

UNIVERSIDADE FEDERAL DE PELOTAS
Faculdade de Arquitetura e Urbanismo
Programa de Pós-Graduação em Arquitetura e Urbanismo



Dissertação

**O aproveitamento da luz natural em prédios públicos administrativos:
Estudo de caso em prédio da UFPel.**

Vanessa Büttow Signorini

Pelotas, 2015

Vanessa Büttow Signorini

**O aproveitamento da luz natural em prédios públicos administrativos:
Estudo de caso em prédio da UFPel.**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Arquitetura e Urbanismo da Universidade Federal de Pelotas, como requisito parcial à obtenção do título de Mestre em Arquitetura e Urbanismo.

Orientadora: Prof.^a Dr.^a Celina Maria Britto Corrêa

Pelotas, 2015

Universidade Federal de Pelotas / Sistema de Bibliotecas
Catalogação na Publicação

S578a Signorini, Vanessa Büttow

O aproveitamento da luz natural em prédios públicos administrativos : estudo de caso em prédio da UFPel / Vanessa Büttow Signorini ; Celina Maria Britto Corrêa, orientadora. — Pelotas, 2015.

217 f.

Dissertação (Mestrado) — Programa de Pós-Graduação em Arquitetura e Urbanismo, Faculdade de Arquitetura e Urbanismo, Universidade Federal de Pelotas, 2015.

1. Iluminação natural. 2. Conforto visual. 3. Comportamento do usuário. 4. Prédio público administrativo. I. Corrêa, Celina Maria Britto, orient. II. Título.

CDD : 720

Vanessa Büttow Signorini

**O aproveitamento da luz natural em prédios públicos administrativos:
Estudo de caso em prédio da UFPel.**

Dissertação aprovada, como requisito parcial, para obtenção do grau de Mestre em Arquitetura e Urbanismo, Programa de Pós-Graduação em Arquitetura e Urbanismo, Faculdade de Arquitetura e Urbanismo, Universidade Federal de Pelotas.

Data da Defesa: 05 de outubro de 2015.

Banca examinadora:

Prof^a. Dr.^a Celina Maria Britto Correa (Orientadora)
Doutora em Arquitetura pela Universidade Politécnica de Madrid

Prof. Dr. Eduardo Grala da Cunha
Doutor em Arquitetura pela Universidade Federal do Rio Grande do Sul

Prof^a. Dr.^a Isabel Tourinho Salamoni
Doutora em Engenharia Civil pela Universidade Federal de Santa Catarina

Prof^a. Dr.^a Giane de Camos Grigoletti
Doutora em Engenharia Civil pela Universidade Federal do Rio Grande do Sul

Agradecimentos

Primeiramente à Deus, pela vida e pela oportunidade de chegar até aqui.

Aos meus pais, Jorge e Leni, pelo exemplo de esforço e dedicação, por sempre acreditarem em mim, com todo amor e confiança.

Aos meus irmãos, Jaque e Júnior, pelo simples fato de serem quem são, tornar a caminhada mais leve e mais feliz!

Ao meu, mais que amigo e companheiro, Roger, por todo amor, cuidado e paciência ao longo da realização deste trabalho.

Especialmente, à minha orientadora Celina, por todo incentivo, confiança, paciência e capacidade de colocar minhas ideias em ordem ao longo da realização deste trabalho.

Aos professores Eduardo Grala da Cunha, Giane de Campos Grigoletti e Isabel Salamoni por aceitarem a tarefa de examinar a presente dissertação.

A toda equipe do PROGRAU, professores e colegas, por todo conhecimento compartilhado. E também, à sempre prestativa secretária Cris.

A todo pessoal da UFPel, dos setores envolvidos no trabalho, pela presteza com que colaboraram para a realização da pesquisa

Aos incansáveis Ana Paula, Saionara, Denise e Alex, pelo precioso e fundamental apoio nos levantamentos e medições realizadas.

Ao IFSUL, em especial aos professores, amigos e colegas do curso de Edificações, pelo suporte, apoio e torcida pela conclusão deste trabalho.

A todos os amigos que de alguma forma se fizeram presentes durante a realização deste trabalho, em especial às bonitas Helen e Betânia, pela vida extra, aliviando angústias a base de chás, cafés e boas risadas.

Às minhas lindas e amadas afilhadas, Pamela e Olga, por cada sorriso e abraço apertado, me fazendo espairar e me dando energia para prosseguir.

À toda grande família, de perto e de longe, por compreenderem as ausências, e com cada palavra de ânimo me ajudarem a seguir em frente e a não desistir.

Enfim, a todos que, de qualquer modo, contribuíram para a realização deste trabalho.

Muito obrigada!

*"Para mim, o estudo da iluminação é valioso pelo potencial
que tem de fazer diferença na vida das pessoas."*

Peter Boyce

Resumo

SIGNORINI, Büttow Vanessa. **O aproveitamento da luz natural em prédios públicos administrativos**: estudo de caso em prédio da UFPEL. 2014. Mestrado em Arquitetura e Urbanismo - Programa de Pós-Graduação em Arquitetura e Urbanismo, Universidade Federal de Pelotas, Pelotas, 2015.

A luz é elemento fundamental para o desempenho das mais variadas atividades humanas. Nos ambientes de trabalho é um fator que interfere na capacidade de realização de tarefas, na produtividade, e até mesmo na saúde das pessoas. O uso adequado da iluminação natural, especialmente em edificações de uso diurno, pode contribuir significativamente para a redução do consumo de energia elétrica, melhoria do conforto visual e bem-estar dos ocupantes. Neste sentido, a presente pesquisa tem como objetivo avaliar o aproveitamento da luz natural em salas de trabalho de prédio administrativo da Universidade Federal de Pelotas, de modo a sugerir recomendações que possibilitem melhorias relacionadas ao conforto visual, ao incremento do uso da luz natural no interior dos espaços e à eficiência energética da edificação. As salas localizam-se no bloco administrativo do Edifício Delfim Mendes Silveira, situado no campus Porto da UFPel, em prédio histórico do antigo frigorífico Anglo. O estudo envolve a análise de variáveis de iluminação, tais como iluminância, luminância, refletância, uniformidade, contribuição da iluminação natural (CIN), contraste e ofuscamento; variáveis arquitetônicas relativas às características físicas das salas, *layout*, mobiliário e materiais de acabamento; e, variáveis de comportamento e percepção do usuário, analisadas em datas próximas ao solstícios de inverno e verão, nas condições de céu claro e céu encoberto. O processo de investigação constitui-se de levantamento físico, lumínico, observações, entrevistas e análise da eficiência energética do sistema de iluminação. Os dados lumínicos encontrados foram avaliados segundo recomendações e parâmetros normativos, e foram cruzados com os comportamentos de uso observados e as respostas perceptivas manifestadas pelos usuários. Os resultados demonstraram que a efetividade do aproveitamento da iluminação natural ocorre em uma faixa correspondente a 1,5 vezes a altura da parte superior das janelas; que a integração entre a iluminação natural e o sistema artificial são fundamentais para que os níveis de iluminância mantida sejam alcançados e se obtenha maior uniformidade, melhora nos padrões de conforto visual e economia de energia; e que a interação do usuário com os dispositivos de controle das condições lumínicas está associada à percepção de desconforto visual, interferindo diretamente no potencial de aproveitamento da luz natural no interior dos espaços.

Palavras-chave: iluminação natural; conforto visual; comportamento do usuário; prédio público administrativo

Abstract

SIGNORINI, Büttow Vanessa. **The use of natural light in public administrative buildings:** case study in an administrative building at UFPEL. 2015. Master's degree in Architecture and Urbanism - Post-graduation program in Architecture and Urbanism , Pelotas Federal University (UFPEL), Pelotas, 2015.

Light is an essential element for the development of several human activities. At work environments, it is an element that interferes with task performance, productivity and people's health. The adequate use of natural light, especially in daytime use buildings, can contribute significantly for the reduction of electric energy consumption, visual comfort improvement and occupants well-being. Thus, the present study aims at evaluating the use of natural light in work rooms of an administrative building at Pelotas Federal University, in order to suggest recommendations to improve visual comfort and energy efficiency. The referred rooms are in the administrative block of Delfim Mendes Silveira, a building located at Porto university campus at UFPEL, in a historic building of a former cold store named Anglo. The study involves the analysis of light variables such as illuminance, luminance, daylight factor (DF), uniformity, glare and contrast; architectural variables related to the physical characteristics of the rooms, layout, furniture and finishing materials; and users' behavior and perception variables, analyzed in dates close to winter and summer solstices, in clear and cloudy sky conditions. The process of investigation consists of physical mapping, light condition measurements, observations, interviews and analysis of the energy efficiency of the light system. The data found were evaluated in accordance with recommendations and normative parameters and were cross-checked with data about use behaviors and user perceptions. The results have showed that the best effectiveness of daylight use happens in a range of 1,5 times the height of a window upper part, the integration between daylight and artificial systems is fundamental in order to reach adequate levels of illuminance and obtain more uniformity, improve visual comfort patterns and save energy, and, that the interaction of users with light condition control devices is associated with their perception of visual discomfort and interferes directly in the potential use of natural light indoors.

Key-words: daylight; visual comfort; users behavior; public administrative building

Lista de Figuras

Figura 1 - Imagem aérea da cidade de Pelotas com a localização do Campus Porto da UFPel.....	22
Figura 2 - Imagem aérea da campus Porto da UFPel com ampliação do Edifício Delfim Mendes Silveira.	23
Figura 3 - Fotos do prédio objeto de estudo, fachada Norte.	23
Figura 4 - Proporções máximas entre luminâncias das diversas superfícies para estações de trabalho com computadores. Fonte: IESNA, 2000 <i>apud</i> NOGUCHI, 2003	34
Figura 5 - Diagrama das relações entre luz, visão e comportamento. Fonte: adaptado de PEREIRA, 2007.....	42
Figura 6 - Qualidade de iluminação: a integração do bem-estar individual, arquitetura e economia. Fonte: adaptado de Veicht, 2001, p.19.....	44
Figura 7 - <i>Desktop polling station</i> . Fonte: KONIS (2011, p. 117).....	53
Figura 8- Esquema resumo do método de pesquisa.....	60
Figura 9 - Imagens com marcação das janelas correspondentes às salas objetos de estudo.	62
Figura 10 - Planta Baixa do 2º pavimento do prédio com a localização dos espaços EA 01 e EA 02.....	62
Figura 11 - Ficha de caracterização do espaço físico EA 01.....	66
Figura 12 - Ficha de caracterização do espaço físico EA 02.....	69
Figura 13 - Esquema síntese das condições lumínicas avaliadas e os respectivos instrumentos e parâmetros de análise de cada variável.	70
Figura 14 - Plantas com a marcação dos pontos de medição nas salas EA 01 e EA 02 e pontos externos junto a cada fachada.....	72
Figura 15 - Fotos dos luxímetros em pontos de medições, durante o levantamento de luminâncias.....	73
Figura 16 - Escala de luminâncias (lux).....	73
Figura 17 - Imagens dos pontos de medição externos junto à fachada leste - EA 01 (a) e fachada norte - EA 02 (b), e o luxímetro sobre a base de medição (c).....	75
Figura 18 - Fotos durante a realização de um dos levantamentos de luminâncias...	76
Figura 19 - Tipos de uso das persianas identificados nos espaços.	79

Figura 20 - Câmeras GoPro instaladas para o registro de fotografias sequenciais nos EA 01 e EA 02, respectivamente.....	80
Figura 21 - Fotografias das condições de céu obtidas ao longo do dia 24/06/2014 - condição ICE.....	86
Figura 22 - Fotografias das condições de céu obtidas ao longo do dia 02/07/2014 - condição ICC.....	86
Figura 23 - Fotografias do céu obtidas ao longo do dia 12/12/2014 - condição VCE.	86
Figura 24 - Fotografias do céu obtidas ao longo do dia 19/12/2014 - condição VCC.	86
Figura 25 - Planta baixa - EA 01 - distribuição das iluminâncias nas condições de inverno, céu encoberto e luz natural - ICE/LN.....	88
Figura 26 - Planta baixa - EA 01 - distribuição das iluminâncias nas condições de inverno, céu encoberto e iluminação configurada pelo usuário - ICE/IU	88
Figura 27 - Planta baixa - EA 01 - distribuição das iluminâncias nas condições de inverno, céu claro e luz natural - ICC/LN.....	89
Figura 28 - Planta baixa - EA 01 - distribuição das iluminâncias nas condições de inverno, céu claro e iluminação configurada pelo usuário - ICC/IU	89
Figura 29 - Planta baixa - EA 01 - distribuição das iluminâncias nas condições de verão, céu encoberto e luz natural - VCE/LN	91
Figura 30 - Planta baixa - EA 01 - distribuição das iluminâncias nas condições de verão, céu encoberto e iluminação configurada pelo usuário - VCE/IU	91
Figura 31 - Planta baixa - EA 01 - distribuição das iluminâncias nas condições de verão, céu claro e luz natural - VCC/LN	92
Figura 32 - Planta baixa - EA 01 - distribuição das iluminâncias nas condições de verão, céu claro e iluminação configurada pelo usuário - VCC/IU	92
Figura 33 - Gráficos de iluminância média no EA 01, apenas com a luz natural, e na configuração do usuário.	94
Figura 34 - Plantas baixas - EA 02 - distribuição das iluminâncias nas condições de inverno, céu encoberto e luz natural - ICE/LN.....	96
Figura 35 - Planta baixa - EA 02 - distribuição das iluminâncias nas condições de inverno, céu encoberto e iluminação configurada pelo usuário - ICE/IU	96
Figura 36 - Planta baixa - EA 02 - distribuição das iluminâncias nas condições de inverno, céu claro e luz natural - ICC/LN.....	97

Figura 37 - Planta baixa - EA 02 - distribuição das iluminâncias nas condições de inverno, céu claro e iluminação configurada pelo usuário - ICC/IU	97
Figura 38 - Planta baixa - EA 02 - distribuição das iluminâncias nas condições de verão, céu encoberto e luz natural - VCE/LN	99
Figura 39 - Planta baixa - EA 02 - distribuição das iluminâncias nas condições de verão, céu encoberto e iluminação configurada pelo usuário - VCE/IU	99
Figura 40 - Planta baixa - EA 02 - distribuição das iluminâncias nas condições de verão, céu claro e luz natural - VCC/LN	100
Figura 41 - Planta baixa - EA 02 - distribuição das iluminâncias nas condições de verão, céu claro e iluminação configurada pelo usuário - VCC/IU	100
Figura 42 - Gráficos de iluminância média no EA 02, apenas com a luz natural, e na configuração do usuário.	103
Figura 43 - Fotografia sequencial, intervalo de 2 horas, nas condições de inverno com céu encoberto (ICE) no EA 01.....	129
Figura 44 - Fotografia sequencial, intervalo de 2 horas, nas condições de inverno com céu claro (ICC) no EA 01.....	130
Figura 45 - Fotografia sequencial, intervalo de 2 horas, nas condições de verão com céu encoberto (VCE) no EA 01.	131
Figura 46 - Fotografia sequencial, intervalo de 2 horas, nas condições de verão com céu claro (VCC) no EA 01.	132
Figura 47 - Planta EA 01 com divisão dos circuitos de controle de acionamento das luminárias.	134
Figura 48 - Fotografia sequencial, intervalo de 2 horas, nas condições de inverno com céu encoberto (ICE) no EA 02.....	138
Figura 49 - Fotografia sequencial, intervalo de 2 horas, nas condições de inverno com céu claro (ICC) no EA 02. * último registro da câmera que por falha na alimentação de energia parou de funcionar.	139
Figura 50 - Fotografia sequencial, intervalo de 2 horas, nas condições de verão com céu encoberto (VCE) no EA 02.	140
Figura 51 - Fotografia sequencial, intervalo de 2 horas, nas condições de verão com céu claro (VCC) no EA 02.	141
Figura 52 - Planta EA 02 com divisão dos circuitos e controles de acionamento das luminárias.	144
Figura 53 - Perfil dos usuários do espaço administrativo 01 - EA 01.	147

Figura 54 - Gráfico de faixa de tempo gasto com cada tipo de atividade realizada.	148
Figura 55 - Gráfico de Percepção do usuário do EA 01 com relação à quantidade de luz no ambiente.	149
Figura 56 - Gráfico de Percepção do usuário do EA 01 com relação à quantidade de luz para realização das tarefas.	149
Figura 57 - Percepção das cores do ambiente EA 01.	150
Figura 58 - Gráfico de nível de conforto lumínico no EA 01.	152
Figura 59 - Gráficos de ocorrência de desconforto visual no EA 01.	152
Figura 60 - Percepção do desconforto causado pela luz natural no EA 01.	154
Figura 61 - Frequência e facilidade de manuseio das persianas no EA 01.	155
Figura 62 - Ajuste pessoal para a redução do desconforto na própria bancada de trabalho - EA 01.	156
Figura 63 - Perfil dos usuários do espaço administrativo 02 - EA 02.	161
Figura 64 - Gráfico de faixa de tempo gasto com cada tipo de atividade realizada no EA 02.	162
Figura 65 - Gráfico de Percepção do usuário do EA 02 com relação à quantidade de luz no ambiente.	163
Figura 66 - Gráfico de Percepção do usuário do EA 02 com relação à quantidade de luz para realização das tarefas.	163
Figura 67 - Percepção das cores do ambiente EA 02.	164
Figura 68 - Gráfico de nível de conforto lumínico no EA 02.	165
Figura 69 - Gráficos de ocorrência de desconforto visual no EA 02.	165
Figura 70 - Percepção do desconforto causado pela luz natural no EA 01.	167
Figura 71 - Frequência e facilidade de manuseio das persianas no EA 02.	169
Figura 72 - Ajuste pessoal para a redução do desconforto na própria bancada de trabalho - EA 02.	169
Figura 73 - Fotos dos modelos de luminária e reator presentes no sistema de iluminação das salas.	175

Lista de Tabelas

Tabela 1 - Especificação da iluminância, limitação de ofuscamento e qualidade de reprodução de cor para a atividade de escritórios.	31
Tabela 2 - Especificações de iluminância mantida das áreas do entorno.....	31
Tabela 3 - Comparativo de faixas de refletâncias recomendadas pela NBR ISO/CIE 8995-1 (2013) e IESNA (2000).....	33
Tabela 4 - Relação de luminância máxima recomendada para escritórios com computador..	34
Tabela 5 - Limite máximo aceitável de densidade de potência de iluminação (DPI _L) para o nível de eficiência pretendido – Método da área da edificação	40
Tabela 6 - Limite máximo aceitável de densidade de potência de iluminação (DPI _L) para o nível de eficiência pretendido – Método das atividades do edifício	40
Tabela 7 - Pré-requisitos específicos para o sistema de iluminação - RTQ-C.	40
Tabela 8 - Resumo dos principais parâmetros utilizados na produção acadêmica referencial.....	56
Tabela 9 - Cruzamento das condições contempladas no levantamento das iluminâncias.....	71
Tabela 10 - Informações de uso dos espaços obtida através da observação casual.	78
Tabela 11 - Distribuição das observações do comportamento do usuário através da <i>time lapse</i>	81
Tabela 12 - Síntese dos períodos com maior potencial de aproveitamento da luz natural, devido aos valores de iluminância, no EA 01.	94
Tabela 13 - Síntese dos períodos com maior potencial de aproveitamento da luz natural, devido aos valores de iluminância, no EA 02.	102
Tabela 14 - Valores de uniformidade de iluminâncias - EA 01 - ICE/LN - ICE/IU....	105
Tabela 15 - Valores de uniformidade de iluminâncias - EA 01 - ICC/LN - ICC/U	105
Tabela 16 - Valores de uniformidade de iluminâncias - EA 01 - VCE/LN - VCE/IU.	106
Tabela 17 - Valores de uniformidade de iluminâncias - EA 01 - VCC/LN - VCC/IU	107
Tabela 18 - Valores de uniformidade de iluminâncias - EA 02 - ICE/LN - ICE/IU....	108
Tabela 19 - Valores de uniformidade de iluminâncias - EA 02 - ICC/LN - ICC/IU ...	109

Tabela 20 - Valores de uniformidade de iluminâncias - EA 02 - VCE/LN - VCE/IU.	110
Tabela 21 - Valores de uniformidade de iluminâncias - EA 02 - VCC/LN - VCC/IU	111
Tabela 22 - Valores de iluminância e CIN no EA 01 - ICE.	113
Tabela 23 - Valores de iluminância e CIN no EA 01 - VCE.	114
Tabela 24 - Valores de iluminância e CIN no EA 02 - ICE.	116
Tabela 25 - Valores de iluminância e CIN no EA 02 - VCE.	117
Tabela 26 - Valores de refletâncias encontrados no interior das salas EA 01 e EA 02.	119
Tabela 27 - Contrastes encontrados nas estações de trabalho do EA 01.	121
Tabela 28 - Contrastes encontrados nas estações de trabalho do EA 02.	122
Tabela 29 - Valores de luminância média nas superfícies da sala EA 01.	125
Tabela 30 - Valores de luminância média nas superfícies da sala EA 02.	126
Tabela 31 - Comportamentos observados quanto à utilização das persianas no EA 01.	133
Tabela 32 - Observação quanto ao acionamento do sistema de iluminação artificial no EA 01.	134
Tabela 33 - Comportamentos observados quanto à relação usuário computador no EA 01.	136
Tabela 34 - Relação entre os ajustes na posição do monitor e as variáveis analisadas no EA 01.	136
Tabela 35 - Comportamentos observados quanto à utilização das persianas no EA 02.	142
Tabela 36 - Observação quanto ao acionamento do sistema de iluminação artificial no EA 02.	143
Tabela 37 - Comportamentos observados quanto à relação usuário computador no EA 02.	144
Tabela 38 - Relação entre os ajustes na posição do monitor e as variáveis analisadas no EA 02.	145
Tabela 39 - Trechos das entrevistas que apresentam a percepção dos usuário do EA 01 quanto à iluminação do ambiente.	150
Tabela 40 - Trechos das entrevistas acerca da percepção dos usuário quanto às cores do ambiente no EA 01.	151
Tabela 41 - Verificação da ocorrência de fatores causadores de desconforto visual, no EA 01.	153

Tabela 42 - Trechos das entrevistas acerca da percepção dos usuário do EA 01 quanto ao conforto visual.	153
Tabela 43 - Trechos das entrevistas que apresentam a percepção dos usuário quanto à aspectos da luz natural no ambiente de trabalho do EA 01.....	155
Tabela 44 - Relação entre percepção de conforto visual e realização de ajustes para redução de desconforto, no EA 01.	158
Tabela 46 - Contato visual com o exterior no EA 01.	159
Tabela 47 - Trechos das entrevistas que apresentam a percepção dos usuário quanto à importância e efetividade do contato visual com o exterior no ambiente de trabalho - EA 01.....	159
Tabela 48 - Trechos das entrevistas relacionados à proposição de melhorias na iluminação do ambiente - EA 01.....	160
Tabela 49 - Trechos das entrevistas acerca da percepção dos usuário quanto às cores do ambiente no EA 01.	164
Tabela 50 - Verificação da ocorrência de fatores causadores de desconforto visual, no EA 02.....	166
Tabela 51 - Trechos das entrevistas acerca da percepção dos usuário do EA 01 quanto ao conforto visual.	166
Tabela 52 - Trechos das entrevistas que apresentam a percepção dos usuário quanto à aspectos da luz natural no ambiente de trabalho do EA 02.....	168
Tabela 52 - Relação entre percepção de desconforto lumínico e realização de ajustes para redução de desconforto, no EA 02.....	170
Tabela 53 - Contato visual com o exterior no EA 02.	171
Tabela 55 - Trechos das entrevistas que apresentam a percepção dos usuário quanto à importância e efetividade do contato visual com o exterior no ambiente de trabalho - EA 02.....	171
Tabela 56 - Trechos das entrevistas relacionados à proposição de melhorias na iluminação do ambiente - EA 01.....	172
Tabela 57 - Densidade de potência de iluminação instalada no EA 01.....	175
Tabela 58 - Densidade de potência de iluminação instalada no EA 02.....	175
Tabela 58 - Síntese da verificação do atendimento dos pré-requisitos e classificação final dos ambientes.	176

Lista de Abreviaturas e Siglas

ABNT	Associação Brasileira de Normas Técnicas
AT	Aproximação/afastamento da tela do computador
CIE	<i>Commission Internationale de l'Eclairage</i>
FLD	Fator de luz do Dia
GT	Giro na tela do computador
ICC	Inverno Céu Claro
ICE	Inverno Céu Encoberto
IESNA	<i>Illuminating Engineering Society Of North America</i>
ISO	<i>International Standard Organization</i>
IU	Iluminação configurada pelo Usuário
LabCEE	Laboratório de Conforto e Eficiência Energética
LD	Lâmpadas desligadas
LL	Lâmpadas ligadas
LN	Luz Natural
LR	Persianas com lâminas rotacionadas
NBR	Norma Brasileira Regulamentadora
PR	Persianas parcialmente recolhidas
RTQ-C	Regulamento Técnico da Qualidade para o Nível de Eficiência Energética de Edifícios Comerciais, de Serviços e Públicos
TA	Persianas totalmente abertas
TF	Persianas totalmente fechadas
U	Uniformidade
UFPeI	Universidade Federal de Pelotas
VCC	Verão Céu Claro
VCE	Verão Céu Encoberto
VDT	<i>Visual Display Terminals</i>

Sumário

1	Introdução.....	17
1.1	Objetivos.....	20
1.1.1	Objetivo Geral.....	20
1.1.2	Objetivos específicos.....	21
1.2	Objeto da Pesquisa.....	21
1.3	Estrutura da dissertação	24
2	Revisão Bibliográfica.....	25
2.1	Aspectos da Luz.....	25
2.2	Aspectos da arquitetura	28
2.2.1	Iluminação natural através de aberturas laterais	28
2.2.2	Iluminação em ambientes de escritórios.....	30
2.2.2.1	Iluminância.....	30
2.2.2.2	Uniformidade.....	32
2.2.2.3	Refletância das superfícies	32
2.2.2.4	Luminância.....	33
2.2.2.5	Contraste.....	34
2.2.2.6	Ofuscamento.....	35
2.2.3	Luz natural e Eficiência Energética na Arquitetura	37
2.2.3.1	Contribuição da iluminação natural	37
2.2.3.2	RTQ-C.....	38
2.3	Aspectos do usuário.....	41
2.3.1	Conforto Visual	43
2.3.2	Avaliação Pós-Ocupação	44
2.3.2.1	Referencial teórico sobre métodos e técnicas de pesquisa em APO	45
2.3.2.1.1	Observação do comportamento do usuário	45
2.3.2.1.1.1	Fotografia sequencial - <i>time lapse</i>	46
2.3.2.1.2	Entrevistas	47
2.4	Produção Acadêmica Referencial	47
3	Método de Pesquisa	59
3.1	Definição do objeto de estudo.....	61
3.2	Levantamento Físico.....	62
3.3	Medições das condições lumínicas dos espaços.....	69
3.3.1	Iluminância	70
3.3.2	Uniformidade	73

3.3.3	Contribuição da luz natural	74
3.3.4	Refletância.....	75
3.3.5	Luminância	76
3.3.6	Contraste	77
3.3.7	Ofuscamento	77
3.4	Percepção e comportamento do usuário	77
3.4.1	Observação do comportamento do usuário.....	77
3.4.2	Entrevistas - percepção do usuário	82
3.5	Avaliação da eficiência energética do sistema de iluminação.....	83
4	Resultados e discussão	85
4.1	Condições lumínicas dos espaços.....	85
4.1.1	Iluminância	86
4.1.1.1	Iluminâncias no EA 01	87
4.1.1.2	Iluminâncias no EA 02	95
4.1.1.3	Análise conjunta sobre a iluminância nos espaços EA 01 e EA 02.....	103
4.1.2	Uniformidade	104
4.1.2.1	Resultados obtidos no EA 01	104
4.1.2.2	Resultados obtidos no EA 02	108
4.1.2.3	Análise conjunta sobre a uniformidade nos espaços EA 01 e EA 02.....	112
4.1.3	Contribuição da iluminação natural (CIN)	112
4.1.3.1	Resultados obtidos no EA 01	112
4.1.3.2	Resultados obtidos no EA 02	114
4.1.3.3	Análise conjunta sobre CIN nos espaços EA 01 e EA 02	118
4.1.4	Refletâncias.....	118
4.1.5	Luminância	119
4.1.5.1	Contraste.....	119
4.1.5.1.1	Contrastes no EA 01.....	120
4.1.5.1.2	Contrastes no EA 02.....	121
4.1.5.1.3	Análise conjunta sobre contrastes nos espaços EA 01 e EA 02.....	123
4.1.5.2	Ofuscamento.....	124
4.1.5.2.1	Ofuscamento no EA 01.....	124
4.1.5.2.2	Ofuscamento no EA 02.....	126
4.1.5.2.3	Análise conjunta sobre o ofuscamento nos espaços EA 01 e EA 02.....	127
4.2	Comportamento e percepção do usuário	128

4.2.1	Comportamento do Usuário.....	128
4.2.1.1	Análise do comportamento do Usuário no EA 01.....	128
4.2.1.2	Análise do comportamento do Usuário no EA 02.....	137
4.2.1.3	Análise conjunta sobre o comportamento do usuário nos espaços EA 01 e EA 02	146
4.2.2	Percepção do Usuário	146
4.2.2.1	Percepção do usuário no EA 01.....	147
4.2.2.1.1	Perfil dos usuários do EA 01.....	147
4.2.2.1.2	Percepção quanto aos níveis de iluminação no EA 01.....	148
4.2.2.1.3	Percepção quanto ao conforto visual no EA 01.	151
4.2.2.1.4	Percepção quanto à necessidade de modificações/melhorias na iluminação do EA 01	160
4.2.2.2	Percepção do Usuário no EA 02.	161
4.2.2.2.1	Perfil dos usuários no EA 02.....	161
4.2.2.2.2	Percepção quanto aos níveis de iluminação no EA 02.....	162
4.2.2.2.3	Percepção quanto ao conforto visual no EA 02.	164
4.2.2.2.4	Percepção quanto à necessidade de modificações e melhorias na iluminação do EA 02	172
4.2.2.3	Análise conjunta sobre a percepção dos usuários nos espaços EA 01 e EA 02.....	173
4.3	Avaliação da eficiência energética do sistema de iluminação.....	174
5	Conclusões	178
5.1	Sobre as condições lumínicas dos espaços	178
5.2	Sobre o aproveitamento da luz natural	180
5.3	Sobre o comportamento e a percepção dos usuários.....	180
5.4	Proposição de melhorias.....	182
5.5	Limitações da pesquisa.....	183
5.6	Sugestões para trabalhos futuros	183
	Apêndices.....	191
	Anexos	217

1 Introdução

A arquitetura, entendida como fruto de um contexto social, econômico, político, cultural, tecnológico e geo-climático de uma sociedade, desde seus primórdios, é responsável pela relação complexa do homem com seu meio, e, manipulando as variáveis do meio externo, busca dar a seu usuário as melhores condições de conforto e habitabilidade (GONÇALVES; VIANNA; MOURA, 2011).

A função dos espaços construídos ultrapassa o caráter de abrigo e do simples atendimento às necessidades humanas relativas à moradia, trabalho ou lazer. Os espaços constituem-se como uma extensão do cotidiano, da própria vida do homem, inclusive no que tange aos aspectos ambientais e de restrições energéticas, tornando-se imprescindível a busca por soluções mais sustentáveis que proporcionem redução do consumo de energia e maior eficiência das edificações.

O conceito de eficiência energética em uma edificação relaciona-se à obtenção de melhores padrões de conforto ambiental com menor consumo de energia. O conforto ambiental, entendido como uma sensação de bem estar do ser humano com o meio que o circunda, pode ser traduzido pela interpretação do corpo a estímulos físicos - geralmente de caráter objetivo e facilmente mensuráveis, tais como quantidade de luz, nível de ruído, umidade relativa, ventos; respostas fisiológicas; e sensações de caráter subjetivo - normalmente de difícil avaliação, relacionadas a aspectos de cultura, idade, sexo, personalidade, experiências pessoais, entre outros (GONÇALVES; VIANNA; MOURA, 2011).

Dentre os fatores que interferem diretamente nos padrões de conforto térmico e visual destaca-se a radiação solar, principal fonte de energia para o planeta, tanto como fonte de calor quanto como fonte de luz, elemento primordial para a eficiência energética das edificações. Através da arquitetura, a partir de premissas básicas de conforto térmico, visual e economia de energia, é possível aproveitar ou evitar a luz e o calor solar nos ambientes. (LAMBERTS; DUTRA; PEREIRA, 2014).

O uso otimizado da iluminação natural em edificações pode contribuir significativamente para a redução do consumo de energia elétrica, melhoria do conforto visual e bem-estar dos ocupantes. A luz natural enquanto elemento de projeto pode valorizar aspectos estéticos e qualitativos da edificação, devendo ser analisada segundo o desempenho de seus atributos, suas características físicas, e sua interação com o ambiente (ROBBINS, 1986).

Nos ambientes de trabalho, a iluminação natural traz grandes vantagens para seus usuários, tais como a conservação de energia, o contato com o exterior, a variação de iluminação, a qualidade da luz e os benefícios psicológicos e fisiológicos de um ambiente mais agradável. A atual busca por melhores padrões de eficiência energética e conforto visual nos espaços interiores tem resgatado o desenvolvimento de pesquisas que visem a promoção de boas práticas no projeto de iluminação natural.

As características do clima brasileiro permitem que a luz do dia possa ser utilizada com eficiência, sem necessidade de complementação pela iluminação artificial durante 70% do expediente diurno anual (SCARAZZATO; LABAKI; CARAM, 2002). Porém, a simples presença de iluminação natural, ou a possibilidade de obtê-la, em uma edificação não é sinônimo de eficiência energética ou conforto visual. É comum a realidade de edifícios dotados de amplas aberturas, ou painéis envidraçados, não conseguirem fazer um aproveitamento eficiente da iluminação natural, passando várias horas do dia com janelas fechadas e utilizando-se de luz artificial.

No Brasil, a iluminação artificial está entre os maiores usos finais da energia em edifícios comerciais e públicos, correspondendo a 22% do total do consumo de energia em edifícios comerciais e 23% em edifícios públicos (Eletrobrás, 2009). O que demonstra o alto potencial de economia a ser gerado no setor, especialmente devido ao horário de funcionamento dessas edificações, se fosse empregadas soluções que possibilitassem o uso eficiente da iluminação natural de modo a maximizar suas vantagens e reduzir suas desvantagens.

Segundo Konis (2013), as modificações pós-ocupação realizadas pelos usuários em um ambiente, tais como posicionamento e frequência de uso de dispositivos de sombreamento internos, modificações informais no *layout* do espaço e equipamentos de trabalho, acionamento e manipulação do sistema de iluminação artificial, tem o potencial de interferir significativamente no aproveitamento da luz natural no interior da edificação e no contato visual com o exterior, sendo fundamental que a avaliação do desempenho da iluminação natural inclua estudos de edifícios em uso para que se possa explicar modificações temporárias e ou permanentes que possam retroalimentar o processo de projeto visando melhorias nas concepções do eficiente aproveitamento da luz natural.

Para Martau (2009), o grande desafio no desenvolvimento dos projetos é o atendimento às exigências psicológicas e, principalmente, fisiológicas, não contempladas nas normas técnicas. A qualidade em iluminação é um conceito complexo e atualmente as diretrizes sugerem soluções baseadas em uma abordagem que envolve tanto conceitos de conforto visual, de composição arquitetônica, como as possíveis relações perceptivas entre usuários e a luz. No entanto ainda são poucas e recentes as pesquisas que abordam de maneira integrada esses aspectos.

Conforme Konis (2014) estudos e pesquisas focados no uso da iluminação natural como estratégia para minimizar o consumo energético em edifícios de escritórios são principalmente derivados de estudos através de simulações, ou de parâmetros numéricos de condições lumínicas, que pressupõe teoricamente condições de conforto visual e controle de dispositivos de sombreamento. Para que a iluminação natural possa ser considerada uma fonte potencial à economia de energia nas edificações, torna-se essencial monitorar o desempenho da iluminação natural em casos reais.

Um dos objetivos centrais do uso da luz natural é fornecer um nível suficiente de iluminação diurna para o interior da edificação e possibilitar a conexão visual para o exterior, sem causar desconforto visual. Desta forma, é fundamental para a avaliação do desempenho da iluminação natural, uma análise que leve em consideração o sujeito, como este sente, percebe, utiliza e interfere no desempenho do ambiente que ocupa. Sabe-se que as percepções são subjetivas a cada sujeito, porém a ocupação, o uso dos espaços e a construção de lugares pelos indivíduos se fazem a partir de certas constantes que permitem admitir recorrências comuns que podem ser compreendidas através do estudo da percepção ambiental (AZEVEDO, *apud* RITTER, 2013).

Diante do contexto exposto, que evidencia a importância do uso da luz natural, tanto para a economia de energia das edificações, como para o bem estar dos usuários, mas que também demonstra que, mesmo em prédios com potencial de aproveitamento da luz natural, isto, por vezes, não ocorre devido a questões ligadas à ocupação e uso dos espaços que necessitam ser melhor estudadas, o problema que fundamenta esta pesquisa centra-se em questões que buscam elucidar os fatores efetivamente intervenientes no aproveitamento da luz natural em prédios de uso público administrativo.

Neste sentido, são colocados alguns questionamentos que embasam a abordagem desta pesquisa, tais como: como são as condições lumínicas de uso dos espaços? Como os usuários percebem a iluminação do ambiente? Como os usuários interagem com o meio e controlam as condições lumínicas? Como se dá o aproveitamento da luz natural no interior dos espaços? O que pode ser feito para incrementar o uso da luz natural e reduzir o consumo de energia com iluminação? Assim, este estudo busca aproximar-se ao máximo da realidade vivenciada nos espaços, através de uma abordagem que envolve os diversos fatores que intervêm na relação arquitetura x iluminação x usuário, analisando-se aspectos técnico-formais do ambiente, como a caracterização dos materiais de acabamento, as propriedades da luz e dos sistemas de iluminação e aspectos perceptivos e comportamentais da interação entre os usuários e o meio.

Desta forma, a realização da presente pesquisa toma o usuário como principal referência na relação ambiente x comportamento, e busca, através de um estudo de caso em duas salas administrativas do Edifício Delfim Mendes Silveira, campus Porto, da Universidade Federal de Pelotas, avaliar o aproveitamento da luz natural no interior dos espaços administrativos de uso institucional. Espera-se que os resultados apresentados nesta pesquisa possam contribuir para futuros estudos, de modo a embasar ou estender as avaliações realizadas em outras edificações de mesmo uso.

1.1 Objetivos

1.1.1 Objetivo Geral

Analisar o aproveitamento da luz natural, em salas de trabalho de prédio administrativo da Universidade Federal de Pelotas, de modo a sugerir recomendações que possibilitem melhorias relacionadas ao conforto visual, aproveitamento da luz natural e eficiência energética da edificação.

1.1.2 Objetivos específicos

- conhecer a disponibilidade de iluminação natural nas salas do prédio objeto de estudo;
- Investigar fatores que podem ser determinantes para o possível aproveitamento, da iluminação natural nos espaços administrativos;
- Identificar possíveis padrões de comportamento dos usuários que possam ser determinantes ao aproveitamento da luz natural nos espaços de trabalho;
- Sugerir melhorias que possibilitem o eficiente aproveitamento da luz natural, bem como melhora no conforto visual e desempenho energético da edificação.

1.2 Objeto da Pesquisa

O principal campus da Universidade Federal de Pelotas, denominado campus Porto, situa-se atualmente nas antigas instalações do desativado Frigorífico Anglo, localizado na zona portuária da cidade de Pelotas (figura 1 - imagem aérea da cidade de pelotas com a localização do campus porto da ufpe).
fonte:).

Pelotas está localizada no extremo sul do Brasil, entre as latitudes 31° e 32° Sul, Longitude 52° 20' Oeste, à 13 metros do nível do mar, na Encosta do Sudeste, às margens do canal São Gonçalo, que liga as lagoas dos Patos e Mirim, as maiores do Brasil. Esta localização tem importantes reflexos sobre aspectos físicos, climatológicos e econômicos do município.

Distante cerca de 60 km do Oceano Atlântico apresenta um clima subtropical úmido (mesotérmico), com inverno frio e verão quente, e sua proximidade com o mar resulta em elevada umidade atmosférica (80%) e densos nevoeiros que encobrem o sol em quase metade dos dias do ano. Conforme as médias históricas da Estação Agroclimatológica EMBRAPA/ETB – Campus da UFPel, Pelotas apresenta média de temperatura anual de 17,8°C, com 8 meses do ano com temperatura média inferior a 20°C, sendo a temperatura média em torno de 13°C no inverno e 23°C no verão. A precipitação das chuvas ocorre de forma regular ao longo do ano, e a precipitação anual fica em torno de 1.360mm. A média anual da radiação solar global é de 344,8 cal.cm⁻².dia⁻¹, com 2.354 horas de insolação durante o ano, sendo que a maior insolação ocorre nos meses de dezembro e janeiro, com aproximadamente 265

horas de sol, e a menor acontece em junho e julho, com uma insolação em torno de 150 horas de sol.

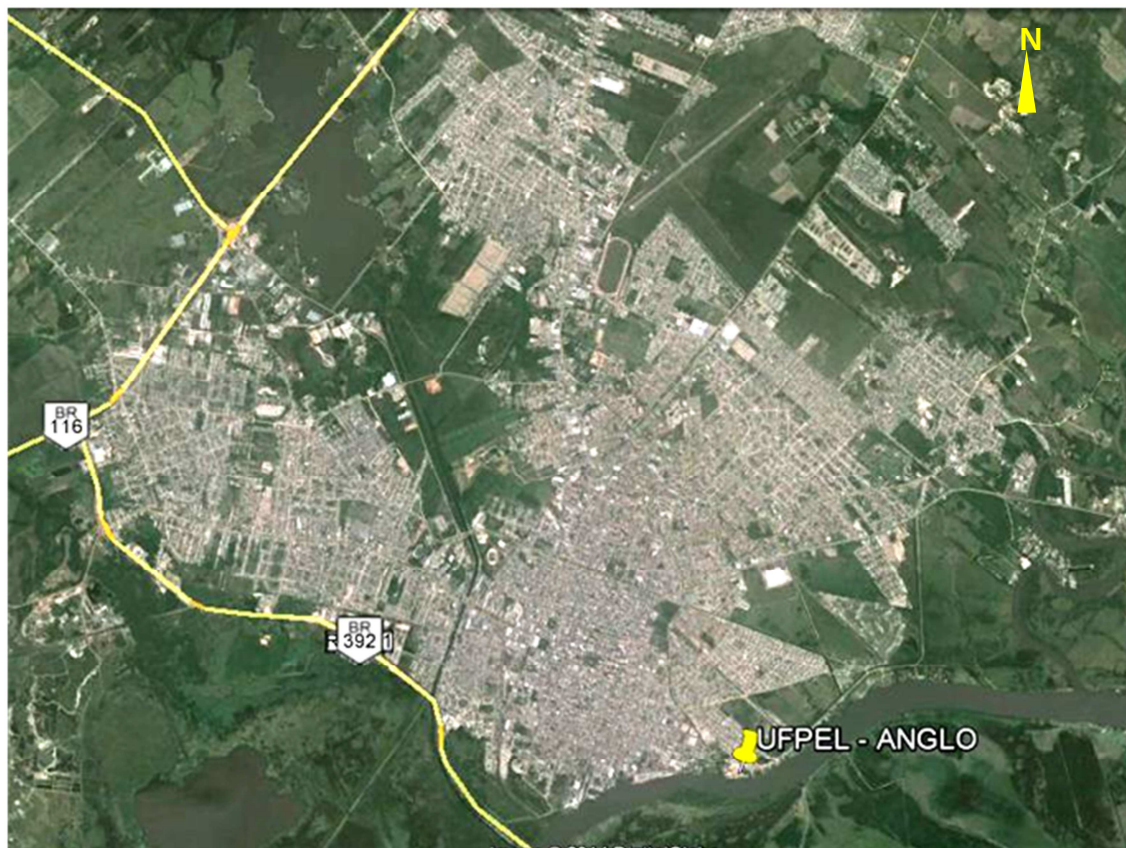


Figura 1 - Imagem aérea da cidade de Pelotas com a localização do Campus Porto da UFPel.
Fonte: Adaptado de Software Google Earth. © 2014.

A figura 2 mostra a implantação do campus Porto, nas antigas instalações do Frigorífico Anglo, localizado às margens do canal São Gonçalo. O processo de adaptação do complexo das antigas construções que hoje fazem parte do inventário do patrimônio cultural do município de Pelotas, começou no final de 2005 e se estende até o presente momento. O conjunto que anteriormente constituía parte de uma planta industrial com prédios de abate, câmaras frigoríficas e processamento de animais abatidos, hoje, dá lugar a salas de aula e ao principal centro administrativo da instituição. O detalhe ampliado, na figura 2, destaca em amarelo a edificação que corresponde ao prédio administrativo Delfim Mendes Silveira onde se localizam as salas que fazem parte deste estudo.

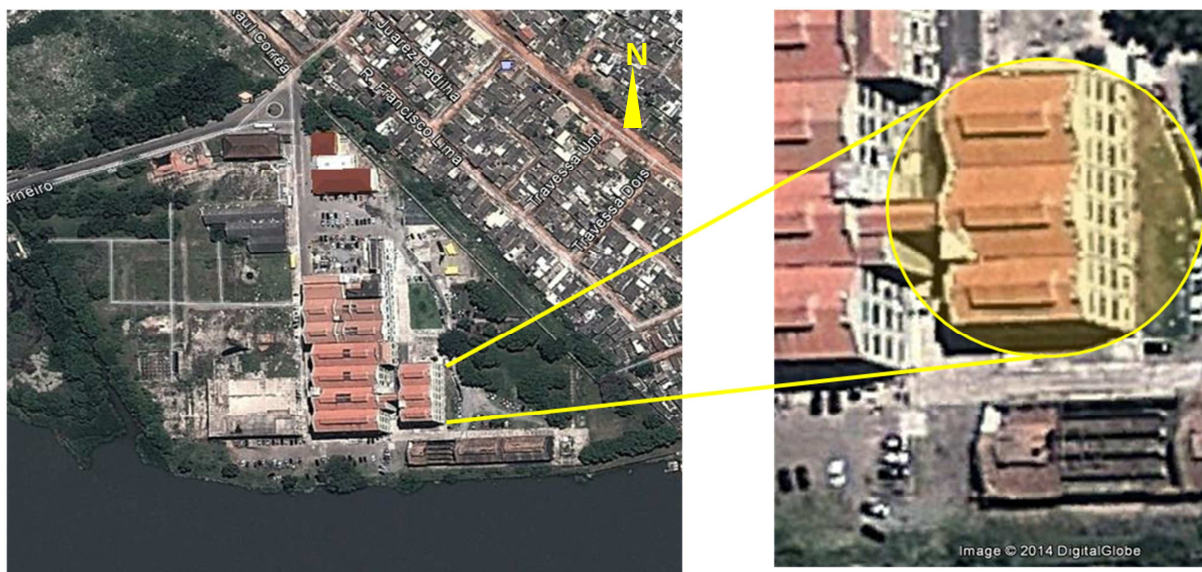


Figura 2 - Imagem aérea da campus Porto da UFPel com ampliação do Edifício Delfim Mendes Silveira. Fonte: Adaptado de Software Google Earth. © 2014.

A volumetria do prédio tem sua maior extensão no eixo norte-sul, sendo a fachada principal de orientação norte e a maior área de fachada para a orientação leste (figura 3). Trata-se de um prédio reciclado em que a preservação da linguagem arquitetônica e tipologia construtiva proporcionou um novo tipo de uso, com espaços administrativos internos caracterizados por grandes vãos de janelas, pé-direito alto, compartimentação dos espaços com divisórias leves e *layout* do tipo planta livre, características consideradas recorrentes para esse tipo de uso.

O estudo se desenvolve em duas salas administrativas localizadas no segundo pavimento que serão devidamente descritas e caracterizadas no item 3.2 deste trabalho.



Figura 3 - Fotos do prédio objeto de estudo , fachada Norte.

1.3 Estrutura da dissertação

Este trabalho apresenta-se estruturado em cinco capítulos.

O capítulo I consiste na introdução do trabalho, apresentando-se o tema da pesquisa, seus objetivos e a delimitação do objeto de estudo.

O segundo capítulo traz a revisão bibliográfica que fundamenta o desenvolvimento desta pesquisa. São apresentados conceitos relacionados à iluminação, conforto visual, percepção e comportamento do usuário, bem como métodos e técnicas de pesquisa relacionados à Avaliação Pós-Ocupação (APO). Também são apresentados estudos referenciais sobre iluminação no contexto de espaços administrativos, destacando-se o estado atual no âmbito da pesquisa sobre o tema.

O terceiro capítulo apresenta o método de pesquisa utilizado no estudo. São apresentadas as etapas da pesquisa, os equipamentos utilizados, os procedimentos de coleta de dados, bem como os parâmetros para a análise dos resultados.

O quarto capítulo consiste na apresentação e discussão dos resultados obtidos a partir da coleta de dados, analisando-se as diferentes variáveis através do cruzamento de informações e tabulação dos dados, com base nos parâmetros previamente estabelecidos.

O quinto e último capítulo traz o fechamento do trabalho, expondo as conclusões obtidas, as limitações e dificuldades encontradas e sugestões para a continuidade da pesquisa em futuros trabalhos.

2 Revisão Bibliográfica

O modo como a luz atinge e interage com o ambiente e com o homem está relacionado a um conjunto de variáveis que podem ser distintas em três níveis: as relativas ao clima e meio ambiente, as relativas ao projeto e construção das edificações e da cidade, e, por fim, aquelas relativas ao próprio usuário (GONÇALVES; VIANNA; MOURA, 2011).

Considerando essa distinção, a fundamentação teórica desta pesquisa compreende revisão bibliográfica a cerca dos principais textos sobre iluminação natural, conceitos luminotécnicos, conforto visual, percepção e comportamento do usuário bem como métodos e técnicas de pesquisa relacionados à Avaliação Pós-Ocupação (APO). Sabe-se que, na realidade, todos esses aspectos se relacionam entre si, porém para facilitar o entendimento, aqui apresentam-se organizados em três eixos: luz, arquitetura e usuário. Em sequência, no corpo da revisão, através da análise de estudos referenciais sobre iluminação no contexto de espaços administrativos, destaca-se o estado atual no âmbito da pesquisa sobre o tema.

2.1 Aspectos da Luz

A luz sempre desempenhou papel relevante na concepção das edificações, revelando o estágio do desenvolvimento tecnológico e as concepções dos espaços de acordo com valores sociais inerentes a cada momento. O desenvolvimento das técnicas construtivas, dos materiais, do vidro e da iluminação elétrica buscaram atender as novas demandas de produção, modificando-se o ciclo dia e noite.

Os novos métodos construtivos e as funções dos edifícios provocam constantemente alterações nas relações da luz natural com a concepção dos espaços criados. O Movimento Moderno trouxe novos princípios de forma e função, tais como aumento da luminosidade dos ambientes, busca pela higienização dos edifícios e melhorias nas condições de trabalho. Porém, a desconsideração das realidades locais acabou por gerar problemas de desconforto térmico e visual, acarretando grande consumo de energia nas edificações.

Para Gonçalves, Vianna e Moura (2011), nos edifícios contemporâneos, o uso da luz está muito mais relacionado à criação de boas condições de trabalho, sendo encarado na maioria das vezes como mais um requisito funcional do ambiente e tomado como sinônimo de eficiência.

Considerada uma das fontes de energia mais importantes para o homem, a luz natural é responsável pela ativação do ciclo de funções fisiológicas vital para o ser vivo. É uma fonte luminosa de espectro completo, sendo, por isso, usada como referência na comparação com as fontes artificiais. Também é considerada a melhor fonte de luz para a fidelidade na reprodução de cores (ROBBINS, 1986).

Gonçalves, Vianna e Moura (2011), destacam que a luz não se traduz apenas em um conceito físico, mas constitui-se também de elemento fisiológico da percepção visual. Carrega em si aspectos físicos e subjetivos. Os aspectos físicos podem ser avaliados por aparelhos, já os aspectos subjetivos relacionam-se diretamente com a sensação.

As principais variáveis da iluminação natural são a radiação solar direta e difusa, a nebulosidade e os níveis externos de iluminância e luminância dependentes do tipo de céu e da latitude do lugar, destacando-se como principais fatores na determinação da disponibilidade da luz natural a sazonalidade, que, conforme o movimento do sol, apresenta variações de luminosidade natural, de acordo com a época do ano e a hora do dia; o clima, como o principal agente definidor dos tipos de céu; a qualidade do ar; além das características físicas e geográficas como latitude, altitude, continentalidade, orientação e configuração morfológica do entorno (GONÇALVES; VIANNA; MOURA, 2011).

Majoros (1998 apud AMORIM, 2002) destaca que é preciso considerar os aspectos positivos e negativos da luz natural para que se possa obter seu eficiente aproveitamento. Dentre os aspectos positivos da luz natural, estão: a qualidade da iluminação obtida que proporciona efeitos estimulantes no ambiente; a luz natural como fonte de energia renovável; e, o fato de um bom projeto de iluminação natural poder fornecer a iluminação necessária durante grande parte das horas do dia, permitindo uma enorme economia de energia em luz artificial. Por outro lado, como aspectos inconvenientes da luz natural para os espaços interiores, Amorim (2002) aponta a direcionalidade, a altíssima intensidade, e a imprevisibilidade, decorrente do tempo ou da condição atmosférica, principalmente.

Por muito tempo a luz foi um conceito intuitivo, e sua análise era realizada empiricamente pela observação dos resultados obtidos em experiências com velas. Atualmente a Fotometria é a parte da Física Aplicada que trata da intensidade das luzes emitidas pelas fontes e considera os efeitos de iluminação que elas produzem sobre os corpos. Portanto, torna-se importante conhecer alguns conceitos e propriedades da luz.

Com base nas leituras de diversos autores, entre eles Hopkinson, Longmore e Petherbridge (1975), Robbins (1986), Baker, Fanchiotti e Steemers (1993), Lechner (2007) e Gonçalves, Vianna e Moura (2011) e as definições contidas nas normas brasileiras, são descritas algumas grandezas e propriedades da luz natural consideradas relevantes para o desenvolvimento deste trabalho.

- radiação solar direta - a radiação solar direta chega em linha reta, atravessando a atmosfera desobstruída. É a luz vinda diretamente do sol. É capaz de iluminar uma superfície normal com iluminâncias que variam de 6.000 a 100.000 lux;
- radiação solar indireta - é o resultado da refração e da reflexão da luz solar ao passar pela atmosfera. A radiação solar indireta, chega a Terra após ser dispersa na atmosfera por moléculas de ar, partículas de nuvens e outros. Os níveis de iluminação resultantes são menores do que os produzidos pela luz solar direta podendo variar de 5.000 a 20.000 lux.
- iluminância (E) - é uma luz incidente, não visível, também conhecida como nível de iluminação que indica a quantidade de luz (lumens, lm) por unidade de área (m^2) que chega em um determinado ponto. O nível de iluminação pode ser medido (por meio de um luxímetro). Sua unidade é o lux, ou lm/m^2 .
- luminância (L) - é luz refletida, visível, e denota a intensidade por metro quadrado de área aparente da fonte de luz ou de uma superfície iluminada. Quando as superfícies são iluminadas, a luminância é dependente tanto do nível de iluminação quanto das características de reflexão da própria superfície. Sua unidade é cd/m^2 ;

Por ser uma fonte concentrada, o sol pode ser considerado como uma fonte luminosa pontual, ao passo que o céu é uma fonte grande e difusa com uma distribuição de luminância variável. É necessário conhecer o comportamento da fonte luminosa, separando a luz direta do sol da luz do céu e tratando cada uma de

modo diferente, para se poder prever e calcular o aproveitamento da iluminação natural em um projeto (GARROCHO, 2005).

Lamberts, Dutra e Pereira (2014), consideram que os valores da radiação solar direta são muito intensos para serem usados diretamente sobre o plano de trabalho, o que faz com que por vezes essa contribuição seja completamente excluída nos interiores das edificações.

Com relação aos tipos de céu, no Brasil, a NBR 15.215 (ABNT, 2005b) considera como condição de céu claro a abóbada celeste que se apresenta predominantemente azul e com percentual de 0% a 35% de nuvens; céu parcialmente encoberto quando há uma combinação de céu claro, de fundo, com cobertura de nuvens de 35% a 75%; e céu encoberto quando o sol fica escondido, e a luz proveniente dele é difusa através de uma cobertura de 75% a 100% de nuvens, onde a abóbada celeste apresenta-se como uma fonte de iluminação na cor cinza claro e brilhante.

2.2 Aspectos da arquitetura

No âmbito da arquitetura, as variáveis de projeto, são aquelas que dependem da tomada de decisão projetual e estão relacionadas ao edifício e seu entorno imediato. Desta forma, para que a arquitetura possa tirar proveito do potencial que a iluminação natural oferece, o ponto chave é considerar a função do ambiente. Será ela que determinará o tipo de luz que o ambiente necessita (GONÇALVES; VIANNA; MOURA, 2011).

A distribuição da luz no ambiente interno depende de um conjunto de variáveis, tais como disponibilidade da luz natural, obstruções externas, tamanho, orientação, posição e detalhes de projeto das aberturas, características óticas dos envidraçados, tamanho e geometria do ambiente e refletividade das superfícies internas (PEREIRA, 2007).

2.2.1 Iluminação natural através de aberturas laterais

As janelas são elementos determinantes para o aproveitamento da luz do dia. A quantidade de luz em um ponto depende do tamanho da janela e da situação da

janela em relação a este ponto. Quanto maior a área envidraçada, maior a quantidade de luz admitida, sendo que o nível de iluminância diminui rapidamente com o aumento da distância à abertura. Em edifícios iluminados lateralmente, normalmente considera-se a profundidade de eficiência da penetração da luz dependente da relação da altura entre o piso e a parte superior da abertura, sendo igual a aproximadamente 1,5 a 2 vezes esta altura. A conveniência desta proporção deve ser verificada em função do tipo e do espaço a ser projetado. A utilização de iluminação suplementar, que complementa a iluminação geral do ambiente, pode garantir a iluminância requerida no local de trabalho e o balanceamento da distribuição da luminância no interior da sala. O acionamento automático ou dimerizável apresenta-se como solução adequada para uma integração entre a luz artificial e a luz natural. (GONÇALVES; VIANNA; MOURA, 2011).

Entretanto, de acordo com Boyce *et al.* (2003), desde que a tarefa nos escritórios passou a ser predominantemente vertical, nas telas dos computadores, o controle do ofuscamento gerado pelas janelas passou a ser um ponto importante a ser considerado, e um dos grandes problemas a ser resolvido em ambientes de escritórios. Se a luz solar e a luminância da janela não forem controladas podem acarretar ofuscamento através da visão direta da fonte luminosa, a janela, ou através da imagem refletida da janela no monitor de vídeo. Segundo o pesquisador, ao perceber o desconforto, o usuário tenderá a baixar as persianas, inutilizando o potencial de iluminação natural, por um longo período de tempo.

A fim de se obter um controle do ofuscamento gerado pelas janelas, diversos mecanismos têm sido introduzidos em ambientes de escritórios, tais como utilização de elementos sombreadores externos e internos, vidros com controle solar, elementos direcionadores de luz, átrios, etc. O *layout* das bancadas com monitores também apresenta-se de fundamental importância, pois seu correto posicionamento pode evitar imagens refletidas das janelas e de superfícies brilhantes (SANTOS, 2007). Conforme Vandevyver (1998 *apud* PAIS, 2011), os postos de trabalho devem estar posicionados perpendicularmente às janelas de forma a evitar reflexos na tela do computador, que provocam ofuscamentos.

Outro fator a ser levado em consideração, segundo Bell e Burt (1995 *apud* TOLEDO, 2008, p.26), são as visuais para o exterior. Segundo os autores, aberturas com vistas para o exterior são desejáveis, pois auxiliam na orientação dos usuários da edificação, ao possibilitarem a percepção das mudanças climáticas e

passagem das horas do dia, além dos benefícios de relaxamento do músculo ocular e sensação de bem-estar, sendo que, vistas dinâmicas com atividades humanas são preferidas pela maioria das pessoas, e vistas a partir de aberturas muito altas, ou muito baixas, que geram visuais desproporcionais, com muita porção de céu, ou muita porção de chão são indesejáveis, pois as pessoas não gostam de estar em um ambiente quando sabem que há uma vista para o exterior, mas não podem apreciá-la.

2.2.2 Iluminação em ambientes de escritórios

Os projetos de escritório devem apresentar características de espaços flexíveis, facilitando alternativas de acordo com as demandas setoriais, permitindo seus ocupantes desempenharem as funções, seja na escrita, junto ao computador, no atendimento pessoal ou ao telefone. Devem levar em consideração a boa visibilidade, estimulando o indivíduo à produtividade (NOGUCHI, 2003).

No Brasil, a norma em vigor NBR ISO/CIE 8995 (ABNT, 2013) traz recomendações para a Iluminação de ambientes de trabalho apresentando parâmetros para criação de condições visuais confortáveis relacionados a iluminância, limite ao desconforto por ofuscamento e índice de reprodução de cor mínimo da fonte para os vários locais de trabalho e tipos de tarefas.

2.2.2.1 Iluminância

Para os ambientes de escritórios a norma determina os valores de iluminância mantida na superfície de referência (E_m , lux), índice limite de ofuscamento unificado (UGR_L) e índice de reprodução de cor mínimo (R_a), conforme mostra a tabela 1.

Tabela 1 - Especificação da iluminância, limitação de ofuscamento e qualidade de reprodução de cor para a atividade de escritórios. Fonte: ABNT (2013).

Tipo de ambiente, tarefa ou atividade	$\bar{E}_m$ lux	UGR_L	R_a	Observações
22. Escritórios				
Arquivamento, cópia, circulação, etc.	300	19	80	
Escrever, teclar, ler, processar dados	500	19	80	<i>Para trabalho com VDT ver seção 4.10.</i>
Desenho técnico	750	16	80	
Estações de CAD	500	19	80	<i>Para trabalho com VDT ver seção 4.10.</i>
Salas de reunião e conferência	500	19	80	<i>Recomenda-se que a iluminação seja controlável.</i>
Recepção	300	22	80	
Arquivos	200	25	80	

Os valores de iluminâncias mantidas sobre a área da tarefa referem-se ao plano de referência que pode ser horizontal, vertical ou inclinado, e significa que a iluminância média para cada tarefa não pode estar abaixo dos valores recomendados, independentemente da idade e condições da instalação. São estabelecidos ainda valores de iluminância mantida para as áreas do entorno imediato, que podem ser mais baixos que a iluminância da área da tarefa, mas não inferiores aos valores apresentados na tabela 2.

Tabela 2 - Especificações de iluminância mantida das áreas do entorno. Fonte: ABNT (2013).

Iluminância da tarefa lux	Iluminância do entorno imediato lux
≥ 750	500
500	300
300	200
≤ 200	Mesma iluminância da área de tarefa

Como recomendação para estações de trabalho VDT (sigla em inglês de visual display terminals) a NBR ISO/CIE 8995-1 (ABNT, 2013) destaca que a iluminação deve ser apropriada para todas as tarefas realizadas na estação de trabalho, por exemplo: leitura de telas, textos impressos, escritas no papel, uso do teclado, etc. Para estas áreas, os critérios de iluminação e os sistemas devem ser escolhidos de acordo com a atividade, o tipo de tarefa e o tipo de ambiente.

Com relação ao índice limite de ofuscamento unificado (UGR_L), trata-se de um valor aplicável para ofuscamentos oriundos do sistema de iluminação artificial. A

norma não estabelece processo de cálculo para mensurar o ofuscamento de fonte natural.

O índice de reprodução de cores (R_a), também conhecido por IRC, é uma escala de 0 a 100 utilizada para medir a fidelidade de cor que a iluminação reproduz nos objetos. O R_a estabelecido é importante tanto para o desempenho visual quanto para a sensação de conforto e bem-estar. É desejável que as cores do ambiente, dos objetos e da pele humana sejam reproduzidas com fidelidade às cores sob o efeito da luz natural, não sendo recomendados a utilização de lâmpadas com R_a inferior a 80 em interiores onde as pessoas trabalham ou permanecem por longos períodos (ABNT, 2013).

2.2.2.2 Uniformidade

A uniformidade está relacionada à homogeneidade da distribuição da luz no plano de trabalho, sendo recomendado que a iluminância se altere gradualmente, pois mudanças bruscas na quantidade de luz, na área de trabalho, podem causar distração e confusão, afetando o conforto visual e a percepção (IESNA, 2000). A uniformidade é definida como a razão entre o valor mínimo e o valor médio da iluminância numa determinada superfície.

A NBR ISO/CIE 8995 (ABNT, 2013) determina que a área da tarefa deve ser iluminada o mais uniformemente possível, com uniformidade (U) não inferior a 0,7. A área da tarefa é definida como a área parcial no local de trabalho em que a tarefa visual é realizada. A norma prevê ainda, que ao considerar todo o ambiente como área de trabalho, a uniformidade de 0,6 deve ser atendida na área maior, e neste caso, pode ser assumido que a uniformidade de 0,7 necessária nas áreas de tarefas individuais será atendida.

2.2.2.3 Refletância das superfícies

Caram et al. (2001) destacam que, no estudo de iluminação deve-se considerar as condições internas do ambiente, ou seja, sua forma, a relação entre as suas dimensões, o tipo e disposição dos móveis, equipamentos, e finalmente, o acabamento das superfícies internas. No momento em que a luz incide em uma superfície, parte dela é refletida e outra é absorvida, desta forma, a cor de um objeto

é devida à luz refletida, e depende da maneira seletiva com que o objeto absorve a radiação visível incidente.

