



UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO DE JANEIRO  
FACULDADE DE ARQUITETURA E URBANISMO  
PROARQ - PROGRAMA DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO EM ARQUITETURA



## O PROJETO DE ILUMINAÇÃO PARA EDIFÍCIOS DE ESCRITÓRIOS

Influência das Variáveis Arquitetônicas no Comportamento da Luz natural e Conforto Visual

Cynthia Marconsini Loureiro Santos

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

Orientador: Leopoldo Eurico Gonçalves Bastos

Rio de Janeiro  
Fevereiro de 2007

Fevereiro de 2007

## O PROJETO DE ILUMINAÇÃO PARA EDIFÍCIOS DE ESCRITÓRIOS

Influência das Variáveis Arquitetônicas no Comportamento da Luz natural e Conforto Visual

Cynthia Marconsini Loureiro Santos

Leopoldo Eurico Gonçalves Bastos

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

Aprovada por:

---

Presidente, Prof. Leopoldo Eurico Gonçalves Bastos, D.Sc.

---

Prof<sup>a</sup>. Cláudia Barroso-Krause, D.Sc.

---

Prof<sup>a</sup>. Eunice Bonfim Rocha, D.Sc.

---

Prof<sup>a</sup>. Maria Maia Porto, D.Sc.

Rio de Janeiro

## FICHA CATALOGRÁFICA

Santos, Cynthia Marconsini Loureiro

O Projeto de Iluminação para Edifícios de Escritórios. Influência das Variáveis Arquitetônicas no Comportamento da Luz Natural e Conforto Visual. - Rio de Janeiro: UFRJ/ FAU, 2007.

xvii, 175f.: il.; 30 cm.

Orientador: Leopoldo Eurico Gonçalves Bastos

Dissertação (mestrado) – UFRJ/ Faculdade de Arquitetura e Urbanismo/ Programa de Pós-graduação em Arquitetura, 2007.

Referências Bibliográficas: f. 170-174.

1. Iluminação Natural 2. Edifícios de Escritórios. 3. Simulação Computacional

I. Bastos, Leopoldo Eurico Gonçalves. II. Universidade Federal do Rio de Janeiro, Faculdade de Arquitetura e Urbanismo, Programa de Pós-graduação em Arquitetura. III. Título.

## AGRADECIMENTOS

Ao orientador e amigo, professor Leopoldo Eurico Gonçalves Bastos, pelos ensinamentos e por acreditar sempre na minha capacidade.

À professora Eunice Bonfim Rocha, pela oportunidade de trabalho e pesquisa junto ao Laboratório de Conforto Ambiental e Eficiência Energética (LCE), e pela contribuição na banca examinadora.

À professora Claudia Barroso-Krause, pelas bem-vindas dicas, pela experiência de trabalho em parceria.

À professora Maria Maia Porto, pela atenção e pela grande contribuição na banca examinadora.

Ao meu marido Tadeu pela imensa compreensão nesse longo período de ausência.

A minha Família, minhas irmãs Michele e Suelen, minha mãe Isidia, meus sogro e sogra S. Pedro e Vera, minha tia Graça, Tuca e todos da família que acreditaram em mim, por todo estímulo e compreensão nessa caminhada.

À amiga Andréa Laranja por todas a ajuda preciosa, as amigas Tereza e Raquel pelas conversas produtivas e conversas “fiadas”, pelas trocas de experiências, enfim pela bela amizade que iniciamos, a todos os novos amigos do mestrado e doutorado, Letícia, Mariane, Clarice, Flávia, Luciana, Dinorá, Alicia, pelo convívio, pelo incentivo, pelo apoio.

A todos os professores das disciplinas cursadas no PROARQ, pelo conhecimento enriquecedor, em especial aos professores Aldo Gonçalves e Giselle Arteiro.

Aos meus amigos companheiros de todas as horas, Vanessa, Samuel, Letícia, Renato, Juliana, Toninho, Fernanda, Kleber, pela amizade sempre.

Aos funcionários do PROARQ, Rita, Guia e Dionísio por toda a ajuda preciosa nos momentos necessários.

Este trabalho contou com financiamento do Laboratório de Conforto Ambiental e Eficiência Energética (LCE) através de bolsa de mestrado concedida pela Eletrobrás- Procel Edifica, Convenio ECV 948/2003 Eletrobras/UFRJ.

Para meu saudoso e amado pai Empédocles: mesmo sem a presença física, esteve comigo sempre, em todos os momentos.

## RESUMO

### O PROJETO DE ILUMINAÇÃO PARA EDIFÍCIOS DE ESCRITÓRIOS

Influência das Variáveis Arquitetônicas no Comportamento da Luz natural e Conforto Visual

Cynthia Marconsini Loureiro Santos

Leopoldo Eurico Gonçalves Bastos

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

Edifícios de escritórios com planta-livre e fachadas envidraçadas têm sido constantemente construídos nas grandes cidades brasileiras, com o objetivo de abrigar empresas de médio e grande porte. A utilização da iluminação natural em escritórios contribui para a diminuição do tempo de utilização do sistema de iluminação artificial e conseqüentemente para a eficiência energética da edificação. Ao mesmo tempo a iluminação natural contribui para a satisfação do usuário. O desempenho da luz natural no interior de escritórios depende do correto planejamento e especificação do sistema de iluminação natural. Em edifícios altos a iluminação natural geralmente é proveniente de aberturas laterais. Variáveis arquitetônicas tais como: transmissão luminosa dos vidros, elementos sombreadores internos e externos, forma do ambiente, coeficiente de reflexão dos materiais internos e externos, presença ou ausência de elementos sombreadores distantes, entre outras, possuem forte influência no desempenho da iluminação natural de uma edificação e devem ser analisadas durante a concepção do sistema de iluminação natural. Este trabalho apresenta uma metodologia de análise do desempenho de sistemas de iluminação natural, através de simulações computacionais, baseada nos seguintes parâmetros: iluminância, luminância, uniformidade, proteção quanto ao ofuscamento e proteção quanto à penetração solar. Dois modelos de escritórios de planta livre são simulados: um com planta quadrada e outro com planta retangular. Os modelos são simulados no software Desktop Radiance. Alterações na transmissão visível do vidro, no tipo de elemento sombreador, no átrio interno, e nas obstruções externas, são inseridas nas simulações, a fim de avaliar o impacto de cada situação no desempenho da iluminação natural. Os resultados das simulações são então apresentados e discutidos.

Palavras-chave: Iluminação Natural, Edifícios de Escritórios, Simulação Computacional

Rio de Janeiro  
Fevereiro de 2007

## ABSTRACT

### THE LIGHTING DESIGN FOR OFFICE BUILDINGS

The Architectural Design Influence on Daylighting Performance and Visual Comfort

Cynthia Marconsini Loureiro Santos

Leopoldo Eurico Gonçalves Bastos

Abstract of Master presented to PROARQ / UFRJ, as a partial fulfillment of requirements for the degree of Máster of Architecture Science.

The open-plan offices with glazed façades are constantly built in Brazilian big cities to shelter large and medium companies. The use of daylighting in offices contributes to reduce the lighting energy consumption and consequently to the building energetic efficiency. Moreover, daylighting contributes to user satisfaction. The daylighting performance in offices depends on the correct planning and design of daylighting systems. In high buildings the daylight comes from openings located in the perimeter walls, like windows. Some variables like visible transmittance of glazes, shading devices, room shape and external obstructions, influence the building daylighting performance and must be analysed during the daylighting systems design. This work presents a methodology to analyse the daylighting systems performance, through computational simulation based on the following parameters: illuminances, luminances, uniformity, glare protection and solar protection. Two models of open-plan offices were simulated: a square shape floor open-plan office and a rectangular floor open-plan office. The models were simulated in Desktop Radiance software. Variations in visible transmittance of glazes, shading devices and insertion of external obstructions were simulated to evaluate the impact of each one in daylighting performance. The results are shown and commented.

Key-words: Daylighting, Open-Plan Offices, Computer-based tools

Rio de Janeiro  
February, 2007

# SUMÁRIO

LISTA DE FIGURAS .....	x
LISTA DE TABELAS.....	xvi
INTRODUÇÃO.....	1
1. INTEGRAÇÃO ENTRE O PROJETO DE ARQUITETURA E A ILUMINAÇÃO NATURAL .....	5
1.1. A luz natural como fonte de iluminação. ....	5
1.2. O projeto de iluminação natural .....	8
1.2.1. Análise dos Fatores Internos e Externos.....	9
1.2.2. Escolha da orientação da Edificação .....	11
1.2.3. Escolha da forma da edificação .....	17
1.2.4. Escolha da forma, posicionamento e tamanho das aberturas .....	19
1.2.5. Classificação dos sistemas de sombreamento e redirecionamento da luz .....	22
1.2.6. Descrição de alguns tipos de sistemas de sombreamento e redirecionamento da luz .....	29
1.2.7. Escolha do tipo de vidro .....	41
1.2.8. Integração dos sistemas de iluminação natural e artificial .....	44
2. O AMBIENTE DE TRABALHO ADMINISTRATIVO E AS NECESSIDADES LUMÍNICAS .....	47
2.1. Introdução .....	47
2.2. O layout do ambiente de trabalho administrativo .....	48
2.2.1. Conceito Bullpen .....	48
2.2.2. Escritórios Panorâmicos ou Landscape Office .....	49
2.2.3. Escritórios de Planta Livre.....	50
2.2.4. Escritórios territoriais .....	51
2.3. Características das fachadas dos edifícios de escritórios no Brasil nos dias atuais.....	56
2.4. Critérios relacionados ao desempenho da iluminação natural em ambiente de escritórios .	59
2.4.1. Iluminância .....	59
2.4.2. Luminância .....	65
2.4.3. Ofuscamento devido a uma janela .....	67
2.4.4. Uniformidade .....	72
2.4.5. Eficiência da luz natural: Fator de Luz do Dia ( <i>Daylight Factor</i> ), Autonomia da Luz do Dia ( <i>Daylight Autonomy</i> ), Iluminância Útil da Luz do Dia ( <i>Useful Daylight Illuminances</i> ).....	72
2.4.6. Proteção contra penetração solar .....	73
2.4.7. Visibilidade para o exterior. ....	74
3. AVALIAÇÃO DA ILUMINAÇÃO NATURAL EM ESCRITÓRIOS DE PLANTA LIVRE ATRAVÉS DE SIMULAÇÃO COMPUTACIONAL .....	75
3.1. A simulação computacional como ferramenta de análise do desempenho da luz natural e o software Desktop Radiance.....	75
3.2. Calibração do software Desktop Radiance para céu do Rio de Janeiro. ....	77
3.2.1. Características do Ambiente escolhido para simulação.....	77
3.2.2. Características do Modelo Virtual.....	79
3.2.3. Medições, Simulações e Comparação dos Resultados .....	80
3.3. O OBJETO DE ESTUDO: ESCRITÓRIO DE PLANTA LIVRE.....	83
3.3.1. O MODELO 1 .....	83
3.3.2. O MODELO 2 .....	93
3.4. Metodologia .....	101
3.4.1. Análise dos níveis de Iluminância e Uniformidade .....	101
3.4.2. Obtenção dos índices: Iluminância útil da luz do dia ( <i>Useful Daylight Illuminances</i> -UDI) e Autonomia Útil da Luz Natural ( <i>Useful Daylight Autonomy</i> – UDA) .....	104
3.4.3. Análise do ofuscamento devido à luz natural.....	105

3.4.4.	Análise do potencial de proteção contra penetração solar .....	106
3.4.5.	Caracterização do céu para as cidades brasileiras .....	106
3.5.	RESULTADO DAS SIMULAÇÕES NO MODELO 1 .....	108
3.5.1.	Análise da influência da transmissão visível do vidro: comparação dos modelos M1-A, M1-B e M1-C. ....	108
3.5.2.	Análise do desempenho dos elementos de proteção solar: Comparação dos Modelos M1-C, M1-D, M1-E e M1-F .....	120
3.5.3.	Análise da influência da presença do átrio: Modelos M1-G e M1-H .....	133
3.6.	RESULTADO DAS SIMULAÇÕES NO MODELO 2 .....	142
3.6.2.	Análise do desempenho dos elementos de proteção solar: Modelos M2-C, M2-D e M2-E E 153	
3.6.3.	Análise da influência da presença de elemento sombreador distante: Modelo M2-F	160
4.	CONCLUSÃO.....	166
5.	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....	170
	ANEXOS .....	175

## LISTA DE FIGURAS

FIGURA 1 - PLANTA BAIXA HIPOTÉTICA DE EDIFICAÇÃO COM ORIENTAÇÃO NORTE-SUL .....	12
FIGURA 2 - PLANTA BAIXA HIPOTÉTICA DE EDIFICAÇÃO COM ORIENTAÇÃO LESTE-OESTE.....	12
FIGURA 3 – PENETRAÇÃO SOLAR EM FACHADA SUL NO DIA 22 DE DEZEMBRO. REFERÊNCIA: CIDADE DO RIO DE JANEIRO, LATITUDE 22°, LONGITUDE 43°, HORA LEGAL. FACHADA SUL À ESQUERDA. FONTE: AUTORA .....	13
FIGURA 4 - PENETRAÇÃO SOLAR EM FACHADA NORTE NO DIA 22 DE JUNHO. REFERÊNCIA: CIDADE DO RIO DE JANEIRO, LATITUDE 22°, LONGITUDE 43°, HORA LEGAL. FACHADA NORTE À DIREITA. FONTE: AUTORA .....	14
FIGURA 5 - PENETRAÇÃO SOLAR EM FACHADAS LESTE E OESTE (FACHADA LESTE À DIREITA) NO DIA 22 DE DEZEMBRO. REFERÊNCIA: CIDADE DO RIO DE JANEIRO, LATITUDE 22°, LONGITUDE 43°, HORA LEGAL. FONTE: AUTORA .....	15
FIGURA 6 - PENETRAÇÃO SOLAR EM FACHADAS LESTE E OESTE (FACHADA LESTE À DIREITA) NO DIA 22 DE JUNHO. REFERÊNCIA: CIDADE DO RIO DE JANEIRO, LATITUDE 22°, LONGITUDE 43°, HORA LEGAL. FONTE: AUTORA .....	ERRO! INDICADOR NÃO DEFINIDO.
FIGURA 7 - GENTOFTE PUBLIC LIBRARY. FONTE: DANISH BUILDING RESEARCH INSTITUTE APUD RUCK (2000) .....	17
FIGURA 8 – ESCOLA WALTER GROPIUS – BERLIM, ALEMANHA. ESTRATÉGIA DE ILUMINAÇÃO BILATERAL EM PLANTA HEXAGONAL. FONTE: IBUS, GERMANY APUD RUCK (2000) .....	18
FIGURA 9 – FACULDADE DE ARQUITETURA, BERLIM – ALEMANHA. FONTE: FONTE: IBUS, GERMANY APUD RUCK (2000) .....	18
FIGURA 10 - NATIONAL RENEWABLE ENERGY LABORATORY’S SOLAR ENERGY RESEARCH FACILITY (FONTE: SOUTH CALIFORNIA EDSON, 1999).....	18
FIGURA 11 - COMPARAÇÃO ENTRE A DISTRIBUIÇÃO DA ILUMINAÇÃO NATURAL LATERAL E A ILUMINAÇÃO ARTIFICIAL. FONTE: FONTOYONONT, 2002.....	20
FIGURA 12 - ABERTURAS DIFERENCIADAS PARA VISÃO E PARA ILUMINAÇÃO EM ESCRITÓRIO PANORÂMICO. FONTE: SOUT CALIFORNIA EDSON (1999) .....	21
FIGURA 13 - PRATELEIRA DE LUZ –EDIFÍCIO EOS, LAUSANNE, SUÍÇA . FONTE: RUCK ET AL, 2000 .....	29
FIGURA 14 - PRATELEIRAS COM TRATAMENTO ÓPTICO. FONTE: RUCK ET AL, 2000.....	30
FIGURA 15 - PERSIANA EXTERNA. EDIFÍCIO SHELL – BERLIM, ALEMANHA. FONTE: RUCK ET AL (2000). .....	31
FIGURA 16 - PERSIANA COM SISTEMA DO TIPO "FISH" QUE PROPORCIONA REDIRECIONAMENTO DA LUZ E CONTROLE DO OFUSCAMENTO. FONTE: RUCK ET AL, 2000.....	32
FIGURA 17 - TIPOS EXISTENTES DE PAINÉIS PRISMÁTICOS COMERCIALIZÁVEIS. FONTE: RUCK ET AL, 2000.....	34
FIGURA 18 - PAINÉIS PRISMÁTICOS QUE REDIRECIONAM A LUZ SOLAR (A) E PAINEL PRISMÁTICO QUE BLOQUEIA A LUZ SOLAR DIRETA (B). .....	35
FIGURA 19 - EDIFÍCIO SBV, SUÍÇA. E ESTRUTURA EM FRENTE AO PANO DE VIDRO SUSTENTA PAINÉIS PRISMÁTICOS MÓVEIS. FONTE: RUCK ET AL, 2000. ....	35

FIGURA 20 - UTILIZAÇÃO CONJUNTA DE PERSIANAS DIRECIONADORAS DE LUZ E PAINÉIS PRISMÁTICOS. FONTE: BARTENBACH LITCHABOR.....	36
FIGURA 21 - DEFLEXÃO DA LUZ DENTRO DOS RETÂNGULOS DO LASER-CUT PANEL. FONTE: RUCK ET AL, 2000.....	36
FIGURA 22 - MODOS DE UTILIZAÇÃO DO PAINEL NA FACHADA. FONTE: RUCK ET AL, 2000 .....	37
FIGURA 23 - ESCOLA KENMORE SOUTH STATE, AUSTRÁLIA. EXEMPLO DE APLICAÇÃO DE LASER-CUT PANEL NA PARTE SUPERIOR DA JANELA PARA DEFLETIR A LUZ SOLAR PARA O TETO SA SALA DE AULA.....	37
FIGURA 24 – PAINÉIS LASER-CUT COM ESPESSURA DE 20MM , FORMANDO UMA ESPÉCIE DE VENEZIANA, INSTALADA EM SANDUÍCHES DE VIDRO, COM A FUNÇÃO DE REJEIÇÃO DE GRANDE PARTE DA DE LUZ SOLAR INCIDENTE. ....	37
FIGURA 25 - LASER-CUT PANEL UTILIZADO COM FUNÇÃO DE ADMISSÃO SELETIVA DA LUZ EM ABERTURAS ZENITAIS. FONTE: RUCK EL AL, 2000. ....	38
FIGURA 26 - ESCOLA WATERFORD, AUSTRÁLIA. EXEMPLO DE APLICAÇÃO DO PAINEL LASER-CUT NA ILUMINAÇÃO ZENITAL SELETIVA. FONTE: RUCK EL AL, 2000.....	38
FIGURA 27 - PERFIL DO VIDRO PARA DIRECIONAMENTO DA LUZ. FONTE: RUCK ET AL, 2000.....	39
FIGURA 28 - VIDRO CONDUTOR UTILIZADO EM ABERTURAS LATERAIS E ABERTURAS ZENITAIS. FONTE: RUCK ET AL, 2000 .....	39
FIGURA 29 - COMPARAÇÃO ENTRE JANELA COM E SEM VIDRO DIRECIONADOR DA LUZ. FONTE: BECK ET AL, 1999 .....	40
FIGURA 30 - TETO COM SISTEMA ANIDÓLICO. FONTE: RUCK ET AL, 2000 .....	40
FIGURA 31- DISTRIBUIÇÃO DOS CIRCUITOS PARALELAMENTE À DISTRIBUIÇÃO DA ILUMINAÇÃO NATURAL. FONTE: DAYLIGHTING GUIDE FOR CANADIAN COMMERCIAL BUILDINGS ,2002 .....	45
FIGURA 32 - EDIFÍCIO LARKIN, PROJETADO POR FRANK LLOYD WRIGHT, CONSTRUÍDO EM 1904. LAYOUT DAS MESAS NO CONCEITO BULLPEN. FONTE: <a href="http://www.officemuseum.com/photo_gallery_1900s_ii.htm">HTTP://WWW.OFFICEMUSEUM.COM/PHOTO_GALLERY_1900S_II.HTM</a> , VISITADO EM ABRIL DE 2006 .....	49
FIGURA 33 - SISTEMA ACTION OFFICE. VERSÃO MAIS ATUAL DO SISTEMA, COMERCIALIZADO PELA HERMAN MILLER . FONTE: <a href="http://www.hermanmiller.com/cda/ssa/product/0,a10-c440-p6,00.html">HTTP://WWW.HERMANMILLER.COM/CDA/SSA/PRODUCT/0,A10-C440-P6,00.HTML</a> , VISITADO EM MAIO DE 2006 .....	50
FIGURA 34 - ESCRITÓRIO SEDE IG, SÃO PAULO. FONTE: <a href="http://www.arcoweb.com.br">WWW.ARCOWEB.COM.BR</a> . VISITADO EM NOVEMBRO DE 2006.....	52
FIGURA 35 –LAYOUT - ESCRITÓRIO SEDE IG, SÃO PAULO. FONTE: <a href="http://www.arcoweb.com.br">WWW.ARCOWEB.COM.BR</a> . VISITADO EM NOVEMBRO DE 2006 .....	52
FIGURA 36 – SEDE DA INTERNATIONAL FINANCE CORPORATION , SÃO PAULO, 2006. FONTE: <a href="http://www.arcoweb.com.br">WWW.ARCOWEB.COM.BR</a> . VISITADO EM NOVEMBRO DE 2006 .....	52
FIGURA 37 – LAYOUT SEDE DA INTERNATIONAL FINANCE CORPORATION , SÃO PAULO, 2006. FONTE: <a href="http://www.arcoweb.com.br">WWW.ARCOWEB.COM.BR</a> . VISITADO EM NOVEMBRO DE 2006 .....	53
FIGURA 38 - AGÊNCIA DE PUBLICIDADE NEOGAMA BBH EM SÃO PAULO. UTILIZAÇÃO DO CONCEITO DE ESCRITÓRIO ABERTO CONJUGADO AO CONCEITO DE ESCRITÓRIO FECHADO. FONTE: <a href="http://www.arcoweb.com.br">WWW.ARCOWEB.COM.BR</a> , VISITADO EM MAIO DE 2006. ....	54
FIGURA 39 - LAYOUT DA AGÊNCIA DE PUBLICIDADE NEOGAMA BBH EM SÃO PAULO. FONTE: <a href="http://www.arcoweb.com.br">WWW.ARCOWEB.COM.BR</a> . VISITADO EM: MAIO DE 2006 .....	54
FIGURA 40 - SEDE DA EMPRESA MITSUI EM SÃO PAULO. À ESQUERDA: ESCRITÓRIO ABERTO, À DIREITA: ESCRITÓRIO FECHADO. AMBOS SÃO BENEFICIADOS COM A PRESENÇA DA LUZ NATURAL E VISTA PARA O EXTERIOR. FONTE: <a href="http://www.arcoweb.com.br">WWW.ARCOWEB.COM.BR</a> . VISITADO EM: MAIO DE 2006 .....	54

FIGURA 41 - LAYOUT DA SEDE DA EMPRESA MITSUI EM SÃO PAULO. DISTRIBUIÇÃO ESPACIAL HUMANIZADA DOS ESPAÇOS. FONTE: WWW.ARCOWEB.COM.BR. VISITADO EM: MAIO DE 2006 .....	55
FIGURA 42 - EXEMPLO DE UTILIZAÇÃO DE SISTEMA DE ILUMINAÇÃO DIRETO-INDIRETO CONJUGADO À ILUMINAÇÃO DE TAREFA. FONTE: CD OSRAM.....	62
FIGURA 43 - PLANTA DE SITUAÇÃO INDICANDO A LOCALIZAÇÃO DO BLOCO D E A FACHADA SUDESTE ONDE LOCALIZA-SE O LABORATÓRIO DE CONFORTO AMBIENTAL E EFICIÊNCIA ENERGÉTICA DA FAU UFRJ .....	78
FIGURA 44 - FOTO DA SALA DE MAQUETES .....	78
FIGURA 45 - MEDIÇÕES DE ILUMINÂNCIA PARA CÁLCULO DA REFLETÂNCIA DOS MATERIAIS.....	79
FIGURA 46 – MODELO VIRTUAL CONSTRUÍDO NO SOFTWARE AUTOCAD .....	80
FIGURA 47 - PONTO DE MEDIÇÃO DE ILUMINÂNCIA E PONTOS DE OBSERVAÇÃO FOTOGRÁFICA.....	80
FIGURA 48-GRÁFICO COMPARATIVO DAS MEDIÇÕES REALIZADAS NO AMBIENTE REAL E NO MODELO VIRTUAL .....	82
FIGURA 49 - FOTOGRAFIA DO AMBIENTE REAL AS 10:00 DO DIA 10 DE MARÇO .....	82
FIGURA 50 - IMAGEM VIRTUAL RENDERIZADA PELO DESKTOP RADIANCE AS 10:00 DO DIA 10 DE MARÇO .....	83
FIGURA 51 - PLANTA BAIXA MODELO 1 – LAYOUT (ESQUERDA) E VISTA EXTERNA DA EDIFICAÇÃO (DIREITA).....	84
FIGURA 52 - MALHA DE SIMULAÇÃO PARA MODELO 1.....	85
FIGURA 53 - DETALHE DA JANELA - MODELO M1-A.....	86
FIGURA 54 - DETALHE DA JANELA - MODELO M1-B.....	86
FIGURA 55 - DETALHE DA JANELA - MODELO M1-C .....	87
FIGURA 56 - DETALHE DA JANELA - MODELO M1-D .....	88
FIGURA 57 - DETALHE DA JANELA - MODELO M1-E.....	88
FIGURA 58 - DETALHE DA JANELA - MODELO M1-F.....	89
FIGURA 59 – DETALHE DO ÁTRIO - MODELO M1-G .....	89
FIGURA 60 - DETALHE DO ÁTRIO - MODELO M1-H .....	90
FIGURA 61 - PLANTA BAIXA MODELO 2 COM LAYOUT.....	93
FIGURA 62 - PLANTA BAIXA MODELO 2 COM MALHA DE SIMULAÇÃO .....	94
FIGURA 63 - VISTA EXTERNA MODELO 2 .....	94
FIGURA 64 – DETALHE DA JANELA – MODELO M2-A.....	95
FIGURA 65 – DETALHE DA JANELA - MODELO M2-B.....	95
FIGURA 66 – DETALHE DA JANELA – MODELO M2-C.....	96

FIGURA 67 – DETALHE DA JANELA – MODELO M2-D.....	97
FIGURA 68 – DETALHE JANELA, MODELO M2-E.....	97
FIGURA 69 – DETALHE JANELA, MODELO M2-F.....	98
FIGURA 70 – IMPLANTAÇÃO DO MODELO M2-F.....	98
FIGURA 71 - EIXOS PARA OBTENÇÃO DE UDI E UDA NO MODELO 1: COLUNA F (CENTRO DAS FACHADAS NORTE E SUL) E LINHA 6 (CENTRO DAS FACHADAS OESTE E LESTE).....	104
FIGURA 72 - EIXO PARA OBTENÇÃO DE UDI E UDA NO MODELO 2: COLUNA H (CENTRO DAS FACHADAS NORTE E SUL).....	105
FIGURA 73 - IMAGEM PRODUZIDA PELO DESKTOP RADIANCE COM GRADAÇÃO DE LUMINÂNCIAS EM NITS (CD/M <sup>2</sup> ).....	105
FIGURA 74 - EXEMPLO DE IMAGEM PRODUZIDA PELO SOFTWARE 3D MAX 5.0 EM PLANTA BAIXA. MANCHA SOLAR EXISTENTE NO MODELO 1, 22 DE JUNHO AS 8:00 HS. ....	106
FIGURA 75 - VISTA INTERNA E DETALHE M1-A.....	108
FIGURA 76 - VISTA INTERNA E DETALHE M1-B.....	108
FIGURA 77 - VISTA INTERNA E DETALHE M1-C.....	108
FIGURA 78 – GRÁFICOS DA VARIAÇÃO DO UDI, MODELOS M1-A, M1-B E M1-C, CÉU INTERMEDIÁRIO.....	112
FIGURA 79 – GRÁFICOS DA VARIAÇÃO DO UDA, MODELOS M1-A, M1-B E M1-C, CÉU INTERMEDIÁRIO.....	113
FIGURA 80 – GRÁFICOS DA VARIAÇÃO DO UDA, MODELOS M1-A, M1-B E M1-C, CÉU CLARO.....	113
FIGURA 81 - GRÁFICO COMPARATIVO DA UNIFORMIDADE DA ILUMINAÇÃO PROPORCIONADA PELOS MODELOS M1-A, M1-B E M1-C, PARA CONDIÇÃO DE CÉU INTERMEDIÁRIO.....	114
FIGURA 82 –VARIAÇÃO DA LUMINÂNCIA DA JANELA, MODELO M1-A, CÉU INTERMEDIÁRIO, FACHADA OESTE À ESQUERDA, FACHADA NORTE AO FUNDO. ....	116
FIGURA 83 - VARIAÇÃO DA LUMINÂNCIA DA JANELA, MODELO M1-B, CÉU INTERMEDIÁRIO, FACHADA OESTE À ESQUERDA, FACHADA NORTE AO FUNDO. ....	117
FIGURA 84 - VARIAÇÃO DA LUMINÂNCIA DA JANELA, MODELO M1-C, CÉU INTERMEDIÁRIO, FACHADA OESTE À ESQUERDA, FACHADA NORTE AO FUNDO. ....	118
FIGURA 85 - PENETRAÇÃO SOLAR NOS MODELOS M1-A E M1-B.....	119
FIGURA 86 - PENETRAÇÃO SOLAR MODELO M1-C.....	120
FIGURA 87 - VISTA INTERNA E DETALHE DO MODELO M1-C.....	121
FIGURA 88 - VISTA INTERNA E DETALHE DO MODELO M1-D.....	121
FIGURA 89 - VISTA INTERNA E DETALHE DO MODELO M1-E.....	121
FIGURA 90 - VISTA INTERNA E DETALHE DO MODELO M1-F.....	121
FIGURA 91 - COMPARAÇÃO DA VARIAÇÃO DO UDI ENTRE OS MODELO M1-C, M1-D, M1-E E M1-F, CÉU INTERMEDIÁRIO.....	125

FIGURA 92 - COMPARAÇÃO DA VARIAÇÃO DO UDA ENTRE OS MODELO M1-C, M1-D, M1-E E M1-F, CÉU INTERMEDIÁRIO .....	126
FIGURA 93 - GRÁFICO COMPARATIVO DOS ÍNDICES DE UNIFORMIDADE APRESENTADOS PELOS MODELOS M1-C, M1-D, M1-E E M1-F .....	126
FIGURA 94 - VARIAÇÃO DA LUMINÂNCIA DA JANELA, MODELO M1-D, CÉU INTERMEDIÁRIO, FACHADA OESTE À ESQUERDA, FACHADA NORTE AO FUNDO. ....	128
FIGURA 95 - VARIAÇÃO DA LUMINÂNCIA DA JANELA, MODELO M1-E, CÉU INTERMEDIÁRIO, FACHADA OESTE À ESQUERDA, FACHADA NORTE AO FUNDO. ....	129
FIGURA 96 - VARIAÇÃO DA LUMINÂNCIA DA JANELA, MODELO M1-F, CÉU INTERMEDIÁRIO, FACHADA OESTE À ESQUERDA, FACHADA NORTE AO FUNDO. ....	130
FIGURA 97 – PENETRAÇÃO SOLAR MODELO M1-D (PRATELEIRA EXTERNA).....	131
FIGURA 98 – PENETRAÇÃO SOLAR MODELO M1-E (BRISES HORIZONTAIS).....	132
FIGURA 99 - PENETRAÇÃO SOLAR MODELO M1-F (BRISES VERTICAIS) .....	133
FIGURA 100 - MODELO M1-G: ÁTRIO COM ABERTURA PARA ILUMINAÇÃO NA PARTE SUPERIOR LATERAL .....	134
FIGURA 101 - MODELO M1-H: ÁTRIO COM ABERTURA PARA ILUMINAÇÃO ZENITAL .....	134
FIGURA 102 - VISTA INTERNA MODELO M1-G .....	134
FIGURA 103 - VISTA INTERNA MODELO M1-H.....	134
FIGURA 104 - VARIAÇÃO DE UDI, MODELOS M1-C, M1-G E M1-H, CÉU INTERMEDIÁRIO .....	137
FIGURA 105 - VARIAÇÃO DE UDA, MODELOS M1-C, M1-G E M1-H .....	138
FIGURA 106 - GRÁFICO COMPARATIVO DOS ÍNDICES DE UNIFORMIDADE APRESENTADOS PELOS MODELOS M1-C, M1-G E M1-H ...	138
FIGURA 107 - VARIAÇÃO DA LUMINÂNCIA DA JANELA, MODELO M1-G, CÉU INTERMEDIÁRIO, FACHADA OESTE À ESQUERDA, FACHADA NORTE AO FUNDO. ....	139
FIGURA 108 - VARIAÇÃO DA LUMINÂNCIA DA JANELA, MODELO M1-H, CÉU INTERMEDIÁRIO, FACHADA OESTE À ESQUERDA, FACHADA NORTE AO FUNDO. ....	140
FIGURA 109 - PENETRAÇÃO SOLAR MODELO M1-G.....	141
FIGURA 110 - PENETRAÇÃO SOLAR MODELO M1-H.....	142
FIGURA 111 –VISTA INTERNA E DETALHE MODELO M2-A.....	142
FIGURA 112 - VISTA INTERNA E DETALHE MODELO M2-B.....	143
FIGURA 113 - VISTA INTERNA E DETALHE MODELO M2-C.....	143
FIGURA 114- GRÁFICO DA VARIAÇÃO DO UDI, MODELOS M2-A, M2-B E M2-C, CÉU INTERMEDIÁRIO .....	146
FIGURA 115 - GRÁFICO DA VARIAÇÃO DO UDA, MODELOS M2-A, M2-B E M2-C, CÉU INTERMEDIÁRIO .....	146
FIGURA 116 – COMPARAÇÃO DA UNIFORMIDADE MODELOS M2-A, M2-B E M2-C .....	147

FIGURA 117 – COMPARAÇÃO DA UNIFORMIDADE MODELO M1-C E M2-C .....	147
FIGURA 118 - VARIAÇÃO DA LUMINÂNCIA DA JANELA, MODELO M2-A, CÉU INTERMEDIÁRIO, FACHADA SUL À ESQUERDA. ....	149
FIGURA 119 - VARIAÇÃO DA LUMINÂNCIA DA JANELA, MODELO M2-B CÉU INTERMEDIÁRIO, FACHADA SUL À ESQUERDA. ....	150
FIGURA 120 - VARIAÇÃO DA LUMINÂNCIA DA JANELA, MODELO M2-C, CÉU INTERMEDIÁRIO, FACHADA SUL À ESQUERDA. ....	151
FIGURA 121 – PENETRAÇÃO SOLAR MODELOS M2-A E M2-B.....	152
FIGURA 122 - PENETRAÇÃO SOLAR MODELOS M2-C .....	153
FIGURA 123 - VISTA INTERNA E DETALHE MODELO M2-C.....	153
FIGURA 124 - VISTA INTERNA (ESQUERDA) E DETALHE (DIREITA) MODELO M2-D.....	154
FIGURA 125 – VISTA INTERNA (ESQUERDA) E DETALHE (DIREITA) MODELO M2-E .....	154
FIGURA 126 - GRÁFICO DA VARIAÇÃO DO UDI, MODELOS M2-C, M2-D E M2-E, CÉU INTERMEDIÁRIO .....	155
FIGURA 127 - GRÁFICO DA VARIAÇÃO DO UDA, MODELOS M2-C, M2-D E M2-E, CÉU INTERMEDIÁRIO.....	156
FIGURA 128 – GRÁFICO COMPARATIVO DA UNIFORMIDADE DOS MODELOS M2-C, M2-D E M2-E.....	156
FIGURA 129 - VARIAÇÃO DA LUMINÂNCIA DA JANELA, MODELO M2-D, CÉU INTERMEDIÁRIO, FACHADA SUL À ESQUERDA. ....	157
FIGURA 130 - VARIAÇÃO DA LUMINÂNCIA DA JANELA, MODELO M2-E, CÉU INTERMEDIÁRIO, FACHADA SUL À ESQUERDA. ....	158
FIGURA 131 – PENETRAÇÃO SOLAR MODELOS M2-D .....	159
FIGURA 132 – PENETRAÇÃO SOLAR MODELOS M2-E.....	160
FIGURA 133 - IMPLANTAÇÃO HIPOTÉTICA (SUPERIOR) E SEÇÃO DA RUA (INFERIOR) DO MODELO M2-F.....	161
FIGURA 134 - VISTA INTERNA MODELO M2-F .....	161
FIGURA 135 - GRÁFICO DA VARIAÇÃO DO UDI, MODELOS M2-C E M2-F CÉU INTERMEDIÁRIO .....	162
FIGURA 136 - GRÁFICO DA VARIAÇÃO DO UDA, MODELOS M2-C E M2-F, CÉU INTERMEDIÁRIO.....	162
FIGURA 137 – GRÁFICO COMPARATIVO DA UNIFORMIDADE MODELOS M2-F E M2-C .....	163
FIGURA 138 - - VARIAÇÃO DA LUMINÂNCIA DA JANELA, MODELO M2-F, CÉU INTERMEDIÁRIO, FACHADA SUL À ESQUERDA. ....	164
FIGURA 139 – PENETRAÇÃO SOLAR MODELO M2-F .....	165

## LISTA DE TABELAS

TABELA 1 - USOS FINAIS PARA EDIFÍCIOS COMERCIAIS E PÚBLICOS DE SÃO PAULO, SEGUNDO GELLER (1990) .....	2
TABELA 2 - SISTEMAS DE SOMBREAMENTO QUE UTILIZAM A LUZ DIFUSA DO CÉU. FONTE: RUCK ET AL, 2000. LEGENDA DA MATRIZ: S=SIM, N=NÃO, D=DEPENDE, DI=DISPONÍVEL, T= EM FASE DE TESTE.....	25
TABELA 3- SISTEMAS DE SOMBREAMENTO QUE UTILIZAM A LUZ DIRETA DO SOL. FONTE: RUCK ET AL, 2000 .....	26
TABELA 4 – SISTEMAS DE ILUMINAÇÃO NATURAL PARA CONDUÇÃO DA LUZ DIRETA E DIFUSA. FONTE: RUCK ET AL, 2000.....	27
TABELA 5 - SISTEMAS DE ILUMINAÇÃO NATURAL COM DISPERSÃO E SISTEMAS DE TRANSPORTE. FONTE: RUCK ET AL, 2000.....	28
TABELA 6- QUADRO DE TIPOS DE VIDROS PARA VISÃO E ILUMINAÇÃO. FONTE : SOUTH CALIFORNIA EDISON (1999) .....	43
TABELA 7 - EXEMPLOS DE EDIFÍCIOS DE ESCRITÓRIOS, COM PAVIMENTO TIPO DE PLANTA LIVRE, CONCLUÍDOS NOS ÚLTIMOS CINCO ANOS. ....	58
TABELA 8 - RECOMENDAÇÕES PARA ILUMINÂNCIA HORIZONTAL (LX) PARA DIFERENTES ATIVIDADES EM DIFERENTES PAÍSES. FONTE: MILLS E BORGES, 1999 APUD BOYCE, 2003 .....	59
TABELA 9 – ILUMINÂNCIA POR CLASSE DE TAREFAS VISUAIS. FONTE: ABNT, NB-57 (1991) .....	60
TABELA 10 - RECOMENDAÇÃO PARA ILUMINÂNCIA HORIZONTAL E VERTICAL. FONTE: STEFFY (1995) .....	64
TABELA 11 - DETERMINAÇÃO DA CATEGORIA DE ILUMINÂNCIA SEGUNDO IESNA (2000).....	65
TABELA 12 - RECOMENDAÇÕES DE LUMINÂNCIA E PROPORÇÃO DE LUMINÂNCIA SEGUNDO STEFFY (1995).....	66
TABELA 13 - RECOMENDAÇÕES DE LUMINÂNCIA E PROPORÇÃO DE LUMINÂNCIA SEGUNDO IESNA (2000) .....	66
TABELA 14- VALORES MÁXIMOS DE GI SEGUNDO IES. FONTE: BAKER, 1993.....	70
TABELA 15 - COMPARAÇÃO ENTRE ÍNDICES DE OFUSCAMENTO PARA ILUMINAÇÃO ARTIFICIAL (IES GI) E ILUMINAÇÃO NATURAL (DGI). FONTE: BAKER, 1993 .....	71
TABELA 16 - REFLETÂNCIA DOS REVESTIMENTOS.....	79
TABELA 17 - DADOS DE ENTRADA PARA SIMULAÇÃO NO DESKTOP RADIANCE.....	81
TABELA 18 - FATOR DE TURBIDEZ DE LINK PARA A CIDADE DO RIO DE JANEIRO. DISPONÍVEL EM <a href="http://WWW.HELIOCLIM.NET/LINKE">WWW.HELIOCLIM.NET/LINKE</a> . ACESSO EM DEZEMBRO DE 2006. ....	81
TABELA 19- VALORES DE ILUMINÂNCIA (LUX) MEDIDOS NO AMBIENTE REAL E NO MODELO VIRTUAL .....	82
TABELA 20- REFLETÂNCIA DOS REVESTIMENTOS DO MODELO 1 .....	85
TABELA 21 – TABELA SÍNTESE DAS VARIANTES DO MODELO 1 .....	91
TABELA 22 - TABELA SÍNTESE DAS VARIANTES DO MODELO 1.....	92
TABELA 23- REFLETÂNCIA DOS REVESTIMENTOS DO MODELO 2 .....	94
TABELA 24 – TABELA SÍNTESE DAS VARIANTES DO MODELO 2.....	99

TABELA 25 – TABELA SÍNTESE DAS VARIANTES DO MODELO 2 .....	100
TABELA 26- EXEMPLO DE PLANILHA COM TABULAÇÃO DOS VALORES DE ILUMINÂNCIA (LUX) OBTIDOS NAS SIMULAÇÕES, CÁLCULO DA ILUMINÂNCIA MÉDIA, MÍNIMA E UNIFORMIDADE. MODELO DE REFERÊNCIA: M1-A .....	103
TABELA 27 - VALORES DE ILUMINÂNCIA, COLUNA F, MODELO M1-A, CÉU INTERMEDIÁRIO .....	109
TABELA 28 - VALORES DE ILUMINÂNCIA, LINHA 6, MODELO M1-A, CÉU INTERMEDIÁRIO .....	109
TABELA 29 - VALORES DE ILUMINÂNCIA, COLUNA F, MODELO M1-B, CÉU INTERMEDIÁRIO .....	110
TABELA 30 - VALORES DE ILUMINÂNCIA, LINHA 6, MODELO M1-B, CÉU INTERMEDIÁRIO .....	110
TABELA 31 - VALORES DE ILUMINÂNCIA, COLUNA F, MODELO M1-C, CÉU INTERMEDIÁRIO .....	111
TABELA 32 - VALORES DE ILUMINÂNCIA, LINHA 6, MODELO M1-C, CÉU INTERMEDIÁRIO .....	112
TABELA 33 - VALORES DE ILUMINÂNCIA, COLUNA F, MODELO M1-D, CÉU INTERMEDIÁRIO .....	122
TABELA 34 - VALORES DE ILUMINÂNCIA, LINHA 6, MODELO M1-D, CÉU INTERMEDIÁRIO .....	123
TABELA 35 - VALORES DE ILUMINÂNCIA, COLUNA F, MODELO M1-E, CÉU INTERMEDIÁRIO .....	123
TABELA 36 - VALORES DE ILUMINÂNCIA, LINHA 6, MODELO M1-E, CÉU INTERMEDIÁRIO .....	124
TABELA 37 - VALORES DE ILUMINÂNCIA, COLUNA F, MODELO M1-F, CÉU INTERMEDIÁRIO .....	124
TABELA 38 - VALORES DE ILUMINÂNCIA, LINHA 6, MODELO M1-F, CÉU INTERMEDIÁRIO .....	125
TABELA 39 - VALORES DE ILUMINÂNCIA, COLUNA F, MODELO M1-G, CÉU INTERMEDIÁRIO .....	135
TABELA 40 - VALORES DE ILUMINÂNCIA, LINHA 6, MODELO M1-G, CÉU INTERMEDIÁRIO .....	136
TABELA 41 – VALORES DE ILUMINÂNCIA, COLUNA F, MODELO M1-H, CÉU INTERMEDIÁRIO .....	136
TABELA 42 – VALORES DE ILUMINÂNCIA, LINHA 6, MODELO M1-H, CÉU INTERMEDIÁRIO .....	137
TABELA 43 - VALORES DE ILUMINÂNCIA, COLUNA H, MODELO M2-A, CÉU INTERMEDIÁRIO .....	144
TABELA 44 – VALORES DE ILUMINÂNCIA, COLUNA H, MODELO M2-B, CÉU INTERMEDIÁRIO .....	144
TABELA 45 - VALORES DE ILUMINÂNCIA, COLUNA H, MODELO M2-C, CÉU INTERMEDIÁRIO .....	145
TABELA 46 - VALORES DE ILUMINÂNCIA, COLUNA H, MODELO M2-D, CÉU INTERMEDIÁRIO .....	155
TABELA 47 - VALORES DE ILUMINÂNCIA, COLUNA H, MODELO M2-D, CÉU INTERMEDIÁRIO .....	155
TABELA 48 - VALORES DE ILUMINÂNCIA, COLUNA H, MODELO M2-F, CÉU INTERMEDIÁRIO .....	162

## INTRODUÇÃO

A década de 70 marcou uma significativa mudança no panorama energético mundial. A crise de energia obrigou países do mundo inteiro a investirem recursos em programas de eficiência energética. O setor da construção civil por sua vez, não ficou fora desses programas, uma vez que contribuía com uma grande parcela no consumo energético. Em países desenvolvidos, como Estados Unidos, Canadá e grande parte da Europa foram criadas leis de eficiência energética e programas de avaliação ambiental, que estabeleceram metas de consumo e desempenho, dentro dos quais as novas edificações foram obrigadas a se situar.

Na década de 90, mais precisamente a partir da ECO-92 – Conferência das Nações Unidas sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento, o surgimento do termo “sustentabilidade” introduziu uma nova dimensão no projeto das edificações. Além da eficiência energética, outras questões foram inseridas no âmbito da discussão arquitetônica, relacionadas ao conforto do usuário e ao impacto ambiental das edificações. É nesse panorama que surge o termo “Edificações de Alta Qualidade Ambiental”, ou “Alto Desempenho”, caracterizando a edificação de baixo impacto, que proporciona um maior conforto aos seus usuários, com menor consumo de recursos naturais e menor impacto sobre o ambiente urbano. Segundo O’CONNOR (1997) um edifício de alto desempenho é aquele que procura atingir objetivos de projeto, maximiza o conforto e a produtividade do usuário, minimiza as queixas dos usuários e a rotatividade de inquilinos, maximiza o valor do edifício para o proprietário, e é energeticamente eficiente e com baixo custo operacional.

Nas últimas duas décadas do século 20 e início do século 21, em países da Europa, nos Estados Unidos, Canadá, Japão, entre outros, especialistas de projeto, investidores e agentes do poder público têm dispensado significativa atenção no impacto ambiental das edificações (SOARES, 2004). Foram criados sistemas de certificação ambiental para a edificação, tais como o BREEAM - Building Research Establishment Environmental Assessment Method (Reino Unido), o HQE – Haute Qualité Environnementale (FRANÇA), o GBC – Green Building Challenge (Canadá), o LEED – Leadership in Energy and Environmental Design (EUA), entre outros. A maioria desses sistemas é de realização voluntária e aplicável a edificações comerciais (ZAMBRANO, 2003).

