédio
		C. Visão 6			4160	janela prédio	

Sala: CTC							
Tipo de céu: nublado							
Tipo de Iluminação: natural							
fora 1960lux							
Data	Hora	Estação	Local	Altura	Luminância	Iluminância	
20/04/04	07:45	A	Monitor	0.75	16,72	30	
			1	Teclado		2,34	21
				Lateral D		3,7	22
				Lateral E		1,41	16
				Nuca		1,99	14
				C. Visão 1		177,9	fora
				C. Visão 2		3,79	pilar
				C. Visão 3		4,52	teto
				C. Visão 4		4,6	caixas
				C. Visão 5		4,26	tijolo dir
				C. Visão 6		4,15	computador direita
20/04/04	08:10	B	Monitor	0.75	38,07	72	
			6	Teclado		5,81	57
				Lateral D		9,86	48
				Lateral E		6,8	30
				Nuca		5,77	27
				C. Visão 1		7,32	persiana
				C. Visão 2		13,17	computador esquerda
				C. Visão 3		12,81	teto
				C. Visão 4		374	prédio fora
				C. Visão 5		46,06	parede
			C. Visão 6				
20/04/04	08:30	C	Monitor	0.75	17,94	51	
				Teclado		15,51	121
				Lateral D		24,65	117
			30	Lateral E		34,02	161
				Nuca		780,4	516
				C. Visão 1		43,82	persiana
				C. Visão 2		44,4	computador esquerda
				C. Visão 3		21,63	teto
				C. Visão 4		9,73	tijolo direita
				C. Visão 5		3,13	pilar/viga
			C. Visão 6		1958	prédio branco	

Sala: CTC							
Tipo de céu: nublado							
Tipo de Iluminação: natural + artificial							
Fora: 1960lux							
Data	Hora	Estação	Local	Altura	Luminância	Iluminância	
20/04/04	08:30	A	Monitor	0,75	22,19	215	
			1	Teclado		34,08	232
				Lateral D		72,65	268
				Lateral E	piso	24,56	186
				Nuca	tijolo	26,31	55
				C. Visão 1		18,2	Pilar
				C. Visão 2		23,1	Teto
				C. Visão 3		88	Clarão
				C. Visão 4		70,19	Janela
				C. Visão 5		18,33	Cpu direita
			C. Visão 6		174	Luminária	
20/04/04	08:50	B	Monitor	0,75	56,46	290	
			6	Teclado		31,57	291
				Lateral D		52,34	229
				Lateral E		71,3	285
				Nuca		2345	88
				C. Visão 1		26,54	Persiana
				C. Visão 2		77,72	Computador esquerda
				C. Visão 3		3370	Luminária
				C. Visão 4		1888	Céu
				C. Visão 5		30,95	Teto
			C. Visão 6		245,8	Clarão	
20/04/04	09:20	C	Monitor	0,75	25,54	242	
			30	Teclado		41,17	309
				Lateral D		43,09	278
				Lateral E		72,97	315
				Nuca		1036	532
				C. Visão 1		66,72	Persiana
				C. Visão 2		45,88	Computador esquerda
				C. Visão 3		67,92	Teto
				C. Visão 4		25,66	parede direita tijolo
				C. Visão 5		12,08	Pilar/viga
			C. Visão 6		1931	Prédio branco	

Sala: CTC						
Tipo de céu: noturno						
Tipo de Iluminação: artificial						
Fora: 276lux						
Data	Hora	Estação	Local	Altura	Luminância	Iluminância
03/04/04	20:20	A	Monitor	0,75	20,43	203
			Teclado		30,95	203
			Lateral D		40,05	267
			Lateral E		34,33	155
			Nuca		20,3	61
			C. Visão 1		11,15	Pilar
			C. Visão 2		23,32	Tijolo
			C. Visão 3		391,1	Luminária
			C. Visão 4		28,11	Teto
			C. Visão 5		56,08	Caixas
		C. Visão 6		102,9	Clarão tijolos	
03/04/04	20:40	B	Monitor	0,75	42,33	229
			Teclado		25,39	212
			Lateral D		24	198
			Lateral E		66,82	278
			Nuca		19,4	Tijolo
			C. Visão 1		19,3	Persiana
			C. Visão 2		11,58	computador esquerda
			C. Visão 3		20,97	Teto
			C. Visão 4		41,51	Clarão tijolos
			C. Visão 5			
		C. Visão 6				
03/04/04	21:00	C	Monitor	0,75	17,24	186
			Teclado		18,85	220
			Lateral D		31,97	135
			Lateral E	parede	41,64	177
			Nuca	tijolo	2,89	178
			C. Visão 1		12,73	Tijolo
			C. Visão 2		11,46	Computador esquerda
			C. Visão 3		18,12	Teto
			C. Visão 4		9,84	Viga
			C. Visão 5		32,6	Persiana
		C. Visão 6				