Chama-se refletância a razão entre a luz refletida e a luz incidente, também conhecida como fator de reflexão. Uma superfície pode absorver ou refletir mais ou menos a radiação incidente, de acordo com sua cor e textura. A NBR ISO/CIE 8995-1 (ABNT, 2013) faz recomendações de faixas de refletâncias úteis para as superfícies internas mais importantes para ambientes de trabalho em geral. Já a IESNA (2000) traz recomendações específicas para ambientes de escritórios. A tabela 3 apresenta o comparativo dos valores recomendados.

Tabela 3 - Comparativo de faixas de refletâncias recomendadas pela NBR ISO/CIE 8995-1 (ABNT, 2013) e IESNA (2000).

Superfícies	NBR ISO/CIE 8995-1 (2013)	IESNA (2000)
Teto	60 a 90%	80% ou mais
Paredes/	30 a 80%	50 a 70%
Plano de trabalho/mobília	20 a 60%	25 a 45%
Piso	10 a 50%	20 a 40%

2.2.2.4 Luminância

A distribuição de luminâncias em um ambiente de escritórios está diretamente relacionada a boa visibilidade da tarefa e conseqüentemente ao conforto visual. As tarefas realizadas em um posto de trabalho com computador envolvem leitura de telas, textos impressos, escritas no papel, uso do teclado. A posição do monitor, e o contraste entre caracteres de leitura na tela (claros sobre o fundo escuro ou vice-versa) podem ser regulados de acordo com a preferência do usuário, porém as luminâncias presentes no ambiente (luminárias, janelas, paredes ou elementos com alta refletância) podem reduzir os contrastes, aumentando o tempo de acomodação visual e causando estresse. Os valores de luminância e a proporção entre os mesmos, devem estar dentro de limites que assegurem boas condições de visibilidade, tornando o ambiente mais adequado para o desempenho das tarefas.

A norma brasileira em vigor, NBR-ISO 8995-1 (ABNT, 2013), que trata dos requisitos de iluminação para locais de trabalho internos e os requisitos para que as pessoas desempenhem tarefas visuais de maneira eficiente, com conforto e

segurança durante todo o período de trabalho, não apresenta parâmetros ou valores referenciais a serem utilizados para a avaliação de luminâncias.

Baker, Fanchiotti e Steemers (1993), recomendam que em um ambiente a tarefa visual seja a superfície de maior luminância, atendendo ainda às seguintes proporções de luminâncias: entre a superfície da tarefa e o entorno circundante de 3:1; entre a tarefa e o fundo de 10:1; entre fontes de luz e o entorno de 20:1; e o máximo contraste no ambiente de 40:1.

Já as recomendações da IESNA (2000) são específicas para ambientes de escritórios com computadores e indicam que as taxas de proporção de luminâncias devem atender aos limites apresentados na tabela 4 e figura 4.

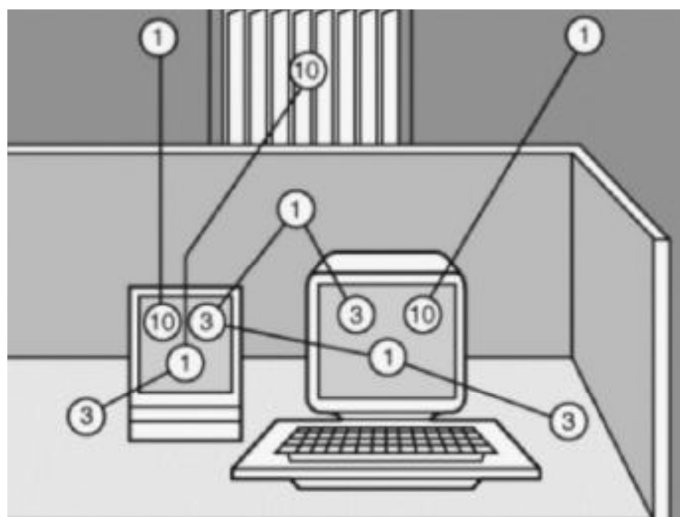


Figura 4 - Proporções máximas entre luminâncias das diversas superfícies para estações de trabalho com computadores. Fonte: IESNA, 2000 *apud* NOGUCHI, 2003 .

Tabela 4 - Relação de luminância máxima recomendada para escritórios com computador. Fonte: IESNA, 2000 *apud* NOGUCHI, 2003

RELAÇÃO	PROPORÇÃO
Entre as tarefas e a tela do monitor	3:1 ou 1:3
Entre as tarefas e superfícies adjacentes	3:1 ou 1:3
Entre as tarefas e superfícies afastadas	10:1 ou 1:10

2.2.2.5 Contraste

O contraste é definido através da relação entre a luminância de determinada superfície e seu entorno, sendo um dos elementos mais importantes na criação do espaço, possibilita diferenciação de cores e luminosidade. Por ser uma medida relativa, a percepção do contraste também é relativa. A definição do contraste se faz

importante pois, dependendo do brilho do seu entorno, um objeto pode parecer mais ou menos brilhante. A sensibilidade ao contraste melhora com o aumento da luminância, que é função da iluminância incidente e da refletância dos materiais, dentro de limites que não causem ofuscamento. As recomendações de proporções de luminâncias e os parâmetros de refletâncias das superfícies, conceitos diretamente relacionadas ao contraste, foram apresentados nos itens 2.2.2.4 e 2.2.2.3, respectivamente.

2.2.2.6 Ofuscamento

O ofuscamento é um fator a ser evitado. Definido como um brilho intenso no campo visual, é capaz de causar desconforto ou impossibilitar a visão. É consequência de contrastes excessivos de luminâncias que dificultam ou impedem a comunicação visual, inclusive fisiologicamente, a medida que causa a fadiga muito rápida do órgão óptico.

Conforme Robbins (1986), o ofuscamento pode ocorrer de duas maneiras: ofuscamento desabilitador e desconfortável.

O ofuscamento desabilitador (*Disability Glare*) ocorre quando uma fonte de luz muito intensa reduz a habilidade de uma pessoa de ver os objetos no campo visual. Este tipo de ofuscamento é função direta da intensidade luminosa da fonte ofusante e da intensidade do contraste entre as partes clara e escura no campo visual.

O ofuscamento desconfortável (*Discomfort Glare*) não impede necessariamente o desenvolvimento da tarefa visual, porém causa desconforto. É atribuído a tendência do olho fixar-se a objetos ou pontos brilhantes no campo visual.

Segundo Boyce et al. (2003), o ofuscamento desabilitador é imediatamente percebido pelos usuários de um escritório, que tendem a tomar alguma atitude, como mudar sua posição ou fechar a persiana. Já o ofuscamento desconfortável não é imediatamente percebido, podendo causar sintomas tardios como distração e cefaleias.

Para Lamberts, Dutra e Pereira (2014), o ofuscamento pode ocorrer devido a dois fenômenos distintos: por contraste ou por saturação. O ofuscamento por contraste ocorre quando a proporção entre as luminâncias de objetos do campo

visual é maior que 10:1. Já o ofuscamento por saturação ocorre quando a luminância da cena excede 25.000 cd/m^2 e o olho é saturado com luz em excesso quando

Boyce et al. (2003) destacam que o ofuscamento desabilitador é bastante entendido, mas o ofuscamento desconfortável ainda não, necessitando ser melhor estudado. Os métodos de avaliação e predição do ofuscamento desconfortável relacionam a luminância da fonte, a luminância do fundo, a posição e o tamanho aparente da fonte.

A NBR ISO/CIE 8995-1 (ABNT, 2013), trabalha com o conceito de índice de ofuscamento unificado (UGR_L) apresentando um valor aplicável para ofuscamentos oriundos do sistema de iluminação artificial, e da mesma forma que outros estudos e recomendações, não estabelece critério ou processo de cálculo para mensurar o ofuscamento de fonte natural.

Osterhaus (2005) destaca que o entendimento do processo de resposta do ser humano ao ofuscamento desconfortável ainda é incompleto, principalmente no caso da luz natural. Os métodos disponíveis para avaliação e predição do ofuscamento advindo da luz natural têm sido desenvolvidos em laboratórios iluminados por luz artificial, que, segundo o pesquisador, não refletem a experiência reportada pelos ocupantes sob condições reais de iluminação natural.

O ofuscamento desconfortável é um fenômeno subjetivo que necessita de métodos de investigação que aliem a avaliação subjetiva aos dados da avaliação quantitativa, pois estudos tem demonstrado grandes diferenças existentes entre as avaliações dos usuários, quando questionados a respeito do nível de desconforto por ofuscamento (VELDS, 2002).

Na busca por índices de ofuscamento desconfortável, Santos (2007) verificou que diversas pesquisas consideram pequenas fontes de brilho em contraste com a luminância de fundo, sendo aplicáveis apenas à iluminação artificial, sem que se possa utilizá-los para grandes fontes de ofuscamento, como é o caso das janelas. No entanto, a pesquisadora identificou que, apesar de não haver um manual que estabeleça o limite de luminâncias para grandes fontes de luz como as janelas, diversos estudos têm utilizado como parâmetro a recomendação da IESNA (2000) de que qualquer superfície de um ambiente não deve ultrapassar a luminância de 850 cd/m^2 .

2.2.3 Luz natural e Eficiência Energética na Arquitetura

De acordo com Scarazzato, Labaki e Caram (2002), o Brasil está situado entre as latitudes mais bem servidas de luz natural do planeta e, dadas nossas características climáticas, a luz do dia pode ser utilizada com eficiência, sem necessidade de complementação pela iluminação artificial durante 70% do expediente diurno anual, no mínimo, bastando para isso que os projetos dos edifícios trabalhem adequadamente com esse parâmetro.

Amorim (2002) destaca que a disponibilidade da luz natural nas regiões tropicais é grande, e portanto deve ser usada de forma criteriosa. Trata-se de um desafio equilibrar o ingresso da luz difusa, bloquear o calor gerado pela luz solar direta e evitar problemas de conforto térmico.

Para Pilloto Neto (1980), a eficiência da luz natural depende da iluminação da abóbada celeste, do ângulo de incidência da luz, da cor empregada no ambiente e da cor e natureza dos vidros por onde penetra a luz.

Desta forma, para melhor aproveitamento da luz natural, um bom projeto de iluminação natural deve considerar aspectos relacionados ao dimensionamento e forma das aberturas e fazer uso de sistemas de iluminação artificial complementares apenas quando necessário, de forma a obter níveis adequados de iluminação para o desenvolvimento das tarefas visuais desenvolvidas no ambiente (SOUZA, 2008).

2.2.3.1 Contribuição da iluminação natural

O aproveitamento da luz natural pode ser analisado através de métodos que relacionem os níveis de iluminação exterior e interior. A NBR 15215-3 (ABNT, 2005c) apresenta o conceito de contribuição da iluminação natural (CIN), equivalente ao Fator de Luz Diurna (FLD) recomendado pela CIE (*Commission Internationale de l'Eclairage*), estendendo o conceito da medida proporcional da iluminação natural para qualquer condição de céu. O CIN e o FLD são expressos da mesma forma, como um percentual entre a iluminação num determinado ponto num plano horizontal interno devido à luz recebida da abóbada celeste e a iluminação disponível no exterior produzida pela abóbada celeste totalmente desobstruída do mesmo céu. A luz solar direta é excluída de ambos os valores de iluminação. Desta forma é possível comparar o desempenho de diferentes sistemas de iluminação

natural, podendo-se determinar a melhor forma de controle para a luz artificial em correspondência com a luz natural.

A contribuição da iluminação natural (CIN) é dada pela equação 1:

$$CIN = \frac{Ep}{EH_{ext}} \times 100(\%) \quad (1)$$

Onde:

CIN = Contribuição da Iluminação Natural (%);

Ep = Nível de iluminância disponível em um ponto P sobre uma superfície horizontal no interior da edificação (lux);

EHex = o nível de iluminância disponível sobre uma superfície horizontal no exterior livre de qualquer obstrução (lux).

A partir de percentuais mínimos, preestabelecidos, a serem atendidos de contribuição da luz natural, pode-se identificar os pontos no plano de trabalho com deficiência de iluminação natural, determinando-se zonas a serem complementadas pela luz artificial, bem como identificar a autonomia das zonas em relação à iluminação artificial (GONÇALVES; VIANNA; MOURA, 2011).

A NBR ISO/CIE 8995-1 (ABNT, 2013) recomenda que o fator de luz natural não seja inferior a 1% no plano de trabalho a 3 m da parede da janela e a 1 m das paredes laterais.

2.2.3.2 RTQ-C

O INMETRO (2010), através do Regulamento Técnico da Qualidade do Nível de Eficiência Energética de Edifícios Comerciais, de Serviços e Públicos (RTQ-C), estabelece parâmetros para a avaliação da eficiência da edificação com o objetivo de criar condições para a etiquetagem do nível de eficiência energética. A avaliação da edificação pode ser realizada pelo método prescritivo através de equações e tabelas contidas no regulamento, ou pelo método de simulação possibilitando analisar as mais diversas soluções arquitetônicas e de sistemas que muitas vezes não podem ser avaliadas pelo método prescritivo.

O RTQ-C divide a avaliação da eficiência energética da edificação em três sistemas: a envoltória, o sistema de iluminação e o sistema de condicionamento de ar. A classificação geral inclui todos os sistemas mais bonificações e refere-se ao edifício completo ou a uma parte deste, sendo que as classificações parciais possibilitam a etiquetagem parcial dos sistemas de iluminação e condicionamento de ar, podendo referir-se ao edifício ou a parcelas do mesmo.

O sistema de iluminação da edificação é avaliado através de pré-requisitos específicos e cálculos envolvendo a eficiência e o projeto luminotécnico. No método prescritivo, os cálculos que determinam a eficiência do sistema de iluminação são definidos através da densidade de potência instalada (DPI) do sistema de iluminação e podem ser realizados através do método da área do edifício ou do método das atividades do edifício.

A escolha do método de avaliação do sistema de iluminação ocorre de acordo com as atividades principais desenvolvidas na edificação, sendo que o método da área deve ser aplicado quando a edificação possui até três atividades principais ou quando as atividades ocupam mais de 30% da área do edifício, enquanto o método das atividades da edificação avalia separadamente os ambientes do edifício e deve ser utilizado para edifícios em que o método anterior não é aplicável (INMETRO, 2010). Destaca-se que ambos os métodos determinam densidades de potências de iluminação limites (DPIL) de acordo com o uso dos espaços da edificação.

O procedimento para a avaliação do nível de eficiência pelo método da área do edifício consiste em:

- identificar a atividade principal do edifício e a densidade de potência de iluminação limite (DPI_L , em W/m^2) para cada nível de eficiência, de acordo com a tabela de limite máximo aceitável de densidade de potência de iluminação (DPI_L) para o nível de eficiência pretendido constante no RTQ-C;
- determinar a área iluminada do edifício; multiplicar pela DPIL, para encontrar a potência limite do edifício;
- comparar a potência total instalada no edifício e a potência limite para determinar o nível de eficiência do sistema de iluminação.

A tabela 5 apresenta o limite de densidade de potência de iluminação segundo o método da área do edifício em função do nível de etiqueta pretendido no RTQ-C.

Tabela 5 - Limite máximo aceitável de densidade de potência de iluminação (DPI_L) para o nível de eficiência pretendido – Método da área da edificação

Função da edificação	DPI_L W/m ²	DPI_L W/m ²	DPI_L W/m ²	DPI_L W/m ²
	(Nível A)	(Nível B)	(Nível C)	(Nível D)
Escritório	9,7	11,2	12,6	14,1

Fonte: adaptado de INMETRO, 2013, p. 126

O processo de avaliação pelo método das atividades do edifício, é semelhante ao método da área do edifício, porém inclui o cálculo do índice de ambiente (K) e o *Room Cavity Ratio* (RCR), descritos no manual para aplicação do RTQ-C. No caso do ambiente possuir um índice de ambiente (K) menor ou um *Room Cavity Ratio* (RCR) maior que os limites definidos, a densidade de potência de iluminação limite (DPI_L) pode ter um aumento de 20%. A tabela 6 apresenta os valores limites de acordo com o método das atividades.

Tabela 6 - Limite máximo aceitável de densidade de potência de iluminação (DPI_L) para o nível de eficiência pretendido – Método das atividades do edifício

Ambientes/Atividades	Limite do Ambiente		DPI_L W/m ²	DPI_L W/m ²	DPI_L W/m ²	DPI_L W/m ²
	K	RCR	(Nível A)	(Nível B)	(Nível C)	(Nível D)
Escritório	0,60	8	11,90	14,28	16,66	19,04
Escritório - Planta livre	1,2	4	10,50	12,60	14,70	16,80

Fonte: adaptado de INMETRO, 2013, p. 132.

Para a classificação do sistema de iluminação, além dos limites de potência instalada, devem ser respeitados os pré-requisitos de controle do sistema de iluminação, de acordo com o nível de eficiência pretendido, conforme mostra a tabela 7.

Tabela 7 - Pré-requisitos específicos para o sistema de iluminação - RTQ-C.

Pré-requisitos	Nível A	Nível B	Nível C
Divisão dos circuitos	Sim	Sim	Sim
Contribuição da luz natural	Sim	Sim	
Desligamento automático do sistema de iluminação	Sim		

Fonte: INMETRO, 2013.

A divisão dos circuitos considera que cada ambiente fechado deve possuir pelo menos um dispositivo de controle manual para acionamento do sistema de iluminação interna do ambiente, localizado em fácil acesso e que permita a visualização de todo o sistema controlado. Para ambientes com área até 250 m² é permitido um controle para todo o ambiente. No caso de ambientes com grandes áreas determina-se a divisão do sistema em parcelas menores, de no máximo 250 m².

O pré-requisito da contribuição da luz natural determina que em ambientes com aberturas voltadas para o exterior ou átrio de cobertura translúcida, havendo mais de uma fileira de luminárias paralelas à abertura, o sistema de iluminação artificial deve possuir um controle, manual ou automático, que permita o acionamento independente da fileira mais próxima à abertura.

O desligamento automático é exigido apenas para ambientes com áreas maiores que 250m², através de sensor de presença, horário estabelecido ou por algum outro tipo de controle que indique que o ambiente está desocupado.

Além da avaliação do sistema de iluminação, o RTQ-C prevê incentivos através de bonificações à proposição de sistemas de cogeração e inovações técnicas ou de sistemas, tal como iluminação natural, que comprovadamente aumentem a eficiência energética da edificação, desde que proporcionem uma economia mínima de 30% do consumo anual de energia elétrica. Entretanto, o regulamento não apresenta método, parâmetros ou índices que avaliem realmente o aproveitamento da luz natural no interior das edificações. Desta forma a contribuição da luz natural é abordada apenas como pré-requisito ao sistema de iluminação artificial em espaços que tenham aberturas para o ambiente exterior.

2.3 Aspectos do usuário

Lima (2010) considera que há vários fatores que interferem na percepção humana, entre eles: os estímulos sensoriais, a localização do objeto no tempo e no espaço e a influência das experiências prévias, tais como cultura e educação.

Pereira (2007) considera que as relações entre luz, visão e comportamento estão interligadas através dos extratos físico, fisiológico e psicossocial. Esta relação está ilustrada na figura 5, onde o extrato físico é aquele que compreende o conjunto

de fatores relativos ao fenômeno físico da luz em um espaço; o extrato fisiológico considera as relações do mecanismo de visão do corpo humano diante das condições lumínicas; e o extrato psicossocial inclui as questões relativas às atitudes e ao comportamento do usuário diante das manifestações dos extratos anteriores, exercendo relação direta com o efetivo aproveitamento da luz.

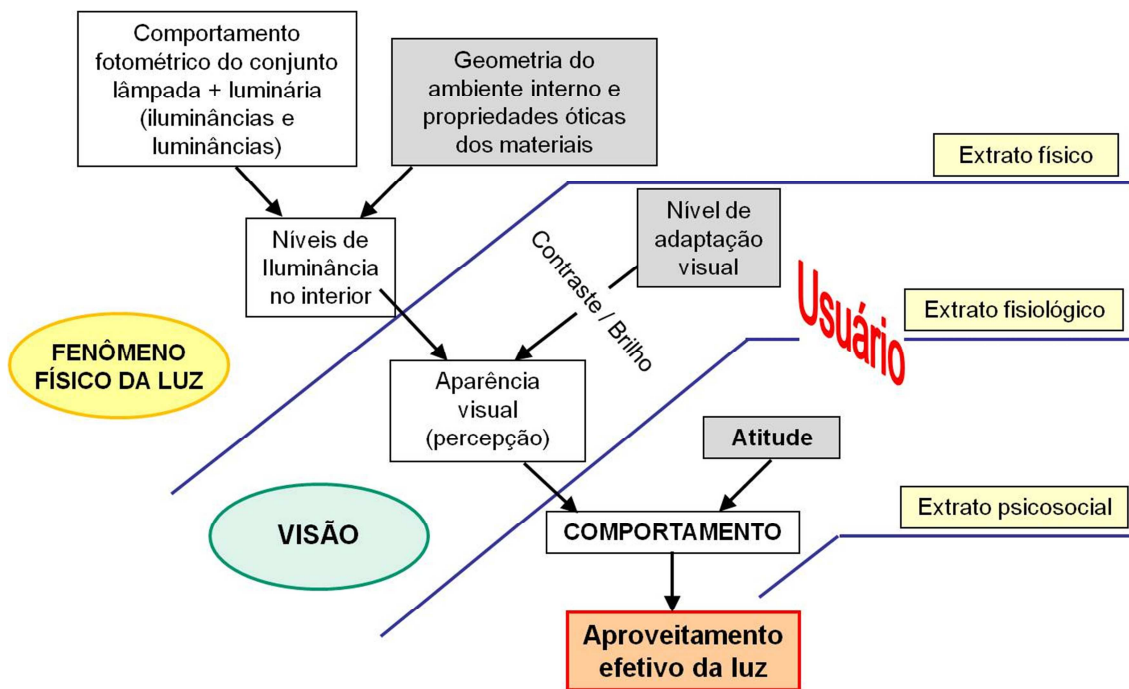


Figura 5 - Diagrama das relações entre luz, visão e comportamento. Fonte: adaptado de PEREIRA, 2007.

Para Alves (2011) o homem é o grande modelador do ambiente natural, sendo na busca pelo conforto onde ocorre a interação homem e ambiente. Porém, uma maior participação e integração do usuário com o ambiente pode ser motivada através da inserção de elementos arquitetônicos que propiciem a interação como o uso de dispositivos de aberturas de janelas e portas de fácil identificação, mobiliário que permita realizar um rearranjo espacial, controle da iluminação em locais visíveis, enfim, fatores que estimulem a tomada de decisões e coloquem o usuário como um indivíduo que faz questionamentos acerca do ambiente social.

Conforme Veitch (2001), pesquisas realizadas com trabalhadores de escritórios tem demonstrado que a iluminação é um dos fatores mais importantes no projeto desses espaços de trabalho. A iluminação do ambiente produz efeitos sobre o comportamento do usuário, podendo influenciar no desempenho das tarefas, no conforto e na sensação de bem-estar. Neste sentido a autora destaca ser relevante

o aprofundamento sobre tais efeitos, para que seja possível estabelecer orientações e recomendações práticas para futuras pesquisas e projetos com maior qualidade na iluminação.

2.3.1 Conforto Visual

Por conceito, o conforto visual é entendido como um conjunto de condições, no qual o ser humano desenvolve suas tarefas visuais com o máximo de acuidade e precisão visual, com o menor esforço, com menor risco de prejuízo à vista e com reduzidos riscos de acidentes (LAMBERTS; DUTRA; PEREIRA, 2014).

Lima (2010) destaca que a percepção humana de um ambiente confortável ocorre diante de três situações: quando é possível focalizar a atenção no que se quer ou necessita-se ver; quando a informação é claramente visível e confirma as expectativas e desejos; e quando o fundo não compete com o foco principal. Desta forma um ambiente bem iluminado permite realizar a tarefa sem dificuldades demasiadas.

Uma boa iluminação propicia a visualização do ambiente, de forma que as pessoas vejam, se movam com segurança e desempenhem tarefas visuais de maneira eficiente, precisa e segura sem causar fadiga visual e desconforto (ABNT, 2013). Desta forma, a análise de conforto visual deve considerar fatores que afetam diretamente a visão, relacionados diretamente a percepção e adaptação visual do usuário.

Veitch e Newsham (2000), definiram inicialmente que a qualidade da iluminação existe quando as condições lumínicas atendem as necessidades comportamentais dos indivíduos no espaço iluminado. Porém, consideraram que esta definição, apesar de ter o mérito de ser mensurável, deveria ser ampliada incluindo aspectos arquitetônicos, econômicos e de bem estar do indivíduo. Assim, segundo os pesquisadores, a qualidade da iluminação em qualquer instalação deve ser determinada no saldo de todas estas dimensões, por vezes conflitantes, conforme ilustrado na figura 6.

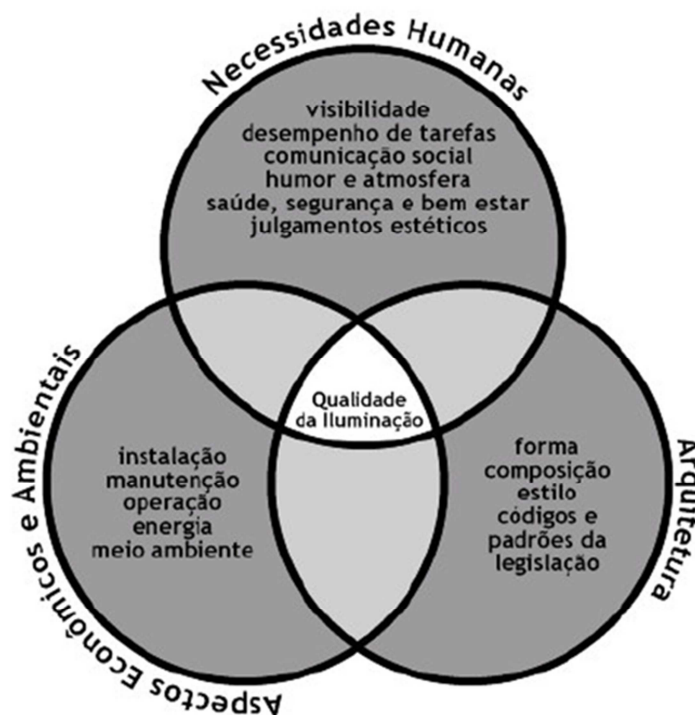


Figura 6 - Qualidade de iluminação: a integração do bem-estar individual, arquitetura e economia.
 Fonte: adaptado de Veicht, 2001, p.19.

A partir da análise de outros estudos de iluminação, Veicht (2001) identificou como principais requisitos na relação entre o comportamento e a iluminação de um ambiente a percepção de controle, a atenção, a avaliação ambiental, e o efeito da luz. Para a pesquisadora, quando entendermos porque certas condições luminotécnicas produzem determinados resultados comportamentais, será possível recriar as condições desejadas obtendo-se resultados mais confiáveis.

2.3.2 Avaliação Pós-Ocupação

O objetivo da Avaliação Pós-ocupação (APO) é verificar, a partir da realidade apresentada ao ser humano, a influência do espaço no comportamento e vice-versa, sua utilização, as adaptações realizadas, bem como os pontos positivos e negativos do ambiente construído. Os resultados podem levar a novos caminhos para projetos com características semelhantes e, sobretudo, virem a ser utilizados para adaptações, reformas e reorganizações dos ambientes estudados (ORNSTEIN,1995).

Konis (2011) destaca que, se as estratégias de projeto de iluminação natural implementadas em construções inovadoras devem ser consideradas protótipos de sucesso para construções futuras, é necessário validá-las através de APO. Por meio da APO será possível fornecer *feedback* para comparar o desempenho em uso com a intenção do projeto, a fim de validar os pressupostos de concepção projetual e diagnosticar o que está funcionando e o que não está a respeito das estratégias de projeto de iluminação natural e das tecnologias implementadas.

Nesse sentido, considera-se que "o projetista tem muito a ensinar aos usuários da edificação sobre como a edificação deveria funcionar e tem muito a aprender deles sobre como a edificação é usada" (BAIRD et al., 1984 apud SOUZA, 2005, p.32).

2.3.2.1 Referencial teórico sobre métodos e técnicas de pesquisa em APO

Dentre os instrumentos e ferramentas consolidados em pesquisas e estudos sobre as relações pessoa-ambiente e sobre a avaliação do desempenho do ambiente construído, ou APO, no âmbito do presente trabalho, destaca-se o uso de técnicas de observação do comportamento do usuário e entrevistas.

2.3.2.1.1 Observação do comportamento do usuário

Conforme Sommer e Sommer (2002), a observação é o método ideal para o estudo de comportamentos não-verbais comuns, tais como gestos, posturas, ou formas de ocupação do espaço, em que as pessoas podem não estar conscientes de como elas agem. O comportamento é mais variável no ambiente natural do que em um laboratório onde tudo é organizado pelo pesquisador, ou em resposta a itens pré-determinados. Os resultados da observação natural podem ser inesperados e surpreendentes, e incluem comportamentos não previamente relatados. Existem três tipos de procedimentos de observação: observação casual, observação sistemática e observação participante. No âmbito do presente trabalho destacam-se os conceitos de observação casual e observação sistemática.

A observação casual ocorre sem pré-organização de categorias e refere-se à inspeção visual do que está acontecendo. É mais usual no estágio inicial da

pesquisa, ou como acompanhamento de algum outro procedimento. Esta observação produz informações indispensáveis para o desenvolvimento de boas questões de pesquisa.

A observação sistemática requer método e objetivos bem definidos pelo pesquisador, empregando-se pré-organização de categorias que serão consistentemente analisadas, segundo formas e técnicas de registros adequadas.

2.3.2.1.1.1 Fotografia sequencial - *time lapse*

Trata-se de uma técnica fotográfica que dá uma visão acelerada a eventos que mudam lentamente, onde várias fotografias são capturadas com intervalos de tempo fixos entre um quadro e outro. Estes intervalos podem durar alguns segundos ou minutos, dependendo do que está sendo observado e do efeito que se deseja gerar.

Conforme Whyte (2001), através da *time lapse* é possível multiplicar-se como observador, estudar várias áreas simultaneamente, e fazê-lo com uma precisão e resistência que um ser humano dificilmente poderia atingir. Como se o tempo fosse armazenado para recuperá-lo em estudo posterior, reproduzindo a realidade de forma fidedigna.

Kossoy (1980 apud POLIDORI, 2012), destaca que é necessário o arquivamento cuidadoso das fotografias para garantia de uma interpretação mais fiel da realidade investigada, sendo que a memória da fotografia deve ser preservada para utilização como dado do pesquisador.

São feitas as seguintes recomendações para os estudos que utilizam essa técnica (WHYTE, 2001):

- a localização da câmera deve proporcionar visual clara da área a partir de um ângulo baixo e oblíquo;
- o intervalo deve ser curto o suficiente para que não se perca nenhum movimento significativo, sendo que, para padrões de ocupação recomenda-se o intervalo de 10 segundos;
- devem ser gravados os dados do equipamento, lugar, data, tempo, intervalo e nome do autor.

2.3.2.1.2 Entrevistas

A entrevista é definida por Haguette (1997, p.86) como um “processo de interação social entre duas pessoas na qual uma delas, o entrevistador, tem por objetivo a obtenção de informações por parte do outro, o entrevistado”.

Conforme Rheingantz et al. (2009), a entrevista pode ser definida como um relato verbal ou uma conversação buscando atender determinado objetivo, capaz de gerar um conjunto de informações sobre o que as pessoas pensam, sentem, fazem, conhecem, acreditam e esperam.

A preparação da entrevista é etapa fundamental da pesquisa, que demanda tempo e cuidados especiais, tais como: o planejamento com foco no objetivo a ser alcançado; a escolha do entrevistado, que deve ser alguém que tenha afinidade com o tema; o momento de realização da entrevista, levando-se em conta a disponibilidade do entrevistado em fornecer a entrevista e o agendamento prévio para que o pesquisador se assegure que será recebido; as condições que garantam ao entrevistado a confidencialidade de informações pessoais e de sua identidade; e, por fim, a preparação cuidadosa do roteiro ou formulário com as questões a serem respondidas (LAKATOS; MARCONI, 1996).

No âmbito do trabalho proposto, destaca-se a técnica da entrevista semi-estruturada. Conforme Boni e Quaresma (2005), as entrevistas semi-estruturadas combinam questões abertas e fechadas e permitem ao entrevistado discorrer sobre a temática apresentada. As questões definidas previamente servem como um roteiro a ser seguido pelo pesquisador em um contexto semelhante ao de uma conversa. O entrevistador deve ter cuidado para guiar a discussão dentro do assunto que o interessa, fazendo perguntas adicionais quando necessário, de maneira a elucidar questões que não tenham ficado claras ou para retomar o contexto da entrevista em situações em que o entrevistado tende a fugir ao tema. Essa técnica de entrevista é muito empregada nos casos em que se necessita delimitar o volume de informações obtidas com um direcionamento maior para o tema, dentro dos objetivos propostos.

2.4 Produção Acadêmica Referencial

Atualmente, em todo o mundo, diversos estudos têm sido realizados em busca de um maior entendimento sobre as relações entre iluminação, homem e

arquitetura. Dentre as diversas abordagens que integram o tema, encontram-se estudos enfocando aspectos que relacionam iluminação e eficiência energética, iluminação e conforto visual, bem como métodos e parâmetros de avaliação de condições lumínicas. Porém, são poucas e mais recentes as pesquisas que objetivam uma maior compreensão sobre as relações entre iluminação e as exigências fisiológicas e psicológicas do ser humano e o papel que este desempenha no controle ambiental, na busca pela satisfação individual e na interferência dos aspectos relacionados à eficiência energética da edificação.

A seguir são apresentados alguns trabalhos relacionados ao estudo do comportamento e aproveitamento da luz natural nos interiores das edificações, que serviram de embasamento para a estruturação da presente pesquisa.

Leite e Fernandes (2013) analisaram o desempenho da iluminação natural e artificial de edifício de ministério em Brasília, objetivando a proposição de diretrizes e recomendações para o conforto visual dos usuários e otimização energética da iluminação através da integração da luz artificial e natural. O método utilizado pelas autoras incluiu as seguintes ferramentas: aplicação do Diagrama Morfológico¹ para a caracterização do edifício objeto de estudo; classificação e etiquetagem de iluminação pelo método prescritivo do Regulamento Técnico da Qualidade para o nível de Eficiência Energética em Edifícios Comerciais, de Serviços e Públicos (RTQ-C); investigação das condições de conforto visual através de Avaliação Pós-Ocupação (APO) por meio de observações do comportamento e questionários com os usuários; e avaliação de ambientes através da simulação computacional da luz natural pelo *software* Ecotect V5. O estudo concluiu que, apesar do alto potencial de integração da iluminação natural com a artificial, devido ao grande número de salas com aberturas para o exterior, o mesmo não é utilizado em função do tipo de abertura que acarreta ofuscamento pela iluminação natural. Com relação a certificação pelo método prescritivo do RTQ-C, o estudo mostrou que a falta de integração da iluminação natural com a artificial diminuiu a classificação da etiqueta. Através da APO, foi possível identificar que os problemas relacionados ao conforto visual são devidos à falta ou ao excesso de iluminação, por ofuscamento ou reflexão. E ainda, a simulação computacional permitiu demonstrar a capacidade das

¹ O Diagrama Morfológico é uma ferramenta adaptada por Amorim (2007) a partir do conceito original desenvolvido por Baker et al. (1993), *The Morphological Box*, que busca a caracterização da edificação para avaliação de seu desempenho em relação à iluminação natural através de três níveis de análise: espaço urbano, edifício e ambiente Interno.

salas com relação ao aproveitamento da iluminação natural, apresentando-se como satisfatório o desempenho das salas de posição leste.

O estudo realizado por Amorim et al. (2013) consistiu em um diagnóstico integrado de um edificação de uso público, utilizando diversas técnicas de análise. O prédio foi escolhido por ter recebido o 3º lugar na categoria de obra pública sustentável do *U.S. Green Building Council* (USGBC Brasil). A pesquisa buscou estabelecer relações entre os parâmetros de eficiência energética, de qualidade ambiental e de uso da iluminação natural propostos para o projeto e a verificação se estes foram efetivamente contemplados após sua ocupação. O método incluiu a utilização do Diagrama Morfológico¹ para exame e caracterização do projeto avaliando aspectos relevantes para a iluminação natural; a realização de visitas técnicas para observação, medições, fotografias em tons de cinza e coleta de relatos de servidores e projetistas do edifício para confronto com as referências bibliográficas e normas vigentes; a avaliação da eficiência energética da envoltória e do sistema de iluminação artificial através da metodologia prescritiva do RTQ-C; o levantamento geral dos dados do edifício, materiais empregados, funções do projeto, horário de funcionamento das atividades, horário de acendimento de luzes elétricas e ar condicionado e o levantamento das contas de energia elétrica de três anos, relacionando os consumos de iluminação artificial e ar condicionado dos edifícios, em kWh por m² por ano (média); e, ainda, simulações computacionais de métricas dinâmicas no *software Daysim* para análise do potencial de aproveitamento da luz natural. O estudo concluiu que o edifício analisado foi bem projetado, com partido morfológico e uso de materiais que demonstram a preocupação com o uso da iluminação natural e com sua eficiência energética, e ainda que os métodos utilizados também foram coerentes e demonstraram-se eficazes para a avaliação proposta.

O trabalho de Noguchi (2003) buscou analisar as condições de iluminação de um edifício de escritórios de uso público, na cidade de Maringá no Paraná, levantando informações de aspectos comportamentais dos usuários, da distribuição da luz natural, dos procedimentos da medição nos planos das tarefas, e levantamentos dos elementos que interferem no campo visual e do uso regular das luminárias durante o exercício das tarefas. A análise foi realizada em duas salas de um mesmo pavimento. Para tal foi adotada a técnica *walkthrough* como princípio de observação de aspectos comportamentais dos usuários, complementada por

entrevistas e questionários, com questões relacionadas à iluminação, saúde, idade e tempo de trabalho; e medições de iluminâncias nos planos verticais e horizontais, através do uso de Luxímetro Lutron portátil, com o número de pontos determinado conforme recomendações da norma NBR15215-4 (ABNT, 2005d). Os resultados demonstraram que os ambientes escolhidos apresentam diminuição nos níveis de iluminância nos fundos das salas; que a vegetação arbórea próxima às janelas causa interferência nos níveis de iluminância no interior das salas; que o ofuscamento direto e indireto é uma ocorrência que contribui significativamente para o desconforto visual; e ainda, que as informações obtidas através das entrevistas e questionários junto aos usuários representaram a real situação das condições dos ambientes.

Santos (2007) pesquisou a influência das variáveis arquitetônicas no comportamento da luz natural e conforto visual no projeto de iluminação para edifícios de escritórios. No trabalho, a pesquisadora apresenta uma metodologia de análise do desempenho de sistemas de iluminação natural, através de simulações computacionais, baseada nos parâmetros de iluminância, luminância, uniformidade, proteção quanto ao ofuscamento e proteção quanto à penetração solar. O trabalho envolveu a simulação de dois modelos de escritórios de planta livre, um com planta quadrada e outro com planta retangular, no *software Desktop Radiance*, sob condições de céu claro, parcialmente encoberto e encoberto, semelhantes ao céu do Rio de Janeiro, nos horários de 8:00h, 10:00h, 12:00h e 16:00h, no solstício de verão (22 dezembro), solstício de inverno (22 de junho) e equinócio de outono (22 de março). As simulações consideraram ainda variações com relação a presença e ausência de elementos sombreadores, brises horizontais, brises verticais e prateleiras de luz. Os resultados obtidos demonstram que a utilização de elementos sombreadores integrados à fachada de vidro é a melhor alternativa para aliar proteção solar com aproveitamento da luz natural.

O trabalho de Matos et al. (2007) explorou a aplicação de diferentes índices de avaliação do aproveitamento da iluminação natural em comparação com valores quantitativos determinados para um ambiente específico, através de cálculos e de simulação computacional. Os índices selecionados foram: Percentual de Aproveitamento da luz Natural (PALN); *Daylight Coolness Index* (DCI); *Daylight Autonomy* (DA); Índice de Necessidade Relativa de Exposição à Luz (HLLE); Potencial da Sala (RP); e Potencial do Sistema (SP). Os dados de iluminância foram

obtidos através de simulação computacional para três condições de céu (claro, parcialmente encoberto e encoberto) e para sete datas ao longo do ano. Os cálculos dos potenciais de economia foram realizados para dois sistemas de controle: interruptor automático liga e desliga e controlador automático dimerizável. Para o sistema liga e desliga observou-se que os três índices que caracterizam o potencial de contribuição de luz natural (PALN, RP, DA) apresentaram um resultado semelhante em cada zona e também em relação ao valor médio da sala (próximo de 21%). Foi verificado que o sistema de controle dimerizável proporciona um melhor aproveitamento da luz natural se comparado com o sistema liga e desliga, em média 46,7% maior e, além disso, permite aproveitar uma pequena fração (12%) de luz natural que chega no fundo do ambiente. Os índices calculados apresentaram resultados semelhantes ou complementares entre si, evidenciando que os princípios de avaliação são similares, tendo como principal fator os níveis de iluminância gerados pela luz natural aplicados na substituição ou complementação da iluminação artificial.

Veitch et al. (2008) realizaram um estudo de campo a fim de determinar em que medida os diferentes níveis de iluminação podem afetar a saúde, bem-estar e desempenho das tarefas de trabalhadores de escritório. O trabalho foi realizado em Nova Iorque envolvendo dois experimentos onde grupos de trabalhadores foram temporariamente a um escritório decorado como um típico escritório de planta livre com nove repartições, montado especialmente para o experimento, para trabalhar cada dia sob uma condição de iluminação distinta pré configurada, a fim de exemplificar o padrão de comportamento ou o que seria avaliado como a melhor prática dos ocupantes, segundo critérios de projetistas especializados em iluminação. Nos dois experimentos havia seis configurações de iluminação diferentes, os quais eram compatíveis com os padrões norte-americanos existentes para a iluminação de escritório. O estudo inclui a aplicação de questionários enquanto os participantes realizavam um conjunto de tarefas representativas do trabalho de escritório. Foram selecionadas variáveis dependentes que possibilitassem a verificação de um conjunto de hipóteses ligadas aos efeitos da distribuição de luminosidade (criados pela variação das luminárias), luminância das superfícies do entorno da tarefa (variada alterando a refletância e cor das superfícies do cubículo) e o controle do usuário sobre a iluminação em diferentes tipos de comportamento. A combinação dos resultados das duas abordagens estatísticas

demonstrou que as pessoas que perceberam a iluminação do escritório como sendo de maior qualidade avaliaram o espaço como mais atraente, relatando clima mais agradável, e revelando um maior bem-estar no fim do dia. Os sistemas de iluminação direta e indireta e a possibilidade de controle pessoal dos sistemas de iluminação foram preferidos pelos trabalhadores, e as condições de iluminação que melhoraram a visibilidade também melhoraram o desempenho da tarefa.

Konis (2011) realizou um estudo de pós-ocupação em um edifício de escritórios projetado com critérios de eficiente aproveitamento da iluminação natural, em São Francisco, Califórnia - EUA. Para o pesquisador, são raros os estudos de avaliação pós-ocupação em edifícios visando verificar se as estratégias de projeto de iluminação natural, após serem implementadas, efetivamente alcançam a intenção de criar um ambiente de trabalho com iluminação natural suficiente e visualmente confortável do ponto de vista dos ocupantes do edifício, ou ainda, como o comportamento do ocupante afeta o nível de disponibilidade da luz natural e o consumo de energia de iluminação elétrica. O estudo analisou o aproveitamento da luz natural ao longo das mudanças diárias e sazonais do sol e das condições de céu sobre as zonas periféricas e central dos espaços de trabalho ao longo de seis meses, em períodos próximos aos solstícios de inverno e verão e equinócio de outono. O desempenho da iluminação natural foi avaliado através de medições do consumo energético da iluminação artificial, observação das modificações realizadas pelos ocupantes com relação aos fechamentos envidraçados e por medições das condições lumínicas do interior do ambiente de trabalho, pareadas com avaliações subjetivas dos ocupantes. Esta última avaliação foi realizada por meio de um dispositivo desenvolvido especialmente para a pesquisa instalado em cada bancada de trabalho que serviu como interface entre os ocupantes, o espaço de trabalho e as questões da pesquisa, realizando simultaneamente o registro das medições das condições lumínicas e as respostas dos usuários às questões objetivas pré-inseridas no aparelho (figura 7). Para examinar esses indicadores, o estudo valeu-se da técnica de imagem *time-lapse* no formato HDR (*High Dynamic Range*) com intervalos de 5 minutos entre imagens, durante o expediente de trabalho das 6:00h às 20:00h, registrando o comportamento dos ocupantes quanto à manipulação das cortinas internas e iluminação em cada estação de trabalho; do dispositivo de voto de mesa pareando a resposta subjetiva às medidas físicas lumínicas; do monitoramento do consumo de energia de iluminação elétrica em intervalos de 15

minutos; e, por fim, de observações no local e um questionário para os ocupantes dos espaços avaliados. Os resultados demonstraram haver alto índice de desconforto visual, tanto nas zonas periféricas como nas zonas centrais dos espaços de trabalho, e as observações revelaram um grande percentual de aberturas cobertas por dispositivos internos de sombreamento. Apesar da redução significativa na efetiva transmissão de luz visível, os ocupantes que trabalhavam nas zonas periféricas geralmente consideraram suficientes os níveis de luz natural disponível para o trabalho mesmo quando os níveis de iluminação foram abaixo do recomendado para a autonomia de luz do dia. As observações de configurações de sombreamento mostraram que o comportamento dos ocupantes é um determinante muito importante para o efetivo aproveitamento da iluminação natural.

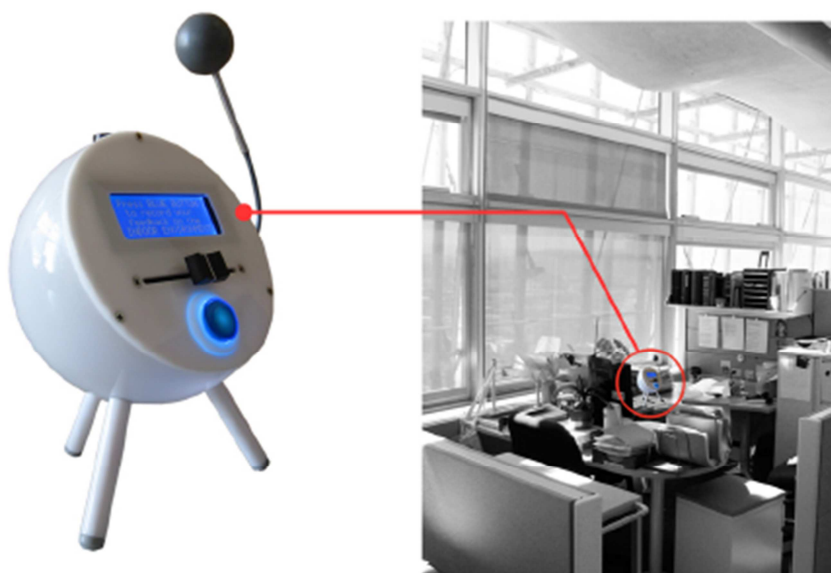


Figura 7 - *Desktop polling station*. Fonte: KONIS (2011, p. 117).

Pais (2011) abordou a questão das condições de iluminação em ambientes de escritório e sua influência no conforto visual, através de pesquisa exploratória que envolveu a participação de 124 trabalhadores de ambientes de escritórios administrativos, de 3 empresas distintas, em Lisboa, Portugal. O método de estudo utilizou questionário para caracterização da população alvo, das tarefas, do ambiente de trabalho, coleta de dados sobre a percepção dos trabalhadores em relação ao conforto visual e aos sinais e sintomas a ele associados; *checklist* para caracterização do ambiente de trabalho e da amostra; medições de iluminância nas superfícies de trabalho durante os meses de setembro e outubro, em dias de céu

limpo (entre 10h00 e 16h00); e registro de imagens consideradas relevantes no decorrer do estudo a partir da fotografia. Os dados obtidos foram tratados através de análise descritiva e análise de inferência estatística utilizando-se o programa *Statistic Package for Social Science* (SPSS) versão 18. Os resultados revelaram a ocorrência de desconforto visual (fadiga visual, irritabilidade ocular, dores de cabeça, dores musculares, dificuldade de concentração e síndrome de visão de computador - SVC) relacionado com o tempo de trabalho em computador sem pausas, com valores de iluminância inferiores aos valores recomendados e com a existência de brilhos e reflexos.

Os trabalhos apresentados a seguir não referem-se especificamente ao uso administrativo de escritórios, porém apresentam relevância para o presente estudo, tendo em vista a abordagem de técnicas e metodologias utilizadas para o estudo da iluminação ou para o estudo do comportamento humano diante dos aspectos da luz.

Martau (2009) realizou uma abordagem a cerca dos impactos não visuais da exposição humana à luz buscando relacionar a qualidade da iluminação à saúde e bem-estar de funcionárias de lojas de rua com contato com exterior e turno de trabalho diurno (9h às 18h), lojas de *shopping centers* sem janelas para o exterior com turno de trabalho diurno (10h às 18h) e lojas de *shopping centers* sem janelas para o exterior com turno de trabalho tarde e noite (14h às 22h). A avaliação da iluminação considerou as dimensões das lojas e características dos sistemas, incluindo ofuscamento, aparência de cor da luz, flexibilidade e possibilidade de controles da iluminação pelas funcionárias de lojas de rua e *shoppings centers* na cidade de Porto Alegre - RS. Dentre os resultados encontrados, destaca-se que, no grupo das lojas de rua, com contato com o exterior, apesar de o nível de satisfação das funcionárias com os sistemas de iluminação não ser elevado, a presença de luz natural contribui para sua saúde e bem-estar. Já nos grupos de lojas de *shopping centers*, onde não há contato para o exterior, identificou-se piores condições emocionais e alterações nos aspectos biológicos avaliados.

O estudo de caso realizado por Bernardi e Kowaltowski (2001), em duas escolas da rede pública de ensino de Campinas - SP, buscou avaliar a interferência comportamental do usuário para a melhoria do conforto ambiental, através da observação em campo com o mapeamento das interferências do usuário, medições técnicas de níveis de conforto ambiental e a aplicação de questionários para alunos, professores e funcionários. A pesquisa observou que são poucas as ações dos

usuários a favor do próprio conforto, evidenciando, no entanto, que a interferência do usuário no ambiente ocorre geralmente depois de uma situação de estímulo a partir da qual ele efetua uma resposta, sendo que a primeira intervenção pode ser considerada o sinal para o início de uma sequência de outras atitudes semelhantes.

Mansilha (2013) analisou a disponibilidade de iluminação natural e artificial em salas de aula da Universidade Federal de Santa Maria, no RS, através da avaliação de oito salas de aula representativas do contexto, verificando os níveis de iluminância disponíveis para iluminação natural, e, comparando parâmetros considerados relevantes para a iluminação natural, tais como presença de obstruções externas e orientação solar. O trabalho envolveu o levantamento das características físicas das salas como dimensões, cores das superfícies, tipos de abertura, orientação solar, tipos de proteções solares, presença de obstruções externas, tipos e distribuição de luminárias e lâmpadas, e medições *in loco* com luxímetro digital da Instrutherm, modelo LDR225. As salas foram analisadas aos pares, conforme o parâmetro que se desejava avaliar. As condições de céu, durante o período de medições, foram monitoradas visualmente e a sua caracterização seguiu as recomendações da NBR 15.215-2 quanto à percentagem de nuvens no céu (ABNT, 2005b). O trabalho ainda incluiu análise parcial segundo o RTQ-C, e uma análise comparativa entre os níveis de iluminância medidos e os coeficientes de Contribuição da Luz Natural (CIN) estimados. Os resultados do trabalho demonstraram que a distribuição da iluminação natural é afetada por condições de entorno que causam obstruções do céu visível, e ainda, que nas medições com iluminação natural mais artificial, os níveis são excessivos e mal distribuídos, acarretando em consumo de energia desnecessário.

O estudo de Lima e Silveira (2013) foi realizado em salas de aula da Universidade Federal do Piauí buscando analisar a influência dos tipos de aberturas, materiais de revestimento e características do entorno na qualidade da iluminação natural do interior das salas. A verificação da iluminância das salas de aula foi realizada de acordo com as NBR 5382 (ABNT 1985) e NBR 5413 (ABNT, 1992), entre os horários de 10 horas às 12 horas, em dias de céu claro, entre os meses de novembro e fevereiro, considerando a maior disponibilidade de iluminação solar possível. Foram realizadas também simulações computacionais das salas através do programa Lux 2.0 (FAU-USP) para analisar a distribuição da iluminação natural. Os valores do Fator de Luz Diurna Médio (FLD) foram obtidos através da relação entre a

média das iluminâncias horizontais internas registradas em medições e a iluminância horizontal externa medida em local desobstruído e livre de raios solares diretos. Os resultados encontrados indicam que nenhuma sala é atendida plenamente apenas com o uso da iluminação natural, sendo que as salas que possuem janelas altas apresentam os maiores índices de iluminância, porém estes valores não são uniformes e se restringem a uma pequena área de cada sala.

A tabela 8 apresenta um resumo dos parâmetros de análise abordados nas pesquisas dos autores estudados no referencial teórico.

Tabela 8 - Resumo dos principais parâmetros utilizados na produção acadêmica referencial

AUTOR	VARIÁVEIS ANALISADAS	TIPO DE AMBIENTE	MÉTODOS/TÉCNICAS	ANO
LEITE e FERNANDES	Eficiência Energética Iluminação Artificial Potencial iluminação natural Comportamento do usuário Características Construtivas	Público administrativo - Brasília - DF	- Diagrama Morfológico - RTQ - C - prescritivo - APO (observações + questionários) - Simulação Ecotect	2013
AMORIM, et al.	Refletância Luminância Iluminância Ofuscamento Contraste Potencia Iluminação Envoltória Comportamento do usuário Características Construtivas	Público administrativo - Brasília - DF	- Diagrama Morfológico - revisão da NBR 5413 - RTQ - C - iluminação - APO (Amorim, 2001) - observações, relatos, medições, fotografias tons de preto, cinzas e branco. - software <i>Daysim</i> - potencial de aproveitamento da luz natural	2013
NOGUCHI	- Iluminâncias Nos Planos Verticais E Horizontais - Comportamento do usuário - Uso do Sistema De Iluminação Artificial - Distribuição da Luz Solar no Ambiente - Espaço Físico (<i>Layout</i> e Materiais de Acabamento)	Público administrativo - Maringá - PR	- walkthrough - questionários - programa luz do sol - projeto de norma 02:135.02-004:1998	2003
SANTOS	- Iluminância, - Luminância, - Uniformidade, - Ofuscamento - Elementos sombreadores	Escritórios de uso administrativo - Rio de Janeiro	- software Desktop Radiance - IESNA (2000) - Autonomia Útil da Luz Natural - (UDA) - Iluminância Útil da Luz Natural - (UDI)	2007
ATOS et al.	- índices de avaliação do aproveitamento da luz natural	Ambiente modelado para simulação - sem uso específico	- Percentual de Aproveitamento da luz Natural (PALN); - Daylight Coolness Index (DCI); - Daylight Autonomy (DA); - Índice de Necessidade Relativa de Exposição à Luz (HLLE); - Potencial da Sala (RP); e - Potencial do Sistema (SP).	2007
VEITCH et al.	Iluminância Luminância Refletância Percepção do usuário Comportamento do usuário Conforto visual e bem estar	Escritórios de uso administrativo - Nova York	- observação - questionários - análise de projetistas especialistas em iluminação - análise de regressão estatística	2008

(continua)

(conclusão)

KONIS	- aproveitamento da iluminação natural - iluminância - luminância - temperatura e umidade relativa - conforto visual e bem estar - conforto térmico - comportamento do usuário - eficiência energética do sistema de iluminação	Escritórios de uso administrativo - Califórnia	- APO - Time Lapse - Fotografia HDR - questionários - observações - medições de consumo energético da iluminação	2011
PAIS	- Iluminância, - Uniformidade - conforto visual - comportamento do usuário - percepção do usuário	Escritórios de uso administrativo - Lisboa	- APO - observação e questionários - check list - normas EN 12464 (2002), DIN 5035 (1990) e ISO 8995 (2002); - análise descritiva e análise de inferência estatística - SPSS,	2011
MARTAU	- Iluminância média - Tempo de exposição acima de limites de iluminâncias - Fator claro/escuro - Ruídos visuais - Visibilidade de tarefas - aparência de cor da luz - sistemas de iluminação artificial - Nível de satisfação do usuário - níveis de cortisol e melatonina nas funcionárias - Espaço físico (<i>layout</i> e materiais de acabamento) - Aspectos emocionais (estresse, ansiedade, depressão) - Aspectos biológicos (qualidade do sono, sistema temporizador)	Lojas de rua e lojas de shopping centers - Porto Alegre - RS	- Questionários de caracterização, percepção e satisfação das funcionárias - teste Snelling - desempenho visual - Self Reporting Questionnaire (SRQ-20) - transtorno psiquiátrico - Escala de Montgomery-Åsberg - sintomas depressivos - Inventário de Depressão de Beck - Escala de Depressão de Hamilton - Inventário de Ansiedade Traço-Estado (IDATE) - Pittsburgh Sleep Quality Index - PSQI - Avaliação da sonolência diurna - Epworth - Inventário de Sintomas de Stress para adultos de LIPP (ISS LIPP) - Aferição do Sistema Temporizador (ritmo social, temperatura corporal e atividade/repouso e padrões de Iluminância em 24hs) - Teste de superfície reflexiva - análise estatística no software Statistical Package for the Social Science (SPSS)	2009
BERNARDI e KOWALTOWSKI	- Comportamento do usuário - Vestimenta - Temp. bulbo seco - Velocidade do ar - Nível de Iluminância médio - Intensidade Sonora - <i>Layout</i>	Escolas - Campinas - SP	- APO - observações, questionários, mapa comportamental - Normas da ABNT aplicáveis	2001
MANSILHA	- contribuição da luz natural - Iluminância - refletância - máscaras de obstruções - eficiência energética	Salas de aula - Santa Maria - RS	- NBR 5413 - NBR 15215 - CIN - software Radiasol - RTQ-C	2013
LIMA e SILVEIRA	- Iluminância - FLD - Comportamento do usuário - Características físicas/construtivas	Salas de aula - Teresina	- NBR 5382 - NBR 5413 - APO (ORNSTEIN e ROMERO, 2003) - programa Lux 2.0	2013

As pesquisas aqui apresentadas evidenciaram as diferentes variáveis e técnicas que vem sendo utilizadas na busca de um melhor entendimento do comportamento da luz nos espaços internos, bem como a sua relação com o homem, usuário desses espaços. Destaca-se a importância da participação do usuário, especialmente nos estudos de Noguchi (2003), Veitch (2008), Martau

(2009), Konis (2011) e Pais (2011), permitindo a complementação das avaliações realizadas através de medições técnicas. A partir do aprofundamento teórico, e com base nos objetivos propostos, foi possível definir o método a ser utilizado nesta pesquisa, que será delineado no próximo capítulo.

3 Método de Pesquisa

Os diversos métodos de pesquisa configuram-se como diferentes maneiras de se explorar um tema, sendo por vezes necessário o emprego de mais de um método para se abordar adequadamente um problema.

A presente pesquisa emprega uma abordagem convergente, que implica em olhar para o mesmo fenômeno, ou problema de pesquisa, a partir de mais de uma fonte de dados, combinando-se diversos métodos qualitativos e quantitativos, enriquecendo a compreensão do fenômeno.

Desta forma, a pesquisa apresenta seu caráter predominantemente qualitativo, constituindo-se também de questões quantitativas necessárias à avaliação proposta.

Para a realização da pesquisa foram definidas as seguintes etapas de trabalho:

- a) definição do objeto de estudo;
- b) levantamento físico;
- c) medições das condições lumínicas dos espaços;
- d) observações do comportamento do usuário;
- e) avaliação da percepção do usuário através de entrevistas;
- f) análise das informações sobre espaço físico x condições lumínicas x percepção e comportamento do usuário;
- g) análise da eficiência energética do sistema de iluminação pelo RTQ-C;
- h) análise e discussão dos resultados.

A figura 8 apresenta um esquema resumo do método, com as principais variáveis e categorias de análise utilizadas na pesquisa.

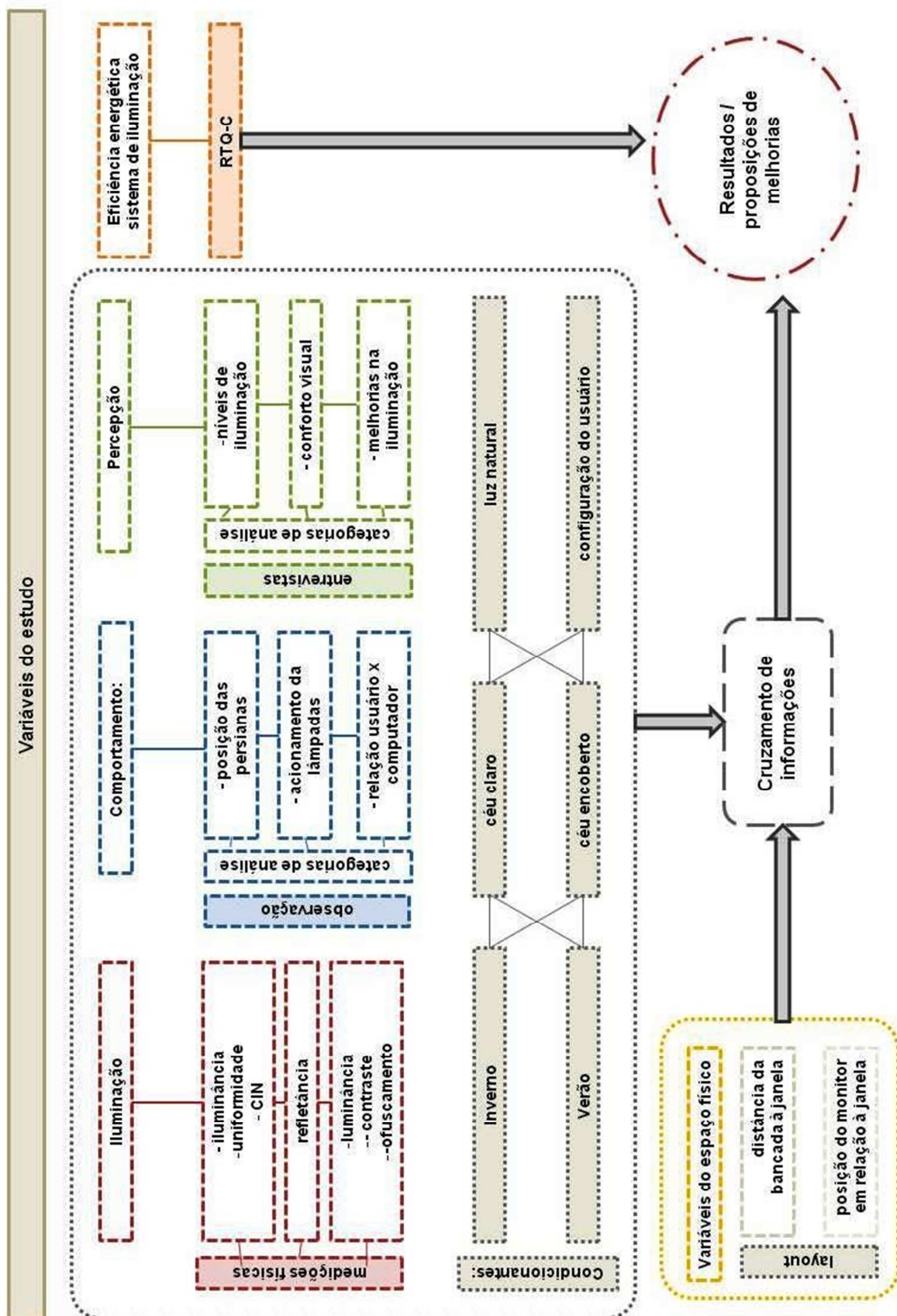


Figura 8- Esquema resumo do método de pesquisa.

3.1 Definição do objeto de estudo

Para a definição do objeto de estudo, foi estabelecido contato com o Núcleo de Gestão de Espaços (NGE), da Pró-Reitoria de Planejamento e Desenvolvimento - PROPLAN - da UFPel a fim de se verificar o interesse institucional e a viabilidade da realização da pesquisa. O apoio do NGE foi de fundamental importância, tanto no contato com os funcionários dos setores envolvidos, como na disponibilização de informações sobre os espaços.

As plantas existentes, oriundas do projeto de reforma das antigas instalações da construção, foram gentilmente cedidas pela Coordenadoria de Obras e Planejamento Físico (COPF) da UFPel, a partir das quais realizou-se um levantamento físico para atualização e complementação de algumas informações relevantes para o trabalho.

As salas definidas como objetos do estudo situam-se no segundo pavimento da edificação e foram escolhidas atendendo aos critérios de planta livre com maior número de pessoas, diferentes orientações solares, e para viabilizar o estudo, que se mantivessem sem previsão de reformas, alterações de *layout* e de pessoal até o final da pesquisa. A proposta inicial deste trabalho pretendia abranger um número maior de salas, no entanto a previsão de reforma e de redistribuição de setores dentro do prédio no período de desenvolvimento da pesquisa limitou o número de espaços a duas salas consideradas representativas de outras situações que ocorrem na instituição, que apresentam similaridade nas características construtivas, tipos de aberturas, sistemas de proteção solar, sistemas de iluminação artificial, tipo de mobiliário e *layout*, acabamento e revestimento das superfícies e orientação solar.

A figura 9 sinaliza, nas fachadas, as janelas correspondentes as salas em estudo. Na primeira foto está a fachada leste que corresponde ao espaço administrativo 01 (EA 01). Na segunda foto estão as fachadas norte e oeste que correspondem ao espaço administrativo 02 (EA02).



Figura 9 - Imagens com marcação das janelas correspondentes às salas objetos de estudo.

A figura 10 mostra a planta do segundo pavimento onde se localizam os espaços EA 01 e EA 02.