O resultado dessa revisão de conceito no fazer arquitetônico é o surgimento de edificações de alto desempenho, onde o aproveitamento passivo dos recursos naturais, como luz, ventilação, água, energia e materiais, aliado às novas tecnologias da construção civil propicia a construção de edifícios sustentáveis. O edifício comercial com alto consumo energético, fachadas totalmente envidraçadas e

seladas, e que utiliza equipamentos ineficientes, passa a ser objeto de questionamento, uma vez que se torna ultrapassado às novas exigências ambientais.

No Brasil, apesar do surgimento de normas ABNT de desempenho térmico das edificações (NBR 15220-1, NBR 15220-2, NBR 15220-3, NBR 15220-4 e NBR 15220-5, 2005) e iluminação natural (NBR 15215-1, NBR 15215-2, NBR 15215-3 e NBR 15215-4, 2005), não há, até o presente momento, uma forma efetiva de regulamentação, que estabeleça padrões de consumo energético e de desempenho ambiental para as edificações.

Os edifícios de escritórios são responsáveis por grande parte do consumo energético mundial. Em 1999, em Londres, 39% do consumo energético se concentrava nos edifícios comerciais (EUROPEAN UNION, 1999 apud SOARES, 2004). Segundo MME (2004) o setor comercial foi responsável por 14,2% do consumo energético brasileiro no ano de 2003. Trabalhos de pesquisa (ROMERO, 1997, apud SOARES, 2004) identificaram que projetos de edifícios comerciais dessa época não contemplaram questões ligadas à conservação de energia.

Segundo pesquisas recentes, a maior parte da energia consumida por um edifício de escritórios é aquela destinada à iluminação e à climatização dos espaços. Tais usos podem, na maior parte do ano no Brasil, serem solucionados com a utilização de técnicas passivas, se pensadas na fase inicial de concepção do edifício. O arquiteto, portanto, assume um papel importante nesta questão. GELLER (1990) apresenta um levantamento de usos finais de energia elétrica para edifícios comerciais e públicos de São Paulo, conforme tabela 01.

Uso final	%
Iluminação artificial	44
Ar condicionado	20
Refrigeração	17
Cocção	8
Outros	11

Tabela 1 - Usos finais para edifícios comerciais e públicos de São Paulo, segundo GELLER (1990)

Pode-se inferir através do levantamento destes dados que um dos pontos importantes a ser analisado, quando se pretende conceber uma edificação eficiente em termos energéticos, é a questão da iluminação natural.

Em países como Inglaterra, Alemanha, França, Estados Unidos, entre outros, o aproveitamento da luz natural em edifícios de escritórios tem sido alvo de estudo em laboratórios de pesquisa em eficiência energética. Novas soluções em sistemas de iluminação natural estão sendo implantadas com grande sucesso. Nos Estados Unidos, no primeiro edifício de escritórios de Nova York reconhecido internacionalmente como de baixo impacto ambiental, o *4 Times Square*, o principal recurso para reduzir o consumo energético foi o melhor aproveitamento da iluminação natural. Simulações computacionais provaram que o aumento de 15cm no pé-direito em comparação ao usual dos edifícios das últimas décadas das cidades, 25% a mais do pavimento tipo é beneficiado com boa iluminação natural. Em Londres, no edifício *110 Bishopsgate*, a presença de um átrio interno voltado para a orientação norte, contribuiu no acesso à iluminação natural, permitindo uma comunicação interna entre os andares e uma redução do consumo de iluminação artificial. (SOARES, 2004).

No Brasil, muito pouco se tem visto de inovação no aproveitamento da luz natural em edifícios de escritórios. Apesar de possuir uma abóbada celeste extremamente luminosa, a iluminação natural é diversas vezes ignorada pelo arquiteto durante a concepção projetual. Em países de clima predominantemente quente, como é o caso do Brasil, o grande desafio está em aproveitar o potencial da iluminação natural, sem causar o aquecimento interno devido à penetração direta dos raios solares e o ofuscamento devido à janela muito brilhante. Para que isto aconteça é preciso analisar minuciosamente a melhor forma de aproveitamento da luz natural. Diversos fatores tais como geometria da edificação, localização, orientação, presença de elementos sombreadores no entorno, atividade que irá ser realizada no local, horário de ocupação, composição do envelope da edificação e fechamentos internos, entre outros, possuem um grande impacto no desempenho da luz natural e conseqüentemente no consumo energético da edificação e devem ser analisadas desde a fase de concepção do projeto.

É possível concluir que o papel do arquiteto na obtenção de edificações de qualidade ambiental é extremamente importante, na medida em que as principais decisões, necessárias para alcançar tal objetivo, devem ser tomadas na fase inicial de projeto, a fim de serem obtidos melhores resultados.

Dentro dessa discussão a presente dissertação pretende levantar e analisar questões projetuais relacionadas ao melhor aproveitamento da luz natural em edifícios de escritórios, levando em consideração as particularidades do programa de uma edificação destinada à implantação de escritórios de planta livre, onde se executa trabalho administrativo e informatizado. O objetivo geral deste trabalho é analisar as inter-relações entre o projeto de iluminação natural e qualidade dos

espaços administrativos de escritórios, no que diz respeito ao comportamento da luz natural e conforto visual. Os objetivos específicos estão descritos a seguir:

- Apresentar os critérios de um projeto de iluminação natural para ambientes administrativos de escritórios.
- Apresentar as diferentes formas de ambientação de escritórios.
- Desenvolver uma metodologia de avaliação da eficiência de um sistema de iluminação natural
- Analisar, através de simulação computacional - utilizando o programa Desktop Radiance - as relações entre algumas variáveis arquitetônicas e o comportamento da luz natural em escritório hipotético de planta livre, localizado na cidade do Rio de Janeiro, a fim de o impacto das decisões arquitetônicas na performance da luz natural.

A estrutura da dissertação desenvolve-se em quatro capítulos. O **Capítulo 1** apresenta uma revisão bibliográfica relativa ao projeto de iluminação natural, sua importância, vantagens e objetivos. São discutidos os fatores que interferem em um projeto de iluminação natural, os aspectos quantitativos e qualitativos, os principais tipos de aberturas e os principais dispositivos de redirecionamento da luz.

O **Capítulo 2** apresenta os principais tipos de ambientação de espaços destinados a escritórios e as necessidades relacionadas ao conforto visual em espaços administrativos. Busca entender de que maneira acontece a ocupação física desses espaços, a fim de analisar a relação entre a ocupação física e o projeto de iluminação natural.

Baseado na revisão bibliográfica efetuada nos Capítulos 1 e 2, o **Capítulo 3** apresenta uma metodologia de avaliação da eficiência de um sistema de iluminação natural através da utilização de simulação computadorizada. É apresentado um estudo de caso em escritório hipotético de planta livre, onde, através de simulações computacionais, são analisadas a influência de determinadas variáveis que compõem o espaço físico de um ambiente de escritórios, passíveis de escolhas em um projeto de arquitetura, na performance da luz natural.

O **Capítulo 4** apresenta a conclusão final do trabalho.

# 1. INTEGRAÇÃO ENTRE O PROJETO DE ARQUITETURA E A ILUMINAÇÃO NATURAL

## 1.1. A luz natural como fonte de iluminação.

A utilização da luz natural nas edificações contribui não só para a eficiência do sistema de iluminação, mas possibilita a obtenção de espaços expressivos, prazerosos e mais confortáveis, aumentando a satisfação do usuário.

O surgimento da lâmpada fluorescente após a década de 1950 possibilitou o aumento do nível da iluminância nos edifícios. A iluminação artificial passou a ser utilizada em larga escala. Porém o interesse pela luz natural como fonte de iluminação nos espaços arquitetônicos retornou após a década de 1970, devido à crise energética mundial. Desde então, sua utilização passou a ser vista como um meio eficiente de reduzir de gastos energéticos, e diversos países passaram a incentivar o uso e a pesquisa de novas formas de aproveitamento da luz natural nos espaços internos da edificação.

O objetivo do projeto da iluminação natural é prover níveis satisfatórios de iluminâncias e proporções de luminâncias. A luz natural deve ser considerada para a iluminância, para o balanço da luminância e para a conexão visível com o ambiente externo. Utilizar a iluminação natural para a iluminância e para o balanço da luminância pode significar redução no consumo energético da edificação. Também, ao se estabelecer com a utilização da iluminação natural, uma conexão visível com o ambiente externo, pode significar satisfação do usuário, e com isso ganhos na produtividade (STEFFY, 1995).

Tradicionalmente, o conforto visual em espaços de trabalho tem sido associado ao estabelecimento de níveis adequados de iluminâncias para a tarefa a ser realizada, minimizando qualquer estímulo do ambiente, de modo a evitar a desconcentração do usuário. Porém estudos recentes de psicologia do ambiente e ergonomia têm enfatizado a necessidade da realização de espaços de trabalho mais atrativos, pois comprovam que tal fato beneficia a produtividade. (BAKER et al, 1993) A luz natural, neste contexto, pode valorizar a estética da edificação e provocar estímulos, tornando os espaços mais dinâmicos.

FONTOYONONT (2002) faz um breve histórico de como têm evoluído as recomendações lumínicas. Historicamente o primeiro interesse da maioria das recomendações para iluminação artificial foi o alcance da acuidade visual, ou seja, a visão dos detalhes para a manufatura, a leitura e a escrita, e ainda o alcance das questões relacionadas à segurança. Essa abordagem estava mais preocupada

com os aspectos fisiológicos da visão. A partir da década de 1980, com a inserção dos computadores na área de trabalho, os critérios relacionados ao conforto visual passam a ser mais rigorosos, e temas como redução do ofuscamento nas telas dos computadores, passam a serem profundamente analisados. Em 1990, a miniaturização das lâmpadas, como as halógenas de baixa voltagem, as fluorescentes compactas, as fluorescentes T5, trouxe a possibilidade de realçar o contraste, possibilitando a utilização da iluminação focalizada, seja no espaço de trabalho, decoração de paredes, acessos das salas, etc. Isso significa que ao interesse pela acuidade visual, veio somar-se o interesse pelo bem-estar, ou seja, uma preocupação também com aspectos psicológicos e não apenas fisiológicos da visão. A luz torna-se parte da construção visual do ambiente da edificação.

Diversas pesquisas têm ressaltado a importância da presença da iluminação natural nos espaços arquitetônicos e seu impacto psicológico e fisiológico no homem. A luz regula o processo metabólico do homem, exerce influência no sistema imunológico, (BAKER et al, 1993) e afeta o estado de ânimo das pessoas (BOUBERKI et al, 1991 apud FONSECA, 2000).

A luz do dia pode ser utilizada para prover ambos brilho e interesse, no sentido de que pode prover grande quantidade de luz, e que a luz possui uma distribuição que apresenta significativa variação no espaço e no tempo. (BOYCE, 2003)

Usuários de escritórios quando questionados a respeito de sua preferência quanto à fonte de luz, revelam que possuem uma grande preferência pela luz natural. (MARKUS, 1967; CUTED, 1983 apud BOYCE, 2003). Boyce (2003) ao analisar porque a luz natural é tão desejada pelas pessoas, conclui que não é só por fatores físicos e fisiológicos que há essa preferência, mas sim por fatores psicológicos. Analisando sob aspectos físicos e fisiológicos, não encontrou características únicas relacionadas à luz do dia em comparação às fontes artificiais que poderiam explicar essa preferência. Considerando o ponto de vista psicológico, concluiu que o homem necessita de variedade. Ambientes monótonos, se levados aos extremos, podem causar depressão, (CORSO, 1967, apud BOYCE, 2003). Hawkes et al. (1979 apud Boyce, 2003) analisaram as respostas das pessoas em um escritório iluminado por luz artificial através de 18 maneiras diferentes. O modo mais preferido foi aquele que apresentou brilho adequado e interesse. O brilho estava relacionado a iluminância no plano de trabalho e o interesse estava relacionado à variedade nos padrões de iluminação, o que confirma a necessidade pela variedade.

Segundo OTT (1976, apud BAKER et al, 1993) a iluminação artificial que possui uma distribuição espectral muito distante da luz natural pode provocar uma reação metabólica no homem equivalente a uma má nutrição.

É importante ressaltar que na maioria das vezes a luz natural é obtida através de uma janela lateral, que não apenas possui a função de iluminar, mas de também estabelecer uma conexão com o exterior. Esse é um ponto importante a ser analisado, pois a preferência pela luz natural está vinculada com a possibilidade da vista exterior.

Tem sido estabelecido que quando as pessoas estão de bom humor, elas tendem a serem mais atentas com relação ao trabalho, mais cooperativas e mais criativas (ISEN and BARON, 1991 apud BOYCE, 2003). Um grande número de fatores pode influenciar o humor de uma pessoa, como receber um presente, um cumprimento inesperado ou sentir um cheiro atrativo. Uma característica comum desses fatores é que na maioria das vezes são fatos inesperados. A luz natural recebida através de uma janela, devido à sua variabilidade, possui a característica de produzir uma ambiência inesperada, seja pela distribuição da luz no espaço, seja pela vista proporcionada através da janela, e, portanto, pode ter certa influência no estado de humor das pessoas, afetando indiretamente a produtividade das mesmas.

O desejo pela luz natural é limitado quando ela causa incapacidade. Estudos relacionados com o uso de persianas em escritórios (REA, 1984 apud BOYCE, 2003) revelaram que as persianas tendem a ficarem sempre abaixadas quando existe a penetração da luz direta do sol, e que mesmo depois que esta penetração não mais ocorre, elas continuam abaixadas, na mesma posição, por dias, meses ou até anos. Este estudo resalta a importância do controle automatizado dos dispositivos de controle da luz solar e ainda a importância do planejamento do projeto do sistema de iluminação natural, pois se o mesmo não for corretamente especificado, gerando desconforto, sua capacidade de autonomia em relação à luz artificial é prejudicada pelo próprio usuário. Por isso é importante, sempre que possível, promover o controle automatizado dos dispositivos de controle da luz solar.

O'CONNOR et al (1997) cita uma série de vantagens da utilização da iluminação natural:

- Espaços iluminados pela luz natural são prazerosos e confortáveis e podem aumentar a satisfação dos usuários, diminuindo as faltas. Trabalhadores produtivos são valiosos para as empresas.
- Espaços prazerosos e confortáveis, devido à presença da luz natural, podem ser alugados com preços acima da média e possuem uma menor rotatividade de inquilinos.
- Os gastos energéticos da edificação com a iluminação artificial constituem de 30 a 40% do total de energia gasto. A iluminação natural é a estratégia mais rentável para diminuir esse custo. Tanto o custo operacional quanto o custo inicial da iluminação pode ser reduzido com a utilização da iluminação natural.

- Edifícios energeticamente eficientes proporcionam retornos mais elevados em investimentos e rendem fluxos monetários mais elevados.
- Pequenas decisões podem evitar o gasto de grandes quantias em renovação ou reabilitação (retrofit).
- Edifícios energeticamente eficientes reduzem impactos ambientais, devido ao menor consumo de energéticos, e a luz natural contribui para uma abordagem mais sustentável do projeto.

O projetista de sistema de iluminação natural deve, portanto, projetá-lo de forma a obter iluminação e brilho adequados, controlar os ganhos solares e ofuscamento, prover sempre que possível uma vista para o exterior, porém tomando certo cuidado com a privacidade interna. Além disso, os sistemas de iluminação artificial devem ser projetados de modo integrado ao sistema de iluminação natural, a fim de maximizar a eficiência energética da edificação. Para que isso seja alcançado alguns passos devem ser seguidos, durante a concepção dos sistemas de iluminação natural, que serão, portanto discutidos a seguir.

## 1.2. O projeto de iluminação natural

O projeto da edificação deve ser elaborado de forma a maximizar o aproveitamento da disponibilidade de luz natural. Quanto mais cedo se abordar a utilização da iluminação natural durante a concepção projetual, maiores serão as chances de se obter resultados satisfatórios, visto que ela é influenciada por diversos fatores que envolvem decisões arquitetônicas.

Durante a concepção arquitetônica, o edifício deve ser tratado como um todo e não como uma coleção de partes (O'CONNOR et al 1997). Práticas comuns de projeto têm falhado na integração das fachadas, as quais admitem tanto luz quanto calor. Elas devem ser pensadas para atender tanto as necessidades lumínicas quanto térmicas. Além disso, a utilização de um sistema de iluminação artificial sem integração com a iluminação natural produz uma edificação ineficiente, com manutenção onerosa e geralmente o projeto de renovação (retrofit) torna-se de difícil realização.

O projeto da edificação, que busca tirar partido da iluminação natural, deve, portanto, levar em conta a análise cuidadosa de fatores externos e internos à mesma, os quais terão grande influência nas seleções de alternativas e definições de projeto.

O sistema de iluminação natural, projetado para edifícios de escritórios, não deve se resumir em simples janelas inseridas no envelope da edificação. Diversas soluções de projeto baseadas em novas tecnologias emergentes podem contribuir para um melhor desempenho da iluminação natural. Segundo

RUCK et al (2000) os objetivos das aberturas para a luz natural podem ser descritos da seguinte maneira:

- a) Prover luz natural a grandes profundidades da fachada;
- b) Aumentar a utilização da luz natural em climas de céu predominantemente encoberto;
- c) Aumentar a utilização da luz natural em climas muito ensolarados, mesmo quando o controle solar é requerido;
- d) Aumentar a utilização da luz natural em fachadas que estão muito bloqueadas por obstruções externas;
- e) Transportar luz natural para áreas sem janelas.

Para que esses objetivos sejam alcançados é necessário que o projeto do sistema de iluminação natural seja integrado à concepção projetual do edifício. O projeto de iluminação natural se define em duas fases: uma fase de análise, onde serão levantados todos os fatores externos e internos que possam influenciar o projeto de iluminação natural e uma fase de projeto, onde serão definidos fatores como orientação da edificação; forma; dimensionamento e posicionamento das aberturas; forma, dimensionamento e posicionamento dos dispositivos de sombreamento e redirecionamento da luz; integração entre o sistema de iluminação natural e o sistema de iluminação artificial. Essas etapas estão detalhadas no capítulo a seguir.

## 1.2.1. Análise dos Fatores Internos e Externos

### 1.2.1.1. Fatores externos

Todos os fatores que possuem relação com o local em que a edificação será construída, sejam eles relacionados ao entorno construído ou natural, que possam influenciar o projeto de iluminação natural devem ser levados em consideração.

Os fatores externos podem ser definidos como:

#### a) Clima

O estudo do clima do local de implantação é extremamente importante, na medida em que é a partir do conhecimento deste que se definirá alguns dos objetivos do projeto de iluminação. Por exemplo, se a edificação se localiza em clima frio, o projeto de iluminação natural terá como objetivo não somente possibilitar a entrada de luz, mas também proporcionar o aquecimento interno passivo, através dos

ganhos térmicos advindos da radiação solar direta. Ao contrário, se a edificação se localizar em um local de clima quente, os ganhos térmicos não são bem vindos e devem ser evitados.

O projeto de iluminação natural requer diferentes cuidados de acordo com o clima em que se deseja utilizar tal recurso. Em climas quentes é muito importante cuidar para que a utilização da iluminação natural não contribua para os ganhos térmicos da edificação. Para isso, deve-se evitar a penetração direta da radiação solar no interior dos ambientes, através do correto posicionamento das aberturas em função da orientação da edificação e da incorporação de elementos sombreadores nas fachadas.

#### **b) Latitude e Trajetória solar**

O conhecimento da latitude é importante na medida que possibilita prever a quantidade de luz disponível na abóbada celeste e a maneira como se comporta a trajetória solar. A partir do conhecimento desses dados é possível projetar aberturas, dispositivos de sombreamento e dispositivos de redirecionamento da luz, que atendam perfeitamente aos objetivos definidos para a iluminação natural.

#### **c) Edificações adjacentes e topografia**

O estudo do entorno construído e da topografia do terreno é importante na medida que possibilita prever sombreamentos e reflexões advindos de edificações adjacentes ou elementos naturais, bem como prever os sombreamentos provocados pela própria edificação no entorno imediato. Este estudo pode ser realizado através da utilização de diagramas solares e softwares que possibilitam a simulação da trajetória solar, como o software 3d Studio Max e o software Desktop Radiance.

### **1.2.1.2. Fatores Internos**

#### **a) Tarefa, usuário e horário de ocupação**

O conhecimento das atividades que serão realizadas no espaço a ser iluminado é imprescindível para a correta definição dos critérios para elaboração do projeto de iluminação natural. Aspectos como níveis de iluminância e luminância, ofuscamento, uniformidade, entre outros, devem ser analisados em função da tarefa a ser realizada e do perfil do usuário, permitindo assim o correto posicionamento e especificação das aberturas. O horário de ocupação do ambiente também é um dado importante, pois revela em que momento será necessário luz em determinado ambiente.

O capítulo 2 deste trabalho apresenta detalhadamente as necessidades lumínicas de espaços de escritórios, objeto de estudo da presente dissertação.

## **b) Layout interno e distribuição da luz**

A disposição do layout deve sempre ser definida de maneira integrada com o projeto de iluminação natural, de forma a possibilitar luz onde se necessita, evitar manchas solares indesejadas e reflexões desconfortáveis. É de extrema importância, conhecer e entender a atividade que se desenvolverá no espaço projetado, a fim de possibilitar uma integração entre o layout e o projeto de iluminação natural.

Segundo O'CONNOR et al (1997), alguns cuidados com relação ao layout devem ser tomados, entre eles:

- Para o uso eficiente da luz, as tarefas devem ser agrupadas de acordo com as necessidades lumínicas e tempo de permanência. Salas de uso menos frequente como áreas de serviço, lavanderia, ou salas com uso intenso de terminais de vídeo, podem ser colocadas em áreas afastadas das janelas. Áreas de uso intenso e que necessitam de maior acuidade visual devem ser localizadas próximas às janelas.
- As tarefas com mobilidade ou os espaços de baixa ocupação, como circulações, por exemplo, podem ser localizadas em espaços onde o ofuscamento não pode ser evitado, ou em locais com pouca disponibilidade de luz natural ou ainda com penetração da luz direta do sol. Se as tarefas são fixas e inflexíveis, há necessidade de espaços confortáveis e livres de ofuscamento.
- O ocupante deve ser protegido de vistas ofuscantes como vidros espelhados, neve, etc. É importante cuidar para que usuários que realizam tarefas muito sensíveis ao ofuscamento não sejam situados próximos a janelas muito brilhantes. O usuário deve ser protegido da vista do céu muito brilhante e deve ser estabelecido um controle do brilho das janelas.

### **1.2.2. Escolha da orientação da Edificação**

Em um projeto de iluminação natural a luz do céu é preferível à luz direta do sol. A luz direta causa o aquecimento interno dos espaços, o que deve ser evitado em locais de clima quente. Um sistema de iluminação natural, para estes locais, deve ser projetado de modo a evitar a penetração direta dos raios solares e maximizar o aproveitamento da luz natural. Por esse motivo, a escolha da melhor orientação para as aberturas e do tipo de dispositivos de sombreamento devem ser cuidadosamente analisados em função da trajetória solar.

Deve-se, sempre que possível, evitar posicionar aberturas em ambientes de uso contínuo para as orientações leste e oeste, pois, devido à baixa altura que o sol alcança nestas orientações é praticamente impossível protegê-las completamente da penetração direta dos raios solares. Sendo assim, para edifícios de escritórios, com uso contínuo durante todo o dia, as melhores orientações para as aberturas são os lados norte e sul.

Para o hemisfério Sul, como é o caso de grande parte do território brasileiro, o lado sul apresenta a menor insolação anual, recebendo radiação direta no verão, porém com pouca penetração no interior da edificação. A orientação norte, apesar de possuir insolação durante vários meses do ano, a altura solar não é tão baixa, como nos lados leste e oeste, e por esse motivo, a proteção solar pode ser facilmente realizada, através da colocação de elementos horizontais.

As Figuras 1 a 6 mostram o efeito da penetração solar nas fachadas de uma edificação no Rio de Janeiro em diversas orientações geográficas e nas situações de verão e inverno. As simulações foram realizadas com o software 3d Studio Max 5.0.



Figura 1 - Planta baixa hipotética de edificação com orientação NORTE-SUL

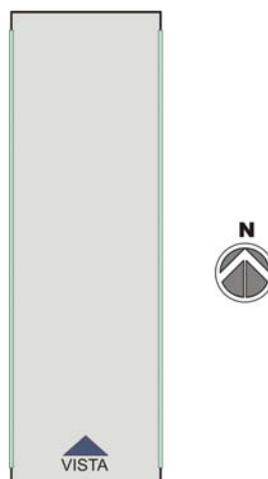
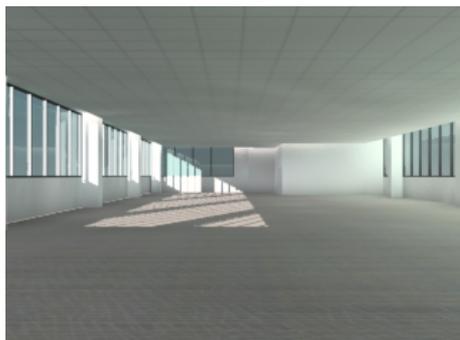


Figura 2 - Planta baixa hipotética de edificação com orientação LESTE-OESTE

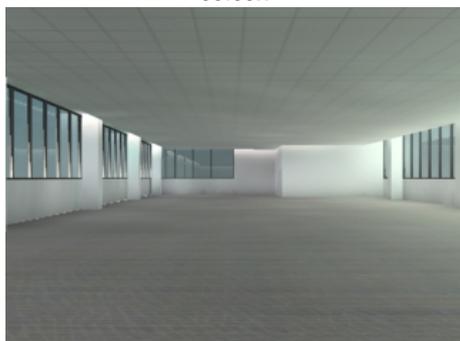
A) ORIENTAÇÃO NORTE – SUL: SITUAÇÃO DE VERÃO



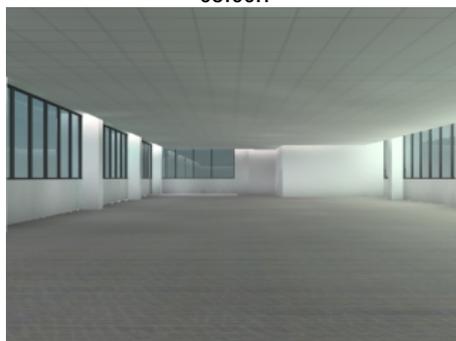
06:00h



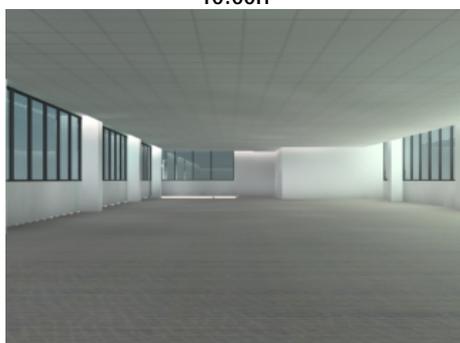
08:00h



10:00h



12:00h



14:00h



16:00h



18:00h

Figura 3 – Penetração solar em fachada sul no dia 22 de dezembro. Referência: cidade do Rio de Janeiro, latitude 22°, longitude 43°, Hora Legal. Fachada sul à esquerda. Fonte: autora

## B) ORIENTAÇÃO NORTE-SUL: SITUAÇÃO DE INVERNO

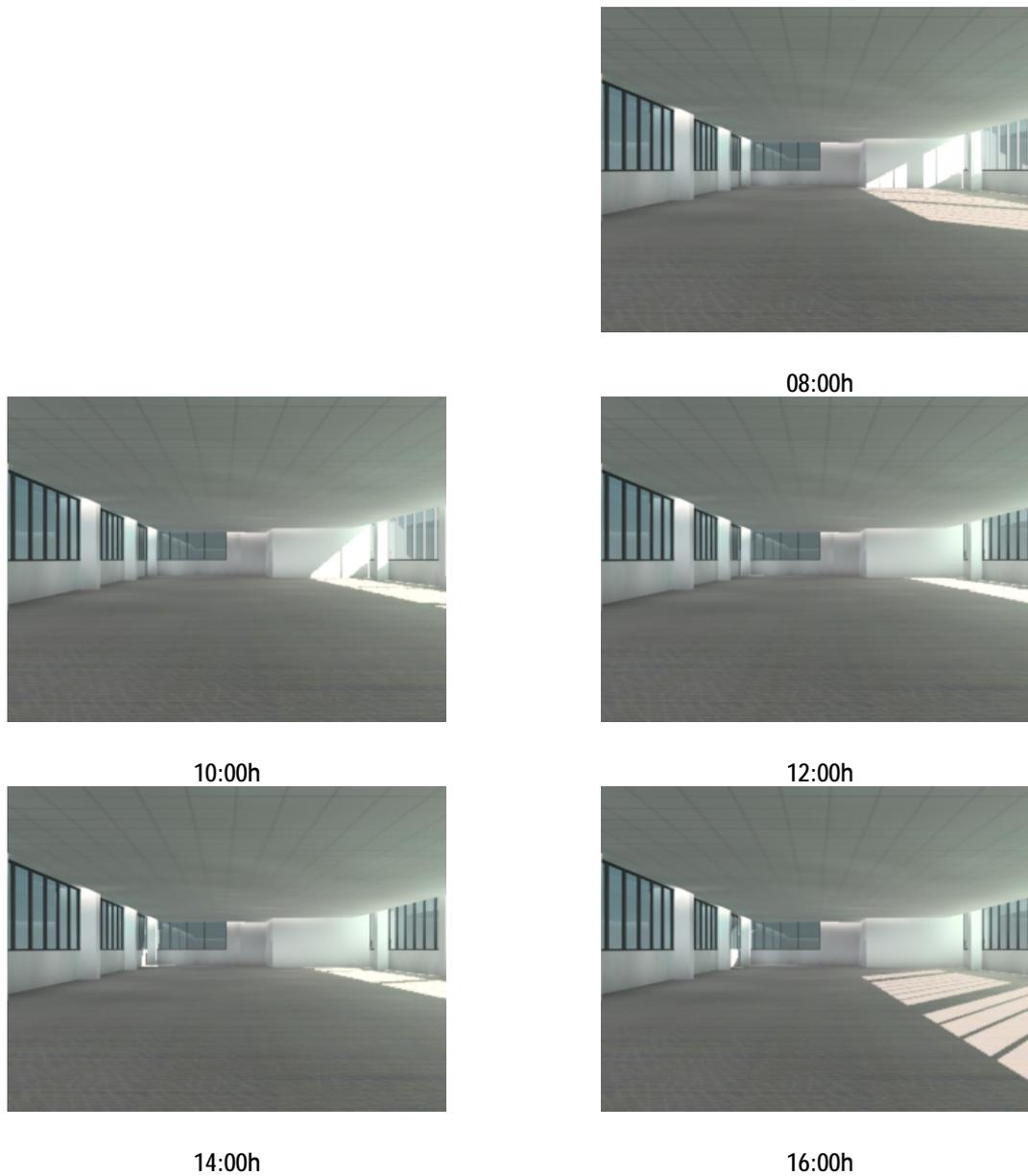
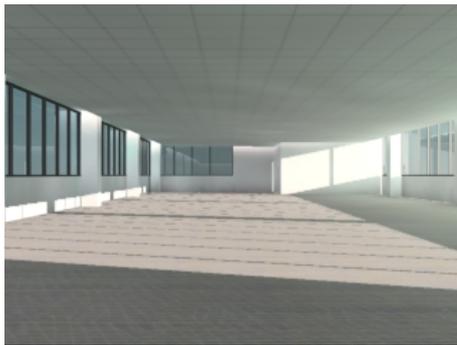


Figura 4 - Penetração solar em fachada norte no dia 22 de junho. Referência: cidade do Rio de Janeiro, latitude 22°, longitude 43°, Hora Legal. Fachada norte à direita. Fonte: autora

C) ORIENTAÇÃO LESTE/OESTE: SITUAÇÃO DE VERÃO



06:00h



08:00h



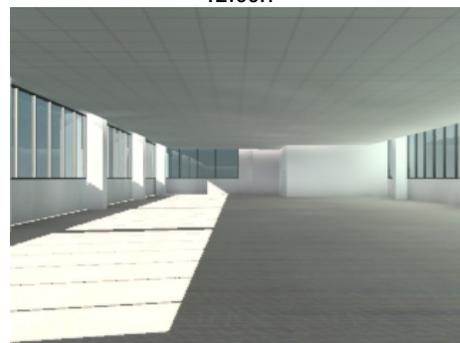
10:00h



12:00h



14:00h



16:00h



18:00h

Figura 5 - Penetração solar em fachadas leste e oeste (fachada leste à direita) no dia 22 de dezembro. Referência: cidade do Rio de Janeiro, latitude 22°, longitude 43°, Hora Legal. Fonte: autora

D) ORIENTAÇÃO LESTE/OESTE: SITUAÇÃO DE INVERNO

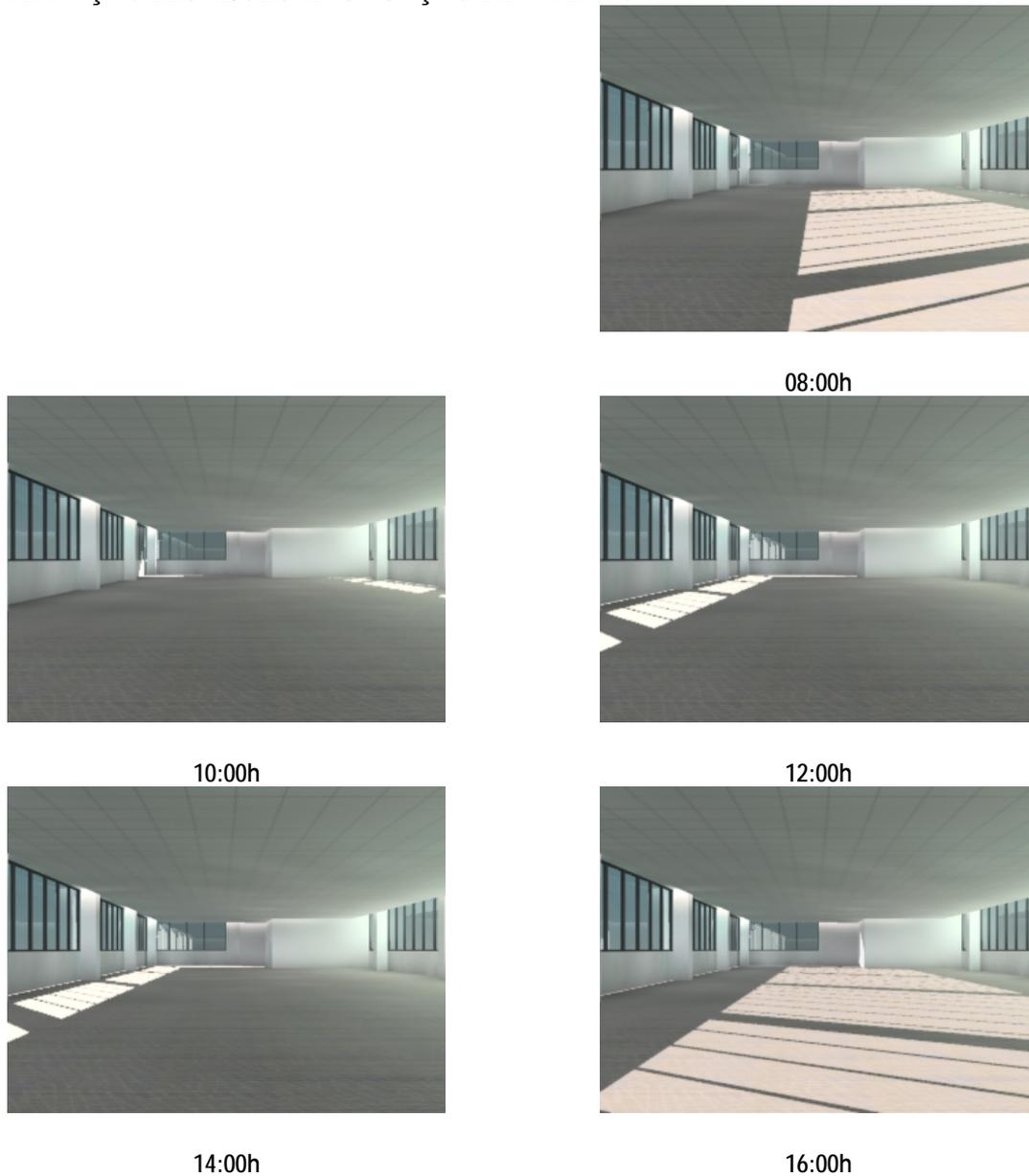


Figura 6 - Penetração solar em fachadas leste e oeste (fachada leste à direita) no dia 22 de junho. Referência: cidade do Rio de Janeiro, latitude 22°, longitude 43°, Hora Legal. Fonte: autora

### 1.2.3. Escolha da forma da edificação

É possível tirar partido da volumetria da edificação para promover o ingresso da iluminação natural. Ao projetar um edifício é importante que o arquiteto conceba a edificação como um grande dispositivo de iluminação. Suas formas, suas aberturas fazem parte deste grande dispositivo e podem contribuir para o direcionamento da luz para o interior dos espaços e para a proteção solar (figuras 7 a 9). O objetivo deve ser iluminar onde se deseja e reduzir o ofuscamento quando se necessita.

O nível de integração da luz natural com o projeto de arquitetura pode influenciar a forma arquitetônica da edificação. A forma da edificação possui uma relação direta com a qualidade da iluminação natural no interior de seus espaços. Assim como em uma luminária, as geometrias interna e externa (forma, orientação da fachada, tipos e dimensões de aberturas) configuram-se como fatores importantes na distribuição da luz no espaço.



Figura 7 - Gentofte Public Library. Fonte: Danish Building Research Institute apud RUCK (2000)



Figura 8 – Escola Walter Gropius – Berlim, Alemanha. Estratégia de iluminação bilateral em planta hexagonal.  
 Fonte: IBUS, Germany apud RUCK (2000)

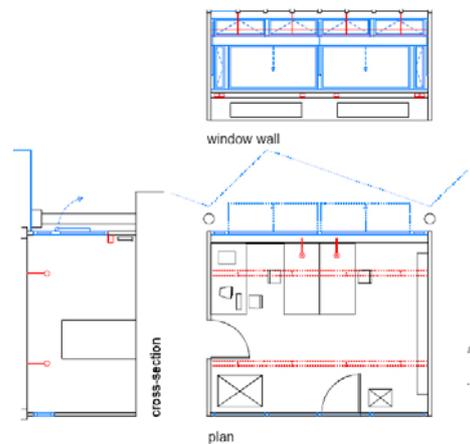


Figura 9 – Faculdade de Arquitetura, Berlim – Alemanha. Fonte: Fonte: IBUS, Germany apud RUCK (2000)

É possível utilizar a cobertura para redirecionar a luz, aproveitando a luz refletida para iluminar os espaços, evitando com isso, brilhos excessivos que venham causar ofuscamento <sup>1</sup>, conforme pode ser percebido no projeto do Laboratório de Pesquisa em Energia Solar (Figura 10).



Figura 10 - National Renewable Energy Laboratory's Solar Energy Research Facility (Fonte: SOUTH CALIFORNIA EDSON, 1999)

<sup>1</sup> A questão do ofuscamento será abordada no capítulo 2.

Com relação à luz natural os pavimentos longos e compridos são preferíveis aos quadrados, devido à maior penetração da luz no interior do pavimento. Porém segundo O'CONNOR et al (1997), este alongamento do edifício deve ser avaliado conjuntamente com seu desempenho térmico, pois a elevada relação pele-volume pode significar maiores ganhos térmicos.

A forma da edificação pode contribuir para a proteção solar. Fachadas com alguma profundidade e com presença de elementos sombreadores (brises, prateleiras de luz) criam uma zona de amortecimento que filtra o sol e minimizar o ofuscamento (O'CONNOR et al, 1997).

#### 1.2.4. Escolha da forma, posicionamento e tamanho das aberturas

A fase de análise servirá de embasamento para o correto posicionamento das aberturas. De acordo com a necessidade de luz natural em um ambiente é possível prever o tamanho necessário da abertura a fim de se obter a iluminância desejada. A forma das aberturas deverá ser analisada em função da distribuição de luz no interior dos espaços e da necessidade de proteção. A função de uma abertura para luz natural deverá conciliar a melhor distribuição de luz, a proteção quanto ao ofuscamento e a possibilidade de vista externa.

Em edifícios altos, as aberturas mais comuns para iluminação natural são as aberturas laterais. Tais aberturas estavam anteriormente relacionadas ao conceito da janela inserida em um envelope opaco. Porém, a realidade da arquitetura de escritórios na atualidade revela que esse conceito não é mais aplicável. O que se percebe em edifícios altos destinados a escritórios, é a utilização em grande escala, de complexos sistemas de fachadas estruturadas em alumínio e vidro. (RUCK et al, 2000). Essas estruturas de vidro, por sua vez, exercem um forte impacto no comportamento térmico e lumínico da edificação e precisa ser cuidadosamente especificado.

Uma grande preocupação quando se trabalha com a iluminação lateral é quanto à não-uniformidade da distribuição da luz, o que, em determinadas situações, gera desconforto. Várias recomendações, tais como CIE (CIE, 1998 apud FONTOYONONT, 2002), tendem a promover a uniformidade da distribuição da luz no espaço de trabalho, como uma garantia de que o espaço será bem iluminado. Porém, segundo FONTOYONONT (2002), pesquisas recentes efetuadas em ambientes iluminados pela luz natural revelam que essa não-uniformidade da penetração luz natural tem sido uma das razões para o fato dos espaços iluminados por ela parecerem mais atrativos. Pode-se concluir que a os usuários aceitam maiores diferenças quanto à uniformidade quando a iluminação provém de uma fonte natural.



Figura 11 - Comparação entre a distribuição da iluminação natural lateral e a iluminação artificial. Fonte: FONTOYONONT, 2002.

Espaços com aberturas para iluminação natural em mais de uma orientação possuem uma melhor distribuição da luz e por isso uma melhor qualidade visual. Sendo assim, sempre que possível, é interessante utilizar mais de uma abertura em um mesmo espaço, o que pode ser conseguido com a construção de edifícios com plantas mais estreitas e esguias.

Segundo O'CONNOR et al (1997) janelas em faixas contínuas produzem luz natural mais uniforme. Janelas segmentadas são aceitáveis, porém as rupturas entre as janelas podem criar contrastes de áreas claras e escuras, o que pode ocasionar ofuscamento.

O tamanho da janela influencia não só a quantidade de luz que adentra o espaço, como também o nível de controle de ofuscamento. Quanto mais larga for a janela, mais importante será a seleção do vidro e do elemento sombreador, a fim de evitar ofuscamento e ganhos térmicos advindos da penetração solar direta.

As aberturas laterais possuem, além da função de iluminar, a função de conectar visualmente o exterior com o interior. Por esse motivo, diversos manuais de iluminação natural têm ressaltado a importância de separar as aberturas para visão e para iluminação, uma vez que cada uma apresenta necessidades e objetivos diferenciados (SOUT CALIFORNIA EDSON, 1999; RUCK et al, 2000; O'CONNOR et al 1997). As aberturas para visão estabelecem a comunicação com o exterior, e por isso devem ser transparentes. Porém, como se localizam na altura dos olhos, deve-se atentar para que a mesma não seja um elemento ofuscante. Recomenda-se que as aberturas para visão possuam baixa transmissão luminosa. As aberturas para iluminação, por sua vez, devem possuir alta transmissão luminosa e por

isso devem estar posicionadas acima da altura dos olhos, a fim de evitar a luminância excessiva da janela no campo de visão (figura 12).



Figura 12 - Aberturas diferenciadas para visão e para iluminação em escritório panorâmico. Fonte: SOUT CALIFORNIA EDSON (1999)

As aberturas zenitais são menos comuns em edifícios de escritórios, uma vez que sua utilização em edificações de múltiplos andares é dificultada. Quando presentes, são mais utilizadas em circulações gerais e átrios internos.

As aberturas zenitais recebem luz de uma região muito brilhante do céu, e por isso, são poderosas fontes de luz. Porém, como estão sujeitas à alta incidência solar, sua proteção quanto à radiação direta é necessária, principalmente em locais de baixas latitudes. O tamanho da abertura zenital, bem como a especificação do vidro, deve ser cuidadosamente analisado a fim de balancear a quantidade de luz com o desempenho térmico (RUCK et al, 2000).

As aberturas zenitais tem sido muito utilizadas em locais de alta latitude, com predominância de céu encoberto, para aumentar a captação de luz natural. Porém com o surgimento de sistemas avançados para o redirecionamento de luz, tais como painéis prismáticos, elementos ópticos holográficos, entre outros, é possível viabilizar a utilização das aberturas zenitais em locais de clima quente. (RUCK et al, 2000).

Uma vez que a iluminação natural está ligada a ganhos de calor, é imprescindível, principalmente em locais de baixa latitude, o cuidado com a proteção quanto à radiação solar direta. Para isso é importante que nesses locais o sistema de iluminação natural objetive tanto a captação da luz natural quanto a proteção solar. Isso pode ser alcançado através da correta especificação dos vidros e a utilização de sistemas de sombreamento integrados à fachada. Esses sistemas podem ter a função de

sombreamento, proteção quanto ao ofuscamento ou redirecionamento da luz e precisam ser definidos na fase de concepção do projeto, uma vez que interferem na arquitetura do edifício. Tais sistemas serão mais profundamente discutidos a seguir.

#### 1.2.5. Classificação dos sistemas de sombreamento e redirecionamento da luz

Em climas quentes, os dispositivos de sombreamento são essenciais para que se possa iluminar sem que se traga com isso ganhos térmicos para o interior dos ambientes. Por outro lado os dispositivos de redirecionamento da luz promovem uma melhor distribuição da luz natural no interior dos espaços e evitam o ofuscamento, principalmente quando a tipologia da abertura para iluminação natural for a janela lateral.

O sistema para luz natural é

uma adaptação da janela/abertura zenital que tem como objetivo melhorar/otimizar a quantidade e melhorar a distribuição de luz natural no espaço. Os sistemas para a luz natural utilizam a luz do zênite e do céu de maneira eficiente, guiando-a com mais profundidade e uniformidade para o interior dos ambientes. (AMORIM , 2002)

Tais dispositivos servem também como proteção solar e controle de ofuscamento, uma vez que diminuem o brilho da janela.

O sucesso da iluminação natural em climas sub-tropicais é muito diferente dos demais edifícios em climas temperados (GREENUP et al, 2003). O principal objetivo do design de uma janela subtropical é promover conforto térmico no verão, geralmente através da exclusão da luz do sol no interior dos ambientes. Para que isso ocorra, diversas vezes há uma brusca redução da iluminação natural no interior dos espaços, muito maior do que em edifícios construídos em climas temperados, onde a disponibilidade de luz natural é menor. Devido a este fato, os sistemas de iluminação natural em locais de clima quente devem captar e redirecionar a luz solar incidente, promovendo ao mesmo tempo sombreamento e iluminação natural.

Os sistemas de sombreamento e redirecionamento da luz podem ser fixos ou móveis. Os móveis podem ter controle manual e automatizado, de acordo com a disponibilidade de luz e incidência solar.

Os sistemas de sombreamento foram projetados inicialmente para bloquear a luz direta do sol e admitir luz difusa (KISCHKOWEIT-LOPIN, 2002). Porém tais sistemas podem contribuir para o redirecionamento da luz direta do sol ou transformá-la em luz difusa.

Uma larga variedade de sistemas de iluminação natural tem sido desenvolvida nos últimos 10 anos, como meio de viabilizar a utilização da iluminação natural em edifícios não residenciais. (Littlefair, 1990; MILONI et al, 1997 apud SCARTEZZINI et al, 2002).