Sala: Geotecnia						
Tipo de céu:claro						
Tipo de Iluminação: natural+artificial						
Fora: 1510lux						
Data	Hora	Estação	Local	Altura	Luminância	Iluminância
01/10/03	14:40	A	Monitor	0,8	49,9	363
			Teclado		68,1	508
			Lateral D		36,96	444
			Lateral E		85,88	472
			Nuca		67,3	264
			C. Visão 1		23,89	Porta direita
			C. Visão 2		55,8	cartaz direita
			C. Visão 3		2546	Luminária acima
			C. Visão 4		164,2	cartaz esquerda acima
			C. Visão 5		1537	janela fora esquerda
		C. Visão 6		59,49	persiana esquerda	
01/10/03	15:20	B	Monitor	0,8	106,8	296
			Teclado		72,52	477
			Lateral D		65,55	449
			Lateral E		150,8	535
			Nuca		291,1	490
			C. Visão 1		55,42	cpu direita
			C. Visão 2		131	Lateral direita
			C. Visão 3		222,3	Prateleira de luz direita
			C. Visão 4		4825	Luminária acima direita
			C. Visão 5		7703	lumináriaacima esquerda
		C. Visão 6		238,3	parede canto esquerda	
01/10/03	15:45	C	Monitor	0,8	11,34	315
			Teclado		90,15	571
			Lateral D		124,5	572
			Lateral E		18,16	549
			Nuca		109,3	315
			C. Visão 1		241,6	persiana esquerda
			C. Visão 2		294,2	canto direita
			C. Visão 3		48,11	cpu direita
			C. Visão 4		303,2	Luminária acima
			C. Visão 5		23,34	estante esquerda
		C. Visão 6		283	light self direita	

Sala: Geotecnia						
Tipo de céu:claro						
Tipo de Iluminação: natural						
Fora: 1510lux						
Data	Hora	Estação	Local	Altura	Luminância	Iluminância
01/10/03	15:00	A	Monitor	0,8	42,93	196
			Teclado		26,73	230
			Lateral D		28,63	139
			Lateral E		27,84	191
			Nuca		40,32	185
			C. Visão 1		44,62	porta direita
			C. Visão 2		34,78	Cartaz direita
			C. Visão 3		50,77	Luminária acima
			C. Visão 4		62,41	cartaz esquerda
			C. Visão 5		1300	janela fora esq.
		C. Visão 6		50,55	Persiana esq.	
01/10/03	15:10	B	Monitor	0,8	100,5	103
			Teclado		19,96	148
			Lateral D		44,55	195
			Lateral E		41,81	159
			Nuca		252,8	318
			C. Visão 1		27,41	cpu direita
			C. Visão 2		69,03	Lateral direita
			C. Visão 3		35,74	prat.luz direita
			C. Visão 4		70,43	lum.acima direita
			C. Visão 5		64,8	lum.acima esq.
		C. Visão 6		200,7	Parede canto dir.	
01/10/03	15:30	C	Monitor	0,8	4,84	149
			Teclado		22,05	184
			Lateral D		52,7	187
			Lateral E		4,48	170
			Nuca		53,08	134
			C. Visão 1		241,5	Persiana direita
			C. Visão 2		247,3	canto direita
			C. Visão 3		15,9	cpu direita
			C. Visão 4		41	Luminária acima
			C. Visão 5		10,83	estante esquerda
		C. Visão 6		180,2	prat.luz direita	