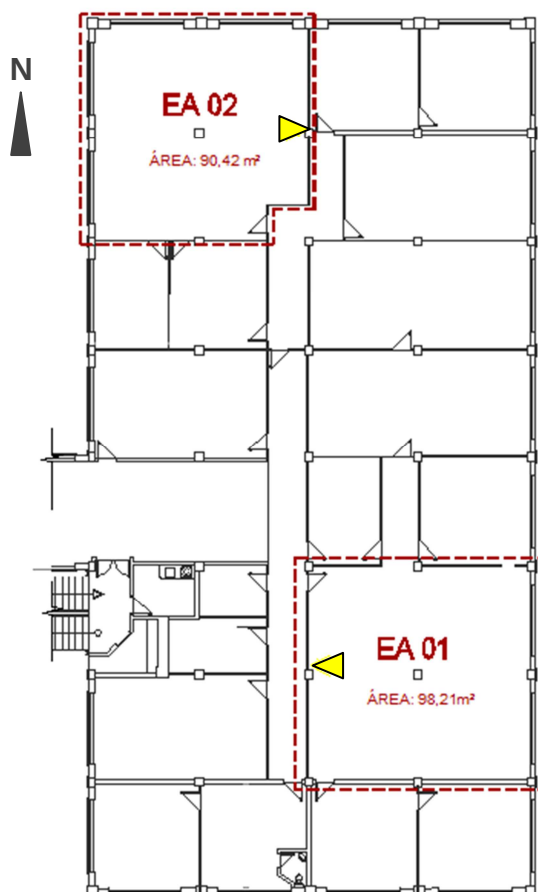


Figura 10 - Planta Baixa do 2º pavimento do prédio com a localização dos espaços EA 01 e EA 02.

3.2 Levantamento Físico

Após a definição dos espaços EA 01 e EA 02, partiu-se para o realização do levantamento físico das respectivas salas. O levantamento foi realizado a partir das

plantas previamente obtidas junto à COPF da UFPel, e contou com o auxílio de 4 pessoas. O levantamento incluiu medição das dimensões das salas, portas, janelas, mobiliário e luminárias, observação do *layout* e materiais de acabamento, bem como registro fotográfico.

A fim de organizar as informações a serem levantadas foi elaborada uma planilha que serviu de roteiro para a coleta dos dados. A figura 11 e a figura 12 trazem as planilhas preenchidas com as informações coletadas dos ambientes EA 01 e EA 02, respectivamente, onde observa-se semelhança quanto aos tipos de mobiliário, cores e acabamentos presentes nas duas salas.

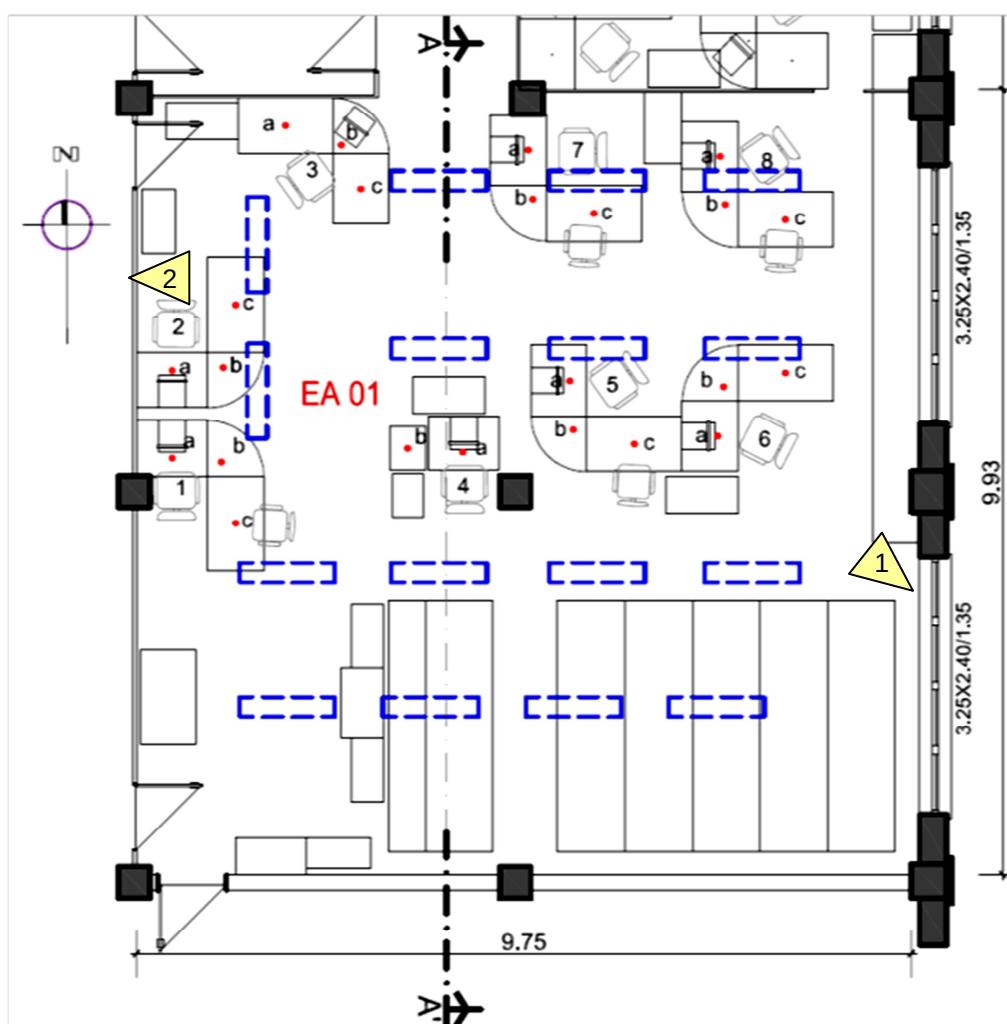
A maior distinção entre os dois espaços diz respeito à distribuição de janelas e proporção dos vãos de iluminação com relação à área do piso, e à orientação solar. O EA 01 apresenta 2 janelas que iluminam diretamente o ambiente, ambas voltadas à leste, com área proporcional de 15,9% da área do piso. O EA 02 possui 4 janelas, sendo 2 à norte e 2 à oeste, que correspondem à 34,5% da área do piso. Com relação ao *layout* e ocupação do espaço, ambas as salas apresentam mobiliários e equipamentos bastante semelhantes, com organização de quase totalidade das bancadas no formato em "L" para cada funcionário, porém observa-se a proporção de 12,27m² para cada bancada (ou usuário) no EA 01, e de 8,22m² por bancada no EA 02. Contudo, apesar do EA 01 apresentar maior área física, grande parte é ocupada por armários do tipo arquivo, o que reduz significativamente o espaço disponível para as bancadas de trabalho em si. As demais características do espaço físico das salas são bastante semelhantes nos dois espaços, conforme é possível perceber nos dados apresentados nas fichas da figura 11 e da figura 12.

CARACTERÍSTICAS DO ESPAÇO FÍSICO DAS SALAS				EA 01
Identificação da sala:	207/208/209		Pavimento:	2º pav.
Data:	17/06/2014		Horário:	09:00h
Tipo de céu:	Parcial encoberto		Orientação das janelas:	leste
Tipo de usos identificados na sala: - administrativo com atividades no computador, leitura e preenchimento de documentos nas mesas de trabalho, arquivamento de documentação, atendimento a pessoas e alguns trabalhos envolvendo o agrupamento de funcionários em torno de um posto de trabalho.				
População: 8			Pé-direito: 4,41m	
Dimensões: 9,75m x 9,93m			Área: 98,21m²	
MATERIAIS CONSTRUTIVOS:				
MATERIAL		COR		REFLETANCIA
PISO:	granitina	Cinza claro	45%	
PAREDES EXTERNAS:	Reboco com pintura	Creme	66%	
PAREDES INTERNAS:	Divisória leve com vidro	Bege claro	69%	
TETO:	Reboco com pintura	concreto	53%	
JANELA:	Maxim-ar: Alumínio anodizado	Bronze		
	Vidro: liso 4mm	Fumê - transmitância = 55% (Cebrace)		
	Dimensões: 3,25x2,40/1,35 (7,8m²)	Manutenção: Vertical - muito sujo= 0,7		
	Área total de janelas: 15,9% da área do piso	(NBR 15215-4)		
PROTEÇÃO SOLAR:				
Proteção Externa:	() SIM (X) NÃO		Tipo:	-
Material:	-		Cor:	-
Proteção Interna:	(X) SIM () NÃO		Tipo:	Persiana vertical
Material:	tecido		Cor:	Marrom claro / refletância = 60%
MOBILIÁRIO:				
QUANTIDADE		MATERIAL	COR	REFLETÂNCIA
Mesas:	8	melamina	bege claro	68%
Cadeiras:	18	tecido	azul	40%
Armários:	13	melamina	bege claro	68%
Arquivos:	7	metal	gelo	60%
Altura da bancada de trabalho : 76cm				
ILUMINAÇÃO ARTIFICIAL:				
Tipo de Luminárias:	Calhas refletoras		Quantidade:	20
Tipo de Lâmpadas:	Fluorescente tubular - T8		Altura da instalação:	3,00 m
Lâmpadas por luminária:	02		Voltagem/Potência:	220V- 32W
Temperatura de Cor:	4000k		Índice rep. cores R _a :	65
Reatores:	eletrônico - NI2X32HF		Voltagem/Potência:	220V / 64W

(continua)

(continua)

PLANTA BAIXA - LAYOUT MOBILIÁRIO:

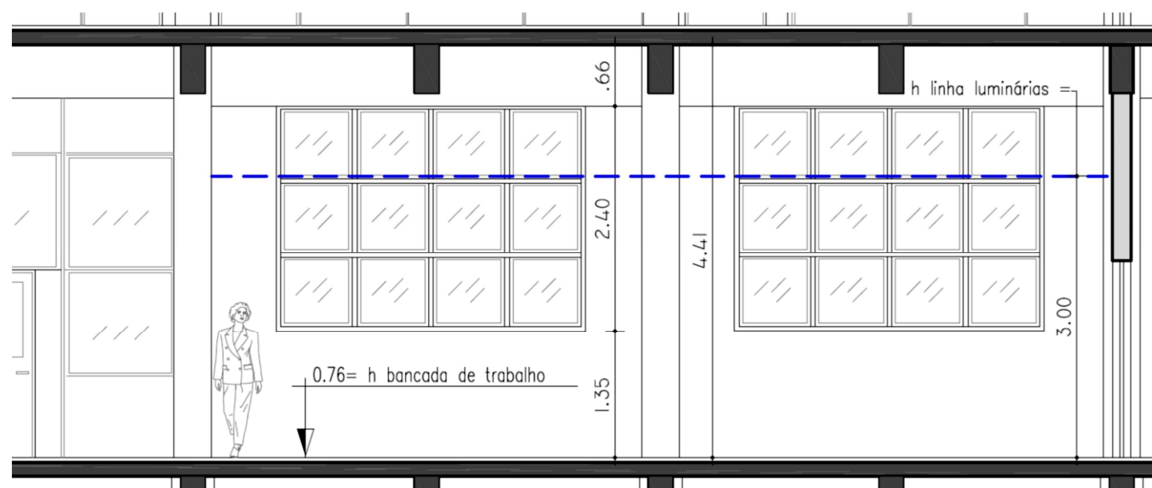


◀ (indicação da posição e ângulo de visão das fotos):

▭ luminária funcionando

▭ luminária com lâmpada queimada

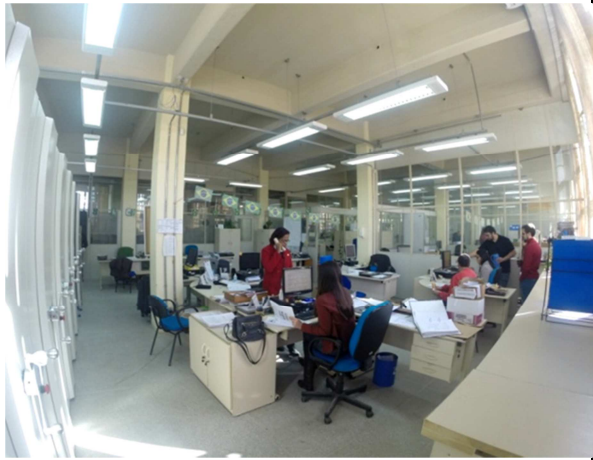
CORTE ESQUEMÁTICO:



(continua)

(conclusão)

LEVANTAMENTO FOTOGRÁFICO:



(1)



(2)

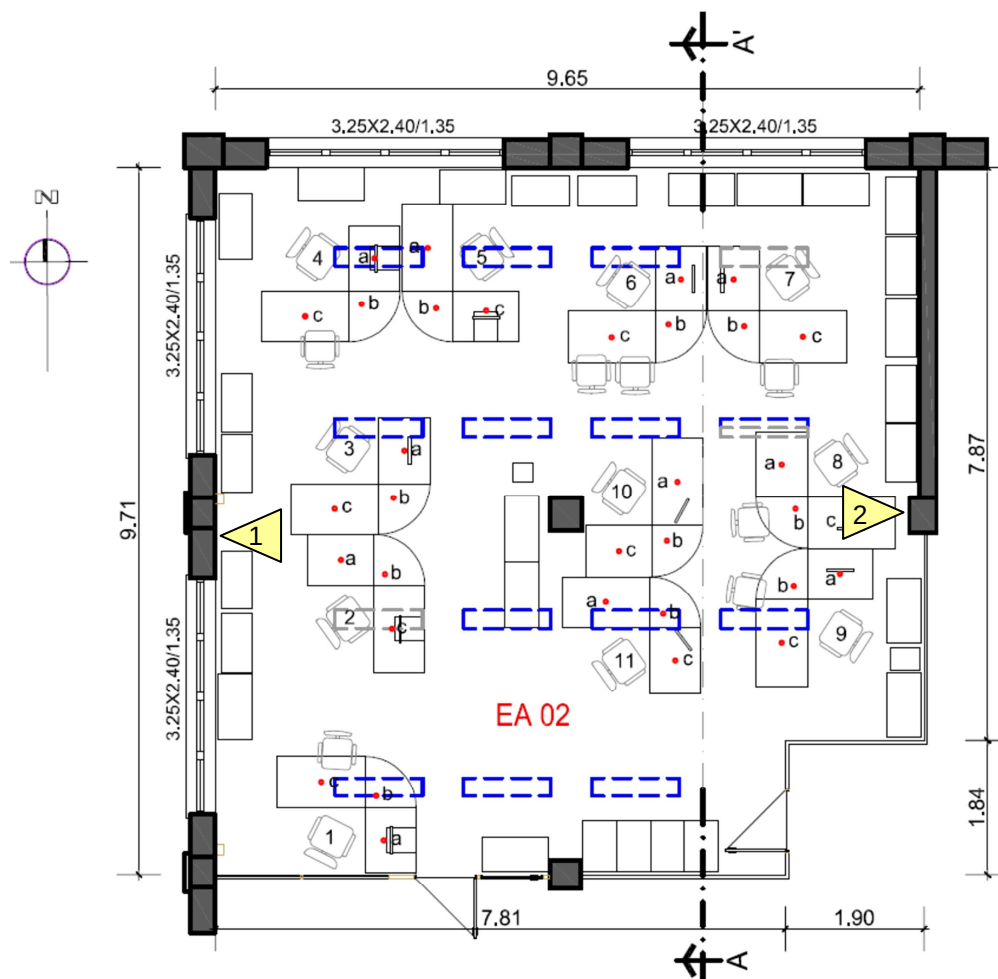
Figura 11 - Ficha de caracterização do espaço físico EA 01.

CARACTERÍSTICAS DO ESPAÇO FÍSICO DAS SALAS		EA 02	
Identificação da sala:	203	Pavimento:	2º pav.
Data:	18/06/2014	Horário:	09:00h
Tipo de céu:	Claro	Orientação das janelas:	2 - Norte 2 - Oeste
Tipo de usos identificados na sala:			
- administrativo com atividades no computador, leitura e preenchimento de documentos nas mesas de trabalho, atendimento a servidores externos ao setor e alguns trabalhos em duplas.			
População: 14		Pé-direito: 4,41m	
Dimensões: 9,71m x 9,65m		Área: 90,42m²	
MATERIAIS CONSTRUTIVOS:			
	MATERIAL	COR	REFLETANCIA
PISO:	granitina	Cinza claro	45%
PAREDES EXTERNAS:	Reboco com pintura	Crema	66%
PAREDES INTERNAS:	Divisória leve com vidro	Bege claro	69%
TETO:	Reboco com pintura	concreto	53%
JANELA: Maxim-ar - Vidro	Alumínio anodizado liso 4mm	Bronze	
Dimensões:	3,25x2,40/1,35 (7,80m²)	Fumê - transmitância = 55% (Cebrace, Anexo A)	
Área total de janelas:	34,5% da área do piso	Manutenção: Vertical - muito sujo= 0,7 (NBR 15215-4)	
PROTEÇÃO SOLAR:			
Proteção Externa:	() SIM (X) NÃO	Tipo:	-
Material:	-	Cor:	-
Proteção Interna:	(X) SIM () NÃO	Tipo:	Persiana vertical
Material:	tecido	Cor:	Marrom claro / refletância = 60%
MOBILIÁRIO:			
	QUANTIDADE	MATERIAL	COR
Mesas:	11	melamina	bege claro
Cadeiras:	17	tecido	azul
Armários:	23	melamina	bege claro
Arquivos:	4	metal	Cinza escuro
Altura da bancada de trabalho : 76cm			
ILUMINAÇÃO ARTIFICIAL:			
Tipo de Luminárias:	Calhas refletoras	Quantidade:	20
Tipo de Lâmpadas:	Fluorescente tubular - T8	Altura da instalação:	3,00 m
Lâmpadas por luminária:	02	Voltagem/Potência:	220V- 32W
Temperatura de Cor:	4000k	Índice rep. cores R _a :	65
Reatores:	eletrônico - NI2X32HF	Voltagem/Potência:	220V / 64W

(continua)

(continua)

PLANTA BAIXA - LAYOUT MOBILIÁRIO:

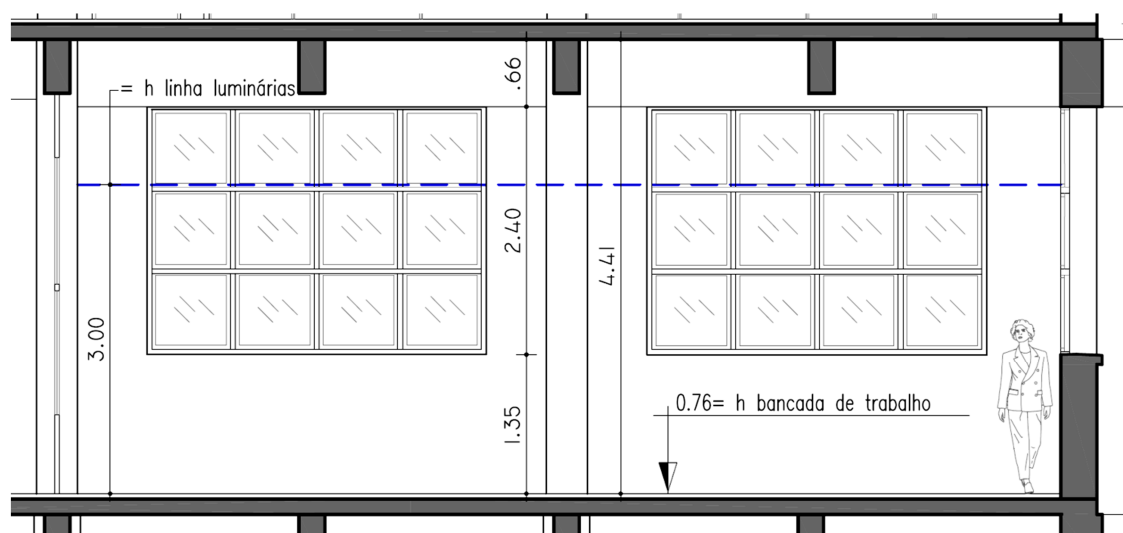


 indicação da posição e ângulo de visão das fotos

 luminária funcionando

 luminária com lâmpada queimada

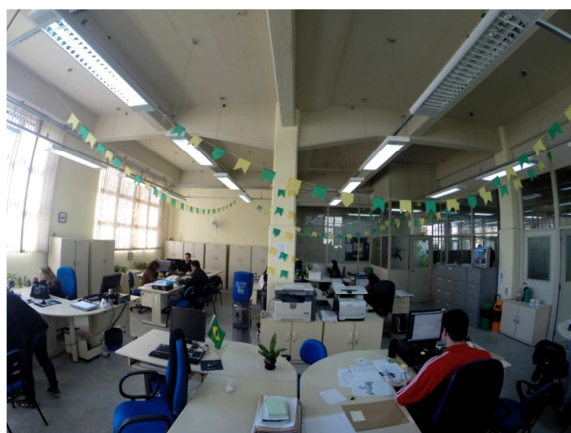
CORTE ESQUEMÁTICO:



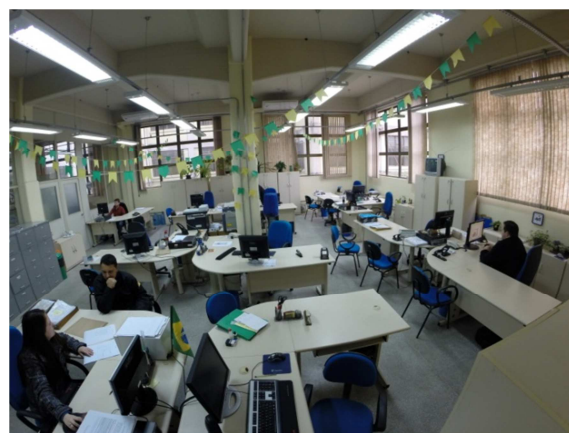
(continua)

(conclusão)

LEVANTAMENTO FOTOGRÁFICO:



(1)



(2)

Figura 12 - Ficha de caracterização do espaço físico EA 02.

3.3 Medições das condições lumínicas dos espaços

A verificação das condições lumínicas nas salas compreendeu a análise das seguintes variáveis:

- iluminância;
- uniformidade;
- contribuição da iluminação natural;
- refletância;
- luminância;
- contraste; e
- ofuscamento.

Todas as medições das variáveis lumínicas foram realizadas com instrumentos de medições adequados, que serão descritos nos itens a seguir, pertencentes ao Laboratório de Conforto e Eficiência Energética da Faculdade de Arquitetura e Urbanismo da UFPel (LabCEE) e foram devidamente calibrados antes do início das medições. A figura 13 apresenta um esquema síntese das condições lumínicas avaliadas e os respectivos instrumentos e parâmetros de análise de cada variável.

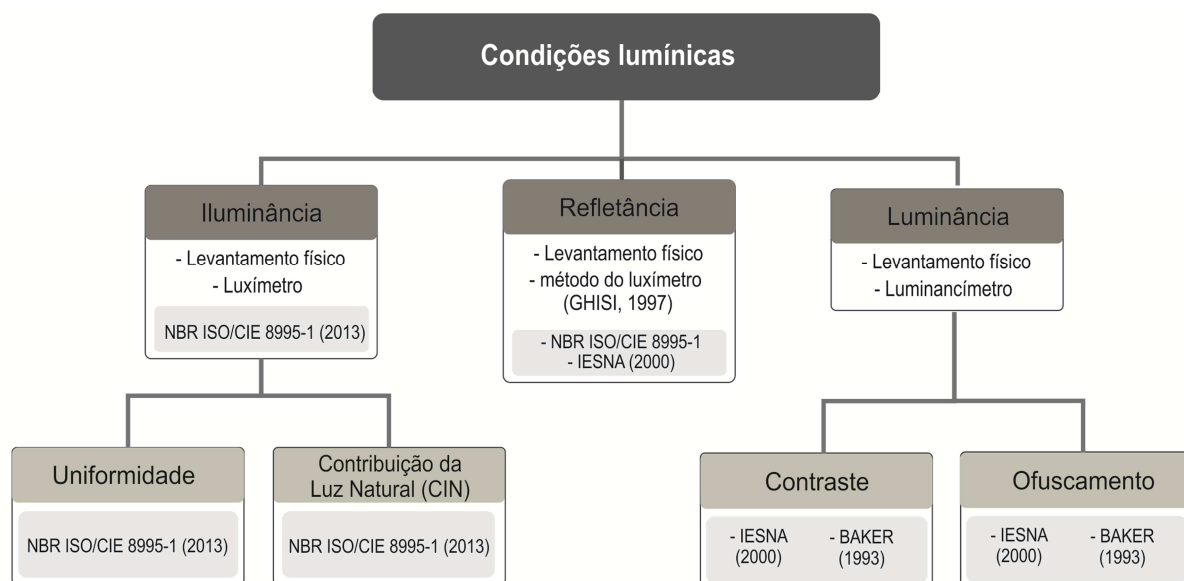


Figura 13 - Esquema síntese das condições lumínicas avaliadas e os respectivos instrumentos e parâmetros de análise de cada variável.

3.3.1 Iluminância

Para verificar a variação das iluminâncias nas bancadas de trabalho, a fim de se obter dados que auxiliassem na compreensão do comportamento da luz natural, e no seu aproveitamento no interior das salas sob diferentes condições de insolação, foram estabelecidos os seguintes critérios de levantamento:

- levantamento simultâneo nas duas salas e em um ponto externo junto a fachada de cada sala;
- medições em dias próximos ao solstício de inverno, sendo 01 (uma) sob condições de céu claro e 01 (uma) sob céu encoberto;
- medições em dias próximos ao solstício de verão, sendo 01 (uma) sob condições de céu claro e 01 (uma) sob céu encoberto;
- medições de duas em duas horas, a partir do início do horário de expediente, das 08:00h às 18:00h, considerando a configuração espontânea do usuário quanto ao acionamento de lâmpadas e posição das persianas;
- medições de duas em duas horas, conforme determina a NBR 15215-4 (ABNT, 2005d), a partir do início do horário de expediente, considerando apenas a contribuição da luz natural, desligando-se a iluminação artificial e com abertura total das persianas.

A tabela 9 apresenta o cruzamento das diferentes condições de medições realizadas:

Tabela 9 - Cruzamento das condições contempladas no levantamento das iluminâncias.

	Solstício de Inverno		Solstício de Verão	
	Céu claro	Encoberto	Céu claro	Encoberto
Iluminação configurada pelo usuário (IU)	ICC/IU	ICE/IU	VCC/IU	VCE/IU
Luz Natural (LN)	ICC/LN	ICE/LN	VCC/LN	VCE/LN

I = inverno - V = verão - CC= céu claro - CE = céu encoberto IU = iluminação configurada pelo usuário - LN = Luz natural

Os levantamentos foram realizados com a participação de 04 pessoas previamente instruídas quanto à rotina de medição e modo de operação dos equipamentos. Foram utilizados 03 luxímetros da marca Instrutherm, modelo LD-209, sendo um para cada uma das salas e um para o ponto externo).

A NBR 15215-4 (ABNT, 2005d) recomenda que a medição da iluminância deve ser feita em uma quantidade de pontos determinada segundo o Índice do local (K), dividindo o ambiente em uma malha regular de pontos. Porém devido aos objetivos do presente trabalho, optou-se por seguir as recomendações da NR-17 (2007) que determina que as medições devem ser feitas no campo de trabalho onde se realiza a tarefa visual. Deste modo, foram definidos 3 pontos de medição para cada bancada de trabalho, buscando-se atender as 3 possibilidades de uso do mobiliário, com exceção de um posto de trabalho do EA 01(posto 04), que contemplava apenas 2 posições, o que resultou em um total de 23 pontos na sala EA01 e 33 na sala EA 02. Todos os dados foram registrados em planilha específica para cada condição de levantamento realizada (Apêndice B).

A figura 14 apresenta as plantas de cada ambiente com os pontos de medição em cada bancada de trabalho e também dos pontos externos junto a cada fachada.

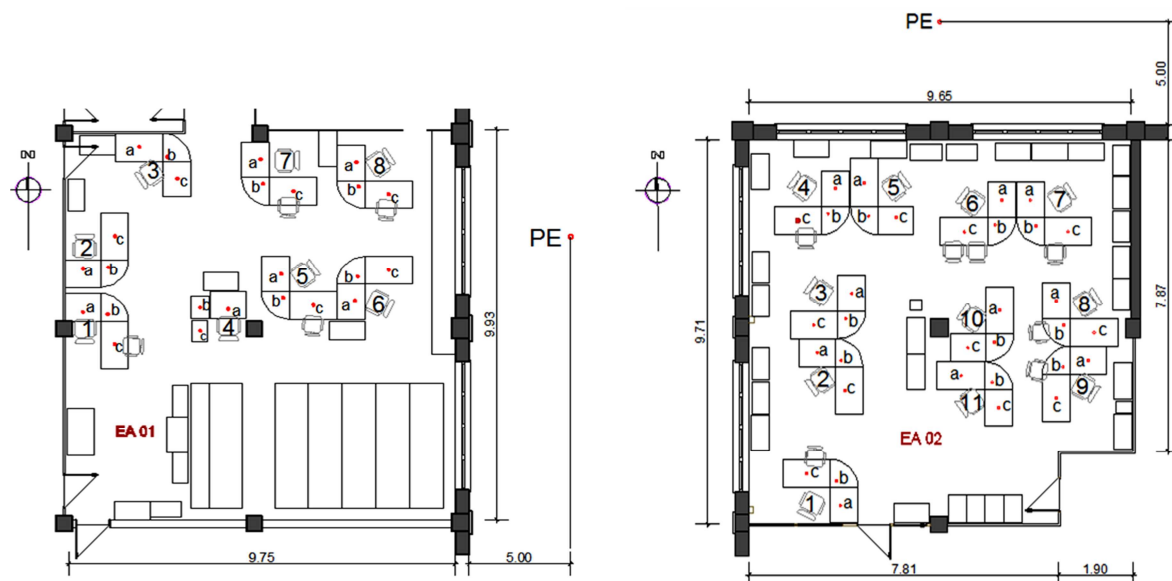


Figura 14 - Plantas com a marcação dos pontos de medição nas salas EA 01 e EA 02 e pontos externos junto a cada fachada.

As medições foram realizadas durante o expediente de trabalho, com resultados que demonstram a condição real de iluminação dos espaços efetivamente em uso, conforme ilustra a figura 15. Primeiramente realizou-se a medição de acordo com a configuração de uso do usuário quanto à iluminação artificial e acionamento de persianas. Ao término da medição nesta configuração, as persianas foram totalmente abertas e a iluminação artificial desligada, a fim de avaliar apenas a iluminação natural dentro do espaço, repetindo-se o processo de medição ponto a ponto. Após a medição de cada etapa, foram reestabelecidas as condições de iluminação conforme a configuração de uso dos ocupantes - tomando-se o cuidado de voltar a posição das persianas para a posição em que estavam anteriormente. Este procedimento de medição foi repetido de duas em duas horas (8:00h, 10:00h, 12:00h, 14:00h, 16:00h, 18:00h), em cada uma das salas, em cada uma das datas representativas das condições de ICC, ICE, VCC, VCE. Com o propósito de agilizar o processo de medição e evitar mudanças acidentais nas posições dos luxímetros sobre as bancadas, cada ponto de medição foi identificado com uma etiqueta numerada.

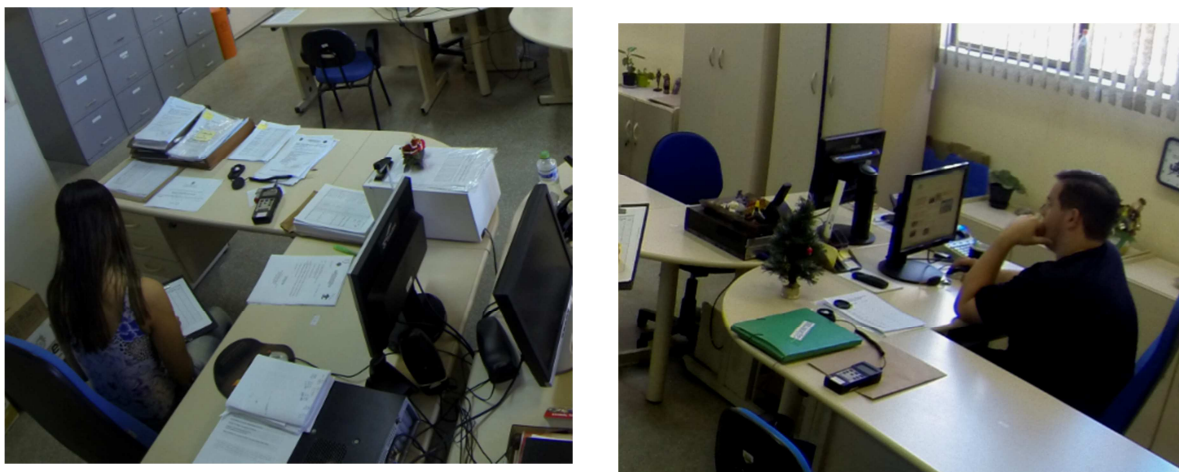


Figura 15 - Fotos dos luxímetros em pontos de medições, durante o levantamento de iluminâncias.

Os resultados foram analisados conforme parâmetros da NBR ISO/CIE 8995-1 (ABNT, 2013), que prevê que a iluminância mantida na superfície de referência para um ambiente, tarefa ou atividade em espaços de escritórios deve ser de 500 lux, independentemente da idade do usuário e condições da instalação. As iluminâncias obtidas em cada ponto foram representadas na planta baixa de cada ambiente, através de cores atribuídas aos valores da escala de iluminância recomendada pela NBR ISO/CIE 8995-1 (ABNT, 2013), que prevê que um fator de aproximadamente 1,5 representa a menor diferença significativa no efeito subjetivo da iluminância (figura 16).

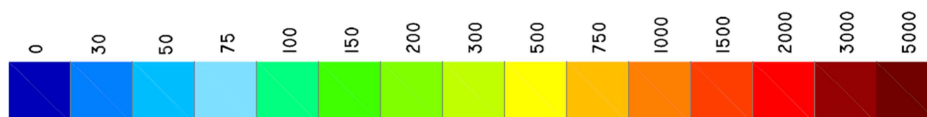


Figura 16 - Escala de iluminâncias (lux).

Todos os valores de iluminância obtidos foram tabulados em planilhas eletrônicas, e permitiram avaliar a uniformidade e a contribuição da luz natural nos espaços, conforme descrito a seguir.

3.3.2 Uniformidade

A análise da uniformidade (U) foi realizada a partir das iluminâncias obtidas, calculando-se o valor para cada bancada de trabalho e para o ambiente em geral em cada um dos horários de medições. Para o cálculo da uniformidade em cada bancada foi considerado a razão entre a iluminância mínima e a iluminância média

dos pontos sobre a mesma. Para a uniformidade geral do ambiente utilizou-se a razão entre a iluminância mínima e a iluminância média entre todos os pontos do ambiente. Foram considerados as recomendações da NBR ISO 8995-1 (ABNT, 2013), conforme apresentado em 2.2.2.2, tomando como parâmetro o valor de $U=0,7$ para as bancadas individuais, e o valor de $U=0,6$ para a análise da uniformidade no ambiente como um todo.

3.3.3 Contribuição da luz natural

A contribuição da iluminação natural (CIN) nas salas de estudo foi determinada para as datas representativas próximas ao solstício de inverno e de verão, a partir dos dados de iluminância obtidos nos levantamentos descritos em 3.3.1. Porém, por falta de recomendações técnicas que definam um procedimento padronizado para evitar a radiação solar direta na fotocélula do luxímetro no momento da medição, os valores obtidos para a condição de céu claro não foram considerados confiáveis. O ato de sombrear a fotocélula, para evitar a radiação direta no momento da medição, baixou drasticamente os valores de iluminância, obtendo-se valores menores que na condição de céu encoberto. Desta forma, para a contribuição da iluminação natural foram considerados apenas os dados obtidos nas condições de céu encoberto.

A medição do ponto externo foi realizada junto às fachadas leste e norte, para onde estão voltadas às janelas das salas EA 01 e EA 02, respectivamente. O luxímetro foi posicionado sobre uma superfície plana, com 73cm de altura, distante 5 metros de cada fachada, conforme mostra a figura 17. O aparelho foi configurado para a fonte de luz do dia e foi ativada a função *data-record* que informa a média dos valores obtidos durante cada intervalo de medição.

Os valores de CIN foram avaliados segundo parâmetro da NBR 8995 (ABNT, 2013), a qual recomenda que o fator de luz natural não seja inferior a 1% no plano de trabalho a 3 m da parede da janela.

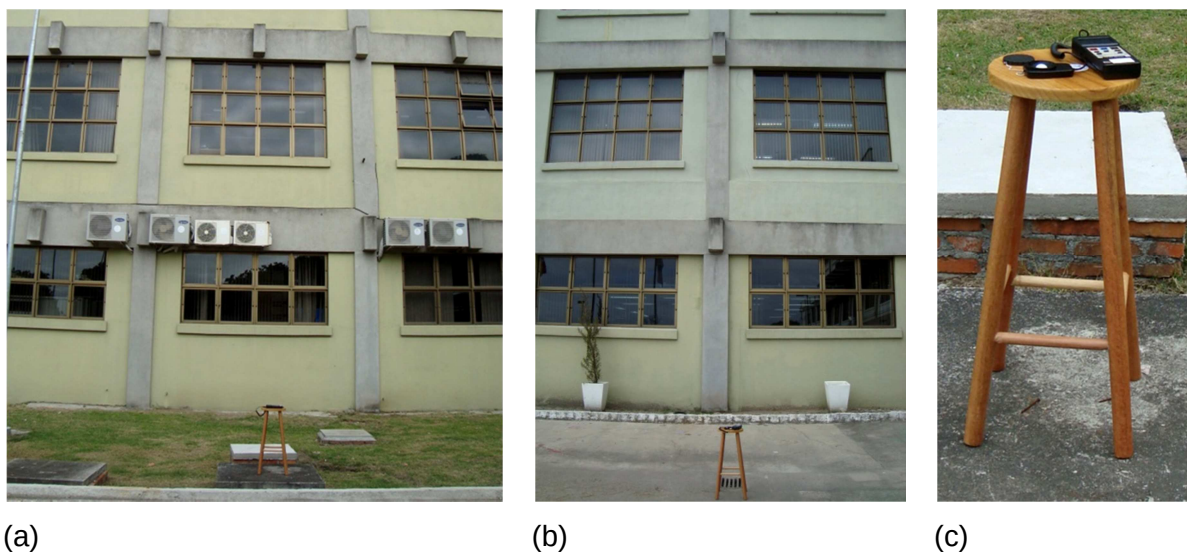


Figura 17 - Imagens dos pontos de medição externos junto à fachada leste - EA 01 (a) e fachada norte - EA 02 (b), e o luxímetro sobre a base de medição (c).

3.3.4 Refletância

O modo mais preciso de se medir a refletância de uma superfície é através do uso de espectrofotômetro. Porém por tratar-se de um equipamento de custo elevado, não disponível na instituição de desenvolvimento desta pesquisa, a refletância foi estimada através do método descrito por Ghisi (1997), no qual as medições são realizadas com luxímetros portáteis e uma folha de papel branco. O processo consiste em realizar a medição da iluminância de um ponto, mantendo-se a fotocélula voltada para a superfície com um afastamento de 10cm desta, e em seguida, com o luxímetro na mesma posição, realizar a medição de iluminância refletida pelo mesmo ponto, porém coberto pelo papel branco.

No presente estudo, foi utilizado luxímetro portátil da marca Instrutherm - modelo LD-209 para as medições. Considerando-se a refletância do papel branco como sendo 85% (PEREIRA,F; SOUZA, M.,2005), a refletância da superfície foi determinada através da proporção de iluminâncias, conforme a equação 2.

$$\rho_{\text{sup}} = 85 \cdot E_{\text{sup}} / E_{\text{pb}} \quad (2)$$

onde:

ρ_{sup} = refletância da superfície (%);

E_{sup} = iluminância refletida da superfície (lux);

E_{pb} = iluminância refletida da superfície coberta por papel branco (lux).

As seguintes superfícies foram avaliadas: piso, parede, teto, mesa, cadeira, persiana, computador, armários e divisórias. Os valores obtidos foram comparados com as recomendações da NBR ISO/CIE 8995-1 (2013) e IESNA (2000) apresentadas no item 2.2.2.2.

3.3.5 Luminância

A medição das luminâncias foi realizada para avaliar as condições de brilho da superfície de trabalho utilizada pelos usuários e seu entorno próximo. Os levantamentos foram realizados nas mesmas datas que as medidas de iluminância, nas condições de ICC, ICE, VCC e VCE, no ambiente com características lumínicas configuradas pelo usuário. O equipamento utilizado foi um luminancímetro da marca Konica Minolta - modelo LS-110. O procedimento de medição implicou em ocupar a posição do usuário em sua bancada de trabalho e realizar medidas na área de tarefa e seu entorno, aproximando-se o máximo possível das posições reais de uso, conforme ilustram as imagens da figura 18.

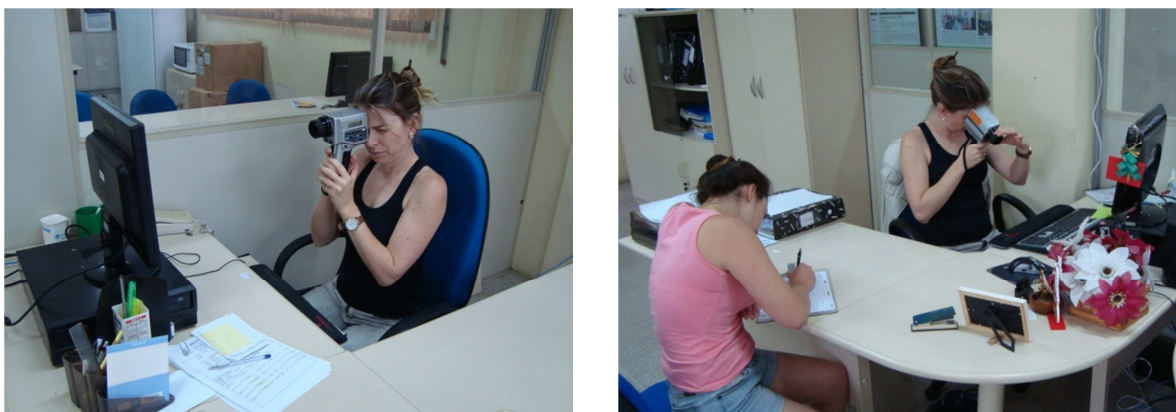


Figura 18 - Fotos durante a realização de um dos levantamentos de luminâncias.

Seguindo as orientações constantes na NBR 15215 - 4 (ABNT, 2005d) e de outros estudos, tais como Amorim et al. (2013) e Nissola (2005), foram definidos as seguintes pontos para tomada de medidas em cada área de trabalho:

- a) área central da tarefa na tela do computador
- b) área de tarefa na superfície da bancada
- c) fundo da área de trabalho
- d) pontos na área visual da janela
- e) pontos na área visual da luminária

f) superfícies brilhosas em qualquer ponto da área visual do ambiente.

A fim de facilitar a tomada de dados, foi elaborada uma planilha para as informações de cada bancada de trabalho (Apêndice B). Foram tomadas cinco leituras para cada ponto, marcando-se na planta a localização do ponto visado em relação ao usuário. Os dados foram tabulados em planilhas eletrônicas do Excel para fins de cálculo das médias de luminâncias de cada superfície e verificação dos contrastes e ofuscamentos nos ambientes de trabalho.

3.3.6 Contraste

A avaliação de contrastes foi realizada observando-se os parâmetros de proporção de luminâncias recomendados para ambientes de escritórios, apresentados no item 2.2.2.5. Foi avaliada a taxa de proporção de luminâncias entre as seguintes superfícies:

- a) área de tarefa na bancada de trabalho x área central da tarefa na tela do computador;
- b) área de tarefa na tela do computador x fundo da área de trabalho;
- c) área de tarefa na bancada de trabalho x fundo da área de trabalho;
- d) superfícies brilhosas em qualquer ponto da área visual x superfície com menor luminância.

3.3.7 Ofuscamento

A presença de ofuscamentos foi verificada numericamente através dos dados de luminância, observando-se a existência de luminâncias muito elevadas e grandes contrastes entre as superfícies. Descritas em 3.3.6. Como parâmetro para o valor de luminância, foi adotada a recomendação de IESNA (2000), que prevê que a luminância de qualquer superfície em um ambiente não deve ultrapassar 850 cd/m². Para avaliar a presença de contrastes excessivos, adotou-se a proporção máxima de luminâncias recomendada por Baker, Fanchiotti e Steemers (1993) de 40:1.

3.4 Percepção e comportamento do usuário

3.4.1 Observação do comportamento do usuário

As primeiras observações de cunho exploratório, foram realizadas em período que antecedeu a coleta de dados físicos e lumínicos, sem critérios pré estabelecidos, e sem contato direto com os setores, buscando-se perceber a rotina natural dos funcionários. Desta forma foi possível identificar aspectos tais como: tipos de atividades realizadas, horários e troca de turnos entre os servidores, forma de ocupação dos espaços, perfil de utilização da iluminação artificial, e outras informações que auxiliassem no desenvolvimento dos próximos passos da pesquisa.

A tabela 10 apresenta a síntese das informações levantadas, onde observa-se que o número de funcionários, bem como os horários de troca de turnos, chegada e saída de funcionários é variável devido a existência de diferentes cargos e jornada de trabalho, tais como funcionários administrativos, estagiários e bolsistas com diferentes escalas e carga horário de trabalho.

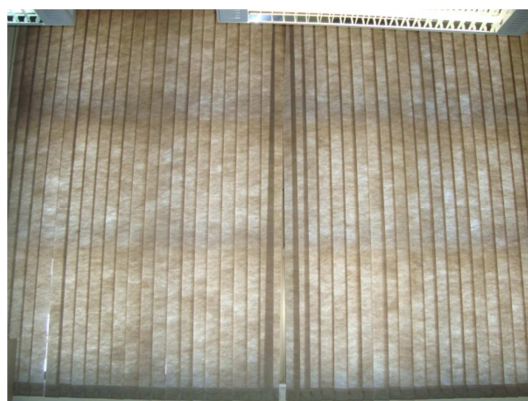
Tabela 10 - Informações de uso dos espaços obtida através da observação casual.

	EA 01	EA 02
Atividades desenvolvidas	- atividades no computador; - leitura e preenchimento de documentos nas mesas de trabalho; - arquivamento de documentação; - atendimento a pessoas externas ao setor; - alguns trabalhos envolvendo agrupamento de funcionários em torno de um posto de trabalho.	- atividades no computador; - leitura e preenchimento de documentos nas mesas de trabalho; - cópias e impressão de documentos; - atendimento a pessoas externas ao setor; - alguns trabalhos em duplas em torno do posto de trabalho.
Turno de trabalho	- turno de trabalho das 08:00h às 19:00h; - no turno da manhã a maioria chega entre 8:00h e 8:30h; - no turno da tarde entre 12:00h e 14:00h horas;	- turno de trabalho das 08:00h às 19:00h; - no turno da manhã funcionários chegam entre 08:00h e 09:00h; - no turno da tarde funcionários chegam entre 12:00h e 14:00 horas.
Nº de funcionários	- entre 05 e 09 por turno.	- entre 04 e 08 por turno.
Tipos de uso das persianas	- persiana totalmente aberta - persiana totalmente fechada - persiana parcialmente recolhida - persiana com lâminas rotacionadas	- persiana totalmente aberta - persiana totalmente fechada - persiana parcialmente recolhida - persiana com lâminas rotacionadas

A figura 19 ilustra os diferentes tipos de uso e acionamento das persianas identificados nos espaços.



Totalmente aberta



Totalmente fechada



Parcialmente recolhida



Lâminas rotacionadas

Figura 19 - Tipos de uso das persianas identificados nos espaços.

Destaca-se que os dados da observação casual foram fundamentais para a delimitação de categorias de análise do comportamento do usuário, bem como para o delineamento das entrevistas. Desta forma, com base nos dados observados e nos objetivos do trabalho, foram estabelecidos os seguintes parâmetros para análise dos comportamentos observados:

- | | |
|--|---|
| a) Utilização das persianas: | <ul style="list-style-type: none"> - totalmente aberta (TA) - totalmente fechada (TF) - parcialmente recolhida (PR) - lâminas rotacionadas (LR) |
| b) Acionamento do sistema de iluminação artificial | <ul style="list-style-type: none"> - lâmpadas ligadas (LL) - lâmpadas desligadas (LD) |
| c) Relação usuário computador | <ul style="list-style-type: none"> - giro na tela do computador (GT) - aproximação/afastamento da tela do computador (AT) |

Após o contato com os usuários participantes dos setores envolvidos, foram explicados os objetivos da pesquisa e teve início o processo de observação sistemática. Com o intuito de acompanhar o comportamento dos usuários ao longo de todo um dia de trabalho, com a menor interferência possível e maior capacidade de registro e análise de pequenos movimentos, optou-se pela técnica da fotografia sequencial, também chamada de *time lapse*.

A observação através da fotografia sequencial foi realizada de forma simultânea nas duas salas do estudo através da instalação de uma câmera da marca GoPro modelo Hero3 em cada um dos espaços (figura 20). As câmeras foram posicionadas de forma a obter uma ampla visão do espaço, tomando-se o cuidado para captar todos os postos de trabalho, luminárias e janelas.

Inicialmente as câmeras foram configuradas para captarem imagens a cada 10 segundos, conforme recomendação de Whyte (1980) para estudos de padrões de ocupação. Porém como esta configuração de intervalo acarretou em problemas no funcionamento das câmeras, que por vezes travavam, foi adotado o intervalo de 30 segundos para captura de imagens, o que funcionou corretamente ao longo dos levantamentos. As câmeras permaneceram conectadas à fonte de energia como forma de garantir o funcionamento ao longo de todo o expediente de trabalho.



Figura 20 - Câmeras GoPro instaladas para o registro de fotografias sequenciais nos EA 01 e EA 02, respectivamente.

A fotografia sequencial possibilitou o registro de informações a cerca do comportamento espontâneo do usuário quanto à manipulação das condições lumínicas do ambiente nas condições de céu claro e céu encoberto, próximos ao solstício de inverno e de verão conforme organizado na tabela 11 a seguir. Destaca-se que esses levantamentos foram realizados em dias diferentes dos que ocorreram as medições lumínicas, evitando a influência da presença da pesquisadora no comportamento dos usuários.

Tabela 11 - Distribuição das observações do comportamento do usuário através da *time lapse*.

	Solstício de Inverno		Solstício de Verão	
	Céu claro	Encoberto	Céu claro	Encoberto
Configuração do usuário	ICC	ICE	VCC	VCE

As imagens registradas possibilitaram a análise através de duas formas. A primeira através do recurso das próprias imagens, na qual os arquivos foram gravados com o horário em que a foto foi capturada, permitindo selecionar tempos exatos e intervalos de interesse em busca de informações específicas e ainda agrupar as imagens quadro a quadro a fim de facilitar a análise das informações. Esta técnica se mostrou bastante útil para as análises, pois apesar de gerar um grande número de arquivos de imagens, sendo necessário a criação de um banco de dados digital, ela permite a seleção de imagens representativas das observações para ilustrar de forma impressa os dados levantados.

A segunda forma de análise das imagens foi realizada através da geração de vídeos, através do *software* gratuito *GoPro Studio*, onde configurando-se o número de frames por segundo (fps) determina-se a velocidade e a duração do vídeo. Esta montagem permitiu visualizar rapidamente o movimento da luz dentro do ambiente ao longo do dia, bem como as formas de uso e ocupação do espaço e os movimentos e interações dos usuários, sendo possível perceber, por exemplo, a manipulação das persianas, a mudança de posição dos usuários, a alteração na posição da tela do computador, mudança ou preferência de ocupação do espaço na bancada de trabalho. Para a criação dos vídeos, neste trabalho, foi selecionada a configuração de uma imagem para cada intervalo de um minuto, velocidade de 12 fps e resolução de 1080p (FullHD). A montagem dos vídeos é bastante simples dentro do programa *GoPro Studio*, e permite uma análise ao mesmo tempo rápida e

rica de informações, porém, apresenta a limitação da divulgação das informações em meio digital.

Destaca-se que o registro e a utilização das imagens para a pesquisa foram autorizados pelos participantes por meio do preenchimento do Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (Apêndice C).

3.4.2 Entrevistas - percepção do usuário

A percepção do usuário frente às condições lumínicas do ambiente foi avaliada por meio de entrevistas realizadas individualmente com um ocupante de cada posto de trabalho, nos meses de janeiro e fevereiro de 2015, em período posterior à realização dos levantamentos lumínicos e à observação comportamental sistemática, de modo que as questões abordadas não viessem a interferir no comportamento espontâneo dos usuários.

Foi realizada entrevista semi estruturada (Apêndice D), elaborada com base em outros instrumentos já utilizados em pesquisas relacionadas a percepção humana quanto às condições lumínicas, bem como informações obtidas a partir das primeiras observações e levantamentos realizados. A ferramenta utilizou-se tanto de questões fechadas com respostas objetivas, como questões abertas onde o participante pudesse expressar-se mais livremente, fazendo comentários espontâneos a serem posteriormente utilizados para análise das próprias respostas e das questões levantadas neste trabalho. Além disso foram captados dados referente a algumas informações pessoais dos respondentes, como por exemplo, faixa etária, lateralidade e sexo, e ainda uma identificação que permitisse localizar o respondente dentro do espaço de trabalho.

Todas as entrevistas foram gravadas com autorização dos entrevistados, mantendo-se o compromisso de sigilo quanto à identificação das informações.

De modo a facilitar a análise das informações obtidas, as questões foram agrupadas em categorias de análise de acordo com os objetivos propostos pela pesquisa:

- a) Perfil de usuários: dados relativos à faixa etária, sexo, turno de trabalho e atividades realizadas;
- b) Percepção quanto aos níveis de iluminação: questões referentes a percepção de claro x escuro, suficiente x insuficiente, cores;

- c) Percepção quanto ao conforto visual: questões quanto a sensação de conforto x desconforto, ocorrência de desconforto visual (tipo? local? causa?), atitudes para redução do desconforto, presença da luz natural (estações do ano, tipos de céu, horário, contato visual com o exterior).
- d) Sugestões/necessidades de melhorias à iluminação do ambiente.

O processo de análise das entrevistas compreendeu as anotações gerais feitas durante a realização das mesmas, as transcrições dos áudios, e o manuseio dos registros para organização das informações, quantificação dos dados objetivos e agrupamento das falas significativas e representativas da percepção dos usuários. Os dados foram tratados com o auxílio dos programas Excel e SPSS versão 21, possibilitando a realização de análises descritivas de frequência e o cruzamento de informações de acordo com as variáveis analisadas, e ainda a representação gráfica dos resultados.

3.5 Avaliação da eficiência energética do sistema de iluminação

A avaliação dos níveis de eficiência energética dos sistemas de iluminação das salas foi realizada através da aplicação parcial do RTQ-C. Foi utilizado o método da área do edifício para determinação dos valores limites de densidade de potência de iluminação em cada nível de etiquetagem e após foram aplicados os pré-requisitos específicos para verificação da classificação final, conforme apresentado em 2.2.3.2.

O método da área do edifício foi adotado tendo em vista ser indicado para edificações que abriguem até três atividades principais, ou para atividades que ocupem mais de 30% da área do edifício. Além disto, considerando-se que as salas do estudo fazem parte de um prédio de uso exclusivamente administrativo da instituição, em caso de realização da etiquetagem da edificação como um todo, caberia o emprego do método da área.

4 Resultados e discussão

O presente capítulo é dividido em três partes. A primeira diz respeito aos aspectos lumínicos, analisados através dos dados dos levantamentos físicos de iluminância, luminância e refletância, e dos cálculos de uniformidade, contribuição da luz natural, contraste e ofuscamento de cada um dos espaços. A segunda parte apresenta os aspectos de comportamento e percepção dos usuários, buscando-se estabelecer relações entre as informações obtidas através das observações, das entrevistas e dos dados lumínicos levantados nos ambientes. A terceira parte, por fim, apresenta uma análise da eficiência energética do sistema de iluminação das salas do estudo, avaliadas segundo o RTQ-C.

4.1 Condições lumínicas dos espaços

Os levantamentos das condições lumínicas dos espaços, conforme já descrito no item 3.3, foram realizados para as condições de céu claro e céu encoberto, inverno e verão. Em cada dia de medição foi realizado o monitoramento das condições do céu, por meio de registro fotográfico da abóbada celeste, no mesmo intervalo em que ocorreram as medições - de duas em duas horas.

As medições do inverno ocorreram no dia 24/06/2014, quando o céu apresentou-se nublado durante todo o período, e no dia 02/07/2014, na condição de céu claro ao longo do dia, porém no horário das 08:00h com cerração típica dos dias de inverno, conforme mostram as fotografias da figura 21 e figura 22, respectivamente, obtidas em intervalos de 2 horas.

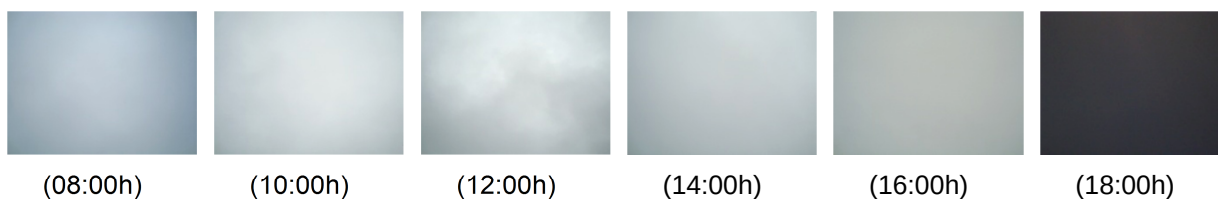


Figura 21 - Fotografias das condições de céu obtidas ao longo do dia 24/06/2014 - condição ICE.



Figura 22 - Fotografias das condições de céu obtidas ao longo do dia 02/07/2014 - condição ICC.

As medições de verão ocorreram no dia 12/12/2014, quando o céu apresentou-se nublado durante todo o período, e no dia 19/12/2014, com céu claro ao longo do dia, conforme mostram as fotografias da figura 23 e figura 24, respectivamente, obtidas em intervalos de 2 horas, conforme horários de realização dos levantamentos lumínicos.



Figura 23 - Fotografias do céu obtidas ao longo do dia 12/12/2014 - condição VCE.



Figura 24 - Fotografias do céu obtidas ao longo do dia 19/12/2014 - condição VCC.

4.1.1 Iluminância

As iluminâncias obtidas em cada ponto de medição dos espaços foram tabuladas no Excel para fins de organização dos dados, e podem ser consultadas no apêndice C. Para a compreensão da distribuição das iluminâncias no espaço, os valores obtidos foram organizados dentro da escala de iluminância recomendada

pela NBR ISO/CIE 8995-1 (ABNT, 2013) e representados por meio de cores nas plantas baixas de cada um dos espaços (EA 01 e EA 02), conforme será apresentado a seguir.

4.1.1.1 Iluminâncias no EA 01

A figura 25 e a figura 26 apresentam, respectivamente, os valores de iluminância obtidos para o EA 01 na condição de inverno com céu encoberto (ICE) com o uso apenas da iluminação natural (ICE/LN), e, com a iluminação configurada pelo usuário (ICE/IU). Na sequência, a figura 27 e a figura 28 apresentam os dados obtidos para a condição de inverno com céu claro (ICC) para luz natural (ICC/LN) e para a iluminação configurada pelo usuário (ICC/IU), respectivamente.

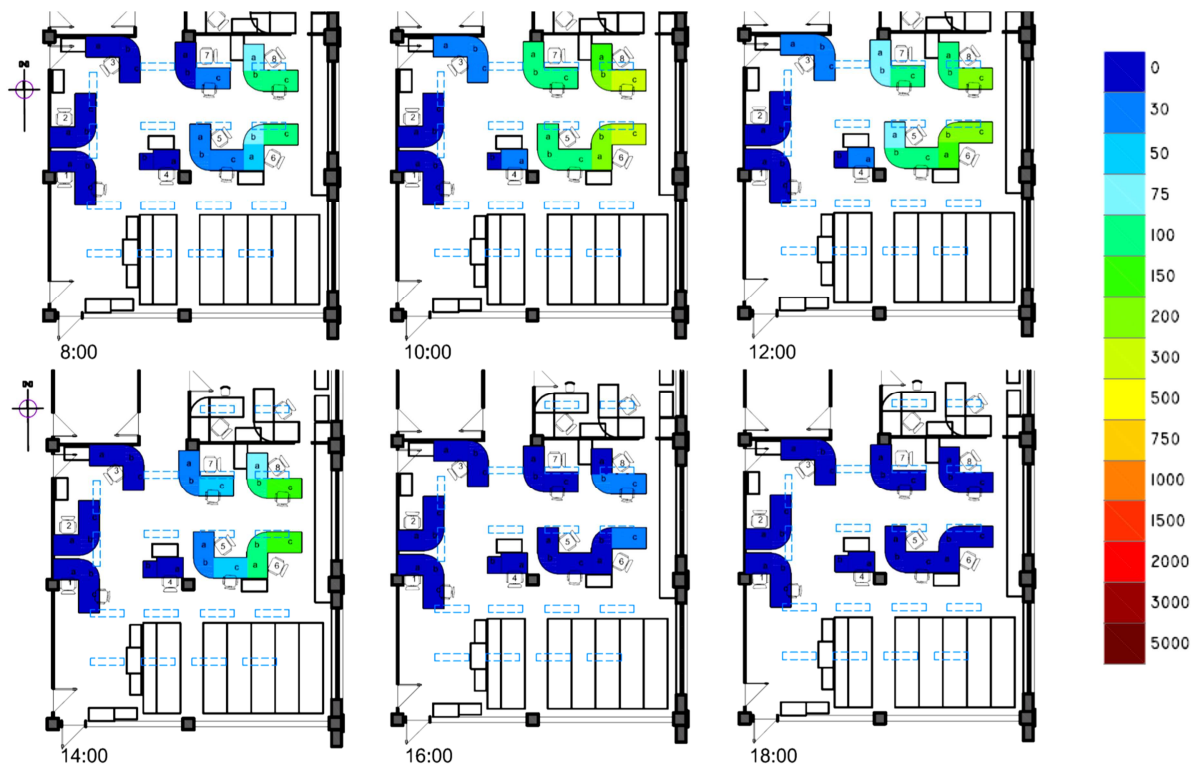


Figura 25 - Planta baixa - EA 01 - distribuição das iluminâncias nas condições de inverno, céu encoberto e luz natural - ICE/LN

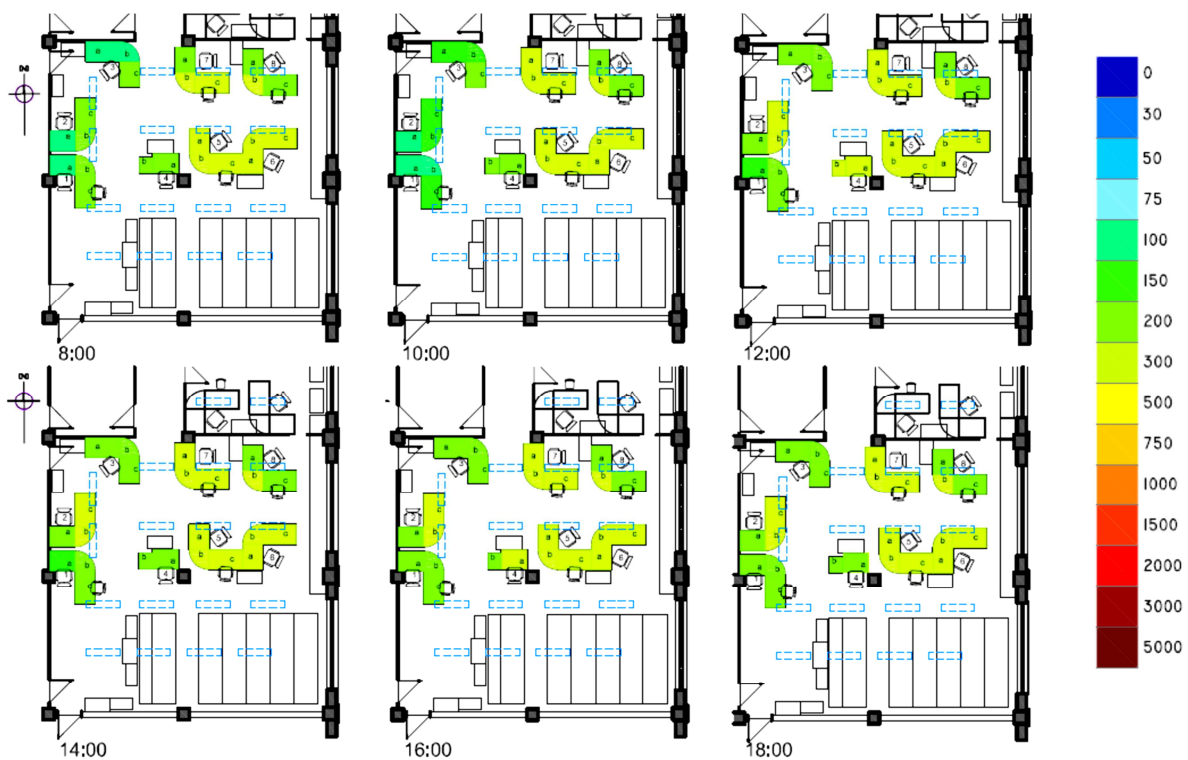


Figura 26 - Planta baixa - EA 01 - distribuição das iluminâncias nas condições de inverno, céu encoberto e iluminação configurada pelo usuário - ICE/IU

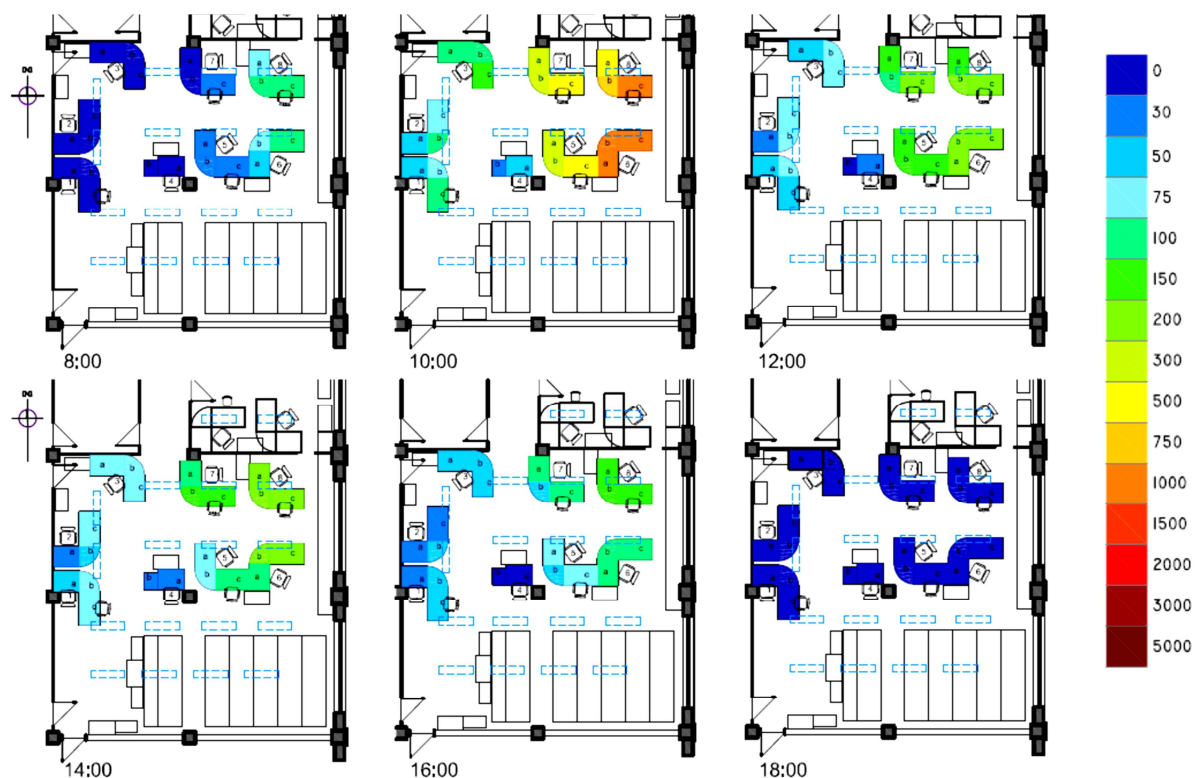


Figura 27 - Planta baixa - EA 01 - distribuição das iluminâncias nas condições de inverno, céu claro e luz natural - ICC/LN

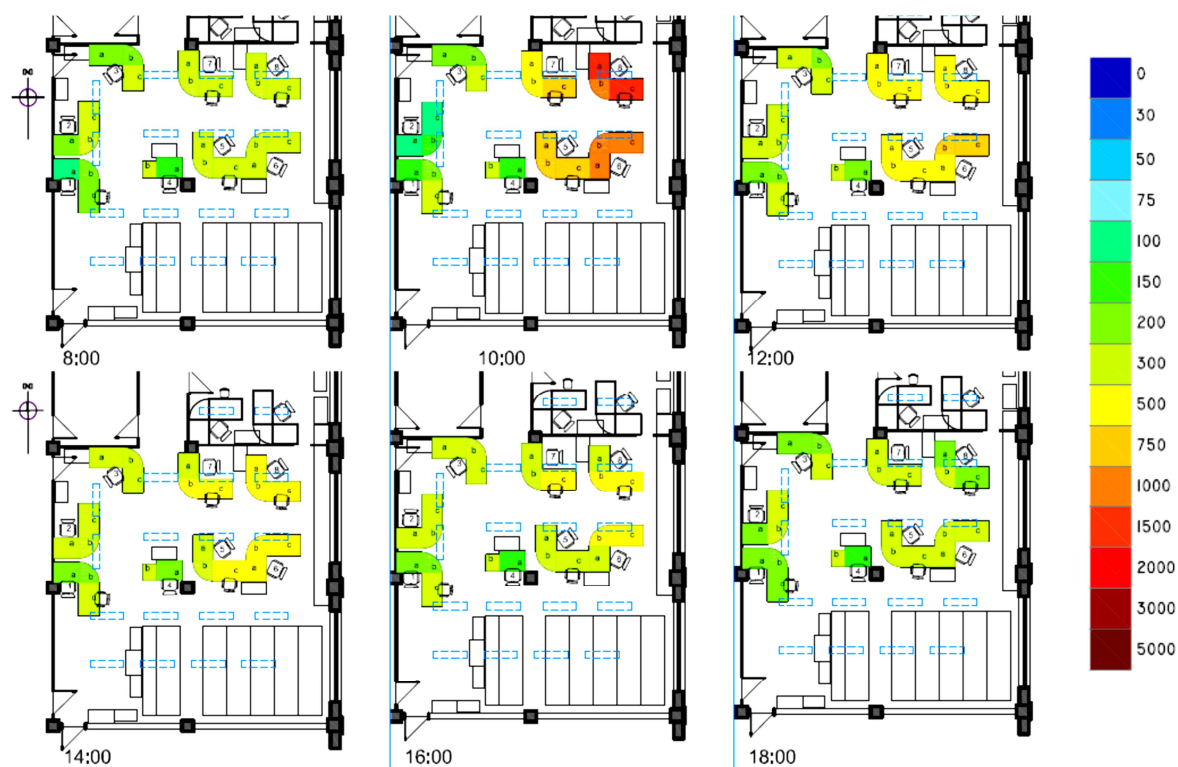


Figura 28 - Planta baixa - EA 01 - distribuição das iluminâncias nas condições de inverno, céu claro e iluminação configurada pelo usuário - ICC/IU

Os dados obtidos no inverno, sob condições de céu encoberto (ICE), no EA 01, demonstram que a iluminância mínima de 500 lux não é atingida em nenhum horário ao longo do expediente de trabalho, nem mesmo com a configuração do usuário que inclui o uso da iluminação artificial. Já na condição de céu claro (ICC), considerando o uso da iluminação natural e artificial conjuntamente, obtém-se iluminâncias acima de 500 lux entre os horários das 10:00h e 16:00h, em até 52% dos pontos (10:00h = 12 pontos, 52%; 12:00h = 12 pontos, 52%; 14:00h = 9 pontos, 39%; 16:00h = 5 pontos, 22%).