Muitos desses sistemas mostraram uma real capacidade, quando instalados corretamente, de capturar a luz do sol, sob condição de céu claro e intermediário, e redirecionar a componente direta da luz do dia para o teto do ambiente próximo à janela. Porém, como a condição de céu encoberto é predominante no inverno da Europa central, essa característica não pode ser utilizada nesse período do ano, o que infelizmente resulta em alto consumo de energia com iluminação. (SCARTEZZINI et al, 2002)

Para países de clima tropical, como é o caso de Brasil, onde há predominantemente a presença de céu claro e parcialmente encoberto, mesmo em períodos de inverno, a utilização de tais sistemas acarretará significativa economia de energia em iluminação nas edificações.

A utilização inteligente da iluminação natural, portanto, está exatamente, em se promover a entrada de luz natural nos ambientes internos, evitando, porém, ganhos térmicos e ofuscamento, e para isso, diversos sistemas tem sido estudados e testados.

Cada um destes sistemas possui características diferentes em relação aos parâmetros de desempenho da luz natural e conforto visual. É importante ter conhecimento das diferenças de cada sistema e da aplicabilidade de cada um para situações diversas.

Apesar dos sistemas de integração com a luz natural terem um significativo potencial de reduzir o consumo de energia e a demanda instalada, algumas barreiras têm dificultado a adoção desses sistemas em edificações. O grande receio tanto por parte dos construtores quanto por parte dos projetistas quanto à utilização desses sistemas é que os mesmos estão relutantes em serem os primeiros na adoção de uma nova tecnologia. (LEE et al, 2006). Segundo LEE (2006) Os questionamentos são: quanto irá custar? Quais são os riscos? Como isso irá funcionar para o meu caso específico? Qual a confiabilidade do fabricante? Muitos projetistas e construtores não têm acesso a essas respostas e desistem da utilização desses sistemas. Por esse motivo é muito importante que tais sistemas sejam simulados e avaliados por pesquisadores e que os resultados da pesquisa estejam disponíveis para o mercado.

Segundo RUCK et al (2000) o projetista, ao conceber um sistema de iluminação natural, deve responder às seguintes questões?

- a) É útil aplicar um sistema de iluminação em meu caso?
- b) Que tipos de problemas podem resolver com o sistema de iluminação natural?
- c) Que benefícios quero alcançar com a utilização de um sistema de iluminação natural?

Tendo respondido a tais perguntas deve partir então para a escolha do sistema de iluminação adequado, considerando os seguintes parâmetros:

- Condições de iluminação natural do sítio: latitude, nebulosidade, obstruções;
- Objetivos e estratégias da iluminação natural, implicadas no design de arquitetura;
- Esquema e função da janela;
- Objetivos energéticos;
- Restrições quanto à operação: fixo, móvel, considerações quanto à manutenção;
- Restrições quanto à integração: integração arquitetura/construção;
- Restrições econômicas.

RUCK et al (2000) publicou recentemente uma matriz de classificação dos sistemas de iluminação natural existentes e em fase de teste. A matriz foi organizada segundo parâmetros de comportamento dos sistemas em relação à luz natural (Tabelas 2, 3, 4 e 5). O trabalho foi resultado do “Task 21, Energy Conservation in Buildings” do International Energy Agency (IEA), Solar Heating and Cooling Programme. Os seguintes questionamentos foram realizados para cada parâmetros:

- a) **Proteção quanto ofuscamento:** Este sistema previne quanto ao ofuscamento quando visto do interior, ofuscamento da luz direta do sol e ofuscamento devido a reflexões?
- b) **Vista externa:** Este sistema permite a transparência, vistas não distorcidas, quando utilizada nesta posição?
- c) **Condução da luz para o interior do ambiente:** Este sistema proporciona redirecionamento da luz para o fundo maior que sistemas convencionais de janelas?
- d) **Iluminação homogênea:** Este sistema permite uma distribuição uniforme da luz natural através do espaço (paredes e teto)?
- e) **Potência de economia de energia:** Este sistema efetivamente dispensa o uso de iluminação artificial se comparado com sistemas convencionais de iluminação natural?
- f) **Necessidade de rastreamento:** Esse sistema precisa rastrear o movimento diurno ou sazonal do sol durante o dia ou ano para manter um desempenho eficiente?
- g) **Disponibilidade:** Indicação de que o sistema está disponível comercialmente (di), ou em fase de teste (T)

Nesta classificação, os sistemas estão divididos da seguinte maneira:

Os sistemas de iluminação natural com sombreamento são aqueles que promovem juntamente com o ingresso da luz, a proteção solar e se dividem em sistemas que utilizam a luz difusa do céu e sistemas que utilizam a luz direta do sol.

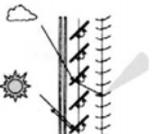
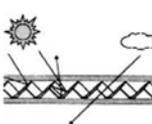
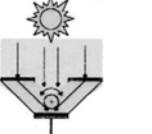
SISTEMAS QUE UTILIZAM A LUZ DIFUSA DO CÉU Elementos de sombreamento que bloqueiam a luz direta do sol, mas são transparentes à luz difusa do céu.	Sistema	Figura	Tipo de Abertura	Critérios para escolha dos elementos						
				Proteção contra ofuscamento	Vista Externa	Condução de luz para o interior do ambiente	Iluminação homogênea	Potencial de economia de energia	Necessidade de rastreamento da luz	Disponibilidade
1. Painéis prismáticos		Janelas verticais Aberturas zenitais	D	N	D	D	D	D	D	di
2. Venezianas prismáticas		Janelas verticais	S	D	S	S	S	S	S	di
3. Elementos reflexivos para proteção solar		Aberturas zenitais Telhados de vidro	D	N	N	S	N	N	N	di
4. Aberturas Zenitais Anidólicas		Aberturas zenitais	S	N	N	S	S	S	N	T
5. Sistema de sombreamento seletivo direcional com concentração através de		Janelas verticais Aberturas zenitais Telhados de	D	S	N	D	S	S	S	T

Tabela 2 - Sistemas de sombreamento que utilizam a luz difusa do céu. Fonte: RUCK et al, 2000. LEGENDA DA MATRIZ: S=sim, N=não, D=Depende, di=disponível, T= em fase de teste

### SISTEMAS QUE UTILIZAM A LUZ DIRETA DO SOL

Elementos de sombreamento transformam a luz direta do sol em difusa, ou redirecionam a luz do sol para o teto ou para cima da altura dos olhos.

Sistema	Figura	Tipo de Abertura	Critérios para escolha dos elementos							
			Proteção contra ofuscamento	Vista Externa	Condução de luz para o interior do ambiente	Iluminação homogênea	Potencial de economia de energia	Necessidade de rastreamento da luz	Disponibilidade	
1. Sombreamento com condução de luz		Janelas verticais, acima da altura dos olhos	S	S	D	D	D	N	T	
2. Grelhas e persianas		Janelas verticais	S	D	S	S	S	S	di	
3. Prateleira de luz para redirecionamento da luz do sol.		Janelas verticais	D	S	S	S	S	N	di	
4. Vidros com perfis reflexivos (Okasolar)		Janelas verticais, aberturas zenitais	D	D	D	D	D	N	di	
5. Aberturas Zenitais com Laser Cut Panels		Aberturas zenitais	D		S	S	S	N	T	
6. Lamelas giratórias		Janelas verticais, Aberturas zenitais	S/D	D	D	D	D	S	di	
7. Persianas Anidolicas Solares		Janelas verticais	S	D	S	S	D	N	T	

Tabela 3- Sistemas de sombreamento que utilizam a luz direta do sol. Fonte: RUCK et al, 2000

Os sistemas de iluminação natural sem sombreamento são sistemas concebidos para o redirecionamento da luz para áreas longe das janelas ou das aberturas zenitais. Podem ou não bloquear a luz direta do sol. Dividem-se em sistemas de condução da luz difusa, sistemas de condução da luz direta, sistemas de dispersão e sistemas de transporte.

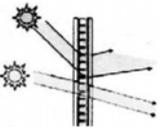
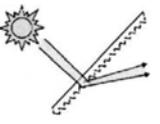
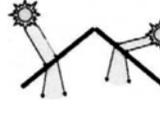
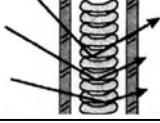
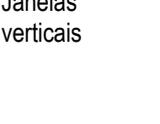
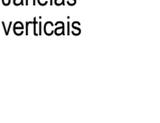
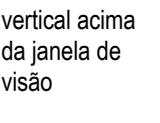
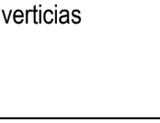
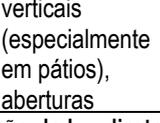
SISTEMAS DE CONDUÇÃO DA LUZ DIRETA Permitem utilizar a luz direta do sol sem com isso causar ofuscamento e ganhos térmicos. O ofuscamento é evitado através da melhor distribuição da luz no interior do ambiente, sem excessivos contrastes e brilho. Em climas quentes, para evitar o aquecimento interno, esses dispositivos devem ser utilizados em uma pequena parte da fachada, sendo o restante protegido por elementos sombreadores convencionais.	Sistema	Figura	Tipo de Abertura	Critérios para escolha dos elementos						
				Proteção contra ofuscamento	Vista Externa	Condução de luz para o interior do ambiente	Iluminação homogênea	Potencial de economia de energia	Necessidade de rastreamento da luz	Disponibilidade
SISTEMAS DE CONDUÇÃO DA LUZ DIFUSA Estes elementos são indicados para locais com predominância do céu encoberto. Promovem o redirecionamento a luz do zênite, mais brilhante que a luz do horizonte em céu encoberto, para o fundo do ambiente, aumentando a utilização da luz natural. Em locais densamente urbanizados, onde a quantidade de obstruções externas é considerável, prejudicando o acesso da edificação à luz natural, a porção zenital do céu pode ser a única fonte de luz natural, e tais sistemas podem	1. Laser Cut Panels (LCP)		Janelas verticais e aberturas zenitais	N	S	S	S	S	N	T
	2. Painéis prismáticos		Janelas verticais e aberturas zenitais	D	DD	D	D	D	S/N	di
	3. Elementos óticos holográficos na abertura zenital		Aberturas zenitais	D	S	S	S	S	N	di
	4. Vidros para condução de luz		Janelas verticais e aberturas zenitais	D	N	S	S	S	N	di
	1. Prateleira de luz		Janelas verticais	D	S	D	D	D	N	di
	2. Sistema Integrado Anidólico		Janelas verticais	N	S	S	S	S	N	di
	3. Teto Anidólico		Fachada vertical acima da janela de visão		S	S	S	S	N	T
	4. Sistema peixe		Janelas verticais	S	D	S	S	S	N	di
	5. Condutor de luz zenital com Elementos óticos holográficos		Janelas verticais (especialmente em pátios), aberturas		S	S	S	S	N	di

Tabela 4 – Sistemas de iluminação natural para condução da luz direta e difusa. Fonte: RUCK et al, 2000

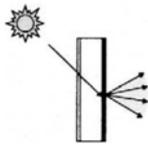
SISTEMAS DE DISPERSÃO DESCRÇÃO: São elementos que promovem a distribuição de luz. Funcionam bem quando utilizados em aberturas zenitais, para iluminar os ambientes pelo teto. Quando utilizados em aberturas laterais devem ser cuidadosamente analisados, pois podem causar ofuscamento.	Sistema	Figura	Tipo de Abertura	Critérios para escolha dos elementos							
				Proteção contra ofuscamento	Vista Externa	Condução de luz para o interior do ambiente	Iluminação homogênea	Potencial de economia de energia (iluminação artificial)	Necessidade de rastreamento da luz	Disponibilidade	
	1. Sistemas de dispersão (vidros para difusão da luz, vidros capilares, vidro fosco)		Janelas verticais e aberturas zenitais	N	N	S	S	D	N	di	
SISTEMAS DE TRANSPORTE DESCRÇÃO: São sistemas que coletam e transportam a luz solar de longas distâncias para o centro do edifício, através de fibras óticas ou dutos de luz.	1. Heliostato					S		S	S	di	
	2. Tubo de luz					S	S	S	N	di	
	3. Duto de luz		Telhado				S	D	S	N	di
	4. Fibras						S		S	S	di
	5. Teto de condutor de luz						S	s	S	N	T

Tabela 5 - Sistemas de iluminação natural com dispersão e sistemas de transporte. Fonte: RUCK et al, 2000

## 1.2.6. Descrição de alguns tipos de sistemas de sombreamento e redirecionamento da luz

### 1.2.6.1. Light shelves ou prateleiras de luz

A prateleira de luz é um elemento horizontal posicionada dentro e/ou fora da janela. Pode se configurar como um elemento de composição da fachada e deve ser concebida na fase inicial de projeto, juntamente com a esquadria (figura 13).



Figura 13 - Prateleira de luz –Edifício EOS, Lausanne, Suíça . Fonte: Ruck et al, 2000

As prateleiras podem proporcionar sombreamento, sem ocultar a vista. Contribuem para a uniformidade da iluminação natural, uma vez que reduzem a quantidade de luz próximo à janela e auxiliam no redirecionamento da luz para o interior do ambiente. Edifícios protegidos pelas prateleiras de luz, quando comparados a edifícios vedados por vidros espelhados, sem proteção externa, são mais eficientes energeticamente, devido a maior economia no consumo de iluminação e condicionamento artificial. Além disso, trazem para o interior do ambiente a escala humana e proporcionam um ponto de interessa visual na fachada (LAM, 1986).

A forma e localização da prateleira de luz serão ditadas pela configuração do ambiente, pela altura do teto, pelo nível da altura dos olhos dos usuários, e pelo sombreamento que se deseja em função da trajetória solar. Geralmente, quanto mais baixa a prateleira, maior será o ofuscamento e maior será a quantidade de luz refletida para o teto (RUCK, 2000). Por isso, a prateleira deve ser localizada acima da altura dos olhos, a fim de evitar o ofuscamento e possibilitar a vista externa.

A prateleira pode ser interna, externa ou interna/externa. Segundo RUCK (2000) a prateleira interna reduz a quantidade de luz recebida se comparada ao sistema convencional de janela. As medições em modelos físicos e modelos reais mostram que a prateleira interna reduz o Fator de Luz do Dia<sup>2</sup> no

---

<sup>2</sup> Fator de Luz do dia: Relação entre a iluminância em um ponto exterior ao ambiente e um ponto dentro do ambiente, medidos na mesma hora. Expresso em porcentagem. O Fator de Luz do dia será abordado no capítulo 2, item 2.4.5.

plano de trabalho, se comparado ao ambiente sem as prateleiras (Aizlewood, 1993; Christoffersen, 1995, Littlefair, 1996 apud RUCK et al, 2000).

Ainda segundo RUCK et al a prateleira externa, em alguns casos, pode aumentar a quantidade de luz natural quando comparada com a janela tradicional, uma vez que aumenta a exposição à área de altas luminâncias do zênite no céu. A prateleira externa pode contribuir também para a distribuição uniforme da luz natural no interior do ambiente, se comparado ao um ambiente com janela de igual tamanho, sem a prateleira.

A prateleira de luz deve ser projetada em função da orientação da janela, configuração da sala e latitude do local. Pode ser aplicada para climas com significativa quantidade de luz solar direta. Funciona muito bem em ambientes profundos, na fachada norte (para o hemisfério sul). Não funcionam muito bem em locais de clima onde predomina o céu encoberto, pois neste caso diminui consideravelmente a quantidade de luz no interior do ambiente. A tamanho da aba externa da prateleira da luz será ditado pela necessidade de proteção solar. Quanto mais profunda maior a proteção.

As prateleiras de luz podem ser convencionais ou opticamente tratadas. As convencionais são fixas e planas (Figura 13). As opticamente tratadas possuem a sua geometria curvada e segmentada a fim de refletir a luz solar de acordo com a altitude solar (Figura 14). São revestidas com filmes que possuem a capacidade de melhor refletir a luz solar. São muito úteis em climas ensolarados, pois têm como objetivo o bloqueio da luz direta do sol em determinadas altitudes, aumentar o nível de iluminação além de 10m de distância da janela (RUCK, 2000) e minimizar os ganhos térmicos da edificação.

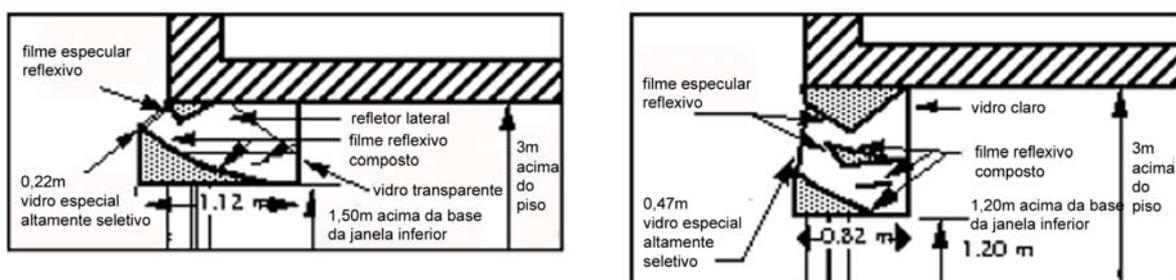


Figura 14 - Prateleiras com tratamento óptico. Fonte: RUCK et al, 2000

### 1.2.6.2. Persianas e grelhas

As persianas e grelhas são compostas de múltiplas lâminas horizontais ou verticais, geralmente produzidas em alumínio ou PVC. Podem ser externas ou internas. Os perfis podem ser retos ou curvos. O tamanho das lâminas varia entre 50 a 100mm para persianas externas e 10 a 50mm para persianas internas (RUCK et al, 2000).



Figura 15 - Persiana externa. Edifício Shell – Berlim, Alemanha. Fonte: RUCK et al (2000).

O uso mais comum de dispositivos de sombreamento e controle da luz natural em escritórios tem sido as persianas internas e as grelhas externas. No Brasil, a utilização da persiana interna, ou entre camadas de vidro da janela, é muito comum. A persiana externa, apesar de muito utilizada em países europeus, infelizmente, não tem sido vista nos edifícios brasileiros. A persiana externa, para países de baixa latitude e clima quente, como é o caso do Brasil é mais eficiente que a persiana interna, pois permite um maior controle da transmissão de radiação solar.

A persiana tem sido utilizada com a função de evitar a penetração da luz solar direta e controlar o ofuscamento. Porém, as persianas comuns, apesar de controlar bem a penetração direta do sol e o ofuscamento, reduzem excessivamente a quantidade de luz natural no interior dos ambientes, contribuindo para uma maior utilização da iluminação artificial durante o dia e conseqüentemente maior gasto de energia.

Em climas muito ensolarados, as persianas podem produzir linhas muito brilhosas ao longo das lâminas, podendo gerar ofuscamento. Incliná-las para cima, aumenta o ofuscamento e a visão do céu, incliná-las para baixo provê sombreamento e reduz o ofuscamento.

Existem persianas que proporcionam o direcionamento da luz. Tais persianas possuem uma geometria diferenciada, com uma curvatura côncava e superfície superior das lâminas concebida em um material de alta especularidade. Tais persianas geralmente são encontradas entre os vidros das janelas com espessura variando entre 10 a 12 mm. (RUCK, et al, 2000). A vantagem dessa persiana em relação à persiana comum é que a mesma possibilita o direcionamento da luz para o teto e, devido a seu formato, possuem um baixo brilho para ângulos abaixo do horizontal, evitando o ofuscamento (Figura 16). Porém, o fato de tais persianas se localizarem geralmente entre vidros, prejudica sua eficiência

com relação ao conforto térmico em locais de clima quente. Uma vez aquecidas pelo sol, dentro do sanduíche de vidro, as persianas podem se tornar painéis radiantes, fonte de calor para o ambiente interno.

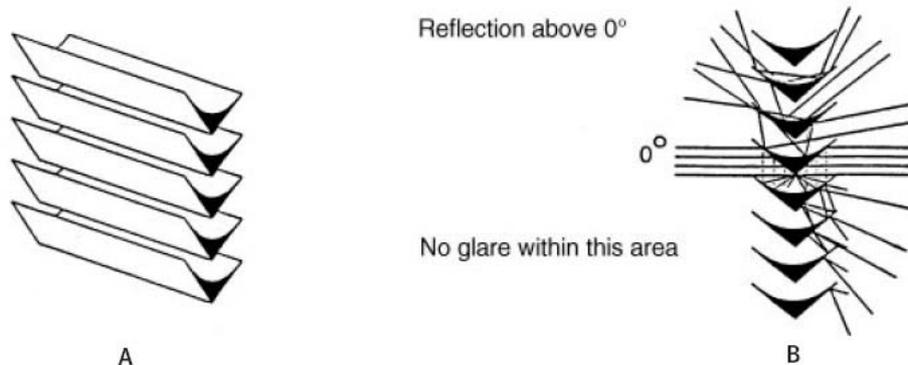


Figura 16 - Persiana com sistema do tipo "fish" que proporciona redirecionamento da luz e controle do ofuscamento. Fonte: RUCK et al, 2000.

O tipo de controle para o acionamento das persianas - manual ou automatizado - influencia a eficiência da integração entre o sistema de iluminação natural e o sistema de iluminação artificial. Percebeu-se que a presença de persianas com controle manual exercem forte influência na performance dos sistemas de controle de iluminação. (GALASIU, 2004). Quando as persianas são controladas manualmente, os ocupantes ajustam as persianas quando existe ofuscamento, mas não as reajustam, quando o ofuscamento não mais existe, impossibilitando a entrada de luz natural. Isso prejudica a eficiência da integração entre o sistema de iluminação artificial e natural.

Rea et al. (1998, apud GALASIU et al. 2006) avaliaram 58 escritórios nos Estados Unidos, durante várias semanas e perceberam que as persianas são abaixadas sempre que o sol causa ofuscamento e desconforto térmico. Porém as persianas, uma vez abaixadas, tendem a permanecer assim, por um longo período de tempo, mesmo que as condições adversas já não mais existam. Tal fato revela que a utilização da persiana controlada manualmente não é uma alternativa coerente com a conservação de energia, uma vez que, quando abaixadas, excluem a utilização da iluminação natural, aumentando a utilização da iluminação artificial.

Para resolver esse problema, persianas com controle automatizado, através de fotocélulas, têm sido estudadas e introduzidas em ambientes de escritórios. As persianas automáticas, integradas com a luz natural, se fecham automaticamente, sempre que existe ofuscamento ou penetração da luz solar direta e reabrem, quando as condições adversas não mais existem, a fim de permitir a penetração da luz natural.

GALASIU (2006) efetuou uma pesquisa em um escritório, onde avaliou o desempenho do sistema de iluminação artificial com controle dimerizável em função da disponibilidade de luz natural. Galasiu avaliou o escritório com persianas automáticas integradas à luz natural e com persianas estáticas em posições predefinidas. Evidentemente o cenário com as persianas totalmente levantadas proporcionou uma maior economia de energia. A utilização de persianas com controle automatizado aumentou o consumo de 15 a 25% do sistema de iluminação artificial, quando comparadas ao cenário com persianas totalmente levantadas. A utilização de persianas sem controle automatizado, em posições pré-definidas aumentou de 10 a 80% o consumo de energia, o que comprova a melhor eficiência da persiana automática, integrada à luz natural.

A utilização de sistemas automatizados, porém, pode gerar impacto quanto à satisfação do usuário. Um estudo efetuado por VINE et al (1998) comparou a satisfação de usuários em escritórios com persianas e iluminação automatizados, e os mesmo usuários em escritórios com controle manual das persianas e iluminação. Nas respostas encontradas em questionário efetuado a respeito das condições de iluminação do ambiente avaliado, VINE et al, encontrou maior porcentagem de satisfeitos no cenário com controle manual, do que no cenário com controle automatizado. VINE et al concluíram que as os usuários tiveram uma reação negativa à inovação tecnológica e à impossibilidade de controlar o ambiente, e que é difícil separar essa influência da própria percepção das condições lumínicas do espaço. Nesta mesma pesquisa, pode-se perceber, em algumas situações, uma certa reclamação do usuário quanto à quantidade de luz natural, no sistema automatizado, onde o sistema teoricamente possibilitava uma menor quantidade do que a desejada. VINE et al concluiu que essa necessidade estava ligada diretamente com a possibilidade de vista externa menos desobstruída pelas persianas.

Esse caso revela a necessidade de conhecer o perfil do usuário antes de se instalar controles automatizados do ambiente, de modo que seu funcionamento não venha prejudicar o conforto e a produtividade do usuário em prol da eficiência energética. Tais sistemas uma vez instalados devem ser constantemente monitorados a fim de se conhecer possíveis queixas quanto ao funcionamento dos mesmos. Os sistemas devem ser recalibrados em função das necessidades dos usuários e deve, sempre que possível, permitir a participação do usuário no ajuste das condições efetivas de trabalho. Diversas pesquisas (NEWSAHM, 1994; NICOL et al, 2006; SUTTER, et al, 2006) tem sido efetuadas a fim de se conhecer e avaliar a satisfação do usuário quanto às condições lumínicas em espaços reais de trabalho. Tal conhecimento é fundamental no ajuste de sistemas automatizados de controle e distribuição da iluminação.

### 1.2.6.3. Painéis prismáticos

Os painéis prismáticos são formados por uma série de prismas de acrílico transparente, em quatro diferentes configurações (Figura 17) onde a junção de uma face de cada prisma forma uma superfície plana (RUCK et al, 2000). Alguns podem ainda receber um filme de alumínio de alta refletância especular em uma das faces de cada prisma, para rejeição da luz solar direta. Foram concebidos para redirecionar ou refratar a luz natural. Existem dois tipos de painéis prismáticos, os prismas que redirecionam a luz solar e os prismas que excluem a luz direta do sol (Figura 18).

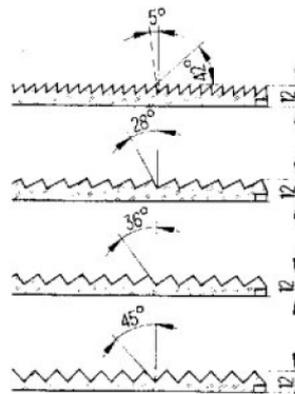


Figura 17 - Tipos existentes de painéis prismáticos comercializáveis. Fonte: RUCK et al, 2000

Segundo Baker et al (1993) os painéis podem contribuir significativamente para a diminuição do ofuscamento devido a uma janela. Painéis para exclusão da luz solar direta podem reduzir a luminância da janela para 100-300cd/m<sup>2</sup>, contra 2000-6000 de uma janela convencional sob condições de céu encoberto, portanto é uma excelente estratégia para utilização em ambientes com uso de terminais de vídeo.

Os painéis podem ser fixos ou móveis. Podem ser utilizados na própria janela, ou exterior à mesma, dependendo da estratégia de iluminação ou proteção solar, que se deseja (Figura 19). Os painéis possibilitam a visão externa, porém distorcida. (RUCK et al, 2000).

Quando os painéis prismáticos estiverem sendo utilizados como bloqueadores solares, algum dispositivo deve ser utilizado para evitar a dispersão de cor. Quando utilizados como redirecionadores da luz, podem redirecionar uma parcela de luz para baixo em algumas épocas do ano, o que pode causar ofuscamento. Isso pode ser evitado se o painel for móvel e ajustado conforme a época do ano. (BAKER et al, 1993).

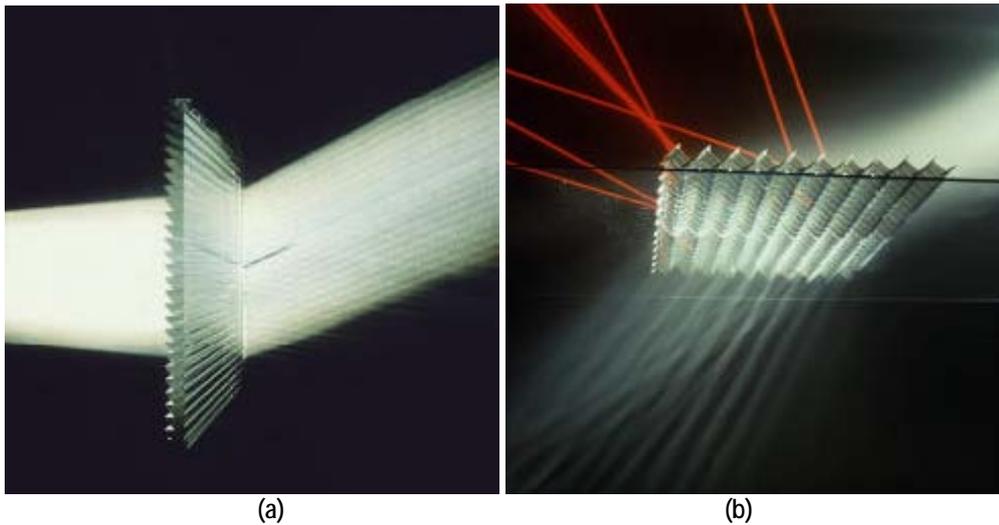


Figura 18 - Painéis prismáticos que redirecionam a luz solar (a) e Painel prismático que bloqueia a luz solar direta (b).



Figura 19 - Edifício SBV, Suíça. E estrutura em frente ao pano de vidro sustenta painéis prismáticos móveis. Fonte: Ruck et al, 2000.

Segundo RUCK et al (2000) os painéis prismáticos possuem uma aplicação limitada em climas de céu predominantemente encoberto. Para climas onde predomina o céu claro, tais painéis contribuem para o direcionamento da luz para o interior do ambiente, promovendo uma relativa uniformidade da distribuição da luz natural.

O custo de tais painéis ainda é muito elevado, o que dificulta sua inserção no mercado de construção civil. Porém tal custo pode ser justificado pela economia de energia futura em sistemas de condicionamento artificial, uma vez que os painéis contribuem para um menor ganho térmico da edificação.

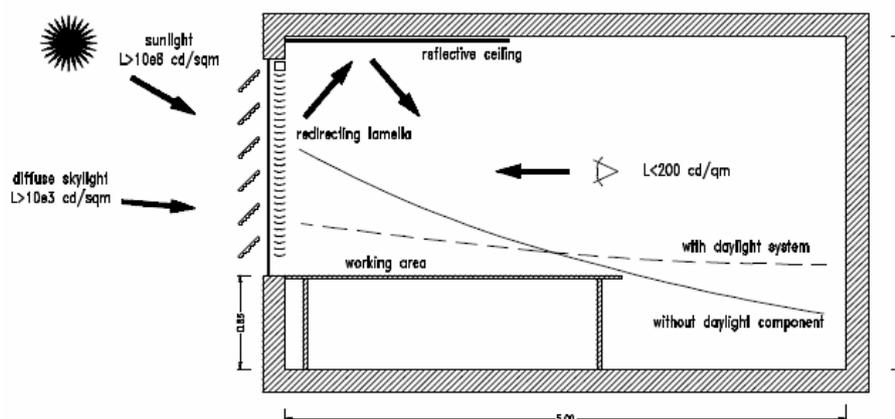


Figura 20 - Utilização conjunta de persianas direcionadoras de luz e painéis prismáticos. Fonte: Bartenbach Litchabor.

Os painéis prismáticos custam cerca de 200 Euros por metro quadrado (grande quantidade) e 400 euros por metro quadrado (pequena quantidade). Os filmes prismáticos custam entre 40 a 80 euros por metro quadrado (RUCK et al, 2000).

#### 1.2.6.4. Laser-cut panel

O *Laser-cut panel* consiste em um painel de acrílico seccionado a laser em uma série de elementos retangulares. Cada um desses retângulos cortados a laser se tornam pequenos espelhos que desviam a luz que passa pelo painel (Figura 21). Normalmente o painel é cortado em ângulos perpendiculares à face, mas é possível se cortar em ângulos diferentes, a fim de controlar a direção da luz defletida. O painel é geralmente inserido em sanduíches de vidro, porém pode ser também utilizado como vidro externo, se a face seccionada a laser for protegida por laminação entre os vidros.

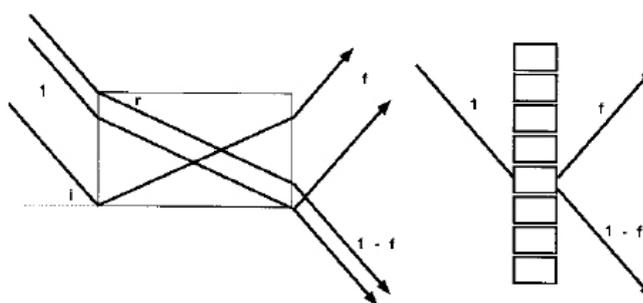


Figura 21 - Deflexão da luz dentro dos retângulos do Laser-cut panel. Fonte: Ruck et al, 2000

O painel pode ter a função de elemento sombreador ou direcionador da luz. Como elemento sombreador, pode ser utilizado perpendicularmente à fachada, como brises fixos ou móveis (Figura 22 a), ou ainda dentro de sanduíches de vidro, com a função de rejeitar a luz solar (Figura 24). Como elemento direcionador da luz, pode ser utilizado na posição vertical a fim de direcionar a luz para o teto (Figura 22 b e Figura 23).

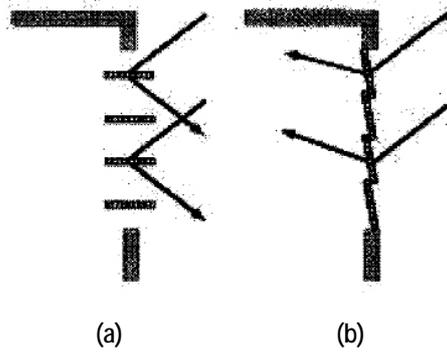


Figura 22 - Modos de utilização do painel na fachada. Fonte: RUCK et al, 2000



Figura 23 - Escola Kenmore South State, Austrália. Exemplo de aplicação de laser-cut panel na parte superior da janela para defletir a luz solar para o teto sa sala de aula.



Figura 24 - Painéis Laser-cut com espessura de 20mm , formando uma espécie de veneziana, instalada em sanduíches de vidro, com a função de rejeição de grande parte da de luz solar incidente.

Os painéis podem ser utilizados também em aberturas zenitais com função de admissão seletiva da luz. Se instalados em pirâmides zenitais admitem a luz quando proveniente de alturas solares mais baixas e rejeitam a luz, quando proveniente de alturas solares mais elevadas ( Figura 25 e Figura 26)

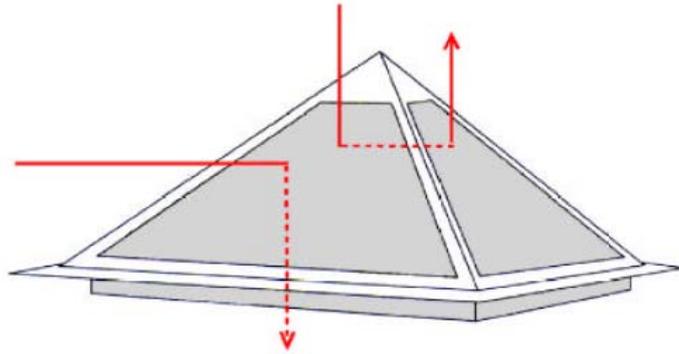


Figura 25 - Laser-cut panel utilizado com função de admissão seletiva da luz em aberturas zenitais. Fonte: RUCK et al, 2000.



Figura 26 - Escola Waterford, Austrália. Exemplo de aplicação do painel laser-cut na iluminação zenital seletiva. Fonte: RUCK et al, 2000.

Os painéis custam entre 100 a 130 euros por metro quadrado. Os painéis utilizados na parte superior das janelas, com a função de defletir a luz incidente para o fundo do ambiente, podem proporcionar um acréscimo de 10 a 30% na quantidade de luz natural, dependendo das condições do céu. (RUCK et al, 2000)

#### 1.2.6.5. Vidros que redirecionam a luz

Os sistemas de vidros que possibilitam ao direcionamento da luz solar direta para fundo do ambiente, consiste em uma série de elementos côncavos de acrílico dispostos verticalmente e vedados por um sanduíche de vidro conforme Figura 27.

O sistema de direcionamento pode ser utilizado em aberturas laterais e aberturas zenitais (Figura 28) Em aberturas laterais deve ser utilizado acima da janela de visão e deve ter uma altura equivalente à pelo menos 10% da altura total do ambiente. Elementos reflexivos no teto podem ser utilizados para concentrar a luz nas áreas que se deseja. Em aberturas zenitais deve ser utilizado inclinado pelo 20° para que possa redirecionar a luz proveniente de baixas alturas solares (RUCK et al, 2000)

A diferença de preço entre um sistema convencional de sanduíche de vidro insulado e o sanduíche de vidro com sistema para direcionamento da luz é de 200 euros, valor que tende a reduzir com a quantidade. (RUCK et al, 2000)

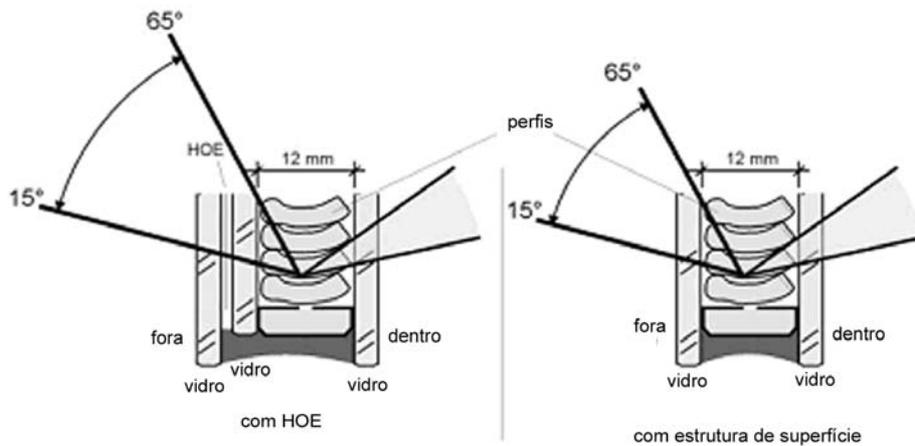


Figura 27 - Perfil do vidro para direcionamento da luz. Fonte: RUCK et al, 2000

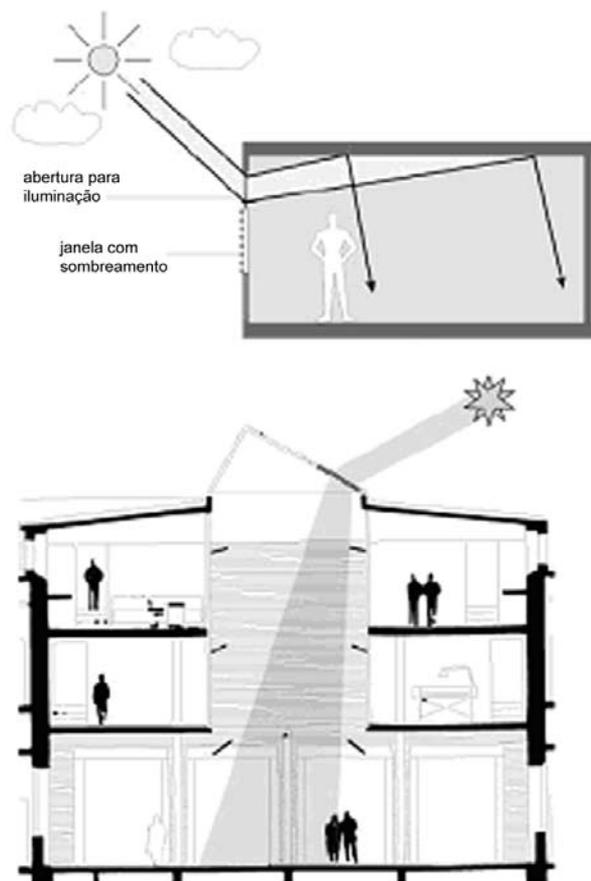


Figura 28 - Vidro condutor utilizado em aberturas laterais e aberturas zenitais. Fonte: RUCK et al, 2000

BECK et al (1999) testou a eficiência do sistema em uma sala teste, utilizando-o na parte superior de uma janela lateral. Verificou que o mesmo possibilita uma significativa redistribuição da luz direta

incidente, direcionando-a para o teto, onde a mesma é refletida difusamente para a área de trabalho. Tal sistema proporcionou uma redução drástica na utilização da iluminação artificial.

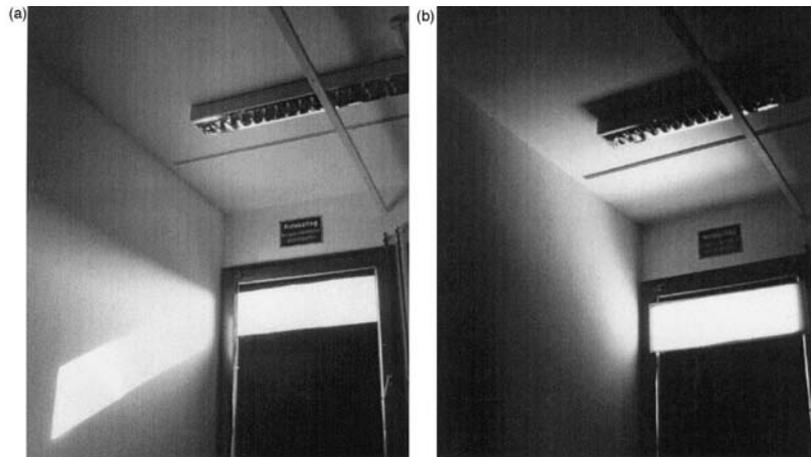


Figura 29 - Comparação entre janela com e sem vidro direcionador da luz. Fonte: BECK et al, 1999

#### 1.2.6.6. Sistemas anidólicos

Os sistemas anidólicos utilizam as propriedades ópticas concentradoras das parábolas para coletar a luz difusa do céu. A luz, uma vez concentrada, pode ser direcionada, através de um duto de luz especular, para locais mais afastados das janelas (Figura 30). Ao contrário dos sistemas descritos anteriormente, os sistemas anidólicos são eficientes para locais de céu predominantemente encoberto, principalmente em locais onde a densidade urbana é muito grande e o acesso à abobada celeste é limitado (RUCK et al, 2000).

A superfície refletora dos sistemas anidólicos deve ser constituída de alumínio anodizado (refletância=0.9). Quando utilizados em aberturas laterais, devem estar localizados acima da janela de visão.

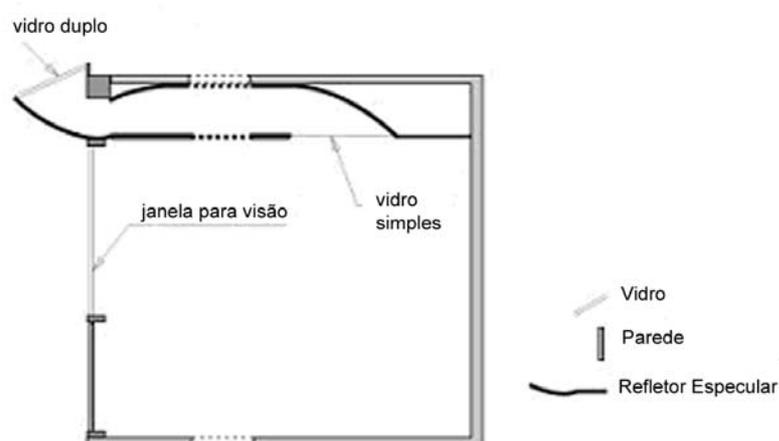


Figura 30 - Teto com sistema anidólico. Fonte: RUCK et al, 2000

SCARTEZZINI et al (2002) testaram um teto anidólico em um modelo em escala 1:1 e em um modelo de referencia equipado com fachada convencional com vidros duplos e persianas externas. Compararam a variação do fator de luz do dia de ambos os modelos. O estudo comprovou a capacidade do sistema anidólico em aumentar o fator de luz do dia em locais mais afastados da janela.

### 1.2.7. Escolha do tipo de vidro

A escolha correta dos vidros que compõem as aberturas é fundamental para que se alcance melhores resultados em um projeto de iluminação natural. Diversas características devem ser analisadas no momento da escolha do tipo de vidro adequado à situação de projeto. As seguintes propriedades devem ser avaliadas:

a) **Transmitância Visível ou Transmitância luminosa:** percentual entre a luz visível que chega no vidro e a que passa por ele. Vidros com alta transmitância possuem uma aparência clara e provê grande quantidade de luz e vistas inalteradas. Vidros com baixa transmissividade visível são melhores para espaços sob condições de alta sensibilidade ao ofuscamento, porém podem gerar ambientes escuros, em algumas condições de céu, além de vistas escurecidas do ambiente externo.

b) **Refletância visível:** Indica o grau em que o vidro se comporta como um espelho. É o percentual de luz que chega ao vidro e o que é refletido por ele. A maioria dos produtos prove tanto reflexão interna (durante a noite) e externa (durante o dia). Vários tratamentos como camadas metálicas aumentam a refletividade. Altas refletividades trazem consigo baixas transmissividades visíveis.

c) **Coefficiente de ganho de calor solar (SHGC) ou coeficiente de sombreamento (SC).** Indicativos de ganho solar. É a proporção entre a energia térmica solar transmitida e a energia solar incidente, variando entre 0.9 e 0.1, onde valores pequenos significam menor ganho térmico. SC é a relação entre a energia térmica transmitida no vidro em comparação ao vidro 3mm transparente, sob condições idênticas.  $SC = 1.15SHGC$ . O SHGC tem sido utilizado mais freqüentemente pelos fabricantes de vidro em substituição as SC, utilizado anteriormente.

d) **U-Value ( $W/m^2.K$ ,  $Btu/h.ft^2.F$ ):** coeficiente global de transmissão de calor pelo vidro sob condições de um diferencial de temperatura. Valores menores são desejáveis. R-Value é a resistência térmica em relação à troca de calor.  $R=1/U$

e) **Transmissão de Ultravioleta.** Percentual de radiação ultravioleta transmitida.

f) **Seletividade Espectral:** refere-se à habilidade do vidro em responder de maneira não uniforme aos vários comprimentos de onda da radiação. Capacidade do vidro em admitir luz visível e rejeitar infravermelho. Um vidro que apresenta alta transmissão visível e baixo coeficiente de ganho de calor solar é seletivo.

g) **Cor do vidro:** afeta a aparência da vista e da luz incidente.

h) **Transmissão do som.** *Outdoor to indoor transmission class* (OITC) é a propriedade utilizada para expressar a atenuação sonora do vidro. Vidros com várias camadas, como o laminado, melhoram o OITC do vidro.

Os avanços na tecnologia do vidro possibilitaram a utilização de vidros com menores coeficientes de ganhos de calor solar (SHGC). O problema é que geralmente vidros com menores SHGC possuem menor transmissão visível, reduzindo consideravelmente a admissão de luz natural. Porém, existem atualmente vidros seletivos, que apesar de possuírem baixo coeficiente de ganho de calor solar, possuem transmissão luminosa mais elevada, aliando dessa forma as duas características desejáveis para locais de clima quente, como o Brasil. O ideal é definir a transmissão visível desejada, e dentro dessa transmissão especificar vidros que possuam SHGC menor.

Como já explicitado anterior, é importante em um ambiente de escritório separar as transparências para visão e iluminação. Transparências para a visão - *vision glases* - estabelecem uma conexão entre o interior e o exterior. Transparências para a iluminação natural - *daylighting glases* - são utilizadas para iluminar os espaços. Os dois sistemas funcionam de maneira diferente e devem ter características diferentes, com relação à localização e a transmitância do material, conforme Tabela 6. (SOUTH CALIFORNIA EDISON, 1999).