Sala: Geotecnia						
Tipo de céu: nublado						
Tipo de Iluminação: natural						
Fora: 1930lux						
Data	Hora	Estação	Local	Altura	Luminância	Iluminância
22/09/03	14:00	A	Monitor	0,8	96,11	433
			Teclado		66,27	519
			Lateral D		89,24	383
			Lateral E		73,2	345
			Nuca		81,68	432
			C. Visão 1		42,66	cartaz direita
			C. Visão 2		105,8	Lum. acima esq.
			C. Visão 3		164,6	cartaz esquerda
			C. Visão 4		258,3	fora esquerda
			C. Visão 5		44,2	Esquerda acima
		C. Visão 6		40,85	porta direita	
22/09/03	14:15	B	Monitor	0,8	94,07	192
			Teclado		44,87	301
			Lateral D		72,45	343
			Lateral E		89,32	334
			Nuca		413,6	acima prat. de luz
			C. Visão 1		79,77	cortina acima
			C. Visão 2		422,1	Computador esq.
			C. Visão 3		9,19	cpu direita
			C. Visão 4		57,71	cpu frente direita
			C. Visão 5		21,94	teto acima
		C. Visão 6		245	195	
22/09/03	14:30	C	Monitor	0,8	7,9	281
			Teclado		41,79	305
			Lateral D		82,82	264
			Lateral E		65,6	206
			Nuca		27,46	cortina direita
			C. Visão 1		364,1	parede direita
			C. Visão 2		117,4	teto acima
			C. Visão 3		98,4	estante esquerda
			C. Visão 4		2,26	dente acima
			C. Visão 5		165,7	estante esquerda
		C. Visão 6		7,99	estante esquerda	

Sala: Geotecnia							
Tipo de céu: nublado							
Tipo de Iluminação: natural + artificial							
Fora: 1930 lux							
Data	Hora	Estação	Local	Altura	Luminância	Iluminância	
22/09/03	14:40	A	Monitor	0,8	100,8	650	
			Teclado			95,55	794
			Lateral D			163,7	653
			Lateral E			154	661
			Nuca			120,3	385
			C. Visão 1			48,17	cartaz direita
			C. Visão 2			6178	Luminária acima esquerda
			C. Visão 3			365	cartaz esquerda
			C. Visão 4			3742	fora esquerda
			C. Visão 5			26,08	Esquerda acima
			C. Visão 6			13,32	porta direita
22/09/03	14:55		B	Monitor	0,8	76,7	391
		Teclado				106,5	657
		Lateral D				114,1	668
		Lateral E				204,4	687
		Nuca				580,6	823
		C. Visão 1				156,7	acima prateleira de luz
		C. Visão 2				427,8	cortina esquerda
		C. Visão 3				15,16	Computador esquerda
		C. Visão 4				89,87	cpu direita
		C. Visão 5				32,05	cpu frente direita
		C. Visão 6				249,2	teto acima
22/09/03	15:15	C		Monitor	0,8	13,6	341
			Teclado			87,62	656
			Lateral D			196,7	679
			Lateral E			176,7	630
			Nuca			42,36	330
			C. Visão 1			265,8	cortina direita
			C. Visão 2			340	parede direita
			C. Visão 3			143	teto acima
			C. Visão 4			6,39	estante esquerda
			C. Visão 5			173,8	dente acima
			C. Visão 6			16,12	estante esquerda

Sala: Geotecnia						
Tipo de céu: noturno						
Tipo de Iluminação: artificial						
Fora: 311lux						
Data	Hora	Estação	Local	Altura	Luminância	Iluminância
16/03/04	18:30	A	Monitor	0,8	88,02	178
			Teclado		40,62	282
			Lateral D		66,77	230
			Lateral E		51,34	311
			Nuca		51,63	127
			C. Visão 1		15,04	cartaz direita
			C. Visão 2		27,49	Lum. acima dir.
			C. Visão 3		44,83	cartaz esq.
			C. Visão 4		30,3	Persiana
			C. Visão 5		43,35	parede
			C. Visão 6		25,84	Teto
16/03/04	18:45	B	Monitor	0,8	7,66	197
			Teclado		50,85	337
			Lateral D		106	372
			Lateral E		22,56	280
			Nuca		45,69	122
			C. Visão 1		103,7	acima prat. luz
			C. Visão 2		35,02	Cartaz
			C. Visão 3		22,31	Comp. esq.
			C. Visão 4		18,12	cpu direita
			C. Visão 5		33,05	cpu frente dir.
			C. Visão 6		24,54	teto acima
16/03/04	19:00	C	Monitor	0,8	8,75	210
			Teclado		43,62	389
			Lateral D		110,1	391
			Lateral E		9,86	335
			Nuca		27,5	160
			C. Visão 1		28,56	cortina direita
			C. Visão 2		43,98	parede direita
			C. Visão 3		30,93	teto acima
			C. Visão 4		12,69	estante esq.
			C. Visão 5		104,4	dente acima
			C. Visão 6		31,56	Livros