A iluminação natural, nas condições de céu claro (ICC) atende ao parâmetro de 500 lux apenas no horário das 10:00h, em oito pontos (35%) do ambiente. Destaca-se que todos os pontos com iluminância maior ou igual a 500 lux são situados em bancadas (5, 6, 7 e 8) mais próximas às janelas, que encontram-se a uma distância perpendicular que varia de 1m a 5,5 metros da janela.

Para a condição de verão, a distribuição das iluminâncias no EA 01 está representada na figura 29 - sob condições de céu encoberto com luz natural - VCE/LN; na figura 30- nas condições de céu encoberto e iluminação configurada pelo usuário - VCE/IU; na Figura 31 - nas condições de céu claro e luz natural - VCC/LN; e na figura 32 - nas condições de céu claro e iluminação configurada pelo usuário - VCC/IU.

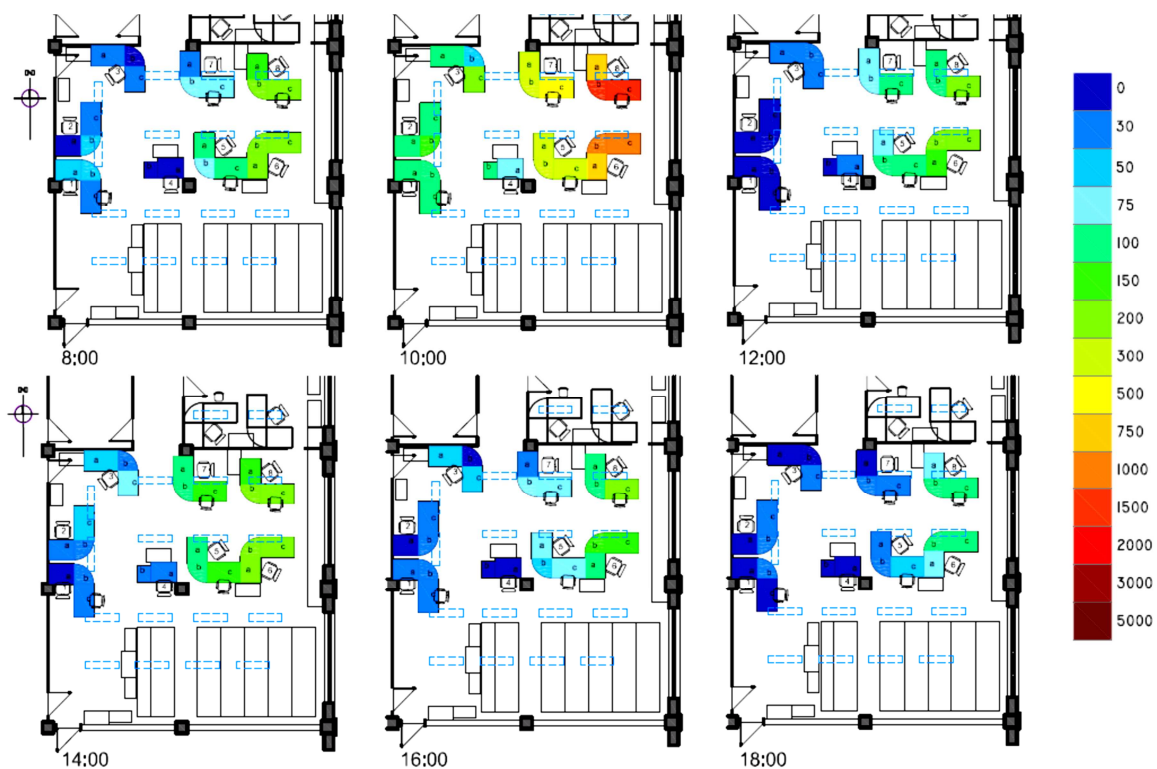


Figura 29 - Planta baixa - EA 01 - distribuição das iluminâncias nas condições de verão, céu encoberto e luz natural - VCE/LN

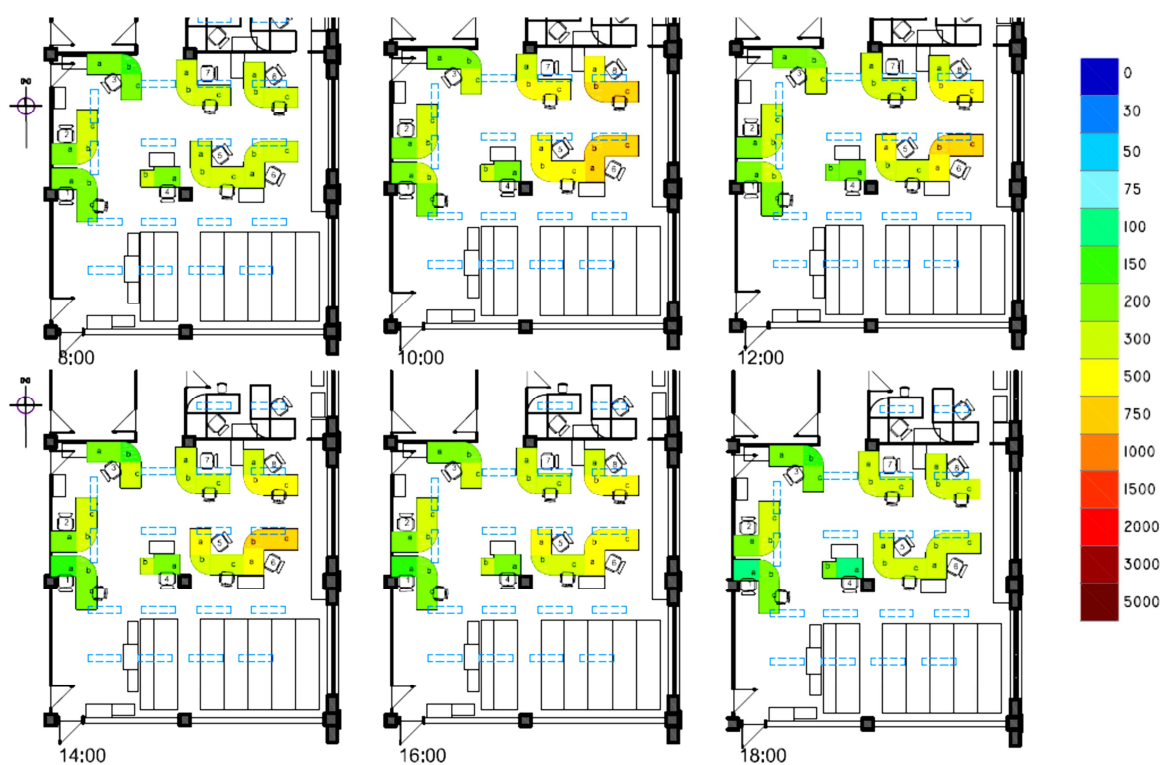


Figura 30 - Planta baixa - EA 01 - distribuição das iluminâncias nas condições de verão, céu encoberto e iluminação configurada pelo usuário - VCE/IU

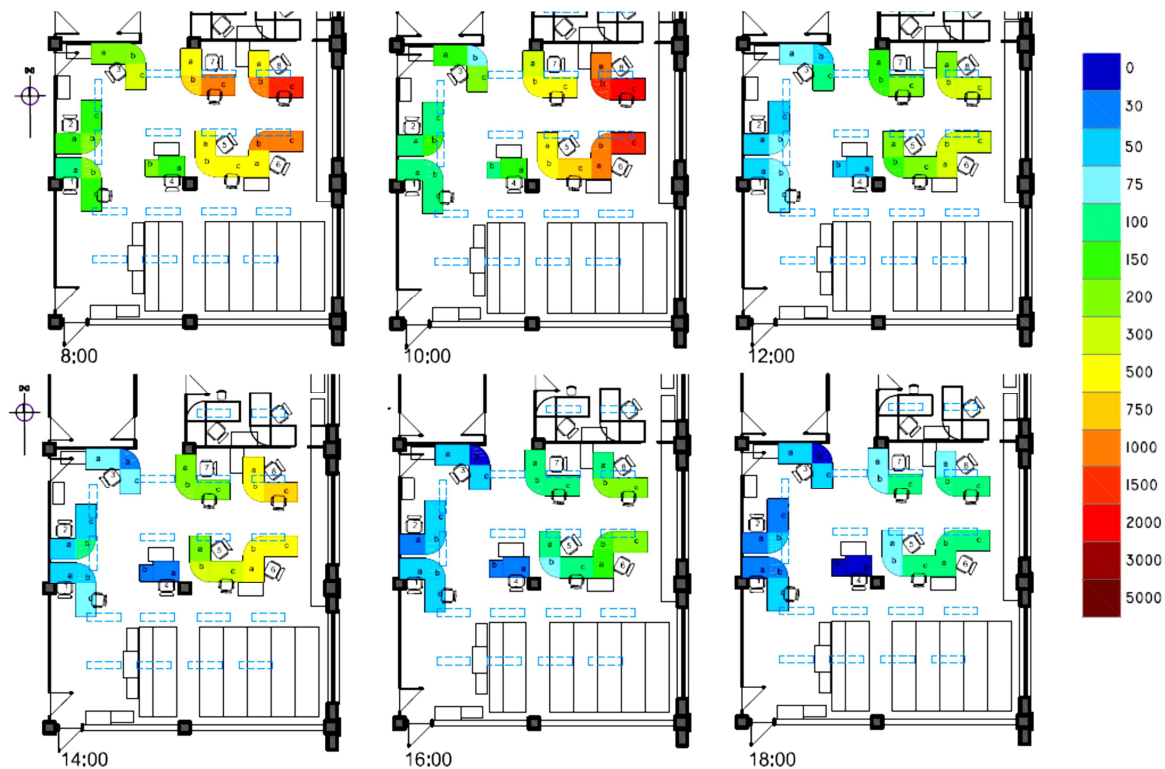


Figura 31 - Planta baixa - EA 01 - distribuição das iluminâncias nas condições de verão, céu claro e luz natural - VCC/LN

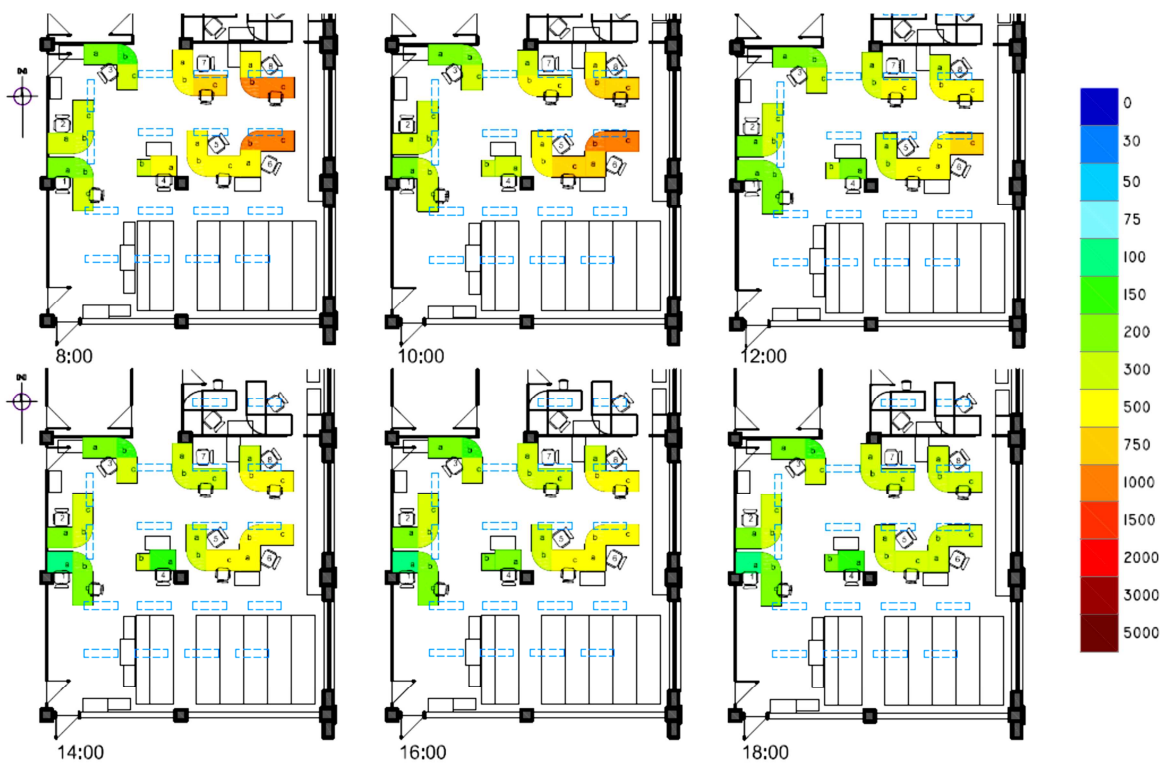


Figura 32 - Planta baixa - EA 01 - distribuição das iluminâncias nas condições de verão, céu claro e iluminação configurada pelo usuário - VCC/IU

No período do verão, é possível observar que nas condições de céu encoberto (VCE), quando iluminado apenas pela luz natural, o EA 01 apresenta iluminância igual ou maior que 500lux somente no período das 10:00h, em 7 pontos (30%) das bancadas 6, 7 e 8, situadas na faixa de até 5,5m das janelas à leste. Quando utilizada a configuração do usuário, o espaço é contemplado com iluminação que atende ao parâmetro mínimo de 500lux em até 48% dos pontos, no horários das 10:00h. Nos demais horários verifica-se: 12:00h = 7 pontos, 30%; 14:00h = 6 pontos, 26%; 16:00h = 6 pontos, 26%.

Na condição de céu claro (VCC), o EA 01, atinge 29 pontos (21%), ao longo de todo o turno de trabalho, com a iluminação dentro dos parâmetros de iluminância recomendados, sendo que da mesma forma que na condição de VCE, todos os pontos que atendem ao parâmetro situam-se na faixa de até 5 metros de distância das janelas. O horário do início da manhã, 8:00h, apresenta o maior número de pontos (12 pontos = 52%) acima dos 500lux, atingindo-se ainda às 10:00h = 11 pontos, 48% e às 14:00h = 6 pontos, 26%. Quando utilizada a configuração do usuário, obtém-se um pequeno aumento no número de pontos acima dos 500lux, com um total de 43 pontos (31%) ao longo de todo o expediente de trabalho (08:00h = 13 pontos, 57%; 10:00h = 11 pontos, 48%; 12:00h = 7 pontos, 30%; 14:00h = 6 pontos, 26%; 16:00h = 6 pontos, 26%).

A análise conjunta dos dados obtidos no EA 01, tanto no inverno como no verão, nas diferentes condições de céu, demonstra que a condição de ICE é crítica para iluminação exclusivamente pela luz natural, pois o parâmetro de 500lux não é atendido em nenhum ponto do ambiente. O horário em torno das 10:00h apresenta-se mais regular no número de pontos dentro do parâmetro de 500lux para as condições de ICC, VCE e VCC mantendo-se entre 30% e 48% dos pontos. Já no horário das 08:00h, na condição de VCC, o ambiente atinge o máximo de 52% dos pontos que atendem o parâmetro de 500lux exclusivamente pela luz natural. Destaca-se que todos os pontos que atingem 500lux estão situados até 5 metros das janelas. Este resultado reforça a relação de que a iluminação por janelas laterais é eficiente até a profundidade de aproximadamente 1,5 vezes a altura até a verga da janela (GONÇALVES; VIANNA; MOURA, 2011). Observa-se ainda, que o número de pontos dentro do parâmetro de 500lux obtidos no período da manhã, até em torno das 12:00h, é sensivelmente maior que no turno da tarde, o que pode ser atribuído às janelas orientadas à leste.

A tabela 12 sintetiza a análise dos dados de iluminância no EA 01 com o objetivo de evidenciar os períodos em que ocorre maior aproveitamento da luz natural no ambiente.

Tabela 12 - Síntese dos períodos com maior potencial de aproveitamento da luz natural, devido aos valores de iluminância, no EA 01.

EA 01				
		Total de pontos ≥500lux	Horário com maior ocorrência de pontos ≥500lux	Posição em relação às janelas (bancadas)
ICE	LN	0 pontos (0%)	-	-
	IU	0 pontos (0%)	-	-
ICC	LN	8 pontos (6%)	10:00h - 8 pontos (35%)	≤ 5,5m - leste (5, 6, 7 e 8)
	IU	38 pontos (28%)	10:00h - 12 pontos (52%) 10:00h - 12 pontos (52%)	≤ 5,5m - leste (5, 6, 7 e 8)
VCE	LN	7 pontos (5%)	10:00h - 7 pontos (30%)	≤ 5,5m - leste (6, 7 e 8)
	IU	30 pontos (22%)	10:00h - 11 pontos (48%)	≤ 5,5m - leste (5, 6, 7 e 8)
VCC	LN	29 pontos (21%)	08:00h - 12 pontos (52%)	≤ 5,5m - leste (5, 6, 7 e 8)
	IU	43 pontos (31%)	08:00h - 13 pontos (57%)	≤ 5,5m - leste (5, 6, 7 e 8) > 5,5m - leste (4)

ICE = inverno céu encoberto - ICC= inverno céu claro - VCE = verão céu encoberto - VCC = verão céu claro - IU = iluminação configurada pelo usuário - LN = Luz natural

Os dados de médias de iluminância, apresentados na figura 33, facilitam a leitura geral sobre os níveis de iluminação no ambiente como um todo, em cada horário de medição, nas diferentes condições de céu - ICE, ICC, VCE, e VCC.

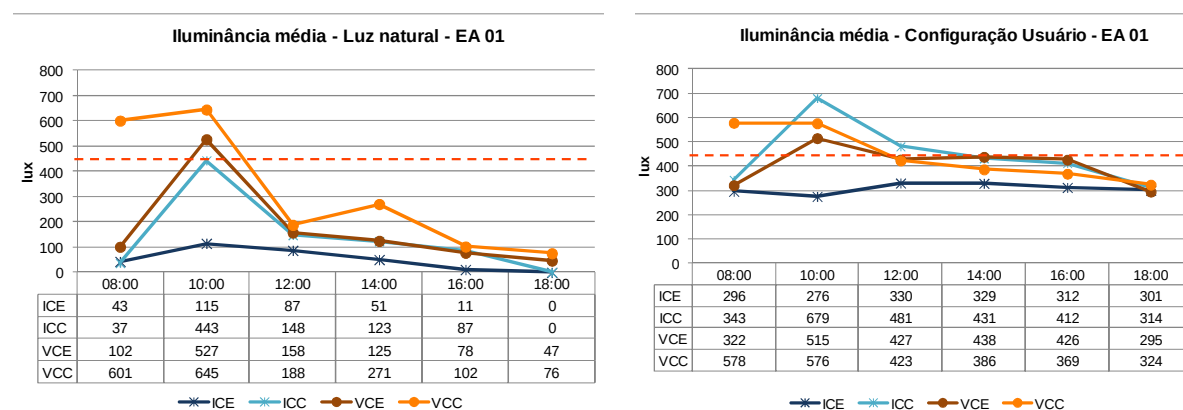


Figura 33 - Gráficos de iluminância média no EA 01, apenas com a luz natural, e na configuração do usuário.

A comparação entre os gráficos de iluminância pela luz natural e da iluminação configurada pelo usuário, evidencia que o uso da iluminação artificial é fundamental no EA 01 em praticamente todos os horários tendo em vista os baixos valores de iluminância natural. Porém, destaca-se que, mesmo com valores baixos,

a luz natural é de fundamental importância para melhorar os níveis de iluminação do ambiente, pois verifica-se que somente a luz artificial não atende ao parâmetro de 500lux em nenhum ponto do ambiente, conforme identificado nos resultados dos levantamentos realizados no horário das 18:00, no inverno, quando não há mais contribuição da luz natural. Desta forma, a integração entre a iluminação natural e o sistema artificial se mostram fundamentais para permitirem melhores padrões de conforto visual e maior economia de energia no EA 01.

4.1.1.2 Iluminâncias no EA 02

Os dados de iluminância obtidos para o EA 02 estão apresentados na figura 34 para a condição de inverno com céu encoberto com o uso da iluminação natural (ICE/LN); na figura 35, na condição de inverno céu encoberto com a iluminação configurada pelo usuário (ICE/U); na figura 36 os dados obtidos para a condição de inverno com céu claro para luz natural (ICC/LN); e, na figura 37 para inverno céu claro com a iluminação configurada pelo usuário (ICC/IU).

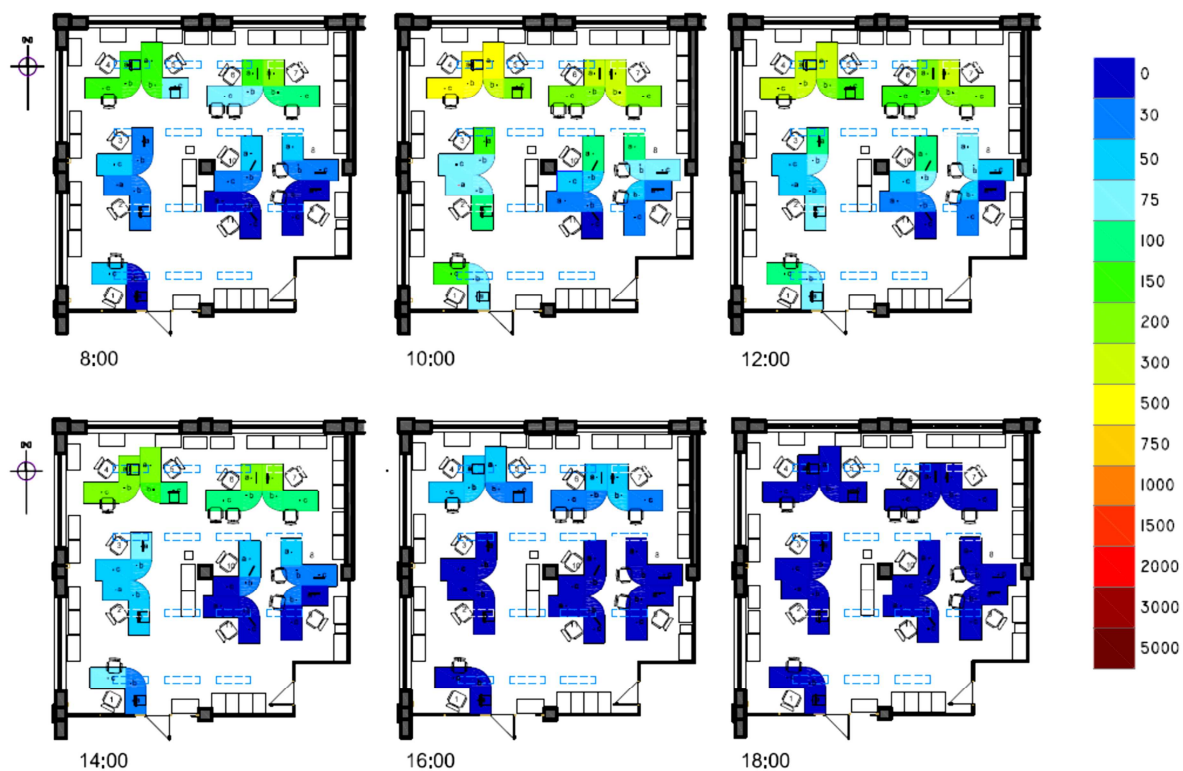


Figura 34 - Plantas baixas - EA 02 - distribuição das iluminâncias nas condições de inverno, céu encoberto e luz natural - ICE/LN

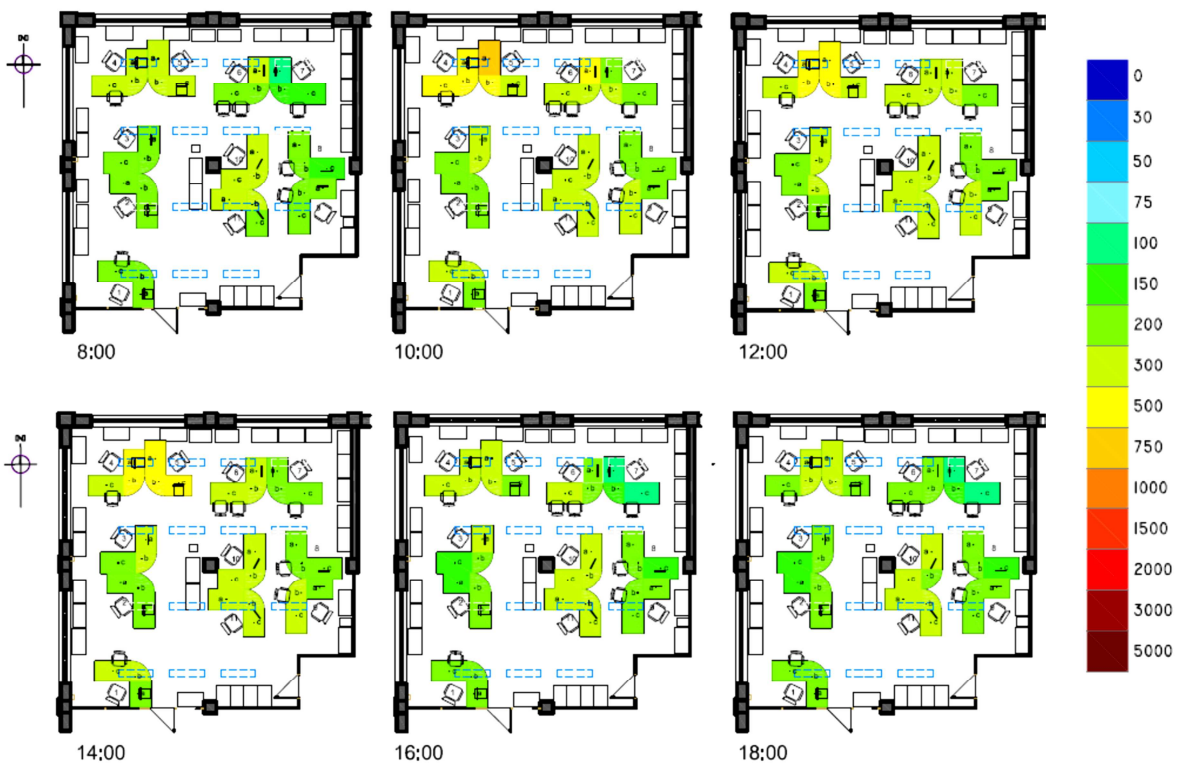


Figura 35 - Planta baixa - EA 02 - distribuição das iluminâncias nas condições de inverno, céu encoberto e iluminação configurada pelo usuário - ICE/IU

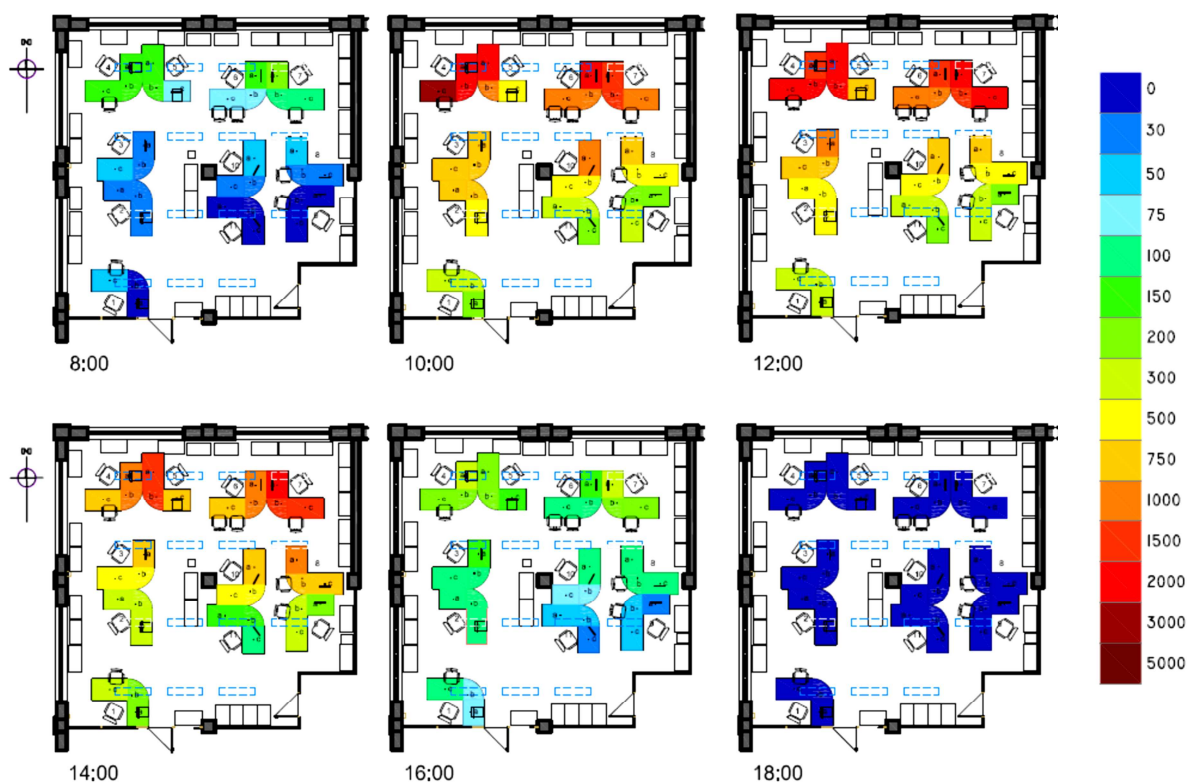


Figura 36 - Planta baixa - EA 02 - distribuição das iluminâncias nas condições de inverno, céu claro e luz natural - ICC/LN

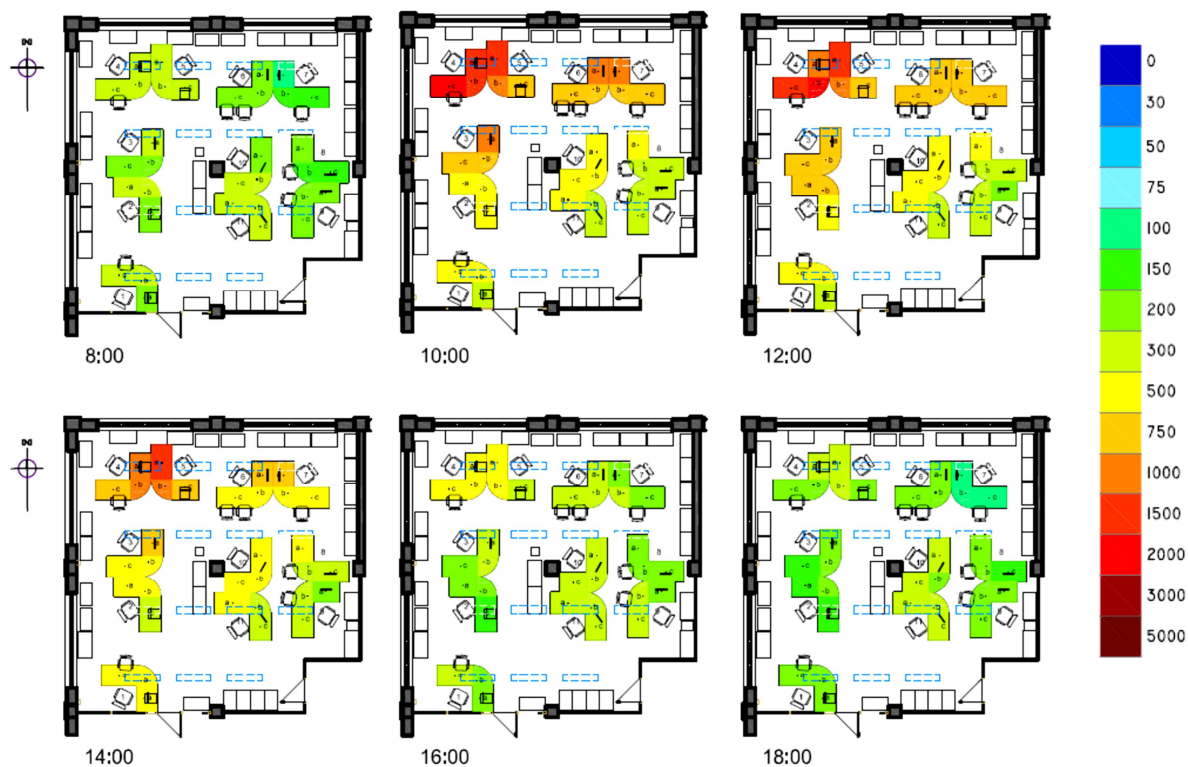


Figura 37 - Planta baixa - EA 02 - distribuição das iluminâncias nas condições de inverno, céu claro e iluminação configurada pelo usuário - ICC/IU

No espaço administrativo 02, nas condições de inverno com céu encoberto (ICE), a iluminação exclusivamente pela luz natural é suficiente apenas no horário das 10:00h e em 12% (4 pontos) do ambiente, situados nas bancadas 4 e 5, junto a duas janelas, norte e oeste, perpendiculares entre si. Quando considerada a configuração do usuário, que faz uso da iluminação artificial, o parâmetro de 500lux é atendido no intervalo das 10:00h às 14:00h em até 18% dos pontos (10:00h = 6 pontos, 18%; 12:00h = 4 pontos, 12%; 14:00h = 4 pontos, 12%). Ao longo de todo o expediente, apenas 7% (14 pontos) ficam dentro do parâmetro normativo, e todos se situam nas bancadas 4, 5 e 6, dentro de uma faixa de até 3 metros de distância às janelas, junto às janelas norte e oeste.

Para as condições de inverno com céu claro (ICC), a iluminação do ambiente exclusivamente pela luz natural atinge o maior número de pontos, no parâmetro de 500lux, nos horários das 10:00h e 12:00h, com 24 pontos (73%), obtendo-se ainda 21 pontos (64%) às 14:00h. Observa-se que obteve-se um total de 69 pontos (35%) ao longo de o expediente, que atendem ao mínimo de 500lux, sendo que todos estão situados em bancadas na faixa de até 5m das janelas. Considerando o uso da luz artificial conjuntamente com a luz natural, há um acréscimo de 5% no número de pontos que atendem aos 500lux, no total 80 pontos (40%), sendo às 10:00h, 12:00h e 14:00h = 25 pontos (76%) e às 16:00h = 5 pontos (15%). Destaca-se, assim como no EA 01, que todos os pontos que atendem à iluminância de 500lux, estão situados a menos de 5,5metros de distância das janelas, ou seja, ficam dentro da relação de 1,5 vezes a altura da parte superior da janela.

Os resultados de iluminância obtidos para o período do verão no EA 02 estão representados na figura 38 - sob condições de verão, céu encoberto com luz natural - VCE/LN; na figura 39 - nas condições de verão, céu encoberto e iluminação configurada pelo usuário - VCE/IU; na figura 40 - condições de verão, céu claro e luz natural - VCC/LN; e na figura 41- nas condições de verão, céu claro e iluminação configurada pelo usuário - VCC/IU.

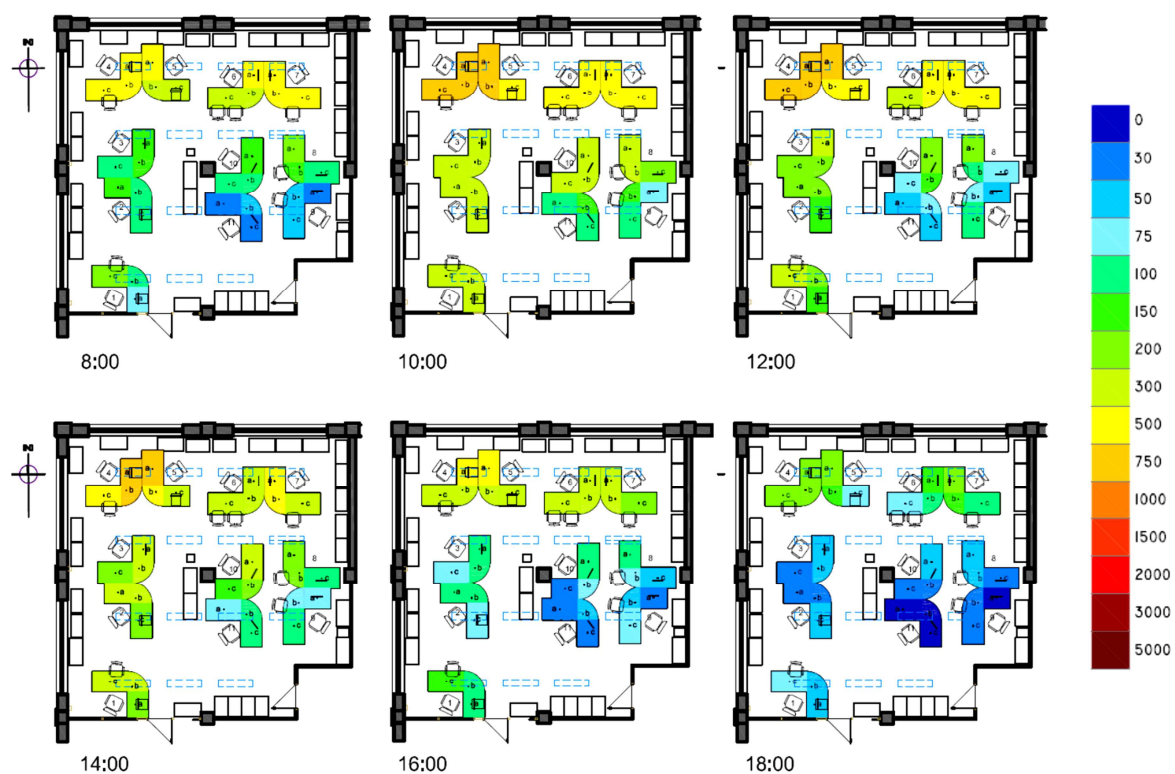


Figura 38 - Planta baixa - EA 02 - distribuição das iluminâncias nas condições de verão, céu encoberto e luz natural - VCE/LN

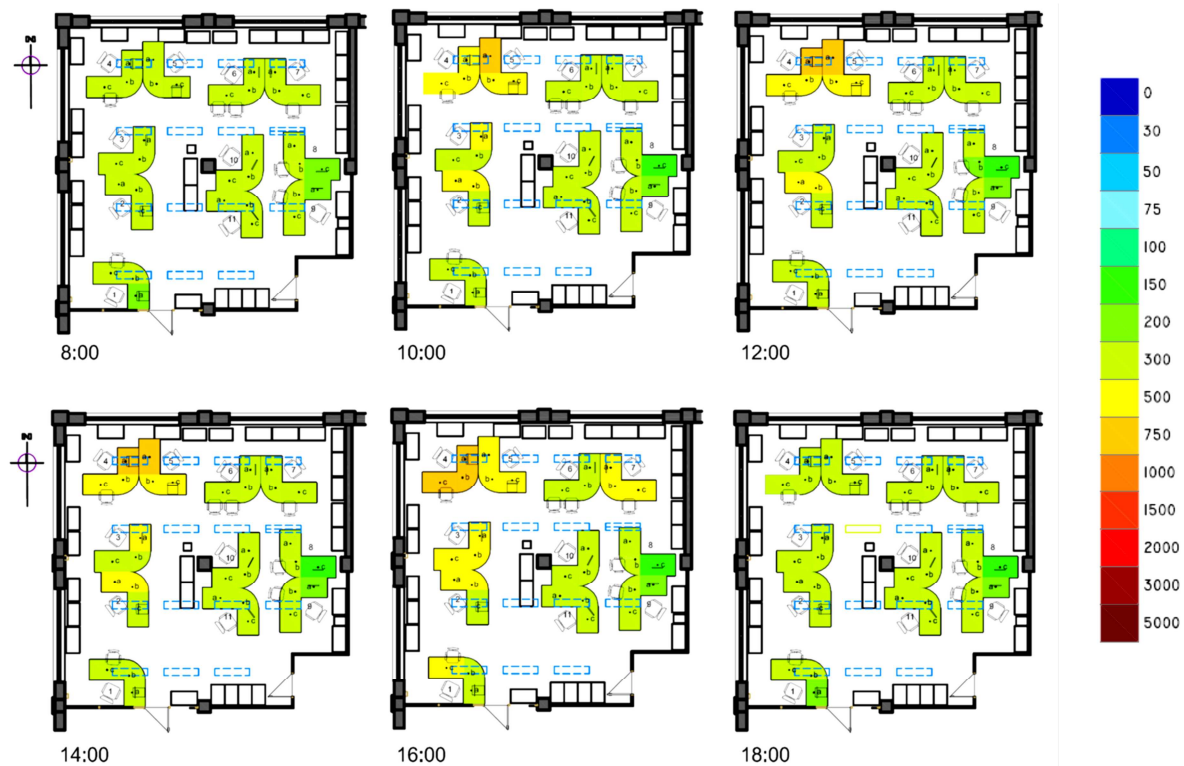


Figura 39 - Planta baixa - EA 02 - distribuição das iluminâncias nas condições de verão, céu encoberto e iluminação configurada pelo usuário - VCE/IU

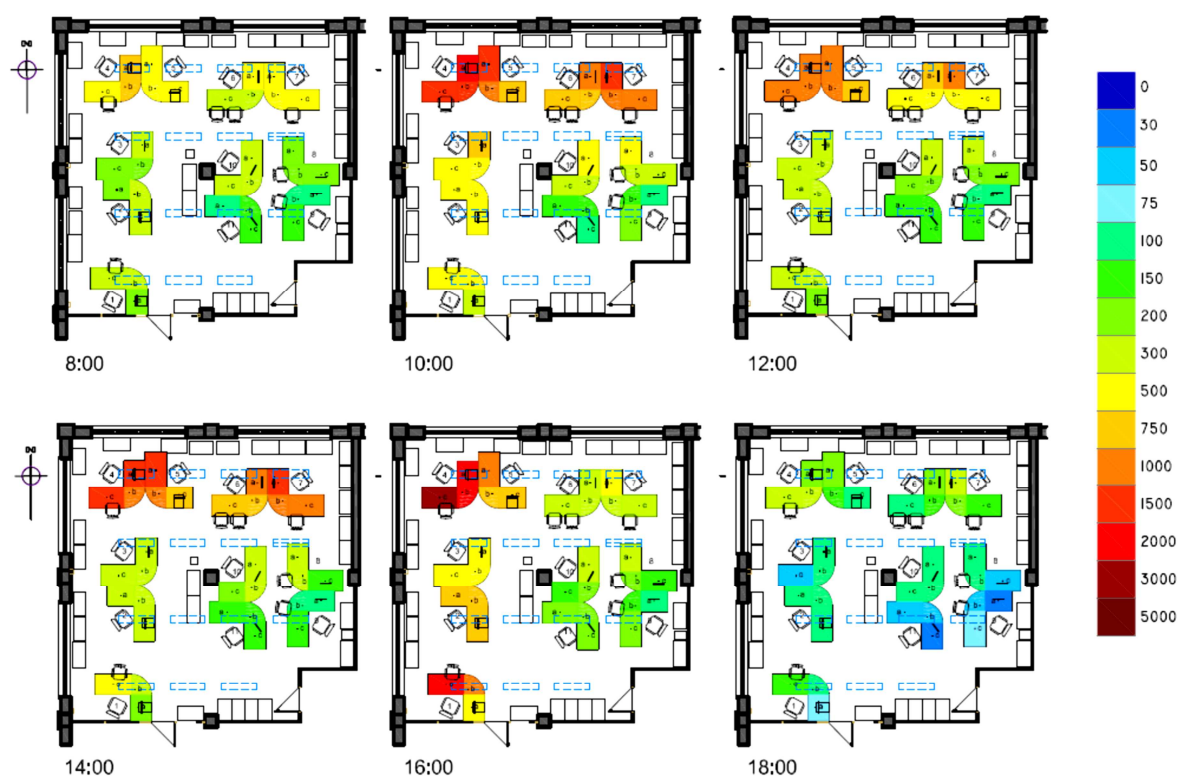


Figura 40 - Planta baixa - EA 02 - distribuição das iluminâncias nas condições de verão, céu claro e luz natural - VCC/LN

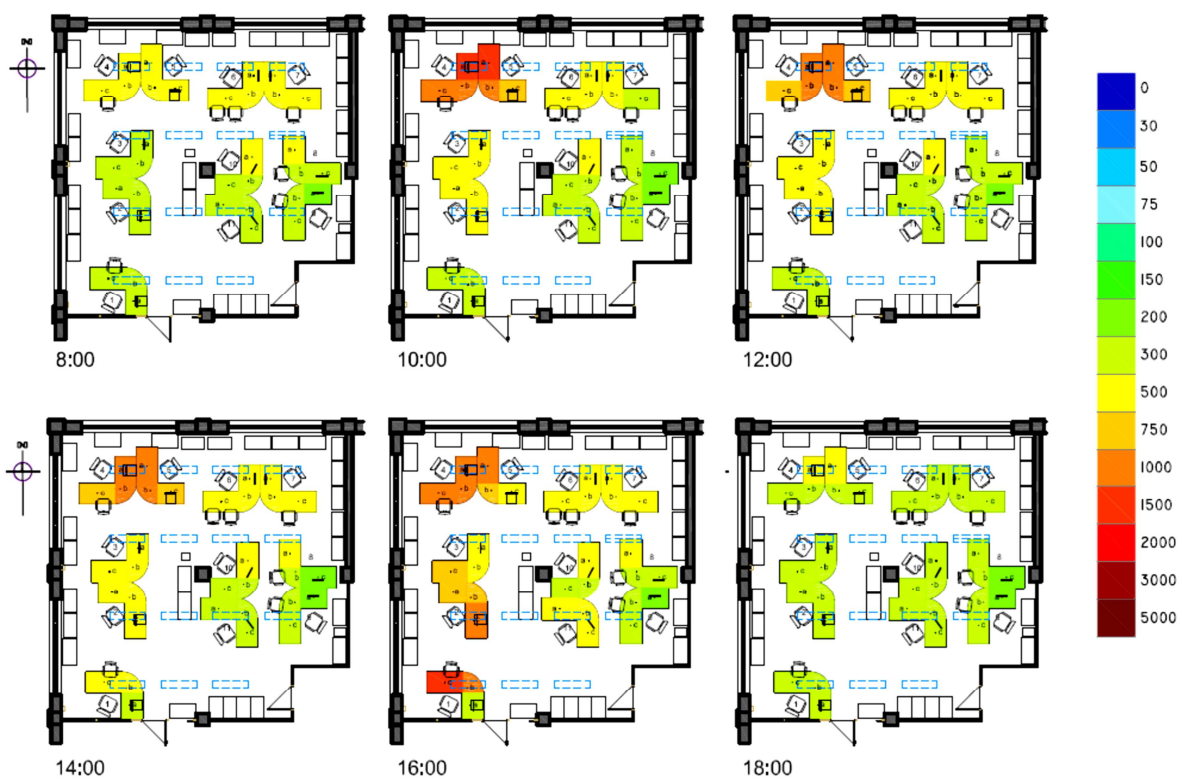


Figura 41 - Planta baixa - EA 02 - distribuição das iluminâncias nas condições de verão, céu claro e iluminação configurada pelo usuário - VCC/IU

A partir dos valores de iluminância obtidos no verão, observa-se que o espaço administrativo 02, nas condições de céu encoberto e apenas com o uso da luz natural (VCE/LN), obtém o maior número de pontos (12 pontos = 36%) com iluminância acima de 500 lux no horário das 10:00h, sendo que nos demais horários verifica-se: às 8:00h = 7 pontos, 21%; às 12:00h = 11 pontos, 33%; às 14:00h = 8 pontos, 24%; 16:00h = 4 pontos, 12%; e, às 18:00h nenhum ponto dentro do parâmetro. No total, obtém-se 42 pontos, que equivalem à 21% de todas as medições realizadas ao longo do dia. Destaca-se que todas as iluminâncias acima de 500lux foram obtidas nas bancadas 4, 5, 6 e 7, que estão situadas na faixa de 3 metros junto às janelas voltadas à norte.

Comparando-se os valores da luz natural com as condições lumínicas obtidas na configuração do usuário (VCE/IU) observa-se que no período das 08:00h às 12:00h há redução do número de pontos atendidos pela iluminância de 500lux (8:00h=0 pontos, 0%; 10:00h=11 pontos, 33%; 12:00h=8 pontos, 24%), havendo acréscimo apenas no período da tarde, das 14:00h às 16:00h (14:00h=9 pontos, 27%; 16:00h=15 pontos, 45%). Ao longo do dia, são obtidos o máximo de 43 pontos (22%) que atendam ao parâmetro 500lux no VCE/U, todos situados em bancadas na faixa dos 3 metros junto às janelas norte e oeste.

Nas condições de céu claro (VCC), o EA 02 recebe o maior número de pontos (22 pontos, 67%) com luz natural acima dos 500lux às 10:00h. Nos demais horários, obteve-se: 08:00h=10 pontos, 30%; 12:00h=12 pontos, 36%; 14:00h=13 pontos, 39%; 16:00h=16 pontos, 48%). Observa-se que, do total dos pontos medidos, 73 (37%) atenderam ao parâmetro de 500lux, estando, a quase totalidade, situados em bancadas na faixa dos 3 metros junto às janelas norte e oeste. Apenas dois pontos foram obtidos em bancadas na faixa de até 5,5m de distância das janelas, à norte.

Com a configuração do usuário, há uma pequena variação no número de pontos acima de 500 lux, em alguns horários diminui o número de pontos (10:00h) e em outros aumenta, havendo, ainda, dois pontos com iluminância superior ao parâmetro até o horário das 18:00h (08:00h = 14 pontos, 42%; 10:00h = 18 pontos, 55%; 12:00h = 18 pontos, 55%; 14:00h = 22 pontos, 67%; 16:00h = 25 pontos, 76%; 18:00h = 2 pontos, 6%). Verifica-se que o número total de pontos que recebem iluminância acima de 500lux, ao longo de todo o expediente, fica em 50% (99 pontos) e localizam-se a grande maioria na faixa dos 3m próximos às janelas norte e oeste, havendo a ocorrência de alguns pontos nas bancadas 8 e 10, na faixa dos

5,5m de distância às janelas norte, e ainda na bancada 11, fora da faixa dos 5,5 metros, exclusivamente no horário das 16:00h.

De um modo geral, analisando-se os dados obtidos no EA 02, tanto no inverno como no verão, nas diferentes condições de céu, verifica-se que para a condição de iluminação restrita à luz natural, o horário em torno das 10:00h apresenta o maior número de pontos dentro do parâmetro de 500 lux, chegando-se a obter 73% dos pontos no ICC, e 67% no VCC. Observa-se, ainda, que para o uso exclusivo da luz natural, a maior parte dos pontos que atendem ao parâmetro de 500 lux, situa-se até 3m das janelas, chegando em alguns horários, até 5,5m. Porém nenhum ponto além desta faixa obteve a iluminância de 500lux, exclusivamente pela luz natural. Este resultado, assim como o obtido no EA 01, reforça a relação da profundidade de eficiência da penetração de luz por aberturas laterais em 1,5 vezes a altura da parte superior da janela (GONÇALVES; VIANNA; MOURA, 2011). Do mesmo modo, constata-se também no EA 02, que a contribuição da iluminação natural se faz fundamental para melhorar os níveis de iluminância do ambiente, tendo em vista que a iluminação exclusivamente artificial não atende ao requisito de 500lux da norma em nenhum ponto do ambiente. A tabela 13 sintetiza a análise dos dados de iluminância no EA 02 evidenciando os períodos de maior aproveitamento da luz natural.

Tabela 13 - Síntese dos períodos com maior potencial de aproveitamento da luz natural, devido aos valores de iluminância, no EA 02.

EA 02				
		Total de pontos ≥500lux	Horário com maior ocorrência de pontos ≥500lux	Posição em relação às janelas (bancadas)
ICE	LN	4 pontos (2%)	10:00h - 4 pontos (12%)	≤ 3m - norte e oeste (4 e 5)
	IU	14 pontos (7%)	10:00h - 6 pontos (18%)	≤ 3m - norte e oeste (4, 5 e 6)
ICC	LN	69 pontos (35%)	10:00h - 24 pontos (73%) 12:00h - 24 pontos (73%)	≤ 3m - norte e oeste (2, 3, 4, 5, 6, e 7)
	IU	80 pontos (40%)	10:00h - 25 pontos (76%)	≤ 3m - norte e oeste (1, 2, 3, 4, 5, 6, e 7) ≤ 5,5m - norte (8 e 10) > 5,5m (11)
VCE	LN	42 pontos (21%)	10:00h - 12 pontos (36%)	≤ 3m - norte e oeste (4, 5, 6 e 7)
	IU	43 pontos (22%)	16:00h - 15 pontos (45%)	≤ 3m - norte e oeste (1, 2, 3, 4, 5, 6 e 7)
VCC	LN	73 pontos (37%)	10:00h - 22 pontos (67%)	≤ 3m - norte e oeste (1, 2, 3, 4, 5, 6, e 7) ≤ 5,5m - norte (8 e 10)
	IU	99 pontos (50%)	16:00h - 25 pontos (76%)	≤ 3m - norte e oeste (1, 2, 3, 4, 5, 6, e 7) ≤ 5,5m - norte (8 e 10) > 5,5m (11)

LN = luz natural - IU = iluminação configurada pelo usuário

Os gráficos da figura 42 apresentam a iluminância média do ambiente em cada horário de medição, nas diferentes condições de céu - ICE, ICC, VCE, e VCC, auxiliando na análise dos níveis de iluminação no ambiente como um todo.

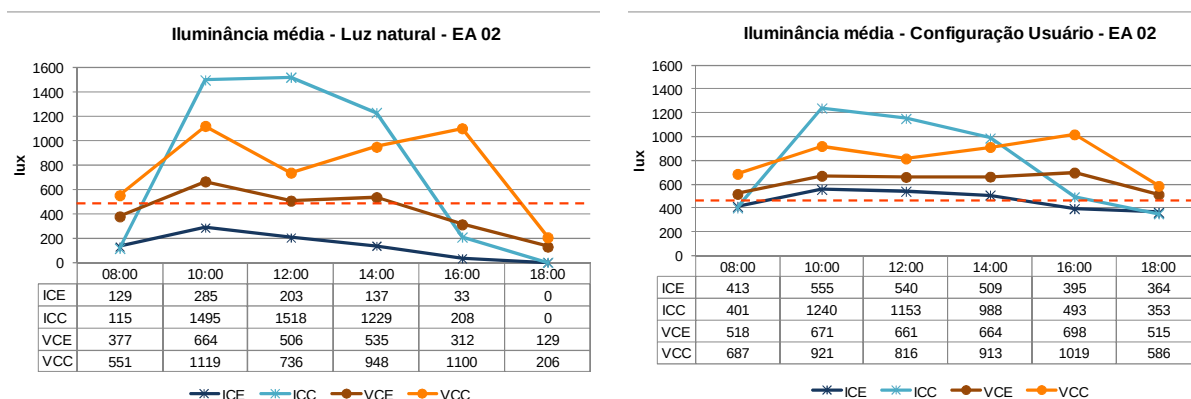


Figura 42 - Gráficos de iluminância média no EA 02, apenas com a luz natural, e na configuração do usuário.

A partir da comparação entre os gráficos de iluminância pela luz natural e da iluminação configurada pelo usuário, observa-se que o uso da iluminação artificial mantém os níveis de iluminância mais homogêneos e em torno da faixa de 500lux, nos diferentes períodos, porém a condição de ICE demonstra ser crítica ficando grande parte do tempo abaixo da linha dos 500lux, até mesmo com a luz artificial. Evidencia-se que as condições de ICC, VCE e VCC demonstram grande potencial de aproveitamento da luz natural no EA 02, tendo em vista os níveis de iluminância ao longo do expediente de trabalho.

4.1.1.3 Análise conjunta sobre a iluminância nos espaços EA 01 e EA 02

A análise conjunta dos dados de iluminância obtidos nos dois espaços demonstra que, em ambos, os maiores níveis de iluminância ocorrem na condição de verão com céu claro, tanto quando iluminados apenas pela luz natural, como quando com a configuração do usuário. A iluminância de 500lux, quando obtida, ocorre apenas em bancadas situadas na faixa de até 5,5m de distância das aberturas, ou seja, dentro da distância proporcional a 1,5 vezes a altura da parte superior das janelas, destacando-se esta área com maior potencial de aproveitamento da luz natural.

A condição de inverno com céu encoberto demonstra-se crítica, pois apresenta níveis de iluminância insuficientes para ambos os espaços, tanto quando considerada apenas a luz natural, quanto com a configuração do usuário, o que evidencia a insuficiência do sistema de iluminação artificial que não proporciona aos espaços a iluminância mantida de 500lux.

Na comparação dos dados, verifica-se, ainda, que o EA 02 apresenta maiores níveis de iluminância, com maior número de pontos que atendem o parâmetro normativo de 500lux, em todas as condições lumínicas verificadas, destacando-se a autonomia pela luz natural nas bancadas próximas as janelas na maior parte do período. Destaca-se que este espaço possui 2 janelas voltadas à norte, sem obstrução, e 2 janelas orientadas à oeste, com obstrução, com área total de abertura proporcional a 34,5% da área do piso, o dobro da área existente no EA 01. Além disto, o *layout* do EA 02, propicia um maior número de bancadas posicionadas próximas às janelas, que desta forma recebem maior contribuição da luz natural, e maiores níveis de iluminância.

4.1.2 Uniformidade

4.1.2.1 Resultados obtidos no EA 01

A tabela 14 mostra os valores de uniformidade obtidos no EA 01, na medição de inverno com céu encoberto (ICE), nas condições de iluminação natural (ICE/LN), e na configuração do usuário (ICE/IU). A tabela 15 mostra os valores obtidos para inverno com céu claro (ICC). São apresentados os valores para cada bancada individual, e o valor que considera a uniformidade geral do ambiente de trabalho. Estão sombreados os valores que atendem aos parâmetros da norma.

Tabela 14 - Valores de uniformidade de iluminâncias - EA 01 - ICE/LN - ICE/U

UNIFORMIDADE												
EA 01						Data:	24/06/2014		Tipo de céu: encoberto			
Iluminação Natural (ICE/LN)						Iluminação Natural + Artificial (ICE/U)						
	08:00	10:00	12:00	14:00	16:00	18:00	08:00	10:00	12:00	14:00	16:00	18:00
1	0,72	0,81	0,73	0,77	0,75		0,63	0,79	0,70	0,71	0,92	0,91
2	0,93	0,65	0,94	0,75	0,47		0,79	0,83	0,79	0,75	0,90	0,88
3	0,81	0,91	0,93	0,92	0,86		0,91	0,82	0,94	0,95	0,89	0,87
4	0,95	0,88	0,90	0,95	1,00		0,98	0,94	0,95	0,93	0,89	0,88
5	0,63	0,94	0,92	0,80	0,75		0,92	0,96	0,95	0,94	0,90	0,96
6	0,75	0,81	0,80	0,80	0,71		0,92	0,91	0,97	0,90	0,89	0,91
7	0,77	0,90	0,90	0,72	0,77		0,79	0,89	0,90	0,91	0,87	0,87
8	0,64	0,72	0,70	0,78	0,45		0,88	0,82	0,94	0,94	0,86	0,85
geral	0,14	0,11	0,20	0,16	0,09		0,45	0,51	0,50	0,50	0,72	0,72

Os valores da tabela 14 demonstram que quando o ambiente é iluminado apenas pela luz natural, nas condições de céu encoberto, (ICE/LN) existe uniformidade de iluminâncias nas áreas de tarefas na maior parte das bancadas, nos diferentes horários ao longo do dia. Apenas na bancada 2, às 10:00h e às 16:00h, na bancada 5, às 8:00h, e na bancada 8, às 8:00h e às 16:00h, não se atinge uniformidade de iluminâncias.

Quando considerada a configuração do usuário, melhora-se a condição de uniformidade, obtendo-se valores dentro do recomendado em quase totalidade do tempo nas diversas bancadas, com única exceção da bancada 1 no horário das 8:00h. Porém, observa-se que, apesar da uniformidade verificada nas bancadas, a uniformidade geral do ambiente não atinge valores adequados em nenhum horário quando considerada exclusivamente a luz natural.