Cor	Função	vis	solar	Inverno U	Verão U	SHGC
Claro	Visão	36%	20%	.31	.32	.27
	Iluminação	76%	46%	.31	.31	.53
	Iluminação (melhorada)	70%	32%	.29	.28	.37
Cinza	Visão	25%	16%	.32	.34	.24
	Iluminação	76%	46%	.31	.31	.53
	Iluminação (melhorada)	70%	32%	.29	.28	.37
Verde	Visão	32%	14%	.31	.33	.21
	Iluminação	65%	31%	.31	.32	.38
	Iluminação (melhorada)	60%	24%	.29	.30	.30
Azul	Visão	29%	16%	.31	.33	.24

	Iluminação	48%	28%	.31	.32	.35
	Iluminação (melhorada)	44%	20%	.29	.30	.27
Azul/verde	Visão	31%	15%	.31	.33	.22
	Iluminação	64%	32%	.31	.32	.39
	Iluminação (melhorada)	60%	25%	.29	.30	.31

Notes:

1.  $\tau_{vis}$  é a transmissão visível de luz

2.  $\tau_{solar}$  é a transmissão solar total

3. Inverno U-value é a condução térmica no centro-do-vidro sob condições típicas de inverno em Btu/hr-ft<sup>2</sup>-°F.

4. Verão U-value é a condução térmica no centro-do-vidro sob condições típicas de verão em Btu/hr-ft<sup>2</sup>-°F.

5. Solar heat gain coefficient (SHGC) é a fração da radiação solar incidente que se torna carga térmica

Tabela 6- Quadro de tipos de vidros para visão e iluminação. Fonte : South California Edison (1999)

Segundo O'CONNOR et al (1997) a utilização dos vidros duplos, apesar do maior custo inicial, aumentam o conforto nas zonas perimetrais, principalmente quando o posto de trabalho do usuário se situar próximo à janela, uma vez que tais vidros reduzem a transmissão de calor por diferença de temperatura. Além disso, o vidro duplo melhora o desempenho acústico do ambiente. Porém tal benefício só poderá ser alcançado se as aberturas permanecerem fechadas. Uma vez abertas, os benefícios do vidro duplo desaparecem. Portanto, a utilização de vidros duplos é uma opção viável, quando existe um sistema permanente de climatização artificial.

Quanto mais larga a janela, maior deve ser o cuidado com relação ao ofuscamento, e mais baixa deve ser a transmitância visível dos vidros. É importante equilibrar o conflito entre o ofuscamento e a quantidade de luz, seja através da especificação dos vidros, seja através da utilização de elementos sombreadores.

Vidros escuros nem sempre provêm bom controle solar. A maioria dos vidros escuros bloqueia mais a luz do que o calor e podem produzir ambientes sombrios, afetando o bem-estar e a produtividade dos trabalhadores. Além disso, vidros escuros absorvem grande quantidade de energia solar, tornando-se uma fonte de calor para o usuário situado próximo a ele. (O'CONNOR et al ,1997)

É importante não contar somente com o vidro para redução do ganho de calor e desconforto, pois sob condições de alta radiação solar, eles não são suficientes para promover o sombreamento necessário. A utilização de elementos sombreadores externos e/ou internos é fundamental para garantir o melhor desempenho térmico do edifício e o conforto do usuário.

### 1.2.8. Integração dos sistemas de iluminação natural e artificial

A utilização da iluminação natural como estratégia de economia de energia só funciona perfeitamente bem quando integrada à iluminação artificial. Sendo assim a iluminação artificial deve ser utilizada como uma fonte suplementar à iluminação natural, através de instalação de controles capazes de ajustar a quantidade de iluminação artificial de acordo com a disponibilidade de luz natural. Tais controles devem estar ligados a um sistema de automação predial que possibilite o monitoramento contínuo da iluminação.

Se tais sistemas de controle não existirem, a iluminação artificial tenderá a permanecer ligada por todo o período de funcionamento da edificação, principalmente em edifícios de escritórios, onde o controle da iluminação não é individual, prejudicando a eficiência energética do conjunto. (BAKER et al, 1993). O controle manual da iluminação deve ser evitado, uma vez que não é corretamente utilizado pelo ocupante típico de um escritório. As luzes, uma vez acesas, tenderão a permanecerem acesas durante todo o dia, mesmo que a quantidade de iluminação natural no ambiente seja suficiente para a realização da tarefa.

Os equipamentos para o controle automatizado da iluminação, uma vez instalados, contribuirão para a minimização do tempo de utilização da iluminação artificial. Um dos sistemas de controle são os circuitos dotados de fotocélulas que possibilitam que as luzes se apaguem ou reduzam sua intensidade de acordo com o brilho existente no local, proporcionado pela luz natural, e podem ser utilizados em conjunto com reatores de alta frequência, para que lâmpadas fluorescentes de alta eficiência possam ser dimerizadas. (COOK, 1998).

A escolha entre equipamentos de dimerização e desligamento automático deverá ser ditada pela estratégia a que se destina. Cada zona da edificação deverá possuir o controle adequado à tarefa ali realizada. O desligamento abrupto da iluminação artificial não é confortável para o usuário e não deve ser utilizado em escritórios, devendo-se optar pela dimerização. Para espaços com quantidade de iluminação natural adequada durante todo o dia e com execução de tarefas visuais não críticas, o desligamento pode ser aceitável, desde que as lâmpadas sejam ajustadas no máximo duas vezes ao dia. (O'CONNOR et al, 1997).

Os grupos de luminárias e os arranjos de circuitos devem ser dispostos de acordo com a distribuição das zonas de similar disponibilidade de luz natural. As luminárias devem ser arrançadas paralelas à janela e um controle individual deve ser instalado para cada coluna. Para espaços com mais de uma janela, os

grupos de luminárias devem estar divididos para cada janela, de forma a se proporcionar uma melhor integração com o possível uso de persianas. (O'CONNOR et al ,1997)

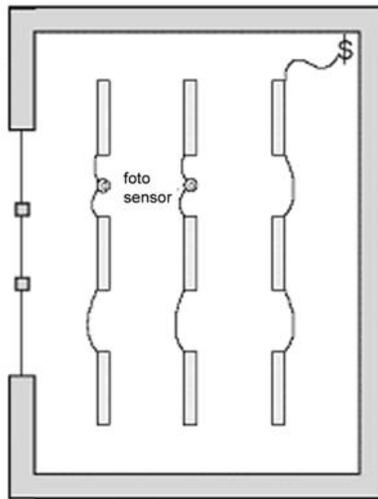


Figura 31- Distribuição dos circuitos paralelamente à distribuição da iluminação natural. Fonte: Daylighting Guide For Canadian Commercial Buildings ,2002

Apesar dos sistemas de integração com a luz natural terem um significativo potencial de reduzir o consumo de energia e a demanda instalada, algumas barreiras têm dificultado a adoção desses sistemas em edificações. Os sistemas de integração da luz artificial com a natural, apesar de estarem disponíveis no mercado a mais de duas décadas possuem uma penetração no mercado americano entre 1 a 2% (SELKOWITZ, 2006). Segundo Selkowitz (2006), o grande receio tanto por parte dos construtores quanto por parte dos projetistas quanto à utilização desses sistemas é que os mesmos estão relutantes em serem os primeiros na adoção de uma nova tecnologia e pagar o prêmio. Os questionamentos são: quanto irá custar? Quais são os riscos? Como isso irá funcionar para o meu caso específico? Qual a confiabilidade do fabricante? Muitos projetistas e construtores não têm acesso a essas respostas e desistem da utilização desses sistemas.

Para que o sistema de controle funcione adequadamente é necessário uma correta especificação dos componentes, bem como uma correta calibração dos níveis de iluminação que se deseja alcançar. O tipo de sensor de iluminação deve ser especificado de acordo com as condições locais. Existem sensores do tipo "Open-loop" e "Closed-loop". O sistema do tipo "open-loop" possui mais flexibilidade na calibração e "perdoa" erros na localização do sensor e nos ângulos de visão. O sistema do tipo "closed-loop" é muito sensível à luz direta do sol e se localizados muito próximos às janelas podem gerar níveis de iluminação fora dos níveis de projeto. (O'CONNOR et al ,1997; RUCK et al, 2000). Além disso, o tempo de resposta para dimerização do sistema deve ser lento, em torno de 30

segundos, a fim de evitar variações constantes em função do movimento das nuvens. O sensor de iluminação deve ser localizado o mais próximo possível da tarefa para que o nível de iluminação desejado seja alcançado principalmente na área de trabalho.

A calibração dos sensores deverá seguir instruções do fabricante e deve ser efetuada após a instalação completa do sistema de iluminação artificial, e com o mobiliário e divisórias nos seus respectivos locais de projeto. As condições de iluminação artificial e natural no momento da calibragem devem ser as condições efetivas de trabalho. Se houver qualquer alteração na posição das luminárias ou do mobiliário e/ou divisórias, os sensores devem ser novamente calibrados. (O'CONNOR et al, 1997; RUCK et al, 2000)

Uma vez em funcionamento, o sistema deverá ser constantemente monitorado a fim de corrigir possíveis falhas e satisfazer as queixas dos usuários. No caso de queixas, o sistema deve ser novamente calibrado a fim de atender as necessidades lumínicas dos usuários nas condições efetivas de trabalho.

O Lawrence Berkeley National Laboratory, Califórnia, efetuou recentemente o acompanhamento da instalação de um sistema automatizado de integração da iluminação artificial com a luz natural no edifício sede do New York Times (SELKOWITZ, 2006). O construtor pretendia utilizar tais sistemas, mas precisava de dados que relatassem os riscos e o custo-benefício associados ao uso de tais tecnologias. Uma parceria foi então criada entre o LBNL, a indústria fabricante dos equipamentos e três fundações públicas durante o período de solstício a solstício. O objetivo da pesquisa era obter dados a cerca do consumo de energia, desempenho dos sistemas e conforto visual. Isso permitiu o teste do sistema antes da instalação final em todo o edifício.

Foram testados brises automatizados e sistemas de iluminação com lâmpadas fluorescentes 17W T8 (3500k, CRI=0.86), com reatores eletrônicos dimerizáveis, comandados pelos sensores de iluminação simples de teto com lentes difusas. O sistema foi concebido para dimerizar todas as zonas do escritório em resposta à luz natural a fim de manter a iluminância no plano de trabalho na faixa de 484 a 538 lux. Durante grande parte do período de teste as lâmpadas foram dimerizadas à potência mínima e uma pequena parte as lâmpadas foram dimerizadas até seu total desligamento.

A pesquisa concluiu que a confiabilidade do sistema foi muito boa, indicando que existem sistemas comerciais capazes de atingir um desempenho confiável e propiciar significativa economia de energia, dando-se suficiente atenção ao monitoramento e recalibragem durante o uso.

## 2. O AMBIENTE DE TRABALHO ADMINISTRATIVO E AS NECESSIDADES LUMÍNICAS

### 2.1. Introdução

Para projetar um sistema de iluminação natural adequado às necessidades de um ambiente de escritório, é necessário entender como acontecem as formas de ocupação desses espaços e quais são as necessidades visuais de seus usuários.

Os escritórios são espaços projetados para abrigar diversas tarefas tais como leitura de papéis, comunicação interpessoal, uso de telefone, uso de computador, etc. A iluminação, portanto, deve ser adequada para a perfeita execução de todas as tarefas. Cabe ao projetista, compreender como essas tarefas acontecem e quais são as necessidades lumínicas referentes a cada uma delas.

O objetivo de um projeto de iluminação em um escritório é maximizar o conforto e a visibilidade da tarefa, a fim de aumentar a produtividade das pessoas. A iluminação deve prover níveis adequados de iluminância para a execução das tarefas. Pessoas que estão mais confortáveis e satisfeitas estão mais dispostas a ficar mais tempo no trabalho, a ter menos tempo de intervalos, a requerer menos tempo de treinamento, a cometer menos erros, a apresentar menos queixas relacionadas às condições da má visão (dores de cabeça, vista cansada, dores no pescoço, etc). (STEFFY, 1995)

Nos últimos 50 anos, o escritório se tornou o lugar onde cada vez mais as pessoas passam seu tempo de trabalho. Porém, foram nos últimos 20 anos, que o conceito de escritório apresentou grandes mudanças. O propósito do escritório não mudou, mas sim o significado do trabalho. Seu propósito continua sendo o de coletar, gravar e distribuir informação, juntamente com as tomadas de decisões. O que mudou nos últimos 20 anos foi o enorme aumento na habilidade de coletar, gravar e distribuir informações de forma rápida, eletronicamente. (BOYCE, 2003)

Segundo STEFFY (1995) a inserção do computador nos escritórios provocou uma enorme mudança nos parâmetros de iluminação, trazendo consigo uma série de problemas relacionados à ergonomia e às necessidades psicológicas e fisiológicas dos seres humanos.

O computador, por possuir iluminação própria, requer muito menos luz para ser visualizado do que um simples papel. Por outro lado, sua leitura é vertical, estando assim, mais suscetível ao ofuscamento direto e refletido. A tarefa da leitura no computador e no papel possui requisitos diferentes com relação

à iluminação, porém ambas continuam sendo exercidas nos mesmos espaços e quase simultaneamente. O grande desafio do projetista é conciliar as necessidades lumínicas conflitantes e permitir que o usuário tenha flexibilidade na utilização do sistema de iluminação.

STEFFY (1995) adverte que a introdução dos computadores nos escritórios acarretou a necessidade de se projetar também para a luminância e não somente para a iluminância como antigamente. Existe atualmente uma grande necessidade de balanço entre a luminância da tarefa e a luminância do entorno, a fim de tornar a tarefa mais visível e a área de trabalho mais confortável e prazerosa.

Segundo IESNA (2000), além da análise dos critérios objetivos, relacionados à perfeita execução da tarefa, deve-se atentar para os critérios subjetivos, relacionados à preferência dos usuários. As sensações de bem-estar são influenciadas pelo ambiente e os designers de escritórios devem projetar um ambiente estimulador. A iluminação afeta a aparência dos espaços e dos ocupantes, e conseqüentemente seu humor e produtividade.

## **2.2. O layout do ambiente de trabalho administrativo**

As formas de realização das atividades no escritório têm se transformado ao longo dos anos, em conseqüências das evoluções tecnológicas e sócio-culturais. Novas necessidades surgiram e outras deixaram de ter valor. É importante conhecer como acontecem essas novas formas de organização dos espaços de trabalho a fim de relacioná-las com as necessidades lumínicas.

### **2.2.1. Conceito Bullpen**

No início do século XX, o grande aumento de funcionários nas empresas exigiu que se estabelecesse um maior controle sobre os mesmos. O conceito Bullpen foi fundamentado na teoria de Frederick Winslow Taylor, que acreditava que só havia uma maneira correta de se organizar o trabalho, e que esta maneira seria descoberta com um estudo detalhado do tempo e dos movimentos envolvidos na realização da tarefa.

O conceito Bullpen foi largamente utilizado pelos escritórios do início XX até a década de 50. Os layouts eram rígidos e hierarquizados. O alto escalão ficava localizado nos andares altos, em salas fechadas, com posições privilegiadas e mobília luxuosa. O baixo escalão ficava em salões abertos, onde centenas de mesas eram dispostas lado a lado, frente a frente, como uma linha de montagem. O médio escalão ficava em posição mais elevada para fiscalizar o baixo escalão. As pessoas eram observadas e “calibradas” por homens vestidos com aventais brancos, que cronometravam o

andamento das tarefas, estudando os movimentos, a fim de encontrar a maneira mais eficiente de realização do trabalho. (DUFFY, 1997 apud ANDRADE, 2000)

Segundo o princípio de Taylor, quanto mais organizado, mais eficiente seria a produção. Por isso as estações de trabalho eram padronizadas, segundo as funções hierárquicas e estudos ergonômicos e os arquivos eram organizados em ordem alfabética. Os equipamentos eram dispostos de forma que seu barulho não atrapalhasse os outros funcionários. É nessa época que surgem as máquinas de datilografia operadas por mulheres (Figura 32).



Figura 32 - Edifício Larkin, projetado por Frank Lloyd Wright, construído em 1904. Layout das mesas no conceito Bullpen. Fonte: [http://www.officemuseum.com/photo\\_gallery\\_1900s\\_ii.htm](http://www.officemuseum.com/photo_gallery_1900s_ii.htm), visitado em abril de 2006

### 2.2.2. Escritórios Panorâmicos ou Landscape Office

Em meados da década de 50, os irmãos Eberhard e Wolfgang Schenelle, líderes da empresa de consultoria Quickboner Team, na Alemanha, desenvolveram um novo conceito de ocupação em escritórios, que ficou conhecido como Landscape Office ou escritório panorâmico. Baseava-se na idéia de que as salas fechadas eram barreiras que dificultavam a comunicação entre as pessoas.

As mesas eram dispostas em espaços totalmente abertos, sem divisórias ou corredores. Os layouts eram totalmente orgânicos, muitas vezes caóticos. Não havia distinção entre as chefias e os demais trabalhadores. Os gerentes eram acessíveis, facilitando a comunicação.

Esse arranjo foi largamente utilizado na Alemanha e na Inglaterra. Porém não foi muito aceito nos Estados Unidos. O problema desses espaços estava relacionado com a acústica e a desordem, e

alguns executivos não aceitaram a falta de hierarquização dos espaços. Por isso, esse conceito sofreu adaptações.

### 2.2.3. Escritórios de Planta Livre

O escritório de planta livre surgiu como uma evolução do escritório panorâmico alemão, adaptando o conceito anterior às necessidades norte-americanas e corrigindo problemas relacionados à organização do espaço e a falta de privacidade. Na década de 60, a empresa Herman Miller lança o sistema de mobiliário para escritórios desenvolvido por Robert Propst, que propõe uma nova maneira de ambientar os espaços de trabalho (Figura 33).

As idéias de Propst assemelhavam-se ao conceito introduzido pelo Quickboner Team, de que os escritórios deveriam ser flexíveis e dinâmicos. Porém a diferença estava no desenvolvimento de sistemas integrados compostos por divisórias altas, superfícies de trabalho, armários suspensos, prateleiras, que conferia ao ambiente de escritório uma maior organização. Apesar do escritório continuar com seus espaços abertos e sem divisões fixas, como nos escritórios panorâmicos, o sistema integrado proporcionava ao usuário uma maior privacidade e individualidade, onde o espaço de trabalho poderia ser adaptado às necessidades de cada um. Acoplados aos sistemas de divisórias, outros componentes vieram somar-se como porta-telefones, a as chamadas “task-lights”, luminárias de tarefas que complementavam a iluminação geral.



Figura 33 - Sistema Action Office. Versão mais atual do sistema, comercializado pela Herman Miller . Fonte: <http://www.hermanmiller.com/CDA/SSA/Product/0,a10-c440-p6,00.html>, visitado em maio de 2006

Esse conceito chamado Planta Livre (*Open Plain*) foi o precursor da maneira como se concebe os escritórios atualmente. O mobiliário tem sofrido constantes transformações e adaptações devido às novas necessidades dos espaços de trabalho e à evolução tecnológica. A inserção dos computadores

nos espaços de trabalho provocou modificações na ambientação dos espaços e no design dos mobiliários. Ambos tiveram que se adaptar às novas necessidades ergonômicas e funcionais.

Com a evolução tecnológica, os espaços de trabalho tornaram-se cada vez mais complexos, e o que se vê atualmente não é a utilização de um único conceito, mas de vários no mesmo espaço.

Os escritórios atualmente se subdividem em dois grupos: Territoriais e Não Territoriais.

#### 2.2.4. Escritórios territoriais

Os escritórios territoriais se caracterizam pela definição da posição de trabalho dos funcionários. Subdividem-se em três categorias de layout: os escritórios abertos, os escritórios abertos/fechados e os escritórios fechados.

##### 2.2.4.1. Escritórios abertos

Os escritórios abertos caracterizam-se pela inexistência de divisórias altas, possibilitando uma maior interação entre os usuários e uma maior democratização dos espaços. Os espaços são flexíveis e a infra-estrutura deve colaborar com a flexibilidade do sistema.

No início da utilização desse conceito as estações de trabalho estavam, na maioria das vezes, integradas a biombos com altura de 1,60m. Atualmente esse tipo de layout pode se configurar de diversas maneiras: mesas dispostas lado a lado sem divisórias ou com divisórias baixas (Figura 34 e 35), grupos de trabalho cercados ou não por divisórias (Figura 36 e 37). O tipo de configuração utilizado pelas empresas dependerá da atividade que estará sendo utilizada, bem como do nível de interação ou privacidade desejadas.

Conjugados aos espaços de trabalho, se localizam pequenas salas para reuniões e discussões, de modo que a reunião possa acontecer, sem prejudicar o andamento das atividades nos espaços de trabalho.

A grande vantagem dos escritórios abertos é a facilidade de comunicação e interação entre os usuários. Porém problemas relacionados à falta de privacidade são comuns nestes espaços.

Com relação à iluminação natural, os escritórios abertos possibilitam melhor distribuição da luz natural, uma vez que não existem barreiras. Porém o acesso à iluminação está limitado à profundidade dos espaços e à localização e configuração das aberturas.



Figura 34 - Escritório sede IG, São Paulo. Fonte: [www.arcoweb.com.br](http://www.arcoweb.com.br). Visitado em novembro de 2006

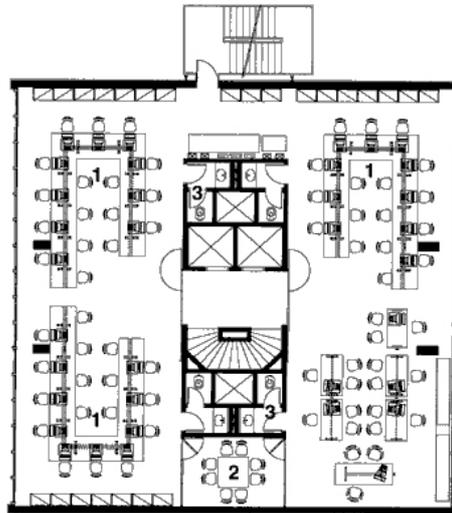


Figura 35 -Layout - Escritório sede IG, São Paulo. Fonte: [www.arcoweb.com.br](http://www.arcoweb.com.br). Visitado em novembro de 2006



Figura 36 - Sede da International Finance Corporation , São Paulo, 2006. Fonte: [www.arcoweb.com.br](http://www.arcoweb.com.br). Visitado em novembro de 2006

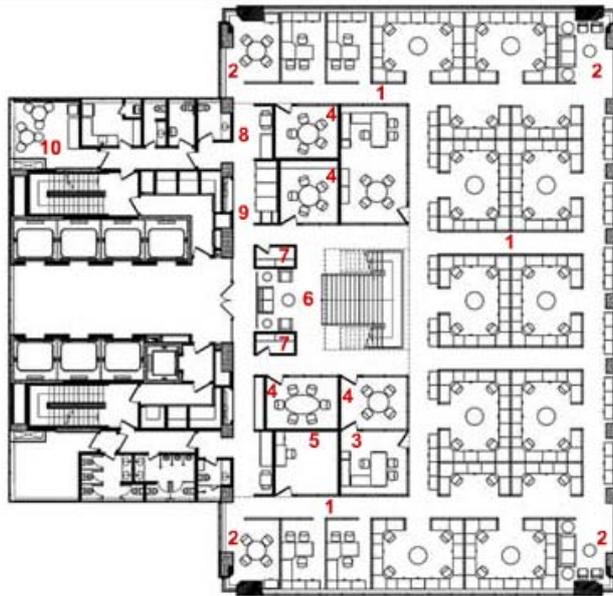


Figura 37 – Layout Sede da International Finance Corporation , São Paulo, 2006. Fonte: [www.arcoweb.com.br](http://www.arcoweb.com.br). Visitado em novembro de 2006

#### 2.2.4.2. Escritórios abertos/fechados

Como o próprio nome diz esse tipo de configuração mescla compartimentos abertos e fechados. A definição da posição de trabalho está ligada ao tipo de atividade e à hierarquização dos cargos.

Segundo ANDRADE (2000) esse tipo de layout pode ser dividido em dois grupos: os chamados hierárquicos e os humanizados.

O escritório aberto/fechado hierárquico caracteriza-se pela disposição das salas fechadas na periferia do pavimento, ficando o espaço aberto na parte central sem acesso à luz natural e à vista externa.

Já o escritório aberto/fechado humanizado privilegia a maioria dos funcionários colocando os espaços abertos próximos às janelas, deixando assim os escritórios fechados no interior do pavimento (Figura 38 e 39). Ou quando a configuração espacial permite, ambos os espaços, tanto abertos quanto fechados, recebem iluminação natural (Figura 40 e 41), ficando no centro as áreas de apoio e serviço (elevadores, banheiros, casa de máquinas).



Figura 38 - Agência de publicidade Neogama BBH em São Paulo. Utilização do conceito de escritório aberto conjugado ao conceito de escritório fechado. Fonte: [www.arcoweb.com.br](http://www.arcoweb.com.br), visitado em maio de 2006.

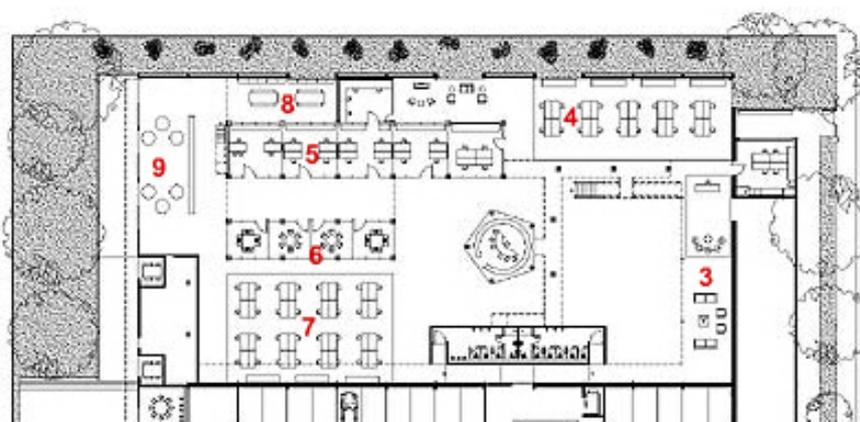


Figura 39 - Layout da agência de publicidade Neogama BBH em São Paulo. Fonte: [www.arcoweb.com.br](http://www.arcoweb.com.br). Visitado em: maio de 2006



Figura 40 - Sede da Empresa Mitsui em São Paulo. À esquerda: escritório aberto, à direita: escritório fechado. Ambos são beneficiados com a presença da luz natural e vista para o exterior. Fonte: [www.arcoweb.com.br](http://www.arcoweb.com.br). Visitado em: maio de 2006

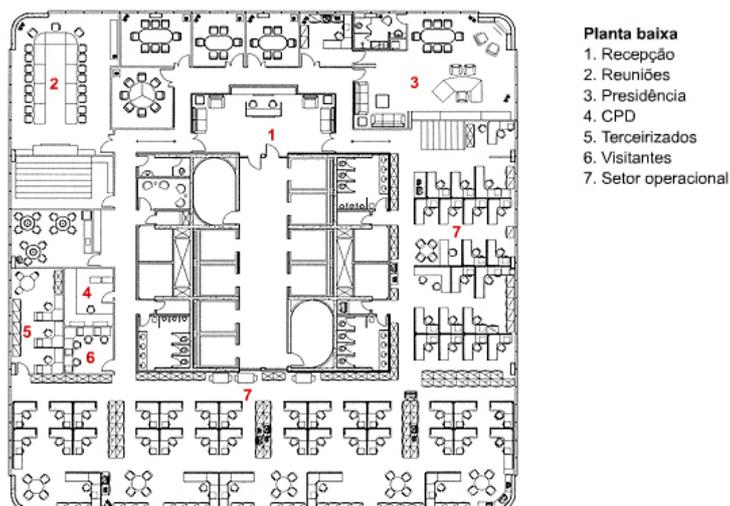


Figura 41 - Layout da Sede da Empresa Mitsui em São Paulo. Distribuição espacial humanizada dos espaços. Fonte: [www.arcoweb.com.br](http://www.arcoweb.com.br). Visitado em: maio de 2006

#### 2.2.4.3. Escritórios fechados

Os escritórios fechados, ao contrário dos escritórios abertos, possuem espaços compartimentados, privilegiando a privacidade e o conforto acústico.

A utilização desse tipo de configuração por grandes empresas no Brasil não é muito comum. Porém são muito comuns em edificações comerciais, com pequenas salas, destinadas a atender pequenas empresas ou profissionais liberais. Configuram-se como extensos corredores centrais e salas dispostas lado a lado.

Segundo LOFTNESS (apud ANDRADE, 2000) alguns estudos de produtividade em grupos que requerem elevada concentração em suas atividades, tais como pesquisadores, programadores e advogados, o desempenho é mais elevado em escritórios fechados, devido à menor distração.

#### 2.2.4.4. Escritórios não-territoriais

Os avanços tecnológicos ocorridos após a década de 80, tais como a internet, os laptops, os aparelhos de fax, os telefones celulares, possibilitaram que diversos profissionais pudessem realizar suas atividades fora do espaço de trabalho.

Diversos profissionais tais como consultores, gerentes de venda, entre outros, passam a maior parte do seu expediente fora da sua estação de trabalho. Diante dessa necessidade, e dos avanços tecnológicos, novos conceitos relacionados à ocupação espacial do escritório surgiram baseados em uma ocupação alternativa e não-territorial, ou seja, não necessariamente localizada no mesmo espaço físico da sede de empresa.

O escritório **Virtual** ou **Telecommuting** não se caracteriza por um espaço de trabalho, propriamente dito, mas ao fornecimento de tecnologia, tais como computadores, redes de internet e telefonia, celulares, que permitem que o trabalhador acesse os dados relacionados à sua tarefa, em qualquer lugar que esteja.

O **Home Office** caracteriza-se pela mudança do espaço de trabalho para dentro da residência do trabalhador, também possibilitado pelos avanços na comunicação.

O **Hoteling** é um conceito criado para atender a média e alta gerência, que viaja com frequência. As grandes empresas disponibilizam salas mobiliadas com recepcionista, sala de reunião e estar, dotadas de tecnologia, possibilitando que o funcionário possa atender clientes e se comunicar com a empresa em diversos locais do mundo.

O **Free Address** se caracteriza por áreas repletas de estações de trabalho para uso eventual. As estações não têm usuário definido, podendo ser utilizada por qualquer funcionário. Atende à gerência e demais funcionários que passam boa parte de seu tempo realizando atividades fora da empresa.

O **Red Carpet Club** agrega configurações dos conceitos **Hoteling** e **Free Address Group**, conjugados a uma área de convívio social, como bares, áreas de estar para relaxamento e discussões informais.

Todos esses conceitos visam atender às crescentes transformações que têm ocorrido na maneira de trabalhar nas últimas décadas, em que o profissional experimenta uma maior mobilidade.

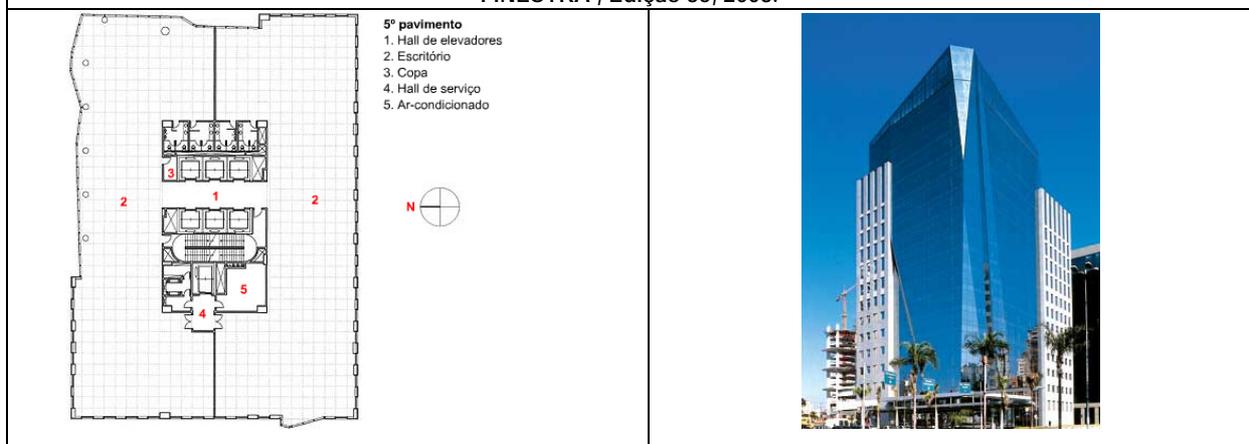
### 2.3. Características das fachadas dos edifícios de escritórios no Brasil nos dias atuais

A construção de edifício de escritórios de planta livres tem sido comumente verificada nas grandes cidades brasileiras, principalmente no Rio de Janeiro e em São Paulo. Tais edifícios tem sido construídos para atender a demanda de empresas de médio e grande porte.

Os modelos de ocupação de tais edificações são bem característicos e diversas vezes repetitivos. A utilização de pavimento tipo com planta quadrada ou pouco alongada, com localização do bloco de serviços no centro ou em uma das laterais, e a presença de fachadas envidraçadas em todas as orientações, é uma característica comum em vários desses edifícios conforme pode se verificar nos exemplos da tabela 7.



Pavimento tipo e Vista externa, Edifício Sede da Vivo, São Paulo. Conclusão da obra: 2003. Fonte: Revista **FINESTRA**, Edição 35, 2003.



Pavimento tipo e Vista externa, Edifício Birman 31. Conclusão da obra: 2003. Fonte: Revista **PROJETODESIGN**, Edição 283, Setembro de 2003.



Pavimento tipo e Vista externa, Edifício Plaza 1 e Plaza 2, São Paulo. Conclusão da obra: 2004. Fonte: Revista **PROJETODESIGN**, Edição 306, Agosto de 2005.

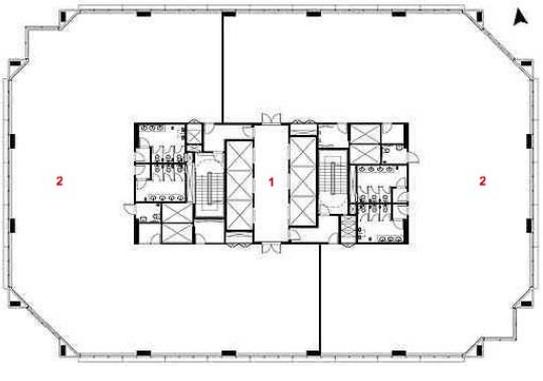
	
<p>Pavimento tipo e Vista externa, Centro Administrativo Rio Negro, Barueri, SP. Conclusão da obra: 2004 (1ª etapa). Fonte: Revista FINESTRA, Edição 39, 2004.</p>	
 <p>17º pavimento 1. Escritório</p>	
<p>Pavimento tipo e Vista externa, Torre Almirante, Rio de Janeiro, RJ. Conclusão da obra: 2004. Fonte: Revista FINESTRA, Edição 40, 2005.</p>	

Tabela 7 - Exemplos de edifícios de escritórios, com pavimento tipo de planta livre, concluídos nos últimos cinco anos.

A utilização de grandes quantidades de elemento transparente nas fachadas e ausência de elementos sombreadores tornou-se prática comum. As fachadas esguias, limpas e envidraçadas, tornaram-se símbolo de poder para escritórios de empresas conceituadas. No Brasil, apesar dos bons exemplos da arquitetura moderna, pouco se tem visto nos dias atuais, de utilização de brises ou qualquer elemento sombreador nas fachadas de edifícios altos. O controle da radiação solar fica a cargo da utilização de vidros com tratamentos especiais que aumentam o coeficiente de sombreamento, reduzindo a transmissão térmica.

A consequência da utilização de vidro com maior coeficiente de sombreamento, é que quanto maior esse coeficiente, menor é a transmissão luminosa, reduzindo assim, a quantidade de iluminação natural no interior do ambiente. Em ambientes profundos, como é o caso dos escritórios de planta livre, essa redução fatalmente acarretará um acréscimo significativo no tempo de uso da iluminação artificial, prejudicando a eficiência energética da edificação.

## 2.4. Critérios relacionados ao desempenho da iluminação natural em ambiente de escritórios

### 2.4.1. Iluminância

O critério mais utilizado na definição de um sistema de iluminação de escritórios é a iluminância, medida no plano horizontal, geralmente na superfície do plano de trabalho. Existe uma grande variação ao longo dos anos, nas recomendações quanto a iluminância para escritórios em diversos países. Os níveis de iluminância são ditados em função da atividade humana, através do conhecimento de como afeta o desempenho e o conforto visual. O que se percebe é que houve um aumento dos níveis de iluminância dos escritórios, entre 1930 até 1970, o que pode ser justificado pelo surgimento e melhorias nos sistemas de iluminação fluorescente. Após 1970 percebeu-se uma diminuição na recomendação dos níveis de iluminância, justificado pela crise de energia e conseqüente necessidade de economia no uso da eletricidade.

País e Ano	Geral	Tarefa no VDT*	Tarefa de leitura	Desenho
Austrália, 1990	160	160	320	600
Áustria, 1984	500	500	---	750
Bélgica, 1992	300-750	500	500-1000	1000
Canadá, 1993	200-300-500	300	200-300-500	1000-1500-2000
China, 1993	100-150-200	---	75-100-150	200-300-500
República Checa	200-500	300-500	500	750
Dinamarca	50-100	200-500	500	1000
Finlândia, 1986	150-300	150-300	500-1000	1000-2000
França, 1993	425	250-425	425	850
Alemanha, 1990	500	500	---	750
Japão, 1989	300-750	300-750	---	750-1000
Holanda, 1991	100-200	500	400	1600
Rússia, 1995	300	200	300	500
Suécia, 1993	100	300-500	500	1500
Suíça, 1997	500	300-500	500	1000
UK, 1994	500	300-500	300	750
Estados Unidos, 1993	200-300-500	300	200-300-500	1000-1500-2000

\* VDT: Vídeo Display Terminal

Tabela 8 - Recomendações para Iluminância Horizontal (lx) para diferentes atividades em diferentes países. Fonte: MILLS e BORGES, 1999 apud BOYCE, 2003

A Norma Brasileira, NB-57 (ABNT, 1991) é a regulamentação brasileira que determina níveis de iluminância em função da tarefa e da idade do usuário.

Classe	Iluminância (lux)	Tipo de Atividade
A Iluminação geral para área usada ininterruptamente ou com tarefas visuais simples	20-30-50	Áreas públicas com arredores escuros
	50-75-100	Orientação simples para permanência curta
	100-150-200	Recintos não usados para trabalho contínuo; depósitos
	200-300-500	Tarefas com requisitos visuais limitados, trabalho bruto de maquinaria, auditórios
B Iluminação geral para área de trabalho	500-750-1000	Tarefas com requisitos visuais normais, trabalho médio de maquinaria, escritórios
	1000-1500-2000	Tarefas com requisitos especiais, gravação manual, inspeção, indústria de roupas
C Iluminação adicional para tarefas visuais difíceis	2000-3000-5000	Tarefas visuais exatas e prolongadas, eletrônica de tamanho pequeno
	5000-7500-10000	Tarefas visuais muito exatas, montagem de microeletrônica
	10000-15000-20000	Tarefas visuais muito especiais, cirurgia

Tabela 9 – Iluminância por classe de tarefas visuais. Fonte: ABNT, NB-57 (1991)

A norma brasileira é datada de uma época em que a utilização de computadores ainda não era uma realidade em grande parte dos escritórios. Assim sendo, não há na norma, qualquer menção às necessidades lumínicas de espaços informatizados, como é o caso de quase a totalidade dos escritórios brasileiros. Percebe-se, portanto, uma grande necessidade de revisão da norma em vigência.

Diversas pesquisas têm mostrado a preferência do usuário quanto a iluminância. SAUNDERS (1969, apud BOYCE, 2003) utilizou um escritório sem janelas e com luminárias de teto, para testar o nível de iluminância ideal para alguns usuários. O usuário era convidado a sentar-se e ler um livro. O nível de iluminância era então regulado em função da melhor adaptação do leitor. Foi constatado que iluminância inferior a 200lux foi considerada insuficiente. O aumento da iluminância produziu opiniões diversas sobre o aumento da qualidade.

VAN IERLAND (1967, apud BOYCE 2003) efetuou um estudo similar através de coleta de dados de 2000 trabalhadores de escritórios que foram submetidos a uma avaliação das condições de iluminação. Estes poderiam atribuir as características “baixa”, “correta” e “alta” à iluminância na superfície de trabalho. A percentagem de respostas “alta” aumenta para iluminâncias acima de 500 lux, e a percentagem de respostas “baixa” aumenta para iluminâncias inferiores a 80 lux. Porém tais estudos foram feitos há muito tempo atrás (ano de 1967), antes da introdução do computador nos escritórios.

NEWSHAM E VEITCH (2001, apud BOYCE, 2003) examinaram a questão utilizando uma nova técnica. Eles utilizaram uma sala sem janelas, com iluminação artificial que poderia ser dimerizada ou desligada. Pediram que duas pessoas utilizassem a sala para tarefas em papel e no computador. No início do dia apenas uma pessoa teria o controle da iluminação que foi ajustada conforme achava mais

confortável. Após isso a iluminação permaneceria constante durante todo o dia. No final do dia aquela pessoa que não teve a oportunidade de controlar a iluminação, foi dada a chance para fazer alterações. Observou-se que para iluminâncias maiores a mudança foi para iluminâncias menores e vice-versa. O ponto de equilíbrio encontrado foi próximo de 392 lux, um valor menor do que as experiências anteriores, onde não havia o uso do computador. Percebeu-se também que a maioria das pessoas, que no final do dia reduziam a iluminância, buscava diminuir as reflexões nas telas dos monitores. Quando os pesquisadores eliminaram a possibilidade de redução na iluminância com intenção de reduzir reflexões no computador o valor de equilíbrio subiu para 458 lux.

O mesmo estudo comprovou que existe uma enorme variação na preferência individual, o que se conclui que existe uma oportunidade de melhorar a satisfação do usuário através do controle individualizado da iluminação.

A inserção do computador nos escritórios acarretou uma modificação com relação às recomendações de níveis gerais de iluminância. Altos níveis poderão provocar ofuscamento direto ou refletido no VDT, dificultando a execução da tarefa. Uma consequência direta no projeto de iluminação, foi a adoção, em diversos escritórios, da iluminação de tarefa. Esta iluminação é localizada geralmente na mesa de trabalho, e pode ser acionada pelo usuário, sempre que lhe for conveniente aumentar o nível de iluminância.

Segundo AKASHI et al (2006) grande parte da energia de uma edificação comercial é perdida em iluminação de espaços que não estão em uso ou porque se provê mais luz do que o necessário para algumas tarefas em determinadas áreas. Tal perda pode facilmente ser controlada com a utilização de sistemas de controle, como os sensores de presença ou sensores fotoelétricos. Porém, em escritórios panorâmicos, onde o uso é contínuo e diferentes tarefas são realizadas, este controle é dificultado. A iluminação de tarefa, neste caso, configura-se como uma excelente alternativa para diminuir a iluminância ambiente, que em muitos locais pode ser excessiva. A iluminância ambiente pode ser complementada pelo usuário, com a iluminação de tarefa, quando necessário.

A adoção da iluminação de tarefa pode gerar grande economia de energia, sem que as necessidades lumínicas sejam comprometidas. Também, contribui inclusive para o controle do ofuscamento refletido nas telas dos monitores, causado pela presença do brilho refletido das luminárias de teto. Uma vez que se reduz a iluminância ambiente, uma quantidade menor de iluminação de teto é exigida. A iluminação de tarefa (Figura 42), geralmente utilizada abaixo da altura dos olhos do usuário, e não se configura como um elemento causador de ofuscamento.



Figura 42 - Exemplo de utilização de sistema de iluminação direto-indireto conjugado à iluminação de tarefa. Fonte: Cd Osram

AKASHI et al (2005) verificaram que é possível reduzir até um terço da iluminância geral de um escritório típico, sem produzir mudanças dramáticas na satisfação do usuário com relação à iluminação. Tal redução pode ocasionar economia significativa no consumo energético da edificação, desde que a redução da iluminação ambiente não seja totalmente compensada com a iluminação de tarefa. O estudo de caso elaborado por AKASHI et al, em um edifício de escritórios em Middletown, CT, construído em 1985, buscou conhecer as alterações na satisfação do usuário face à diminuição da iluminância da iluminação ambiente. O escritório possuía um layout tipo escritório aberto, com janelas contínuas ao longo do perímetro externo. Os resultados encontrados apontaram as seguintes conclusões:

- A redução em 1/3 da iluminância geral ocasionou um pequeno acréscimo na utilização da iluminação de tarefa, com pequeno efeito no consumo energético da edificação.
- Os resultados dos testes de qualidade visual apontaram que não houve prejuízos quando se reduziu a iluminância de 500 para 360 lux.
- A redução pode produzir reações negativas por parte dos usuários, porém tais reações são amenizadas ao longo do tempo. No caso do estudo específico a redução foi efetuada retirando-se uma lâmpada da luminária. Recomenda-se, portanto, que a redução seja gradativa, com utilização de dimerizadores, a fim da obtenção de resultados mais satisfatórios.
- Para diminuição das insatisfações dos usuários devido à redução do nível de iluminamento, devem-se propor medidas para o aumento do brilho da iluminação. A utilização de lâmpadas com temperatura de cor mais elevada reduziu a insatisfação do usuário. A temperatura de cor de 5000K, para a iluminância de 360lux se mostrou a mais aceitável. Temperaturas mais elevadas não foram bem aceitas devido ao aspecto “frio” da iluminação.

- A utilização de elementos brilhantes não foi eficiente para aumento do brilho da iluminação. O fato pode ser atribuído ao tipo de elemento utilizado: pequenos pontos de brilho nas luminárias. Estudos mais aprofundados acerca desses elementos devem ser efetuados.

A partir de diversos estudos de caso, em escritórios informatizados, STEFFY (1995) elaborou um manual (Tabela 10), no qual recomenda níveis diferenciados de iluminância em função da tarefa a ser exercida no VDT, a qualidade do contraste do papel e a idade dos usuários. As recomendações não se resumem apenas a iluminância horizontal ambiente, mas também a iluminância vertical, baseada na altura do VDT, e a iluminância de tarefa.

Este manual leva em consideração também a cor de fundo do VDT, classificando-os como: a) contraste positivo: fundo escuro e letras ou linhas claras; b) contraste negativo: fundo claro e letras ou linhas escuras. Os VDT com contraste positivo são mais suscetíveis ao ofuscamento direto e refletido.

O tipo de tarefa realizada no VDT também influencia o critério de iluminância. STEFFY classifica como:

- a) CADD (Computer Aided Design and Drafting): são tarefas relacionadas a trabalhos gráficos;
- b) Conversa com VDT: são tarefas realizadas apenas com comandos no teclado, onde o computador responde via texto ou imagem. Tais tarefas requerem pouca ou nenhuma leitura em papel impresso;
- c) Entrada de dados: O usuário entra com dados no computador, que estão impressos em papel.

Tarefa no VDT	Tela do VDT	Frequência da referência ao papel	Documento de papel	Idade do usuário	Iluminância Média na tarefa no papel (lux)	Iluminância vertical ambiente	Iluminância horizontal ambiente
CADD ou conversação com o VDT	Contraste Positivo (fundo escuro)	Não freqüente	Alto contraste	Jovem	75	75	50
				Idoso	75	75	50
			Baixo contraste	Jovem	75	75	50
				Idoso	150	75	100
		Freqüente	Alto contraste	Jovem	100	75	75
				Idoso	200	75	150
			Baixo contraste	Jovem	100	75	75
				Idoso	200	75	150
	Contraste Negativo (fundo claro)	Não freqüente	Alto contraste	Jovem	100	100	75
				Idoso	100	100	75
			Baixo contraste	Jovem	100	100	75
				Idoso	200	150	150
		Freqüente	Alto contraste	Jovem	300	200	225
				Idoso	500	250	375
Baixo contraste			Jovem	300	200	225	
			Idoso	500	250	375	
Entrada de dados no VDT	Contraste Positivo (fundo escuro)	Freqüente	Alto contraste	Jovem	200	150	150
				Idoso	300	150	225
			Baixo contraste	Jovem	300	150	225
				Idoso	500	150	375
	Contraste Negativo (fundo claro)	Freqüente	Alto contraste	Jovem	300	200	225
				Idoso	500	200	375
			Baixo contraste	Jovem	500	200	375
				Idoso	750	300	565

Tabela 10 - Recomendação para iluminância horizontal e vertical. Fonte: STEFFY (1995)

O IESNA (2000) também recomenda níveis de iluminância para determinadas categorias, conforme tabela 11.