Sala: EGR							
Tipo de céu: claro							
Tipo de Iluminação: natural + artificial							
Fora: 1770 lux							
Data	Hora	Estação	Local	Altura	Luminância	Iluminância	
18/09/03	15:00	A	Monitor	0,75	82,86	213	
			Teclado			47,54	318
			Lateral D			72,1	295
			Lateral E			91,08	336
			Nuca			61,06	162
			C. Visão 1			14,77	Lateral direita janela
			C. Visão 2			428,8	Janela acima
			C. Visão 3			66,22	Quadro branco
			C. Visão 4			68,77	Bancada esq
			C. Visão 5			8,82	porta esquerda
		C. Visão 6			36,32	parede esquerda	
18/09/03	15:10	B	Monitor	0,75	45,4	285	
			Teclado			43,39	269
			Lateral D			25,25	238
			Lateral E			65,87	262
			Nuca			63,43	263
			C. Visão 1			5383	luminária acima esquerda
			C. Visão 2			69,18	cartaz cpu esquerda
			C. Visão 3			30,52	cpu esquerda
			C. Visão 4			2974	lâmpada esquerda
			C. Visão 5			60,53	persiana direita
		C. Visão 6			205,8	canto direita	
18/09/03	15:20	C	Monitor	0,75	25	433	
			Teclado			48,21	398
			Lateral D			15,32	393
			Lateral E			55,75	521
			Nuca			57,2	632
			C. Visão 1			67,3	Lateral direita parede
			C. Visão 2			3,91	Lateral direita porta
			C. Visão 3			66,45	Lateral direita divisória
			C. Visão 4			264,9	janela esquerda
			C. Visão 5			96,26	Persiana esquerda
		C. Visão 6			62,14	cpu direita	

Sala: EGR						
Tipo de céu: claro						
Tipo de Iluminação: natural						
Fora: 1770 lux						
Data	Hora	Estação	Local	Altura	Luminância	Iluminância
18/09/03	15:50	A	Monitor	0,75	70,41	35
			Teclado		7,55	44
			Lateral D		8,5	36
			Lateral E		15,62	63
			Nuca		10,85	36
			C. Visão 1		6,1	Lateral direita janela
			C. Visão 2		9,44	janela acima
			C. Visão 3		38,5	quadro branco
			C. Visão 4		14,44	bancada esquerda
			C. Visão 5		3,75	porta esquerda
			C. Visão 6		23,06	parede esquerda
18/09/03	15:30		B	Monitor	0,75	28,16
		Teclado			19,48	125
		Lateral D			14,81	105
		Lateral E			19,05	136
		Nuca			29,92	63
		C. Visão 1			6,65	Lâmpada acima esquerda
		C. Visão 2			10,81	cartaz acima esquerda
		C. Visão 3			20,34	cpu esquerda
		C. Visão 4			4,34	lâmpada esquerda
		C. Visão 5			16,42	Persiana direita
		C. Visão 6			153,2	canto direita
18/09/03	15:40	C		Monitor	0,75	12,47
			Teclado		5,13	53
			Lateral D		1,57	36
			Lateral E		28,31	71
			Nuca		14,47	104
			C. Visão 1		12,56	Lateral direita parede
			C. Visão 2		29,17	Lateral direita porta
			C. Visão 3		9,72	Lateral direita divisória
			C. Visão 4		217	janela esquerda
			C. Visão 5		103,2	Persiana esquerda
			C. Visão 6		60,6	cpu direita