Tabela 15 - Valores de uniformidade de iluminâncias - EA 01 - ICC/LN - ICC/U

UNIFORMIDADE												
EA 01						Data:	02/07/2014		Tipo de céu: claro			
Iluminação Natural (ICC/LN)						Iluminação Natural + Artificial (ICC/U)						
	08:00	10:00	12:00	14:00	16:00	18:00	08:00	10:00	12:00	14:00	16:00	18:00
1	0,57	0,78	0,94	0,77	0,63		0,71	0,71	0,93	0,94	0,91	0,95
2	0,84	0,68	0,67	0,77	0,91		0,83	0,83	0,93	0,92	0,95	0,87
3	0,90	0,86	0,70	0,97	0,97		0,91	0,78	0,77	0,94	0,96	0,82
4	0,60	0,81	0,87	0,91	0,92		0,98	0,91	0,90	0,92	0,93	0,90
5	0,96	0,80	0,97	0,88	0,81		0,95	0,93	0,97	0,98	0,97	0,97
6	0,82	0,91	0,94	0,69	0,83		0,91	0,97	0,89	0,93	0,90	0,89
7	0,82	0,78	0,80	0,70	0,68		0,89	0,85	0,87	0,94	0,89	0,86
8	0,86	0,63	0,79	0,91	0,89		0,96	0,80	0,85	0,98	0,94	0,94
geral	0,08	0,11	0,18	0,26	0,21		0,41	0,24	0,51	0,61	0,63	0,67

Conforme os dados da tabela 15, quando o ambiente é iluminado apenas pela luz natural nas condições de céu claro (ICC/LN), os parâmetros normativos de uniformidade de iluminâncias são atendidos na maior parte das bancadas, porém em nenhum horário a uniformidade do ambiente é atendida no ambiente como um todo, sendo as bancadas 3 e 5 as únicas que mantém uniformidade ao longo de todo o período.

Na situação em que se considera a configuração do usuário (ICC/IU) quanto à posição das persianas para controle da luz natural e a utilização da iluminação artificial, atinge-se uniformidade dentro dos parâmetros normativos em todas as bancadas individualmente ao longo de todos os horários. No entanto, assim como na condição de céu encoberto, observa-se que não há uma correspondência da uniformidade nas bancadas para com o ambiente geral, onde verifica-se valores de acordo com a norma apenas na condição de iluminação natural controlada pelo usuário em conjunto com o uso de luz artificial (ICC/IU), nos horários das 14:00h, 16:00h e 18:00h.

A tabela 16 apresenta os valores de uniformidade de iluminâncias obtidos no EA 01, no dia de verão com céu encoberto (VCE), e a tabela 17 os valores obtidos no dia de verão com céu claro (VCC).

Tabela 16 - Valores de uniformidade de iluminâncias - EA 01 - VCE/LN - VCE/IU

UNIFORMIDADE													
EA 01							Data: 12/12/2014		Tipo de céu: encoberto				
Iluminação Natural (VCE/LN)							Iluminação Natural + Artificial (VCE/U)						
	08:00	10:00	12:00	14:00	16:00	18:00	08:00	10:00	12:00	14:00	16:00	18:00	
1	0,70	0,99	0,78	0,68	0,86	0,78	0,91	0,86	0,88	0,78	0,67	0,57	
2	0,48	0,80	0,76	0,84	0,64	0,45	0,87	0,87	0,91	0,88	0,84	0,88	
3	0,65	0,49	0,52	0,61	0,56	0,69	0,80	0,84	0,74	0,76	0,79	0,81	
4	0,94	0,94	0,78	0,95	0,96	0,94	0,89	0,83	0,89	0,94	0,78	0,67	
5	0,84	0,92	0,89	0,90	0,88	0,97	0,92	0,98	0,93	0,96	0,96	0,88	
6	0,95	0,72	0,89	0,93	0,90	0,84	0,78	0,99	0,93	0,93	0,94	0,84	
7	0,62	0,87	0,88	0,87	0,59	0,58	0,92	0,94	0,89	0,93	0,97	0,94	
8	0,75	0,59	0,69	0,80	0,76	0,79	0,98	0,62	0,79	0,82	0,80	0,97	
geral	0,17	0,14	0,16	0,19	0,17	0,17	0,59	0,44	0,47	0,44	0,38	0,41	

Os valores da tabela 16 demonstram que, na condição de luz natural e céu encoberto (VCE/LN), apenas as bancadas 4, 5 e 6 apresentam uniformidade de iluminâncias ao longo de todo o expediente de trabalho, sendo que em nenhum horário se obtém valores dentro dos parâmetros normativos na totalidade das

bancadas, e a bancada 3 apresenta a pior condição, por não atingir uniformidade em nenhum momento ao longo do expediente.

Quando considerada a condição em que o usuário manipula as persianas para controle da luz natural e aciona a iluminação artificial (VCE/IU), melhora-se a condição de uniformidade, obtendo-se valores dentro do recomendado na maior parte das bancadas e em quase totalidade do tempo, sendo exceções a bancada 01 às 16:00h e 18:00h, a bancada 4 às 18:00h e a bancada 8 às 10:00h. Com relação à uniformidade geral do ambiente, observa-se mais uma vez que, não são atingidos os parâmetros de uniformidade de iluminâncias em nenhum dos horários, sob nenhuma das condições de iluminação - VCE/LN e VCE/IU.

Tabela 17 - Valores de uniformidade de iluminâncias - EA 01 - VCC/LN - VCC/IU

UNIFORMIDADE												
EA 01							Data:	19/12/2014		Tipo de céu: claro		
Iluminação Natural (VCC/LN)							Iluminação Natural + Artificial (VCC/U)					
	08:00	10:00	12:00	14:00	16:00	18:00	08:00	10:00	12:00	14:00	16:00	18:00
1	0,77	0,98	0,82	0,72	0,88	0,73	0,78	0,78	0,84	0,80	0,66	0,67
2	0,88	0,81	0,75	0,74	0,78	0,82	0,89	0,88	0,87	0,91	0,91	0,92
3	0,72	0,57	0,63	0,51	0,53	0,46	0,66	0,86	0,76	0,73	0,76	0,77
4	0,96	0,95	0,97	0,99	0,93	0,91	0,73	0,98	0,93	0,88	0,97	0,72
5	0,90	0,86	0,85	0,91	0,86	0,85	0,91	0,97	0,93	0,94	0,94	0,94
6	0,59	0,86	0,92	0,83	0,91	0,79	0,64	0,87	0,81	0,99	0,95	0,78
7	0,56	0,86	0,84	0,86	0,90	0,86	0,79	0,88	0,83	0,93	0,78	0,91
8	0,49	0,62	0,72	0,77	0,68	0,69	0,73	0,70	0,70	0,81	0,71	0,84
geral	0,22	0,15	0,27	0,13	0,25	0,25	0,30	0,40	0,47	0,47	0,40	0,41

Conforme os dados da tabela 17, na condição de iluminação natural e céu claro (VCC/LN), verifica-se que, apesar do predomínio de bancadas com valores de uniformidade em acordo com a norma, onde as bancadas 1, 2, 4 e 5 obtêm uniformidade ao longo de todo o expediente de trabalho, em nenhum horário a condição de uniformidade é atendida em todas as bancadas conjuntamente, sendo a bancada 3 a pior situação, pois atinge uniformidade apenas no horário das 08:00h.

Na situação em que se considera a configuração do usuário (ICC/IU) quanto à posição das persianas para controle da luz natural e a utilização da iluminação artificial, observa-se melhora na condição de uniformidade, obtendo-se valores dentro do recomendado na maior parte das bancadas em grande parte do tempo, sendo exceções a bancada 01 às 16:00h e 18:00h, e as bancadas 3 e 6 às 8:00h. Com relação à uniformidade geral do ambiente, assim como na condição de céu encoberto, observa-se que não há atendimento aos parâmetros de uniformidade de

iluminâncias em nenhum dos horários, sob nenhuma das condições de iluminação - VCC/LN e VCC/IU.

A análise geral dos dados de uniformidade obtidos no EA 01 nos diferentes períodos, demonstra haver maior uniformidade no período de inverno que no verão, e que a configuração do usuário, que inclui o uso da luz artificial, influencia positivamente na obtenção de uma iluminação mais uniforme no ambiente. Porém, não é possível identificar um padrão entre a posição da bancada e a ocorrência de uniformidade, ou seja, a localização da bancada na sala, e seu afastamento com relação à janela, não se mostraram determinantes para a ocorrência de uniformidade.

4.1.2.2 Resultados obtidos no EA 02

A tabela 18 e a tabela 19 mostram os valores de uniformidade obtidos no EA 02, no dia de inverno com céu encoberto (ICE), e no dia de inverno com céu claro (ICC), respectivamente. São apresentados os valores de cada bancada individual, e o valor que considera o ambiente de trabalho como um todo (geral) nas condições de iluminação natural (ICE/LN), e na configuração do usuário (ICE/IU). Estão sombreados os valores que atendem aos parâmetros normativos.

Tabela 18 - Valores de uniformidade de iluminâncias - EA 02 - ICE/LN - ICE/IU

UNIFORMIDADE												
EA 02						Data:	24/06/2014		Tipo de céu: encoberto			
Iluminação Natural (ICE/LN)						Iluminação Natural + Artificial (ICE/U)						
	08:00	10:00	12:00	14:00	16:00	18:00	08:00	10:00	12:00	14:00	16:00	18:00
1	0,65	0,67	0,78	0,71	0,64		0,81	0,79	0,84	0,90	0,95	0,97
2	0,73	0,95	0,93	0,96	0,90		0,90	0,93	0,94	0,91	0,83	0,84
3	0,71	0,67	0,69	0,80	0,75		0,87	0,72	0,75	0,82	0,75	0,78
4	0,81	0,92	0,99	0,95	0,94		0,84	0,84	0,83	0,89	0,89	0,90
5	0,64	0,61	0,68	0,63	0,78		0,82	0,71	0,73	0,73	0,80	0,88
6	0,81	0,68	0,79	0,70	0,76		0,86	0,95	0,98	0,91	0,85	0,87
7	0,63	0,68	0,83	0,69	0,73		0,73	0,91	0,91	0,86	0,91	0,77
8	0,56	0,82	0,79	0,83	0,84		0,77	0,97	0,81	0,86	0,87	0,86
9	0,62	0,65	0,67	0,49	0,55		0,80	0,76	0,76	0,75	0,81	0,86
10	0,73	0,70	0,80	0,61	0,77		0,99	0,89	0,92	0,95	0,96	0,99
11	0,82	0,55	0,71	0,91	0,65		0,87	0,85	0,82	0,89	0,92	0,94
geral	0,16	0,11	0,20	0,12	0,17		0,39	0,56	0,52	0,60	0,50	0,40

De acordo com a tabela 18, considerando-se apenas a luz natural e o céu encoberto (ICE/LN), observa-se uma inconstância de uniformidade nas bancadas ao

longo do dia, sendo que apenas as bancadas 2 e 4 mantêm uniformidade em todos os horários, e a bancada 9 não apresenta uniformidade em nenhum momento.

Quando considerada configuração do usuário (ICC/IU), atinge-se uniformidade dentro dos parâmetros normativos em todas as bancadas individuais ao longo de todos os horários. Entretanto, constata-se que, apesar de haver uniformidade de iluminância nas bancadas, o mesmo não ocorre no ambiente em geral, onde não são obtidos valores adequados em nenhum horário quando considerada exclusivamente a luz natural, e, com o uso da iluminação artificial, apenas nos horário das 14:00h.

Tabela 19 - Valores de uniformidade de iluminâncias - EA 02 - ICC/LN - ICC/IU

UNIFORMIDADE												
EA 02						Data:	02/07/2014		Tipo de céu: claro			
Iluminação Natural (ICC/LN)						Iluminação Natural + Artificial (ICC/U)						
	08:00	10:00	12:00	14:00	16:00	18:00	08:00	10:00	12:00	14:00	16:00	18:00
1	0,63	0,71	0,88	0,96	0,83		0,74	0,84	0,83	0,87	0,85	0,96
2	0,95	0,94	0,90	0,92	0,96		0,86	0,95	0,93	0,79	0,74	0,93
3	0,85	0,93	0,84	0,80	0,80		0,91	0,88	0,92	0,74	0,83	0,74
4	0,98	0,80	0,89	0,93	0,74		0,96	0,85	0,83	0,77	0,99	0,85
5	0,56	0,48	0,51	0,66	0,68		0,88	0,68	0,67	0,50	0,72	0,92
6	0,70	0,76	0,75	0,79	0,82		0,88	0,95	0,88	0,94	0,92	0,89
7	0,63	0,83	0,89	0,75	0,86		0,79	0,91	0,87	0,94	0,80	0,82
8	0,87	0,84	0,86	0,83	0,88		0,87	0,93	0,85	0,75	0,89	0,89
9	0,68	0,78	0,63	0,59	0,73		0,79	0,77	0,82	0,77	0,77	0,83
10	0,90	0,85	0,86	0,77	0,89		0,93	0,96	0,98	0,97	0,98	0,92
11	0,60	0,70	0,73	0,66	0,74		0,93	0,88	0,82	0,86	0,88	0,93
geral	0,16	0,20	0,20	0,12	0,27		0,37	0,36	0,37	0,41	0,50	0,41

A tabela 19 demonstra que, quando o ambiente é iluminado apenas pela luz natural e céu claro (ICC/LN), a maior parte das bancadas (bancadas 2, 3, 4, 6, 8 e 10) apresenta uniformidade de iluminâncias ao longo de todos os horários do expediente, sendo que as bancadas 1 e 7 não apresentam uniformidade apenas no horário das 8:00h. A bancada 5 aparece como pior situação, tanto na condição de iluminação natural (ICC/LN) em que não obtém uniformidade em nenhum momento, como na condição de iluminação configurada pelo usuário (ICC/IU), onde não atinge os parâmetros desde às 10:00h até as 14:00 horas. Nas demais bancadas a configuração do usuário (ICC/IU) permite obter uniformidade ao longo de todos os horários. O ambiente em geral não atinge valores adequados de uniformidade de iluminâncias em nenhum horário, em nenhuma das condições de iluminação - ICC/LN e ICC/IU.

Na tabela 20 estão representados os valores de uniformidade de iluminâncias obtidos no EA 02 no verão com céu encoberto (VCE), e na tabela 21 os valores obtidos no verão com céu claro (VCC).

Tabela 20 - Valores de uniformidade de iluminâncias - EA 02 - VCE/LN - VCE/IU

UNIFORMIDADE												
EA 02							Data: 12/12/2014		Tipo de céu: encoberto			
Iluminação Natural (VCE/LN)							Iluminação Natural + Artificial (VCE/U)					
	08:00	10:00	12:00	14:00	16:00	18:00	08:00	10:00	12:00	14:00	16:00	18:00
1	0,67	0,80	0,74	0,77	0,80	0,77	0,78	0,88	0,77	0,81	0,84	0,84
2	0,78	0,85	0,78	0,76	0,85	0,87	0,83	0,94	0,91	0,91	0,83	0,87
3	0,78	0,95	0,82	0,83	0,72	0,75	0,96	0,96	0,98	0,94	0,98	0,97
4	0,96	0,91	0,93	0,90	0,98	0,98	0,92	0,87	0,93	0,89	0,92	0,87
5	0,64	0,89	0,88	0,73	0,68	0,55	0,82	0,80	0,83	0,75	0,82	0,78
6	0,83	0,91	0,91	0,97	0,85	0,75	0,82	0,91	0,95	0,97	0,95	0,95
7	0,85	0,94	0,97	0,89	0,79	0,63	0,96	0,94	0,90	0,98	0,96	0,98
8	0,79	0,78	0,59	0,63	0,78	0,65	0,73	0,56	0,58	0,56	0,57	0,53
9	0,65	0,73	0,69	0,83	0,54	0,52	0,78	0,71	0,71	0,78	0,70	0,74
10	0,86	0,88	0,55	0,74	0,52	0,84	0,92	0,91	0,93	0,91	0,89	0,92
11	0,86	0,90	0,79	0,76	0,73	0,77	0,95	0,89	0,96	0,92	0,97	0,97
geral	0,14	0,21	0,14	0,21	0,14	0,20	0,63	0,38	0,36	0,38	0,35	0,42

Os dados de VCE da tabela 20 demonstram que, quando o ambiente é iluminado apenas pela luz natural e céu encoberto (VCE/LN), as bancadas 2, 3, 4, 6 e 11 mantêm valores de uniformidade de iluminâncias ao longo de todo o turno de trabalho, a bancada 1 não atende ao parâmetro apenas no horário das 8:00h e a bancada 7 às 18:00h; e as bancadas 5, 8, 9 e 10 oscilam em diferentes horários.

Quando considerada a situação em que o usuário manipula as persianas para controle da luz natural e aciona a iluminação artificial (VCE/IU), atingi-se quase a totalidade de condição de uniformidade nas bancadas dentro dos valores normativos, com exceção da bancada 8 que foge dos parâmetros a partir das 10:00h da manhã. Na avaliação geral do ambiente, verifica-se que a uniformidade de iluminâncias não é obtida em nenhum horário, em nenhuma das condições de iluminação - VCE/LN e VCE/IU.

Tabela 21 - Valores de uniformidade de iluminâncias - EA 02 - VCC/LN - VCC/IU

UNIFORMIDADE												
EA 02							Data:	19/12/2014		Tipo de céu: claro		
Iluminação Natural (VCC/LN)							Iluminação Natural + Artificial (VCC/U)					
	08:00	10:00	12:00	14:00	16:00	18:00	08:00	10:00	12:00	14:00	16:00	18:00
1	0,64	0,72	0,69	0,73	0,49	0,72	0,86	0,86	0,88	0,75	0,40	0,85
2	0,83	0,95	0,96	0,87	0,98	0,95	0,92	0,89	0,97	0,86	0,97	0,88
3	0,91	0,85	0,88	0,92	0,85	0,68	0,88	0,84	0,97	0,99	0,88	0,93
4	0,90	0,91	0,90	0,92	0,80	0,90	0,90	0,89	0,88	0,86	0,92	0,91
5	0,82	0,74	0,84	0,74	0,82	0,75	0,86	0,72	0,77	0,72	0,80	0,76
6	0,90	0,92	0,87	0,83	0,95	0,74	0,99	1,00	0,96	0,98	0,89	0,94
7	0,97	0,86	0,84	0,77	0,84	0,66	0,92	0,92	0,97	0,83	0,90	0,92
8	0,86	0,70	0,83	0,56	0,65	0,63	0,85	0,78	0,79	0,71	0,73	0,76
9	0,77	0,79	0,80	0,77	0,76	0,71	0,76	0,75	0,79	0,75	0,77	0,70
10	0,97	0,69	0,89	0,65	0,66	0,92	0,91	0,98	0,95	0,92	0,83	0,88
11	0,82	0,83	0,96	0,94	0,99	0,84	0,92	0,98	0,96	0,94	0,99	0,95
geral	0,28	0,17	0,25	0,16	0,17	0,31	0,55	0,38	0,44	0,41	0,41	0,54

Os dados de VCC da tabela 21 demonstram que, na condição de iluminação natural com céu claro (VCC/LN), apesar do predomínio de bancadas com valores de uniformidade em acordo com a norma, onde as bancadas 2, 4, 5, 6, 9 e 10 obtêm uniformidade ao longo de todo o expediente de trabalho, em nenhum horário a condição de uniformidade é atendida em todas as bancadas conjuntamente. Na configuração do usuário (VCC/IU), melhora-se significativamente a condição de uniformidade, obtendo-se valores dentro do recomendado em quase totalidade do tempo nas diversas bancadas, com única exceção da bancada 1 no horário das 16:00h. Observando-se os dados de uniformidade geral do ambiente, verifica-se mais uma vez que a uniformidade de iluminâncias não é obtida em nenhum horário, em nenhuma das condições de iluminação - VCC/LN e VCC/IU.

A partir análise dos dados de uniformidade obtidos no EA 02 nos diferentes períodos, observa-se que há uma variação de bancadas onde não ocorre uniformidade, nos diferentes horários e nas diferentes condições lumínicas, porém identifica-se que, no período de inverno, a bancada 5 apresenta um desempenho mais crítico, e, no período de verão, a bancada 8. Entretanto, da mesma forma que no EA 01, não é possível identificar um padrão de ocorrência de uniformidade nas bancadas, pois nos casos em que ela não é atendida, isso acontece em diferentes horários e em diferentes bancadas, sem que se estabeleça um fator comum que possa-se supor determinante.

4.1.2.3 Análise conjunta sobre a uniformidade nos espaços EA 01 e EA 02

Considerando-se os dados de uniformidade obtidos nos dois ambientes deste estudo, verifica-se que na maioria das bancadas de trabalho há uniformidade na maior parte do tempo, porém, no ambiente como um todo, a uniformidade não é atingida, o que pode estar relacionado à disparidade dos valores de iluminâncias obtidos, ou seja, mais elevados nas áreas próximas às janelas, e bastante baixos nos pontos mais afastados. Outra constatação, é que em ambos os espaços, o uso da iluminação artificial, dentro da configuração do usuário, contribuiu positivamente para a obtenção de uma iluminação mais uniforme no ambiente.

4.1.3 Contribuição da iluminação natural (CIN)

A análise dos valores de contribuição da luz natural buscou, primeiramente, verificar se a recomendação da NBR ISO/CIE 8995-1 (ABNT, 2013) de que o CIN deve ser maior que 1% nas bancadas a 3 metros da parede da janela é atendida. Após observou-se quais outros pontos do espaço de trabalho apresentam CIN maior que 1%, e se os pontos que atendem ao CIN mínimo também atendem à iluminância mínima recomendada de 500lux. Nas tabelas geradas, os valores que estão de acordo com a norma foram sombreados, e as bancadas dentro da faixa de 3m foram contornadas em vermelho.

4.1.3.1 Resultados obtidos no EA 01

A tabela 22 mostra os valores de iluminância medidos e o CIN calculado para cada ponto, no EA 01 no inverno com céu encoberto (ICE), obtidos através do levantamento realizado no dia 24/06/2014, considerando apenas a iluminação natural, conforme descrito em 3.3.3. Conforme dados apresentados, verifica-se que, apesar de nenhum ponto do EA 01 atender à iluminância de 500 lux, o CIN mínimo de 1% é atendido em 34% dos pontos da sala. As bancadas 6 e 8 que encontram-se na faixa dos 3 metros de distância à janela atendem à recomendação em quase totalidade do tempo. Observa-se que no restante da sala, nos casos em que é atendido CIN de 1%, os pontos estão situados até 5,5 metros de distância às janelas.

Tabela 22 - Valores de iluminância e CIN no EA 01 - ICE.

EA 01													
Data:			24/06/2014			Tipo de céu: encoberto							
Iluminação Natural (lux) / Contribuição da iluminação Natural - CIN (%)													
Ponto externo		08:00h		10:00h		12:00h		14:00h		16:00h		18:00h	
		2574		6240		5990		5110		1935		0	
Bancadas		lux	CIN	lux	CIN	lux	CIN	lux	CIN	lux	CIN	lux	CIN
1	a	6	0,23%	20	0,32%	17	0,28%	8	0,16%	1	0,05%	0	-
	b	9	0,35%	27	0,43%	28	0,47%	12	0,23%	1	0,05%	0	-
	c	10	0,39%	27	0,43%	25	0,42%	11	0,22%	2	0,10%	0	-
2	a	9	0,35%	13	0,21%	22	0,37%	13	0,25%	12	0,62%	0	-
	b	10	0,39%	18	0,29%	22	0,37%	11	0,22%	4	0,21%	0	-
	c	10	0,39%	29	0,46%	26	0,43%	8	0,16%	3	0,16%	0	-
3	a	13	0,51%	36	0,58%	32	0,53%	14	0,27%	2	0,10%	0	-
	b	10	0,39%	40	0,64%	34	0,57%	13	0,25%	2	0,10%	0	-
	c	14	0,54%	43	0,69%	37	0,62%	12	0,23%	3	0,16%	0	-
4	a	11	0,43%	36	0,58%	32	0,53%	10	0,20%	2	0,10%	0	-
	b	10	0,39%	28	0,45%	26	0,43%	11	0,22%	2	0,10%	0	-
5	a	43	1,67%	120	1,92%	94	1,57%	35	0,68%	8	0,41%	0	-
	b	22	0,85%	132	2,12%	106	1,77%	37	0,72%	10	0,52%	0	-
	c	40	1,55%	129	2,07%	107	1,79%	59	1,15%	6	0,31%	0	-
6	a	81	3,15%	216	3,46%	157	2,62%	105	2,05%	18	0,93%	0	-
	b	95	3,69%	267	4,28%	202	3,37%	121	2,37%	26	1,34%	0	-
	c	150	5,83%	317	5,08%	233	3,89%	166	3,25%	32	1,65%	0	-
7	a	35	1,36%	112	1,79%	98	1,64%	48	0,94%	12	0,62%	0	-
	b	33	1,28%	106	1,70%	98	1,64%	37	0,72%	9	0,47%	0	-
	c	61	2,37%	137	2,20%	130	2,17%	69	1,35%	14	0,72%	0	-
8	a	70	2,72%	190	3,04%	110	1,84%	94	1,84%	13	0,67%	0	-
	b	116	4,51%	248	3,97%	145	2,42%	117	2,29%	30	1,55%	0	-
	c	140	5,44%	351	5,63%	219	3,66%	151	2,95%	43	2,22%	0	-

A tabela 23 mostra os valores de iluminância medidos e o CIN calculado para cada ponto, no EA 01 no período de verão com céu encoberto (VCE), obtidos através do levantamento realizado no dia 12/12/2014. Os dados demonstram que, nos pontos em que há o atendimento ao valor mínimo de iluminância, também há correspondência ao CIN recomendado. Os pontos situados à 3 metros das janelas, nas bancadas 6, e 8 atendem ao parâmetro de CIN na maior parte do tempo, com exceção dos horários das 14:00h e 16:00h. O CIN mínimo é atendido em 35% dos pontos da sala. O maior percentual de pontos em acordo com o parâmetro ocorre no período das 8:00 horas da manhã, alcançando até mesmo os pontos mais distantes

da janela. A partir do horário das 10:00h observa-se que só há atendimento ao CIN em pontos situados até 5,5 metros da janela.

Tabela 23 - Valores de iluminância e CIN no EA 01 - VCE.

EA 01													
Data: 12/12/2014					Tipo de céu: encoberto								
Iluminação Natural (lux) / Contribuição da luminação Natural - CIN (%)													
		08:00h		10:00h		12:00h		14:00h		16:00h		18:00h	
Ponto externo		3958		37600		23400		24000		20100		4140	
Bancadas		lux	CIN	lux	CIN	lux	CIN	lux	CIN	lux	CIN	lux	CIN
1	a	68	1,72%	128	0,34%	74	0,32%	24	0,10%	31	0,15%	20	0,48%
	b	53	1,34%	131	0,35%	75	0,32%	40	0,17%	36	0,18%	31	0,75%
	c	37	0,93%	129	0,34%	52	0,22%	42	0,18%	41	0,20%	26	0,63%
2	a	19	0,48%	114	0,30%	34	0,15%	41	0,17%	26	0,13%	14	0,34%
	b	58	1,47%	178	0,47%	61	0,26%	48	0,20%	48	0,24%	41	0,99%
	c	42	1,06%	106	0,28%	32	0,14%	57	0,24%	48	0,24%	39	0,94%
3	a	36	0,91%	146	0,39%	62	0,26%	61	0,25%	52	0,26%	19	0,46%
	b	23	0,58%	74	0,20%	30	0,13%	36	0,15%	24	0,12%	15	0,36%
	c	47	1,19%	232	0,62%	80	0,34%	79	0,33%	53	0,26%	31	0,75%
4	a	17	0,43%	103	0,27%	39	0,17%	41	0,17%	14	0,07%	9	0,22%
	b	19	0,48%	92	0,24%	25	0,11%	45	0,19%	13	0,06%	8	0,19%
5	a	109	2,75%	450	1,20%	158	0,68%	140	0,58%	87	0,43%	47	1,14%
	b	84	2,12%	417	1,11%	135	0,58%	130	0,54%	69	0,34%	48	1,16%
	c	106	2,68%	491	1,31%	160	0,68%	161	0,67%	79	0,39%	51	1,23%
6	a	246	6,22%	850	2,26%	349	1,49%	224	0,93%	141	0,70%	80	1,93%
	b	227	5,74%	1315	3,50%	322	1,38%	239	1,00%	162	0,81%	100	2,42%
	c	218	5,51%	1357	3,61%	410	1,75%	260	1,08%	168	0,84%	106	2,56%
7	a	48	1,21%	393	1,05%	157	0,67%	129	0,54%	46	0,23%	20	0,48%
	b	89	2,25%	415	1,10%	153	0,65%	134	0,56%	98	0,49%	41	0,99%
	c	95	2,40%	541	1,44%	210	0,90%	184	0,77%	89	0,44%	42	1,01%
8	a	174	4,40%	875	2,33%	233	1,00%	200	0,83%	118	0,59%	75	1,81%
	b	257	6,49%	1742	4,63%	375	1,60%	270	1,13%	141	0,70%	109	2,63%
	c	263	6,64%	1845	4,91%	404	1,73%	282	1,18%	207	1,03%	101	2,44%

4.1.3.2 Resultados obtidos no EA 02

A tabela 24 mostra os valores de iluminância medidos e o CIN calculado para cada ponto, no EA 02 no inverno com céu encoberto (ICE), no levantamento realizado no dia 24/06/2014. A partir dos dados é possível identificar que nos pontos em que há o atendimento ao valor mínimo de iluminância de 500 lux, também há correspondência ao CIN recomendado. Os pontos situados na faixa de 3 metros das

janelas, nas bancadas 1, 2, 3, 4, 5, 6, e 7, atendem ao parâmetro de CIN em quase totalidade do tempo, com exceção das bancadas 1, 2 e 3, com janelas orientadas à oeste onde há obstrução por prédio próximo, nos horários das 14:00h e 16:00 horas. O CIN mínimo é atendido em 60% dos pontos da sala. Observa-se que as bancadas 9 e 11, que apresentam o maior número de pontos em desacordo à norma, estão a mais de 5 metros de distância das janelas.

Tabela 24 - Valores de iluminância e CIN no EA 02 - ICE.

EA 02													
Data:		24/06/2014		Tipo de céu: encoberto									
Iluminação Natural (lux) / Contribuição da iluminação natural - CIN (%)													
Ponto externo		08:00h		10:00h		12:00h		14:00h		16:00h		18:00h	
		2261		5230		5160		5560		2080		0	
Bancadas		lux	CIN	lux	CIN	lux	CIN	lux	CIN	lux	CIN	lux	CIN
1	a	31	1,37%	77	1,47%	87	1,69%	37	0,67%	9	0,43%	0	-
	b	44	1,95%	91	1,74%	79	1,53%	42	0,76%	12	0,58%	0	-
	c	69	3,05%	179	3,42%	136	2,64%	78	1,40%	21	1,01%	0	-
2	a	57	2,52%	99	1,89%	70	1,36%	52	0,94%	10	0,48%	0	-
	b	51	2,26%	98	1,87%	67	1,30%	55	0,99%	11	0,53%	0	-
	c	35	1,55%	114	2,18%	78	1,51%	56	1,01%	9	0,43%	0	-
3	a	88	3,89%	183	3,50%	117	2,27%	94	1,69%	22	1,06%	0	-
	b	63	2,79%	98	1,87%	83	1,61%	62	1,12%	14	0,67%	0	-
	c	47	2,08%	81	1,55%	60	1,16%	57	1,03%	12	0,58%	0	-
4	a	280	12,38%	589	11,26%	323	6,26%	245	4,41%	59	2,84%	0	-
	b	191	8,45%	501	9,58%	313	6,07%	250	4,50%	54	2,60%	0	-
	c	236	10,44%	545	10,42%	311	6,03%	275	4,95%	59	2,84%	0	-
5	a	223	9,86%	552	10,55%	356	6,90%	231	4,15%	52	2,50%	0	-
	b	161	7,12%	382	7,30%	256	4,96%	174	3,13%	42	2,02%	0	-
	c	105	4,64%	237	4,53%	178	3,45%	108	1,94%	33	1,59%	0	-
6	a	162	7,16%	436	8,34%	261	5,06%	231	4,15%	52	2,50%	0	-
	b	101	4,47%	258	4,93%	177	3,43%	129	2,32%	30	1,44%	0	-
	c	98	4,33%	202	3,86%	157	3,04%	110	1,98%	28	1,35%	0	-
7	a	243	10,75%	469	8,97%	344	6,67%	202	3,63%	56	2,69%	0	-
	b	154	6,81%	329	6,29%	258	5,00%	149	2,68%	35	1,68%	0	-
	c	106	4,69%	233	4,46%	259	5,02%	105	1,89%	29	1,39%	0	-
8	a	68	3,01%	128	2,45%	98	1,90%	50	0,90%	12	0,58%	0	-
	b	57	2,52%	92	1,76%	77	1,49%	42	0,76%	11	0,53%	0	-
	c	29	1,28%	83	1,59%	63	1,22%	35	0,63%	9	0,43%	0	-
9	a	14	0,62%	31	0,59%	28	0,54%	11	0,20%	4	0,19%	0	-
	b	32	1,42%	64	1,22%	58	1,12%	30	0,54%	9	0,43%	0	-
	c	22	0,97%	47	0,90%	39	0,76%	27	0,49%	9	0,43%	0	-
10	a	63	2,79%	114	2,18%	108	2,09%	68	1,22%	16	0,77%	0	-
	b	42	1,86%	67	1,28%	78	1,51%	38	0,68%	10	0,48%	0	-
	c	34	1,50%	55	1,05%	68	1,32%	27	0,49%	9	0,43%	0	-
11	a	24	1,06%	49	0,94%	44	0,85%	25	0,45%	5	0,24%	0	-
	b	24	1,06%	48	0,92%	49	0,95%	28	0,50%	7	0,34%	0	-
	c	18	0,80%	22	0,42%	29	0,56%	23	0,41%	11	0,53%	0	-

A tabela 25 apresenta os valores de iluminância medidos e o CIN calculado para cada ponto, do EA 02, obtidos através do levantamento realizado no dia 12/12/2014 - VCE, condição de verão com céu encoberto.

Tabela 25 - Valores de iluminância e CIN no EA 02 - VCE.

EA 02													
Data: 12/12/2014						Tipo de céu: encoberto							
Iluminação Natural (lux) / Contribuição da iluminação atural - CIN (%)													
		08:00h		10:00h		12:00h		14:00h		16:00h		18:00h	
Ponto externo		3613		24100		20300		26000		22400		4400	
		lux	CIN	lux	CIN	lux	CIN	lux	CIN	lux	CIN	lux	CIN
1	a	90	2,49%	316	1,31%	184	0,91%	264	1,02%	124	0,55%	69	1,57%
	b	110	3,04%	413	1,71%	215	1,06%	309	1,19%	115	0,51%	58	1,32%
	c	204	5,65%	458	1,90%	351	1,73%	462	1,78%	192	0,85%	99	2,25%
2	a	154	4,26%	322	1,34%	255	1,26%	431	1,66%	130	0,57%	44	1,00%
	b	146	4,04%	412	1,71%	250	1,23%	392	1,51%	116	0,51%	44	1,00%
	c	105	2,91%	398	1,65%	177	0,87%	280	1,08%	98	0,43%	63	1,43%
3	a	199	5,51%	499	2,07%	323	1,59%	410	1,58%	145	0,64%	70	1,59%
	b	151	4,18%	437	1,81%	259	1,28%	353	1,36%	138	0,61%	55	1,25%
	c	124	3,43%	436	1,81%	219	1,08%	293	1,13%	89	0,39%	42	0,95%
4	a	650	17,99%	992	4,12%	915	4,51%	822	3,16%	531	2,34%	216	4,91%
	b	627	17,35%	948	3,93%	837	4,12%	822	3,16%	546	2,41%	208	4,73%
	c	687	19,01%	845	3,51%	791	3,90%	707	2,72%	544	2,40%	205	4,66%
5	a	686	18,99%	965	4,00%	883	4,35%	761	2,93%	530	2,33%	232	5,27%
	b	484	13,40%	779	3,23%	670	3,30%	618	2,38%	499	2,20%	161	3,66%
	c	320	8,86%	736	3,05%	645	3,18%	445	1,71%	301	1,33%	89	2,02%
6	a	543	15,03%	587	2,44%	553	2,72%	391	1,50%	411	1,81%	162	3,68%
	b	346	9,58%	511	2,12%	505	2,49%	427	1,64%	351	1,55%	115	2,61%
	c	357	9,88%	585	2,43%	460	2,27%	389	1,50%	302	1,33%	92	2,09%
7	a	524	14,50%	638	2,65%	611	3,01%	647	2,49%	494	2,18%	237	5,39%
	b	511	14,14%	617	2,56%	552	2,72%	547	2,10%	357	1,57%	152	3,45%
	c	409	11,32%	571	2,37%	552	2,72%	504	1,94%	306	1,35%	104	2,36%
8	a	205	5,67%	363	1,51%	252	1,24%	300	1,15%	132	0,58%	62	1,41%
	b	161	4,46%	336	1,39%	142	0,70%	261	1,00%	77	0,34%	54	1,23%
	c	130	3,60%	244	1,01%	97	0,48%	149	0,57%	74	0,33%	32	0,73%
9	a	36	1,00%	99	0,41%	62	0,31%	79	0,30%	31	0,14%	18	0,41%
	b	55	1,52%	166	0,69%	85	0,42%	85	0,33%	65	0,29%	37	0,84%
	c	74	2,05%	143	0,59%	122	0,60%	121	0,47%	76	0,33%	39	0,89%
10	a	182	5,04%	404	1,68%	241	1,19%	308	1,18%	132	0,58%	59	1,34%
	b	125	3,46%	325	1,35%	158	0,78%	238	0,92%	92	0,41%	42	0,95%
	c	130	3,60%	302	1,25%	89	0,44%	178	0,68%	47	0,21%	39	0,89%
11	a	43	1,19%	129	0,54%	50	0,25%	78	0,30%	31	0,14%	18	0,41%
	b	64	1,77%	158	0,66%	76	0,37%	118	0,45%	54	0,24%	27	0,61%
	c	43	1,19%	143	0,59%	63	0,31%	111	0,43%	43	0,19%	25	0,57%

Os dados da tabela 25 demonstram, mais uma vez, que nos pontos em que há o atendimento ao valor mínimo de iluminância, também há correspondência ao CIN recomendado. Os pontos situados até 3 metros das janelas atendem ao

parâmetro em quase totalidade do tempo, com exceção das bancadas 1, 2 e 3 no horário das 16:00h. O CIN mínimo é atendido em 69% dos pontos da sala, e assim como no EA 01, na mesma data, o maior percentual de pontos em acordo ocorre no período das 8:00 horas da manhã, abrangendo quase totalidade dos pontos da sala. As bancadas 9 e 11 que situam-se a mais de 5,5 metros da janela são as que apresentam o menor número de pontos dentro do parâmetro.

4.1.3.3 Análise conjunta sobre CIN nos espaços EA 01 e EA 02

A partir da análise conjunta dos dados de CIN dos dois espaços, verifica-se que em ambos a maioria dos pontos situados dentro da faixa de 3m da janela atende a recomendação de CIN=1% da norma, observando-se, ainda, que onde ocorre iluminância mínima de 500lux, também há o atendimento ao CIN. Porém, destaca-se que a relação inversa não se estabelece, pois em muitos pontos em que há CIN de 1% não há a iluminância mínima de 500lux, verificando-se que em quase totalidade dos casos a iluminância mínima de 500lux equivale a um CIN acima de 2%. Esta análise pode indicar que 1% é um valor pouco exigente para a contribuição de luz natural nos espaços interiores, e que os valores entre 2% e 5%, referenciados internacionalmente como satisfatórios (RAITELLI, 2007 e MARDALJEVIC, 2012, apud MANSILHA, 2013), conforme a atividade a ser desenvolvida no ambiente, podem corresponder melhor aos parâmetros mínimos de iluminância e representar um potencial mais efetivo de aproveitamento da luz natural.

4.1.4 Refletâncias

Devido ao fato de as duas salas apresentarem o mesmo tipo de acabamento e mobiliário, os valores de refletância são apresentados em uma tabela única (tabela 26), que compara os valores obtidos no levantamento com os com valores recomendados pela NBR ISO/CIE 8995-1 (ABNT, 2013) e pela IESNA (2000). Para facilitar a leitura os valores em acordo foram sombreados.

Tabela 26 - Valores de refletâncias encontrados no interior das salas EA 01 e EA 02.

REFLETÂNCIAS			
superfícies	valor encontrado	parâmetros recomendados	
		NBR ISO/CIE 8995-1	IESNA 2000
piso	45%	10 - 50%	20 - 40%
parede	66%	30 - 80%	50 - 70%
teto	53%	60 - 90%	> 80%
mesa	68%	20 - 60%	25 - 45%
cadeira	40%	20 - 60%	25 - 45%
persiana	60%	20 - 60%	25 - 45%
armários cinza	46%	20 - 60%	25 - 45%
armários gelo	60%	20 - 60%	25 - 45%
divisórias	66%	30 - 80%	50 - 70%

A partir da comparação dos valores, verifica-se que apenas os valores de refletância do teto e das mesas não atendem à NBR ISO/CIE 8995-1. Porém, quando comparados com os parâmetros mais rígidos da IESNA (2000), apenas as superfícies das paredes, cadeiras e divisórias estão de acordo com a recomendação para ambientes de escritórios com monitores, sendo que o teto apresenta refletância menor que a recomendação e as demais superfícies apresentam refletância maior.

Destaca-se que as superfícies claras, com refletâncias mais altas, podem contribuir significativamente para a luminosidade do ambiente, potencializando tanto a iluminação artificial, como a luz natural no interior dos espaços.

4.1.5 Luminância

A análise dos valores de luminância permitiu avaliar contrastes e ofuscamentos presentes nos ambientes, conforme será apresentado a seguir. O anexo E apresenta fotos da área visual de tarefa nas bancadas de trabalho, tiradas a partir da visual dos usuários no momento da realização da entrevista, que auxilia na compreensão dos dados de contraste e ofuscamento.

4.1.5.1 Contraste

A avaliação do contraste foi realizada com base nos parâmetros de proporções de luminâncias recomendados para as superfícies em ambientes de

trabalho. As avaliações foram realizadas nas condições de céu claro e céu encoberto, para inverno e verão, com a configuração de uso pelo usuário, a partir dos dados obtidos no levantamento físico, realizado na mesma data que as medições de iluminâncias, conforme descrito em 3.3.6.

4.1.5.1.1 Contrastes no EA 01

A tabela 27 apresenta as proporções de luminâncias obtidas para o EA 01, nas condições de ICE, ICC, VCE e VCC. Foram destacados os valores que ultrapassam as proporções máximas recomendadas.

Observa-se que no EA 01, quase totalidade dos contrastes (96,9%) está situada dentro dos parâmetros recomendados. Foram encontrados valores que ultrapassam a proporção de luminâncias entre área de tarefa na tela do computador e o fundo da área de trabalho nas bancadas 5 (ICE) e 7 (ICC e ICE). Em ambas bancadas a tela do monitor está voltada de frente para a janela, o que possivelmente acarrete maiores valores de luminância nas telas em contraste com o fundo da área de trabalho dessas bancadas que é mais escuro. Porém não se pode concluir que este seja um fator determinante, pois em outras bancadas que apresentam o mesmo posicionamento do monitor em relação à janela, os valores ficaram dentro dos limites estabelecidos.

Observa-se ainda, que nenhum computador é posicionado de forma que o usuário fique de frente para às janelas, o que pode contribuir para a menor ocorrência de contrastes excessivos na condição de céu claro.

As bancadas 1, 2, 4, 6 e 8 mantém todas as proporções de contraste dentro dos parâmetros recomendados. O maior contraste de luminâncias ocorre na bancada 3 (VCE), entre a tela do computador (menor luminância) e a superfície envidraçada (maior luminância) que apresenta reflexos das luminárias logo ao fundo da tela do computador. Esta proporção é superior a 1:40 e pode gerar ofuscamento desconfortável ao usuário deste posto de trabalho.

Tabela 27 - Contrastes encontrados nas estações de trabalho do EA 01.

		CONTRASTE	EA 01			
		RELAÇÃO	proporção de luminâncias : 1			
			ICE	ICC	VCE	VCC
1	a	tarefa na bancada x tela do computador	1,09	0,86	1,20	1,08
	b	tela do computador x fundo da área de trabalho	1,65	1,31	1,31	1,12
	c	tarefa na bancada x fundo da área de trabalho	1,51	1,13	1,09	1,03
	d	maior luminancia x menor luminancia	20,91	17,85	20,85	15,41
2	a	tarefa na bancada x tela do computador	1,45	1,78	1,01	1,32
	b	tela do computador x fundo da área de trabalho	1,78	3,00	1,85	1,98
	c	tarefa na bancada x fundo da área de trabalho	1,22	1,68	1,83	1,50
	d	maior luminancia x menor luminancia	9,73	7,72	9,46	8,83
3	a	tarefa na bancada x tela do computador	1,99	1,63	1,06	1,55
	b	tela do computador x fundo da área de trabalho	3,00	2,43	1,17	2,38
	c	tarefa na bancada x fundo da área de trabalho	1,51	1,49	1,10	1,53
	d	maior luminancia x menor luminancia	32,17	25,31	49,85	39,74
4	a	tarefa na bancada x tela do computador	1,23	1,80	1,11	1,08
	b	tela do computador x fundo da área de trabalho	1,46	0,78	1,19	1,09
	c	tarefa na bancada x fundo da área de trabalho	1,19	1,41	1,07	1,18
	d	maior luminancia x menor luminancia	16,62	12,75	15,85	14,85
5	a	tarefa na bancada x tela do computador	2,02	1,28	1,50	1,05
	b	tela do computador x fundo da área de trabalho	3,42	1,95	2,00	1,70
	c	tarefa na bancada x fundo da área de trabalho	1,69	1,52	1,34	1,62
	d	maior luminancia x menor luminancia	4,98	6,36	3,09	6,51
6	a	tarefa na bancada x tela do computador	1,33	1,23	1,17	1,24
	b	tela do computador x fundo da área de trabalho	2,85	2,00	2,71	2,80
	c	tarefa na bancada x fundo da área de trabalho	2,14	2,46	2,31	2,26
	d	maior luminancia x menor luminancia	16,05	20,83	20,66	20,68
7	a	tarefa na bancada x tela do computador	1,57	2,56	1,56	1,73
	b	tela do computador x fundo da área de trabalho	3,84	4,49	2,52	2,09
	c	tarefa na bancada x fundo da área de trabalho	2,44	1,75	1,62	1,21
	d	maior luminancia x menor luminancia	4,76	5,89	3,54	3,15
8	a	tarefa na bancada x tela do computador	1,41	1,29	1,06	1,05
	b	tela do computador x fundo da área de trabalho	1,07	1,09	1,27	1,22
	c	tarefa na bancada x fundo da área de trabalho	1,51	1,40	1,34	1,28
	d	maior luminancia x menor luminancia	2,57	5,65	3,11	6,11

4.1.5.1.2 Contrastes no EA 02

A tabela 28 apresenta as proporções de luminâncias obtidas para o EA 02, nas condições de ICE, ICC, VCE e VCC, estando sombreados os valores que ultrapassam as proporções máximas recomendadas.

Tabela 28 - Contrastes encontrados nas estações de trabalho do EA 02.

		CONTRASTE	EA 02			
		RELAÇÃO	proporção de luminâncias : 1			
			ICE	ICC	VCE	VCC
1	a	tarefa na bancada x tela do computador	1,82	1,30	1,85	2,33
	b	tela do computador x fundo da área de trabalho	4,84	1,12	4,43	1,22
	c	tarefa na bancada x fundo da área de trabalho	2,65	1,45	2,40	2,86
	d	maior luminancia x menor luminancia	6,82	4,15	10,33	3,71
2	a	tarefa na bancada x tela do computador	1,55	1,42	1,17	4,82
	b	tela do computador x fundo da área de trabalho	1,54	1,19	3,54	1,87
	c	tarefa na bancada x fundo da área de trabalho	2,38	1,20	4,15	2,58
	d	maior luminancia x menor luminancia	6,52	6,36	15,42	23,72
3	a	tarefa na bancada x tela do computador	2,74	1,16	1,60	1,22
	b	tela do computador x fundo da área de trabalho	6,46	1,31	2,66	1,23
	c	tarefa na bancada x fundo da área de trabalho	2,36	1,13	1,66	1,51
	d	maior luminancia x menor luminancia	6,46	8,72	3,88	3,62
4	a	tarefa na bancada x tela do computador	1,57	1,71	1,43	1,08
	b	tela do computador x fundo da área de trabalho	2,34	1,37	1,30	1,87
	c	tarefa na bancada x fundo da área de trabalho	3,69	1,25	1,86	2,01
	d	maior luminancia x menor luminancia	3,69	2,11	2,29	2,04
5	a	tarefa na bancada x tela do computador	1,61	1,07	1,43	1,02
	b	tela do computador x fundo da área de trabalho	2,42	1,05	1,56	1,41
	c	tarefa na bancada x fundo da área de trabalho	1,50	1,02	1,09	1,38
	d	maior luminancia x menor luminancia	3,58	3,74	1,56	3,48
6	a	tarefa na bancada x tela do computador	3,01	1,06	2,27	1,06
	b	tela do computador x fundo da área de trabalho	5,56	1,52	2,05	1,09
	c	tarefa na bancada x fundo da área de trabalho	1,85	1,44	1,11	1,16
	d	maior luminancia x menor luminancia	5,56	5,17	2,59	2,38
7	a	tarefa na bancada x tela do computador	4,52	2,39	1,37	1,14
	b	tela do computador x fundo da área de trabalho	5,28	4,49	2,43	2,65
	c	tarefa na bancada x fundo da área de trabalho	1,17	1,88	3,32	3,02
	d	maior luminancia x menor luminancia	12,11	16,04	10,31	8,81
8	a	tarefa na bancada x tela do computador	1,97	1,25	1,25	1,13
	b	tela do computador x fundo da área de trabalho	5,92	1,55	1,07	1,38
	c	tarefa na bancada x fundo da área de trabalho	3,01	1,23	1,33	1,22
	d	maior luminancia x menor luminancia	17,26	6,37	3,97	4,47
9	a	tarefa na bancada x tela do computador	3,90	1,54	2,26	2,14
	b	tela do computador x fundo da área de trabalho	5,74	1,31	2,29	2,71
	c	tarefa na bancada x fundo da área de trabalho	1,47	2,01	1,01	1,26
	d	maior luminancia x menor luminancia	9,87	7,16	4,20	5,54
10	a	tarefa na bancada x tela do computador	1,56	0,67	1,46	0,87
	b	tela do computador x fundo da área de trabalho	4,33	1,22	3,37	1,44
	c	tarefa na bancada x fundo da área de trabalho	2,78	1,83	2,31	1,66
	d	maior luminancia x menor luminancia	4,33	2,72	3,49	2,75
11	a	tarefa na bancada x tela do computador	1,78	1,11	1,10	0,82
	b	tela do computador x fundo da área de trabalho	5,39	1,91	4,57	2,52
	c	tarefa na bancada x fundo da área de trabalho	3,03	1,72	4,15	3,07
	d	maior luminancia x menor luminancia	22,77	19,37	45,28	28,23

Observa-se que o EA 02 apresenta 87,5% das proporções analisadas dentro dos parâmetros de contraste recomendados. Os valores que ultrapassam os parâmetros recomendados ocorrem predominantemente nas condições de inverno céu encoberto (ICE) e verão céu encoberto (VCE) e referem-se a contrastes entre o fundo da área de trabalho e a área de tarefa, seja ela na tela do computador ou na bancada de trabalho. Verifica-se que na maioria das situações em que há contraste excessivo relacionado à tela do computador, dá-se em virtude dos valores de luminância desta superfície serem mais elevados do que os da superfície de comparação, ocorrendo em computadores que estão posicionados com a tela de forma frontal, perpendicular ou oblíqua às aberturas. Na única situação em que ocorre contraste excessivo por luminância do fundo superior à da tela (bancada 7), esta se dá com o monitor na posição posterior (de costas) à janela, ou seja, com o usuário de frente para a abertura ao fundo. Essa análise sugere que a posição da tela do computador em relação à janela pode estar influenciando no tipo de contraste na relação tela x fundo.

A única bancada que mantém todos os valores dentro dos parâmetros recomendados é a bancada 5, que situa-se próxima a duas janelas perpendiculares entre si. Já o maior contraste de luminâncias ocorre na bancada 11 (VCE), devido à superfície envidraçada ao fundo da bancada de trabalho, que apresenta pontos de baixa luminância contrastando com altas luminâncias oriundas de reflexos das luminárias, em proporção superior a 1:40, o que pode gerar ofuscamento desconfortável ao usuário deste posto de trabalho.

4.1.5.1.3 Análise conjunta sobre contrastes nos espaços EA 01 e EA 02

Ao comparar-se os resultados de luminância obtidos nas duas salas, verifica-se que a grande maioria das proporções de luminâncias analisadas encontra-se dentro dos parâmetros de contrastes recomendados. Os casos de contraste excessivo ocorrem predominantemente nas condições de céu encoberto, tanto no inverno, como no verão, diferentemente do esperado, verificando-se que a grande maioria se dá entre o fundo da área de trabalho e as luminâncias mais elevadas verificadas na área de tarefa na tela do computador e na bancada de trabalho. Considera-se que o reduzido número de bancadas com computadores em que os usuários ficam posicionados de frente para a janela pode estar contribuindo

positivamente para o menor ocorrência de contrastes excessivos entre o fundo da área de trabalho e a tela do computador, principalmente nas condições de céu claro. Observando-se ainda, que especialmente, nas condições de céu encoberto, a luminosidade da própria tela do computador pode estar contribuindo para o contraste excessivo com relação ao fundo. Enquanto no caso das bancadas, a luminância mais elevada nestas superfícies pode estar relacionada com a refletância identificada acima do percentual recomendado para as mesas.

4.1.5.2 Ofuscamento

O ofuscamento foi avaliado considerando as médias de luminância obtidas para as superfícies, a partir da visual do usuário de cada bancada de trabalho, nas condições normais de uso do ambiente. Foi considerada passível de ofuscamento a ocorrência de luminâncias acima de 850cd/m^2 , conforme recomendação da IESNA (2000) e descrito em 3.3.7.

4.1.5.2.1 Ofuscamento no EA 01

Os valores de luminâncias obtidos para o EA 01, nas condições de ICE, ICC, VCE e VCC estão apresentados em conjunto na tabela 29, de modo a facilitar a comparação e análise dos dados. Estão sombreados os valores que ultrapassam o parâmetro estabelecido (850 cd/m^2).

Os valores encontrados demonstram que as janelas e luminárias apresentam luminância excessiva em visuais de todas as bancadas de trabalho do EA 01. Apenas na condição de ICE as janelas ficam dentro dos parâmetros estabelecidos. Observa-se ainda a presença de ofuscamentos causados por superfícies brilhantes para as bancadas de trabalho 3 e 6, em virtude das superfícies envidraçadas que refletem o brilho das luminárias. Considera-se que esta situação incômoda poderia ser evitada alterando-se a posição do usuário em relação às divisórias de vidro. As demais superfícies do ambiente apresentam luminâncias que não acarretam ofuscamento.

Tabela 29 - Valores de luminância média nas superfícies da sala EA 01.

		OFUSCAMENTO	EA 01			
		POSIÇÃO:	Luminâncias cd/m²			
			ICE	ICC	VCE	VCC
1	a	área central da tarefa na tela do computador	21,60	43,21	22,12	35,27
	b	área de tarefa na superfície da bancada	23,60	37,26	26,58	38,26
	c	fundo da área de trabalho	35,70	32,91	29,00	39,58
	d	pontos na área visual da janela	1140,00	2573,00	1175,40	3423,60
	e	pontos na área visual da luminária	4953,00	5121,00	5582,20	5880,60
	f	superfícies brilhosas em qualquer ponto do ambiente.	451,70	587,60	461,24	543,66
2	a	área central da tarefa na tela do computador	48,90	112,00	66,11	86,07
	b	área de tarefa na superfície da bancada	33,70	62,79	65,17	65,32
	c	fundo da área de trabalho	27,54	37,29	35,68	43,56
	d	pontos na área visual da janela	641,00	2766,00	1047,60	3476,40
	e	pontos na área visual da luminária	3127,00	3466,00	3411,40	3845,00
	f	superfícies brilhosas em qualquer ponto do ambiente.	268,00	288,00	337,68	384,77
3	a	área central da tarefa na tela do computador	87,67	94,77	31,53	97,65
	b	área de tarefa na superfície da bancada	44,11	58,08	33,51	62,90
	c	fundo da área de trabalho	29,22	39,00	37,03	41,00
	d	pontos na área visual da janela	450,30	2358,00	1012,48	2580,60
	e	pontos na área visual da luminária	5264,00	5226,00	5240,40	5734,40
	f	superfícies brilhosas em qualquer ponto do ambiente.	940,00	987,00	1572,00	1629,20
4	a	área central da tarefa na tela do computador	43,73	30,03	51,35	51,32
	b	área de tarefa na superfície da bancada	35,50	54,16	46,20	55,24
	c	fundo da área de trabalho	29,85	38,43	43,14	46,90
	d	pontos na área visual da janela	630,20	1581,00	1395,00	2304,80
	e	pontos na área visual da luminária	6199,00	6220,00	6502,40	6426,00
	f	superfícies brilhosas em qualquer ponto do ambiente.	496,00	383,00	683,80	696,60
5	a	área central da tarefa na tela do computador	101,50	84,40	100,09	93,75
	b	área de tarefa na superfície da bancada	50,20	65,75	66,89	89,55
	c	fundo da área de trabalho	29,70	43,27	50,00	55,18
	d	pontos na área visual da janela	651,00	1557,00	1448,60	3121,40
	e	pontos na área visual da luminária	3354,00	3381,00	3608,60	3700,00
	f	superfícies brilhosas em qualquer ponto do ambiente.	148,00	275,00	154,40	359,30
6	a	área central da tarefa na tela do computador	102,70	80,08	115,32	122,92
	b	área de tarefa na superfície da bancada	77,08	98,57	98,56	99,23
	c	fundo da área de trabalho	36,08	40,04	42,62	43,90
	d	pontos na área visual da janela	667,00	1578,00	1506,20	2661,60
	e	pontos na área visual da luminária	1754,00	2990,00	1812,80	2349,20
	f	superfícies brilhosas em qualquer ponto do ambiente.	579,00	834,00	880,46	907,98
7	a	área central da tarefa na tela do computador	112,30	160,90	119,21	151,60
	b	área de tarefa na superfície da bancada	71,34	62,81	76,48	87,60
	c	fundo da área de trabalho	29,25	35,80	47,25	72,60
	d	pontos na área visual da janela	532,30	2175,00	1479,80	3313,00
	e	pontos na área visual da luminária	6182,00	5577,00	6029,60	6427,00
	f	superfícies brilhosas em qualquer ponto do ambiente.	139,30	211,00	167,48	228,80
8	a	área central da tarefa na tela do computador	43,66	62,18	65,02	78,96
	b	área de tarefa na superfície da bancada	61,59	80,07	68,77	82,60
	c	fundo da área de trabalho	40,82	57,30	51,25	64,60
	d	pontos na área visual da janela	639,40	2241,00	952,48	2275,40
	e	pontos na área visual da luminária	2353,00	2452,00	2486,00	2346,00
	f	superfícies brilhosas em qualquer ponto do ambiente.	104,80	324,00	159,54	395,00

4.1.5.2.2 Ofuscamento no EA 02

Os valores de luminâncias obtidos para o EA 02, nas condições de ICE, ICC, VCE e VCC estão apresentados na tabela 30, com os valores que ultrapassam o parâmetro estabelecido (850 cd/m²) sombreados.

Tabela 30 - Valores de luminância média nas superfícies da sala EA 02.

POSIÇÃO:			Luminâncias cd/m²			
			ICE	ICC	VCE	VCC
1	a	área central da tarefa na tela do computador	107,10	55,33	105,00	74,00
	b	área de tarefa na superfície da bancada	58,72	71,69	56,82	172,60
	c	fundo da área de trabalho	22,13	49,28	23,69	60,45
	d	pontos na área visual da janela	622,10	3573,00	2620,40	3332,40
	e	pontos na área visual da luminária	5201,00	6133,00	2618,20	4404,40
	f	superfícies brilhosas em qualquer ponto do ambiente.	151,00	204,30	244,78	224,40
2	a	área central da tarefa na tela do computador	35,20	45,19	61,88	14,40
	b	área de tarefa na superfície da bancada	54,41	64,31	72,51	69,40
	c	fundo da área de trabalho	22,89	53,62	17,48	26,90
	d	pontos na área visual da janela	680,30	3946,00	2876,60	3911,00
	e	pontos na área visual da luminária	2490,00	4414,00	3605,40	4965,40
	f	superfícies brilhosas em qualquer ponto do ambiente.	149,30	287,40	269,58	341,60
3	a	área central da tarefa na tela do computador	169,00	43,21	143,00	78,24
	b	área de tarefa na superfície da bancada	61,68	37,26	89,18	95,80
	c	fundo da área de trabalho	26,16	32,91	53,73	63,60
	d	pontos na área visual da janela	1663,00	2573,00	2921,80	3723,60
	e	pontos na área visual da luminária	3474,00	5121,00	3800,60	4410,80
	f	superfícies brilhosas em qualquer ponto do ambiente.	151,00	287,00	208,40	230,20
4	a	área central da tarefa na tela do computador	68,61	69,80	95,80	147,60
	b	área de tarefa na superfície da bancada	108,00	119,10	136,92	159,20
	c	fundo da área de trabalho	29,30	95,50	73,64	79,13
	d	pontos na área visual da janela	1934,00	2646,00	2934,00	2726,20
	e	pontos na área visual da luminária	3804,00	5291,00	4391,60	4012,80
	f	superfícies brilhosas em qualquer ponto do ambiente.	104,50	147,30	168,86	161,60
5	a	área central da tarefa na tela do computador	102,60	82,73	199,92	118,20
	b	área de tarefa na superfície da bancada	63,70	77,00	140,10	115,80
	c	fundo da área de trabalho	42,43	78,64	128,20	83,97
	d	pontos na área visual da janela	697,00	886,00	540,40	1056,58
	e	pontos na área visual da luminária	6554,00	7096,00	7050,60	7005,80
	f	superfícies brilhosas em qualquer ponto do ambiente.	151,70	287,60	168,36	292,20
6	a	área central da tarefa na tela do computador	119,00	56,57	179,16	95,58
	b	área de tarefa na superfície da bancada	39,60	53,51	79,03	90,00
	c	fundo da área de trabalho	21,40	37,11	87,52	104,60
	d	pontos na área visual da janela	779,00	2131,00	1993,00	2165,20
	e	pontos na área visual da luminária	7449,00	6973,00	4220,40	4996,60
	f	superfícies brilhosas em qualquer ponto do ambiente.	59,90	192,00	69,14	214,02
7	a	área central da tarefa na tela do computador	197,00	157,00	97,60	95,92
	b	área de tarefa na superfície da bancada	43,56	65,67	71,40	84,20
	c	fundo da área de trabalho	37,30	34,98	237,20	254,14
	d	pontos na área visual da janela	735,00	3192,00	4571,20	2646,40
	e	pontos na área visual da luminária	4405,00	4422,00	4703,20	4305,00
	f	superfícies brilhosas em qualquer ponto do ambiente.	451,70	561,00	736,22	741,80

(continua)

(conclusão)

8	a	área central da tarefa na tela do computador	68,30	67,00	52,41	81,80
	b	área de tarefa na superfície da bancada	34,70	53,40	41,94	72,60
	c	fundo da área de trabalho	11,53	43,30	55,97	59,40
	d	pontos na área visual da janela	642,00	830,00	320,24	848,00
	e	pontos na área visual da luminária	7580,00	5685,00	7572,80	2346,00
	f	superfícies brilhosas em qualquer ponto do ambiente.	199,00	276,00	166,40	265,60
9	a	área central da tarefa na tela do computador	156,90	67,66	144,24	165,20
	b	área de tarefa na superfície da bancada	40,28	44,00	63,69	77,14
	c	fundo da área de trabalho	27,35	88,51	62,92	61,00
	d	pontos na área visual da janela	1347,00	3905,00	2511,40	3980,20
	e	pontos na área visual da luminária	6840,00	6513,00	5022,80	5859,40
	f	superfícies brilhosas em qualquer ponto do ambiente.	270,00	315,00	264,20	337,80
10	a	área central da tarefa na tela do computador	93,50	50,30	82,56	63,40
	b	área de tarefa na superfície da bancada	60,08	75,50	56,48	73,20
	c	fundo da área de trabalho	21,58	41,23	24,48	44,00
	d	pontos na área visual da janela	1770,00	2865,00	2323,80	3714,00
	e	pontos na área visual da luminária	3298,00	5462,00	4058,00	3928,00
	f	superfícies brilhosas em qualquer ponto do ambiente.	82,30	112,00	85,38	121,20
11	a	área central da tarefa na tela do computador	107,00	77,80	76,40	70,34
	b	área de tarefa na superfície da bancada	60,10	69,80	69,54	85,40
	c	fundo da área de trabalho	19,84	40,66	16,74	27,86
	d	pontos na área visual da janela	1688,00	3112,00	2743,40	3468,80
	e	pontos na área visual da luminária	5223,00	5900,00	4548,20	2339,20
	f	superfícies brilhosas em qualquer ponto do ambiente.	451,70	787,60	757,80	786,40

Os dados da tabela 30 demonstram que o EA 02 também apresenta janelas e luminárias com luminâncias excessivas, podendo acarretar ofuscamento desconfortável aos usuários em praticamente todas as condições de céu observadas. Apenas na condição de ICE, algumas janelas mantêm a luminância dentro do limite recomendado. Já as luminâncias das superfícies das áreas de tarefa não chegam a causar ofuscamento, em qualquer uma das condições de céu.