Categoria	Tipo	Iluminância recomendada (lux)
Orientação e tarefas visuais simples		
A	Espaços Públicos	30
B	Simple orientação para pequenas visitas	50
C	Espaços de trabalho onde tarefas visuais simples são executadas	100
Tarefas visuais comuns		
D	Execução de tarefas visuais de alto contraste e grandes tamanhos	300
E	Execução de tarefas visuais de alto contraste e pequenos tamanhos ou baixo contraste e grandes tamanhos	500
F	Execução de tarefas visuais de baixo contraste e pequenos tamanhos	1.000
Tarefas visuais especiais		
G	Execução de tarefas visuais com tamanho muito pequeno, próximas de um ponto	3.000 a 10.000

Tabela 11 - Determinação da categoria de Iluminância segundo IESNA (2000)

#### 2.4.2. Luminância

A distribuição de luminância em um ambiente de escritórios influencia a boa visibilidade da tarefa e conseqüentemente o conforto visual.

Um ambiente perfeito para escritórios informatizados, seria aquele, onde todos os revestimentos pudessem ter a mesma luminância, de modo a evitar reflexões nas telas dos monitores. É por esse motivo que muitas pessoas optam por trabalhar em ambientes muito escuros quando utilizam o computador. Porém, o contraste da tela luminosa do monitor com o fundo muito escuro do ambiente pode causar fadiga visual, acarretando cefaléias. Além disso, ambientes muito escuros podem se tornar monótonos e opressivos, o que também não é adequado para um ambiente de trabalho produtivo.

Segundo STEFFY (1995) a diferença máxima de luminância entre uma superfície de maior interesse e o fundo não deve ultrapassar a relação de 1:5, sendo que o ideal é de 1:3. A escolha das luminâncias deve englobar todas as superfícies do ambiente, tais como paredes, janelas, tetos e clarabóias, piso, mesas de trabalho, mesas de conferência, luminárias, etc.

Segundo IESNA (2000), acabamentos brilhosos devem ser evitados, pois podem ocasionar ofuscamento refletido. Se acabamentos horizontais brilhosos não puderem ser evitados, deve-se propor uma iluminação indireta e de pouco brilho. É importante que a luminária tenha um padrão de distribuição de luz bem largo, a fim de prover essencialmente um luminância de teto.

Segundo IESNA (2000) a proporção entre a tarefa e a superfície mais distante não deve ultrapassar 1:10 ou 10:1. Segundo VELD (2000 apud PARK, 2003) a proporção de luminância da janela e as superfícies adjacentes não devem ultrapassar 40:1. Segundo STEIN (2000 apud PARK, 2003) a proporção de luminância de qualquer superfície no ângulo de visão não deve ultrapassar 40:1.

A iluminação de tarefa pode ser utilizada para complementar a iluminância ambiente. Colocar a iluminação de tarefa no lado da tarefa evita a reflexão na tela do monitor.

STEFFY (1995) e IESNA (2000) fazem recomendações quanto a luminância da superfície de trabalho, da luminária e da janela (Tabela 12, Tabela 13).

Superfície de trabalho	Luminária	Janela	Refletâncias
<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Proporção entre tarefa e superfície adjacente – 3:1, não menor que 2:1</li> <li>▪ Proporção entre a tarefa e a superfície mais distante – 1:5 ou 5:1</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ 55° - 850cd/m<sup>2</sup></li> <li>▪ 65° - 340cd/m<sup>2</sup></li> <li>▪ 75° - 170cd/m<sup>2</sup></li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Deve estar entre 70cd/m<sup>2</sup> a 510cd/m<sup>2</sup>.</li> <li>▪ Para escritórios com VDT em contraste positivo a luminância da janela deve ser 70cd/m<sup>2</sup> ou menos.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Piso: 20%</li> <li>▪ Parede: 30 a 50%</li> <li>▪ Teto: 80%, acabamento deve ser difuso ou fosco e nunca brilhante.</li> <li>▪ Superfícies de trabalho: 20 a 40%</li> </ul>

Tabela 12 - Recomendações de luminância e proporção de luminância segundo STEFFY (1995)

Superfície de trabalho	Luminária	Refletâncias
<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Proporção entre tarefa no papel e na tela do monitor = 3:1 ou 1:3</li> <li>▪ Proporção entre tarefa e superfície adjacente = 3:1 ou 1:3</li> <li>▪ Proporção entre a tarefa e a superfície mais distante – 1:10 ou 10:1</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ 55° - 850cd/m<sup>2</sup></li> <li>▪ 65° - 350cd/m<sup>2</sup></li> <li>▪ 75° - 175cd/m<sup>2</sup></li> <li>▪ &gt;=85° - 175cd/m<sup>2</sup></li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Piso: 20 a 40%</li> <li>▪ Parede: 50 a 70%</li> <li>▪ Divisórias: 40 a 70%</li> <li>▪ Mobiliário: 25 a 45%</li> </ul>

Tabela 13 - Recomendações de luminância e proporção de luminância segundo IESNA (2000)

IESNA (2000) comenta ainda que não é prático, nem estético manter essa proporção em todo o ambiente. Para promover o interesse visual e o relaxamento dos músculos dos olhos, são desejáveis pequenas áreas que excedam tais proporções.

Outra questão importante quando se está utilizando iluminação indireta é a luminância do teto. Segundo IESNA (2000) a luminância do teto não deve exceder 10 vezes a luminância do monitor,

portanto não deve ultrapassar 850cd/m<sup>2</sup>. O teto deve ainda ter uma luminância uniforme a fim de evitar reflexões que causem interferências na tela do monitor. A proporção máxima de 8:1 entre a área mais iluminada (geralmente acima da luminária) e a área mais escura, deve ser mantida, sendo que 4:1 é mais desejável. Se a luminância máxima do teto for de 450cd/m<sup>2</sup>, reflexões refletidas não são sentidas, e assim, a proporção pode ser ignorada. A luminária, mesmo quando indireta, também é alvo de consideração. A luminária gera um contraste quando é vista contra um teto brilhante e pode causar ofuscamento no monitor. Por isso a luminária indireta deve ter alta refletância. Uma certa luminância na luminária também pode ser desejável, desde que não gere reflexões.

### 2.4.3. Ofuscamento devido a uma janela

A partir da década de 1980, a preocupação quanto ao ofuscamento se intensificou, devido à inserção dos computadores nos escritórios. (FONTOYNONT, 2002). As luminárias passaram a serem cuidadosamente analisadas a fim de se controlar a luminância das mesmas, nos ângulos passíveis de serem refletidos nas telas dos monitores.

Segundo IESNA (2000, apud OSTERHAUS, 2005) o ofuscamento é definido como a

“sensação produzida pela luminância no campo visual que é suficientemente maior que a luminância a qual os olhos estão adaptados e pode causar irritação, desconforto ou perda na performance visual e visibilidade”.

Segundo ROBBINS (1986, p.235)

“ofuscamento é resultado de luz não desejada no campo visual, geralmente causada pela presença de uma ou mais fontes de luz excessivamente brilhantes. O contraste excessivo entre o primeiro e o segundo plano pode interromper a habilidade dos olhos humanos de distinguir objetos do segundo plano e distinguir detalhes”

O CIE define o ofuscamento como

“condição de visão na qual existe desconforto ou redução da habilidade de detalhes dos objetos, ocasionado por uma distribuição de variação de luminância indesejável, ou extremo contraste.” (BAKER et ali, 1993)

O ofuscamento pode ocorrer de duas maneiras: ofuscamento desabilitador (*Disability Glare*) e ofuscamento desconfortável (*Discomfort Glare*). O ofuscamento desabilitador acontece quando uma fonte de luz muito intensa reduz a habilidade de uma pessoa de ver os objetos no campo visual. O

efeito do ofuscamento desabilitador é diretamente proporcional à intensidade luminosa da fonte de ofuscamento ou do contraste entre claro e escuro no campo visual (ROBBINS, 1986). Por outro lado, o ofuscamento desconfortável como o próprio nome diz causa desconforto, mas não necessariamente interfere na performance visual ou visibilidade. Segundo BOYCE (2003) esse tipo de ofuscamento ocorre na presença de fontes luminosas brilhosas, como luminárias ou janelas. 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, mas pode causar sintomas tardios como distração e cefaléias.

No caso específico da iluminação natural, a janela pode se configurar como uma fonte de ofuscamento desconfortável. Desde que a visão da tarefa nos escritórios passou a ser predominante vertical (nas telas dos monitores de vídeo), o controle do ofuscamento gerado pelas janelas passou a ser um ponto importante a ser analisado. A janela pode causar ofuscamento, através da visão direta da fonte luminosa – janela – ou através da imagem refletida da janela no monitor de vídeo, que gera desconforto para o usuário.

O ofuscamento gerado pela janela é um dos grandes problemas a ser resolvido quando se pretende utilizar a iluminação natural em ambiente de escritórios. Se a penetração solar e a luminância da janela não for controlada e gerar desconforto, o usuário tenderá a abaixar as persianas, inutilizando o potencial de iluminação natural, por um longo período de tempo. Diversos mecanismos têm sido introduzidos em ambientes de escritórios a fim de se obter um controle do ofuscamento gerado pela janela, tais como utilização de elementos sombreadores externos e internos, vidros com controle solar, elementos direcionadores de luz, átrios, etc. O cuidado com o layout dos monitores de vídeos também é importante, uma vez que a correta localização dos mesmos pode evitar imagens refletidas das janelas.

Existem atualmente alguns índices para quantificação do ofuscamento. Porém, segundo Osterhaus (2005), 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 Osterhaus, não refletem a experiência reportada pelos ocupantes sob condições reais de iluminação natural. O ofuscamento desconfortável é um elemento bastante subjetivo e sua percepção está ligada a outros fatores. Existem pesquisas que revelam que na presença de uma bela paisagem o usuário tende a reagir mais positivamente em relação ao ofuscamento desconfortável ocasionado por uma janela (CHAUVEL et al, 1982, OSTERHAUS, 2001 apud OSTERHAUS, 2005).

Segundo Boyce (2003) o ofuscamento desabilitador é bastante entendido, mas o ofuscamento desconfortável ainda não, apesar de estar sendo estudado há mais de 50 anos. 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. Segundo Boyce a sensação de ofuscamento pode ser descrita em termos gerais pela fórmula teórico-empírica abaixo:

$$\text{Glare sensation} = (L_s^a \cdot \omega_s^b) / (L_b^c \cdot \rho^d) \quad [1]$$

Onde:

$L_s$  é a luminância da fonte de ofuscamento ( $\text{cd/m}^2$ )

$\omega_s$  é o ângulo sólido entre o olho e a fonte de ofuscamento (steroradianos)

$L_b$  é a luminância do fundo ( $\text{cd/m}^2$ )

$\rho$  é o desvio da fonte de ofuscamento da linha e visão.

Cada componente desta fórmula possui um expoente que se difere segundo os resultados empíricos relacionados com a predição do ofuscamento pela luz artificial.

Diversas pesquisas, na busca de índices de ofuscamento desconfortável, consideraram pequenas fontes de brilho em contraste com a luminância de fundo (Luckiesh e Guth, 1949; Petherbridge and Hopkinson, 1950 apud ROBBINS, 1986). Destas pesquisas surgiu o VCP - Visual Comfort Probability - índice norte americano e o BGI – British Glare Index system (também conhecido como IES glare index). Tais índices, porém estão adequados a pequenas fontes de brilho, como luminárias, e são aplicáveis apenas à iluminação artificial, não podendo ser utilizados para fontes de ofuscamento largas, como é o caso das janelas.

O ofuscamento advindo de uma fonte extensa de luz tem sido estudado por diversos centros de pesquisa, entre eles o *Building Research Establishment* na Inglaterra e a Cornell University nos Estados Unidos. (CHAUVEL et al, 1980, Hopkinson, 1963 apud ROBBINS, 1996), onde foi definido o índice GI descrito abaixo:

$$GI = 10 \log_{10} \Sigma G \quad [2]$$

Onde,

$$G = K \{ (L_s^{1.6} \cdot \Omega^{0.8}) / [L_b + (0.07 \cdot \omega_s^{0.5} L_s)] \} \quad [3]$$

Na equação acima K é uma constante que depende da unidade de medida e tipo de fonte de luz, L<sub>s</sub> e L<sub>b</sub> é a luminância da fonte e do fundo respectivamente, Ω e ω representam os ângulos sólidos da fonte em relação à linha de visão. Ω é o ângulo sólido (em esteroradianos) formado entre a fonte e a linha de visão e ω o ângulo sólido formado entre a fonte e o olho. O cálculo desses ângulos está descrito no trabalho de CASTRO, 2005. Chauvel et al (1982 apud OSTERHAUS, 2005) afirmam que o ofuscamento desconfortável produzido por uma janela independe do seu tamanho e de sua distância ao observador, mas depende da luminância do céu visto através da janela

A equação acima é aceita pelo CIE para utilização em qualquer fonte de luz. (CHAUVEL, 1980 apud ROBBINS, 1996). O IES sugere valores limites de GI para diversos ambientes (BAKER, 1993).

Tipo de edificação	Limite de GI
<b>Fábricas</b>	
Trabalho bruto	25
Maquinaria	25
Trabalho fino	22
Trabalho instrumental	19
<b>Fazendas</b>	
Área de trabalho	25
Joalherias	10
Museus	16
Galerias de arte	10
<b>Escritórios</b>	
Geral	19
Desenho	16
<b>Escolas</b>	
Salas de aula	16
Salas de costura	10
Hospitais	13

Tabela 14- Valores máximos de GI segundo IES. Fonte: Baker, 1993

Porém, quando a fonte de ofuscamento for uma janela, aparentemente há uma maior tolerância com relação a uma vista do céu através desta, quando comparado a uma fonte de luz de mesmo brilho, porém artificial (ROBBINS, 1986). Por isso uma correção é proposta por CHAUVEL et al (1982 apud OSTERHAUS, 2005) através da expressão abaixo:

$$DGI = 2/3 (GI+14)$$

[4]

Ofuscamento	IES GI	DGI
Imperceptível	10	16
	13	18
Aceitável	16	20
	19	22
Desconfortável	22	24
	25	26
Intolerável	28	28

Tabela 15 - Comparação entre Índices de Ofuscamento para iluminação artificial (IES GI) e iluminação natural (DGI). Fonte: Baker, 1993

Segundo Osterhaus (2005) apesar do DGI ter sido aceito por diversos anos, pesquisas tem demonstrado que sua aplicação pode chegar a resultados insatisfatórios, e a percepção de ofuscamento pelo usuário tem sido menor em condições de céu reais, do que a estimada pelo cálculo utilizando o DGI, conforme pesquisa de Iwata et. al (1991, 1992 apud OSTERHAUS 2005) e Boubarki e Boyer (1991 apud OSTERHAUS 2005). Osterhaus (2005) especula que os observadores são influenciados pela paisagem.

Velds (2002) também afirma que DGI tem superestimado o cálculo do ofuscamento desconfortável e também ressalta a importância de avaliações subjetivas, utilizando condições efetivas de trabalho, uma vez que existe uma grande variação da luz natural durante o dia.

Ruck et al (2000) cita que o DGI foi desenvolvido para largas áreas com uma distribuição de luminância uniforme, como uma vista céu através de uma janela. Quando a distribuição de luminância em um sistema de iluminação natural não for uniforme, o índice não pode ser utilizado para se prever o ofuscamento, segundo o autor.

Algumas pesquisas, na ausência de um índice de ofuscamento para luz natural advinda de fontes não uniformes, têm utilizado o limite máximo de luminância da janela proposto pelo IESNA (850cd/m<sup>2</sup>) para avaliar o ofuscamento pela luz natural. (MOECK'S, 1999)

O ofuscamento desconfortável é um fenômeno subjetivo e carece de métodos de investigação que envolva julgamentos subjetivos. É importante que a avaliação subjetiva esteja ligada aos dados da avaliação quantitativa. Velds (2002) ressalta para as grandes diferenças existentes entre as avaliações dos usuários, quando questionados a respeito do nível de desconforto por ofuscamento. Osterhaus (2005) sugere a criação de uma base de dados internacional com base em estudos que analisam a

satisfação do usuário em condições reais. Tal base de dados certamente será uma grande contribuição a projetistas e auxiliará em trabalhos futuros, evitando que os mesmos erros sejam repetidamente cometidos.

É possível concluir, que os elementos de controle de ofuscamento em um escritório devem ser passíveis de serem alterados individualmente pelos usuários, a fim de permitir a conciliação das diferenças de percepção para um mesmo espaço arquitetônico.

#### 2.4.4. Uniformidade

A uniformidade está relacionada à distribuição da luz no plano de trabalho. As mudanças bruscas na quantidade de luz, na área de trabalho, podem causar distração e confusão, afetando o conforto visual e a percepção (IESNA, 2000). Segundo CIE (1988, apud PARK, 2003) e CIBSE (1994 apud PARK, 2003), para todo o ambiente, a proporção entre a iluminância mínima e a iluminância média deve ser maior ou igual a 0.8.

#### 2.4.5. Eficiência da luz natural: Fator de Luz do Dia (*Daylight Factor*), Autonomia da Luz do Dia (*Daylight Autonomy*), Iluminância Útil da Luz do Dia (*Useful Daylight Illuminances*).

A eficiência da luz natural pode ser analisada através de métodos que demonstram a capacidade da luz natural de iluminar os espaços.

O primeiro método, chamado Fator de Luz do dia, ou *Daylight Factor (DF)*, é baseado no trabalho de um grande número de pesquisadores, elaborado ao longo de 70 anos, dentre eles Waldram e Waldram, 1923 (apud ROBBINS, 1986); pesquisadores do Building Research Establishment, na Inglaterra e do trabalho de Hopkinson, Petherbride and LongMore (1975).

O DF é definido como a proporção entre a iluminância interna em uma superfície horizontal ( $E_i$ ) e a iluminância externa em uma superfície horizontal ( $E_e$ ) medidas simultaneamente sob condições de céu encoberto. Pode ser expresso através da seguinte equação:

$$DF=(E_i/E_e) \times 100 \quad [5]$$

Apesar de ter sido utilizado durante muitos anos, recentemente esse método tem sido questionado por alguns pesquisadores, uma vez que, ao utilizar apenas o céu encoberto, não retrata a realidade da iluminação natural no ambiente, já que a radiação solar direta exerce forte influência no desempenho da luz natural face ao conforto visual. Segundo Nabil et al (2006) o DF é insensível à orientação da

fachada, já que não considera a radiação direta do sol, e medições de DF ao longo das fachadas de um edifício tendem a serem simétricas, onde altos valores são encontrados próximos à fachada e pequenos valores longe delas.

O método *Autonomia da Luz do dia*, ou *Daylight Autonomy (DA)* foi introduzido por REINHART (2002) em substituição ao conceito de Fator de Luz do dia, baseado em métodos de simulações dinâmicas do ambiente, que possibilitam, através da engenharia do RADIANCE (WARD et al, 1988 apud REINHART, 2002) modelar a distribuição de iluminância interna sob condições arbitrárias de céu e complexas geometrias do ambiente. O DA corresponde à percentagem de horas (do ambiente ocupado) em que a iluminância no plano de trabalho atinge um valor previamente estipulado, possibilitando uma autonomia da iluminação natural em relação à luz artificial. O valor limite para o alcance do DA, proposto por REINHART (2002), é de 500 lux, valor estipulado pelo código de construção do Canadá (CLC, 1991 apud REINHART, 2002) para tarefas de escritório, onde trabalhos contínuos, de leitura e escrita, são exercidos.

O método *Iluminância Útil da Luz do dia*, ou *Useful Daylight Illuminances (UDI)* foi introduzido por Nabil e Mardaljevic (NABIL et al, 2006), também como substituição ao DF e complementação do trabalho de REINHART (2002). O estudo de Nabil e Mardaljevic (NABIL et al, 2006) critica o fato do índice *Daylight Autonomy* não levar em consideração a possibilidade da utilização conjunta da luz natural e artificial, através da dimerização, quando a iluminância proveniente da luz natural varia de 100 a 500 lux. Também criticam o fato do *Daylight Autonomy* não levar em consideração que valores de iluminância muito elevados podem causar desconforto, não sendo, portanto, desejáveis, apesar de autônomos.

O UDI corresponde então, à percentagem de horas em um ano em que a iluminância no plano de trabalho atinge um valor dentro de uma variação confortável. Esta variação é definida entre 100 a 2000 lux, baseada em estudos efetuados a cerca do conforto humano em espaços iluminados pela luz natural. Abaixo de 100 lux, a iluminância atinge um nível muito baixo e, portanto insuficiente para contribuir significativamente na redução da iluminação artificial. Acima de 2000 lux a iluminância atinge um nível muito alto, podendo produzir desconforto térmico, visual ou ambos (NABIL et al, 2006).

#### 2.4.6. Proteção contra penetração solar

O sistema de iluminação natural deve proporcionar proteção contra a penetração direta dos raios solares, em climas quentes, uma vez que tal fato causa o aquecimento interno, elevando o consumo

energético do sistema de climatização. A penetração direta do sol provoca também ofuscamento, mesmo em climas mais frios, fazendo com que o usuário decida por fechar as persianas, eliminando por completo a luz natural no espaço, e aumentando, conseqüentemente o consumo energético do sistema de iluminação artificial. Um sistema de iluminação natural eficiente deve, portanto possibilitar proteção quanto à penetração solar.

#### 2.4.7. Visibilidade para o exterior.

Um sistema de iluminação natural concebido para um ambiente de escritório deve permitir, sempre que possível, a visibilidade para o exterior, uma vez que tal fato auxilia no relaxamento muscular dos olhos, e beneficia a sensação psicológica do usuário, conforme discutido no capítulo 2.

### 3. AVALIAÇÃO DA ILUMINAÇÃO NATURAL EM ESCRITÓRIOS DE PLANTA LIVRE ATRAVÉS DE SIMULAÇÃO COMPUTACIONAL

#### 3.1. A simulação computacional como ferramenta de análise do desempenho da luz natural e o software Desktop Radiance

A luz natural interfere na qualidade dos espaços dos escritórios. No momento da escolha de uma abertura para iluminação natural, é necessário avaliar diversos aspectos, relacionados à quantidade e qualidade da luz, proporcionados por tal abertura. Como visto no capítulo 2, características como tamanho e localização das aberturas, transmissão luminosa dos vidros, presença ou ausência de elementos sombreadores, largura e profundidade do ambiente, refletância dos revestimentos, entre outras, possuem uma grande influência no desempenho da luz natural.

Para que se possa projetar uma abertura eficiente, que garanta o conforto visual, é necessário, durante a fase de projeto, efetuar simulações do ambiente, a fim de conhecer o comportamento prévio do sistema de iluminação natural. Tal simulação pode ser realizada através de experimentos com modelos físicos reduzidos ou através de simulação computacional. Os modelos físicos reduzidos são bastante eficazes, mas quando o ambiente avaliado apresenta uma geometria muito complexa, sua reprodução através de maquetes se torna extremamente difícil, aumentando a margem de erro na simulação.

Nos últimos anos, com os avanços dos softwares de modelagem virtual do espaço, a simulação computacional se torna um meio rápido de avaliação do comportamento da luz natural, uma vez que tais softwares possuem a capacidade de modelar quaisquer espaços tridimensionais, com qualquer complexidade geométrica. Uma vez que exista um treinamento prévio do usuário para a utilização desses softwares, a simulação computacional passa a ser mais rápida e menos trabalhosa que os experimentos realizados com modelos físicos reduzidos.

O software Radiance - Synthetic Imaging System - é uma ferramenta profissional para simulação de iluminação. Foi desenvolvido por Greg Ward Larson, durante 10 anos, pelo laboratório Lawrence Berkeley (LBL) e pela Ecole Polytechnique Federale de Lausanne (EPFL). Segundo Ward (MARDALJEVIC, 1999) o projeto se iniciou com os estudos dos algoritmos de raio-traçado (*Ray-tracing*) e logo depois foi embasado no potencial de economia de energia de um sistema de iluminação bem projetado. O software é livre e sua primeira versão foi disponibilizada em 1989. Desde então, tem sido largamente utilizado por pesquisadores, estudantes universitários, projetistas, lighting designers e animadores virtuais de todo o mundo.

Radiance tem sido utilizado para a modelagem tanto da luz natural quanto da artificial. Segundo Ward (WARD, 1994), o programa foi concebido inicialmente para a simulação da luz artificial em espaços interiores, mas com a adição de algoritmos para modelar a inter-reflexão difusa da luz, o programa se tornou mais exato e capaz de simular a luz natural em espaços interiores e exteriores. Tal programa foi escolhido pela Agência Internacional de Energia - *International Energy Agency* (IEA) - para as tarefas de simulação da luz natural.

É possível simular praticamente todas as situações de ambiente com qualquer nível de complexidade geométrica. O programa explora técnicas avançadas de renderização, possibilitando a obtenção de imagens realísticas e dados quantitativos e qualitativos confiáveis. As aplicações do programa são diversas: predição do Fator de Luz do dia, predição de níveis de luminância e iluminância, imagens realísticas interiores e exteriores, análise dos efeitos de elementos sombreadores, análise de ofuscamento. O programa é único em sua capacidade de corretamente simular o comportamento da luz em ambientes de geometria complexa (MAAMARI et al, 2006).

O software Radiance originalmente trabalha em ambiente Unix. Existem atualmente algumas versões para Windows, entre elas o pacote Adeline e o Desktop Radiance (<http://radsite.lbl.gov/deskrad>). O software Adeline é comercializável enquanto o software Desktop Radiance é distribuído gratuitamente pelo Laboratório Lawrence Berkeley. A grande vantagem da versão Desktop Radiance em comparação à versão original é que utiliza o ambiente gráfico do AUTOCAD, software largamente utilizado nos escritórios de projeto, inclusive no Brasil.

Uma pesquisa recente, realizada em 31 escritórios de projeto na cidade de Curitiba – Brasil, revela que 97% dos pesquisados utilizam ambiente Windows, e 81% dos pesquisados utiliza o software AUTOCAD para conceber seus projetos (SCHEER et al, 2006). Porém, a simulação da luz natural, em escritórios de projeto no Brasil, não é uma prática comum. Ela tem acontecido no meio acadêmico, por pesquisadores e alunos, e por consultores de avaliação energética. O Desktop Radiance, uma vez que funciona como um aplicativo para o software Autocad, possibilita um aprendizado mais facilitado para projetistas, no Brasil, uma vez que os mesmos já estão familiarizados com o ambiente gráfico do AUTOCAD.

As desvantagens da versão Desktop Radiance em relação ao software original é que ela não possui todos os recursos originais. Uma das desvantagens é a impossibilidade de se entrar com dados climáticos locais. O Desktop Radiance possibilita a simulação sob condições de três tipos de céu

padrão CIE<sup>3</sup>: céu claro, intermediário e encoberto. Sendo assim, é importante, antes de se iniciar qualquer simulação, calibrar o software para o uso no local que se deseja simular, a fim de se obter resultados mais próximos da condição real.

### 3.2. Calibração do software Desktop Radiance para céu do Rio de Janeiro.

O software Desktop Radiance não permite a inserção de dados climáticos locais e utiliza padrões de céu CIE (claro, intermediário e encoberto). Por esse motivo, fez-se necessário a calibração do software para o céu do Rio de Janeiro.

A metodologia consistiu em se escolher um ambiente real e reproduzi-lo virtualmente no software Autocad, a fim de se comparar os dados obtidos no ambiente real e os dados obtidos no modelo virtual. O ambiente escolhido para reprodução foi o mesmo utilizado no estudo de Rocha et al (2006): Laboratório de Conforto Ambiental e Eficiência Energética (LCE) da Universidade Federal do Rio de Janeiro. O estudo de Rocha et al teve como objetivo fornecer uma metodologia para confecção de um modelo físico para avaliação dos aspectos qualitativos e quantitativos da iluminação natural em um ambiente construído. Os dados obtidos no modelo físico reduzido foram comparados aos dados obtidos no ambiente real, a fim de atestar a confiabilidade do modelo físico reduzido como ferramenta de análise da iluminação natural.

Este trabalho aproveita os dados já obtidos anteriormente no trabalho de Rocha et al e compara esses dados com os dados simulados no mesmo dia e hora. Com o modelo virtual construído em ambiente CAD utilizou-se o software Desktop Radiance para atribuir as refletâncias exatamente iguais ao ambiente real e efetuar simulações. Obtiveram-se então valores de iluminâncias em um ponto pré-definido e imagens renderizadas. Os valores de iluminância foram posteriormente comparados aos valores obtidos no ambiente real a fim de validar os resultados encontrados. A imagem renderizada foi comparada à fotografia do ambiente real.

#### 3.2.1. Características do Ambiente escolhido para simulação

O ambiente escolhido para simulação foi a sala de maquetes do Laboratório de Conforto Ambiental e Eficiência Energética (LCE) da Universidade Federal do Rio de Janeiro, situada no Bloco D deste edifício (Figura 43). A sala possui uma planta retangular e a iluminação natural provém de uma grande janela situada na fachada sudeste (Figura 44).

---

<sup>3</sup> CIE – Commission Internationale de L'Eclairage ([www.cie.co.at/cie](http://www.cie.co.at/cie))

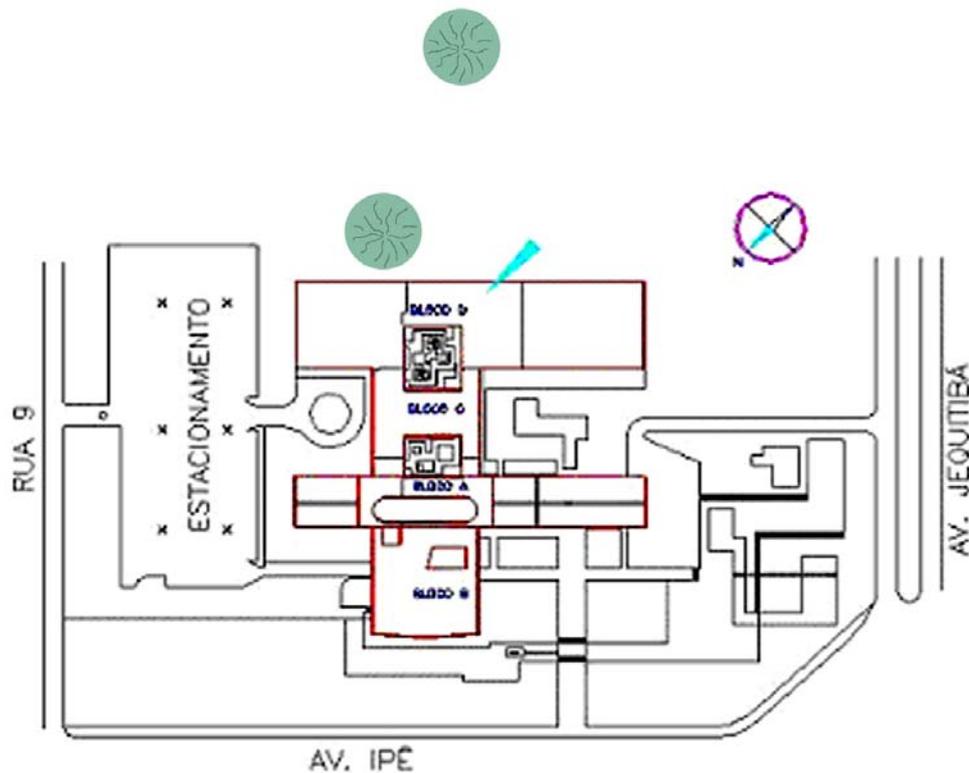


Figura 43 - Planta de situação indicando a localização do Bloco D e a Fachada Sudeste onde localiza-se o Laboratório de Conforto Ambiental e Eficiência Energética da FAU UFRJ



Figura 44 - Foto da sala de maquetes

Na presença de um luminômetro a medição das luminâncias e refletâncias dos materiais são extremamente fáceis. Porém como não havia tal disponibilidade, foi adotado o método proposto por Robbins (1987), para medição da refletância dos materiais que compõem o ambiente real. Com precisão em torno de  $\pm 10\%$ , este método consiste em se determinar a razão entre a luz refletida e a luz incidente, com o auxílio de um luxímetro. O valor da luz incidente na superfície é obtido colocando o

fotômetro do luxímetro na superfície do material voltado para fora do mesmo, enquanto que para a obtenção do valor da luz refletida, o fotômetro deve ser posicionado voltado para esta superfície, a aproximadamente 15 cm desta(Figura 45). A iluminação do material deverá ser feita com uma luz de fonte difusa, a fim de evitar contrastes e brilhos excessivos. Seguindo estes passos foram encontrando os resultados conforme a Tabela 16.

Local	Revestimento	Refletância
Parede Sudoeste	Fórmica bege	61,57%
Pastilha Nordeste	Pastilha cinza	41,92%
Parede Sudeste	Pintura branca	78,26%
Parede Noroeste	cerâmica bege	33,55%
Piso interno	cerâmica preta	14,28%
Piso calçada externa	cerâmica laranja	27,69%

Tabela 16 - Refletância dos revestimentos

A transmissão luminosa do vidro foi calculada através de medições de iluminância com fotômetro do lado de fora do vidro e seguidamente do lado de dentro do vidro, a fim se avaliar a redução de iluminância devida à presença do vidro. Essa redução foi de 10,9%.



Figura 45 - Medições de iluminância para cálculo da refletância dos materiais

### 3.2.2. Características do Modelo Virtual

Após o levantamento de todas as características do ambiente real, este foi reproduzido no software AUTOCAD (Figura 46). Através do software Desktop Radiance foram introduzidas as refletâncias dos materiais internos e externos de acordo com as medições realizadas anteriormente.

Tomou-se o cuidado de inserir a vegetação de maior porte, como a árvore lateral esquerda e frontal, que poderiam ter alguma influência na quantidade de iluminância interna durante as medições. Adotou-se uma refletância de aproximadamente 13.5%, referente à cor verde escuro, para as árvores.



Figura 46 – Modelo virtual construído no software Autocad

### 3.2.3. Medições, Simulações e Comparação dos Resultados

Foi selecionado o mesmo ponto de medição sobre a mesa de trabalho, conforme trabalho de Rocha et al (Figura 47). No ponto sobre a mesa foram efetuadas simulações de iluminância para posterior comparação com valores encontrados no ambiente real. Imagens renderizadas foram obtidas para posterior comparação com os registros fotográficos obtidos no ambiente real.

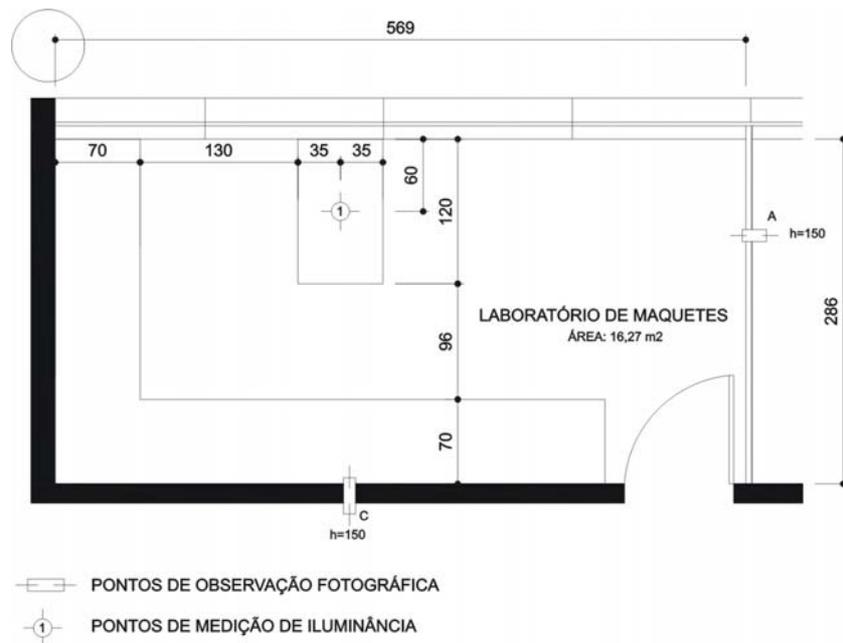


Figura 47 - Ponto de medição de iluminância e pontos de observação fotográfica

As medições no ambiente real e as simulações do software Desktop Radiance foram realizadas no dia 10 de março de 2005, no período das 10:00 as 17:00, para condição de céu claro. Os dados de entrada para as simulações realizadas no software Desktop Radiance estão descritos na Tabela 17.

O valor mensal do fator de turbidez de linke foi obtido de mapas providos pelo sítio [www.helioclim.net/linke](http://www.helioclim.net/linke) (Tabela 18), conforme referência encontrada em CARLO (2005). O valor do “Ambient Bounces”<sup>4</sup> necessário nos dados de entrada das simulações no Desktop Radiance foi selecionado de modo que os valores de iluminância encontrados nas simulações se aproximassem dos valores medidos no ambiente real.

Latitude	-22,50
Longitude	43,15
Meridiano	45
Fator de turbidez de linke para o mês de março	3.9
Ambient Bounces	2

Tabela 17 - Dados de entrada para simulação no Desktop Radiance

Mês	Fator de Turbidez de Link
Janeiro	4.2
Fevereiro	4.1
Março	3.9
Abril	3.8
Mai	3.3
Junho	3.2
Julho	2.8
Agosto	2.7
Setembro	3.1
Outubro	3.4
Novembro	3.8
Dezembro	3.9

Tabela 18 - Fator de Turbidez de link para a cidade do Rio de Janeiro. Disponível em [www.helioclim.net/linke](http://www.helioclim.net/linke). Acesso em dezembro de 2006.

Os valores encontrados nas medições no ambiente real e nas simulações no modelo virtual foram então comparados e estão descritos na Tabela 19.

---

<sup>4</sup> “Ambient Bounces” é um dado de entrada do Software Desktop Radiance e se refere ao número de vezes que a luz salta de uma superfície à outra até encontrar uma fonte de luz, como o sol, o céu ou uma luminária. Quanto menor o valor mais rápida a simulação, mas com valores muito baixos é possível que nem toda a iluminação ambiente seja considerada na simulação. (Desktop Radiance 2.0 User Manual)

HORA	AMBIENTE REAL (lux)	RADIANCE (lux)	diferença (%)
10	2560	2785	8,08
11	2450	2317	5,43
12	2250	2191	2,62
13	2200	1935	12,05
14	1640	1737	5,58
15	1371	1505	8,90
16	1119	1188	5,81
17	845	774	8,40

Tabela 19- Valores de iluminância (lux) medidos no ambiente real e no modelo virtual .

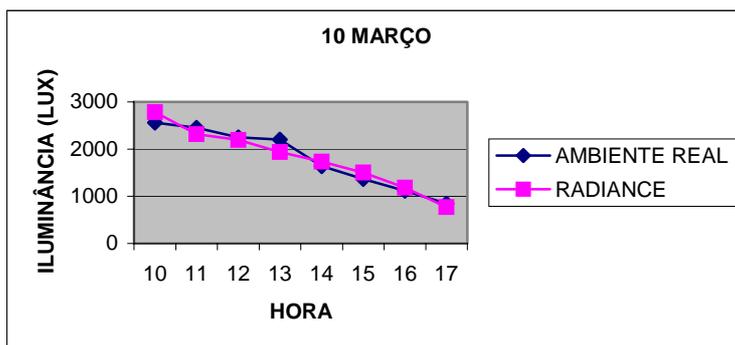


Figura 48-Gráfico comparativo das medições realizadas no Ambiente Real e no modelo virtual .

Os valores encontrados no modelo virtual aproximam-se do ambiente real, apontando uma diferença máxima de 12,05% no horário das 13:00hs. A proximidade dos valores encontrados entre as medições reais e as medições virtuais indica que a utilização do software desktop Radiance é satisfatória para simulações efetuadas na cidade do Rio de Janeiro.

A comparação entre o registro fotográfico e a imagem renderizada do modelo virtual revela que o software é capaz de produzir imagens muito próximas daquelas percebida no ambiente real (Figura 49 e Figura 50).

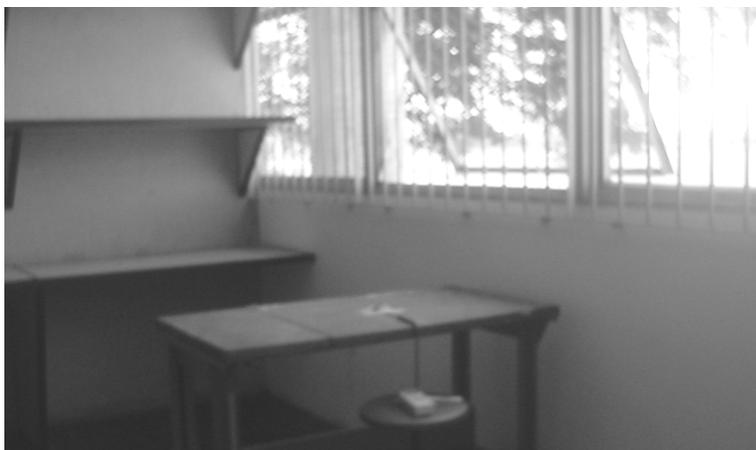


Figura 49 - Fotografia do ambiente real as 10:00 do dia 10 de março



Figura 50 - Imagem virtual renderizada pelo Desktop Radiance as 10:00 do dia 10 de março

### 3.3. O OBJETO DE ESTUDO: ESCRITÓRIO DE PLANTA LIVRE

Conforme visto no capítulo 2, existe uma grande tendência atualmente, para construção de edifícios de escritórios com pavimentos de planta livre e fachadas envidraçadas. Esse estudo pretende investigar esse modelo de edificação e avaliar o impacto das escolhas referentes ao tipo de vidro, elemento sombreador e forma da edificação, no desempenho da luz natural no interior do espaço edificado.

Para isso foram definidos dois modelos típicos, baseados na pesquisa bibliográfica relacionada aos edifícios de escritórios de planta livre. Os tipos se diferenciam pela forma da planta do pavimento tipo, pela localização do conjunto de serviços, compostos por banheiros, shafts, escadas, elevadores e depósitos e pela presença ou não de átrio central para iluminação e ventilação.

Assim, foram definidos dois modelos para simulação, o MODELO 1 e o MODELO 2, que estão descritos a seguir.

#### 3.3.1. O MODELO 1

O MODELO 1 consiste em um pavimento tipo de escritório de planta livre. A planta é quadrada e há presença de janelas em todas as fachadas. O pavimento possui uma área total de 1296,00m<sup>2</sup>, sendo 100m<sup>2</sup> destinado para o conjunto de serviços, que está concentrado no centro da planta. As mesas estão dispostas em grupos de quatro (Figura 51a) e não há presença de divisórias com altura superior à área de trabalho. A edificação possui um total de quatro pavimentos (Figura 51b) e a simulação foi realizada no primeiro pavimento.

Foi definida uma malha para obtenção de valores de iluminância, com pontos espaçados em 3,5 metros, totalizando 121 pontos de medição (Figura 52). A altura da malha é referente à altura do plano de trabalho (mesas), definida em 75cm.

Nenhum obstáculo externo foi considerado. O edifício se situa isolado no terreno, e a visão do céu de dentro do escritório é completa, sem qualquer interferência de obstáculos externos. Escolheu-se essa opção por se esta a mais crítica com relação ao ofuscamento.

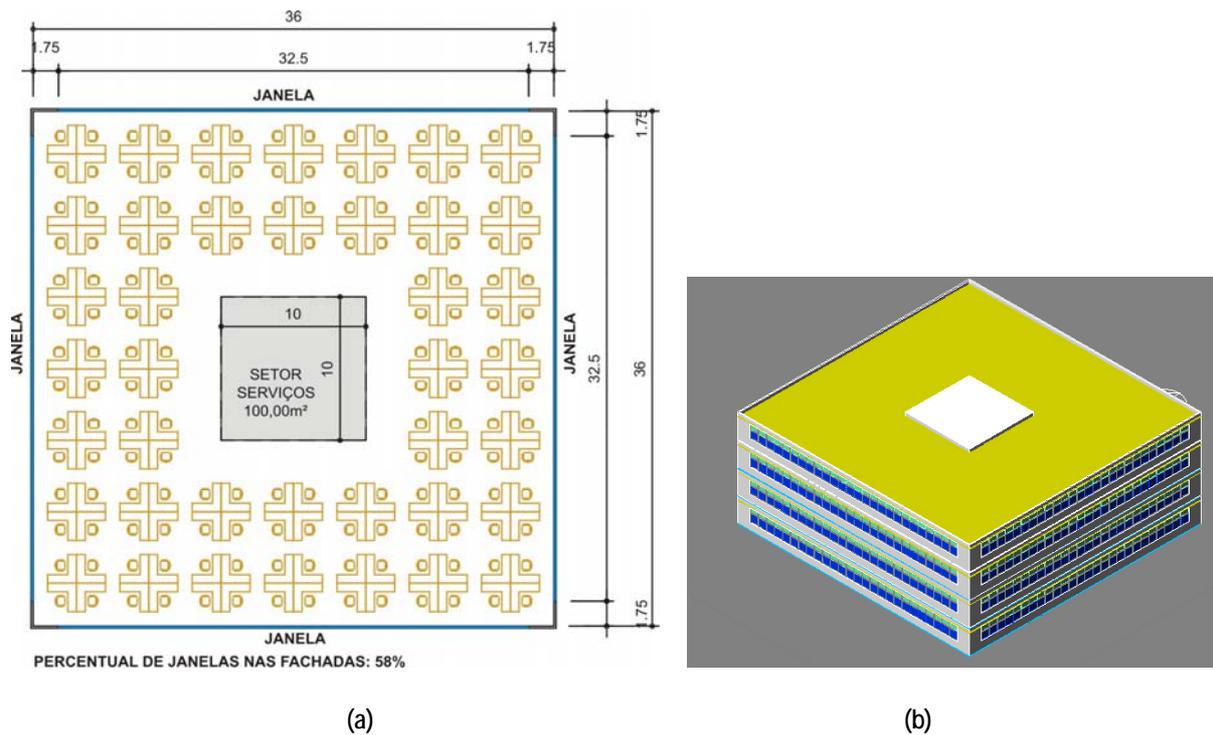
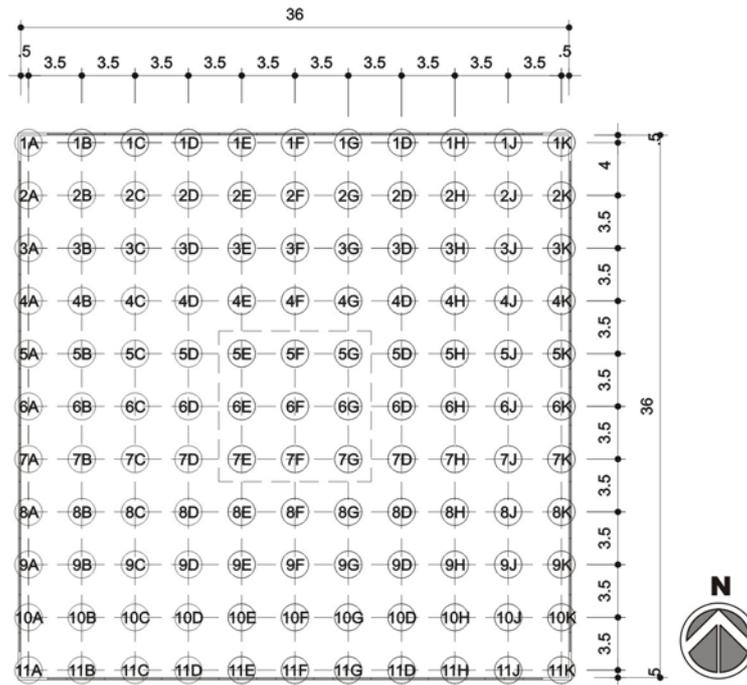


Figura 51 - Planta baixa Modelo 1 – Layout (esquerda) e vista externa da edificação (direita).