Sala: EGR							
Tipo de céu: nublado							
Tipo de Iluminação: natural							
Fora: 1420 lux							
Data	Hora	Estação	Local	Altura	Luminância	Iluminância	
09/09/03	15:30	A	Monitor	0,75	13,84	62	
			Teclado			6,74	35
			Lateral D			7,93	33
			Lateral E			9,05	33
			Nuca			12,04	27
			C. Visão 1			13,73	lateral direita janela
			C. Visão 2			7,57	janela acima
			C. Visão 3			8,7	quadro branco
			C. Visão 4			10,45	bancada esquerda
			C. Visão 5			3,03	porta esquerda
			C. Visão 6			6,18	parede esquerda
09/09/03	16:30		B	Monitor	0,75	93,09	47
		Teclado				6,04	52
		Lateral D				3,68	32
		Lateral E				4,8	34
		Nuca				6,8	26
		C. Visão 1				2,71	Lâmpada esq. acima
		C. Visão 2				6,08	cartaz esquerda acima
		C. Visão 3				3,83	cpu esquerda
		C. Visão 4				9,37	Lâmpada esq. fora
		C. Visão 5				5,82	Persiana direita
		C. Visão 6				33,56	canto direita
09/09/03	16:25	C		Monitor	0,75	24,93	116
			Teclado			22,64	139
			Lateral D			7,41	156
			Lateral E			28,75	153
			Nuca			16,24	145
			C. Visão 1			6,68	Lateral direita parede
			C. Visão 2			2,36	Lateral direita porta
			C. Visão 3			9,52	Lateral direita divisória
			C. Visão 4			560,8	janela esquerda
			C. Visão 5			91,2	Persiana esquerda
			C. Visão 6			22,12	cpu direita

Sala: EGR							
Tipo de céu: nublado							
Tipo de Iluminação: natural + artificial							
Fora: 1420 lux							
Data	Hora	Estação	Local	Altura	Luminância	Iluminância	
09/09/03	15:30	A	Monitor	0,75	19,55	246	
			Teclado			41,24	300
			Lateral D			66,29	280
			Lateral E			73,25	307
			Nuca			55,58	159
			C. Visão 1			2778	Lâmpada acima
			C. Visão 2			21,19	parede lateral direita
			C. Visão 3			77,2	lateral direita janela
			C. Visão 4			66,55	quadro branco
			C. Visão 5			47,4	parede esquerda
			C. Visão 6			2,35	porta esquerda
09/09/03	16:30	B	Monitor	0,75	108,09	162	
			Teclado			20,59	202
			Lateral D			11,58	165
			Lateral E			44,03	131
			Nuca			40,69	139
			C. Visão 1			1974	lâmpada esq. acima
			C. Visão 2			73,03	cartaz esquerda acima
			C. Visão 3			17,85	cpu esquerda
			C. Visão 4			186	Lâmpada esq. fora
			C. Visão 5			39,5	Persiana direita
			C. Visão 6			69,33	canto direita
09/09/03	16:25	C	Monitor	0,75	28,51	206	
			Teclado			24,56	315
			Lateral D			7,43	290
			Lateral E			44,82	185
			Nuca			35,01	213
			C. Visão 1			21,83	Lateral direita parede
			C. Visão 2			2,02	Lateral direita porta
			C. Visão 3			78,4	Lateral direita divisória
			C. Visão 4			1944	janela esquerda
			C. Visão 5			92,54	persiana esquerda
			C. Visão 6			25,78	cpu direita