4.1.5.2.3 Análise conjunta sobre o ofuscamento nos espaços EA 01 e EA 02

A partir da análise conjunta dos dados de luminâncias obtidos nas duas salas do estudo, verifica-se situação bastante semelhante nos dois espaços, onde as janelas e luminárias mostram-se como principais fontes potenciais de ofuscamento, com valores de luminância que ultrapassam o limite recomendado de 850cd/m² e as demais superfícies que compõe o campo visual de realização das tarefas, como a área central do computador, a superfície da bancada e o fundo da área de trabalho não apresentam luminâncias excessivas a ponto de causar ofuscamento. Observa-se que a semelhança de resultados obtidos nas duas salas se dá em função da

similaridade dos materiais e acabamentos das superfícies que compõem os dois espaços.

4.2 Comportamento e percepção do usuário

4.2.1 Comportamento do Usuário

A primeira observação sistemática foi realizada no dia 1º/07/2014. O céu apresentou-se encoberto durante todo o período, encaixando-se dentro dos parâmetros ICE de levantamento, conforme determinado no item 3.5.1. O levantamento nas condições de inverno com céu claro (ICC) ocorreu no dia 14/07/2014. Os levantamentos de verão ocorreram nos dias 10/12/2014 para as condições de verão com céu encoberto (VCE) e 18/12/2014 para as condições de verão com céu claro (VCC).

A seguir serão apresentados os resultados das observações para cada um dos espaços administrativos, ilustrados através de fotomontagem quadro a quadro, com seleção de imagens no intervalo de 2 em 2 horas, equivalente aos horários em que ocorreram as medições lumínicas, e sistematizados através da tabulação e quantificação dos dados de comportamento, conforme as categorias de análise definidas em 3.4.1

4.2.1.1 Análise do comportamento do Usuário no EA 01

A figura 43 e a figura 44 apresentam a montagem quadro a quadro das imagens do espaço administrativo 01(EA 01) nas condições de inverno com céu encoberto (ICE) e inverno com céu claro (ICC), respectivamente.



08:00h



10:00h



12:00h



14:00h



16:00h



18:00h

Figura 43 - Fotografia sequencial, intervalo de 2 horas, nas condições de inverno com céu encoberto (ICE) no EA 01.



08:00h



10:00h



12:00h



14:00h



16:00h



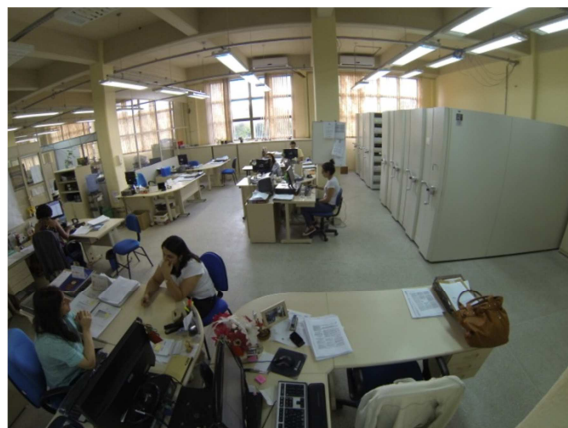
18:00h

Figura 44 - Fotografia sequencial, intervalo de 2 horas, nas condições de inverno com céu claro (ICC) no EA 01.

A figura 45 e a figura 46 apresentam a montagem quadro a quadro das imagens, do espaço administrativo 01 (EA 01) nas condições de verão com céu encoberto (VCE) e verão com céu claro (VCC), respectivamente.



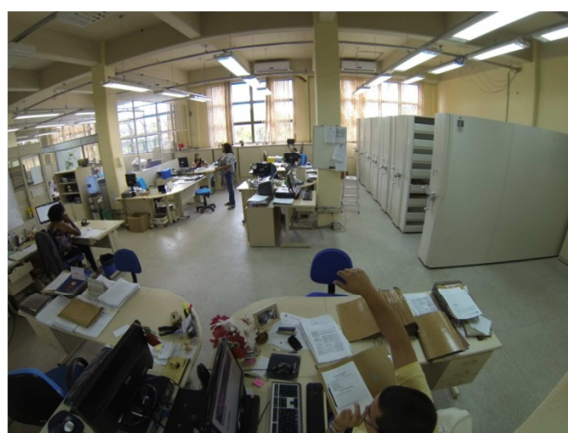
08:00h



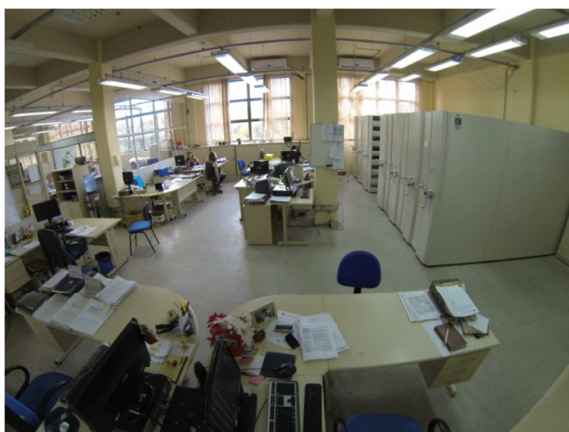
10:00h



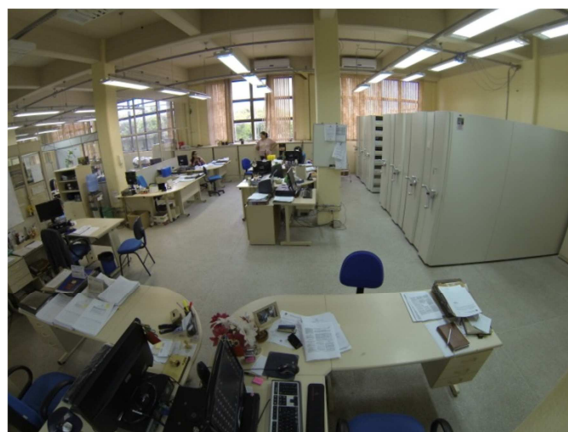
12:00h



14:00h



16:00h



18:00h

Figura 45 - Fotografia sequencial, intervalo de 2 horas, nas condições de verão com céu encoberto (VCE) no EA 01.



08:00h



10:00h



12:00h



14:00h



16:00h



18:00h

Figura 46 - Fotografia sequencial, intervalo de 2 horas, nas condições de verão com céu claro (VCC) no EA 01.

Através das imagens é possível observar as diferenças de luminosidade no ambiente ao longo do dia, o padrão de utilização das persianas e ainda o sistema de iluminação artificial com funcionamento ao longo do expediente de trabalho.

A tabela 31 apresenta a síntese dos comportamentos identificados ao longo de todo o período de observação, quanto à utilização das persianas no sentido de permitir ou bloquear a passagem da luz natural.

Tabela 31 - Comportamentos observados quanto à utilização das persianas no EA 01.

COMPORTAMENTO OBSERVADO	HORÁRIO	EA 01							
		ICE		ICC		VCE		VCC	
	janelas	J1	J2	J1	J2	J1	J2	J1	J2
UTILIZAÇÃO DAS PERSIANAS	08:00h	TA	TA	PR	TA	PR	TF	TF	TF
	10:00h	TA	TA	PR	TA	PR	TF	TF	TF
	12:00h	TA	TA	PR	TA	PR	TF	TF	TF
	14:00h	TA	TA	PR	TA	PR	TF	TF	TF
	16:00h	TA	TA	PR	TA	PR	TF	TF	TF
	18:00h	TA	TA	PR	TA	PR	TF	TF	TF

TF = totalmente fechada / TA = totalmente aberta / PR = parcialmente recolhida/
LR = lâminas rotacionadas

Observa-se que na condição de inverno com céu encoberto (ICE) as janelas 1 e 2 permanecem totalmente abertas durante todo o período. Na condição de inverno com céu claro (ICC) a janela 1 permanece parcialmente recolhida e a janela 2 totalmente aberta ao longo de todo o período de trabalho.

A análise demonstra que não há ação do usuário no sentido de manipular as persianas ao longo de todo o expediente de trabalho em qualquer uma das condições de céu no período do inverno, no entanto observa-se que na condição de céu encoberto as persianas apresentam-se mais abertas.

Na condição de verão com céu claro (VCC) observa-se que as janelas 1 e 2 permanecem totalmente fechadas ao longo de todo período. Na condição de verão com céu encoberto observa-se que a janela 1 permanece parcialmente recolhida e a janela 2 totalmente fechada ao longo de todo o período.

Percebe-se que, no decorrer do expediente de trabalho, não ocorre interação do usuário com as persianas nos dias observados, ou seja, as persianas permanecem na mesma posição do início ao fim do expediente. Porém comparando-se o funcionamento nos diferentes tipos de céu, percebe-se que na condição de céu encoberto as janelas encontram-se mais abertas, permitindo maior vão de passagem de luz, que na condição de céu claro. Observa-se ainda que as janelas estão orientadas à leste, e conforme registrado nas imagens, a radiação solar incidente

nessas janelas diminui significativamente em torno das 12:00h, trazendo uma luminosidade mais difusa e desejável ao ambiente no período da tarde, o que poderia acarretar em maior abertura das persianas, porém isto não ocorre.

Com relação ao acionamento da iluminação artificial, a tabela 32 apresenta a síntese do funcionamento do sistema de iluminação ao longo dos turnos de trabalho, e figura 47 apresenta a divisão dos circuitos de controle das luminárias existente no EA 01.

Tabela 32 - Observação quanto ao acionamento do sistema de iluminação artificial no EA 01.

COMPORTAMENTOS OBSERVADOS	HORÁRIO	EA 01											
		ICE			ICC			VCE			VCC		
ACIONAMENTO ILUMINAÇÃO ARTIFICIAL	circuitos	C1	C2	C3	C1	C2	C3	C1	C2	C3	C1	C2	C3
	08:00h	D	L	L	D	L	L	D	L	L	L	L	L
	10:00h	L	L	L	D	L	L	D	L	L	L	L	L
	12:00h	L	L	L	D	L	L	D	L	L	L	L	L
	14:00h	L	L	L	L	L	L	D	L	L	L	L	L
	16:00h	L	L	L	L	L	L	D	L	L	L	L	L
	18:00h	L	L	L	L	L	L	D	L	L	D	L	L

L = lâmpadas ligadas / D = lâmpadas desligadas

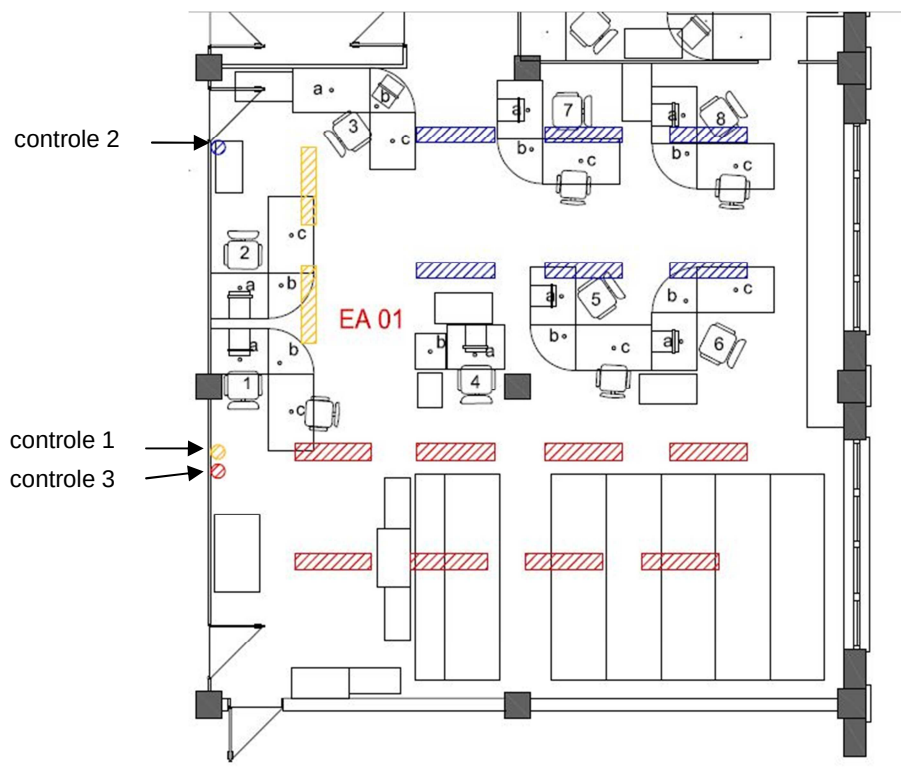


Figura 47 - Planta EA 01 com divisão dos circuitos de controle de acionamento das luminárias.

Observa-se que o ambiente possui 3 circuitos de controle, sendo que o único que apresenta alterações no acionamento durante o expediente é o circuito 1. O mesmo permanece desligado na condição de inverno com céu claro (ICC) durante toda a manhã e até as 10:00h na condição de inverno com céu encoberto (ICE).

No verão, na condição de céu claro, o circuito 1 é desligado ao final da tarde (18:00h) e na condição de céu encoberto permanece desligado durante todo o período. Chama a atenção o fato do circuito 1 estar posicionado na fileira mais distante das janelas e incluir apenas 2 luminárias. O fato de estar mais distante das janelas (distância > 5m) e desligado contrasta com os demais circuitos com luminárias mais próximas às janelas e que permanecem ligadas durante todo o tempo. Porém, o fato de incluir apenas 2 luminárias, pode indicar que a divisão dos circuitos em pequenos grupos de luminárias propicia um controle mais individualizado em grandes ambientes, favorecendo o controle por parte do usuário que se sente mais a vontade para ligar ou desligar a iluminação. Essa afirmação pode ser respaldada pelos resultados obtidos por Galasiu et al. (2009) que identificaram que o controle de iluminação individual está associado com satisfação e benefícios de economia de energia, sendo que a preferência de níveis de iluminação no plano de trabalho pode variar varia muito entre os indivíduos e até para uma única pessoa ao longo do dia.

Uma análise mais criteriosa, envolvendo o número total de imagens geradas pela fotografia sequencial em cada período de observação permitiu identificar ajustes pessoais realizados por cada usuário em relação à posição da tela do computador.

A Tabela 33 apresenta a síntese dos comportamentos observados.

Tabela 33 - Comportamentos observados quanto à relação usuário computador no EA 01.

COMPORTAMENTO OBSERVADO	EA 01							
	POSTO DE TRABALHO	ICE		ICC		VCE		VCC
RELAÇÃO USUÁRIO X COMPUTADOR	P1			GT	17:00	GT	11:30 12:15	
	P2	GT	11:00 13:00	AT	18:00	GT	11:00	AT 08:30
	P3	GT	10:30	GT	16:00			
	P4			GT	14:00			
	P5							GT 12:00
	P6							
	P7							GT 08:30
	P8			AT	10:00			

AT = Aproximação/afastamento da tela / GT = giro da tela

Os comportamentos observados foram analisados conjuntamente com os dados de iluminância (4.1.1) e luminância (4.1.5) do ambiente, buscando-se identificar possíveis interligações entre as variáveis lumínicas e as atitudes dos usuários. Foram considerados ainda os seguintes parâmetros para análise: turno, distância da bancada em relação às aberturas e posição da tela em relação à janela (frontal, posterior, perpendicular, ou oblíqua). A Tabela 34 apresenta o cruzamento dos dados.

Tabela 34 - Relação entre os ajustes na posição do monitor e as variáveis analisadas no EA 01.

EA 01													
	turno		distância janela			janela x monitor				contraste excessivo		valores de iuminância	TOTAL %
	manhã	tarde	< 3m	3 a 5,5m	> 5,5m	perp.	frontal	posterior	oblíqua	tela x fundo	tela x bancada		
ICE	2	1			3	2			1				21,4%
ICC	1	4	1		4	3	1		1			1	35,7%
VCE	3				3	3							21,4%
VCC	3			2	1	1	2						21,4%
TOTAL	9	5	1	2	11	9	3	0	2	0	0	1	100,0%
%	64,3%	35,7%	7,1%	14,3%	78,6%	64,3%	21,4%	0,0%	14,3%	0,0%	0,0%	7,1%	

Verifica-se que, na condição de ICE são realizados 21,4% dos ajustes, que ocorrem nas bancadas (P2 e P3) mais distantes das janelas (distância > 5,50m), com tela perpendicular ou oblíqua à abertura, e sem a presença de contrastes excessivos, o que sugere não haver relação dos ajustes com a iluminação natural.

Na condição de ICC, a maior parte (35,7%) dos usuários fazem ajustes na posição da tela do computador, sendo que as posições P1, P2, P3 e P4, localizadas mais distantes das janelas (distância > 5,5m) realizam as alterações no período da tarde, em horários de baixíssima iluminância proveniente da luz natural. Já a posição

P8, com o monitor posicionado de frente para a janela e em distância inferior a 3,00m, realiza o ajuste no período da manhã, no horário em que ocorrem os maiores valores de iluminância decorrentes da luz natural (acima de 1000 lux).

Na condição de VCE são realizados 21,4% dos ajustes, todos no período da manhã, nas bancadas P1 e P2, mais distantes das janelas (> 5,5m), e com monitores posicionados perpendicularmente a essas, observando-se, mais uma vez a não ligação com a iluminação natural.

Na condição VCC os usuários das bancadas P2, P5 e P7 (21,4%), situadas em distância superior à 3m das janelas, e com monitores nas posições frontal e perpendicular, realizam ajustes no início e no final da manhã, não sendo possível identificar interligação com nenhuma das variáveis analisadas.

De um modo geral, percebe-se que no inverno há um maior número de ajustes no turno da tarde, enquanto no verão os ajustes são realizados exclusivamente no turno da manhã. No total, a grande maioria dos ajustes (78,6%) ocorre em bancadas mais distantes (>5,5m) e em monitores posicionados perpendicularmente (64,3%) às janelas, ao contrário do esperado. Em apenas 21,4% dos casos as telas estavam posicionadas frontalmente à janela, e em outros 14,3% os monitores estavam posicionados de forma oblíqua à janela. Esta análise reforça a ideia de que, se os ajustes ocorrem por desconforto, os mesmos não tem como causa a luz natural.

Destaca-se que em nenhuma das bancadas em que foram realizados ajustes, foi verificado contraste excessivo entre a tela e o fundo, ou entre a tela e a bancada.

Observa-se ainda, que o usuário P2 realiza alterações em todas as condições observadas, o que pode demonstrar ser um hábito pessoal do usuário, tendo em vista não serem identificadas variáveis comuns para as diferentes condições de céu nos momentos em que ocorrem os ajustes.

4.2.1.2 Análise do comportamento do Usuário no EA 02

A figura 48 e a figura 49 apresentam a montagem quadro a quadro das imagens, do espaço administrativo 02 (EA 02) nas condições de inverno com céu encoberto (ICE) e inverno com céu claro (ICC), respectivamente.



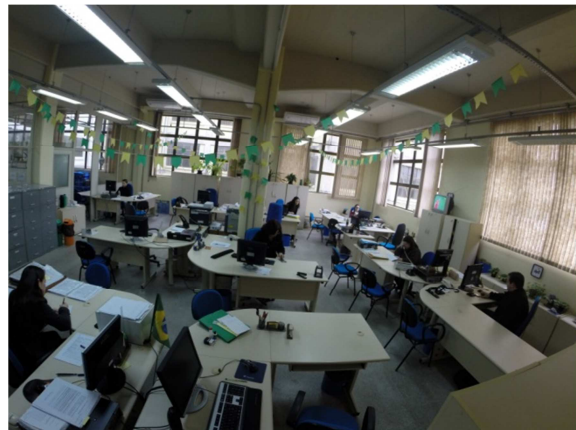
08:00h



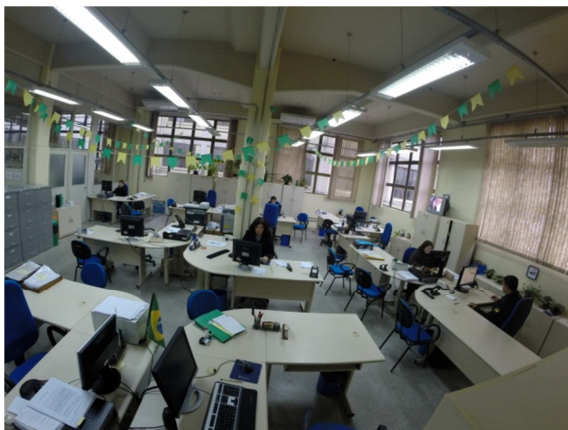
10:00h



12:00h



14:00h



16:00h



18:00h

Figura 48 - Fotografia sequencial, intervalo de 2 horas, nas condições de inverno com céu encoberto (ICE) no EA 02.



08:00h



10:00h



12:00h



14:00h



16:00h



17:33h*

Figura 49 - Fotografia sequencial, intervalo de 2 horas, nas condições de inverno com céu claro (ICC) no EA 02. * último registro da câmera que por falha na alimentação de energia parou de funcionar.

A figura 50 e a figura 51 apresentam as imagens do espaço administrativo 02 (EA 02) nas condições de verão com céu encoberto (VCE) e verão com céu claro (VCC), respectivamente.



08:00h



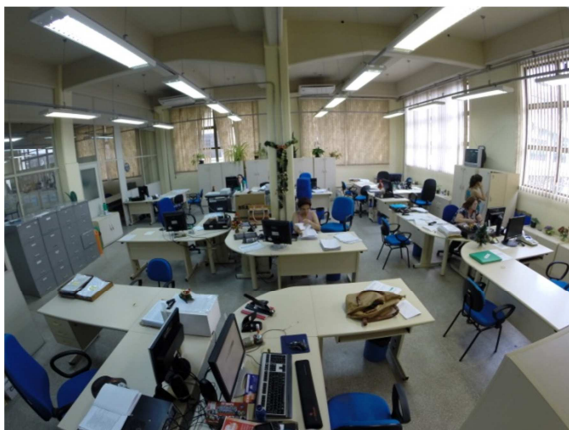
10:00h



12:00h



14:00h

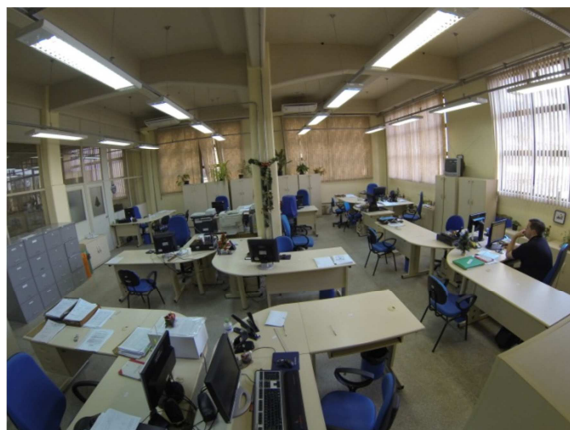


16:00h

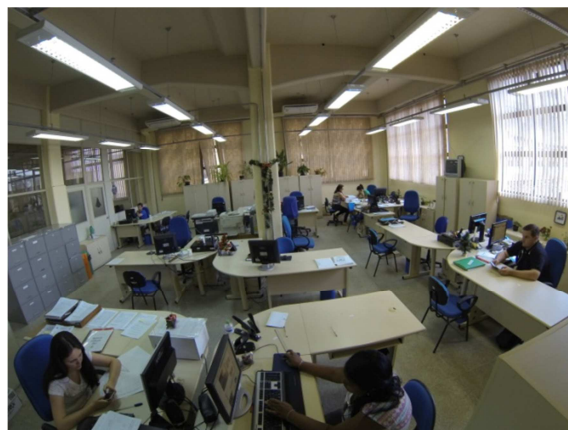


18:00h

Figura 50 - Fotografia sequencial, intervalo de 2 horas, nas condições de verão com céu encoberto (VCE) no EA 02.



08:00h



10:00h



12:00h



14:00h



16:00h



18:00h

Figura 51 - Fotografia sequencial, intervalo de 2 horas, nas condições de verão com céu claro (VCC) no EA 02.

A tabela 35 apresenta a síntese dos comportamentos identificados ao longo de todo o período de observação no EA 02, no que tange à utilização do sistema de persianas.

Tabela 35 - Comportamentos observados quanto à utilização das persianas no EA 02.

COMPORTAMENTOS OBSERVADOS	HORÁRIO	EA 02															
		ICE				ICC				VCE				VCC			
	janelas	J1	J2	J3	J4	J1	J2	J3	J4	J1	J2	J3	J4	J1	J2	J3	J4
PERSIANAS	08:00	TA	PR	PR	LR	TA	PR	TF	TF	TF	TF	LR	LR	TF	TF	LR	LR
	10:00	TA	PR	PR	LR	TA	PR	TF	TF	TF	TF	LR	LR	TF	TF	LR	LR
	12:00	TA	PR	PR	TF	TA	PR	TF	TF	TF	TF	LR	LR	TF	TF	LR	LR
	14:00	TA	PR	PR	LR	TA	PR	TF	TF	TF	TF	LR	LR	TF	TF	LR	LR
	16:00	TA	PR	PR	LR	TA	PR	LR	TF	TF	TF	LR	LR	TF	TF	LR	LR
	18:00	TA	PR	PR	LR	TA	PR	TF	TF	TF	TF	LR	LR	TF	TF	LR	LR

TF = totalmente fechada / TA = totalmente aberta / PR = parcialmente recolhida / LR = lâminas rotacionadas

No período de inverno observa-se mínima interação dos usuários com o posicionamento das cortinas no decorrer do turno de trabalho, sendo que as janelas 1 e 2 permanecem inalteradas tanto na condição de céu encoberto como céu claro. Atribui-se tal condição ao fato dessas janelas estarem voltadas à oeste, e, no período de inverno, devido à altura solar, sofrerem obstrução do prédio vizinho, e, desta forma, não receberem muita radiação solar. Nas janelas 3 e 4 percebe-se que, na condição de céu encoberto há um posicionamento das persianas no sentido de trazer mais claridade para o ambiente, ou seja, a área de abertura que permite a passagem de luz natural é maior que na condição de céu claro, quando as persianas permanecem totalmente fechadas. Tais janelas estão orientadas a norte e recebem maior quantidade de radiação solar direta no período do inverno.

No verão as persianas apresentam a mesma posição, tanto na condição de céu claro como na condição de céu encoberto. As janelas 1 e 2 permanecem totalmente fechadas ao longo de todo o período de trabalho e as janelas 3 e 4 apresentam as lâminas rotacionadas. É possível observar pelas imagens que as janelas orientadas à norte, mesmo na condição de céu claro, apresentam uma luminosidade mais regular e bem vinda ao ambiente ao longo do turno de trabalho, enquanto as janelas orientadas à oeste recebem grande quantidade de radiação solar a partir das 14:00h, desejando-se que essas persianas fiquem fechadas. Porém não há qualquer interação do usuário com o posicionamento das persianas ao longo de todo o expediente de trabalho, mesmo que a posição do sol modifique a radiação incidente nas aberturas.

De um modo geral, observa-se que no inverno as janelas voltadas à oeste ficam mais abertas, e as janelas voltadas à norte mais fechadas, enquanto no verão a situação se inverte, com janelas à norte mais abertas e janelas à oeste mais

fechadas. O que mostra que o usuário posiciona as persianas no sentido de barrar a radiação direta, pois conforme pode-se verificar nas imagens e também no levantamento lumínico (4.1.1.2), no inverno há maior incidência de radiação na fachada norte e no verão na fachada oeste. Especialmente devido às características da trajetória solar, a obstrução do prédio vizinho impacta de maneira diferente a fachada oeste, no inverno e no verão.

Com relação ao acionamento da iluminação artificial, a Tabela 36 apresenta a síntese do funcionamento do sistema de iluminação ao longo dos turnos de trabalho, e a Figura 52 apresenta a divisão dos circuitos de controle das luminárias existente no EA 02, onde observa-se que o ambiente apresenta dois circuitos de controle que permanecem ligados durante todo o expediente de trabalho. Não há interação do usuário no sentido de apagar as luzes em nenhum momento ao longo do expediente de trabalho, tanto na condição de céu claro, como céu encoberto, tanto no inverno como no verão.

Tabela 36 - Observação quanto ao acionamento do sistema de iluminação artificial no EA 02.

COMPORTAMENTOS OBSERVADOS	HORÁRIO	EA 02							
		ICC		ICE		VCC		VCE	
	circuito	C1	C2	C1	C2	C1	C2	C1	C2
ILUMINAÇÃO ARTIFICIAL	08:00	L	L	L	L	L	L	L	L
	10:00	L	L	L	L	L	L	L	L
	12:00	L	L	L	L	L	L	L	L
	14:00	L	L	L	L	L	L	L	L
	16:00	L	L	L	L	L	L	L	L
	18:00	L	L	L	L	L	L	L	L

L = lâmpadas ligadas / D = lâmpadas desligadas

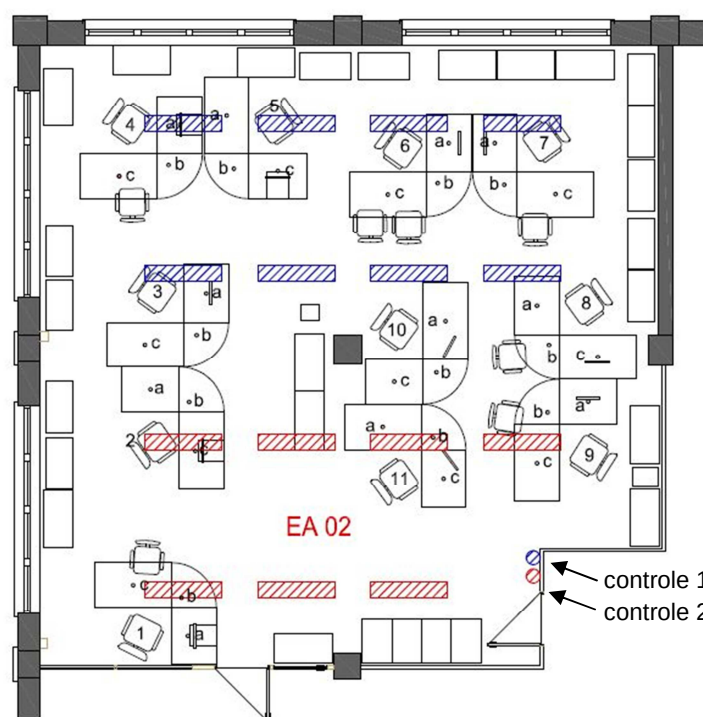


Figura 52 - Planta EA 02 com divisão dos circuitos e controles de acionamento das luminárias.

A tabela 37 apresenta os ajustes pessoais que cada usuário realiza na posição da tela do computador no EA 02, observados através da técnica da fotografia sequencial. A tabela 38 apresenta o resumo dos possíveis cruzamentos entre o comportamento do usuário e as variáveis propostas (iluminância, contraste e ofuscamento, turno, distância da bancada em relação à janela e posição da tela em relação à janela).

Tabela 37 - Comportamentos observados quanto à relação usuário computador no EA 02.

COMPORTAMENTOS OBSERVADOS	EA 02			
	POSTO DE TRABALHO	ICE	ICC	VCE
RELAÇÃO USUÁRIO X COMPUTADOR	P1			
	P2		GT 13:00	
	P3		GT 13:00	
	P4			
	P5			
	P6			
	P7	GT 10:10		
	P8			GT 09:10 16:45
	P9		GT 08:33	GT 08:46
	P10			
	P11		GT 08:50	

AT = Aproximação/afastamento da tela / GT = giro da tela

Tabela 38 - Relação entre os ajustes na posição do monitor e as variáveis analisadas no EA 02.

EA 02													
	turno		distância janela			janela x monitor				contraste		valores de iluminância	TOTAL
	manhã	tarde	< 3m	3 a 5,5m	> 5,5m	perp.	frontal	posterior	oblíqua	tela x fundo	tela x bancada		%
ICE	1		1			1				1	1		12,5%
ICC	2	2	2		2		2	1	1			1	50,0%
VCE	2	1		2	1		2	1					37,5%
VCC													0,0%
TOTAL	5	3	3	2	3	1	4	2	1	1	1	1	100,0%
%	62,5%	37,5%	37,5%	25,0%	37,5%	12,5%	50,0%	25,0%	12,5%	12,5%	12,5%	12,5%	

Observa-se que na condição de ICE apenas o usuário P7, posicionado a perpendicularmente e junto à janela norte, altera a posição do monitor, sendo que para esta posição foi verificado a ocorrência de contrastes excessivos entre a tela e o fundo de trabalho, e a tela e a bancada, conforme valores de luminância apresentados em 4.1.5.1.2.

Na condição de inverno com céu claro (ICC) ocorre o maior número de modificações (50%) que são realizadas no início da manhã e no começo da tarde. As bancadas onde ocorrem os ajustes no início da manhã são as mais afastadas das janelas (distância > 5,5m), já as bancadas em que se realizam os ajustes no início da tarde estão localizadas próximas às janelas da fachada oeste (distância < 3m), o que pode estar relacionado com os valores de iluminância neste horário.

Já no período de verão percebe-se alterações nas posições dos monitores apenas na condição de céu encoberto (37,5%), sendo 2 alterações na bancada 8, uma no início da manhã e outra no final da tarde, e 1 ajuste na bancada 9 no início da manhã. Todos ocorrem em bancadas distantes mais de 3 metros das janelas e em horários com baixos valores de iluminância natural, de modo que não se aponte a luz natural como causa. Também não se verifica a ocorrência de contrastes excessivos em nenhuma das situações.

De um modo geral, observa-se que no EA 01, a maioria dos ajustes (50%) ocorrem em monitores posicionados frontalmente às janelas, e, situados a menos de 5,5m (62,5%) de distância das aberturas. Isso permite considerar que a iluminação natural, aliada a posição da tela e a proximidade da janela, pode estar acarretando algum desconforto visual que faz com que o usuário realize os ajustes.

4.2.1.3 Análise conjunta sobre o comportamento do usuário nos espaços EA 01 e EA 02

A análise conjunta dos dados de observação do comportamento nos dois espaços demonstra que, em ambos, há poucas atitudes dos usuários no sentido de interagir com os elementos de controle da luz e buscar redução da possível ocorrência de desconforto visual na própria bancada de trabalho.

Com relação às persianas, constata-se que o posicionamento é mais aberto no inverno do que no verão, demonstrando que nesta estação a luz é mais bem vinda ao interior dos espaços. Não se verifica relação entre o acionamento da luz artificial e a maior ou menor disponibilidade de luz natural no interior dos espaços, pelo posicionamento das persianas, tendo em vista que quase todas as lâmpadas permanecem ligadas ao longo de todo o expediente de trabalho. A única exceção em que as lâmpadas são apagadas é o circuito 1 no EA 01, com apenas 2 luminárias, localizado na fileira mais distante das janelas, e com acionamento próximo às bancadas que ilumina, o que pode indicar que um sistema de iluminação artificial mais individualizado favorece a interação e controle por parte dos usuários.

Com relação aos ajustes pessoais realizados pelos usuário na posição do monitor em que trabalham, verifica-se que ocorrem predominantemente no inverno e no turno da manhã. Porém não é possível generalizar as causas dos ajustes entre as variáveis analisadas, tendo em vista a diversidade de situações encontradas nos ambientes. O que demonstra que este parâmetro é carregado de particularidades, que refletem as preferências individuais dos usuários com relação à posição de uso do equipamento frente às características lumínicas do ambiente.

4.2.2 Percepção do Usuário

A análise da percepção do usuário utilizou como base as entrevistas realizadas, de forma semi-estruturada, com perguntas abertas e fechadas que possibilitaram ao entrevistado fazer comentários diversificados que foram úteis para o entendimento das respostas e serviram para respaldar as questões levantadas neste trabalho. Os dados das entrevistas foram agrupados em blocos de acordo com as variáveis de análise de interesse da pesquisa, e, articulando-se conjuntamente

com as observações de comportamento, mais os dados lumínicos coletados em cada um dos espaços, propiciaram uma maior aproximação e conhecimento sobre a realidade estudada. Ressalta-se que os trechos das entrevistas transcritos no corpo do trabalho, não receberam qualquer identificação, com o objetivo de preservar a identidade dos usuários.

4.2.2.1 Percepção do usuário no EA 01.

4.2.2.1.1 Perfil dos usuários do EA 01

O EA 01 possui servidores em diversas faixas etárias, porém caracteriza-se pelo predomínio de adultos jovens, na faixa etária entre 20 e 29 anos (37,5%), 100% destros, sendo a grande maioria do sexo feminino (87,5% mulheres e 12,5% homens), conforme ilustra a figura 53 - perfil dos usuários do espaço administrativo 01 - ea 01.

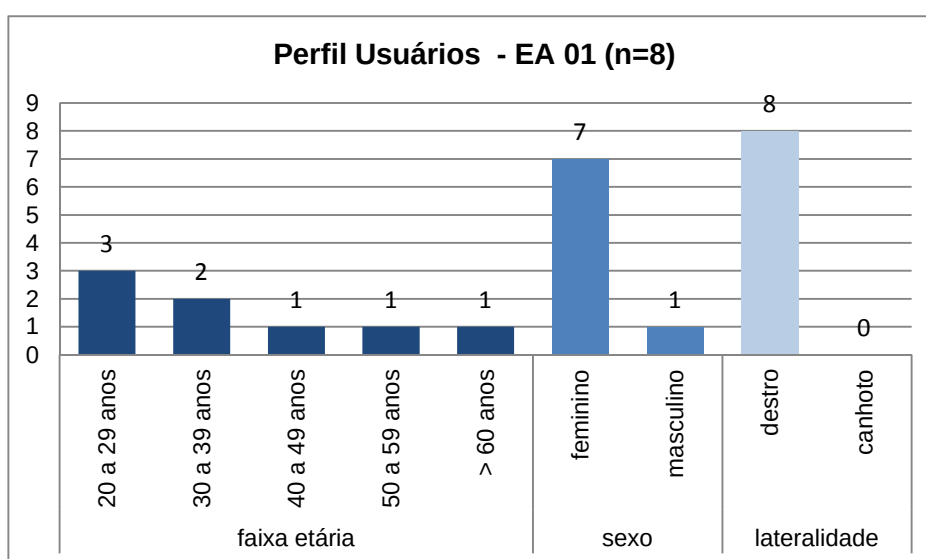


Figura 53 - Perfil dos usuários do espaço administrativo 01 - EA 01.

O horário de trabalho ocorre nos turnos manhã e tarde, compreendendo o expediente das 08:00h às 19:00h, ocorrendo variações nos horários e turnos, de usuário para usuário, ao longo da semana. Com relação às atividades desenvolvidas, os usuários relatam passar a maior parte do tempo realizando tarefas na tela do computador (62,5% dedica de 4 a 6 horas diárias nesta atividade) ou com

leituras e escritas de papéis impressos na bancada de trabalho (25% dedica de 4 a 6 horas diárias nesta atividade), conforme ilustra a figura 54.

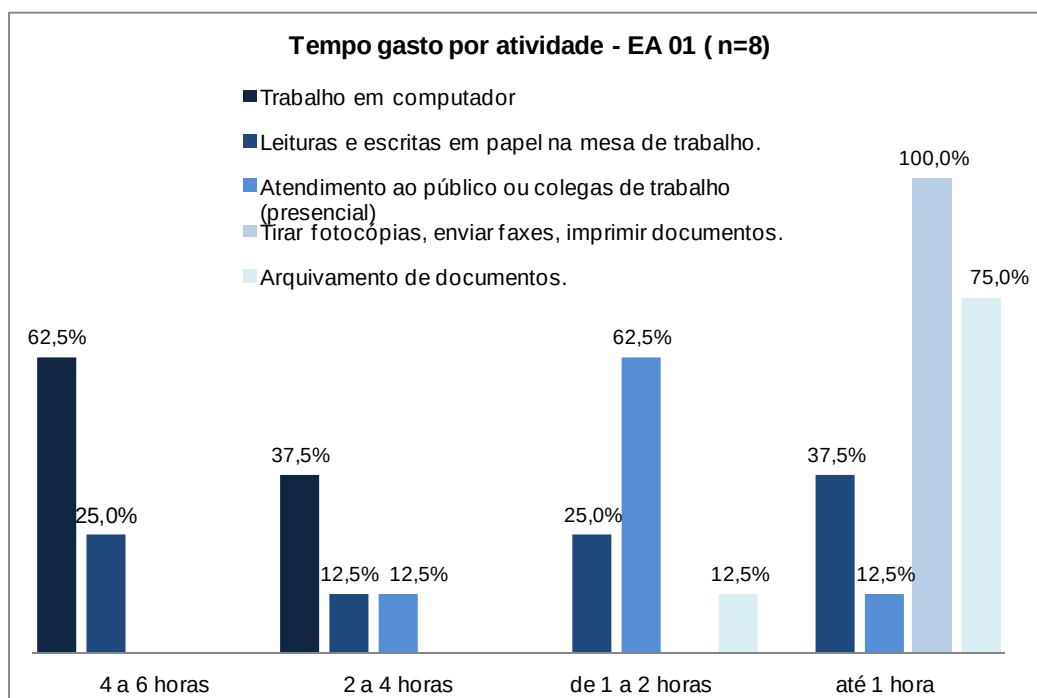


Figura 54 - Gráfico de faixa de tempo gasto com cada tipo de atividade realizada.

4.2.2.1.2 Percepção quanto aos níveis de iluminação no EA 01.

Quando questionados a respeito das características lumínicas do ambiente de trabalho, metade (50%) dos usuários do espaço administrativo 1 demonstraram que considera o ambiente claro e a outra metade (50%) considera o ambiente como nem claro nem escuro (figura 55). Já para a realização das tarefas, metade dos usuários considera insuficiente a iluminação disponível para trabalhar na computador e para arquivar documentos. Destaca-se que o trabalho no computador é a tarefa que demanda maior carga horária de trabalho diária (de 4 a 6 horas em 62,5% dos casos). Para a realização das demais tarefas a iluminação é considerada suficiente pela quase totalidade dos usuários (figura 56).

A análise buscou verificar, também, se o modo como o usuário percebe os níveis de iluminação no ambiente de trabalho varia em função da localização da bancada de trabalho e da posição da tela do computador. Porém, a percepção subjetiva dos usuários é dispersa nas diferentes variáveis de análise, de forma que não é possível estabelecer um padrão, ou seja, não é possível dizer que a

localização da bancada ou a posição da tela do computador determinam o modo como o usuário avalia a iluminação do espaço.

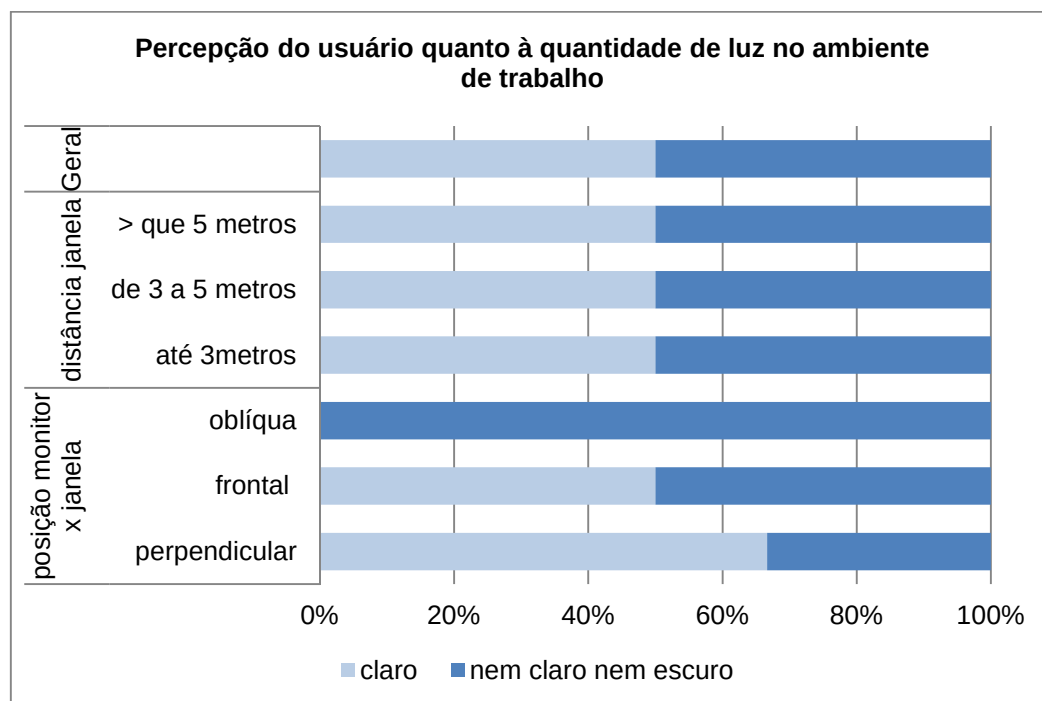


Figura 55 - Gráfico de Percepção do usuário do EA 01 com relação à quantidade de luz no ambiente.

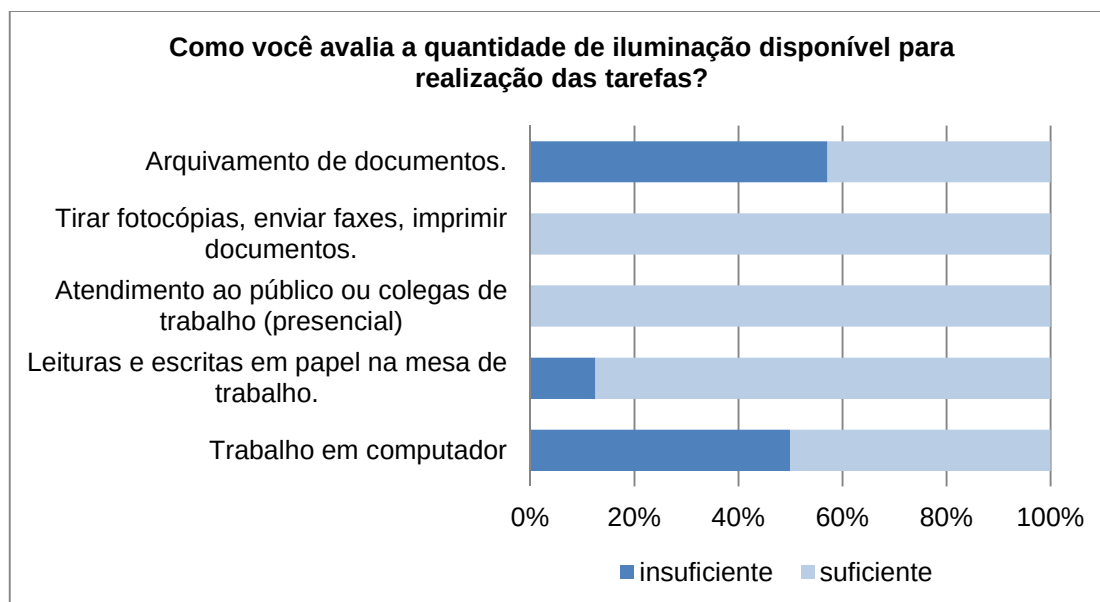


Figura 56 - Gráfico de Percepção do usuário do EA 01 com relação à quantidade de luz para realização das tarefas.

Os dados demonstram que os usuários do EA 01 apresentam diferenças no modo que percebem a iluminação do ambiente, e também nas suas preferências pessoais no que tange às condições lumínicas do ambiente, uma vez que os dados

de iluminância coletados indicam que o nível mínimo de iluminância de 500lux não é atendido plenamente no EA 01 (4.1.1.1), porém um número significativo de usuários considera suficiente o nível de iluminação da sala. A análise realizada ocorre no mesmo sentido dos estudos realizados por Galasiu et al (2009) e Boyce et al. (2006), que demonstram que os usuários de espaços de escritórios apresentam preferências individuais distintas quanto aos níveis de iluminância, diferentes até mesmo dos valores recomendados pelas normas.

A tabela 39 apresenta excertos das entrevistas que explicitam os diversos modos como os usuários percebem a iluminação no EA 01.

Tabela 39 - Trechos das entrevistas que apresentam a percepção dos usuário do EA 01 quanto à iluminação do ambiente.

EA 01	Excertos das entrevistas
Sobre a iluminação do ambiente...	"a iluminação eu acho pouca, porque, por exemplo, acima da minha cabeça já não tem luz. Se eu não ligar a luz que fica aqui ao lado da minha colega, eu fico no escuro"
	"pra mim é muito bom, até porque tem uma lâmpada bem aqui em cima da minha mesa"
	"nem claro nem escuro, porque depende das janelas e da iluminação artificial que compensa"
	"acho claro, talvez pelas janelas "
	"eu acho que é bem claro aqui, tem bastante abertura, pra mim a iluminação é suficiente"
	"eu gosto de claridade, e aqui, por exemplo, essa iluminação (das lâmpadas) não deixa tão claro. Eu prefiro com a janela aberta, só que aí dá o sol e a gente tem que deixar a janela fechada. Só com a iluminação das lâmpadas fica a desejar."

Com relação às cores do ambiente, os usuários demonstram que este é um fator que interfere na sensação de claro/escuro, conforme dados apresentados na Figura 57 e relatos durante as entrevistas, descritos na tabela 40.

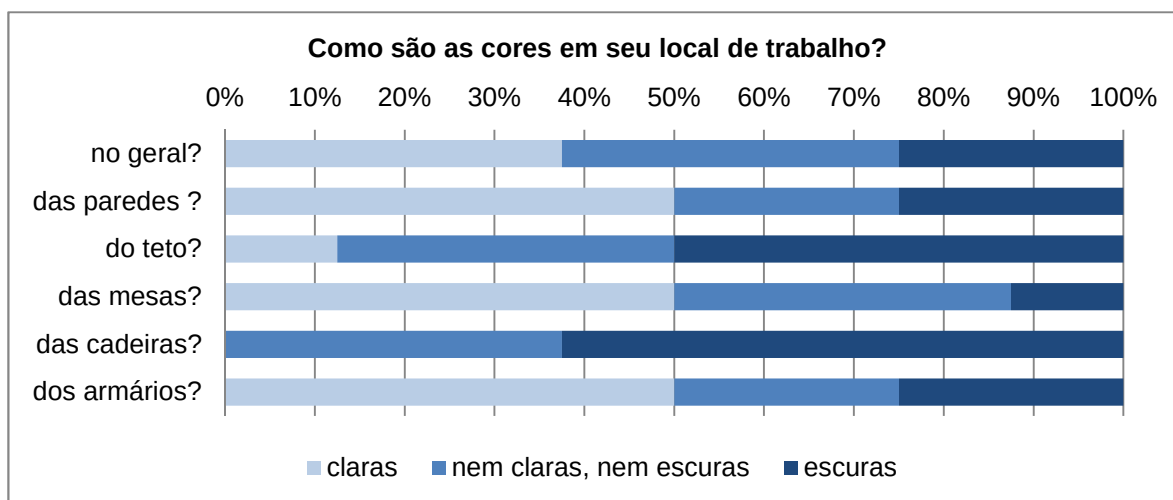


Figura 57 - Percepção das cores do ambiente EA 01.

Tabela 40 - Trechos das entrevistas acerca da percepção dos usuário quanto às cores do ambiente no EA 01.

EA 01	Excertos das entrevistas
Sobre as cores...	"...é um ambiente neutro, muito neutro. É cansativo, porque é tudo a mesma coisa, tu olha pra tudo quanto é lado e é tudo bege."
	"...eu não gosto da cor que tem...considero nem claro nem escuro. Não acredito que o bege seja a melhor cor."
	"...eu acho que o branco para ambientes é melhor, fica mais claro, mais visível. Essa cor assim meio bege, com as mesas, quase tudo da mesma cor, dá uma escurecida, fica tudo monótono."
	"...eu acho meio apagadinho assim com essa cor casca de ovo. Eu acho que o branco dá mais vida ao ambiente."

A análise dos dados da figura 57, juntamente com as falas descritas na tabela 40 corroboram para a sensação de neutralidade, do nem claro nem escuro, do ambiente. De forma geral, 37,5% dos usuários consideram as cores do ambiente nem claras nem escuras, o mesmo percentual que avalia as cores do ambiente como claras, e 25% avaliam como escuras. As paredes, as mesas e os armários são consideradas claros por 50% dos usuários, enquanto o teto é considerado escuro pela metade dos usuários, e nem claro nem escuro por 37,5%. A percepção do usuário é coerente com os valores de refletância obtidos em 4.1.4, pois verifica-se que as paredes consideradas claras estão dentro das faixas de refletância recomendadas pelas normas, enquanto o teto considerado escuro está abaixo dos parâmetros normativos, e as mesas consideradas claras estão acima. No mesmo sentido, os valores de refletância, respaldam também a percepção de monotonia e neutralidade das cores por parte dos usuários, pois os percentuais de refletância existentes no ambiente variam em torno de uma pequena margem, entre 30 e 68%, se comparada com as refletâncias recomendadas pela norma que, para as diferentes superfícies, variam de 10% a 90%.

4.2.2.1.3 Percepção quanto ao conforto visual no EA 01.

As questões realizadas com o propósito de verificar a percepção do usuário quanto ao conforto visual no espaço de trabalho demonstraram que, de um modo geral, o ambiente é considerado confortável (50% confortável, 25% indiferente, 25% desconfortável) pela maior parte dos usuários. Porém, quando questionados se percebem a ocorrência de desconforto visual ao longo da jornada de trabalho, 87% dos usuários afirmam que sim, decorrentes de brilhos e reflexos, que ocorrem na

tela do computador (86%) ou conjuntamente na tela e na bancada de trabalho (14%), oriundos da janelas (86%) ou das janelas e superfícies envidraçadas (14%). Os dados estão ilustrados nas figura 58 e figura 59.

Como você avalia o nível de conforto quanto à iluminação?

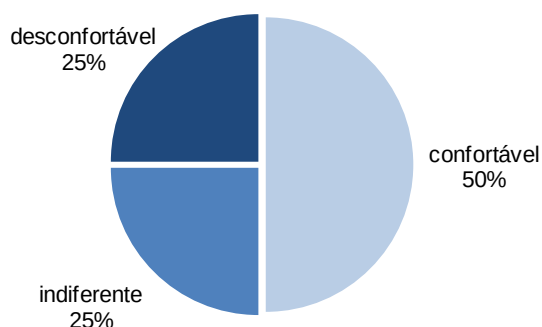
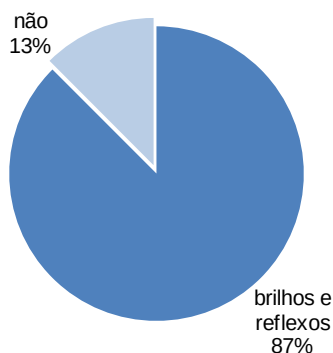
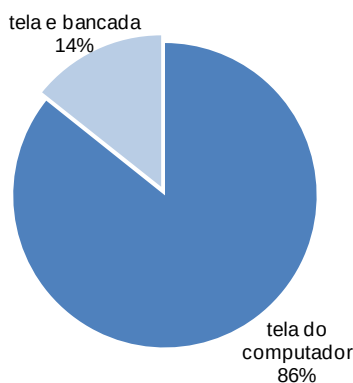


Figura 58 - Gráfico de nível de conforto lumínico no EA 01.

Você percebe algum desconforto no seu campo visual ao desenvolver suas tarefas?



Onde?



Causa?

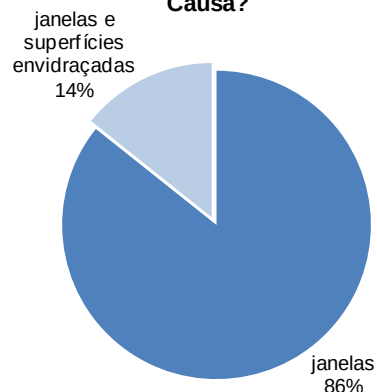


Figura 59 - Gráficos de ocorrência de desconforto visual no EA 01.

Questionando-se os usuários, a respeito da ocorrência de outras situações específicas que poderiam acarretar desconforto visual, obteve-se os dados descritos na Tabela 41, onde, evidencia-se, como causa de desconforto visual, problemas relacionadas à luz natural, tais como a presença de luz solar direta na bancada em 87,5% dos casos, janelas que ofuscam e incomodam visualmente para 50% dos usuários, e a percepção de grandes contrastes por 62,5% dos usuários. Destaca-se que o sistema de iluminação artificial não é percebido como causa de desconforto por quase totalidade dos usuários (87,5%).

Tabela 41 - Verificação da ocorrência de fatores causadores de desconforto visual, no EA 01

No seu espaço de trabalho...	sim		não	
	(n)	(%)	(n)	(%)
...há luz solar direta na bancada de trabalho? Mostre.	7	87,5%	1	12,5%
...há fontes de luz (lâmpadas) que ofuscam / incomodam visualmente? Quais?	1	12,5%	7	87,5%
... há janelas que ofuscam / incomodam visualmente? Quais?	4	50,0%	4	50,0%
...a iluminação pisca/oscila com frequência?	1	12,5%	7	87,5%
...você percebe grandes contrastes entre as janelas e outras superfícies do campo de trabalho?	5	62,5%	3	37,5%

As falas dos usuários, apresentadas na tabela 42, reforçam a análise, demonstrando que a percepção de desconforto visual tem como principal causa a ocorrência de brilhos e reflexos acarretados pela luz natural que incide no interior da sala. Desta forma, os usuários, buscando evitar o desconforto, acabam fechando as persianas, o que conseqüentemente acarreta em redução da contribuição da luz natural na iluminação do ambiente.

Tabela 42 - Trechos das entrevistas acerca da percepção dos usuário do EA 01 quanto ao conforto visual.

EA 01	Excertos das entrevistas
Sobre o conforto visual...	"...realmente é bom, é agradável ter a luz solar, a luz que vem da janela. Só que realmente não dá pra aproveitar justamente por causa dos reflexos. Quando a janela está aberta bate brilho na tela e também dá reflexo nos vidros. Aqui, pra onde a gente olha, a gente se vê, as vezes parece que a gente está se vendo por um espelho, é tudo envidraçado."
	"...tem um certo horário de manhã que bate o sol, então aí a gente tem que fechar as janelas. Meu computador fica aqui virado pra janela, então eu não enxergo nada na tela até um certo horário, depois o sol levanta e aí o ambiente fica com uma luz boa."
	"...para trabalhar no computador tem que fechar as cortinas. Das lâmpadas não tem problema, só da luz da rua que a gente tem que fechar as janelas quando tá na hora do sol, até por causa da posição do computador que está virado pra janela. A tarde já não tem esse problema. "

Quando questionados a respeito da luz natural no interior do ambiente, 87,5% dos usuários manifestam claramente o desejo de um maior aproveitamento da luz natural no interior da sala, porém acabam justificando que por vezes isso não ocorre devido à necessidade de fechamento das persianas para evitar a ocorrência de reflexos na tela dos computadores.

O gráfico da figura 60 resume como os usuários percebem o desconforto nas diferentes épocas do ano, nos diferentes tipos de céu, e ao longo do horário de trabalho.

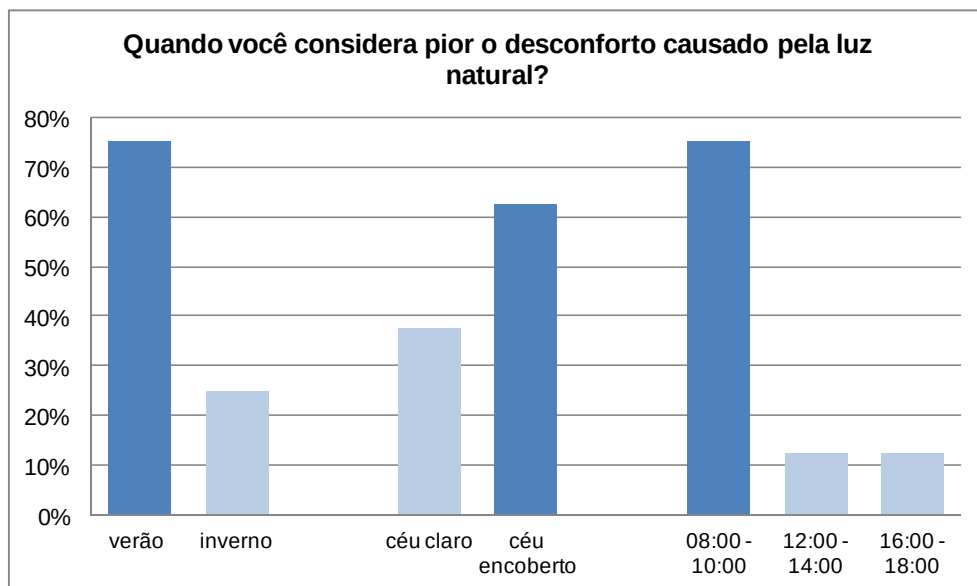


Figura 60 - Percepção do desconforto causado pela luz natural no EA 01.

De um modo geral, os usuários consideram pior o desconforto causado pela luz natural no período do verão (75%). O horário do início da manhã, das 08:00h às 10:00h, também é considerado crítico para o desconforto causado pela luz natural, para 75% dos usuários, o que pode ser justificado pela orientação leste das janelas com incidência da radiação solar neste período. Porém, quando questionados a respeito do tipo de céu que consideram menos confortável, a maioria dos usuários (63%) considera o céu nublado como a pior situação, e justificam que nesta condição de céu, a iluminação no interior da sala não é suficiente.

As informações obtidas demonstram que, apesar dos usuários perceberem maior desconforto ocasionado por brilhos e reflexos decorrentes da luz natural direta no ambiente e o fechamento das persianas amenizar esses efeitos, os usuários sentem maior satisfação pessoal nos dias de céu claro, em detrimento dos dias de céu nublado, em que relatam perceber o ambiente mais escuro e com baixa luminosidade, sem ter como controlar as condições do ambiente. Esta análise é reforçada pelos dados lumínicos encontrados no ambiente, apresentados em 4.1.1.1 e pelos relatos dos usuários apresentados na tabela 43 que evidenciam a importância da contribuição da luz natural para melhores níveis de iluminação no ambiente, bem como a necessidade de uma melhor integração entre os sistemas de

iluminação natural e artificial. Estes resultados vão no mesmo sentido, que os encontrados no estudo de Leite e Fernandes (2013), referenciado na revisão bibliográfica, que mostram que em salas administrativas em Brasília, apesar do alto potencial de aproveitamento da iluminação natural, o mesmo não era utilizado em função do tipo de abertura que propiciava ofuscamento pela iluminação natural.

Tabela 43 - Trechos das entrevistas que apresentam a percepção dos usuário quanto à aspectos da luz natural no ambiente de trabalho do EA 01.

EA 01	Excertos das entrevistas
Sobre a luz natural no ambiente...	"... como é uma sala que tem muitas pessoas, para quem fica perto da janela, o ideal é ficar sempre com as cortinas fechadas, porque estão de costas pra janela, mas pra mim que estou longe, eu gostaria que tivesse a iluminação natural, e não as lâmpadas. Se eu pudesse chegava aqui de manhã e abria todas as janela. Isso pra mim seria o ideal, e não usar a iluminação das lâmpadas. Falta um controle que fique bom pra lá e pra cá também."
	"...é pior quando tá nublado, tem que abrir todas as janelas, a iluminação fica meio lusque-fusque, a luz não fica suficiente."
	"das 8:00h as 10:00h é o pior pra nós, aqui, porque é quando bate o sol...depois já começa girar e o sol já não bate tanto...Até que no inverno é gostoso, no verão é que é brabo. Eu prefiro quando tem o sol, dá alegria pra gente. O céu nublado dá tristeza, eu não gosto. Se eu pudesse, só iria trabalhar com a luz natural."
	"...poderia aproveitar melhor a iluminação da rua. Não sei se teria como fazer de uma maneira sem dar reflexo, porque imagina, a gente tá sempre com as luzes ligadas tendo essa baita janela aí, então, até pra se economizar luz."

A figura 61 apresenta os dados de percepção do usuário quanto ao manuseio das persianas para controle da luz natural e a figura 62 os dados relativos a atitudes tomadas individualmente pelo usuário para a redução do desconforto na sua própria bancada de trabalho.

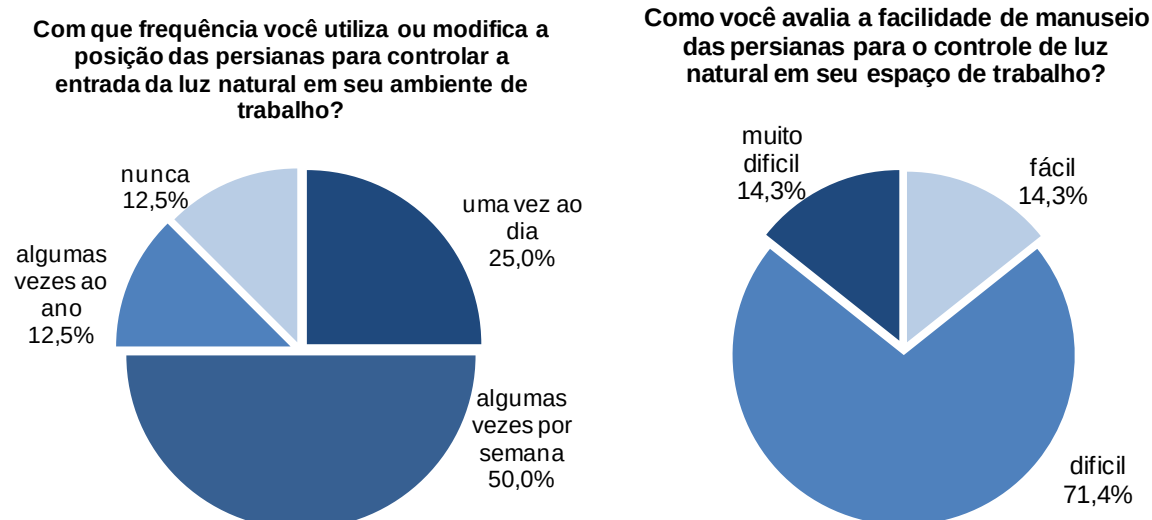


Figura 61 - Frequência e facilidade de manuseio das persianas no EA 01.