(b)

Figura 52 - Malha de simulação para Modelo 1.

Segundo o IESNA (2000) as refletâncias dos materiais de revestimento devem estar dentro de uma relação que evite o contraste excessivo. Sendo assim o piso deve ter sua refletância variando entre 20 a 40%, paredes 50 a 70%, divisórias 40 a 70% e mobiliário 25 a 45%. O modelo simulado segue, portanto, esses padrões de refletância, conforme Tabela 20.

Local	Cor	Refletância
Paredes	Off white	67.5%
Teto	Branca	78,26%
Piso	Cinza	21%
Mobiliário	Madeira	45%

Tabela 20- Refletância dos revestimentos do modelo 1

Tendo definido o Modelo 1, foram propostas oito variantes: M1-A, M1-B, M1-C, M1-D, M1-E, M1-F, M1-G e M1-H onde foram introduzidas variações na transmissão luminosa do vidro, alterações no elemento sombreador e inserção de átrio central. As variações na transmissão luminosa dos vidros e no tipo de elemento sombreador foram aplicadas igualmente em todas as fachadas, a fim de se também avaliar o impacto de cada alteração de acordo com orientação da fachada. Estas variações estão descritas abaixo.

### 3.3.1.1. Variantes do MODELO 1

#### Modelo M1-A

- Ausência de elementos sombreadores externos.
- Vidro parte superior e inferior da janela: ALTA TRANSMISSÃO LUMINOSA - Vidro Laminado incolor Dupont 5mm+PVB+5mm, Transmissão luminosa: 87,10%, Reflexão luminosa: 7,30%, Espessura final: 11,52mm, Referência: Dupont

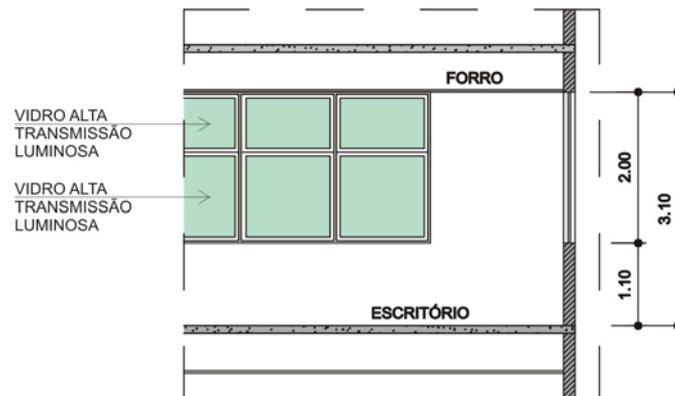


Figura 53 - Detalhe da janela - modelo M1-A

#### Modelo M1-B

- Ausência de elementos sombreadores externos.
- Vidro parte superior e inferior da janela: BAIXA TRANSMISSÃO LUMINOSA - Vidro Clear Lamine, Transmissão visível: 29,70%, Reflexão visível: 7,8%, Referência: Dupont

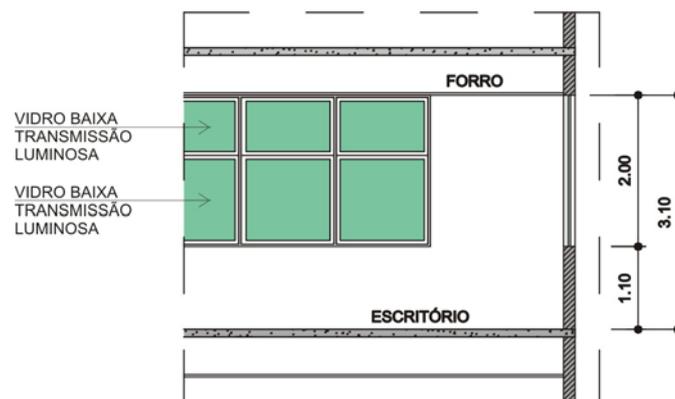


Figura 54 - Detalhe da janela - modelo M1-B

## Modelo M1-C

- Prateleira de luz interna e externa.
- Vidro parte superior da janela: ALTA TRANSMISSÃO LUMINOSA - Vidro Laminado incolor Dupont 5mm+PVB+5mm, Transmissão luminosa: 87,10%, Reflexão luminosa: 7,30%, Espessura final: 11,52mm, Referência: Dupont
- Vidro parte inferior da janela: BAIXA TRANSMISSÃO LUMINOSA - Vidro com baixa transmissividade em todas as fachadas: Clear Laminate, Transmissão visível: 29,70%, Reflexão visível: 7,8%, Referência: Dupont

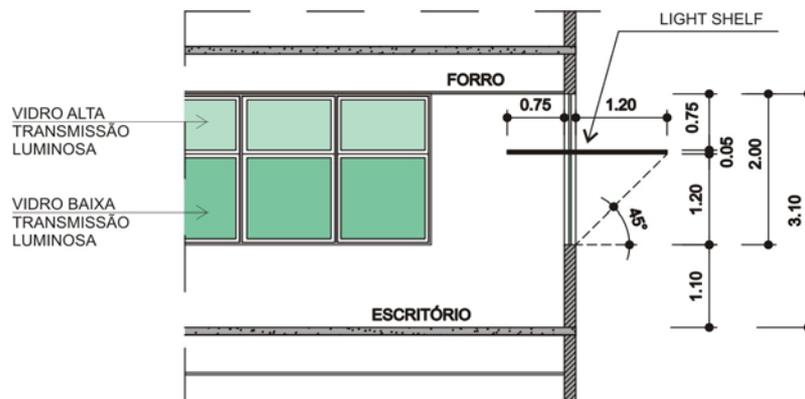


Figura 55 - Detalhe da janela - modelo M1-C

## Modelo M1-D

- Prateleira de luz externa.
- Vidro parte superior da janela: ALTA TRANSMISSÃO LUMINOSA - Vidro Laminado incolor Dupont 5mm+PVB+5mm, Transmissão luminosa: 87,10%, Reflexão luminosa: 7,30%, Espessura final: 11,52mm, Referência: Dupont
- Vidro parte inferior da janela: BAIXA TRANSMISSÃO LUMINOSA - Vidro com baixa transmissividade em todas as fachadas: Clear Laminate, Transmissão visível: 29,70%, Reflexão visível: 7,8%, Referência: Dupont

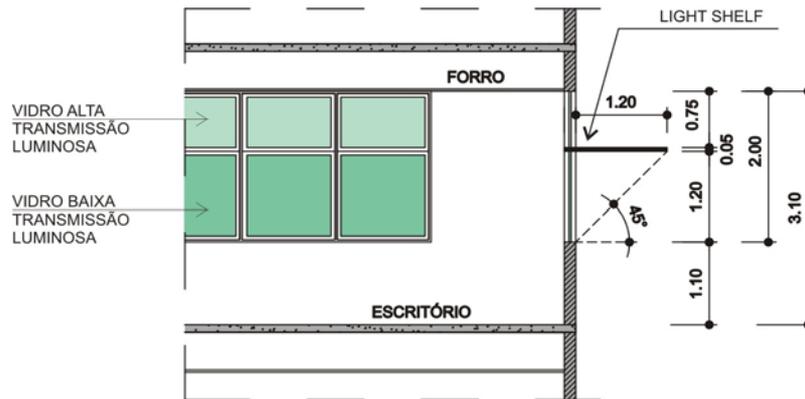


Figura 56 - Detalhe da janela - modelo M1-D

## Modelo M1-E

- Brises externos horizontais.
- Vidro parte superior da janela: ALTA TRANSMISSÃO LUMINOSA - Vidro Laminado incolor Dupont 5mm+PVB+5mm, Transmissão luminosa: 87,10%, Reflexão luminosa: 7,30%, Espessura final: 11,52mm, Referência: Dupont
- Vidro parte inferior da janela: BAIXA TRANSMISSÃO LUMINOSA - Vidro com baixa transmissividade em todas as fachadas: Clear Lamine, Transmissão visível: 29,70%, Reflexão visível: 7,8%, Referência: Dupont

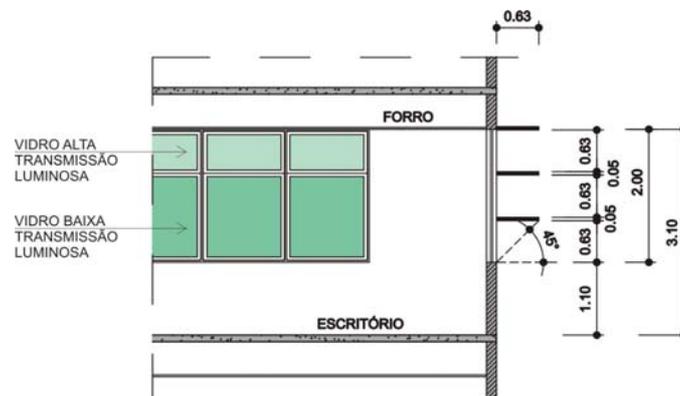


Figura 57 - Detalhe da janela - modelo M1-E

## Modelo M1-F

- Brises externos verticais.
- Vidro com transmissão luminosa igual a 59.7%, referência bronze low-e Guardian.

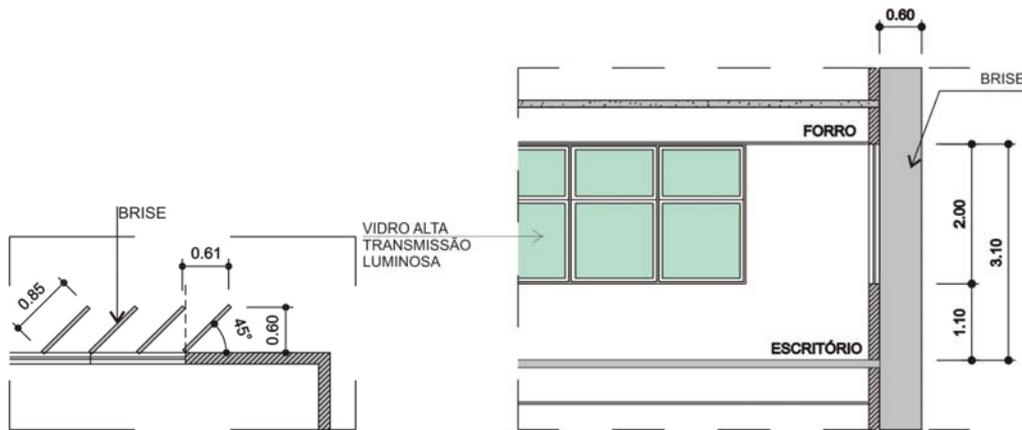


Figura 58 - Detalhe da janela - modelo M1-F

## Modelo M1-G

- Prateleira de luz interna e externa.
- Vidro parte superior da janela: ALTA TRANSMISSÃO LUMINOSA - Vidro Laminado incolor Dupont 5mm+PVB+5mm, Transmissão luminosa: 87,10%, Reflexão luminosa: 7,30%, Espessura final: 11,52mm, Referência: Dupont
- Vidro parte inferior da janela: BAIXA TRANSMISSÃO LUMINOSA - Vidro com baixa transmissividade em todas as fachadas: Clear Laminate, Transmissão visível: 29,70%, Reflexão visível: 7,8%, Referência: Dupont
- Átrio interno coberto, com abertura lateral com vidro ALTA TRANSMISSÃO LUMINOSA - Vidro Laminado incolor Dupont 5mm+PVB+5mm, Transmissão luminosa: 87,10%, Reflexão luminosa: 7,30%, Espessura final: 11,52mm, Referência: Dupont



Figura 59 - Detalhe do átrio - modelo M1-G

## Modelo M1-H

- Prateleira de luz interna e externa.
- Vidro parte superior da janela: ALTA TRANSMISSÃO LUMINOSA - Vidro Laminado incolor Dupont 5mm+PVB+5mm, Transmissão luminosa: 87,10%, Reflexão luminosa: 7,30%, Espessura final: 11,52mm, Referência: Dupont
- Vidro parte inferior da janela: BAIXA TRANSMISSÃO LUMINOSA - Vidro com baixa transmissividade em todas as fachadas: Clear Laminate, Transmissão visível: 29,70%, Reflexão visível: 7,8%, Referência: Dupont
- Átrio interno coberto, com iluminação zenital com vidro de baixa transmissão visível: transmissão luminosa 48,7%, reflexão luminosa 11%, referência: Verde AFG

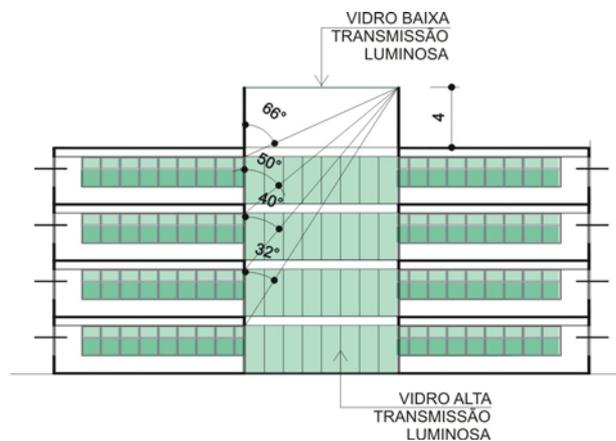


Figura 60 - Detalhe do átrio - modelo M1-H

MODELO	FIGURA	TIPO DE VIDRO	ELEMENTO SOMBREADOR	ÁTRIO
M1-A	<p>FORRO</p> <p>VIDRO ALTA TRANSMISSÃO LUMINOSA</p> <p>VIDRO ALTA TRANSMISSÃO LUMINOSA</p> <p>ESCRITÓRIO</p> <p>2,00</p> <p>3,10</p> <p>1,10</p>	Vidro parte superior e inferior da janela: ALTA TRANSMISSÃO LUMINOSA (87,10%)	NÃO	NÃO
M1-B	<p>FORRO</p> <p>VIDRO BAIXA TRANSMISSÃO LUMINOSA</p> <p>VIDRO BAIXA TRANSMISSÃO LUMINOSA</p> <p>ESCRITÓRIO</p> <p>2,00</p> <p>3,10</p> <p>1,10</p>	Vidro parte superior e inferior da janela: BAIXA TRANSMISSÃO LUMINOSA (29,7%)	NÃO	NÃO
M1-C	<p>FORRO</p> <p>VIDRO ALTA TRANSMISSÃO LUMINOSA</p> <p>VIDRO BAIXA TRANSMISSÃO LUMINOSA</p> <p>ESCRITÓRIO</p> <p>LIGHT SHELF</p> <p>0,75</p> <p>1,20</p> <p>0,75</p> <p>0,06</p> <p>2,00</p> <p>3,10</p> <p>1,10</p> <p>5°</p>	Vidro parte superior da janela: ALTA TRANSMISSÃO LUMINOSA (87,10%)  Vidro parte inferior da janela: BAIXA TRANSMISSÃO LUMINOSA (29,7%)	PRATELEIRA DE LUZ INTERNA E EXTERNA	NÃO
M1-D	<p>FORRO</p> <p>VIDRO ALTA TRANSMISSÃO LUMINOSA</p> <p>VIDRO BAIXA TRANSMISSÃO LUMINOSA</p> <p>ESCRITÓRIO</p> <p>LIGHT SHELF</p> <p>1,20</p> <p>0,75</p> <p>0,06</p> <p>2,00</p> <p>3,10</p> <p>1,10</p> <p>5°</p>	Vidro parte superior da janela: ALTA TRANSMISSÃO LUMINOSA (87,10%)  Vidro parte inferior da janela: BAIXA TRANSMISSÃO LUMINOSA (29,7%)	PRATELEIRA DE LUZ EXTERNA	NÃO
M1-E	<p>FORRO</p> <p>VIDRO ALTA TRANSMISSÃO LUMINOSA</p> <p>VIDRO BAIXA TRANSMISSÃO LUMINOSA</p> <p>ESCRITÓRIO</p> <p>0,63</p> <p>0,63</p> <p>0,63</p> <p>0,06</p> <p>2,00</p> <p>3,10</p> <p>1,10</p> <p>5°</p>	Vidro parte superior da janela: ALTA TRANSMISSÃO LUMINOSA (87,10%)  Vidro parte inferior da janela: BAIXA TRANSMISSÃO LUMINOSA (29,7%)	BRISES HORIZONTAIS EXTERNOS	NÃO

Tabela 21 – Tabela síntese das variantes do MODELO 1

MODELO	FIGURA	TIPO DE VIDRO	ELEMENTO SOMBREADOR	ÁTRIO
M1-F		Vidro parte superior e inferior da janela: MÉDIA TRANSMISSÃO LUMINOSA (59,7%)	BRISES VERTICAIS EXTERNOS	NÃO
M1-G		Vidro parte superior da janela: ALTA TRANSMISSÃO LUMINOSA (87,10%)  Vidro parte inferior da janela: BAIXA TRANSMISSÃO LUMINOSA (29,7%)  Átrio interno Coberto, com abertura lateral com vidro de ALTA TRANSMISSÃO LUMINOSA (87,10%)	PRATELEIRA DE LUZ INTERNA E EXTERNA	SIM
M1-H		Vidro parte superior da janela: ALTA TRANSMISSÃO LUMINOSA (87,10%)  Vidro parte inferior da janela: BAIXA TRANSMISSÃO LUMINOSA (29,7%)  Átrio interno Átrio interno coberto, com iluminação zenital com vidro de MÉDIA TRANSMISSÃO LUMINOSA (48,7%)	PRATELEIRA DE LUZ INTERNA E EXTERNA	SIM

Tabela 22 - Tabela síntese das variantes do MODELO 1

### 3.3.2. O MODELO 2

O MODELO 2 consiste em um pavimento tipo de escritório de planta livre. A planta é retangular e há presença de janelas nas fachadas norte e sul. O pavimento possui uma área total de 1287,00m<sup>2</sup>, sendo 110m<sup>2</sup> destinado para o conjunto de serviços, que está concentrado no lado oeste da planta. As mesas estão dispostas em grupos de quatro e não há presença de divisórias com altura superior à área de trabalho (Figura 61). Para todas as simulações foram adotados os materiais de acabamento conforme Tabela 23. A edificação possui um total de quatro pavimentos (Figura 63) e a simulação foi realizada no primeiro pavimento.

Nenhum obstáculo externo foi considerado, com exceção do modelo M2-F. O edifício se situa isolado no terreno, e a visão do céu de dentro do escritório é completa, sem qualquer interferência de obstáculos externos. Escolheu-se essa opção por ser a mais crítica com relação ao ofuscamento.

Foi definido uma malha de simulação, com pontos espaçados em 3,5 metros, totalizando 116 pontos de medição (Figura 62). A altura do gride é referente à altura do plano de trabalho (mesas), definido em 75cm.

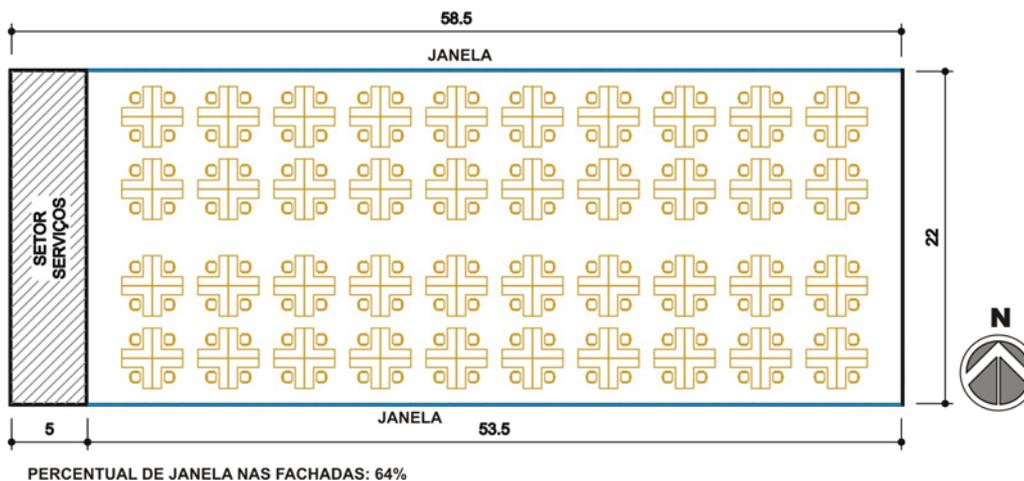


Figura 61 - Planta baixa Modelo 2 com Layout

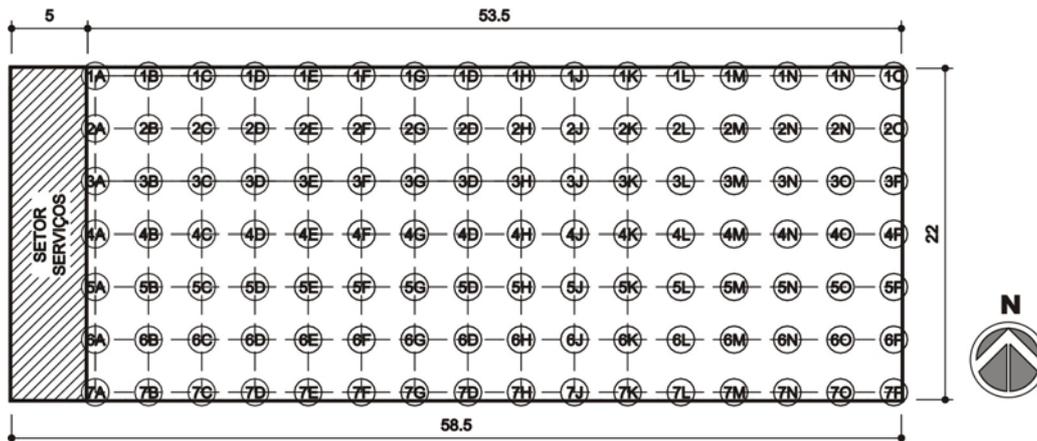


Figura 62 - Planta baixa Modelo 2 com malha de simulação

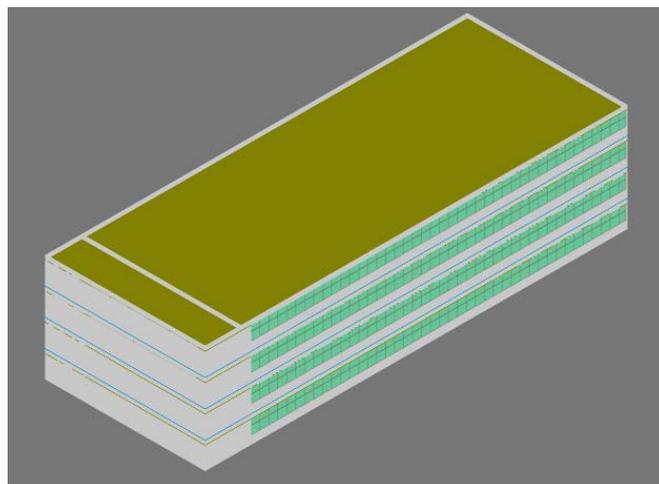


Figura 63 - Vista externa modelo 2

Segundo o IESNA (2000) as refletâncias dos materiais de revestimento devem estar dentro de uma relação que evite o contraste excessivo. Sendo assim o piso deve ter sua refletância variando entre 20 a 40%, paredes 50 a 70%, divisórias 40 a 70% e mobiliário 25 a 45%. O modelo simulado segue, portanto, esses padrões de refletância, conforme Tabela 23.

Local	Cor	Refletância
Paredes	Off white	67.5%
Teto	Branca	78,26%
Piso	Cinza	21%
Mobiliário	Madeira	45%

Tabela 23- Refletância dos revestimentos do modelo 2

Tendo definido o Modelo 2, foram propostas seis variantes: M2-A, M2-B, M2-C, M2-D, M2-E e M2-F onde foram introduzidas variações na transmissão visível do vidro, alterações no elemento sombreador e inserção de obstáculos externos. As variações de vidro e elementos sombreadores foram aplicadas

igualmente nas fachadas, a fim de se também avaliar o impacto de cada alteração de acordo com orientação da fachada. Estas variações estão descritas abaixo.

### 3.3.2.1. Variantes do Modelo 2

#### Modelo M2-A

- Ausência de elementos sombreadores externos.
- Vidro parte superior e inferior da janela: ALTA TRANSMISSÃO LUMINOSA - Vidro Laminado incolor Dupont 5mm+PVB+5mm, Transmissão luminosa: 87,10%, Reflexão luminosa: 7,30%, Espessura final: 11,52mm, Referência: Dupont

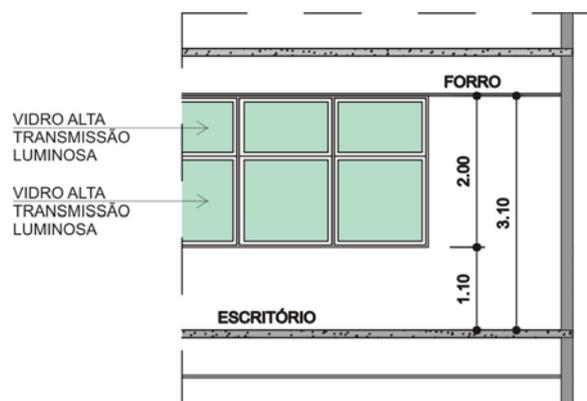


Figura 64 – Detalhe da janela – modelo M2-A

#### Modelo M2-B

- Ausência de elementos sombreadores externos.
- Vidro parte superior e inferior da janela: BAIXA TRANSMISSÃO LUMINOSA - Vidro Verde, Transmissão visível: 38,10%, Reflexão visível: 20,20%, Referência: AFG

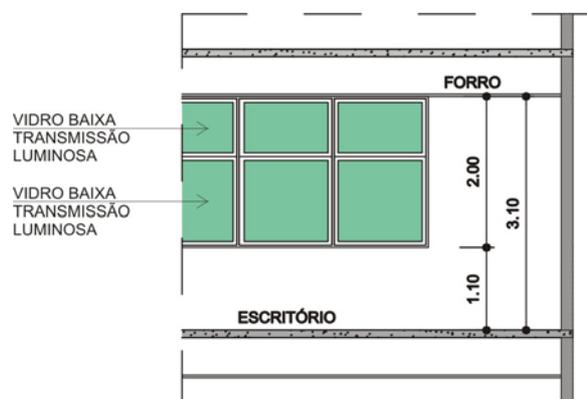


Figura 65 – Detalhe da janela - modelo M2-B

## Modelo M2-C

- Prateleira interna e externa.
- Vidro parte superior da janela: ALTA TRANSMISSÃO LUMINOSA - Vidro Laminado incolor Dupont 5mm+PVB+5mm, Transmissão luminosa: 87,10%, Reflexão luminosa: 7,30%, Espessura final: 11,52mm, Referência: Dupont
- Vidro parte inferior da janela: BAIXA TRANSMISSÃO LUMINOSA - Vidro com baixa transmissividade em todas as fachadas: Vidro Verde, Transmissão visível: 38,10%, Reflexão visível: 20,20%, Referência: AFG

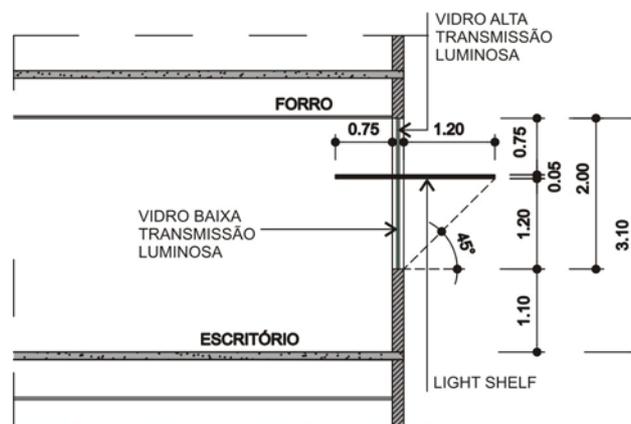


Figura 66 – Detalhe da janela – modelo M2-C

## Modelo M2-D

- Prateleira de luz óptica
- Vidro parte superior da janela: ALTA TRANSMISSÃO LUMINOSA - Vidro Laminado incolor Dupont 5mm+PVB+5mm, Transmissão luminosa: 87,10%, Reflexão luminosa: 7,30%, Espessura final: 11,52mm, Referência: Dupont
- Vidro parte inferior da janela: BAIXA TRANSMISSÃO LUMINOSA - Vidro com baixa transmissividade em todas as fachadas: Vidro Verde, Transmissão visível: 38,10%, Reflexão visível: 20,20%, Referência: AFG

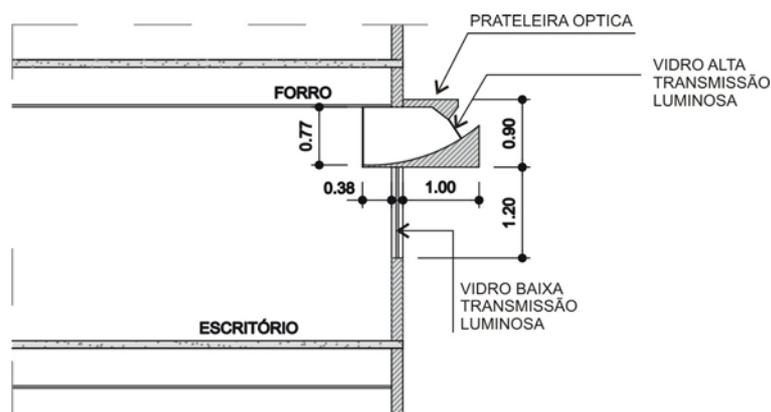


Figura 67 – Detalhe da janela – modelo M2-D

## Modelo M2-E

- Brises externos horizontais.
- Vidro parte superior da janela: ALTA TRANSMISSÃO LUMINOSA - Vidro Laminado incolor Dupont 5mm+PVB+5mm, Transmissão luminosa: 87,10%, Reflexão luminosa: 7,30%, Espessura final: 11,52mm, Referência: Dupont
- Vidro parte inferior da janela: BAIXA TRANSMISSÃO LUMINOSA - Vidro com baixa transmissividade em todas as fachadas: Vidro Verde, Transmissão visível: 38,10%, Reflexão visível: 20,20%, Referência: AFG

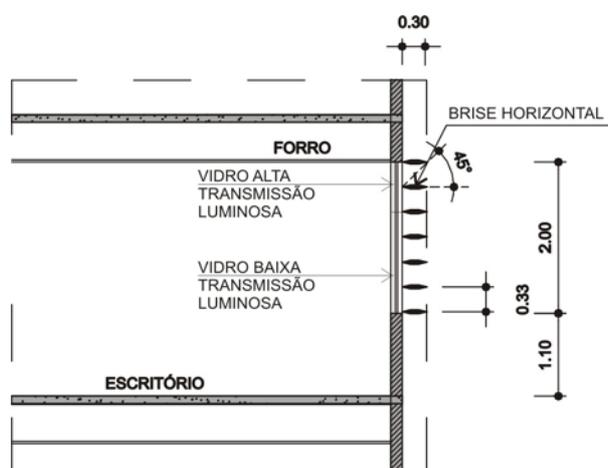


Figura 68 – Detalhe janela, modelo M2-E

## Modelo M2-F

- Prateleira interna e externa.
- Vidro parte superior da janela: ALTA TRANSMISSÃO LUMINOSA - Vidro Laminado incolor Dupont 5mm+PVB+5mm, Transmissão luminosa: 87,10%, Reflexão luminosa: 7,30%, Espessura final: 11,52mm, Referência: Dupont

- Vidro parte inferior da janela: BAIXA TRANSMISSÃO LUMINOSA - Vidro com baixa transmissividade em todas as fachadas: Vidro Verde, Transmissão visível: 38,10%, Reflexão visível: 20,20%, Referência: AFG
- Elemento sombreador distante: edificações em volta

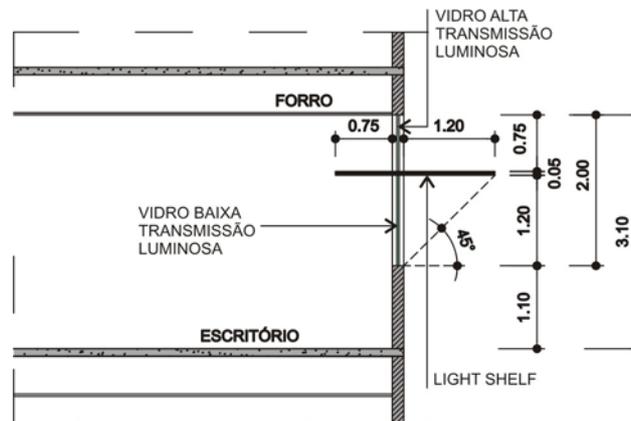


Figura 69 – Detalhe janela, modelo M2-F

- A fim de analisar a influência da presença de elemento sombreador distante no desempenho da luz natural foi simulado o modelo M2-F, uma variação do modelo M2-C (com prateleira de luz interna/externa) onde alguns edifícios de mesma altura foram implantados à frente das fachadas norte e sul, a uma distância de 20 metros, conforme Figura 70. Foi adotada uma refletância de 47% para o elemento sombreador distante.

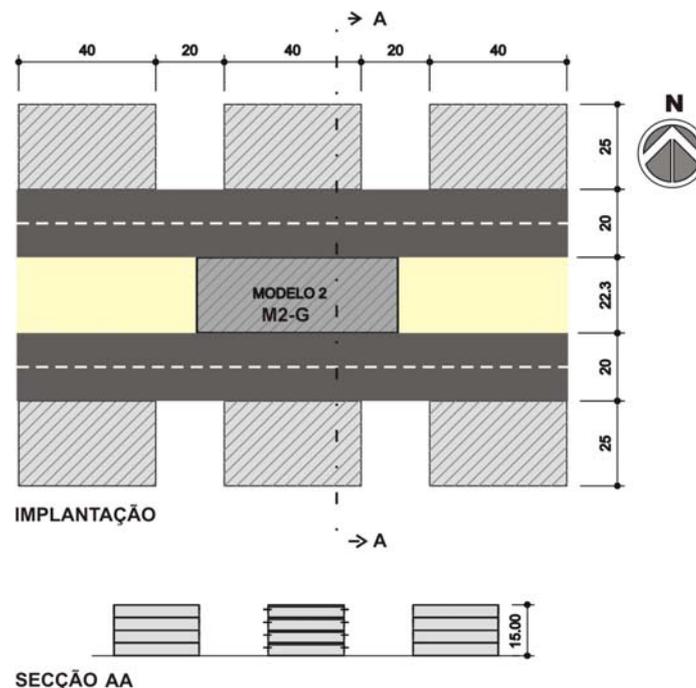


Figura 70 – Implantação do modelo M2-F

MODELO	FIGURA	TIPO DE VIDRO	ELEMENTO SOMBREADOR	ATRIO
M2-A	<p>VIDRO ALTA TRANSMISSÃO LUMINOSA</p> <p>VIDRO ALTA TRANSMISSÃO LUMINOSA</p> <p>FORRO</p> <p>2,00</p> <p>1,10</p> <p>3,10</p> <p>ESCRITÓRIO</p>	Vidro parte superior e inferior da janela: ALTA TRANSMISSÃO LUMINOSA (87,10%)	NÃO	NÃO
M2-B	<p>VIDRO BAIXA TRANSMISSÃO LUMINOSA</p> <p>VIDRO BAIXA TRANSMISSÃO LUMINOSA</p> <p>FORRO</p> <p>2,00</p> <p>1,10</p> <p>3,10</p> <p>ESCRITÓRIO</p>	Vidro parte superior e inferior da janela: BAIXA TRANSMISSÃO LUMINOSA (38,10%)	NÃO	NÃO
M2-C	<p>VIDRO ALTA TRANSMISSÃO LUMINOSA</p> <p>FORRO</p> <p>0,75</p> <p>1,20</p> <p>0,75</p> <p>0,05</p> <p>2,00</p> <p>3,10</p> <p>VIDRO BAIXA TRANSMISSÃO LUMINOSA</p> <p>1,20</p> <p>1,10</p> <p>ESCRITÓRIO</p> <p>LIGHT SHELF</p> <p>5°</p>	Vidro parte superior da janela: ALTA TRANSMISSÃO LUMINOSA (87,10%)  Vidro parte inferior da janela: BAIXA TRANSMISSÃO LUMINOSA (38,10%)	PRATELEIRA DE LUZ INTERNA E EXTERNA	NÃO
M2-D	<p>PRATELEIRA ÓPTICA</p> <p>FORRO</p> <p>0,77</p> <p>0,38</p> <p>1,00</p> <p>0,90</p> <p>1,20</p> <p>3,10</p> <p>VIDRO ALTA TRANSMISSÃO LUMINOSA</p> <p>VIDRO BAIXA TRANSMISSÃO LUMINOSA</p> <p>ESCRITÓRIO</p>	Vidro parte superior da janela: ALTA TRANSMISSÃO LUMINOSA (87,10%)  Vidro parte inferior da janela: BAIXA TRANSMISSÃO LUMINOSA (38,10%)	PRATELEIRA DE LUZ ÓPTICA	NÃO

Tabela 24 – Tabela síntese das variantes do MODELO 2

MODELO	FIGURA	TIPO DE VIDRO	ELEMENTO SOMBREADOR	ATRIO
M2-E		<p>Vidro parte superior da janela: ALTA TRANSMISSÃO LUMINOSA (87,10%)</p> <p>Vidro parte inferior da janela: BAIXA TRANSMISSÃO LUMINOSA (38,10%)</p>	BRISES HORIZONTAIS EXTERNOS	NÃO
M2-F		<p>Vidro parte superior da janela: ALTA TRANSMISSÃO LUMINOSA (87,10%)</p> <p>Vidro parte inferior da janela: BAIXA TRANSMISSÃO LUMINOSA (38,10%)</p>	<p>PRATELEIRA DE LUZ INTERNA E EXTERNA</p> <p>ELEMENTOS SOMBREADOR DISTANTE</p>	NÃO

Tabela 25 – Tabela síntese das variantes do MODELO 2

### 3.4. Metodologia

Todas as simulações foram realizadas para a cidade do Rio de Janeiro. Para cada variação foram simulados os valores de iluminância em todos os pontos da malha. Foram considerados os horários de 8:00, 10:00, 12:00 e 16:00, no solstício de verão (22 dezembro), solstício de inverno (22 de junho) e equinócio (22 de março), nas condições de céu claro, intermediário e encoberto, totalizando 45 simulações para cada variante. Os valores obtidos foram tabulados a fim de se analisar o desempenho da luz natural. Esse desempenho foi analisado segundo critérios explicitados no capítulo 2. A metodologia para análise de cada um dos critérios será explicitada a seguir.

#### 3.4.1. Análise dos níveis de Iluminância e Uniformidade

Para escritórios administrativos, como é o caso deste objeto de estudo, podemos considerar a iluminância confortável entre 300 a 500 lux, visto a significativa melhoria no contraste das impressões e fotocópias. Segundo o IESNA (2000) esta faixa engloba a execução de tarefas de alto contraste, para pequenos e grandes tamanhos. Selecionamos então a iluminância média de 500 lux no plano de trabalho. Porém conforme discutido no capítulo 2, a fim de contribuir para a eficiência energética e a redução do ofuscamento refletido nas telas dos monitores, tal iluminância não deve ser proporcionada exclusivamente pela iluminação geral (de teto), mas complementada pela iluminação de tarefa (na mesa de trabalho). Desse modo, a iluminância ambiente deverá atingir o nível de 300 lux e será complementada pela iluminância de tarefa, que deverá atingir 200 lux. Uma vez que a luz natural pode ser considerada como iluminação geral, a quantidade mínima que será considerada como autônoma será de 300 lux.

Os valores de iluminância, obtidos através das simulações nos pontos da malha foram tabuladas em planilhas do Excell (Tabela 26). Todas as planilhas efetuadas constam no anexo deste trabalho. Desse conjunto de dados obteve-se a iluminância média no plano de trabalho, a iluminância mínima, a uniformidade.

A iluminância média, definida como  $E_{med}$ , foi obtida através da fórmula:

$$E_{med} = \frac{\sum_{i=1}^x E_i}{x}$$

[6]

A uniformidade está relacionada à distribuição da luz no plano de trabalho. As mudanças bruscas na quantidade de luz, na área de trabalho, podem causar distração e confusão, afetando o conforto visual e a percepção.(IESNA, 2000). Segundo CIE (1988, apud PARK, 2003) e CIBSE (1994 apud PARK, 2003), para todo o ambiente, a proporção entre a iluminância mínima e a iluminância média deve ser maior ou igual a 0.8. Assim sendo, utilizou-se a fórmula abaixo:

$$U = E_{\min} / E_{\text{med}}$$

[7]

Sendo,

E min= Ponto da malha com menor valor de iluminância

E med = Valor médio de iluminância

A iluminância média, a iluminância mínima e a uniformidade foram obtidas para todos os horários simulados.

PONTO	DEZEMBRO					MARÇO					JUNHO				
	8:00	10:00	12:00	14:00	16:00	8:00	10:00	12:00	14:00	16:00	8:00	10:00	12:00	14:00	16:00
1A	444	475	1305	1040	1199	1396	869	1045	1206	1009	1366	1039	1109	990	603
1B	2366	3506	11603	4020	3454	3564	5607	6671	6121	5280	2938	39138	47734	37509	2049
1C	2236	3448	11140	3512	2614	3408	5868	6782	6032	3825	2537	39492	48155	37372	2154
1D	2100	3568	10500	3366	2149	3074	6329	6609	6076	3108	2652	39356	48182	37823	2350
1E	2213	3399	10193	3342	1980	3341	6250	6672	5636	3136	2641	39328	47721	37525	2256
1F	2133	3424	10737	3252	1938	3488	5610	6636	5911	3237	2436	39516	47743	37532	2019
1G	2157	3409	10425	3216	1909	3326	6624	7181	5892	3200	2535	39183	47920	38192	2368
1H	2432	3267	10902	3263	1921	3727	6021	7520	5671	3482	2557	39340	48327	38048	2415
1I	2813	3783	10498	3332	1972	3864	5664	6905	6518	3354	2674	39510	48321	37821	2520
1J	3177	3951	11487	3305	1964	3809	5936	6734	5766	3300	2660	39368	47754	37261	2471
1K	1238	982	1844	731	545	1253	1362	1163	1259	1284	819	1359	1329	1288	1325
2A	1564	2417	12090	56837	5848	1727	2357	4336	52355	5218	13895	2380	3451	34346	2032
2B	1158	1346	4877	2695	4145	1195	2052	2655	2951	29404	13589	2471	2692	2699	1687
2C	881	1409	3723	1568	1769	975	1770	2199	2132	2173	13467	2608	2657	2570	1648
2D	805	1340	3226	1358	975	1116	1833	2022	2004	1322	1689	2396	2644	2643	10224
2E	962	1253	3780	1282	1110	1372	1935	2024	1844	1489	13316	2311	2703	2424	10332
2F	1075	1303	3606	1241	1031	1179	1999	2195	1947	1168	13464	2040	2683	2524	1492
2G	1058	1370	3313	1244	951	1327	1875	2233	2103	1330	13443	2404	2592	2631	10089
2H	1284	1279	3547	1188	961	1309	2017	2252	2200	1295	13602	2296	2522	2500	10340
2I	1713	1588	3720	1365	792	2039	2023	2309	1867	1517	1976	2474	2559	2671	10325
2J	3418	2572	5132	1507	1080	29222	2901	2491	2219	1320	2024	2804	2715	2410	10494
2K	41208	55800	10370	2277	1373	4869	53283	4122	2628	1898	2615	35037	3209	2412	2762
3A	1355	2023	11807	57060	6157	1463	2078	4287	52966	5155	992	1642	3142	34623	2248
3B	812	1095	3993	2453	4263	822	1156	1658	2570	29175	845	1066	1446	2055	11506
3C	603	674	2148	847	1715	733	705	1069	1227	1953	751	867	1093	1162	1219
3D	393	630	1947	721	719	589	599	936	793	854	509	935	1092	1016	719
3E	476	475	933	570	514	503	754	842	860	684	654	927	972	790	694
3F	556	581	1772	626	524	424	794	714	847	632	674	761	911	887	612
3G	514	589	1484	481	338	684	594	872	780	556	696	819	918	912	599
3H	526	683	1523	630	504	611	769	905	709	452	840	905	990	943	612
3I	1351	925	1716	598	461	1686	1191	1022	796	757	1480	1045	978	764	539
3J	3728	2149	3340	937	814	29463	2436	1504	1137	950	2578	2142	1232	1216	852
3K	42002	56535	10326	2044	1370	5106	52870	4303	2194	1312	3049	35516	2823	1718	988
	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
	<b>CONTINUA</b>														
	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
4E	390	343	1362	478	417	377	377	438	469	463	403	474	566	538	358
4F	379	405	812	403	424	378	437	610	343	530	346	488	583	515	291
4G	490	406	810	270	437	353	450	472	504	403	493	526	483	532	442
4H	532	380	1144	415	385	775	502	426	444	278	587	511	444	543	297
4I	1262	878	1394	582	472	1672	996	674	454	464	887	785	561	570	402
4J	3524	1939	3952	939	686	29474	2461	1548	898	606	2585	2001	1126	554	631
4K	42028	56652	10476	1889	1401	5138	52581	3992	1906	1434	3082	34801	2593	1443	919
5A	1317	1748	11855	56821	6337	1299	1834	3984	52757	5014	751	1461	3174	34835	2347
5B	679	914	3307	2152	3828	706	858	1547	2281	28923	416	689	1088	1748	2087
5C	369	509	1650	809	1197	296	477	607	952	1445	340	313	538	840	1079
5D	239	332	1171	556	783	263	375	488	434	934	214	269	319	350	587
5H	675	549	1148	400	272	820	574	459	405	382	717	383	409	291	198
5I	1137	775	1419	393	409	1380	936	521	450	407	1128	785	468	498	276
5K	41738	57029	9420	1912	1331	5279	53566	4086	1745	1232	2714	35115	2530	1455	719
	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
	<b>CONTINUA</b>														
	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.

	DEZEMBRO					MARÇO					JUNHO				
	8:00	10:00	12:00	14:00	16:00	8:00	10:00	12:00	14:00	16:00	8:00	10:00	12:00	14:00	16:00
E med	6062	6047	5242	6065	1936	3838	5789	2128	5789	3814	1967	6854	5050	6697	2160
E min	239	332	810	270	217	208	344	287	343	219	132	226	216	195	107
UNIF	0,04	0,05	0,15	0,04	0,11	0,05	0,06	0,13	0,06	0,06	0,07	0,03	0,04	0,03	0,05

Tabela 26- Exemplo de planilha com tabulação dos valores de iluminância (lux) obtidos nas simulações, cálculo da Iluminância média, mínima e uniformidade. Modelo de referência: M1-A

### 3.4.2. Obtenção dos índices: Iluminância útil da luz do dia (*Useful Daylight Illuminances* -UDI) e Autonomia Útil da Luz Natural (*Useful Daylight Autonomy* – UDA)

A partir dos valores de iluminância obtidos nas simulações, foi definido o índice Iluminância Útil da Luz Natural - *Useful Daylight Illuminances* (UDI), que se refere à porcentagem das horas simuladas em que um determinado ponto atinge valores entre 100 e 2000 lux.

Foi também obtido o índice Autonomia da luz natural - *Daylight Autonomy* (DA) - que se refere à porcentagem de horas em que determinado ponto atinge valores acima de 300 lux, uma vez que esse é o valor mínimo que se deseja alcançar para a iluminação ambiente. Porém, como valores acima de 2000 lux são desconfortáveis, limitou-se a autonomia da luz dentro da faixa de 300 a 2000lux. Devido a esta alteração na concepção inicial do método, denominou-se então Autonomia Útil da Luz Natural – *Useful Daylight Autonomy* (UDA) - como uma variação do DA, caracterizando a faixa em que a iluminância da luz natural é autônoma, mas não desconfortável.