Sala: EGR						
Tipo de Céu: noturno						
Tipo de Iluminação: artificial						
Fora: 210 lux						
Data	Hora	Estação	Local	Altura	Luminância	Iluminância
03/03/04	19:00	A	Monitor	0,75	29,12	192
			Teclado		41,85	296
			Lateral D		61,23	277
			Lateral E		80,92	318
			Nuca		18,69	119
			C. Visão 1	teto 120	65,91	painel cortiça
			C. Visão 2		55,14	parede
			C. Visão 3		32,73	quadro branco
			C. Visão 4		14,95	janela
			C. Visão 5		9,63	caixa
		C. Visão 6		2891	porta	
09/09/03	16:30	B	Monitor	0,75	3,72	118
			Teclado		24,39	160
			Lateral D		36,02	136
			Lateral E		43,12	149
			Nuca		34,65	112
			C. Visão 1		34,71	parede
			C. Visão 2		13,39	cpu
			C. Visão 3		37,43	cortina
			C. Visão 4		48,37	cartaz
			C. Visão 5		4333	lâmpada
		C. Visão 6		27,18	teto	
09/09/03	16:25	C	Monitor	0,75	5,53	160
			Teclado		17,21	169
			Lateral D		45,29	165
			Lateral E		29,87	131
			Nuca		25,78	88
			C. Visão 1		27,04	parede
			C. Visão 2		33,92	cortina
			C. Visão 3		26,4	teto
			C. Visão 4		8,13	cinza
			C. Visão 5		11,93	cpu
		C. Visão 6		54,61	lâmpada	

<b>Para preenchimento do pesquisador:</b>					
<b>Data:</b>		<b>Horário:</b>			
<b>Local:</b>	CTC				
<b>Estação de trabalho:</b>		C			
<b>Características do céu:</b>					
<input type="checkbox"/> nublado		<input checked="" type="checkbox"/> claro			
<b>Para preenchimento do pesquisado:</b>					
1. Nome:					
2. Idade:					
3. Sexo:					
4. Possui algum tipo de deficiência visual? Qual?					
<b>QUESTÕES</b>					
1. Qual a alternativa que melhor descreve a atividade que você desempenha neste local?					
<input type="checkbox"/> digitação			3		
<input type="checkbox"/> leitura na tela			11		
<input type="checkbox"/> uso de programas c/fundo claro			6		
<input type="checkbox"/> uso de programas c/fundo escuro			1		
<input type="checkbox"/> outros _____			1		
2. Você trabalha neste local geralmente em que período(s)?					
<input type="checkbox"/> manhã	17				
<input type="checkbox"/> tarde	15				
<input type="checkbox"/> noite	1				
3. Em que horários você frequentemente trabalha neste local? Assinale quantos quiser.					
<input type="checkbox"/> 8-10h	9				
<input type="checkbox"/> 10-12h	12				
<input type="checkbox"/> 12-14h	7				
<input type="checkbox"/> 14-16h	7				
<input type="checkbox"/> 16-18h	7				
<input type="checkbox"/> depois das 18h	1				
4. Quanto tempo ininterrupto passa em frente ao computador?					
<input type="checkbox"/> menos de 1h		7			
<input type="checkbox"/> de 1 a 3h		13			
<input type="checkbox"/> de 3 a 5h		1			
<input type="checkbox"/> de 5 a 7h					
<input type="checkbox"/> mais de 7h					
5. Você faz intervalos de quanto em quanto tempo?					
<input type="checkbox"/> de 30 em 30 min		3			
<input type="checkbox"/> de 1 em 1 h		3			
<input type="checkbox"/> de 2 em 2 h		2			
<input type="checkbox"/> com mais de 3h		2			
<input type="checkbox"/> não faz intervalos		10			
6. Em algum período do dia você percebe que a iluminação na sua estação de trabalho lhe incomoda ou atrapalha?					
<input type="checkbox"/> entre 8 e 10h		3			
<input type="checkbox"/> entre 10 e 12 h		2			
<input type="checkbox"/> entre 12 e 14h		3			
<input type="checkbox"/> entre 14 e 16h		5			