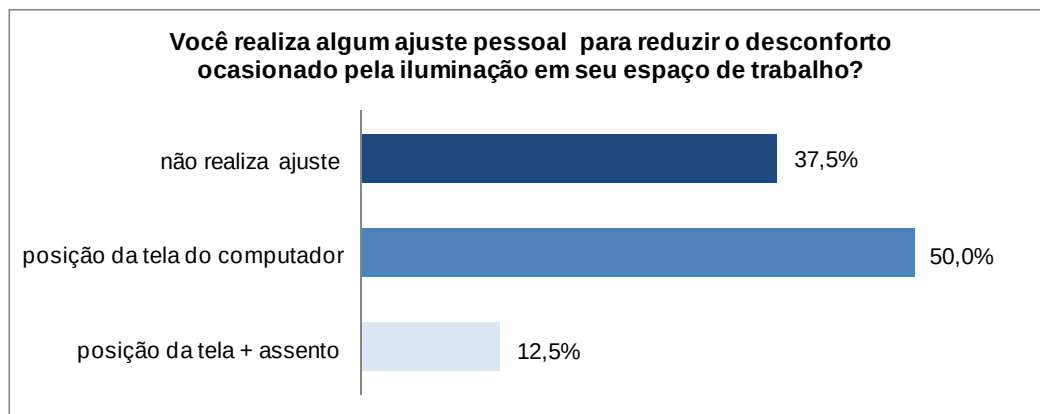


Figura 62 - Ajuste pessoal para a redução do desconforto na própria bancada de trabalho - EA 01.

As respostas dos usuários, às questões relativas ao manuseio das persianas e aos ajustes pessoais realizados para reduzir o desconforto visual, reforçam os dados encontrados na observação do comportamento do usuário (item 4.2.1.1), demonstrando poucas interações dos usuários com o sistema de persianas e com a própria bancada de trabalho (ajustes pessoais). O fato de 50% dos usuários manifestar manusear as persianas apenas algumas vezes por semana, e 25%, 01 (uma) vez ao dia, demonstra que os usuários são conscientes de que pouco interagem com o dispositivo para controlar a iluminação no espaço de trabalho. A informação de que 85,7% dos que manuseiam as persianas consideram seu acionamento difícil ou muito difícil, em especial pela falta de manutenção (justificativa expressa nas falas durante as entrevistas), apresenta-se como um fator que pode estar contribuindo significativamente nesta pouca interação do usuário com as persianas.

As informações relacionadas aos ajustes pessoais para redução do desconforto foram cruzadas com os dados de percepção de desconforto para a realização das tarefas, conforme os dados apresentados na tabela 44.

Tabela 44 - Relação entre percepção de conforto visual e realização de ajustes para redução de desconforto, no EA 01.

			Como você avalia o nível de conforto quanto à iluminação?			Você percebe algum desconforto no seu campo visual ao desenvolver suas tarefas? onde?	
			confortável	indiferente	desconfortável	tela do computador	não ocorre
Você realiza algum ajuste pessoal para reduzir o desconforto ocasionado pela iluminação em seu espaço de trabalho?	na posição da tela do computador e/ou assento	(n)	3	2	0	5	0
		%	27,5%	25,0%	0,0%	62,5%	0,0%
	não realiza ajuste	(n)	1	0	2	2	1
		%	12,5%	0,0%	25%	25,0%	12,5%

O cruzamento das informações revela que os usuários que consideram a iluminação do ambiente desconfortável não realizam qualquer ajuste pessoal que vise reduzir o desconforto, enquanto, dos usuários que consideram o ambiente confortável, 75% realiza algum ajuste na tela do computador e, ou, na posição do assento. Observa-se, ainda, que dos 87,5% de usuários que percebem a ocorrência de desconforto para a realização das tarefas, 62,5% ajustam a posição da tela do computador e/ou o assento, para a redução do incômodo. Esta análise permite inferir que o fato do usuário realizar algum ajuste contribui para a redução do desconforto, e desta forma, proporciona sensação de conforto para o usuário. Neste sentido, vislumbra-se que um processo de conscientização junto aos usuários para que estes interajam mais com os recursos disponíveis para redução de desconforto visual, possa resultar em ganho significativo de qualidade e conforto no ambiente de trabalho.

A tabela 45 apresenta os dados de percepção do usuário quanto à importância e efetividade do contato visual com o exterior no ambiente de trabalho do EA 01.

Tabela 45 - Contato visual com o exterior no EA 01.

	Sim (n) %	Não (n) %
Você acha importante ter contato visual com o exterior através das janelas?	(8) 100%	(0) 0%
Você se sente satisfeito com o contato visual com o exterior existente no ambiente?	(4) 50%	(4) 50%
Você costuma se orientar com relação à passagem do tempo através do contato visual com o exterior?	(5) 62,5%	(3) 37,5%
Você costuma perceber as mudanças nas condições do tempo (sol, chuva, vento) através das janelas?	(7) 87,5%	(1) 12,5%

O contato visual com o exterior foi considerado importante para 100% dos usuários do EA 01, com a grande maioria afirmando que costuma orientar-se com relação à passagem do tempo (62,5%), e também perceber as mudanças que ocorrem nas condições climáticas (87,5%), através das janelas. No entanto 50% dos usuários não se sentem satisfeitos com a visual para o exterior existente no ambiente, e atribuem o fato à altura excessiva do peitoril da janela (1,35m) que limita o ângulo de visão em direção ao céu e, ao fato de que as persianas permanecem muito tempo fechadas. As falas descritas na tabela 46 reforçam a análise das informações.

Tabela 46 - Trechos das entrevistas que apresentam a percepção dos usuário quanto à importância e efetividade do contato visual com o exterior no ambiente de trabalho - EA 01.

EA 01	Excertos das entrevistas
Sobre o contato visual com o exterior...	<i>"eu acho as janelas muito altas... lá (nas salas do 4º andar) as janelas são mais baixas, e eu acho o máximo, e digo, porque as janelas lá em baixo não são assim?... ah, como eu queria trabalhar em um lugar assim com a paisagem tão bonita! Porque aí, as vezes quando tu tá meio estressado, tu olha, e eu acho que dá um ânimo a mais. Eu acho que a gente fica muito fechado, não sei se é porque as janelas são muito altas, mas eu acho que fica sempre muito trancado, tanto que quando a gente sai daqui, ai, ufa! bah!"</i>
	<i>"é importante, mas aqui não dá porque é alto, então a gente não consegue enxergar nada, só o céu! Não tem uma visão, assim, lá pra baixo. Eu acho legal trabalhar com a janela aberta."</i>
	<i>"É importante, porque as vezes tu passa aqui dentro e não sabe se está chovendo, se tá frio, se tem sol, a janela passa muito tempo fechada, e a gente só enxerga o topo das árvores porque elas são muito altas, se fossem um pouco menor não se veria nada."</i>

As falas dos entrevistados fundamentam a análise dos dados e vão ao encontro do preconizado por Bell e Burt (1995 *apud* TOLEDO, 2008, p.26), segundo os quais aberturas com vistas para o exterior são desejáveis, pois auxiliam na orientação dos usuários da edificação, ao possibilitarem a percepção das mudanças

climáticas e passagem das horas do dia, além dos benefícios de relaxamento do músculo ocular e sensação de bem-estar.

4.2.2.1.4 Percepção quanto à necessidade de modificações/melhorias na iluminação do EA 01

As entrevistas demonstraram que 75% dos usuários afirmam ter vontade de modificar/alterar/controlar/melhorar a iluminação no ambiente de trabalho destacando-se aspectos relacionados ao aproveitamento da luz natural, ao funcionamento das persianas, à distribuição das luminárias, e ainda, às cores do ambiente, conforme dados da tabela 47.

Tabela 47 - Trechos das entrevistas relacionados à proposição de melhorias na iluminação do ambiente - EA 01.

EA 01	Excertos das entrevistas
Sobre alterações/ melhorias na iluminação do ambiente...	<i>"... sim,diminuiria a quantidade de lâmpadas e mudaria a posição das luminárias."</i>
	<i>"...faria o reposicionamento das lâmpadas mais condizentes com a nossa posição dentro do setor, ou o contrário, adequaria as mesas de acordo com as lâmpadas já postas; mudaria as cores do ambiente; e também modificaria o tipo de persiana...acho que aquelas que levantam é bem mais fácil pra gente,...aquelas que são horizontais."</i>
	<i>"...eu poderia colocar mais luz enquanto não desse pra abrir a janela, clarear mais, ou aproveitar melhor a iluminação da rua."</i>

Nas falas que expressam a vontade de melhorias para a iluminação do ambiente, percebe-se que grande parte dos usuários do EA 01 desejam um ambiente mais iluminado, com sugestões que propõem tanto o incremento do uso da luz natural, como a melhor distribuição do sistema de iluminação artificial. Aparecem também aspectos relacionados a manutenção do ambiente, como a troca ou melhoria das persianas, e às cores do ambiente, que poderiam trazer retorno imediato ao conforto visual dos usuários. A análise das proposições de melhorias em conjunto com os dados de desconforto manifestados pelos usuários demonstram o quão conflitante são o desejo e a valorização pelo incremento do aproveitamento da luz natural com a necessidade de fechamento das persianas para o barrar o desconforto por ofuscamento.

4.2.2.2 Percepção do Usuário no EA 02.

4.2.2.2.1 Perfil dos usuários no EA 02

O EA 02 também caracteriza-se pelo predomínio de servidores adultos jovens, na faixa etária entre 20 e 29 anos (36,4%), a maioria destros (72,7%), e do sexo feminino (72,7% mulheres; 27,3% homens), conforme dados representados na figura 63.

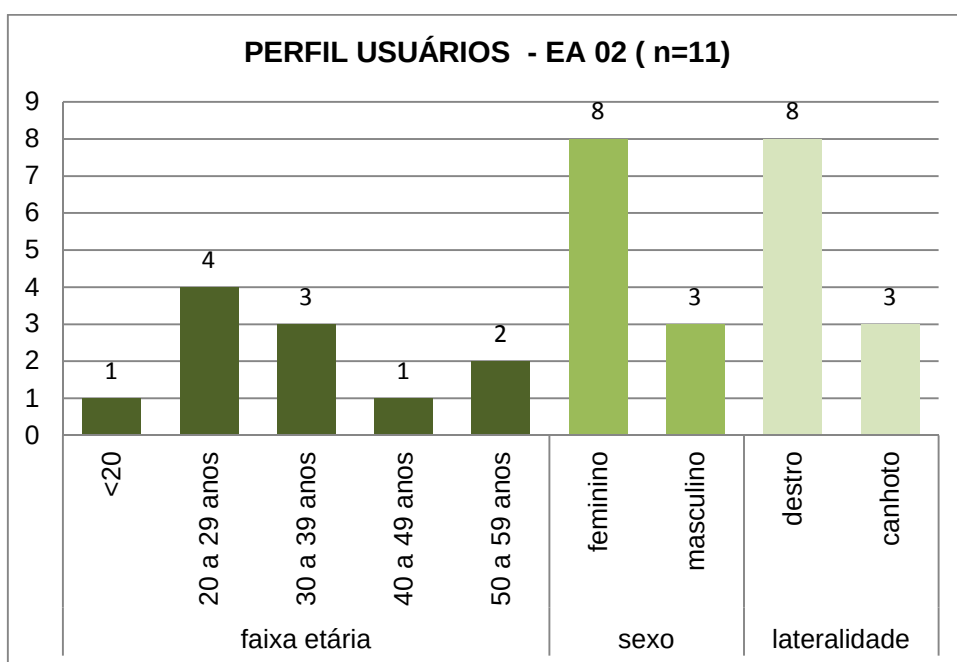


Figura 63 - Perfil dos usuários do espaço administrativo 02 - EA 02.

O horário de trabalho compreende o expediente das 08:00h às 19:00h, ocorrendo, de modo semelhante ao EA 01, variações nos turnos de trabalho ao longo da semana, ou seja, os usuários revezam os expedientes entre manhã e tarde ao longo da semana. Com relação às atividades desenvolvidas, os usuários dedicam a maior parte do tempo realizando tarefas na tela do computador (45,5% dedica de 4 a 6 horas diárias nesta atividade, e 54,5% de 2 a 4 horas diárias). Leituras e escritas de papéis impressos na bancada de trabalho tomam de 1 a 4 horas diárias de 54,6% dos usuários. A Figura 64 sintetiza as informações relativas ao tempo gasto na execução das atividades.

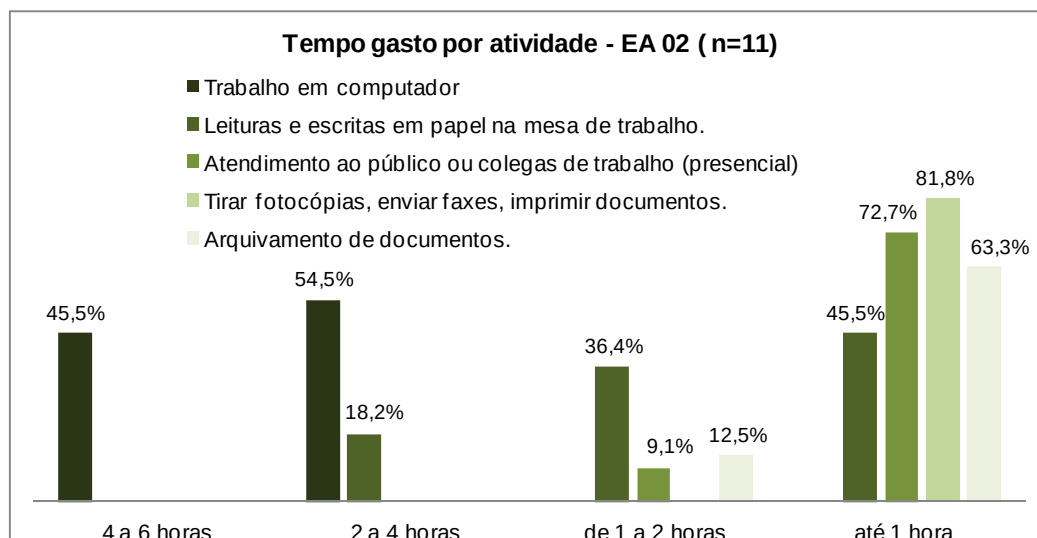


Figura 64 - Gráfico de faixa de tempo gasto com cada tipo de atividade realizada no EA 02.

4.2.2.2.2 Percepção quanto aos níveis de iluminação no EA 02.

Os dados de percepção quanto ao nível de iluminação do espaço administrativo 02 estão representados na figura 65, e demonstram que o EA 02 é considerado como claro ou muito claro por 45,5% dos usuários, como nem claro nem escuro pelo mesmo percentual, e apenas 9,1% avalia o ambiente como escuro. Com relação à quantidade da iluminação para a realização das tarefas, os dados estão sistematizados na figura 66, onde observa-se que os usuários consideram a iluminação suficiente para a realização de todas as tarefas, aparecendo apenas um pequeno percentual de 9,1% que considera insuficiente a iluminação para trabalhar no computador. Percebe-se ainda que há uma diversidade de opiniões entre os usuários, sem que seja possível vincular as variáveis de localização da bancada de trabalho em relação à janela ou a posição da tela do computador ao modo como o usuário percebe a iluminação do espaço, verificando-se um alto grau de subjetividade na percepção visual do espaço.

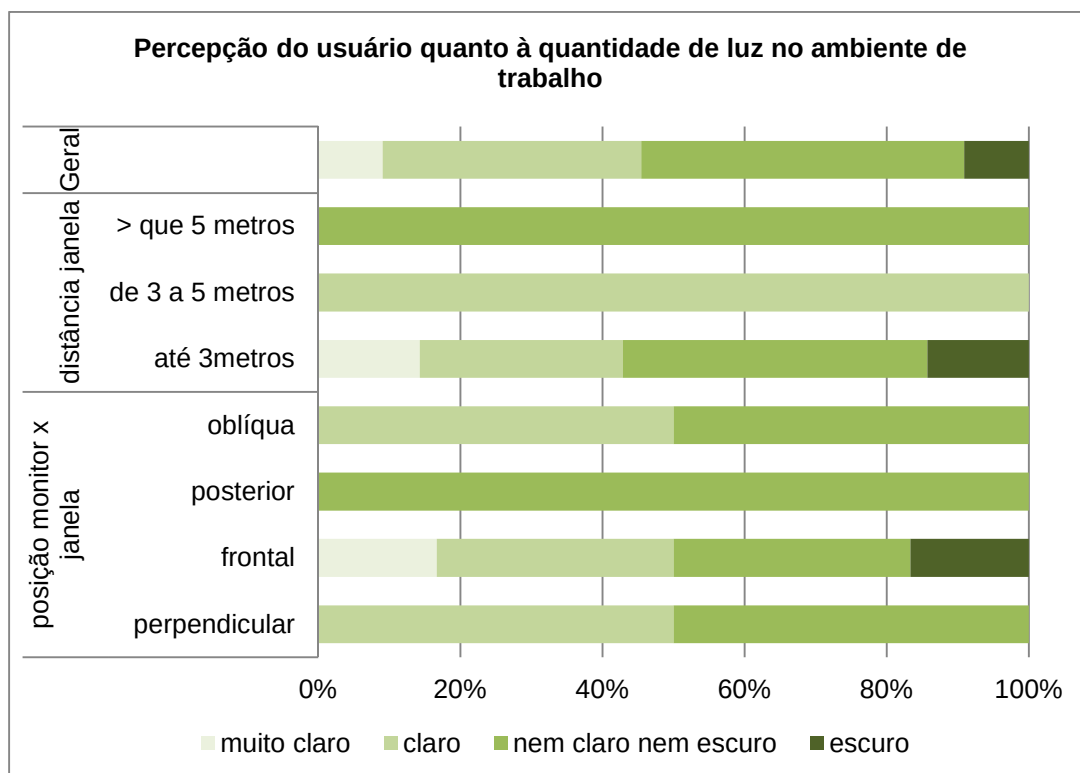


Figura 65 - Gráfico de Percepção do usuário do EA 02 com relação à quantidade de luz no ambiente.

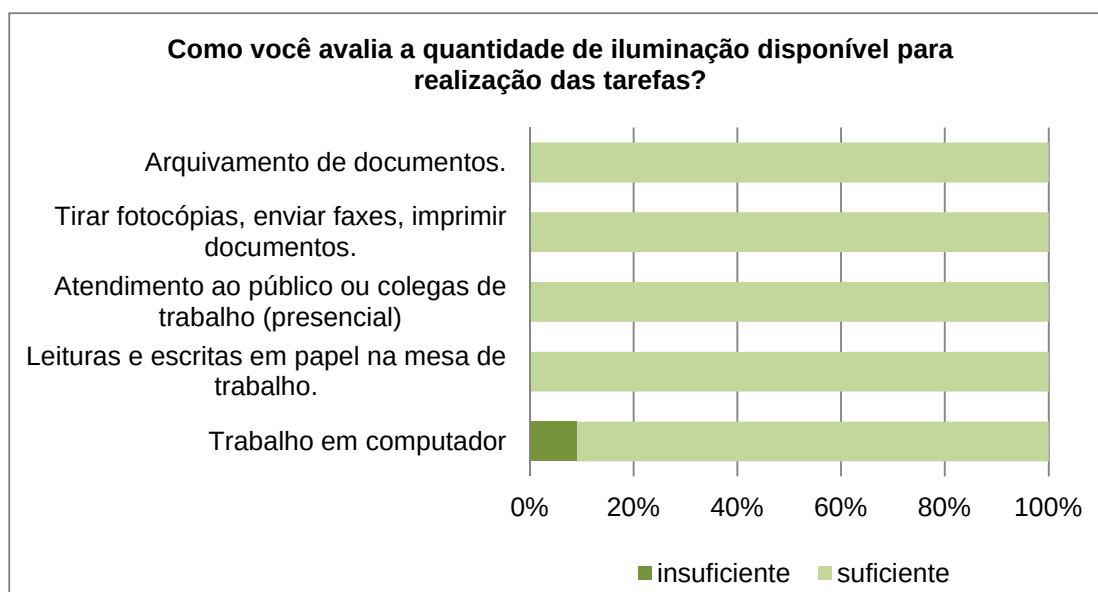


Figura 66 - Gráfico de Percepção do usuário do EA 02 com relação à quantidade de luz para realização das tarefas.

Com relação às cores do ambiente, os usuários demonstram que este é um fator que interfere na sensação de claridade do ambiente, conforme dados apresentados na figura 67 e relatos durante as entrevistas, descritos na tabela 48.

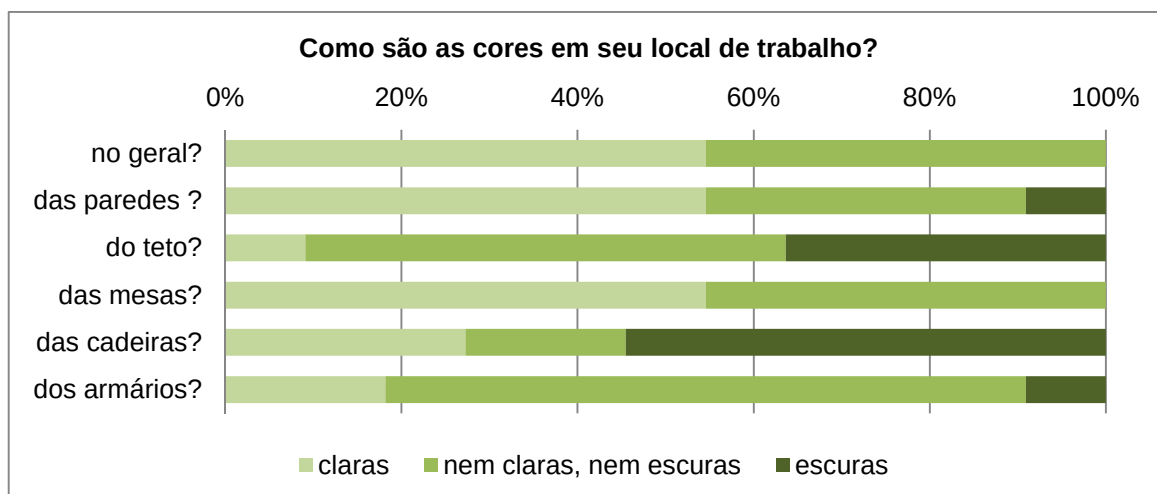


Figura 67 - Percepção das cores do ambiente EA 02.

Tabela 48 - Trechos das entrevistas acerca da percepção dos usuário quanto às cores do ambiente no EA 01.

EA 02	Excertos das entrevistas
Sobre as cores...	"...não acho muito claro em função das paredes, mas o ambiente em si não é nem claro nem escuro, eu não gosto, acho que poderiam ser mais claras..."
	"... eu acho que é claro, mas, olha, particularmente, eu não concordaria com as cores, mas não que isso venha me incomodar..."
	"... neutro, não é escuro, mas também não acho claro! são cores muito parecidas."

De forma geral, a grande maioria dos usuários do EA 02 (63,6%) consideram as cores do ambiente claro enquanto 36,4% o consideram nem claro nem escuro, sendo que nenhum usuário considera o ambiente escuro. As paredes e as mesas também são consideradas claras pela maioria dos usuários (54,5%), enquanto o teto é considerado como nem claro nem escuro (54,5%). Observa-se, assim como no EA 01, que a percepção das cores pelos usuários é coerente com os valores de refletância obtidos no levantamento físico, onde as paredes e as mesas, consideradas claras pelos usuários tem valores de refletância muito próximos entre si, porém a refletância das mesas encontra-se acima da margem recomendada pelas normas. Já o teto, considerado nem claro nem escuro pelos usuários, apresenta refletância menor que as paredes e encontra-se abaixo dos parâmetros normativos.

4.2.2.2.3 Percepção quanto ao conforto visual no EA 02.

As questões realizadas com o propósito de verificar a percepção do usuário quanto ao conforto visual no espaço de trabalho demonstraram que, de um modo geral, o ambiente é considerado confortável pela grande maioria dos usuários

(81,8%). Porém, quando questionados se percebem a ocorrência de desconforto visual ao longo da jornada de trabalho, 72,7% dos usuários afirmam que sim, decorrentes de brilhos e reflexos, que ocorrem na tela do computador (87,5%) ou nos envidraçados das divisórias (12,5%), oriundos da janelas (75%), ou das janelas e luminárias (12,5%), ou apenas das luminárias (12,5%). Os dados estão ilustrados nas figura 58 e figura 59.

Como você avalia o nível de conforto quanto à iluminação?

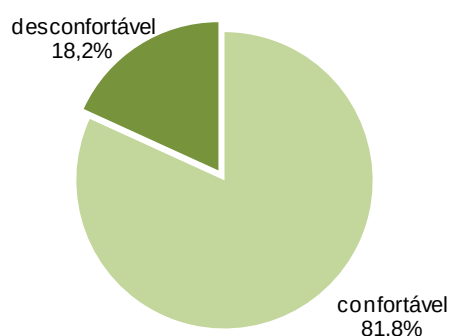


Figura 68 - Gráfico de nível de conforto lumínico no EA 02.



Figura 69 - Gráficos de ocorrência de desconforto visual no EA 02.

Ao serem questionados a respeito da ocorrência de outras situações específicas que poderiam acarretar desconforto visual (tabela 49), a maioria dos usuários relatou não perceber a ocorrência das situações sugeridas, porém uma parcela significativa manifestou perceber a ocorrência de luz solar direta sobre a bancada (45,5%), a presença de janelas que ofuscam ou incomodam visualmente (36,4%) e a existência de grandes contrastes no ambiente (27,3%). Dentre os problemas identificados, observa-se que a maior parte tem como causa a iluminação

natural, sendo atribuído, pelos usuários, à iluminação artificial apenas 25% dos brilhos e reflexos que ocorrem na tela do computador (figura 69).

Tabela 49 - Verificação da ocorrência de fatores causadores de desconforto visual, no EA 02.

No seu espaço de trabalho...	sim		não	
	(n)	(%)	(n)	(%)
...há luz solar direta na bancada de trabalho? Em que locais?	5	45,5%	6	54,5%
...há fontes de luz (lâmpadas) que ofuscam / incomodam visualmente? Quais?	0	0,0%	11	100,0%
... há janelas que ofuscam / incomodam visualmente? Quais?	4	36,4%	7	63,6%
...a iluminação pisca/oscila com frequência?	0	0,0%	11	100,0%
...você percebe grandes contrastes entre as janelas e outras superfícies do campo de trabalho?	3	27,3%	8	72,7%

A tabela 50 apresenta trechos das entrevistas que explicitam a forma como os usuários percebem a ocorrência de desconforto visual no ambiente de trabalho.

Tabela 50 - Trechos das entrevistas acerca da percepção dos usuário do EA 01 quanto ao conforto visual.

EA 02	Excertos das entrevistas
Sobre o conforto visual...	<i>"...incomoda um pouco se bate sol aqui, aí tem que fechar a janela. Na verdade de lá pra cá (da janela oeste) não bate muito por causa do prédio, mas aqui bate, de manhã bate, aí tem que fechar senão a gente não consegue trabalhar."</i>
	<i>"olha, pro computador, é claro, muita claridade, muitas vezes dificulta o trabalho, principalmente quando tem sol, que acaba refletindo na tela, mas como a gente tem cortina eu não posso colocar isso como um obstáculo. Porém os reflexos são perceptíveis se ficar algum espaço na cortina. Se não houvessem as cortinas seriam intoleráveis. Justamente por ter as cortinas, eu não considero esse um ponto prejudicial, se não tivesse sim, aí seria impossível trabalhar."</i>
	<i>"...pro computador, as vezes tem reflexo, sabe como é, dependendo do horário, tem reflexo da janela. Mas é só um determinado horário e aí a gente dá um jeito, não é assim o tempo todo, e é só uma questão de fechar a cortina e já resolve. A quantidade de luz em si é suficiente, não afeta nada, em nada atrapalha."</i>

Através das entrevistas, das falas dos usuários, apresentadas na Tabela 50, evidencia-se a percepção de que as ocorrências de desconforto visual tem como principal causa os brilhos e reflexos acarretados pela luz natural nas telas dos computadores. O uso da persiana revela-se fundamental na redução do desconforto, e os usuários demonstram-se satisfeitos com o resultado.

Quando questionados a respeito da luz natural no interior do ambiente, todos os usuários manifestaram estar satisfeitos com a luz natural no ambiente, porém destes, 36,4% acreditam que poderia haver um melhor aproveitamento da luz

natural mantendo-se as cortinas mais abertas, porém justificam que por vezes isso não ocorre devido à incidência de excesso de luminosidade e reflexos nas telas dos computadores.

O gráfico da figura 70 relaciona a percepção de desconforto pelos usuários nas diferentes épocas do ano, nos diferentes tipos de céu, e ao longo do horário de trabalho.

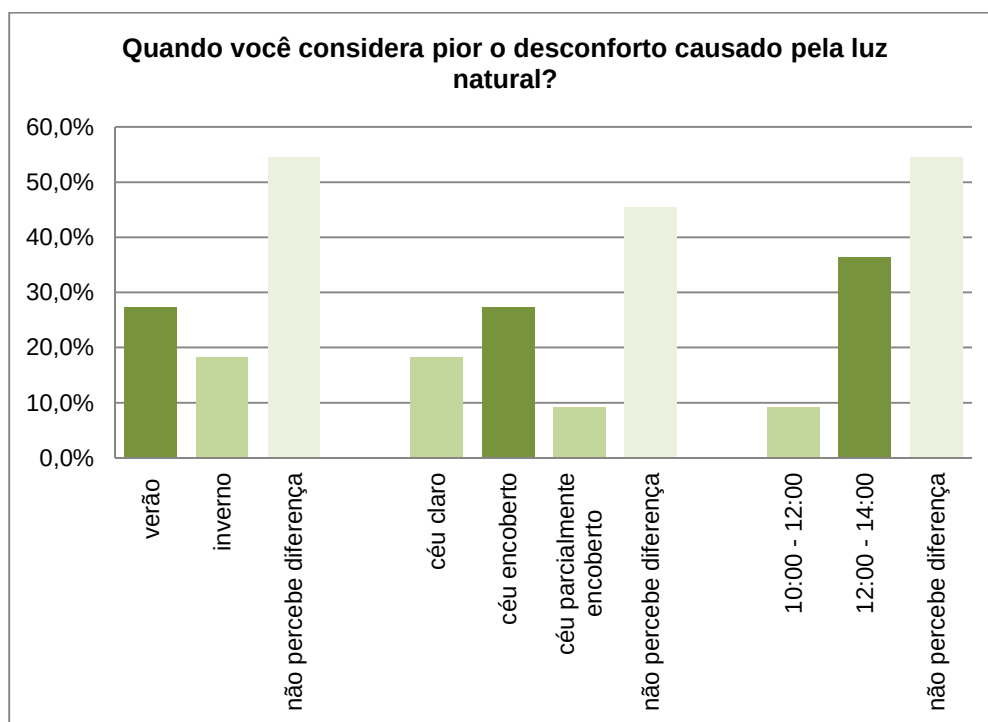


Figura 70 - Percepção do desconforto causado pela luz natural no EA 01.

A análise dos dados chama a atenção ao fato de a maioria dos usuários (54,5%) não perceber relação entre maior ou menor desconforto visual e as diferentes épocas ou estações do ano, nem mesmo ao longo das horas do dia. Este fato é justificado em muitas falas pelo fechamento constante das cortinas, que buscam barrar a incidência da luz e desta forma inibem a sensação de desconforto. Entre os que percebem diferenças no desconforto, a percepção é distinta, com usuários que consideram o verão mais desconfortável (27,3%) e os que consideram o inverno (18,2%). Já o horário entre o fim da manhã e o começo da tarde, das 12:00h às 14:00h, é considerado pior por 36,4% dos usuários que justificam haver neste período, maior luminosidade que acarreta excesso de claridade e reflexos. Com relação aos tipos de céu, a maior parte dos usuários (54,5%) percebe diferenças, porém as opiniões se dividem, onde 27,3% consideram pior a situação

de céu encoberto pela baixa luminosidade no interior da sala; 18,2% consideram mais desconfortável a condição de céu claro devido a incidência de brilhos e reflexos; e 9,1% considera a variação de claro/escuro que ocorre na situação de céu parcialmente encoberto mais desconfortável.

Os relatos dos usuários apresentados na tabela 51 ajudam compreender as diferenças individuais na maneira de perceber a luz natural no EA 02.

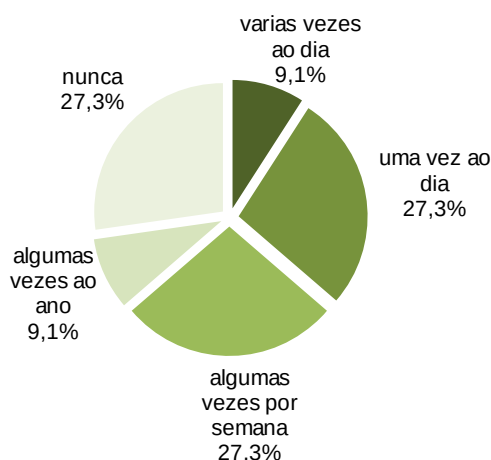
Tabela 51 - Trechos das entrevistas que apresentam a percepção dos usuário quanto à aspectos da luz natural no ambiente de trabalho do EA 02.

EA 02	Excertos das entrevistas
Sobre a luz natural no ambiente...	<i>"...não percebo desconforto porque geralmente as cortinas estão fechadas, sempre fechadas, né... mas no tipo de céu sim, ...percebo bastante diferença. Pra mim é pior quando tá nublado, fica pouca luz..."</i>
	<i>"... E eu acho que de manhã é melhor porque fica mais claro. Se bem que é difícil, porque de manhã fica muito claro e a gente fecha a cortina. Já á tarde, pra mim a luz é agradável, eu não acho escuro, eu por mim abriria mais, poderia abrir um pouquinho, mas pra mim, pra outras pessoas pode ser diferente. Mas o pior horário eu acho que é ao meio dia, que é o horário que dá o reflexo."</i>
	<i>"...eu não gosto, por exemplo, de trabalhar com luz (artificial) , eu gosto, por exemplo, de trabalhar com luz direta (natural). Mas, a gente tá num convívio, as pessoas preferem, e eu sou uma das únicas, eu chego e já abro tudo. Mas,olha pra tu ver como tá tudo fechado, eu já não gosto. Eu gosto de luz, eu prefiro a luz da rua! Eu prefiro luz natural. Sempre que eu posso eu tô com ela (a cortina aberta) até o máximo."</i>
	<i>"...no verão é bem mais claro, fica mais iluminado, é melhor a iluminação, mas não causa desconforto visual, pois quando tem muito sol a gente costuma fechar as persianas pra não dar luz do sol direto, mas não sou eu que faço, os colegas que fazem"</i>

As falas dos usuários revelam a diversidade de percepções, carregadas de subjetividade, e que demonstram o complexo desafio do espaço coletivo satisfazer as necessidades individuais, e as exigências lumínicas, de cada usuário. De um modo geral, os usuários expõe as suas preferências com relação à luminosidade do espaço de trabalho. Alguns demonstram o desejo e a valorização por maior uso da luz natural, outros enfatizam a questão de controle da luminosidade excessiva e da ocorrência de brilhos e reflexos. Porém observa-se que acabam delegando a um outro não específico, ou ao coletivo, a responsabilidade pela configuração lumínica do ambiente, especialmente nos casos em que não sentem de acordo com o que lhes parece a configuração ideal.

A figura 71 apresenta os dados de percepção do usuário quanto ao manuseio das persianas para controle da luz natural e a figura 72 os dados relativos a atitudes tomadas individualmente pelo usuário para a redução do desconforto visual na sua própria bancada de trabalho.

Com que frequência você utiliza ou modifica a posição das persianas para controlar a entrada da luz natural em seu ambiente de trabalho?



Como você avalia a facilidade de manuseio das persianas para o controle de luz natural em seu espaço de trabalho?

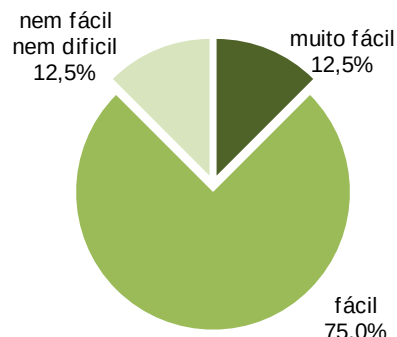


Figura 71 - Frequência e facilidade de manuseio das persianas no EA 02

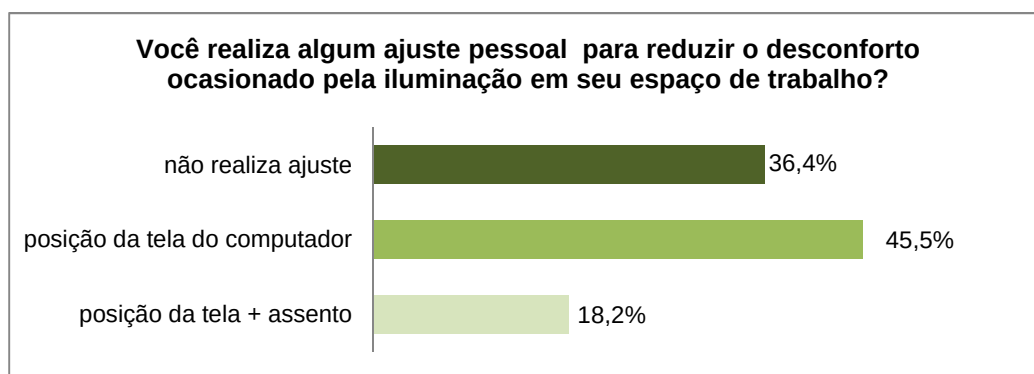


Figura 72 - Ajuste pessoal para a redução do desconforto na própria bancada de trabalho - EA 02.

As respostas dos usuários, às questões relativas ao manuseio das persianas e aos ajustes pessoais realizados para reduzir o desconforto visual, pressupõe usuários ligeiramente mais dispostos à interagir com a ambiente para redução do desconforto, do que o identificado no período de observações, onde constatou-se poucas interações, tanto com as persianas, quanto com a própria bancada de trabalho (item 4.2.1.2). De qualquer modo, o fato de 36,4% dos usuários manifestar nunca manusear as persianas, ou apenas algumas vezes ao ano, demonstra que os usuários são conscientes de que pouco interagem com o dispositivo para controlar a iluminação no espaço de trabalho. A informação de que 87,5% dos usuários consideram o acionamento das persianas fácil ou muito fácil, demonstra que este fator não tem influência no pouco uso das mesmas.

As informações relacionadas aos ajustes pessoais para redução do desconforto foram cruzadas com os dados de percepção de desconforto para a realização das tarefas, conforme tabela 52.

Tabela 52 - Relação entre percepção de desconforto lumínico e realização de ajustes para redução de desconforto, no EA 02.

			Como você avalia o nível de conforto quanto à iluminação?		Você percebe algum desconforto no seu campo visual ao desenvolver suas tarefas? onde?	
			confortável	desconfortável	tela do computador	não ocorre
Você realiza algum ajuste pessoal para reduzir o desconforto ocasionado pela iluminação em seu espaço de trabalho?	na posição da tela do computador e/ou assento	(n)	5	2	5	2
		%	45,4%	18,2%	45,4%	18,2%
	não realiza ajuste	(n)	4	0	2	2
		%	36,4%	0,0%	18,2%	18,2%

O cruzamento dos dados revela que todos os usuários que consideram o ambiente desconfortável, realizam algum tipo de ajuste para redução do desconforto, da mesma forma que a maioria que considera o ambiente confortável. Observa-se também, que entre os 63,6% de usuários que percebem algum desconforto visual para a realização das tarefas, 45,4% realizam algum tipo de ajuste, na posição da tela do computador e, ou no assento, para redução do incômodo. Essas informações demonstram que a maioria dos usuários agem no sentido de melhorar as condições de conforto visual para a realização de suas tarefas e sentem-se satisfeitos com a redução do desconforto.

A tabela 53 apresenta os dados de percepção do usuário quanto à importância e a efetividade do contato visual com o exterior no ambiente de trabalho do EA 02.

Tabela 53 - Contato visual com o exterior no EA 02.

	Sim (n) %	Não (n) %
Você acha importante ter contato visual com o exterior através das janelas?	(11) 100%	(0) 0%
Você se sente satisfeito com o contato visual com o exterior existente no ambiente?	(3) 27,3%	(8) 72,7%
Você costuma se orientar com relação à passagem do tempo através do contato visual com o exterior?	(7) 63,6%	(4) 36,4%
Você costuma perceber as mudanças nas condições do tempo (sol, chuva, vento) através das janelas?	(10) 90,9%	(1) 9,1%

O contato visual com o exterior foi considerado importante para 100% dos usuários do EA 02, com a grande maioria afirmando que costuma orientar-se com relação à passagem do tempo (63,6%), e também perceber as mudanças que ocorrem nas condições climáticas (90,9%), através das janelas. No entanto 72,7% dos usuários não sentem-se satisfeitos com o contato visual com exterior existente no ambiente, pois consideram uma visão limitada ao céu, sem que haja uma integração e uma visualização mais ampla do meio externo, devido a altura do peitoril das janelas. Outro fator apontado pelos usuários é a necessidade das persianas passarem grande parte do tempo fechadas. A tabela 54 sintetiza trechos dos relatos que auxiliam na análise da percepção dos usuários quanto à importância e efetividade no contato visual com o exterior no EA 02.

Tabela 54 - Trechos das entrevistas que apresentam a percepção dos usuário quanto à importância e efetividade do contato visual com o exterior no ambiente de trabalho - EA 02.

EA 02	Excertos das entrevistas
Sobre o contato visual com o exterior...	<i>"sim...até preferia que as janelas fossem mais baixas pra dar pra ver o que tem do outro lado, porque as janelas muito altas parece que tu tá muito trancado. Lá no quarto andar já é diferente, tu tá sentado e consegue ver a rua"</i>
	<i>"...eu acho que a gente tinha que ter mais contato com o exterior, até pra saber o que está acontecendo Na maioria das vezes as janelas estão fechadas e a gente não se atenta pro que está lá fora."</i>
	<i>"É importante, mas eu acho que não satisfaz, porque se eu fico a tarde aqui me dá um baita tédio, com vontade de sair pra rua, de ver gente...parece que tu fica sufocado aqui dentro. Então parece que meu dia passou despercebido, que eu não vi luz ..."</i>
	<i>"Acho importante, gostaria, isso faz falta. Eu gostaria que a gente tivesse assim uma visual melhor, mais direta."</i>

Observa-se, que as percepções dos usuários do EA 02 com relação ao contato visual com o exterior, são semelhantes aos do EA 01, uma vez que as duas salas apresentam a mesma característica de janelas com peitoril elevado (1,35m) que impedem uma visualização mais ampla para o meio externo, e, desta forma, também condizem com os resultados obtidos por Bell e Burt (1995 *apud* TOLEDO, 2008), com relação às visuais desejáveis e indesejáveis para contato com o espaço exterior, conforme já relacionado em 4.2.2.1.3

4.2.2.2.4 Percepção quanto à necessidade de modificações e melhorias na iluminação do EA 02

As entrevistas demonstraram que 63,6% dos usuários afirmam ter vontade de modificar/alterar/controlar/melhorar a iluminação no ambiente de trabalho, destacando-se, sobretudo, aspectos relacionados ao sistema de iluminação artificial. A tabela 55 sintetiza as melhorias propostas pelos usuários.

Tabela 55 - Trechos das entrevistas relacionados à proposição de melhorias na iluminação do ambiente - EA 01.

EA 02	Excertos das entrevistas
Sobre alterações/ melhorias na iluminação do ambiente...	<i>"... apesar das janelas serem grandes, elas oferecem um contato pequeno, porque, normalmente tem que se fechar as janelas (persianas), então é sempre escuro aqui, eu aumentaria as luminárias...mais iluminação artificial é necessária."</i>
	<i>"..eu isolaria essas lâmpadas pra que tivesse um contato mais pessoal, porque como elas são em bloco, esses dois blocos aqui acabam pegando seis estações de trabalho, então, por exemplo, como eu tenho a preferência da claridade externa, não precisaria estar com esta (luminária) acesa, mas outro que não tenha, precisa. Então seria isolar as lâmpadas para que elas não fossem acessas em bloco."</i>
	<i>"eu teria uma luminária específica aqui pra mesa, aí sim, se desse ,essa minha aqui (luminária acima da bancada) já estaria desligada....já resolveria aquele problema que falei antes do eu quero, tu não quer, a luz acesa ou apagada. Porque nem sempre o que tá incomodando pra mim, tá incomodando pra ti..."</i>

As proposições de melhorias dos usuários do EA 02 demonstram a vontade de um ambiente mais iluminado, com sugestões que propõe a redistribuição das posições das luminárias, com maior uniformidade e aumento dos níveis de iluminação no ambiente. Destaca-se, ainda, a proposição de maior individualização do acendimento das luminárias, o que demonstra que há uma percepção das necessidades distintas de cada posto de trabalho, bem como das peculiaridades de

cada usuário. Esta proposta vai ao encontro dos resultados encontrados por Galasiu et al (2009) e Boyce et al. (2006), que demonstraram que o controle individual de iluminação está associado com maior satisfação do usuário e benefícios de economia de energia, e ainda, que, além de preferirem o uso de controles individuais, os usuários por vezes escolhem trabalhar com níveis de iluminância diferentes dos recomendados pelas normas, alguns mais altos, outros mais baixos.

4.2.2.3 Análise conjunta sobre a percepção dos usuários nos espaços EA 01 e EA 02

A análise conjunta dos dados de percepção obtidos nas entrevistas, demonstra que, de forma geral, os usuários do EA 02 percebem o seu espaço de trabalho mais claro e estão mais satisfeitos com a iluminação disponível para a realização das tarefas do que os usuários do EA 01. A percepção dos usuários é coerente com as características lumínicas verificadas através dos levantamentos lumínicos dos espaços, onde verificou-se que o EA 02 apresenta níveis de iluminância maiores que o EA 01.

Com relação à percepção de conforto, os usuários do EA 02 consideram seu ambiente mais confortável que os usuários do EA 01, porém em ambos os espaços a maioria dos usuários percebem a ocorrência de desconforto por incidência de brilhos e reflexos. Esta percepção também está de acordo com o levantamento lumínico, uma vez que em todas as bancadas foram verificadas luminâncias excessivas nas visuais das janelas e luminárias, sendo que as janelas são apontadas pelos usuários como a maior causa dos incômodos visuais.

O desconforto pela luz natural ao longo das diferentes estações do ano, nas diferentes condições de céu e no decorrer das horas do dia é percebido de forma diferente pelos usuários dos dois espaços. A maior parte dos usuários do EA 01 percebe diferenças de conforto visual e considera pior o verão e o período da manhã devido ao excesso de radiação direta, e a condição de céu encoberto por baixar os níveis de iluminância no interior do ambiente. Já no EA 02, a grande maioria manifestou não perceber pior ou melhor o desconforto em nenhuma das condições mencionadas, justificando que as cortinas permanecem muito tempo fechadas restringindo o contato visual com o exterior. A importância do contato visual com o exterior é unanimidade nas duas salas, porém, a maioria dos usuários manifestam não estar satisfeitos com o contato existente, principalmente devido a altura do

peitoril da janela que limita a visual do exterior e o constante fechamento das persianas. Percepção que condiz com as características físicas verificadas nos ambientes.

Como sugestões de melhorias e alterações nas condições lumínicas dos espaços, em ambos os espaços, a maioria dos usuários manifesta necessidade de melhorias, sendo que no EA 01 estão relacionadas a um melhor aproveitamento da luz natural, funcionamento das persianas, distribuição das luminárias e às cores do ambiente enquanto no EA 02 dizem respeito, principalmente, ao sistema de iluminação artificial, indicando a necessidade de um ambiente mais iluminado e com maior individualização do sistema de acionamento.

De um modo geral, destaca-se que, as entrevistas permitiram uma grande aproximação com os usuários, fortalecendo o entendimento de como o espaço é percebido por cada um, e possibilitando um entendimento mais amplo do todo. As falas dos usuários demonstraram-se ricas de informações, coerentes com os dados lumínicos verificados nos espaços, revelando usuários conscientes das limitações dos espaços e das necessidades lumínicas para melhora nas condições de conforto visual, aproveitamento da luz natural e economia de energia em cada um dos espaços.

4.3 Avaliação da eficiência energética do sistema de iluminação

A avaliação da eficiência energética do sistema de iluminação foi realizada conforme procedimento de cálculo do RTQ-C, pelo método da área do edifício, apresentado em 3.5.

O sistema de iluminação é semelhante em ambas as salas do estudo, apresentando os mesmos tipos de luminárias, lâmpadas e reatores. As luminárias são do tipo calha refletora com aletas, com 2 lâmpadas do tipo fluorescente tubular - T8 - 32W e 1 reator eletrônico - 64W, conforme ilustrado na figura 73.



Figura 73 - Fotos dos modelos de luminária e reator presentes no sistema de iluminação das salas.

A tabela 56 e a tabela 57 apresentam os resultados obtidos para a densidade de potência de iluminação e o nível de eficiência atingido para os espaços administrativos 01 e 02, respectivamente, considerando-se, inicialmente, apenas o cálculo pelo método da área do edifício, sem a aplicação dos pré-requisitos.

Tabela 56 - Densidade de potência de iluminação instalada no EA 01.

		Nível A	Nível B	Nível C	Nível D
EA 01	(DPIL – W/m ²)	9,70	11,20	12,60	14,10
	Área Iluminada	98,21	98,21	98,21	98,21
	Potência Limite	952,64	1099,95	1237,45	1384,76
	Potência Instalada (W)	1024			
	Classificação	NÍVEL B			

Tabela 57 - Densidade de potência de iluminação instalada no EA 02.

		Nível A	Nível B	Nível C	Nível D
EA 02	(DPIL – W/m ²)	9,70	11,20	12,60	14,10
	Área Iluminada	90,42	90,42	90,42	90,42
	Potência Limite	877,07	1012,70	1139,29	1274,92
	Potência Instalada (W)	960			
	Classificação	NÍVEL B			

A avaliação das salas quanto aos pré-requisitos específicos do sistema de iluminação constatou que ambas atendem a questão da divisão dos circuitos, porém não atendem à exigência de acionamento independente da fileira de luminárias mais próxima à abertura no pré-requisito da contribuição da luz natural. Já o pré-requisito de desligamento automático do sistema de iluminação foi considerado como atendido tendo em vista não ser uma exigência para ambientes que possuem área inferior a 250 m². Desta forma ambas as salas tiveram o nível de classificação alterados de B para C.

A tabela 58 apresenta a verificação do atendimento dos pré-requisitos e a classificação final dos ambientes.

Tabela 58 - Síntese da verificação do atendimento dos pré-requisitos e classificação final dos ambientes.

Pré-requisitos	Nível A	Nível B	Nível C	CLASSIFICAÇÃO/AMBIENTES	
				EA 01	EA 02
Divisão dos circuitos	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim
Contribuição da luz natural	Sim	Sim	X	Não	Não
Desligamento automático do sistema de iluminação	Sim	X	X	Sim	Sim
Nível			Nível C	Nível C	
EqNumDPI			3	3	

Analisando-se os resultados obtidos pela aplicação do RTQ-C juntamente com os dados de iluminâncias do levantamento lumínico, observa-se que o pré-requisito da contribuição da luz natural, que considera o acionamento independente da fileira de luminárias mais próxima às janelas, é compatível com a área em que há maior contribuição de luz natural dentro dos espaços, e, que de fato, o atendimento a este pré-requisito poderia possibilitar um melhor aproveitamento da luz natural, economia de energia e elevar a classificação da etiqueta dos ambientes.

No entanto, os valores de iluminância apenas pela contribuição da luz natural apresentam-se variados, não sendo suficientes ao longo de todos os horários, nas diferentes condições de céu e nas diferentes épocas do ano, fazendo-se necessário o uso de iluminação complementar até mesmo nas áreas mais próximas às janelas, em determinados horários.

No mesmo sentido, observa-se, ainda, que as duas salas do estudo apresentam diferenças significativas no percentual de janelas em relação à área do piso e também com relação à orientação solar, com que o EA 02 demonstra claramente maiores níveis de iluminância pela luz natural, evidenciando um potencial diferente do aproveitamento da luz natural entre os dois espaços.

Desta forma, seria importante que o regulamento estabelecesse parâmetros de avaliação que levassem em consideração a efetiva contribuição da luz natural nos espaços, e não somente a presença de divisão de circuitos junto às janelas, pois desta forma ambientes que apresentam maior potencial de aproveitamento da luz natural, incluindo maiores valores de iluminância, acabam recebendo o mesmo

tratamento que ambientes que recebem a contribuição da luz natural de forma insuficiente, fazendo com que seja indispensável o uso da luz artificial.

O tempo de acionamento do sistema de iluminação artificial é outro fator não avaliado pelo RTQ-C, pois este não considera se as lâmpadas estão ou não acessas em áreas e horários que seriam desnecessários, assim como também ignora outros fatores que podem intervir no aproveitamento da luz, como o fechamento das persianas em horários críticos para ocorrência desconforto, como verificado neste estudo. Esta análise vai ao encontro do verificado por Moraes (2012) e recomendado por Warren (2008 apud Moraes, 2012) que sugerem a utilização do watt-hora/m², e não W/m², como forma de considerar o tempo de utilização do sistema como medida para avaliação do uso eficiente de energia.

5 Conclusões

O presente trabalho buscou investigar os fatores que interferem efetivamente no aproveitamento da luz natural, em salas de trabalho de prédio administrativo da Universidade Federal de Pelotas, através de uma metodologia convergente, considerando-se que informações advindas de diferentes ângulos agregam informações e reduzem o risco de conclusões limitadas.

Foram analisados os aspectos físicos e lumínicos do ambiente, o comportamento e a percepção do usuário, à luz dos objetivos propostos, como forma de subsidiar a proposição de melhorias que possam incrementar o uso da luz natural e, assim, a eficiência energética da edificação, objeto deste estudo.

5.1 Sobre as condições lumínicas dos espaços

As conclusões sobre as condições lumínicas dos espaços referem-se ao objetivo proposto de conhecer a disponibilidade de iluminação natural nas salas do prédio objeto de estudo.

Neste contexto, verificou-se que, nos dois espaços estudados, a iluminância de 500lux, quando obtida, ocorre apenas em bancadas situadas na faixa de até 5,5m de distância das aberturas, ou seja, dentro da distância proporcional a 1,5 vezes a altura da parte superior das janelas.

O sistema de iluminação artificial sozinho não atende o nível de iluminância recomendado pela norma, e a iluminação natural sozinha também não atende satisfatoriamente a totalidade do ambiente, desta forma, a integração entre a iluminação natural e o sistema artificial demonstra-se fundamental para que se obtenham melhores níveis de iluminância, maior uniformidade, e consequente melhora nos padrões de conforto visual e economia de energia.

O EA 02 apresenta melhores condições lumínicas que o EA 01, com maior número de pontos dentro dos parâmetros normativos, apresentando autonomia pela luz natural nas bancadas próximas às janelas, em grande parte do período. Em ambos os espaços os maiores níveis de iluminância ocorrem na condição de verão com céu claro, tanto quando iluminados apenas pela luz natural, como quando com a configuração do usuário.

Com relação à uniformidade, ambos os espaços apresentaram iluminâncias mais uniformes com a configuração do usuário, utilizando-se da iluminação artificial e manuseio das persianas para controle da iluminação no ambiente, sendo alcançada uniformidade, conforme parâmetro normativo, em quase totalidade das bancadas individuais, porém a uniformidade do ambiente em geral não é obtida, especialmente devido as diferenças elevadas de iluminâncias entre às áreas próximas às janelas e os pontos mais afastados.

Com relação ao CIN, em ambos os espaços, em todos os pontos que a iluminância atendeu ao parâmetro normativo de 500lux, o CIN também ficou dentro do parâmetro normativo de 1%, sendo atendido em quase totalidade dos pontos na faixa de 3 metros de distância até a janela. Porém, verificou-se que na maioria dos pontos em que há CIN de 1% não há a iluminância mínima de 500lux, constatando-se que em quase totalidade dos casos a iluminância mínima de 500lux equivale a um CIN acima de 2%, evidenciando que o parâmetro de 1% é um valor pouco exigente para a contribuição de luz natural nos espaços interiores, e que os valores entre 2% e 5%, referenciados internacionalmente, podem corresponder melhor aos parâmetros mínimos de iluminância e representar um potencial mais efetivo de aproveitamento da luz natural.

Com relação à refletância, a maior parte das superfícies atende às recomendações da norma brasileira, porém as superfícies apresentam pouca variação de cores, e conseqüentemente pouca variação de refletâncias entre si, com valores intermediários nem muito altos, nem muito baixos que interferem na percepção de claridade e contribuem para a sensação de neutralidade do ambiente.

A verificação da ocorrência de contrastes excessivos demonstrou que a maior parte dos valores de luminâncias encontra-se dentro das taxas de proporção recomendadas para ambientes de escritórios, em ambos os espaços. Os casos de contraste excessivo ocorrem predominantemente nas condições de céu encoberto, tanto no inverno, como no verão, diferentemente do esperado, verificando-se que a grande maioria se dá entre o fundo da área de trabalho e as luminâncias mais elevadas verificadas na área de tarefa na tela do computador e na bancada de trabalho.

Com relação à ocorrência de ofuscamentos, nas duas salas estudadas, as janelas e luminárias apresentam luminâncias excessivas, além do limite

recomendado, que podem acarretar em desconforto visual aos usuários, em praticamente todas as condições observadas.

5.2 Sobre o aproveitamento da luz natural

As conclusões sobre o aproveitamento da luz natural dizem respeito ao objetivo de investigar fatores que podem ser determinantes para o possível aproveitamento da iluminação natural nos espaços administrativos.

Neste sentido, o estudo demonstrou que a orientação solar das janelas, a proporção da área de abertura em relação à área do piso e a presença de aberturas em mais de uma orientação têm influência direta nos níveis de iluminação natural obtidos no interior dos espaços quando considerada apenas a luz natural.

A análise conjunta dos dados lumínicos e de comportamento e percepção do usuário, permitiu destacar alguns fatores, descritos a seguir, como determinantes para o (não) aproveitamento da luz natural no interior dos espaços.

A ocorrência de desconforto visual, ocasionada por brilhos e reflexos provenientes da iluminação natural através das janelas, especialmente nos dias de céu claro, em que há radiação solar direta, acarreta no fechamento das persianas para evitar ou reduzir o desconforto visual.

A pouca ou nenhuma interação do usuário com as persianas ao longo de todo o expediente, mantendo o dispositivo na mesma posição, sem levar em consideração as mudanças que ocorrem na posição do sol ao longo do dia em virtude da orientação solar das aberturas, faz com que as cortinas permaneçam fechadas mesmo em horários em que já não ocorre mais radiação direta, desprezando um incremento significativo da contribuição da luz natural para a iluminância do ambiente.

5.3 Sobre o comportamento e a percepção dos usuários

As conclusões sobre o comportamento e a percepção dos usuários estão relacionadas ao objetivo de identificar possíveis padrões de comportamento dos usuários que possam ser determinantes ao aproveitamento da luz natural nos espaços de trabalho.

As variáveis de comportamento e de percepção dizem respeito à forma habitual como os usuários se comportam e usam os elementos disponíveis nos espaços de trabalho, podendo condicionar o conforto visual e o aproveitamento da luz natural, onde, através das observações e das falas dos usuários, concluiu-se que existe uma relação evidente entre a sensação de desconforto e as atitudes de interação do usuário com o espaço físico, ou seja, o usuário age em busca de uma condição ambiente que não lhe perturbe visualmente, e encontrando esta condição tende a permanecer nela.

Observou-se que o sistema de iluminação artificial é acionado pelos usuários como forma de garantir os níveis de iluminância no ambiente, e desta forma permanece ligado durante todo o expediente.

O usuário pouco interage com as persianas ao longo do expediente de trabalho, porém observa-se que no inverno as persianas são posicionadas de forma mais aberta que no verão. Da mesma forma, na condição de céu encoberto permitem maior passagem de luz, que na condição de céu claro.

Com relação aos ajustes pessoais realizados pelos usuários, constatou-se que a maioria dos usuários que percebe a ocorrência de desconforto visual para a realização das suas tarefas, realiza alguma alteração na posição do computador, ou no próprio assento para a redução do incômodo.

De um modo geral, os usuários expõem suas preferências com relação à luminosidade do espaço de trabalho. Porém observa-se que acabam delegando a um outro não específico, ou ao coletivo, a responsabilidade pela configuração lumínica do ambiente, mesmo que não esteja de acordo com o que lhes parece a configuração ideal.

O desejo e a valorização pelo incremento do aproveitamento da luz natural manifestado pela maioria dos usuários, aparece como conflitante com a necessidade de fechamento das persianas para barrar a luminosidade excessiva e a ocorrência de brilhos, reflexos e ofuscamentos. Mesmo que o usuário expresse a valorização e a importância da luz natural no ambiente, a utilização efetiva esbarra na possibilidade de ocorrência de desconforto visual, e desta forma o usuário pouco interage com o sistema de controle da luz natural - as persianas.

5.4 Proposição de melhorias

Com base nas análises realizadas e dentro do objetivo proposto de sugerir melhorias que possibilitem o eficiente aproveitamento da luz natural, bem como melhora no conforto visual e desempenho energético da edificação, são feitas recomendações a serem implementadas nas salas objetos de estudo.

1. A adequação dos dispositivos internos de controle de luz, de forma que se possa conciliar melhor o controle de brilhos e reflexos e o aproveitamento da luz natural. Propõe-se a divisão da área da janela em panos de cortinas menores que possibilitem um controle mais específico das áreas em que ocorre a radiação indesejada, deixando livre as áreas que não interferem no desconforto e podem contribuir com a iluminação natural. Também sugere-se o uso de persianas rolo com telas translúcidas e claras que filtram a radiação direta e permitem permeabilidade visual com o exterior.
2. A redistribuição das luminárias em circuitos menores, zoneando-se o controle de acendimento de acordo com os valores de iluminância de luz natural encontrados nos ambientes, considerando as faixas de até 3m, de 3 a 5,5m, e maior que 5,5m, de distância, paralelas às janelas, de maneira a possibilitar uma configuração lumínica um pouco mais individualizada e adequada às diferentes necessidades dos usuários e do ambiente, contribuindo-se, assim, tanto para a economia de energia, como para a satisfação do conforto do usuário.
3. A substituição das lâmpadas existentes (T8) por modelos mais eficientes (T5).
4. A utilização de cores mais claras no ambiente, sobretudo nas paredes, aumentando a refletância das superfícies e consequentemente a claridade do ambiente.
5. A diminuição das áreas de envidraçados nas divisórias, substituindo-se por superfícies opacas, de forma a minimizar a incidência de brilhos e reflexos nestas superfícies, e aumentar a refletância da luz para o ambiente.
6. A reorganização do *layout* das bancadas de forma que os monitores não fiquem posicionados de frente ou de costas para as janelas.
7. A realização de campanhas de conscientização junto aos usuários, evidenciando-se a importância da luz natural tanto nos aspectos de saúde e bem estar do corpo humano, como na economia de energia da edificação, engajando-os

no compromisso de maior interação e manuseio adequado dos elementos de controle lumínico dos espaços, para o efetivo aproveitamento da luz natural.

5.5 Limitações da pesquisa

Dentre as limitações encontradas no desenvolvimento da pesquisa, destaca-se:

- a impossibilidade de realizar as medições das variáveis lumínicas de forma simultânea;
- a falta de um procedimento reconhecido e padronizado para captura de dados de iluminância externa em dia de céu claro. Os dados obtidos nos levantamentos desta pesquisa acabaram sendo descartados tendo em vista os valores discrepantes obtidos;
- a impossibilidade de se realizar as entrevistas de percepção de forma simultânea à obtenção dos dados lumínicos;
- a limitação dos dados de luminância que foram obtidos para um único horário em cada dia analisado;
- a vulnerabilidade do cronograma das medições tendo em vista às mudanças nas condições climáticas;
- a dificuldade metodológica em processar e cruzar as informações das diversas variáveis trabalhadas - físicas, lumínicas, comportamentais e perceptivas, bem como de representação dos resultados;
- a impossibilidade de generalizações dos resultados obtidos, tendo em vista a impossibilidade de se realizar testes de significância estatística devido ao reduzido número da amostra.

5.6 Sugestões para trabalhos futuros

Com base no estudo realizado, são indicadas a seguir algumas sugestões para a continuidade da pesquisa:

- a partir do processo de conscientização dos usuários quanto ao aproveitamento da luz natural nos espaços, realizar um estudo do impacto das mudanças de atitudes para as condições lumínicas do ambiente, satisfação dos usuários e economia de energia;

- verificar o potencial de economia de energia a partir da possível implementação das diferentes melhorias sugeridas aos ambientes;
- realizar análise das condições lumínicas dos ambientes através de simulação computacional;
- realizar pesquisa qualitativa, com o uso de questionários, em uma grande amostra de usuários de espaços administrativos da universidade, para que se possa estabelecer correlações entre os dados de percepção frente às condições de luz natural e ofuscamento nos espaços de trabalho, e a orientação solar das aberturas, de modo que os resultados apresentem significância estatística.

Referências

ALVES, S. N. **A percepção visual como elemento de conforto na arquitetura hospitalar**. Dissertação (Mestrado em Arquitetura e Urbanismo) -Universidade Federal de Brasília, Brasília, 2011.

AMORIM, C. N. **Iluminação Natural e Eficiência Energética – Parte I. Estratégias de Projeto para uma Arquitetura Sustentável**. Brasília, Nov. 2002. Disponível em: http://www.rodrigomindlinloeb.arq.br/eficiencia_energetica.pdf. Acesso em: 10 jun. 2013.

AMORIM, C.N.D. Diagrama Morfológico parte I: instrumento de análise e projeto ambiental com uso de luz natural. **Paranoá** – Cadernos de Arquitetura e Urbanismo, nº3. Programa de Pesquisa e Pós Graduação, Universidade de Brasília, Brasília, 2007.

AMORIM, C. N.; et al. Caracterização e relações entre luz natural, qualidade ambiental e eficiência energética: estudo de caso do TJDF. In: ENCAC, 12, ELACAC, 7, Brasília. **Anais...** Brasília: [s.n.], 2013. p. 1539-1548.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS - ABNT. **NBR ISO/CIE 8995 - 1: Iluminação de ambientes de trabalho - Parte 1: Interior**. Rio de Janeiro, 2013.