Os gráficos referente aos valores de UDI e UDA foram realizados na coluna F e linha 6 do MODELO 1, referente ao eixo norte e sul do pavimento e eixo oeste e leste do pavimento, respectivamente Figura 71). No MODELO 2, foram obtidos valores de UDI e UDA na coluna H, referente ao eixo norte e sul do pavimento (Figura 72). O objetivo dessa escolha foi avaliar a variação de UDI e UDA ao longo do pavimento e observar seu comportamento à medida que se afasta ou se aproxima das janelas.

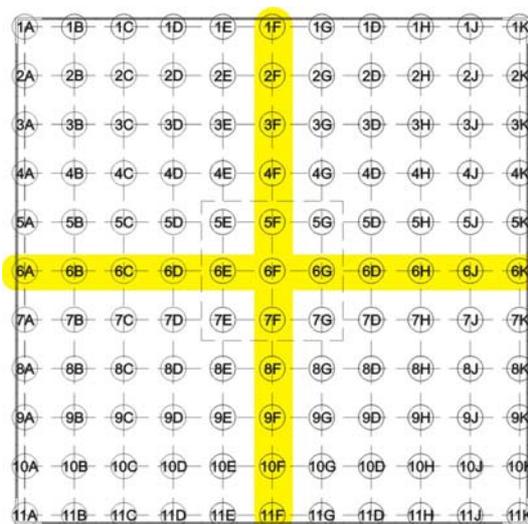


Figura 71 - Eixos para obtenção de UDI e UDA no Modelo 1: Coluna F (centro das fachadas Norte e Sul) e Linha 6 (centro das fachadas Oeste e Leste)

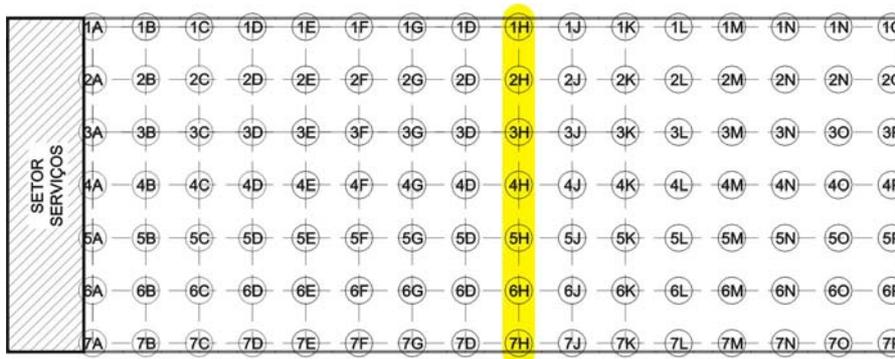


Figura 72 - Eixo para obtenção de UDI e UDA no Modelo 2: Coluna H (centro das fachadas Norte e Sul)

### 3.4.3. Análise do ofuscamento devido à luz natural.

No capítulo 2 foi discutida a inexistência, até o presente momento, de um índice de ofuscamento consistente para a luz natural. Segundo o estudo de Moeck's (1998 apud PARK, 2003) a análise da luminância média da janela é proposta ao invés da utilização do DGI. Segundo Moeck essa análise é mais apropriada enquanto não se dispõe de um índice de ofuscamento geral para utilização em sistemas de iluminação onde a luminância da fonte não é uniforme. Ainda não existe um manual que estabeleça o limite de luminância da janela, mas IESNA (2000) estabelece que qualquer superfície de um ambiente não deve ultrapassar a luminância de  $850 \text{ cd/m}^2$ . Nesse estudo de caso esse valor é então adotado como o limite de luminância máxima da janela para que não haja ofuscamento.

A luminância da janela foi obtida através de imagens realizadas no software Desktop Radiance. O programa possibilita obter uma gradação de luminância de todo o ambiente, em Nits ( $\text{cd/m}^2$ ), conforme Figura 73, onde é possível avaliar fontes de luminância que ultrapassam  $850 \text{ cd/m}^2$ , valor máximo para conforto visual.

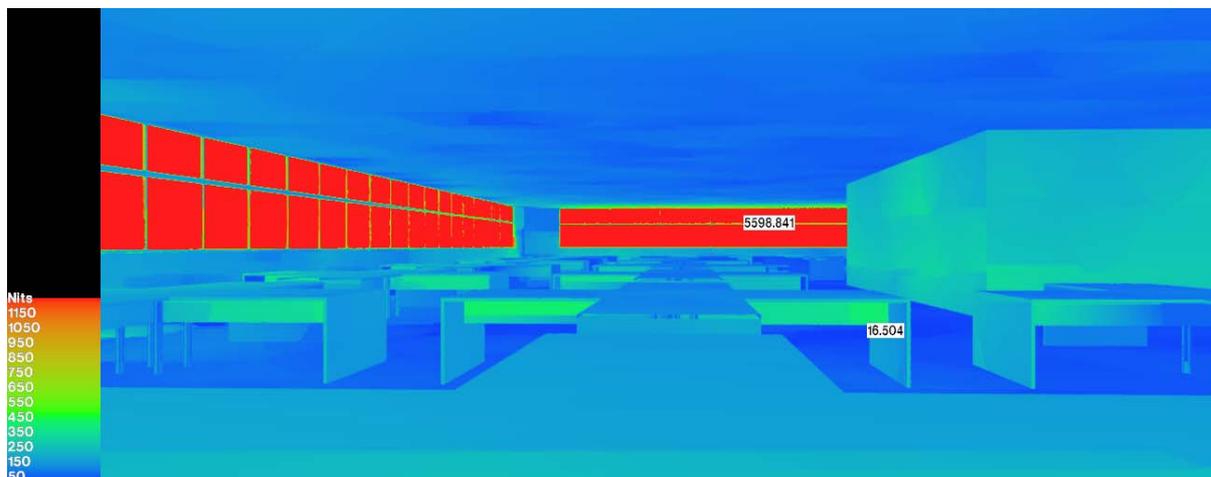


Figura 73 - Imagem produzida pelo Desktop Radiance com gradação de luminâncias em Nits ( $\text{cd/m}^2$ )

#### 3.4.4. Análise do potencial de proteção contra penetração solar.

Para analisar o potencial de proteção solar dos sistemas avaliados, foram realizadas simulações de insolação, utilizando o software 3d Max 5.0 (Figura 74). As imagens foram obtidas em planta baixa, nos horários de 8:00, 10:00, 12:00, 14:00 e 16:00, nos solstícios e equinócio.

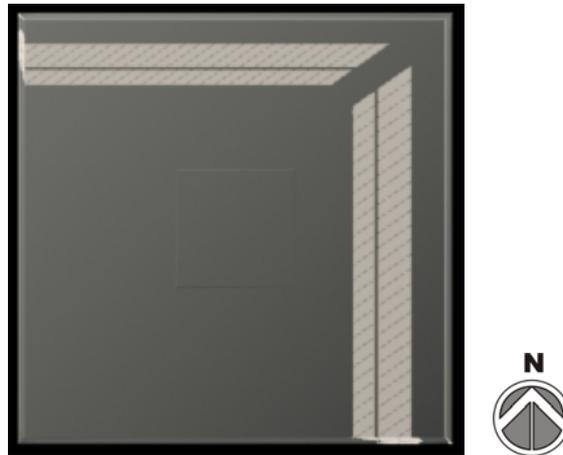


Figura 74 - Exemplo de imagem produzida pelo software 3d Max 5.0 em Planta Baixa. Mancha solar existente no Modelo 1, 22 de junho as 8:00 hs.

#### 3.4.5. Caracterização do céu para as cidades brasileiras

A CIE propôs cinco tipos de céu homogêneos baseados no valor do índice de nebulosidade: encoberto, intermediário, médio intermediário, claro intermediário e claro (SOUZA et al, 2004). As simulações de iluminância e luminância foram realizadas para os três tipos de céu CIE, existentes na base de dados do Desktop Radiance: céu claro, céu intermediário e céu encoberto. Os resultados completos das simulações de iluminância e luminâncias constam no anexo deste trabalho. Porém, com o objetivo de efetuar um estudo comparativo entre os modelos simulados foi necessário adotar um tipo de céu para análise.

Há, no Brasil, uma escassez de pesquisas referente a medições de disponibilidade de luz natural e caracterização do céu. Segundo Scarazzato (2004) a CIE lançou em 1991 o Programa Internacional de Medições de Luz Natural - *International Daylight Measurement Programme* (IDMP)- com o objetivo de estimular os países a implementarem estações medidoras de luz natural, cujos resultados pudessem ser coletados e sistematizados num esforço mundial de melhor entendimento da matéria e que, em decorrência, pudesse gerar subsídios ao estabelecimento de futuras normas e recomendações visando a melhor utilização daquele recurso, tanto para fins de conservação de energia, como para a promoção de melhor qualidade de vida das pessoas” (SCARAZZATO, 2004).

A implementação do programa no Brasil é vagarosa, conseqüente da escassez de pessoas e instituições que trabalham com o tema. Existe, até o presente momento, uma estação medidora de iluminação natural (EMIN) em funcionamento na Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC), em Florianópolis, e outra em início de operação na Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG).

Um artigo publicado recentemente (SOUZA et al, 2004) apresentou a análise dos dados dos dois primeiros anos de funcionamento da EMIN Floripa<sup>5</sup>, estabelecida de acordo com as normas IDMP. O artigo apresenta uma compilação da ocorrência registrada dos três tipos de céu - claro, encoberto e intermediário - ao longo dos anos 2002 e 2003. Os dados revelam que a condição de céu parcialmente encoberto (intermediário) e encoberto são as mais presentes ao longo do ano em Florianópolis.

Um estudo efetuado por Castro (2005) compara as medições reais de radiação global para o plano horizontal do Rio de Janeiro, analisadas por Corbella (1995 apud CASTRO 2005) e Cavalcanti (1991 apud CASTRO 2005). Corbella apresenta médias mensais consolidadas para o período de 1978 a 1989, onde 70% são provenientes de dados oficiais e 30% reconstituído por simulações. Cavalcanti apresenta dados de medições realizadas no período de junho de 1979 a agosto de 1983, na Ilha do Fundão, Rio de Janeiro.

Castro (2005) comparou os dados das medições reais com valores obtidos por simulação utilizando o modelo de Dogniaux<sup>6</sup>. Na comparação dos dados percebeu que apenas o céu médio (intermediário) apresenta valores condizentes com as medições reais o que, segundo o autor, isto corrobora com a afirmação de que este tipo de céu (intermediário) é predominante nas regiões subtropicais.

Sendo assim, diante dos resultados pesquisados, escolheu-se o céu intermediário, como céu predominante na cidade do Rio de Janeiro, para utilização nas comparações dos modelos simulados.

---

<sup>5</sup> Localização: 27°32' de latitude sul e 48° 43' de longitude oeste

<sup>6</sup> O modelo de Dogniaux foi desenvolvido para a CIE em 1967 e permite o cálculo das componentes direta, difusa e refletida externa da radiação ( $W/m^2$ ) e iluminância (lux), sobre superfícies com inclinação e orientação quaisquer. (CASTRO, 2005).

### 3.5. RESULTADO DAS SIMULAÇÕES NO MODELO 1

#### 3.5.1. Análise da influência da transmissão visível do vidro: comparação dos modelos M1-A, M1-B e M1-C.



Figura 75 - Vista interna e detalhe M1-A



Figura 76 - Vista interna e detalhe M1-B

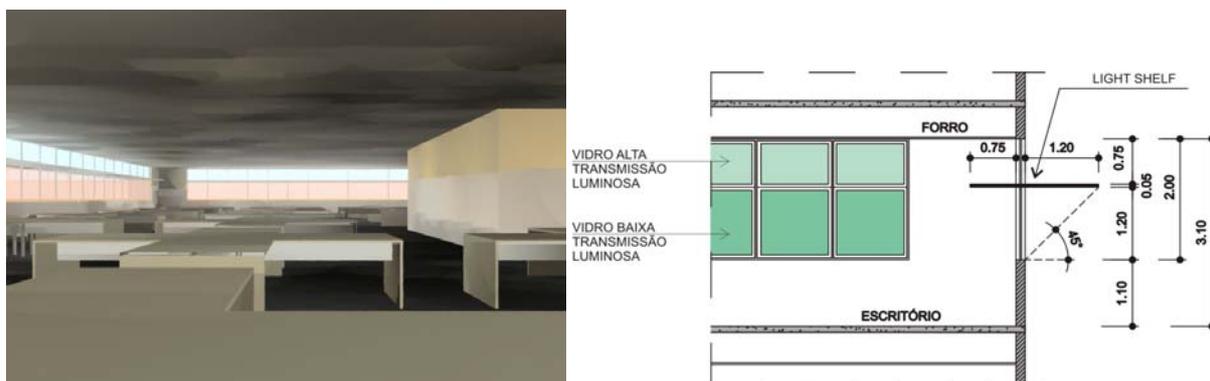


Figura 77 - Vista interna e detalhe M1-C

##### 3.5.1.1. Iluminância

Com relação à variação da iluminância, a escolha do vidro de alta transmissão visível no modelo M1-A (87,10%) para todas as fachadas configurou-se como não satisfatória, uma vez que, devido ao excesso de iluminância próximo às janelas, o índice de iluminância útil da luz natural (UDI) foi demasiadamente reduzido. Pode-se perceber, nos pontos 1F, 11F, 6A, 6K, pontos mais próximos das aberturas, que a

iluminância excede várias vezes o valor de 2000 lux, máximo aceitável para conforto visual (Tabela 27 e Tabela 28).

A consequência desse excesso de iluminância no perímetro do pavimento será a utilização constante, em grande parte do horário de ocupação da edificação, de elementos de controle internos, como persianas, por exemplo. Isso impossibilitará a presença de luz natural em todo o pavimento, prejudicando a eficiência energética da edificação, uma vez que o tempo de utilização da luz artificial será demasiadamente alto.

M1-A		VALORES DE ILUMINÂNCIA (LUX) - COLUNA F (EIXO NORTE-SUL)										
MÊS	HORA	1F	2F	3F	4F	5F	6F	7F	8F	9F	10F	11F
DEZEMBRO	8:00	2165	581	285	206				131	300	836	5709
	10:00	2190	468	164	101				153	227	398	2790
	12:00	3089	341	146	123				98	124	336	3369
	14:00	2176	497	208	158				154	233	688	2808
	16:00	2023	536	173	152				164	249	669	2914
MARÇO	8:00	2256	708	259	154				121	237	516	1935
	10:00	4023	920	337	160				111	142	482	1846
	12:00	3839	741	200	182				91	135	322	1354
	14:00	3967	929	305	205				97	121	376	1867
	16:00	2069	737	276	156				141	198	560	1807
JUNHO	8:00	1588	2326	248	149				70	92	224	942
	10:00	9088	1087	381	219				102	134	275	1286
	12:00	10845	1180	348	266				119	98	345	1304
	14:00	8444	1040	437	228				85	125	308	1381
	16:00	1324	569	169	107				60	60	229	776
UDI		13%	93%	100%	100%	0%	0%	0%	60%	80%	100%	67%
UDA		13%	93%	33%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	80%	67%

Tabela 27 - Valores de iluminância, coluna F, modelo M1-A, céu intermediário

M1-A		VALORES DE ILUMINÂNCIA (LUX) - LINHA 6 (EIXO OESTE-LESTE)										
MÊS	HORA	6A	6B	6C	6D	6E	6F	6G	6H	6I	6J	6K
DEZEMBRO	8:00	1430	313	136	80				241	440	1510	9674
	10:00	1398	276	117	78				136	238	744	11882
	12:00	3022	296	175	102				105	131	301	2704
	14:00	11795	892	318	193				80	133	306	1430
	16:00	3637	1424	541	177				104	150	346	1364
MARÇO	8:00	1161	306	142	76				288	437	5034	3395
	10:00	1632	291	140	77				269	341	1064	11841
	12:00	2316	442	174	112				136	166	416	2340
	14:00	11569	1040	347	192				84	101	345	1624
	16:00	3249	5062	610	298				108	121	366	1147
JUNHO	8:00	782	201	111	46				139	313	674	1642
	10:00	1689	360	163	140				126	367	923	7965
	12:00	2528	765	191	169				125	236	679	2232
	14:00	7844	987	340	155				87	147	489	1383
	16:00	1483	2042	262	174				44	65	172	678
UDI		47%	87%	100%	67%	0%	0%	0%	73%	93%	93%	47%
UDA		47%	60%	33%	0%	0%	0%	0%	0%	33%	87%	47%

Tabela 28 - Valores de iluminância, linha 6, modelo M1-A, céu intermediário

A utilização de vidro com baixa transmissão visível em todas as fachadas no modelo M1-B (29,7%) fez com que a iluminância nos pontos próximos às janelas variassem dentro da faixa aceitável para conforto (100 a 2000 lux), aumentando o índice UDI neste local. Porém, a redução demasiada da transmissão visível do vidro fez com zonas mais afastadas das janelas fossem pouco iluminadas pela

luz natural diminuindo a iluminância desse local para menos de 100 lux, e conseqüentemente reduzindo consideravelmente o índice UDI no interior do pavimento. É possível perceber na Tabela 29, que os pontos 4F e 8F, do eixo norte sul, possuíam o UDI em 100% e 40% respectivamente nas simulações com vidro de alta transmissão luminosa e passaram ambas para 0% na simulação com vidro de baixa transmissão luminosa. O mesmo ocorre no eixo Oeste-Leste (Tabela 30), onde os pontos 6D e 6H tiveram o UDI reduzido de 67% e 73% respectivamente para 7% ambos. Isso significa que a iluminação natural foi inutilizada nesse local, aumentando a utilização da luz artificial.

M1-B		VALORES DE ILUMINÂNCIA (LUX) – COLUNA F (EIXO NORTE-SUL)										
MÊS	HORA	1F	2F	3F	4F	5F	6F	7F	8F	9F	10F	11F
DEZEMBRO	8:00	625	195	120	60				88	86	271	1459
	10:00	606	131	53	34				39	56	149	770
	12:00	906	108	49	39				34	47	106	853
	14:00	671	141	33	39				45	57	164	792
	16:00	558	142	72	40				51	139	275	778
MARÇO	8:00	597	225	62	44				40	91	148	500
	10:00	1091	256	113	54				47	74	161	545
	12:00	1023	224	72	51				26	32	85	385
	14:00	1052	279	86	70				37	64	137	588
	16:00	641	195	62	63				39	70	166	508
JUNHO	8:00	434	707	53	39				19	22	73	237
	10:00	2664	323	120	97				42	39	111	394
	12:00	3203	384	116	85				40	30	83	364
	14:00	2507	426	120	62				33	43	106	371
	16:00	363	195	76	31				28	34	68	215
UDI		80%	100%	33%	0%	0%	0%	0%	0%	7%	73%	100%
UDA		80%	27%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	87%

Tabela 29 - Valores de iluminância, coluna F, modelo M1-B, céu intermediário

M1-B		VALORES DE ILUMINÂNCIA (LUX) – LINHA 6 (EIXO OESTE-LESTE)										
MÊS	HORA	6A	6B	6C	6D	6E	6F	6G	6H	6I	6J	6K
DEZEMBRO	8:00	382	109	46	33				84	164	478	2933
	10:00	364	95	44	30				44	84	248	3187
	12:00	1021	120	56	40				39	55	87	792
	14:00	3373	324	133	48				29	36	106	401
	16:00	1139	413	178	100				35	31	112	367
MARÇO	8:00	327	106	34	23				102	123	1743	1018
	10:00	456	101	44	36				65	98	372	3233
	12:00	625	144	38	44				34	46	122	645
	14:00	3239	349	64	70				40	40	107	444
	16:00	870	1682	143	59				19	43	108	297
JUNHO	8:00	211	70	20	14				52	63	234	468
	10:00	468	144	54	22				81	94	310	2203
	12:00	753	189	86	58				37	93	200	709
	14:00	2186	307	108	72				47	52	121	410
	16:00	403	649	73	42				9	30	52	192
UDI		80%	87%	27%	7%	0%	0%	0%	7%	13%	87%	73%
UDA		73%	40%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	27%	60%

Tabela 30 - Valores de iluminância, linha 6, modelo M1-B, céu intermediário

A utilização, no modelo M1-C, do vidro com baixa transmissão visível (29,7%) na parte inferior das janelas e alta transmissão luminosa (87,10%) na parte superior das janelas, juntamente com a prateleira de luz, promoveu um maior equilíbrio entre a iluminância das áreas próximas às janelas e a iluminância das áreas mais internas.

Ao analisar as áreas próximas às janelas, percebe-se que houve uma melhora no índice UDI, do modelo M1-C em relação ao modelo M1-A, devido à diminuição nos níveis de iluminância para menos de 2000 lux. O ponto 1F localizado na fachada norte teve o UDI aumentado de 13% para 87% (Tabela 31), o que confirma a eficiência da prateleira de luz para o controle da iluminância nessa fachada. Os pontos 6A e 6K, localizados nas fachadas oeste e leste respectivamente, também tiveram uma melhora na iluminância útil quando comparados ao modelo M1-A, passando ambos de 47% para 67% e 53% respectivamente (Tabela 32). Já o ponto 11F, localizado na fachada sul, não teve seu índice de iluminância útil melhorado. O índice caiu de 67% para 53%, devido à redução excessiva na iluminância proveniente da luz natural (Tabela 31). Pode-se concluir que a utilização da prateleira de luz, na fachada sul, não foi eficiente como na fachada norte.

Ao analisar as áreas mais internas, percebe-se que também houve uma melhora no índice da iluminância útil, do modelo M1-C em relação ao modelo M1-B, devido ao aumento da iluminância para mais de 100 lux. Os pontos 4F, 8F, 6D e 6H, localizados no interior do pavimento tiveram o UDI aumentado de 0%,0%, 7% e 7%, para 47%, 13%, 40% e 40% respectivamente, o que confirma a eficiência da prateleira de luz para a melhor distribuição da iluminância (Tabela 31 e Tabela 32).

M1-C		VALORES DE ILUMINÂNCIA (LUX) – COLUNA F (EIXO NORTE-SUL)										
MÊS	HORA	1F	2F	3F	4F	5F	6F	7F	8F	9F	10F	11F
DEZEMBRO	8:00	115	91	101	142				195	124	217	265
	10:00	111	129	146	70				97	96	133	217
	12:00	164	111	84	44				46	79	123	109
	14:00	113	160	112	64				106	114	123	257
	16:00	66	160	94	86				99	144	246	346
MARÇO	8:00	307	241	96	99				60	123	180	122
	10:00	222	329	179	78				61	96	133	91
	12:00	344	218	200	66				61	68	116	51
	14:00	235	239	149	141				51	74	123	107
	16:00	249	188	107	134				82	110	146	123
JUNHO	8:00	62	1912	101	118				39	82	87	67
	10:00	554	543	245	156				89	104	134	75
	12:00	331	538	235	180				72	74	116	68
	14:00	374	381	230	147				52	95	132	46
	16:00	135	165	106	64				41	88	64	43
UDI		87%	93%	80%	47%	0%	0%	0%	13%	40%	87%	53%
UDA		33%	33%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	7%

Tabela 31 - Valores de iluminância, coluna F, modelo M1-C, céu intermediário

M1-C		VALORES DE ILUMINÂNCIA (LUX) – LINHA 6 (EIXO OESTE-LESTE)										
MÊS	HORA	6A	6B	6C	6D	6E	6F	6G	6H	6I	6J	6K
DEZEMBRO	8:00	73	131	121	41				229	186	510	2533
	10:00	84	92	64	59				110	120	381	333
	12:00	220	121	108	44				43	83	130	186
	14:00	587	389	281	132				57	72	101	68
	16:00	372	483	251	124				48	81	147	91
MARÇO	8:00	54	113	60	61				130	196	4216	463
	10:00	72	92	66	43				164	180	575	523
	12:00	148	122	64	54				38	62	112	96
	14:00	718	439	157	155				50	76	159	105
	16:00	539	4315	195	195				53	74	150	41
JUNHO	8:00	48	80	34	16				102	89	270	420
	10:00	103	260	72	82				88	218	366	413
	12:00	136	238	162	117				103	174	150	130
	14:00	482	227	88	168				62	149	93	63
	16:00	249	197	180	61				41	42	82	22
UDI		67%	73%	53%	40%	0%	0%	0%	40%	47%	80%	53%
UDA		33%	20%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	27%	33%

Tabela 32 - Valores de iluminância, linha 6, modelo M1-C, céu intermediário

A comparação da eficiência dos modelos simulados, através da análise dos índices UDI e UDA, pode ser mais bem entendida nos gráficos abaixo. Os gráficos apresentam a variação do Índice de Iluminância Útil da Luz Natural – *Useful Daylight Illuminances* (UDI) - e Iluminância Autônoma Útil da Luz Natural – *Useful Daylight Autonomy* (UDA) - ao longo do eixo norte-sul e eixo oeste-leste do pavimento.

O modelo M1-A apresenta baixo UDI próximo às janelas e alto UDI no interior do pavimento. O modelo M1-B apresenta um resultado inverso: alto UDI nas áreas próximas as janelas e baixo UDI no interior do pavimento. O modelo M1-C promove um equilíbrio entre os outros modelos, apresentando melhores índices nas áreas próximas às janelas, em relação ao modelo M1-A (com exceção da fachada sul) e melhores índices nas áreas mais internas em relação ao modelo M1-B (Figura 78).

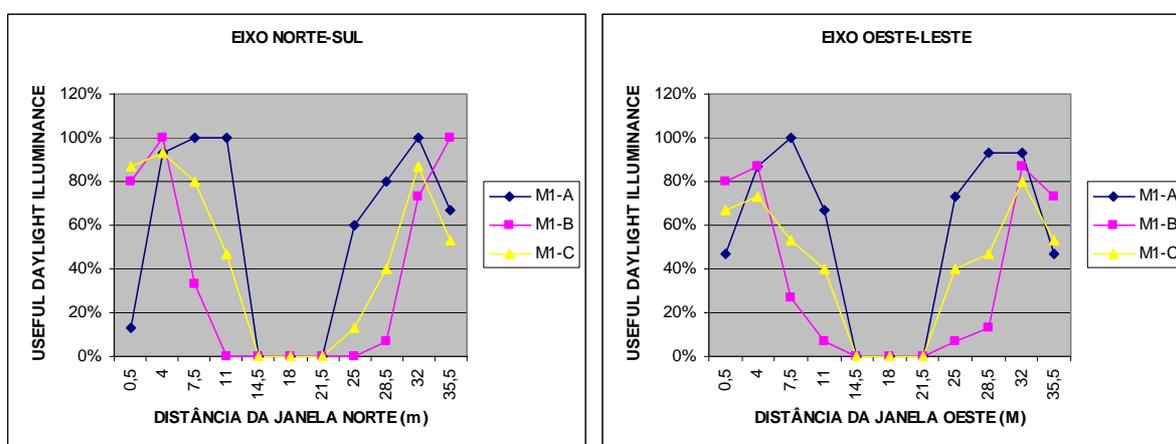


Figura 78 – Gráficos da variação do UDI, modelos M1-A, M1-B e M1-C, céu intermediário

Com relação à autonomia da luz natural o modelo M1-C não apresentou resultados satisfatórios em relação aos demais modelos quando simulada a condição de céu intermediário, com exceção dos pontos localizados na fachada norte que apresentaram valores mais elevados que o modelo M1-B (Figura 79). Porém, quando analisados os valores simulados para condição de céu claro (Figura 80), houve uma significativa melhora na autonomia da luz natural, do modelo M1-C em relação ao modelo M1-B, o que revela o potencial, da prateleira de luz em conjunto com vidro de alta transmissão visível na parte superior da janela, de redirecionar a luz para o interior do pavimento, sob condições de céu claro. Como a condição de céu claro ocorre frequentemente no Brasil, isso é um fato importante a ser considerado.

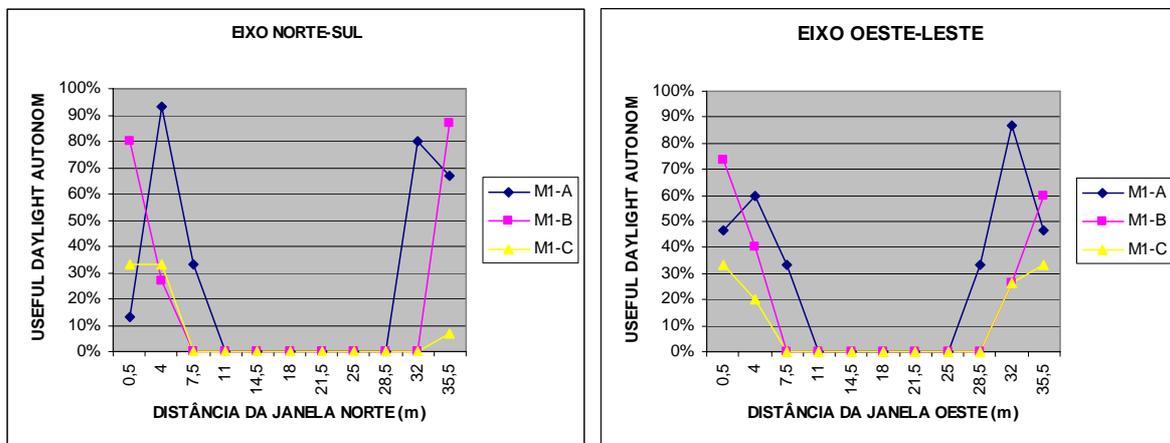


Figura 79 – Gráficos da variação do UDA, modelos M1-A, M1-B e M1-C, céu intermediário

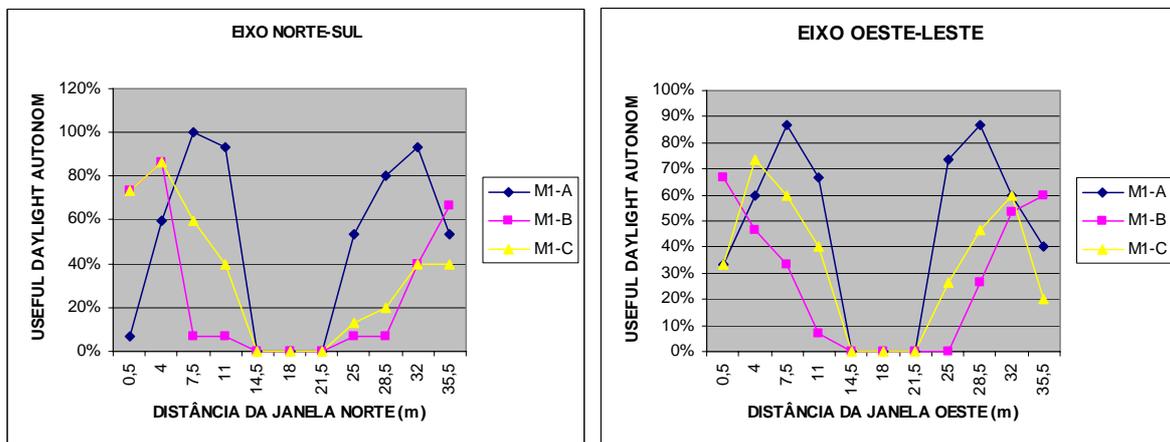


Figura 80 – Gráficos da variação do UDA, modelos M1-A, M1-B e M1-C, céu claro

### 3.5.1.2. Uniformidade

Na análise das simulações constatou-se que é extremamente difícil alcançar o índice necessário para que o ambiente seja considerado uniforme (0.8) apenas com a utilização da iluminação natural lateral, em escritórios de planta livre. Isso se deve à grande extensão do ambiente analisado. Sendo assim, certamente haverá necessidade de uma complementação da iluminação artificial para o balanceamento

da iluminância em pontos menos iluminados. A análise da eficiência do sistema de iluminação natural quanto à uniformidade, portanto, não está vinculada ao alcance exato do índice necessário (0.8), mas a uma maior aproximação de tal índice.

Dentre os modelos M1-A, M1-B e M1-C, o modelo que proporcionou um índice de uniformidade mais elevada foi o modelo M1-C. Essa melhor performance está relacionada à presença da prateleira de luz, aliada ao vidro de alta transmissão luminosa na parte superior da janela, que contribuem para o redirecionamento da luz natural para o interior do pavimento. É possível perceber esse potencial, ao analisar a Figura 81. A figura apresenta um gráfico que demonstra a variação do índice de uniformidade do ambiente, nos horários e meses simulados. No mês de junho, quando a altura solar é mais baixa e atinge a fachada norte durante todo o dia, os modelos M1-A e M1-B, sem a presença da prateleira, apresentam uma uniformidade extremamente baixa nesta época do ano. Já o modelo M1-C apresenta uma significativa melhora do índice de uniformidade neste período. Nas outras épocas do ano, o modelo M1-C também apresenta melhores índices quando comparado aos demais modelos.

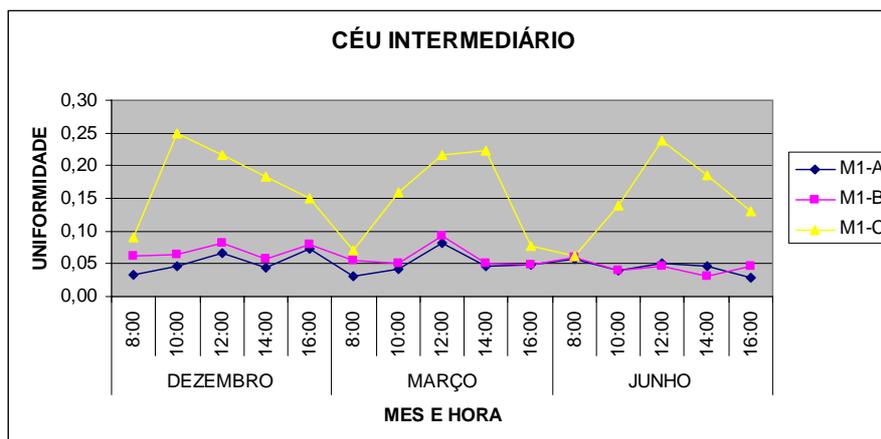


Figura 81 - Gráfico comparativo da uniformidade da iluminação proporcionada pelos modelos M1-A, M1-B e M1-C, para condição de céu intermediário

### 3.5.1.3. Ofuscamento

Com relação ao ofuscamento, o modelo M1-A, com o vidro com transmissão luminosa de 87,10% em todas as fachadas apresentou uma luminância extremamente excessiva, em todos os dias simulados ocasionando ofuscamento (Figura 82). Isso faz com que, mesmo nos horários em que a iluminância é aceitável na zona próxima as janelas, as persianas tenderão a serem abaixadas pelo usuário, já que haverá ofuscamento devido ao excesso de luminância da janela.

O modelo M1-B, com vidro com transmissão luminosa de 29,7% em todas as fachadas, apresentou luminância satisfatória em todos os dias simulados. Porém a presença da planta quadrada faz com que

exista a visão direta da janela para alguns usuários. A consequência do layout quadrado é que mesmo com vidros de baixa transmissão luminosa, haverá ofuscamento, como pode ser percebido na Figura 83, na visão da janela localizada na fachada norte, principalmente no inverno, quando a altura solar é mais baixa.

No modelo M1-C, a utilização conjunta do vidro de alta transmissão visível acima da altura dos olhos e baixa transmissão visível na altura dos olhos mostrou ser uma alternativa satisfatória para conciliar a proteção quanto ao ofuscamento e a melhor distribuição da iluminância, apresentando valores de luminância aceitável na parte inferior das janela (Figura 84). Porém ao se adotar esta opção é imprescindível a utilização de elemento de proteção solar, como a prateleira de luz, para evitar a penetração da radiação solar direta, principalmente no pano superior da janela. Essa opção permite, que em períodos de céu claro, quando a utilização da persiana é imprescindível, a iluminação natural não seja eliminada por completo, uma vez que a parte superior da janela continuará desobstruída.

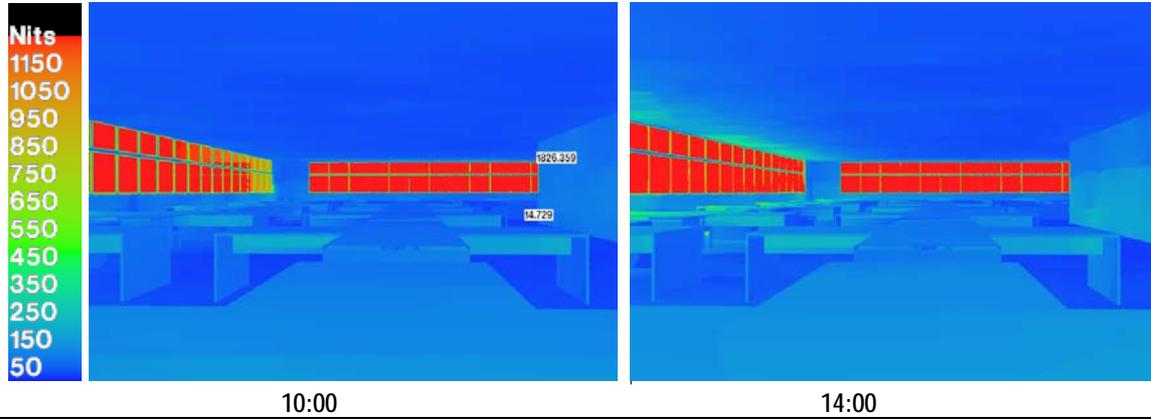
É importante ressaltar, que quando a planta do pavimento for quadrada, como no caso simulado, haverá necessidade, em uma situação real, analisar se a utilização do vidro de alta transmissão luminosa na parte superior da janela, não se configurará como um elemento causador de reflexões nas telas dos monitores. Isso poderá acontecer, pois não será possível posicionar todos os computadores perpendicularmente às janelas. Alguns usuários experimentarão a presença das janelas em suas costas, o que poderá se configurar como um elemento de ofuscamento refletido nas telas dos monitores, principalmente se as telas forem brilhantes.

M1-A

CÉU INTERMEDIÁRIO

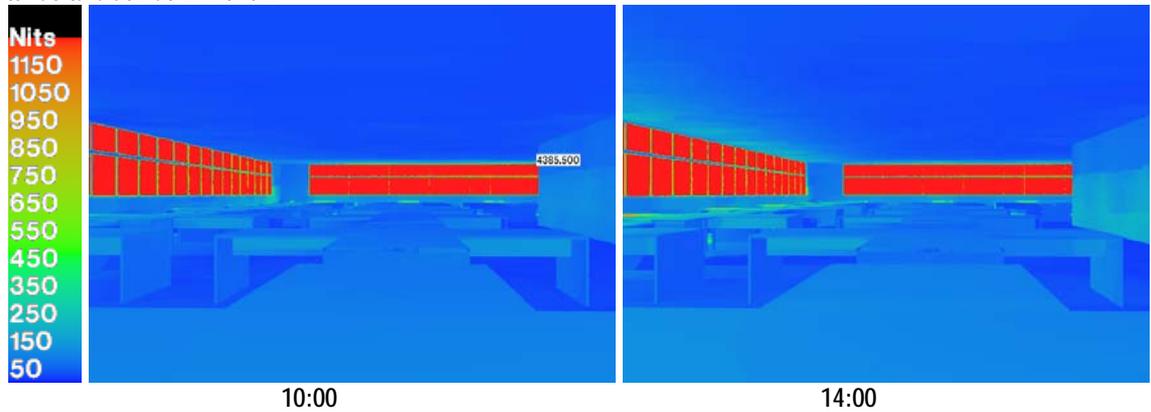
SOLSTÍCIO DE VERÃO – 22 DE DEZEMBRO

Fator de turbidez de Linke: 3.9



SOLSTÍCIO DE INVERNO – 22 DE JUNHO

Fator de turbidez de Linke: 3.2



EQUINÓCIO – 21 DE MARÇO

Fator de turbidez de Linke: 3.9

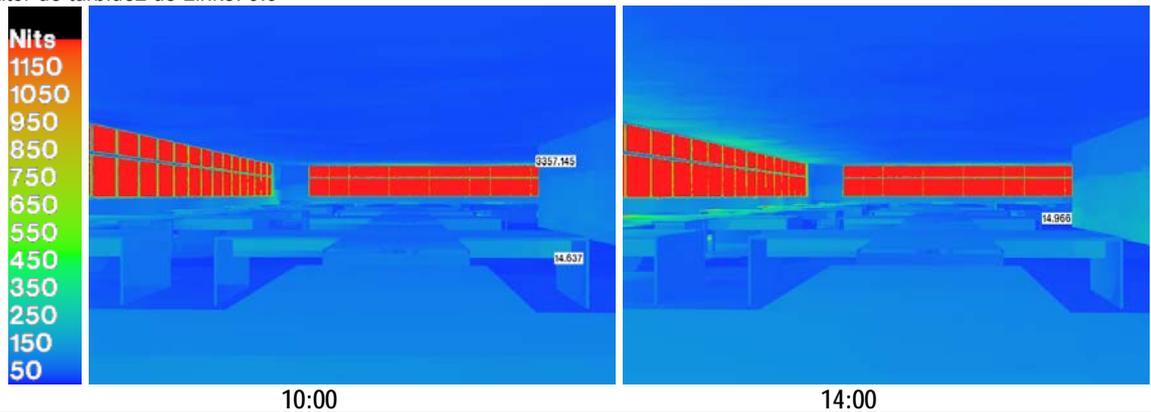


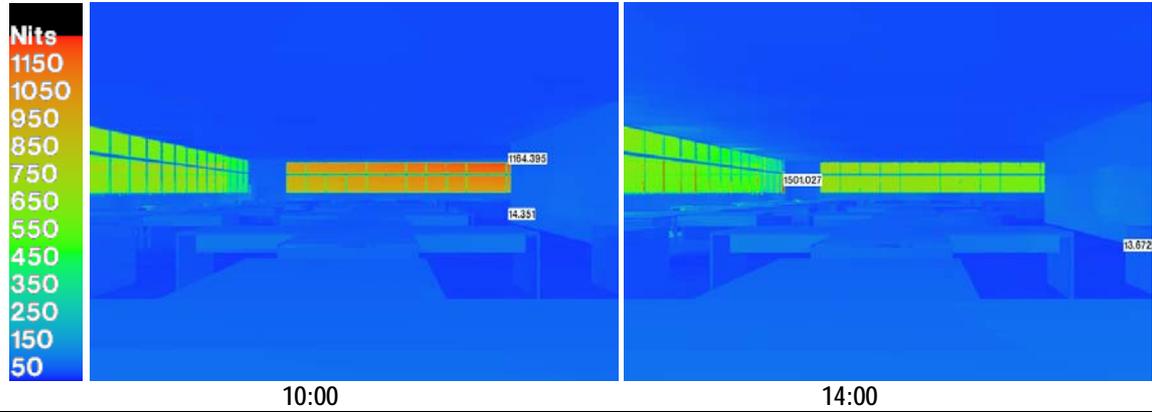
Figura 82 –Variação da luminância da janela, Modelo M1-A, céu intermediário, fachada oeste à esquerda, fachada norte ao fundo.

M1-B

CÉU INTERMEDIÁRIO

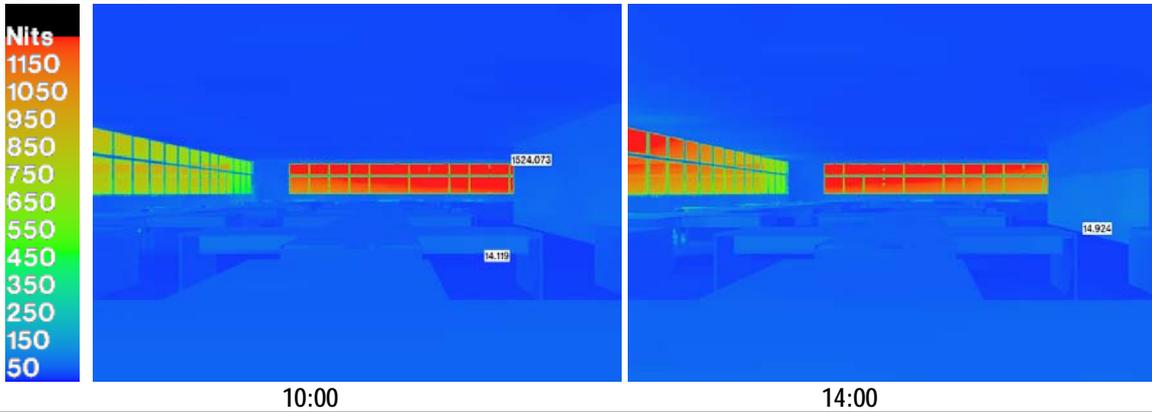
SOLSTÍCIO DE VERÃO – 22 DE DEZEMBRO

Fator de turbidez de Linke: 3.9



SOLSTÍCIO DE INVERNO – 22 DE JUNHO

Fator de turbidez de Linke: 3.2



EQUINÓCIO – 21 DE MARÇO

Fator de turbidez de Linke: 3.9

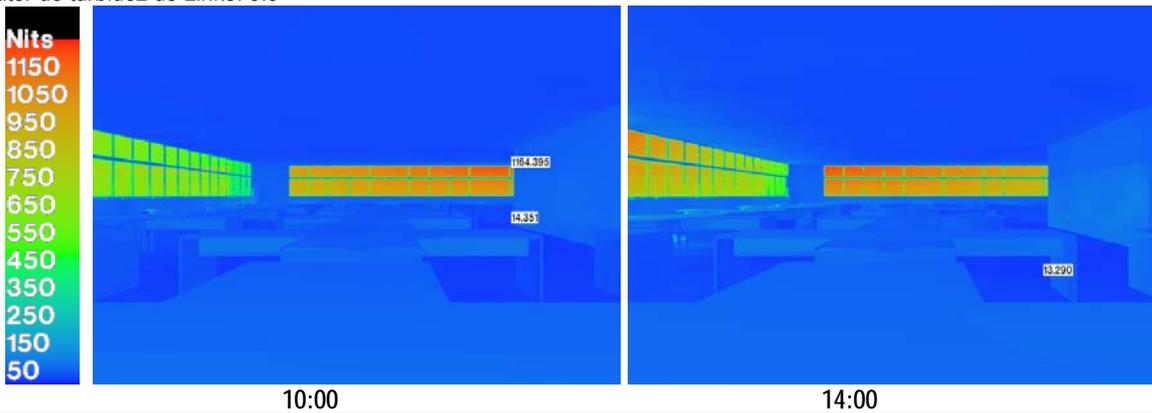


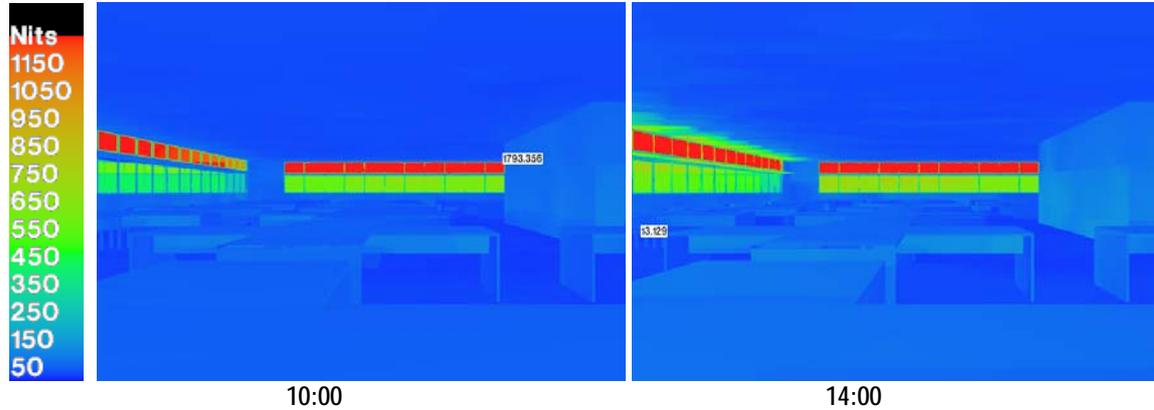
Figura 83 - Variação da luminância da janela, Modelo M1-B, céu intermediário, fachada oeste à esquerda, fachada norte ao fundo.