<input type="checkbox"/> entre 16 e 18h		3		
7. Conforme sua resposta a questão anterior, assinale que tipo de iluminação incomoda você?				
<input type="checkbox"/> natural vinda da janela			4	
<input type="checkbox"/> natural quando refletida na tela			7	
<input type="checkbox"/> artificial quando refletida na tela			8	
<input type="checkbox"/> artificial de tarefa			1	
<input type="checkbox"/> artificial e natural combinadas				
8. Você acha que sua estação de trabalho é:				
<input type="checkbox"/> mal iluminada			2	
<input type="checkbox"/> pouco iluminação			2	
<input type="checkbox"/> bem iluminada			13	
<input type="checkbox"/> Excessivamente iluminada			1	
<input type="checkbox"/> não sabe			1	
9. Em sua estação de trabalho você prefere:				
<input type="checkbox"/> somente iluminação natural			3	
<input type="checkbox"/> somente iluminação artificial			5	
<input type="checkbox"/> Iluminação natural e artificial de tarefa			5	
10. Você já apresentou algum dos sintomas mencionados abaixo durante seu horário de trabalho? Assinale quantos quiser.				
<input type="checkbox"/> Dor nos olhos			7	
<input type="checkbox"/> Lacrimejamento			2	
<input type="checkbox"/> Vista cansada			11	
<input type="checkbox"/> Visão embaçada			3	
<input type="checkbox"/> Dor de cabeça			7	
11. Você acredita que a iluminação em sua estação de trabalho influencia na existência destes sintomas?				
<input type="checkbox"/> Nunca			1	
<input type="checkbox"/> Raramente			5	
<input type="checkbox"/> Com frequência			8	
<input type="checkbox"/> Quase sempre			5	
<input type="checkbox"/> Sempre				
12. Você acredita que a causa de algum destes sintomas esteja ligado a:				
<input type="checkbox"/> Ofuscamento			1	
<input type="checkbox"/> Reflexão na tela			8	
<input type="checkbox"/> Estação de trabalho mal iluminada			3	
<input type="checkbox"/> Estação de trabalho excessivamente iluminada			4	
<input type="checkbox"/> não sabe			3	
Masculino	84%	23,27,24,22,18,22,26,23,22,22,22,21,20,22,26,24		
Feminino	16%	22,22,23	IM=22	IM=21
Miopia	23,40%	4		
Astigmatismo	6%	1		
Hipermetropia	0%	0		
Nenhuma	70,60%	12		

<b>Para preenchimento do pesquisador:</b>				
Data:	Horário:			
Local: CTC				
Estação de trabalho: B				
Características do céu:				
( ) nublado	(X) claro			
<b>Para preenchimento do pesquisado:</b>				
1. Nome:				
2. Idade:				
3. Sexo:				
4. Possui algum tipo de deficiência visual? Qual?				
1. Qual a alternativa que melhor descreve a atividade que você desempenha neste local?				
digitação		3		
leitura na tela		17		
uso de programas c/fundo claro		3		
uso de programas c/fundo escuro		2		
outros		1		
2. Você trabalha neste local geralmente em que período(s)?				
( ) manhã	12			
( ) tarde	16			
( ) noite				
3. Em que horários você frequentemente trabalha neste local? Assinale quantos quiser.				
( ) 8-10h		5		
( ) 10-12h		10		
( ) 12-14h		8		
( ) 14-16h		8		
( ) 16-18h		4		
( ) depois das 18h				
4. Quanto tempo ininterrupto passa em frente ao computador?				
menos de 1h		7		
1 a 3h		12		
3 a 5h		1		
5 a 7h				
mais de 7h				
5. Você faz intervalos de quanto em quanto tempo?				
30 em 30 min		4		
1 em 1 h		4		
2 em 2 h		2		
mais de 3h		2		
não faz intervalos		8		
6. Em algum período do dia você percebe que a iluminação na sua estação de trabalho lhe incomoda ou atrapalha?				
entre 8 e 10h		2		
entre 10 e 12 h		4		
entre 12 e 14h		2		
entre 14 e 16h		4		
entre 16 e 18h		1		