_____. **NBR 15215 - 1: Iluminação natural – Parte 1: conceitos Básicos e Definições**. Rio de Janeiro, 2005a.

_____. **NBR 15215 - 2: Iluminação natural – Parte 2: Procedimentos de cálculo para a estimativa da disponibilidade de luz natural**. Rio de Janeiro, 2005b.

_____. **NBR 15215 - 3: Iluminação natural – Parte 3: Procedimento de cálculo para a determinação da iluminação natural em ambientes internos**. Rio de Janeiro, 2005c.

_____. **NBR 15215 - 4: Iluminação natural – Parte 4: Verificação experimental das condições de iluminação interna de edificações – Método de medição**. Rio de Janeiro, 2005d.

BAKER, N.; FANCHIOTTI, A.; STEEMERS, K. **Daylighting in Architecture - A European Reference Book**. London: James and James Editors, 1993.

BERNARDI, N.; KOWALTOWSKI, D. Avaliação da interferência comportamental do Usuário para a melhoria do conforto ambiental em Espaços escolares: Estudo de caso em Campinas - SP. In: ENCAC, 4, São Pedro. **Anais...** São Pedro: [s.n.], 2001.

BONI, V.; QUARESMA, S. J. Aprendendo a entrevistar: como fazer entrevistas em Ciências Sociais. **Em Tese**, v. 2, n. 1, p. 68-80, jan./jul. 2005. Disponível em: <http://www.emtese.ufsc.br/3_art5.pdf>. Acesso em: 16 jun. 2014.

BOYCE, P. et al. Lighting quality and office work: Two field simulation experiments. **Lighting Research and Technology**, [s.n.] v. 38., n. 3, p. 191-223, 2006. Disponível

em:<http://www.researchgate.net/publication/44061450_Lighting_quality_and_office_work_Two_field_simulation_experiments>. Acesso em: 26 set. 2013.

BOYCE, P. R. et al. **Lighting quality and office work: a field simulation study**. Richland: Pacific Northwest National Laboratory, 2003.

BRASIL. Ministerio do Trabalho e Emprego. **Norma Regulamentadora:NR-17: Ergonomia**. Brasília, 2007.

CARAM, R. M. et al. Estudo da refletância de diferentes cores de tinta considerando seus efeitos para iluminação natural. In: ENCAC, 6.;ELACAC, 3., 2001, São Pedro. **Anais...** São Pedro: [s.n.], 2001.

EMBRAPA/ETB – Campus UFPEL. **Normais Climatológicas**. Disponível em: <<http://agromet.cpact.embrapa.br/estacao/normais.html>>. Acesso em 27 ago.2014.

ELETROBRAS **Relatório de Avaliação do Mercado de Eficiência Energética no Brasil – Sumário Executivo**. Rio de Janeiro: ELETROBRAS; PROCEL, 2009.

GALASIU, A. D. et al. Energy saving lighting control systems for open-plan offices: a field study. **Ingineria Iluminatului**. [s.n.], v. **11**, n. 2, p. 15-38, 2009. Disponível em: <<http://journal.florinrpop.ro/24-2009-2.pdf>>. Acesso em 03 fev.2015.

GARROCHO, J. **Luz Natural e Projeto De Arquitetura: Estratégias para Iluminação Zenital em Centros de Compras**. Dissertação (Mestrado em Arquitetura e Urbanismo) - Universidade Federal de Brasília, Brasília, 2005.

GHISI, E. **Desenvolvimento de uma metodologia para retrofit em sistemas de iluminação: estudo de caso na Universidade Federal de Santa Catarina**. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) - Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 1997.

GONÇALVES, J. C. S.; VIANNA; N. S.; MOURA, N. C. S. **Iluminação Natural e Artificial**. Guia Procel Edifica Iluminação. Rio de Janeiro, 2011.

HAGUETTE, T. M. F. **Metodologias qualitativas na Sociologia**. 5. ed. Petrópolis: Vozes, 1997.

HOPKINSON, R. G.; PETHERBRIDGE, P.; LONGMORE, J. **Iluminacao Natural**. Lisboa: Fundacao Galouste Gulbenkian, 1975.

IESNA - ILLUMINATING ENGINEERING SOCIETY OF NORTH AMERICA. **The Lighting Handbook Reference & Application**. 9.ed. New York: Illuminating Engineering Society of North America, 2000.

INMETRO - INSTITUTO NACIONAL DE METROLOGIA, NORMALIZAÇÃO E QUALIDADE INDUSTRIAL. **Requisitos Técnicos da Qualidade para o Nível de Eficiência Energética de Edifícios Comerciais, de Serviços e Públicos, RTQ-C**. Eletrobrás. Rio de Janeiro, 2010.

_____. **Manual de Aplicação dos Requisitos Técnicos da Qualidade – RTQ-C e Regulamento de Avaliação da Conformidade RAC-C.** Eletrobrás, 2013.

KONIS, K. **Effective Daylighting: Evaluating Daylighting Performance in the San Francisco Federal Building from the Perspective of Building Occupants.** PhD Dissertation (Doctor of Philosophy in Architecture) - University of California, Berkeley, 2011.

_____. Evaluating daylighting effectiveness and occupant visual comfort in a side-lit open-plan office building in San Francisco, California. **Building and Environment**, V. 59, p. 662 - 677. Jan., 2013. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1016/j.buildenv.2012.09.017>>. Acesso em: 16 jun. 2014.

LAKATOS, E.; MARCONI, M. A. **Técnicas de pesquisa.** 3. ed. São Paulo: Editora Atlas, 1996.

LAMBERTS, R.; DUTRA, L.; PEREIRA, F. O. R. **Eficiência Energética na Arquitetura.** 3. ed. Rio de Janeiro: Eletrobrás/Procel, 2014.

LECHNER, N. Iluminacion - Conceptos generales. **Tectônica 24 - Artificial Iluminacion (I).** Madrid: ATC Ediciones, 2007.

LEITE, L; FERNANDES, J. O desempenho da iluminação natural e artificial de ministério em Brasília: diretrizes e recomendações para o conforto visual do usuário e otimização energética. In: ENCAC, 12, ELACAC, 7, Brasília. **Anais...** Brasília: [s.n.], 2013. p. 1529-1538.

LIMA, M. R. C. **Percepção Visual Aplicada à Arquitetura e à Iluminação.** Rio de Janeiro: Editora Ciência Moderna Ltda., 2010.

LIMA, D.; SILVEIRA, A.L. Análise da iluminação natural em salas de aula da universidade federal do Piauí. In: ENCAC, 12, ELACAC, 7, 2013, Brasília. **Anais...** Brasília: [s.n.], 2013. p. 1500-1508.

MANSILHA, R. **Análise da disponibilidade de iluminação natural e artificial em salas de aula de instituição de ensino superior.** Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) - Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2013.

MARTAU, B. **A luz além da visão: iluminação e sua relação com a saúde e bem-estar de funcionárias de lojas de rua e shopping centers em Porto Alegre.** Campinas, 2009. Tese (Doutorado em Engenharia Civil) - Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2009.

MATOS, M. et al. Análise de diferentes métodos de avaliação do aproveitamento da luz natural. In: ENCAC, 9., 2007, Ouro Preto. **Anais...** Ouro Preto: [s.n.], 2007. p.1163-1172.

MORAES, L. **Estudo comparativo de sistemas de iluminação artificial com diferentes luminárias considerando a disponibilidade de luz natural.**

Dissertação (Mestrado em Arquitetura e Urbanismo) - Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2012.

NISSOLA, L. J. **A influência da luz natural na probabilidade de ocorrência de ofuscamento em ambientes com terminais de vídeo** - um estudo de caso. Dissertação (Programa de Pós-Graduação em Arquitetura) - Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2005.

NOGUCHI, M. Y. **Análise das condições de iluminação em edificação de escritórios**: um estudo de caso no paço municipal de Maringá – PR. 2003. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil)-Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2003.

ORNSTEIN, S.W. **Ambiente Construído e Comportamento**: Avaliação Pós Ocupação e qualidade ambiental. São Paulo: Studio Nobel, 1995.

OSTERHAUS, W. K.; Discomfort glare assessment and prevention for daylight applications in office environments. **Solar Energy**. Elsevier, v. 79, p.140-158, 2005.

PAIS, A. **Condições de Iluminação em Ambiente de Escritório**: Influência no conforto visual. Dissertação (Mestrado em Ergonomia na Segurança no Trabalho) - Universidade Técnica de Lisboa, Lisboa, 2011.

PEREIRA F. O. R. **Conforto Ambiental: Iluminação**. Florianópolis. Curso de Pós-Graduação em Arquitetura e Urbanismo e em Construção Civil. Universidade Federal de Santa Catarina. Apostila de Conforto Ambiental. 2007.

PEREIRA, F. O. R.; SOUZA, M. B. de. **Iluminação**. Florianópolis. Curso de Pós-Graduação em Arquitetura e Urbanismo e em Construção Civil. Universidade Federal de Santa Catarina. Apostila de Conforto Ambiental. 2005.

PILOTTO NETO, E. **Cor e Iluminação nos Ambientes de Trabalho**. São Paulo: Livraria Ciência e Tecnologia Editora, 1980.

POLIDORI, M. C. L. **Fatias do tempo**: análise de fluxos em áreas de riscos e vulnerabilidades socioambientais urbanos por meio da técnica de fotografia sequencial. Dissertação (Mestrado em Meio Ambiente e Desenvolvimento) - Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2012.

REINGHANTZ, P. et al. **Observando a qualidade do lugar**: procedimentos para avaliação pós-ocupação. Rio de Janeiro: Proarq, 2009.

RITTER, V. M. **Avaliação das condições de conforto térmico, lumínico e acústico no ambiente escolar, no período de inverno**: O Caso do Câmpus Pelotas Visconde da Graça. Dissertação (Mestrado em Arquitetura e Urbanismo) - Universidade Federal de Pelotas, Pelotas, 2013.

ROBBINS, C. L. **Daylighting, design and analysis**. Nova York: Nostrand Reinhold Company, 1986.

ROMÉRO, M.A; ORNSTEIN, S.W. **Avaliação Pós Ocupação: Métodos e técnicas** Aplicados à Habitação Social. Porto Alegre: Antac, 2003.

SANTOS, C. M. L. **O Projeto de Iluminação para Edifícios de Escritórios:** Influência das Variáveis Arquitetônicas no Comportamento da Luz Natural e Conforto Visual. Dissertação (Mestrado em Ciências em Arquitetura) - Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2007.

SCARAZZATO, P. S.; LABAKI, L. C.; CARAM, R. Iluminação natural em estabelecimentos comerciais e de serviços - mitos e verdades. In: NUTAU, 9., 2002, São Paulo. **Anais...** São Paulo: USP, 2002. p.716-720.

SOMMER, R.; SOMMER, B. **A practical Guide to Behavioral research tools and techniques**. 5. ed. New York: Oxford University Press, Inc., 2002.

SOUZA, A. P. A.de. **Uso da energia em edifícios:** estudo de caso de escolas municipais e estaduais de Itabira, Minas Gerais. Dissertação (Mestrado em Tecnologia) - Centro Federal de Educação Tecnológica de Minas Gerais. Belo Horizonte, 2005.

SOUZA, R.V.G. Luz natural no projeto arquitetônico. **Revista Lume**, São Paulo, ed. 31, p. 72-77, 2008.

TOLEDO, B. G. **Integração de iluminação natural e artificial:** métodos e guia prático para projeto luminotécnico. 2008. Dissertação (Mestrado em Arquitetura e Urbanismo)-Universidade de Brasília, Brasília, 2008.

VEITCH, J. A. et al. Lighting appraisal, well-being, and performance in open-plan offices: A linked mechanisms approach. **Lighting Research and Technology**, [S.I.], v. 40, p. 133-151, 2008.

VEITCH, J. A. Psychological processes influencing lighting quality. **Journal of the Illuminating Engineering Society**, [S.I.], v.30, n. 1, p. 124-140, 2001. Disponível em:<<http://citeseerx.ist.psu.edu/viewdoc/download?doi=10.1.1.114.307&rep=rep1&type=pdf>>. Acesso em: 30 jun. 2014.

VEITCH, J.; NEWSHAM, G. A. Preferred luminous conditions in open-plan offices: Research and practice recommendations. **Lighting Research and Technology**, [S.I.], v. 32, n. 4., p. 199-212, 2000.

VELDS, M. User acceptance studies to evaluate discomfort glare in daylight rooms. **Solar Energy**. Elsevier, v. 73, n.2, p. 95-103, 2002.

WHYTE, W. **The social life of small urban spaces**. 10. ed. New York: Project for Public Spaces, 2001.

Apêndices

Apêndice A - Planilhas com dados de iluminância nas bancadas de trabalho.

EA 01							
Data:		24/06/2014			Tipo de céu: encoberto		
ICE/LN		Iluminação Natural (lux)					
		08:00h	10:00h	12:00h	14:00h	16:00h	18:00h
1	a	6	20	17	8	1	0
	b	9	27	28	12	1	0
	c	10	27	25	11	2	0
média		8	25	23	10	1	0
2	a	9	13	22	13	12	0
	b	10	18	22	11	4	0
	c	10	29	26	8	3	0
média		10	20	23	11	6	0
3	a	13	36	32	14	2	0
	b	10	40	34	13	2	0
	c	14	43	37	12	3	0
média		12	40	34	13	2	0
4	a	11	36	32	10	2	0
	b	10	28	26	11	2	0
média		11	32	29	11	2	0
5	a	43	120	94	35	8	0
	b	22	132	106	37	10	0
	c	40	129	107	59	6	0
média		35	127	102	44	8	0
6	a	81	216	157	105	18	0
	b	95	267	202	121	26	0
	c	150	317	233	166	32	0
média		109	267	197	131	25	0
7	a	35	112	98	48	12	0
	b	33	106	98	37	9	0
	c	61	137	130	69	14	0
média		43	118	109	51	12	0
8	a	70	190	110	94	13	0
	b	116	248	145	117	30	0
	c	140	351	219	151	43	0
média		109	263	158	121	29	0
média geral		43	114	86	50	11	0

EA 01							
Data: 24/06/2014				Tipo de céu: encoberto			
ICE/IU		Iluminação Natural + Artificial (lux)					
		08:00h	10:00h	12:00h	14:00h	16:00h	18:00h
1	a	133	144	164	164	234	224
	b	262	222	284	264	278	271
	c	241	180	256	268	250	245
média		212	182	235	232	254	247
2	a	214	140	228	209	286	275
	b	297	182	329	324	346	346
	c	297	185	304	301	320	314
média		269	169	287	278	317	312
3	a	225	188	241	242	248	217
	b	221	150	242	241	225	245
	c	281	209	289	281	288	285
média		242	182	257	255	254	249
4	a	265	269	346	291	338	232
	b	278	237	310	254	273	295
média		272	253	328	273	306	264
5	a	316	356	348	378	369	341
	b	343	379	381	412	363	343
	c	367	380	367	422	314	320
média		342	372	365	404	349	335
6	a	331	331	458	405	322	317
	b	392	404	493	456	422	385
	c	354	361	461	485	337	340
média		359	365	471	449	360	347
7	a	298	338	363	371	329	323
	b	400	377	385	382	385	368
	c	440	426	458	470	421	417
média		379	380	402	408	378	369
8	a	265	240	289	297	238	229
	b	343	343	320	353	311	305
	c	251	296	278	296	282	277
média		286	293	296	315	277	270
média geral		296	276	330	329	312	301

EA 01							
Data: 02/07/2014				Tipo de céu: claro			
ICC/LN		Iluminação Natural (lux)					
		08:00h	10:00h	12:00h	14:00h	16:00h	18:00h
1	a	4	71	70	57	35	0
	b	8	94	83	75	71	0
	c	9	109	71	91	62	0
média		7	91	75	74	56	0
2	a	7	59	49	48	44	0
	b	7	117	81	63	56	0
	c	11	83	91	77	45	0
média		8	86	74	63	48	0
3	a	12	119	55	71	74	0
	b	14	139	89	74	68	0
	c	14	155	92	69	68	0
média		13	138	79	71	70	0
4	a	3	72	35	32	18	0
	b	7	49	27	38	21	0
média		5	61	31	35	20	0
5	a	39	403	197	90	92	0
	b	37	484	183	98	67	0
	c	36	625	184	119	89	0
média		37	504	188	102	83	0
6	a	72	1142	259	135	105	0
	b	83	1018	288	212	136	0
	c	108	1179	280	236	137	0
média		88	1113	276	194	126	0
7	a	25	410	164	105	117	0
	b	29	375	139	163	70	0
	c	38	654	218	181	122	0
média		31	480	174	150	103	0
8	a	85	596	195	243	174	0
	b	104	782	287	275	186	0
	c	106	1460	258	280	153	0
média		98	946	247	266	171	0
média geral		37	443	148	123	87	0

	Iluminância $\geq 500\text{lux}$
--	----------------------------------

EA 01							
Data: 02/07/2014				Tipo de céu: claro			
ICC/IU		Iluminação Natural + Artificial (lux)					
		08:00h	10:00h	12:00h	14:00h	16:00h	18:00h
1	a	141	164	289	282	258	243
	b	205	210	298	278	293	270
	c	250	322	349	232	303	255
média		199	232	312	264	285	283
2	a	236	243	343	332	357	283
	b	303	296	391	383	395	358
	c	312	342	375	363	379	334
média		284	294	370	359	377	261
3	a	243	213	316	318	324	211
	b	250	257	243	322	323	261
	c	304	346	384	373	367	303
média		266	272	314	338	338	345
4	a	298	299	278	262	272	254
	b	311	360	338	308	311	308
média		305	330	308	285	292	324
5	a	384	755	573	491	432	345
	b	404	754	554	489	432	353
	c	424	926	590	511	476	333
média		404	812	572	497	447	384
6	a	406	1145	648	494	454	324
	b	487	1169	780	583	549	409
	c	447	1216	763	522	512	354
média		447	1177	730	533	505	284
7	a	373	690	505	501	453	326
	b	419	585	557	505	486	384
	c	470	787	678	594	581	432
média		421	687	580	533	507	381
8	a	392	1584	511	554	480	273
	b	437	1214	613	579	526	315
	c	400	1745	687	552	518	284
média		410	1514	604	562	508	291
média geral		343	679	481	427	412	314

	Iluminância $\geq 500\text{lux}$
--	----------------------------------

EA 01							
Data: 12/12/2014				Tipo de céu: encoberto			
VCE/LN		Iluminação Natural (lux)					
		08:00h	10:00h	12:00h	14:00h	16:00h	18:00h
1	a	68	128	74	24	31	20
	b	53	131	75	40	36	31
	c	37	129	52	42	41	26
média		53	129	67	35	36	26
2	a	19	114	34	41	26	14
	b	58	178	61	48	48	41
	c	42	106	32	57	48	39
média		40	133	42	49	41	31
3	a	36	146	62	61	52	19
	b	23	74	30	36	24	15
	c	47	232	80	79	53	31
média		35	151	57	59	43	22
4	a	17	103	39	41	14	9
	b	19	92	25	45	13	8
média		18	98	32	43	14	9
5	a	109	450	158	140	87	47
	b	84	417	135	130	69	48
	c	106	491	160	161	79	51
média		100	453	151	144	78	49
6	a	246	850	349	224	141	80
	b	227	1315	322	239	162	100
	c	218	1357	410	260	168	106
média		230	1174	360	241	157	95
7	a	48	393	157	129	46	20
	b	89	415	153	134	98	41
	c	95	541	210	184	89	42
média		77	450	173	149	78	34
8	a	174	875	233	200	118	75
	b	257	1742	375	270	141	109
	c	263	1845	404	282	207	101
média		231	1487	337	251	155	95
média geral		102	527	158	125	78	47

	Iluminância $\geq 500\text{lux}$
--	----------------------------------

EA 01							
Data: 12/12/2014				Tipo de céu: encoberto			
VCE/IU		Iluminação Natural + Artificial (lux)					
		08:00h	10:00h	12:00h	14:00h	16:00h	18:00h
1	a	237	215	248	191	160	120
	b	287	318	317	270	298	276
	c	259	293	283	271	294	234
média		261	275	283	244	251	210
2	a	265	267	282	267	268	267
	b	335	338	343	339	357	332
	c	316	318	306	304	334	315
média		305	308	310	303	320	305
3	a	226	227	267	257	278	222
	b	191	229	201	196	215	190
	c	295	355	348	324	326	293
média		237	270	272	259	273	235
4	a	246	234	233	295	218	122
	b	304	333	288	331	340	244
média		275	284	261	313	279	183
5	a	400	621	511	515	581	367
	b	381	621	466	483	481	367
	c	344	601	442	472	464	304
média		375	614	473	490	509	346
6	a	323	974	584	701	669	307
	b	476	977	751	806	711	416
	c	439	988	761	834	747	370
média		413	980	699	780	709	364
7	a	348	468	405	436	461	332
	b	422	513	453	478	483	370
	c	366	507	532	489	484	359
média		379	496	463	468	476	354
8	a	305	500	458	488	469	343
	b	321	986	664	654	651	316
	c	310	929	609	637	628	317
média		312	805	577	593	583	325
média geral		322	514	424	436	431	295

	Iluminância $\geq 500\text{lux}$
--	----------------------------------

EA 01							
Data: 19/12/2014				Tipo de céu: claro			
VCC/LN		Iluminação Natural (lux)					
		08:00h	10:00h	12:00h	14:00h	16:00h	18:00h
1	a	134	136	79	78	64	52
	b	215	140	78	58	56	48
	c	175	134	59	43	50	32
média		175	137	72	60	57	44
2	a	152	135	51	52	40	34
	b	208	186	95	101	64	50
	c	157	119	57	58	50	40
média		172	147	68	70	51	41
3	a	278	169	90	78	59	51
	b	213	95	50	36	26	19
	c	398	238	100	98	62	54
média		296	167	80	71	49	41
4	a	199	166	53	52	34	20
	b	216	149	56	53	39	24
média		208	158	55	53	37	22
5	a	579	521	204	278	107	92
	b	556	520	164	317	89	79
	c	726	764	212	319	113	109
média		620	602	193	305	103	93
6	a	586	1218	387	517	172	105
	b	1060	1411	365	671	164	148
	c	1348	1630	444	673	205	146
média		998	1420	399	620	180	133
7	a	513	485	189	213	118	83
	b	969	540	172	249	109	85
	c	1284	675	250	278	136	122
média		922	567	204	247	121	97
8	a	631	1110	282	512	136	80
	b	1280	1918	410	721	233	111
	c	1950	2374	475	772	228	157
média		1287	1801	389	668	199	116
média geral		601	645	188	271	102	76

	Iluminância $\geq 500\text{lux}$
--	----------------------------------

EA 01							
Data: 19/12/2014				Tipo de céu: claro			
VCC/IU		Iluminação Natural + Artificial (lux)					
		08:00h	10:00h	12:00h	14:00h	16:00h	18:00h
1	a	219	232	200	134	146	134
	b	294	343	274	238	255	222
	c	328	317	237	267	260	241
média		280	297	237	213	220	199
2	a	306	332	277	287	268	268
	b	375	411	365	331	319	304
	c	350	395	318	329	300	303
média		344	379	320	316	296	292
3	a	264	255	278	245	248	249
	b	171	241	221	183	194	196
	c	342	342	373	328	321	323
média		259	279	291	252	254	256
4	a	675	354	232	158	271	164
	b	388	368	327	328	288	292
média		532	361	280	243	280	228
5	a	595	728	477	467	457	379
	b	662	712	477	477	448	414
	c	715	752	579	552	525	414
média		657	731	511	499	477	402
6	a	692	952	554	557	545	317
	b	1034	1522	742	560	547	487
	c	1957	2227	766	552	504	408
média		1228	1567	687	556	532	404
7	a	570	491	357	392	300	355
	b	669	524	426	431	443	415
	c	920	656	515	445	412	398
média		720	557	433	423	385	389
8	a	652	583	395	398	339	324
	b	1006	956	643	551	517	384
	c	1008	956	648	527	574	454
média		889	832	562	492	477	387
média geral		617	637	421	380	369	324

	Iluminância $\geq 500\text{lux}$
--	----------------------------------

EA 02							
Data:		24/06/2014			Tipo de céu: encoberto		
ICE/LN		Iluminação Natural (lux)					
		08:00h	10:00h	12:00h	14:00h	16:00h	18:00h
1	a	31	77	87	37	9	0
	b	44	91	79	42	12	0
	c	69	179	136	78	21	0
média		48	116	101	52	14	0
2	a	57	99	70	52	10	0
	b	51	98	67	55	11	0
	c	35	114	78	56	9	0
média		48	104	72	54	10	0
3	a	88	183	117	94	22	0
	b	63	98	83	62	14	0
	c	47	81	60	57	12	0
média		66	121	87	71	16	0
4	a	280	589	323	245	59	0
	b	191	501	313	250	54	0
	c	236	545	311	275	59	0
média		236	545	316	257	57	0
5	a	223	552	356	231	52	0
	b	161	382	256	174	42	0
	c	105	237	178	108	33	0
média		163	390	263	171	42	0
6	a	162	436	261	231	52	0
	b	101	258	177	129	30	0
	c	98	202	157	110	28	0
média		120	299	198	157	37	0
7	a	243	469	344	202	56	0
	b	154	329	258	149	35	0
	c	106	233	229	105	29	0
média		168	344	277	152	40	0
8	a	68	128	98	50	12	0
	b	57	92	77	42	11	0
	c	29	83	63	35	9	0
média		51	101	79	42	11	0
9	a	14	31	28	11	4	0
	b	32	64	58	30	9	0
	c	22	47	39	27	9	0
média		23	47	42	23	7	0
10	a	63	114	108	68	16	0
	b	42	67	78	38	10	0
	c	34	55	68	27	9	0
média		46	79	85	44	12	0
11	a	24	49	44	25	5	0
	b	24	48	49	28	7	0
	c	18	22	29	23	11	0
média		22	40	41	25	8	0
média geral		90	199	142	95	23	0

Iluminância $\geq 500\text{lux}$

EA 02							
Data:		24/06/2014			Tipo de céu: encoberto		
ICE/IU		Iluminação Natural + Artificial (lux) - CONFIG. USUARIO					
		08:00h	10:00h	12:00h	14:00h	16:00h	18:00h
1	a	217	263	297	298	264	252
	b	288	340	357	337	285	271
	c	297	402	410	355	282	255
média		267	335	355	330	277	171
2	a	202	261	266	245	174	171
	b	251	299	311	283	229	221
	c	221	278	272	277	229	219
média		225	279	283	268	211	236
3	a	263	432	430	371	322	292
	b	276	343	333	323	245	236
	c	221	246	255	259	188	186
média		253	340	339	318	252	264
4	a	482	700	665	569	364	314
	b	402	604	591	545	350	306
	c	344	511	479	472	301	264
média		409	605	578	529	338	213
5	a	496	793	700	623	384	330
	b	450	672	581	529	363	318
	c	357	454	413	369	273	268
média		434	640	565	507	340	169
6	a	324	504	444	426	237	213
	b	295	474	423	409	283	225
	c	250	452	419	364	316	298
média		290	477	429	400	279	175
7	a	112	280	309	255	139	102
	b	196	363	345	299	175	169
	c	154	280	287	221	146	126
média		154	308	314	258	153	312
8	a	242	283	295	286	236	221
	b	218	266	235	243	223	212
	c	158	270	195	211	186	175
média		206	273	242	247	215	339
9	a	213	217	229	221	221	221
	b	295	333	336	345	297	265
	c	292	311	336	317	298	281
média		267	287	300	294	272	256
10	a	322	402	384	403	353	312
	b	315	363	324	351	322	267
	c	320	323	350	360	330	316
média		319	363	353	371	335	298
11	a	373	405	431	400	384	360
	b	356	351	403	396	365	339
	c	298	300	316	338	332	318
média		342	352	383	378	360	339
média geral		288	387	376	355	276	252

	Iluminância $\geq 500\text{lux}$
--	----------------------------------

EA 02							
Data: 02/07/2014				Tipo de céu: claro			
ICC/LN		Iluminação Natural (lux)					
		08:00h	10:00h	12:00h	14:00h	16:00h	18:00h
1	a	23	268	329	279	80	0
	b	29	382	355	317	83	0
	c	57	477	437	279	127	0
média		36	376	374	292	97	0
2	a	45	764	697	422	113	0
	b	39	806	708	469	105	0
	c	39	712	601	394	102	0
média		41	761	669	428	107	0
3	a	48	990	1043	769	173	0
	b	47	845	893	609	111	0
	c	70	895	751	504	131	0
média		55	910	896	627	138	0
4	a	185	2160	1893	1042	200	0
	b	185	2700	2320	1036	314	0
	c	199	3200	2190	935	294	0
média		190	2687	2134	1004	269	0
5	a	194	2280	2200	1620	298	0
	b	152	1038	2270	1887	279	0
	c	80	625	922	996	169	0
média		142	1314	1797	1501	249	0
6	a	183	2500	1570	1281	182	0
	b	95	1354	1475	1309	119	0
	c	85	1301	1023	932	135	0
média		121	1718	1356	1174	145	0
7	a	251	1510	2470	2890	328	0
	b	123	1830	1890	1623	227	0
	c	100	1285	2040	1982	240	0
média		158	1542	2133	2165	265	0
8	a	58	873	987	1400	142	0
	b	45	566	723	877	109	0
	c	42	581	685	895	105	0
média		48	673	798	1057	119	0
9	a	14	207	212	213	39	0
	b	25	251	404	414	58	0
	c	23	339	386	460	63	0
média		21	266	334	362	53	0
10	a	58	1055	920	797	109	0
	b	43	703	701	658	94	0
	c	43	718	648	505	85	0
média		48	825	756	653	96	0
11	a	24	485	465	168	52	0
	b	28	419	428	200	73	0
	c	13	276	287	104	41	0
média		22	393	393	157	55	0
média geral		80	1042	1058	857	145	0

	Iluminância $\geq 500\text{lux}$
--	----------------------------------

EA 02							
Data: 02/07/2014				Tipo de céu: claro			
ICC/IU		Iluminação Natural + Artificial (lux) - CONFIG. USUARIO					
		08:00h	10:00h	12:00h	14:00h	16:00h	18:00h
1	a	201	466	458	531	232	222
	b	301	552	593	606	239	237
	c	312	645	598	703	350	232
média		271	554	550	613	274	176
2	a	334	730	774	538	235	176
	b	360	750	816	593	293	210
	c	278	685	711	403	173	174
média		324	722	767	511	234	238
3	a	339	795	897	901	395	290
	b	281	850	800	701	307	238
	c	272	1050	755	527	267	174
média		297	898	817	710	323	240
4	a	340	1613	1555	1352	544	311
	b	375	1577	2360	1400	562	292
	c	342	2370	1699	955	542	240
média		352	1853	1871	1236	549	210
5	a	384	1950	1694	1617	565	329
	b	360	1427	1334	1304	520	309
	c	311	996	872	581	340	284
média		352	1458	1300	1167	475	149
6	a	296	1013	789	796	404	210
	b	240	965	879	700	355	219
	c	224	910	692	735	335	282
média		253	963	787	744	365	182
7	a	104	1093	873	852	202	100
	b	164	893	906	747	317	149
	c	125	868	723	777	235	117
média		131	951	834	792	251	326
8	a	221	540	536	525	295	213
	b	197	461	452	427	268	216
	c	171	480	393	317	237	182
média		196	494	460	423	267	340
9	a	207	311	296	285	221	215
	b	296	444	375	404	318	278
	c	285	449	414	421	321	282
média		263	401	362	370	287	258
10	a	282	750	602	564	370	326
	b	312	687	582	518	371	284
	c	317	676	603	519	393	314
média		304	704	596	534	378	308
11	a	371	595	591	536	392	354
	b	314	489	482	475	410	340
	c	310	448	404	404	331	310
média		332	511	492	472	378	335
média geral		280	864	803	688	344	246

	Iluminância $\geq 500\text{lux}$
--	----------------------------------

EA 02							
Data: 12/12/2014				Tipo de céu: encoberto			
VCE/LN		Iluminação Natural (lux)					
		08:00h	10:00h	12:00h	14:00h	16:00h	18:00h
1	a	90	316	184	264	124	69
	b	110	413	215	309	115	58
	c	204	458	351	462	192	99
média		135	396	250	345	144	75
2	a	154	322	255	431	130	44
	b	146	412	250	392	116	44
	c	105	398	177	280	98	63
média		135	377	227	368	115	50
3	a	199	499	323	410	145	70
	b	151	437	259	353	138	55
	c	124	436	219	293	89	42
média		158	457	267	352	124	56
4	a	650	992	915	822	531	216
	b	627	948	837	822	546	208
	c	687	845	791	707	544	205
média		655	928	848	784	540	210
5	a	686	965	883	761	530	232
	b	484	779	670	618	499	161
	c	320	736	645	445	301	89
média		497	827	733	608	443	161
6	a	543	587	553	391	411	162
	b	346	511	505	427	351	115
	c	357	585	460	389	302	92
média		415	561	506	402	355	123
7	a	524	638	611	647	494	237
	b	511	617	552	547	357	152
	c	409	571	552	504	306	104
média		481	609	572	566	386	164
8	a	205	363	252	300	132	62
	b	161	336	142	261	77	54
	c	130	244	97	149	74	32
média		165	314	164	237	94	49
9	a	36	99	62	79	31	18
	b	55	166	85	85	65	37
	c	74	143	122	121	76	39
média		55	136	90	95	57	35
10	a	182	404	241	308	132	59
	b	125	325	158	238	92	42
	c	130	302	89	178	47	39
média		146	344	163	241	90	47
11	a	43	129	50	78	31	18
	b	64	158	76	118	54	27
	c	43	143	63	111	43	25
média		50	143	63	102	43	23
média geral		263	463	353	373	217	90

	Iluminância $\geq 500\text{lux}$
--	----------------------------------

EA 02							
Data:		12/12/2014			Tipo de céu: encoberto		
VCE/IU		Iluminação Natural + Artificial (lux) - CONFIG. USUARIO					
		08:00h	10:00h	12:00h	14:00h	16:00h	18:00h
1	a	238	362	311	336	420	271
	b	346	440	445	438	499	356
	c	330	437	452	467	583	346
média		305	413	403	414	501	324
2	a	383	509	513	541	583	346
	b	402	570	550	569	514	301
	c	301	494	464	480	419	386
média		362	524	509	530	505	344
3	a	343	516	480	540	540	352
	b	333	466	457	470	541	375
	c	317	471	465	487	527	348
média		331	484	467	499	536	358
4	a	356	648	813	790	909	365
	b	442	670	694	620	758	473
	c	358	540	720	677	815	422
média		385	619	742	696	827	420
5	a	487	768	750	781	720	445
	b	459	718	672	727	617	474
	c	358	540	547	502	503	324
média		435	675	656	670	613	414
6	a	309	489	453	425	460	358
	b	405	529	436	425	417	386
	c	413	592	493	470	439	392
média		376	537	461	440	439	379
7	a	426	399	472	426	557	365
	b	391	433	454	422	547	376
	c	383	442	395	409	519	371
média		400	425	440	419	541	371
8	a	399	431	416	417	420	397
	b	308	337	275	333	309	313
	c	229	177	167	174	171	151
média		312	315	286	308	300	287
9	a	233	215	218	238	224	225
	b	323	324	352	332	370	356
	c	343	367	348	350	362	337
média		300	302	306	307	319	306
10	a	413	479	443	452	429	411
	b	375	389	380	360	382	370
	c	346	421	370	378	342	344
média		378	430	398	397	384	375
11	a	406	439	416	420	390	386
	b	371	445	385	433	375	357
	c	392	370	397	378	396	359
média		390	418	399	410	387	367
média geral		361	467	461	463	487	359

	Iluminância $\geq 500\text{lux}$
--	----------------------------------

EA 02							
Data: 19/12/2014				Tipo de céu: claro			
VCC/LN		Iluminação Natural (lux)					
		08:00h	10:00h	12:00h	14:00h	16:00h	18:00h
1	a	221	403	201	283	697	90
	b	378	520	304	353	1260	118
	c	429	747	371	530	2312	168
média		343	557	292	389	1423	125
2	a	283	523	315	437	807	130
	b	369	598	346	400	798	115
	c	370	520	326	344	850	118
média		341	547	329	394	818	121
3	a	335	783	416	439	668	119
	b	284	624	311	430	540	116
	c	271	559	338	383	696	69
média		297	655	355	417	635	101
4	a	822	2004	1273	1630	2221	278
	b	777	1549	1174	1449	2980	344
	c	688	1581	1051	1648	3100	304
média		762	1711	1166	1576	2767	309
5	a	698	1656	1048	1691	1114	242
	b	637	1327	1099	1173	966	198
	c	504	977	831	931	778	146
média		613	1320	993	1265	953	195
6	a	576	1154	898	1216	426	201
	b	429	917	619	895	457	174
	c	430	932	627	807	460	122
média		478	1001	715	973	448	166
7	a	530	1867	1076	1791	531	304
	b	546	1345	725	1113	450	230
	c	511	1285	697	1001	379	152
média		529	1499	833	1302	453	229
8	a	296	644	357	430	322	129
	b	251	429	297	335	286	114
	c	219	328	251	176	168	65
média		255	467	302	314	259	103
9	a	106	143	126	106	128	45
	b	116	172	149	126	158	58
	c	189	225	197	181	218	88
média		137	180	157	138	168	64
10	a	325	670	382	404	333	130
	b	305	448	291	350	272	106
	c	312	336	286	209	170	104
média		314	485	320	321	258	113
11	a	128	164	174	190	250	50
	b	168	178	179	179	250	64
	c	172	130	191	169	254	44
média		156	157	181	179	251	53
média geral		384	780	513	661	767	143

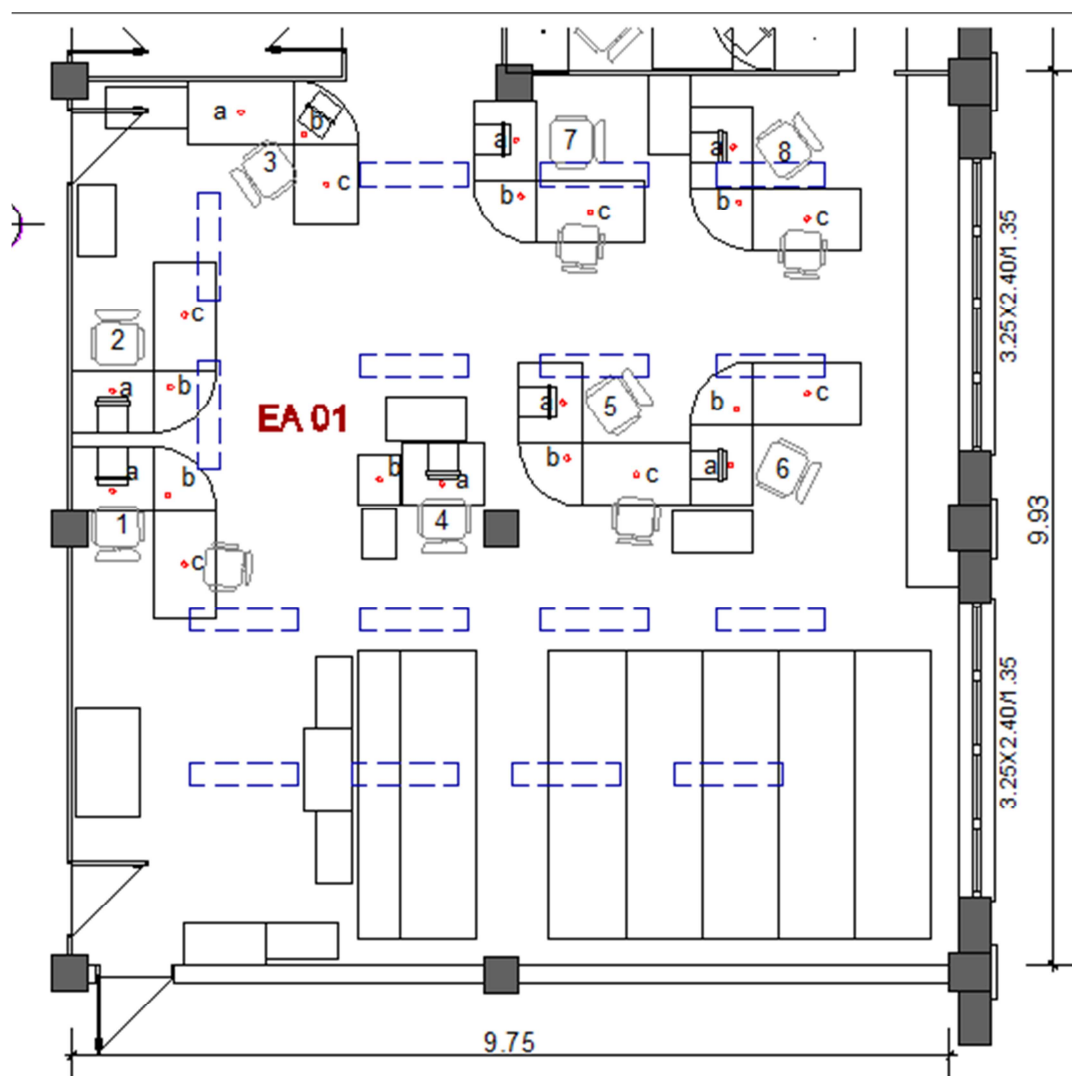
	Iluminância $\geq 500\text{lux}$
--	----------------------------------

EA 02							
Data: 19/12/2014				Tipo de céu: claro			
VCC/IU		Iluminação Natural + Artificial (lux) - CONFIG. USUARIO					
		08:00h	10:00h	12:00h	14:00h	16:00h	18:00h
1	a	304	378	373	390	420	319
	b	382	464	440	552	1048	404
	c	370	476	465	609	1660	404
média		352	439	426	517	1043	376
2	a	483	577	538	625	937	426
	b	482	610	533	634	955	454
	c	427	502	509	506	1006	363
média		464	563	527	588	966	414
3	a	489	748	503	540	719	348
	b	395	605	543	533	641	319
	c	457	522	503	527	827	360
média		447	625	510	533	729	342
4	a	513	1756	1099	1227	1051	514
	b	666	1442	1127	1248	1040	406
	c	505	1339	927	999	1285	424
média		561	1512	1051	1158	1125	448
5	a	656	1648	1277	1466	1060	551
	b	631	1305	1048	1303	884	495
	c	517	941	804	882	701	355
média		601	1298	1043	1217	882	467
6	a	530	503	509	620	547	445
	b	538	504	540	633	641	493
	c	534	500	534	606	656	429
média		534	502	528	620	615	456
7	a	576	512	552	674	641	467
	b	584	517	537	699	604	482
	c	512	452	565	522	532	423
média		557	494	551	632	592	457
8	a	510	429	479	530	538	458
	b	420	353	406	418	459	371
	c	369	276	319	284	322	283
média		433	353	401	411	440	371
9	a	263	245	253	259	292	222
	b	366	349	320	362	397	356
	c	409	382	390	418	444	367
média		346	325	321	346	378	315
10	a	554	524	494	533	583	478
	b	493	490	432	486	493	431
	c	457	489	437	450	411	376
média		501	501	454	490	496	428
11	a	483	457	460	497	540	432
	b	493	450	437	499	552	423
	c	430	442	422	453	543	398
média		469	450	440	483	545	418
média geral		479	642	568	636	710	408

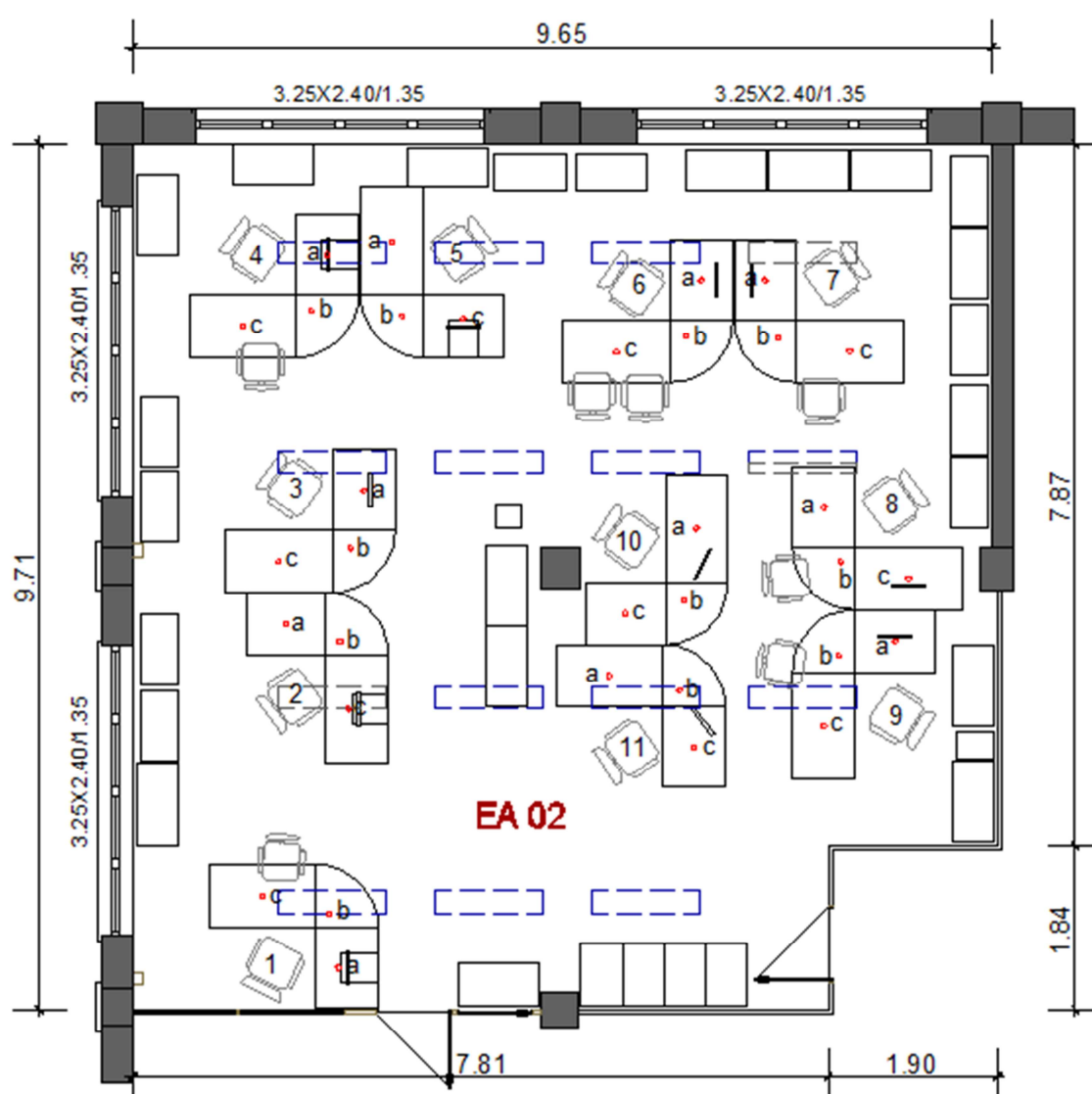
	Iluminância $\geq 500\text{lux}$
--	----------------------------------

Apêndice B - Planilha para coleta de dados de luminâncias

EA 01			OCUPANTE:				
Data:			Hora:				
Aparelho: Luminômetro			Tipo de céu:				
Responsável:							
POSIÇÃO:		h ponto	Luminâncias cd/m^2				
			A	B	C	D	E
1	tela do computador						
2	mesa (entorno area de trabalho)						
3	fundo área de trabalho (entorno computador)						
4	Janelas						
5	Luminárias						
6	superfícies muito brilhantes fora do campo visual:						
7							



EA 02				OCUPANTE:			
Data:				Hora:			
Aparelho: Luminâncímetro				Tipo de céu:			
Responsável:							
POSIÇÃO:		h ponto	Luminâncias cd/m²				
			A	B	C	D	E
1	tela do computador						
2	mesa (entorno area de trabalho)						
3	fundo área de trabalho (entorno computador)						
4	Janelas						
5	Luminárias						
6	superfícies muito brilhantes fora do campo visual:						
7							

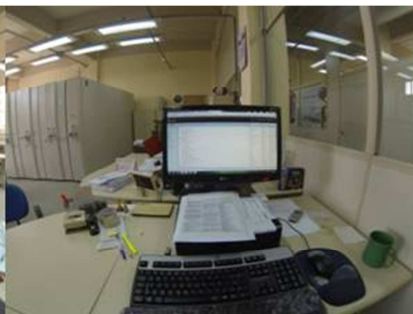


Apêndice C - Fotos da área visual de tarefa nas bancadas de trabalho (fotos tiradas pelos usuários no mo momento da realização da entrevista)

EA 01



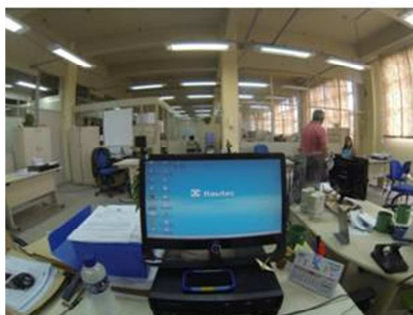
P1



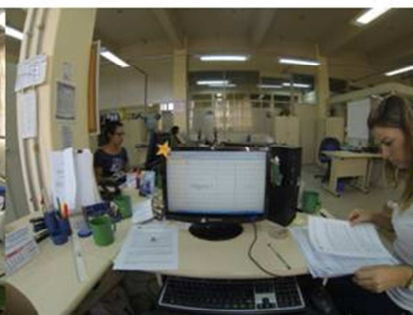
P2



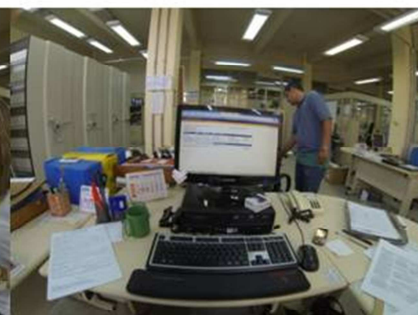
P3



P4



P5



P6

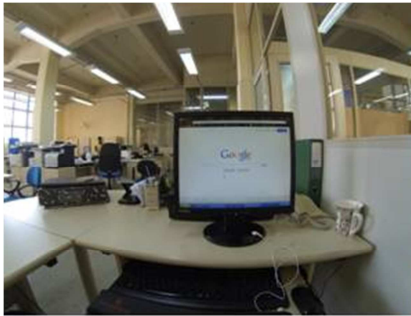


P7

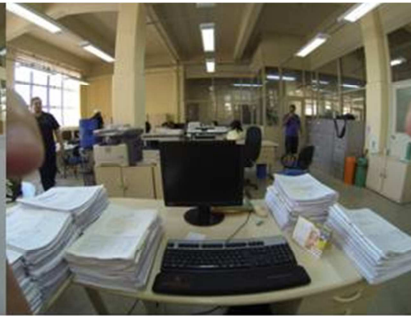


P8

EA 02



P1



P2



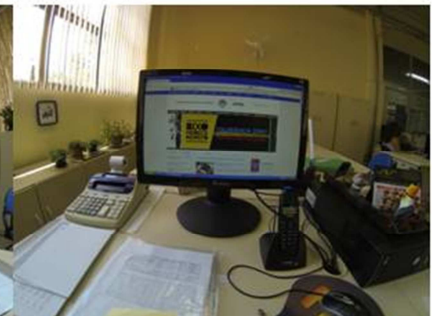
P3



P4



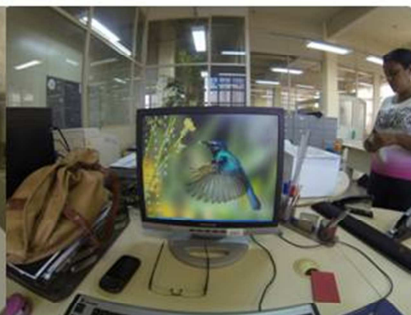
P5



P6



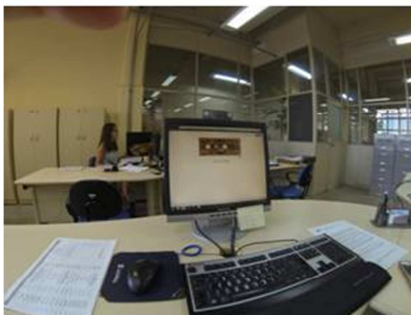
P7



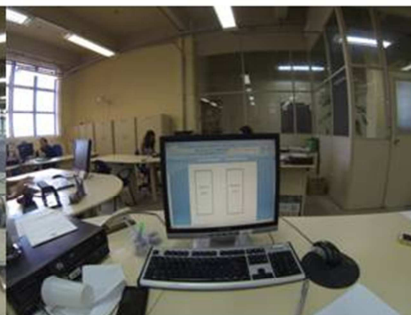
P8



P9



P10



P11

Apêndice D - Termo de consentimento livre e esclarecido



Universidade Federal de Pelotas
Programa de Pós-graduação em Arquitetura e Urbanismo
Mestrado em Arquitetura e Urbanismo



Prezado participante,

Você faz parte do grupo selecionado para participar da pesquisa de mestrado intitulada "**O aproveitamento da luz natural em prédios públicos administrativos: um estudo de caso em prédio administrativo da UFPel**", desenvolvida pela aluna Vanessa Büttow Signorini, junto ao Programa de Pós-Graduação em Arquitetura e Urbanismo da Universidade Federal de Pelotas, sob orientação da Professora Celina Maria Britto Corrêa.

Este estudo tem por **objetivo** avaliar o aproveitamento da luz natural, em salas de trabalho de prédio administrativo da Universidade Federal de Pelotas, de modo a sugerir diretrizes e recomendações que possibilitem melhorias relacionadas ao conforto visual e à eficiência energética da edificação.

O **desenvolvimento** da pesquisa envolve a realização de levantamentos físicos, medições das condições lumínicas e registros fotográficos no seu ambiente de trabalho em dias característicos dos períodos de inverno e verão; e, ainda, o registro da sua percepção sobre as condições lumínicas em sua rotina de trabalho, através de entrevista individual.

Todas as informações de cunho pessoal coletadas neste estudo são estritamente **confidenciais**. Em todas as publicações e apresentações resultantes deste estudo os dados pessoais serão preservados, ou seja, serão publicados sem qualquer identificação dos participantes.

Sua colaboração é de fundamental importância para a realização desta pesquisa! Caso você concorde em participar, por favor expresse o seu **consentimento de participação**, bem como a **autorização do uso de sua imagem** (obtida por meio dos registros fotográficos do seu espaço de trabalho, para a apresentação dos resultados desta pesquisa) através do preenchimento do termo a seguir:

TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO

Tendo em vista os itens acima apresentados, eu, de forma livre e esclarecida, manifesto meu consentimento em participar da pesquisa e autorizo o uso de minha imagem nos registros fotográficos para a apresentação dos dados da pesquisa. Declaro que recebi cópia deste termo de consentimento, e autorizo a realização da pesquisa e a divulgação dos dados obtidos neste estudo.

Nome do participante da pesquisa: _____

Telefone para contato: _____ email: _____

Assinatura: _____

Qualquer dúvida, ou se de alguma forma você se sentir prejudicado pela pesquisa, entre em contato com as pesquisadoras: Celina Maria Britto Corrêa: celinab.sul@terra.com.br / Vanessa Büttow Signorini: vanessasignorini@hotmail.com

Apêndice E - Roteiro de entrevista



Universidade Federal de Pelotas
Programa de Pós-graduação em Arquitetura e Urbanismo
Mestrado em Arquitetura e Urbanismo



• ENTREVISTA - PERCEPÇÃO DA ILUMINAÇÃO NO AMBIENTE DE TRABALHO

GRUPO:

Nº

I - INFORMAÇÕES GERAIS

A. Qual a sua faixa etária?

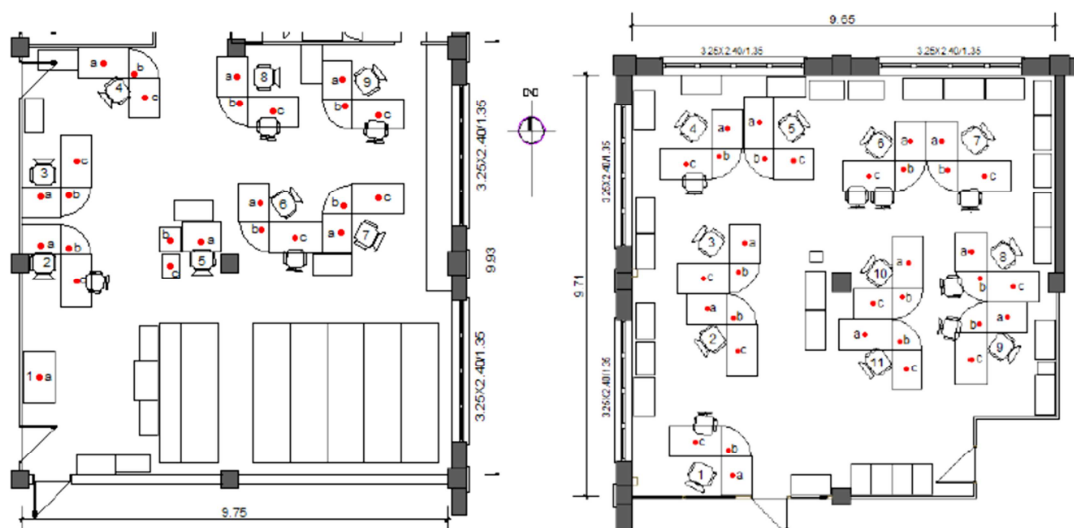
() menos de 20 anos () 20 a 29 () 30 a 39 () 40 a 49 () 50 a 59 () mais de 60 anos

B. Lateralidade: () Destro () Canhoto

C. Sexo: () F () M

D. Horário de trabalho: _____

E. Localização do posto de trabalho:



F. Quais as atividades você realiza em seu ambiente trabalho? Você pode estimar aproximadamente quanto tempo gasta em cada uma delas?

Atividades X tempo de execução:	até 1 hora por dia	de 1 a 2 horas por dia	de 2 a 4 horas por dia	de 4 a 6 horas por dia	mais de 6 horas por dia
Leituras e escritas em papel na mesa de trabalho.					
Trabalho em computador (visualização, leitura, digitação de dados, entre outros.).					
Atendimento ao público ou colegas de trabalho (presencial)					
Tirar fotocópias, enviar faxes, imprimir documentos.					
Arquivamento de documentos.					
Outra:					

G. Você poderia tirar uma foto das principais visuais que você tem ao longo do turno de trabalho?

II - CARACTERÍSTICAS LUMÍNICAS DO AMBIENTE DE TRABALHO

- De um modo geral, qual a sua impressão sobre o espaço físico do ambiente de trabalho?
- Na sua opinião, qual a melhor qualidade do ambiente?
- E qual a pior característica do ambiente?
- Com relação à quantidade de luz, como você avalia o seu espaço de trabalho?
() muito claro () claro () nem claro, nem escuro () escuro () muito escuro
- Como você avalia a quantidade de iluminação disponível para realizar suas tarefas?

	1 (insuficiente)	2 (suficiente)	3 (excelente)
Leituras e escritas em papel na mesa de trabalho.			
Trabalho em computador (visualização, leitura, digitação de dados, entre outros.).			
Atendimento ao público ou colegas de trabalho .			
Tirar fotocópias, enviar faxes, imprimir documentos.			
Arquivamento de documentos.			
Outras tarefas - descrever:			

- Como são as cores em seu local de trabalho?

As paredes são:	claras	_____	_____	_____	_____	_____	escuras
O teto é:	claro	_____	_____	_____	_____	_____	escuro
As mesas são:	claras	_____	_____	_____	_____	_____	escuras
As cadeiras são:	claras	_____	_____	_____	_____	_____	escuras
Os armários são:	claros	_____	_____	_____	_____	_____	escuras
O ambiente em geral é:	claro	_____	_____	_____	_____	_____	Escuro

III- QUESTÕES REFERENTES À PERCEPÇÃO DO CONFORTO VISUAL

- Como você avalia o nível de conforto em sua sala quanto à iluminação?
() confortável () indiferente () desconfortável
- Na sua bancada de trabalho, você percebe algum desconforto no seu campo visual ao desenvolver suas tarefas?
- Que tipo?
- Onde?
- Você consegue identificar o que causa esse desconforto/ de onde provém?
- Você identifica reflexos na tela do seu computador? Como classifica? (intoleráveis, praticamente intoleráveis, indiferente, toleráveis).
- No seu espaço de trabalho,
() há luz solar direta na bancada de trabalho? Em que locais? (mostre)
() há fontes de luz (lâmpadas) que ofuscam / incomodam visualmente? Quais?
() há janelas que ofuscam / incomodam visualmente? Quais?
() a iluminação pisca/oscila com frequência?
() há falta de variar a iluminação ao longo do turno de trabalho?

() há falta de poder controlar a iluminação, ligando ou desligando algumas lâmpadas?
 () você percebe grandes contrastes entre as janelas e outras superfícies do campo de trabalho, por exemplo?

11. No entorno (vizinhança) de sua bancada de trabalho (ao levantar os olhos, descansar a visão, olhar ao longe) você identifica algum desconforto no seu campo visual?

- Que tipo?

- Onde?

- Você consegue identificar o que causa esse desconforto/ de onde provém?

12. Qual a sua opinião sobre a luz natural no interior da sala?

13. Como é a intensidade da luz natural no interior da sala? (muito forte, forte, nem forte, nem fraca, fraca, muito fraca).

14. Tem alguma época do ano que você considera pior o desconforto visual causado pela luz natural? (primavera, verão, outono, inverno).

15. Você percebe diferenças quanto ao conforto visual sob diferentes condições de céu? Por exemplo céu limpo ou nublado? Em que tipo de céu você sente mais desconforto? Por quê? Que tipo de desconforto?

16. Tem algum período específico do dia que você percebe maior desconforto causado pela luz natural? Qual? (início da manhã 08:00 - 10:00, meio da manhã - 10:00 - 12:00, meio dia - 12:00 - 14:00, início da tarde - 14:00 - 16:00, final da tarde - 16:00 - 18:00).

17. Com que frequência você utiliza ou modifica a posição das persianas para controlar a entrada da luz natural em seu ambiente de trabalho? (várias vezes ao dia, uma vez ao dia, algumas vezes por semana, uma vez por semana, uma vez ao mês, algumas vezes ao longo do ano, nunca).

18. Em geral, como você avalia a facilidade de manuseio das persianas para o controle de luz natural em seu espaço de trabalho? (muito fácil, fácil, nem fácil, nem difícil, difícil, muito difícil).

19. Você realiza algum "ajuste pessoal" para reduzir o desconforto ocasionado pela iluminação em seu espaço de trabalho?

Posso dar alguns exemplos:

() utilização de óculos de sol.

() fixação de papel ou outro material nas janelas para evitar a entrada de luz solar.

() mover ou reposicionar a tela do computador ao longo do dia.

() modificar a posição de assento junto da estação de trabalho.

() ajuste de horário de trabalho para evitar momentos do dia que são desconfortáveis.

() Não usa qualquer ajuste ou modificação pessoal.

IV - QUESTÕES DE FECHAMENTO / SUGESTÕES

20. Você tem vontade de modificar/alterar/controlar/melhorar a iluminação no ambiente? Se você pudesse modificar, o que você faria?

21. Você acha importante ter contato visual como o exterior através das janelas? Você se sente satisfeito com o contato existente nesta sala, com essa visual do exterior?

22. Você costuma se orientar com relação à passagem do tempo através do contato visual com o exterior?
23. Você costuma perceber as mudanças nas condições do tempo (sol, chuva, vento) através das janelas?
24. Existe algum outro aspecto relacionado a iluminação natural ou artificial em seu espaço de trabalho que você gostaria de abordar?
25. Existe algum outro aspecto relacionado ao ambiente em geral que você considere importante destacar?

Anexos

Anexo A - Especificação técnica dos vidros das janelas das salas.



Calumen® II 1.2.7
segunda-feira, 13 de Abril de 2015
Base de dados : Cebrace

Definição do vidro



IFSUL

	Primeiro vidro
Gás	
Capa	
Primeiro vidro	CINZA CEBRACE 4,00mm
Capa	
Intercalar	
Capa	
Segundo vidro	
Capa	

Dimensões de fabrico

Espessura nominal: : **4,0 mm**
Peso: : **10,0 kg/m²**

Emissividade

Emissividade normal exterior: : **0,89**
Emissividade normal interior: : **0,89**

Factores luminosos (EN410-2011)

Transmitância: : **55 %**
Reflectância exterior: : **6 %**
Reflectância Interior: : **6 %**

Factores energéticos (EN410-2011)

Transmitância: : **52 %**
Reflectância exterior: : **6 %**
Reflectância Interior: : **6 %**
Absorção A1: : **42 %**

Factores solares (EN410-2011)

g : **0,62**
Coeficiente de sombreamento : **0,72**

Transmissão térmica (EN673-2011) - 0° Em relação à posição vertical

Ug : **5,8 W/(m².K)**



Cristiane Duarte Vieira
Cebrace Cristal Plano
MKT

Telefone :
Telemóvel : 48 8801 9950
Fax :
cristiane.vieira@cebrace.com.br

Calumen II é um software de simulação de cálculo das características do vidro tais como transmissão luminosa, factor solar ou coeficiente de transmissão térmica. Os valores são calculados a título indicativo e sujeitos a alteração, não sendo garantia de performance dos produtos.

Estes valores são calculados de acordo com as normas EN410-2011 e EN673-2011. As tolerâncias estão definidas de acordo com normas EN 1096-4 ou ISO9050. Contudo, o utilizador deverá verificar a viabilidade dos produtos associados, em particular nas espessuras e cores.

Para além disso, é sua responsabilidade a verificação da composição de vidro resultante quanto aos requisitos da regulamentação a nível nacional, local ou regional.

As regras de cálculo e funções dos resultados do Calumen II foram validadas pelo TÜV Rheinland Quality / TNO quality - Relatório 11923R-11-33705