depois das 18h	4			
7. Conforme sua resposta a questão anterior, assinale que				
tipo de iluminação incomoda você?				
natural vinda da janela	4			
natural quando refletida na tela	10			
artificial quando refletida na tela	6			
artificial de tarefa				
artificial e natural combinadas				
8. Você acha que sua estação de trabalho é:				
mal iluminada	1			
pouco iluminação	4			
bem iluminada	10			
Excessivamente iluminada	1			
não sabe				
9. Em sua estação de trabalho você prefere:				
somente iluminação natural				
somente iluminação artificial			7	
Iluminação natural e artificial de tarefa			6	
Iluminação natural, artificial de fundo e de tarefa	refa	5		
10. Você já apresentou algum dos sintomas mencionados abaixo durante seu horário de trabalho? Assinale quantos quiser.				
Dor nos olhos	5			
Lacrimejamento	2			
Vista cansada	4			
Visão embaçada	5			
Dor de cabeça	6			
11. Você acredita que a iluminação em sua estação de trabalho influencia na existência destes sintomas?				
Nunca	3			
Raramente	8			
Com frequência	5			
Quase sempre	3			
Sempre				
12. Você acredita que a causa de algum destes sintomas esteja ligado a:				
Ofuscamento				3
Reflexão na tela				8
Estação de trabalho mal iluminada				3
Estação de trabalho excessivamente iluminada				2
não sabe				7
MASC	13	25,21,22,22,24,18,22,19,22,22,21,20,22		IM=21,5
FEM	8	24,19,20,21,23,21,20,23		IM=21
MIOPIA	9	42%		
ASTIG	4	19%		
HIPERM	1	1%		
NÃO	8	38%		

<b>Para preenchimento do pesquisador:</b>			
Data:		Horário:	
Local:	CTC		
Estação de trabalho:	A		
Características do céu:			
( ) nublado	(X) claro		
<b>Para preenchimento do pesquisado:</b>			
1. Nome:			
2. Idade:			
3. Sexo:			
4. Possui algum tipo de deficiência visual? Qual?			
<b>QUESTÕES</b>			
1. Qual a alternativa que melhor descreve a atividade que você desempenha neste local?			
digitação			4
leitura na tela			12
uso de programas c/fundo claro			1
uso de programas c/fundo escuro			1
outros			1
2. Você trabalha neste local geralmente em que período(s)?			
( ) manhã	13		
( ) tarde	10		
( ) noite	1		
3. Em que horários você frequentemente trabalha neste local? Assinale quantos quiser.			
( ) 8-10h	7		
( ) 10-12h	12		
( ) 12-14h	3		
( ) 14-16h	6		
( ) 16-18h	8		
( ) depois das 18h	3		
4. Quanto tempo ininterrupto passa em frente ao computador?			
menos de 1h			4
1 a 3h			10
3 a 5h			2
5 a 7h			1
mais de 7h			
5. Você faz intervalos de quanto em quanto tempo?			
30 em 30 min			2
1 em 1 h			3
2 em 2 h			1
mais de 3h			1
não faz intervalos			9
6. Em algum período do dia você percebe que a iluminação na sua estação de trabalho lhe incomoda ou atrapalha?			
entre 8 e 10h			1
entre 10 e 12 h			5
entre 12 e 14h			1

entre 14 e 16h		4	
entre 16 e 18h		2	
depois das 18h		4	
7. Conforme sua resposta a questão anterior, assinale que tipo de iluminação incomoda você?			
natural vinda da janela		4	
natural quando refletida na tela		5	
artificial quando refletida na tela		5	
artificial de tarefa		1	
artificial e natural combinadas		4	
8. Você acha que sua estação de trabalho é:			
mal iluminada		1	
pouca iluminação		3	
bem iluminada		10	
Excessivamente iluminada			
não sabe		3	
9. Em sua estação de trabalho você prefere:			
somente iluminação natural		3	
somente iluminação artificial		5	
iluminação natural e artificial de tarefa		7	
iluminação natural, artificial de fundo e de tarefa		1	
10. Você já apresentou algum dos sintomas mencionados abaixo durante seu horário de trabalho? Assinale quantos quiser.			
Dor nos olhos		6	
Lacrimejamento		3	
Vista cansada		10	
Visão embaçada		2	
Dor de cabeça		7	
11. Você acredita que a iluminação em sua estação de trabalho influencie na existência destes sintomas?			
Nunca		1	
Raramente		5	
Com frequência		8	
Quase sempre		4	
Sempre			
12. Você acredita que a causa de algum destes sintomas esteja ligado a:			
Ofuscamento		3	
Reflexão na tela		3	
Estação de trabalho mal iluminada		2	
Estação de trabalho excessivamente iluminada			
não sabe		9	
MASC	14	22,24,21,23,21,26,23,18,20,23,20,22,20,21	
FEM	4	21,22,22,22	IM=22
MIOPIA	7	39%	
ASTIGM	3	16,50%	
HIPERM			
NÃO	11	61,50%	