M1-C

CÉU INTERMEDIÁRIO

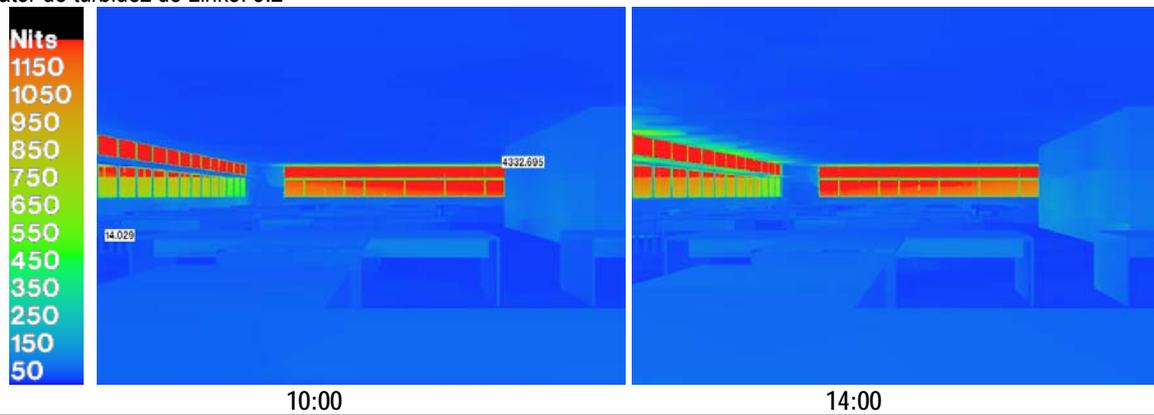
SOLSTÍCIO DE VERÃO – 22 DE DEZEMBRO

Fator de turbidez de Linke: 3.9



SOLSTÍCIO DE INVERNO – 22 DE JUNHO

Fator de turbidez de Linke: 3.2



EQUINÓCIO – 21 DE MARÇO

Fator de turbidez de Linke: 3.9

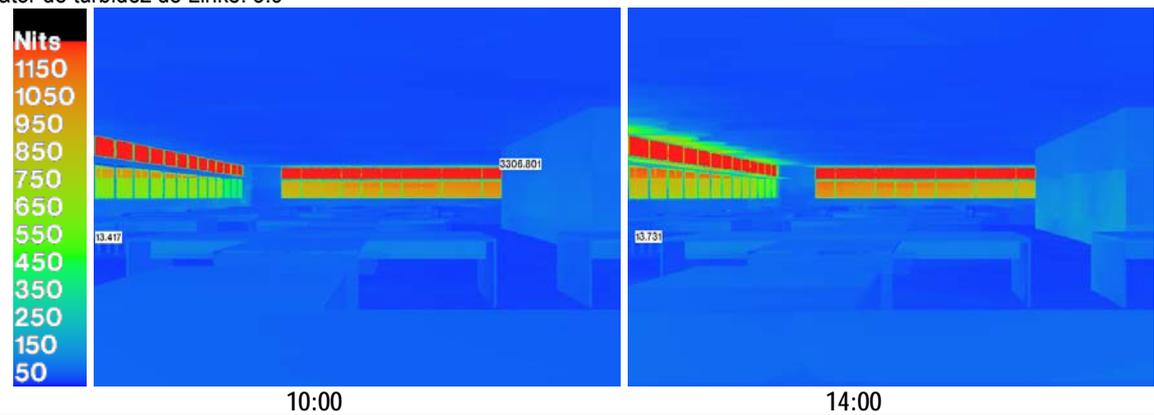


Figura 84 - Variação da luminância da janela, Modelo M1-C, céu intermediário, fachada oeste à esquerda, fachada norte ao fundo.

### 3.5.1.4. Proteção solar

As figuras 85 e 86 apresentam a simulação horária da penetração solar em planta baixa, nos solstícios e no equinócio, para os modelos M1-A, M1-B e M1-C. Os modelos M1-A e M1-B, por não possuir elemento sombreador externo, receberão insolação durante todo o ano. No modelo M1-B, o vidro de baixa transmissão luminosa poderá auxiliar no bloqueio de uma parcela da radiação solar direta, mas não excluí-la totalmente. O modelo M1-C, com a utilização da prateleira de luz, possui uma proteção solar parcial em todas as fachadas, recebendo insolação apenas em horários de baixa altitude solar. Quanto maior a aba externa da prateleira de luz, maior será a proteção solar e menor será a iluminância interna. A definição do tamanho da aba externa da prateleira de luz será ditada pela conciliação entra a necessidade de proteção solar e o alcance de índices satisfatórios de iluminância da luz natural.

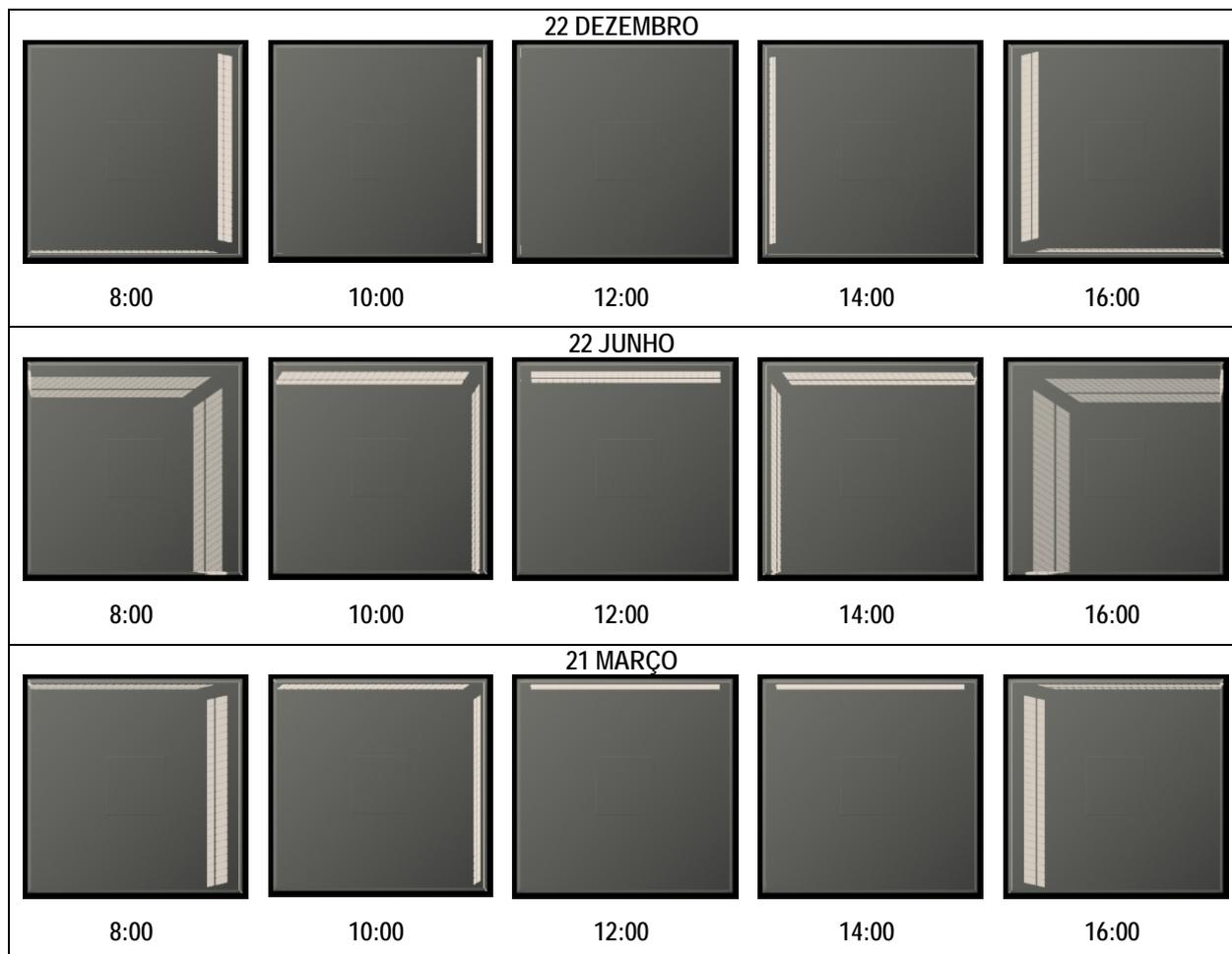


Figura 85 - Penetração solar nos modelos M1-A e M1-B

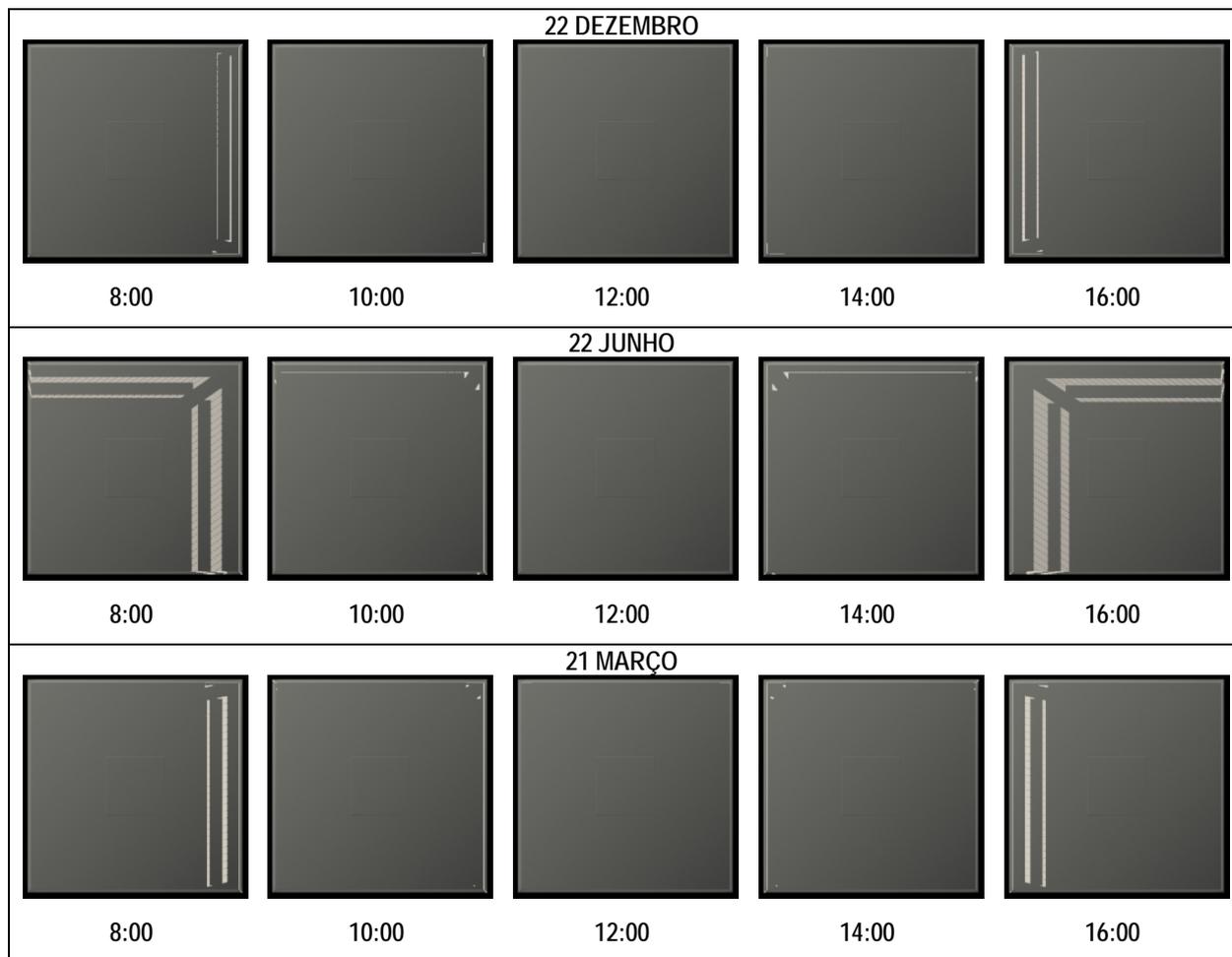


Figura 86 - Penetração solar Modelo M1-C

### 3.5.2. Análise do desempenho dos elementos de proteção solar: Comparação dos Modelos M1-C, M1-D, M1-E e M1-F

Quatro tipos de elementos de proteção solar foram analisados: prateleira de luz interna e externa no modelo M1-C (Figura 87), prateleira de luz externa no modelo M1-D (Figura 88), brises horizontais no modelo M1-E (Figura 89) e brises verticais no modelo M1-F (Figura 90).

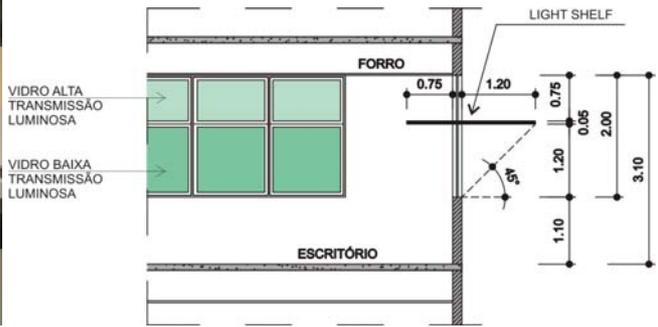


Figura 87 - Vista interna e detalhe do Modelo M1-C

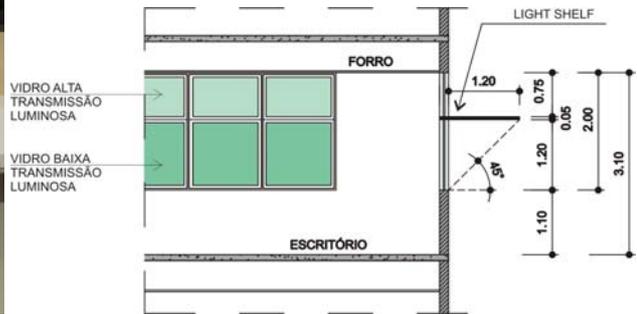


Figura 88 - Vista interna e detalhe do Modelo M1-D

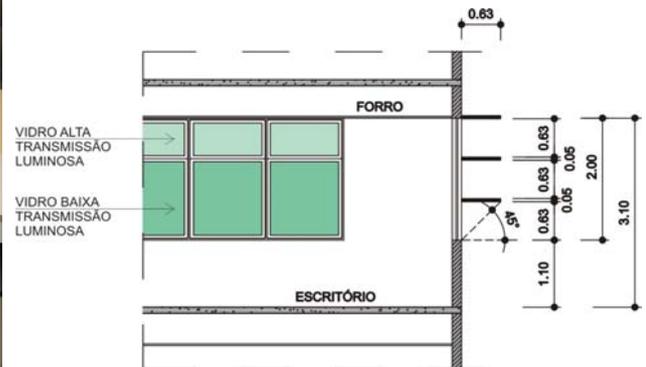


Figura 89 - Vista interna e detalhe do Modelo M1-E

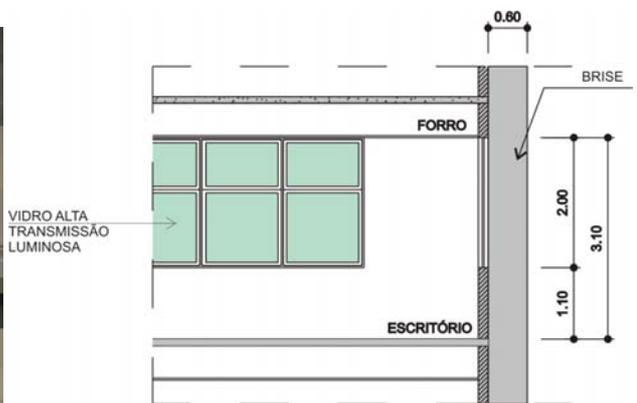


Figura 90 - Vista interna e detalhe do Modelo M1-F

### 3.5.2.1. Iluminância

Com relação à variação da iluminância, os modelos M1-D e M1-C, com presença de prateleiras de luz alcançaram os melhores resultados, apresentando os índices UDI e UDA mais elevados em relação aos demais modelos, o que significa um melhor aproveitamento da luz natural. A utilização de prateleira de luz apenas externa aumenta os níveis de iluminância nas áreas próximas as janelas na fachada norte, quando comparado com a utilização de prateleiras internas e externas. Porém a prateleira externa/interna promove um aumento da iluminância utilizável nas áreas mais internas do pavimento. Isso pode ser percebido na Tabela 33. O ponto 1F próximo a fachada norte apresenta um UDI de 93% no modelo M1-D, contra 87% no modelo M1-C, e o ponto 4F apresenta um UDI de 33% no modelo M1-D contra 47% no modelo M1-C.

Porém a prateleira de luz, posicionada apenas externamente, não permite a proteção completa quanto à radiação solar direta, que penetra no ambiente pelo pano superior da janela, em certos horários. O melhor desempenho desse modelo com relação a iluminância revela, porém, a possibilidade de utilizar a prateleira externa juntamente com sistemas de redirecionamento da luz solar no pano superior à prateleira, como os painéis prismáticos ou o laser-cut panel. Na ausência de tais sistemas a opção da prateleira interna/externa possui um melhor desempenho, uma vez que apresenta valores de UDI e UDA bem próximos daqueles proporcionados da prateleira apenas externa, e possibilita mais proteção contra a penetração solar.

M1-D		VALORES DE ILUMINÂNCIA (LUX) – COLUNA F (EIXO NORTE-SUL)										
MÊS	HORA	1F	2F	3F	4F	5F	6F	7F	8F	9F	10F	11F
DEZEMBRO	8:00	141	379	175	81				49	203	465	319
	10:00	145	193	89	49				88	133	277	143
	12:00	137	219	85	75				83	93	181	137
	14:00	180	323	111	87				130	143	364	205
	16:00	59	252	172	79				123	196	453	247
MARÇO	8:00	283	339	225	80				81	121	275	91
	10:00	378	556	235	145				68	83	364	135
	12:00	625	391	152	87				48	60	94	96
	14:00	435	418	176	121				88	141	204	86
	16:00	311	434	205	86				79	118	414	77
JUNHO	8:00	236	2086	146	99				24	61	133	51
	10:00	555	790	261	197				54	114	174	85
	12:00	469	681	264	146				51	91	251	92
	14:00	512	708	185	165				69	108	165	96
	16:00	140	316	126	95				43	50	163	38
UDI		93%	93%	87%	33%	0%	0%	0%	13%	60%	93%	40%
UDA		47%	73%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	33%	7%

Tabela 33 - Valores de iluminância, coluna F, modelo M1-D, céu intermediário

M1-D		VALORES DE ILUMINÂNCIA (LUX) – LINHA 6 (EIXO OESTE-LESTE)										
MÊS	HORA	6A	6B	6C	6D	6E	6F	6G	6H	6I	6J	6K
DEZEMBRO	8:00	76	175	122	94				177	263	748	2333
	10:00	66	162	83	47				105	183	483	715
	12:00	126	224	103	67				74	71	176	178
	14:00	666	541	240	79				42	101	191	87
	16:00	409	969	169	178				51	90	194	88
MARÇO	8:00	59	191	62	82				186	248	4576	499
	10:00	88	254	107	92				107	136	648	539
	12:00	87	278	128	106				47	95	255	225
	14:00	567	859	222	157				137	76	228	95
	16:00	519	4480	385	121				21	71	228	51
JUNHO	8:00	30	96	57	35				79	169	468	220
	10:00	57	318	126	79				54	165	691	538
	12:00	188	417	203	133				80	154	294	220
	14:00	347	508	276	117				34	121	205	101
	16:00	189	289	157	103				44	57	113	39
UDI		53%	87%	80%	47%	0%	0%	0%	33%	60%	93%	60%
UDA		33%	40%	7%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	33%	27%

Tabela 34 - Valores de iluminância, linha 6, modelo M1-D, céu intermediário

O modelo M1-E, com brises horizontais, apresentou um bom desempenho nas áreas próximas às janelas, mas à medida que se afasta delas há uma diminuição excessiva na iluminância. O ponto 4F, localizado no interior do pavimento, apresenta no modelo M1-E, um UDI de 20% contra 33% apresentado no modelo M1-D e 47% apresentado no modelo M1-C. Essa diminuição ocorre nos demais pontos internos do ambiente: 8F, 6D e 6H, conforme se pode perceber nas tabelas 31 e 32. Pode-se concluir que a prateleira de luz possui um maior potencial de direcionamento de luz do que o brise horizontal.

M1-E		VALORES DE ILUMINÂNCIA (LUX) – COLUNA F (EIXO NORTE-SUL)										
MÊS	HORA	1F	2F	3F	4F	5F	6F	7F	8F	9F	10F	11F
DEZEMBRO	8:00	35	227	142	72				79	113	238	187
	10:00	82	64	76	68				57	62	93	118
	12:00	86	85	74	51				58	42	128	108
	14:00	43	113	49	76				65	102	211	139
	16:00	36	150	160	79				55	95	331	141
MARÇO	8:00	66	266	78	55				50	32	173	34
	10:00	126	283	179	119				47	94	143	64
	12:00	115	259	111	88				34	46	95	49
	14:00	116	291	135	82				66	69	83	49
	16:00	115	165	131	66				88	84	97	61
JUNHO	8:00	247	174	102	53				20	40	73	19
	10:00	364	348	159	177				72	13	108	45
	12:00	451	498	160	91				74	61	111	59
	14:00	350	268	217	135				75	105	135	84
	16:00	102	177	58	47				28	69	41	36
UDI		60%	87%	67%	20%	0%	0%	0%	0%	20%	60%	33%
UDA		20%	13%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	7%	0%

Tabela 35 - Valores de iluminância, coluna F, modelo M1-E, céu intermediário

M1-E		VALORES DE ILUMINÂNCIA (LUX) – LINHA 6 (EIXO OESTE-LESTE)										
MÊS	HORA	6A	6B	6C	6D	6E	6F	6G	6H	6I	6J	6K
DEZEMBRO	8:00	25	75	61	57				136	218	374	284
	10:00	27	72	41	43				49	124	218	326
	12:00	147	120	60	56				36	67	100	147
	14:00	354	208	126	127				53	95	162	31
	16:00	401	298	114	185				65	66	92	16
MARÇO	8:00	53	98	51	40				144	174	475	452
	10:00	48	115	68	65				89	138	331	313
	12:00	130	175	75	52				71	87	105	103
	14:00	347	386	260	95				44	53	53	48
	16:00	402	435	171	152				55	62	91	45
JUNHO	8:00	13	36	37	28				53	162	206	204
	10:00	39	99	182	55				102	143	228	420
	12:00	49	201	129	78				71	163	139	81
	14:00	219	248	125	57				47	119	141	83
	16:00	171	631	66	63				31	18	56	27
UDI		53%	67%	47%	20%	0%	0%	0%	20%	53%	67%	53%
UDA		27%	20%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	20%	27%

Tabela 36 - Valores de iluminância, linha 6, modelo M1-E, céu intermediário

No modelo M1-F, com brises verticais, essa redução de iluminância à medida que se afasta das janelas é ainda mais expressiva. Apesar dos pontos próximos às janelas, apresentarem índices elevados de Iluminância útil, os pontos mais internos 4F, 8F, 6D e 6H, apresentam UDI e UDA nulos, revelando a incapacidade desse tipo de sistema de distribuir a iluminação natural (Tabelas 37 e 38).

M1-F		VALORES DE ILUMINÂNCIA (LUX) – COLUNA F (EIXO NORTE-SUL)										
MÊS	HORA	1F	2F	3F	4F	5F	6F	7F	8F	9F	10F	11F
DEZEMBRO	8:00	417	85	52	7				17	31	75	282
	10:00	381	47	11	9				14	26	76	258
	12:00	375	48	29	18				11	18	56	466
	14:00	212	41	7	9				11	29	117	618
	16:00	208	49	16	4				18	44	141	590
MARÇO	8:00	436	202	16	21				15	19	56	147
	10:00	1029	211	59	25				7	22	67	201
	12:00	499	91	54	24				11	6	30	196
	14:00	313	74	36	21				24	64	138	318
	16:00	219	84	7	38				13	27	119	283
JUNHO	8:00	404	1270	53	25				7	16	18	93
	10:00	4232	244	102	50				16	29	65	151
	12:00	822	210	41	91				14	8	53	222
	14:00	469	89	36	20				8	18	83	256
	16:00	161	30	12	7				16	10	51	133
UDI		93%	33%	7%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	27%	93%
UDA		67%	7%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	27%

Tabela 37 - Valores de iluminância, coluna F, modelo M1-F, céu intermediário

M1-F		VALORES DE ILUMINÂNCIA (LUX) – LINHA 6 (EIXO OESTE-LESTE)										
MÊS	HORA	6A	6B	6C	6D	6E	6F	6G	6H	6I	6J	6K
DEZEMBRO	8:00	171	34	20	13				35	43	185	615
	10:00	168	23	23	13				20	59	108	574
	12:00	354	44	18	17				6	17	55	369
	14:00	595	108	56	26				21	20	17	159
	16:00	532	117	95	10				8	4	38	176
MARÇO	8:00	152	35	16	23				20	157	220	674
	10:00	255	68	11	19				40	84	198	5250
	12:00	342	57	19	18				20	18	79	342
	14:00	5333	293	100	45				16	38	81	271
	16:00	554	256	70	39				5	12	45	182
JUNHO	8:00	137	48	6	7				21	84	162	391
	10:00	331	66	35	20				20	74	296	827
	12:00	467	167	57	32				24	34	43	453
	14:00	3684	265	115	52				28	7	49	225
	16:00	310	1052	78	32				8	14	23	110
UDI		87%	47%	13%	0%	0%	0%	0%	0%	7%	40%	93%
UDA		53%	7%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	53%

Tabela 38 - Valores de iluminância, linha 6, modelo M1-F, céu intermediário

A comparação da eficiência dos modelos simulados, através da análise dos índices UDI e UDA, pode ser mais bem entendida nos gráficos abaixo (Figuras 91 e 92). Tanto com relação ao UDI quanto ao UDA, o modelo M1-C e M1-D, com prateleiras de luz, apresentam melhor desempenho, com índices mais elevados. O modelo M1-F, com brises verticais, apresenta o pior resultado, com índices elevados próximos às janelas, mas com reduções muito bruscas ao longo do pavimento. O modelo M1-E, com brises horizontais, apresenta um desempenho um pouco inferior aos modelos com a presença da prateleira de luz.

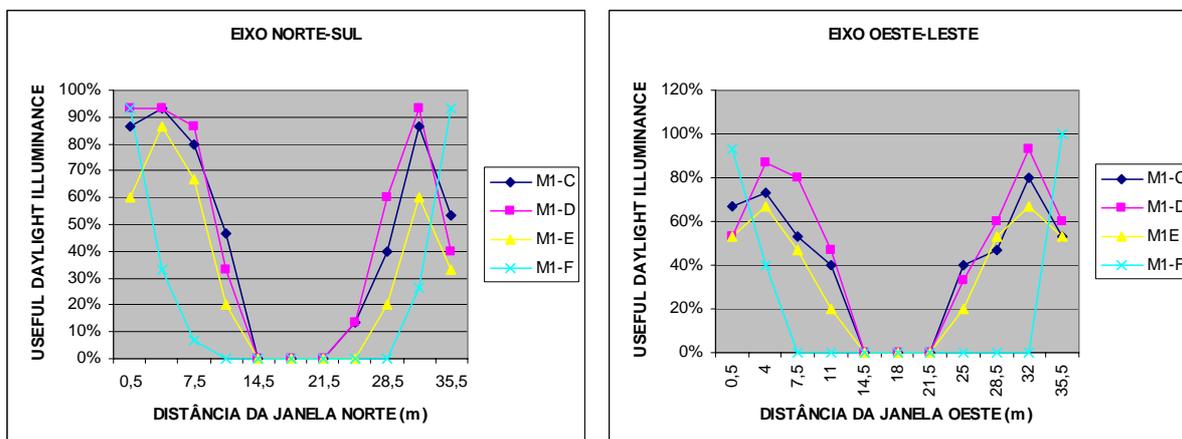


Figura 91 - Comparação da variação do UDI entre os modelo M1-C, M1-D, M1-E e M1-F, céu intermediário

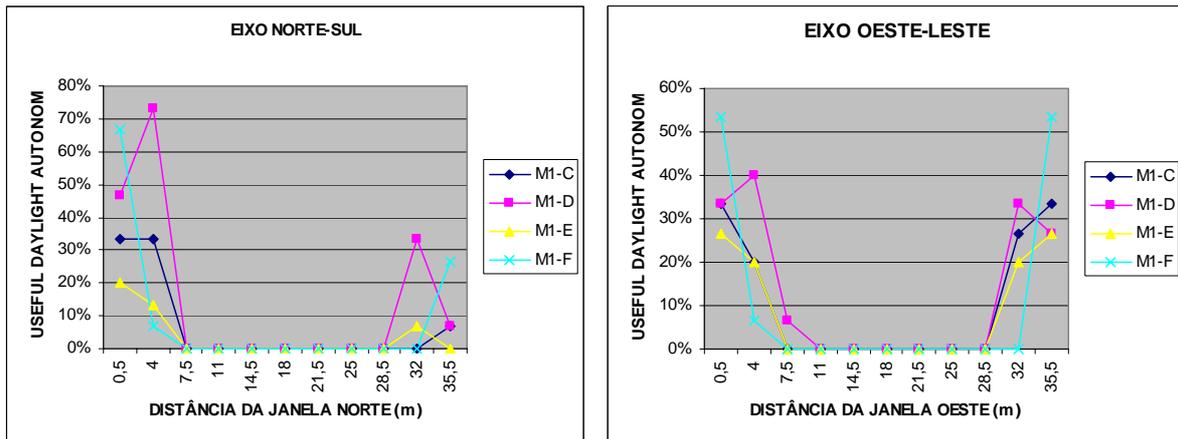


Figura 92 - Comparação da variação do UDA entre os modelo M1-C, M1-D, M1-E e M1-F, céu intermediário

### 3.5.2.2. Uniformidade

Com relação à uniformidade, os modelos M1-C, M1-D e M1-E apresentaram valores próximos. A prateleira de luz interna/externa apresenta índices um pouco maiores no mês de junho. O brise horizontal apresentou resultados mais satisfatórios que a prateleira externa e em certos horários supera inclusive a prateleira externa/interna. O brise vertical apresentou o pior resultado em todos os horários, com índices muito baixos de uniformidade, conforme pode-se perceber na Figura 93.

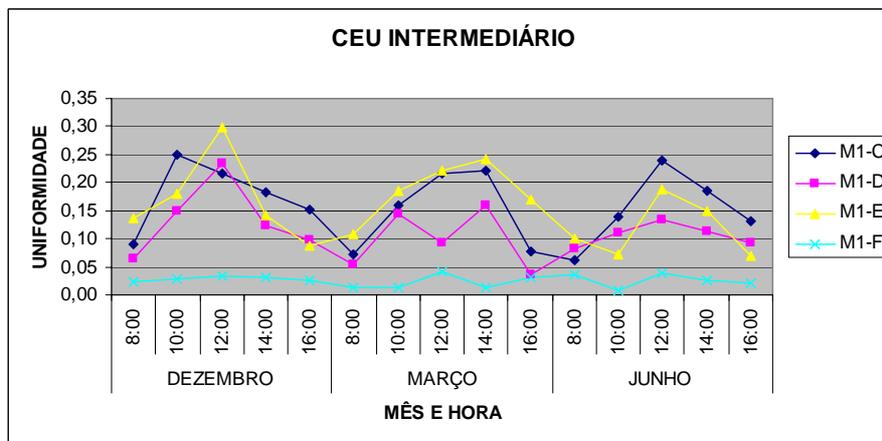


Figura 93 - Gráfico comparativo dos índices de Uniformidade apresentados pelos modelos M1-C, M1-D, M1-E e M1-F

### 3.5.2.3. Ofuscamento

Com relação ao ofuscamento, o comportamento dos modelos, M1-D e M1-E foi bastante parecido com o comportamento já comentado do modelo M1-C, uma vez que todos possuem o vidro de alta transmissão visível acima da altura dos olhos e baixa transmissão visível na altura dos olhos. A luminância da janela excede o mínimo recomendado no pano superior da janela e é aceitável no pano inferior da janela, para condições de céu intermediário. (Figuras 94 e 95).

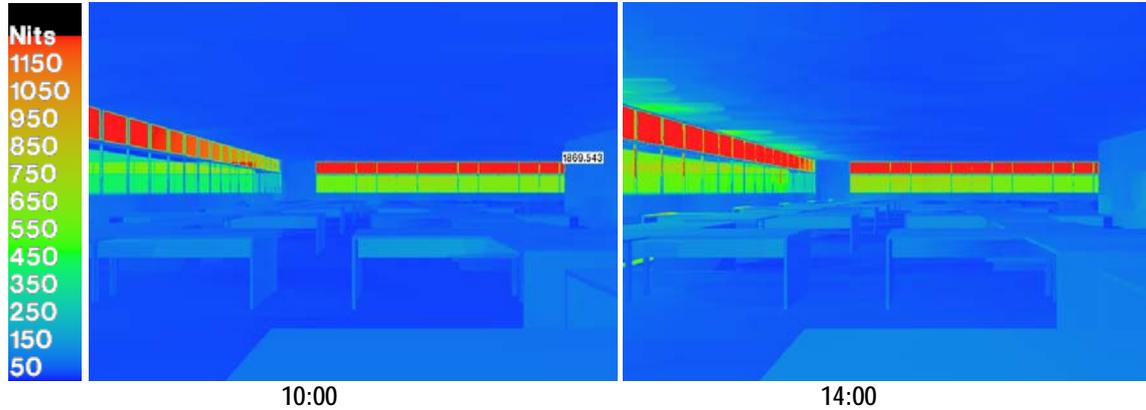
No modelo M1-F, com brises verticais, a situação foi diferente. A luminância da janela é bem variável, para um mesmo horário de simulação e depende do ângulo de visão do brise vertical. Quando há visão do céu há ofuscamento. Isso revela que para um mesmo horário, o ofuscamento poderá existir, em diversas partes do ambiente, de acordo com a posição do usuário, e será ditado pela visão ou não da abóbada celeste (Figura 96).

M1-D

CÉU INTERMEDIÁRIO

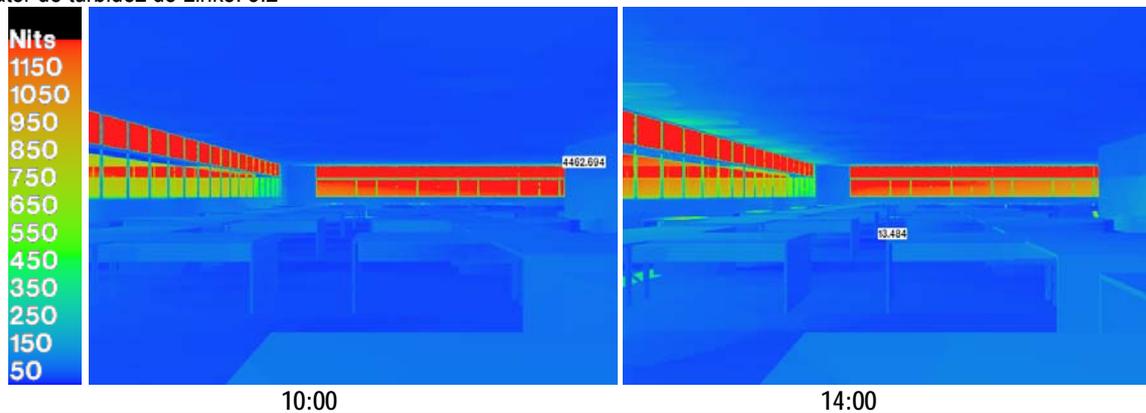
SOLSTÍCIO DE VERÃO – 22 DE DEZEMBRO

Fator de turbidez de Linke: 3.9



SOLSTÍCIO DE INVERNO – 22 DE JUNHO

Fator de turbidez de Linke: 3.2



EQUINÓCIO – 21 DE MARÇO

Fator de turbidez de Linke: 3.9

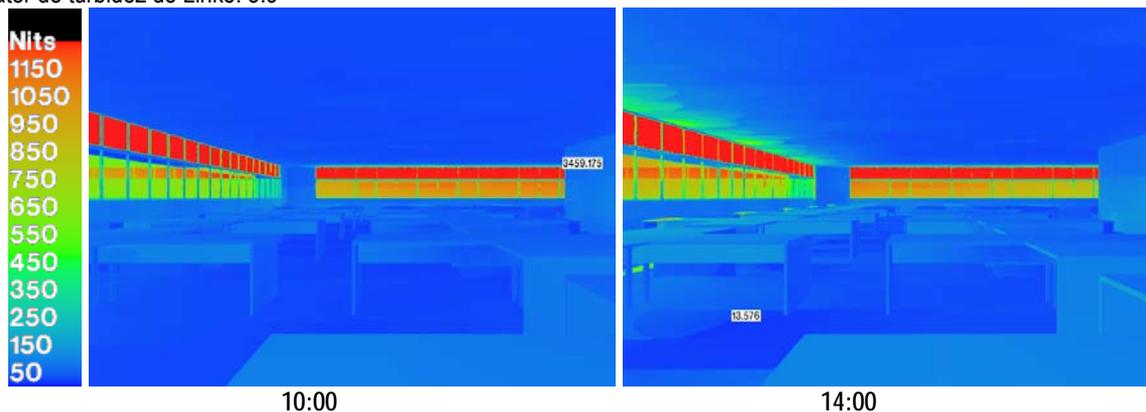


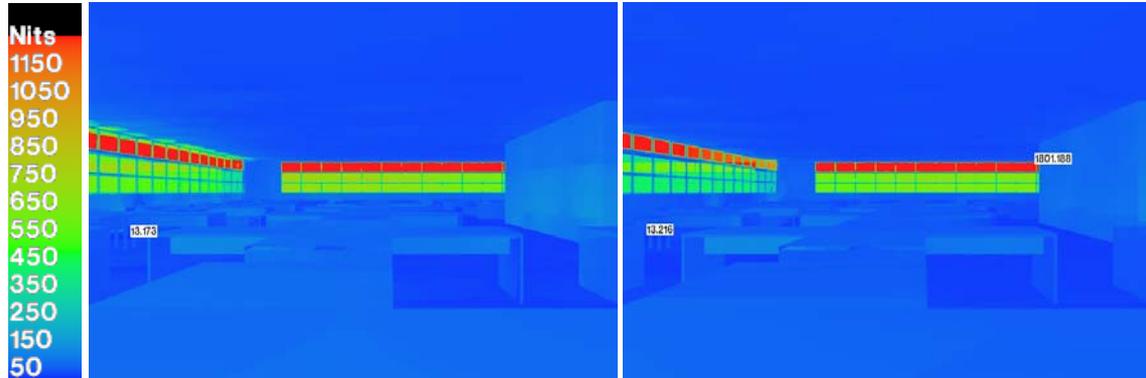
Figura 94 - Variação da luminância da janela, Modelo M1-D, céu intermediário, fachada oeste à esquerda, fachada norte ao fundo.

M1-E

CÉU INTERMEDIÁRIO

SOLSTÍCIO DE VERÃO – 22 DE DEZEMBRO

Fator de turbidez de Linke: 3.9

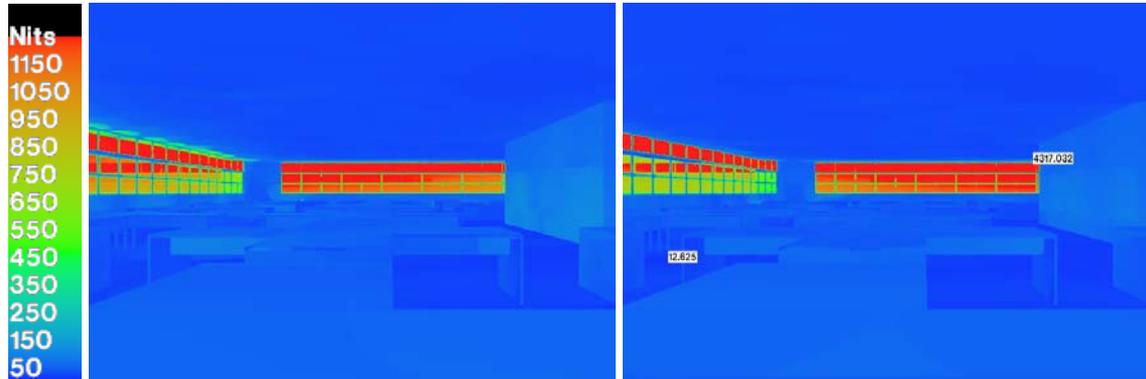


10:00

14:00

SOLSTÍCIO DE INVERNO – 22 DE JUNHO

Fator de turbidez de Linke: 3.2

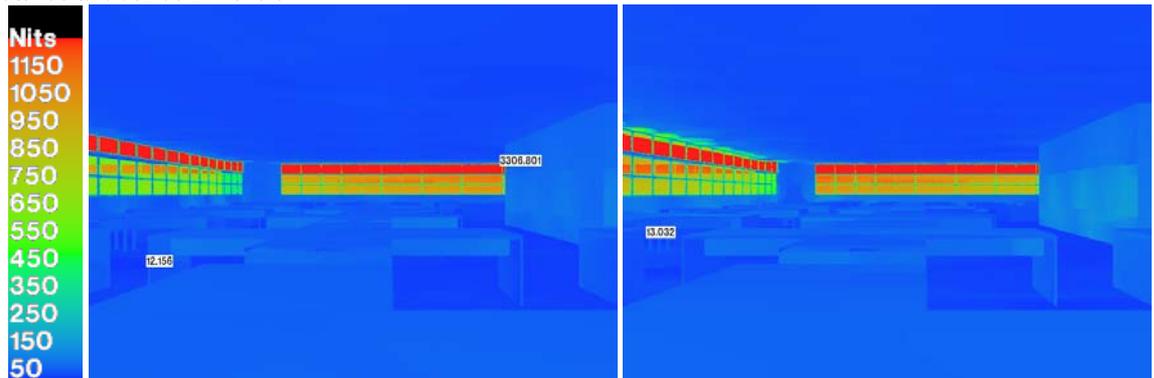


10:00

14:00

EQUINÓCIO – 21 DE MARÇO

Fator de turbidez de Linke: 3.9



10:00

14:00

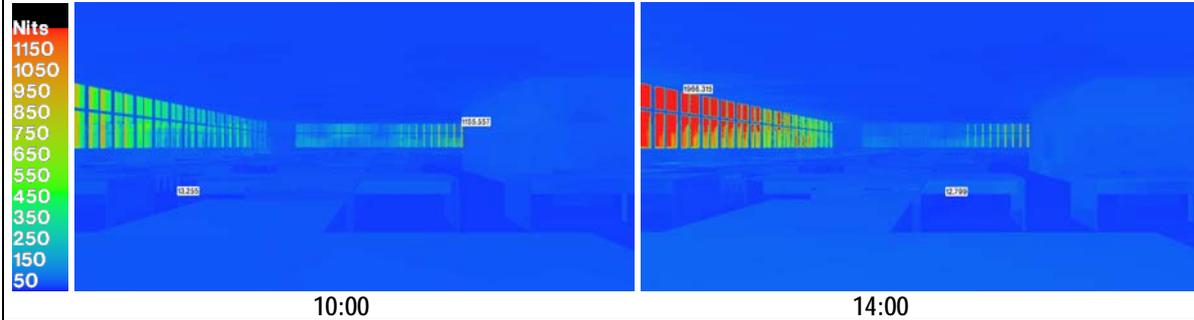
Figura 95 - Variação da luminância da janela, Modelo M1-E, céu intermediário, fachada oeste à esquerda, fachada norte ao fundo.

M1-F

CÉU INTERMEDIÁRIO

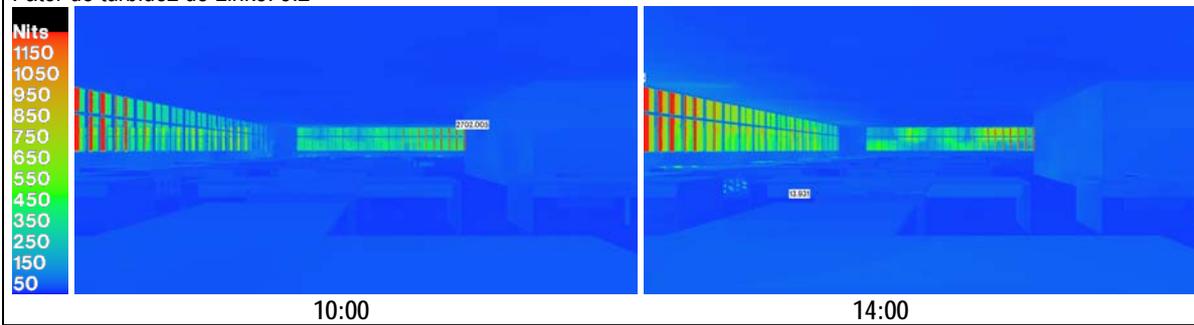
**SOLSTÍCIO DE VERÃO – 22 DE DEZEMBRO**

Fator de turbidez de Linke: 3.9



**SOLSTÍCIO DE INVERNO – 22 DE JUNHO**

Fator de turbidez de Linke: 3.2



**EQUINÓCIO – 21 DE MARÇO**

Fator de turbidez de Linke: 3.9

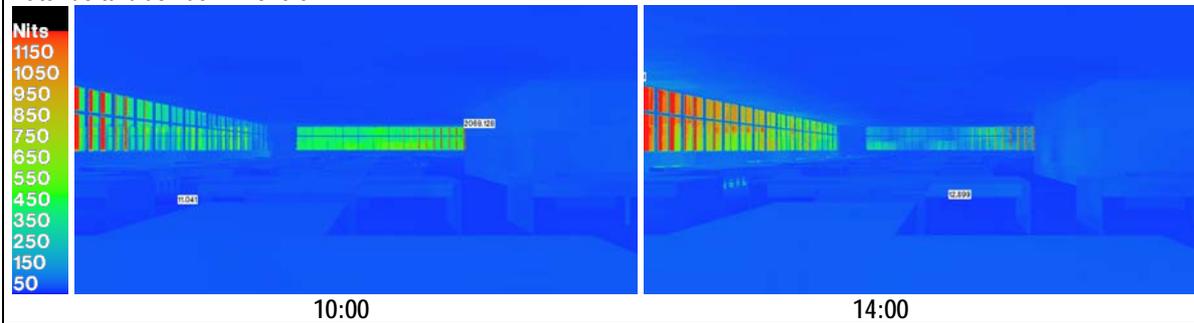


Figura 96 - Variação da luminância da janela, Modelo M1-F, céu intermediário, fachada oeste à esquerda, fachada norte ao fundo.

### 3.5.2.4. Proteção Solar

Quanto à proteção solar, a prateleira de luz interna/externa (M1-C) e o brise horizontal (M1-E), possuem o mesmo ângulo de sombreamento e apresentam melhor desempenho que os demais modelos, promovendo sombreamento para alturas solares mais elevadas (Figura 86 e Figura 98). A utilização da prateleira de luz apenas externa (M1-D) faz com que haja penetração solar através do pano de vidro superior à prateleira (Figura 97).

O brise vertical fixo permite o bloqueio total da radiação direta somente na fachada sul. Nas demais fachadas haverá penetração solar em determinados horários de acordo com a angulação do brise (Figura 99). O brise vertical móvel, com movimento automatizado, pode ser uma alternativa para evitar a insolação nesse tipo de sistema. Porém, como já visto anteriormente, o brise vertical diminui excessivamente a quantidade de luz natural.

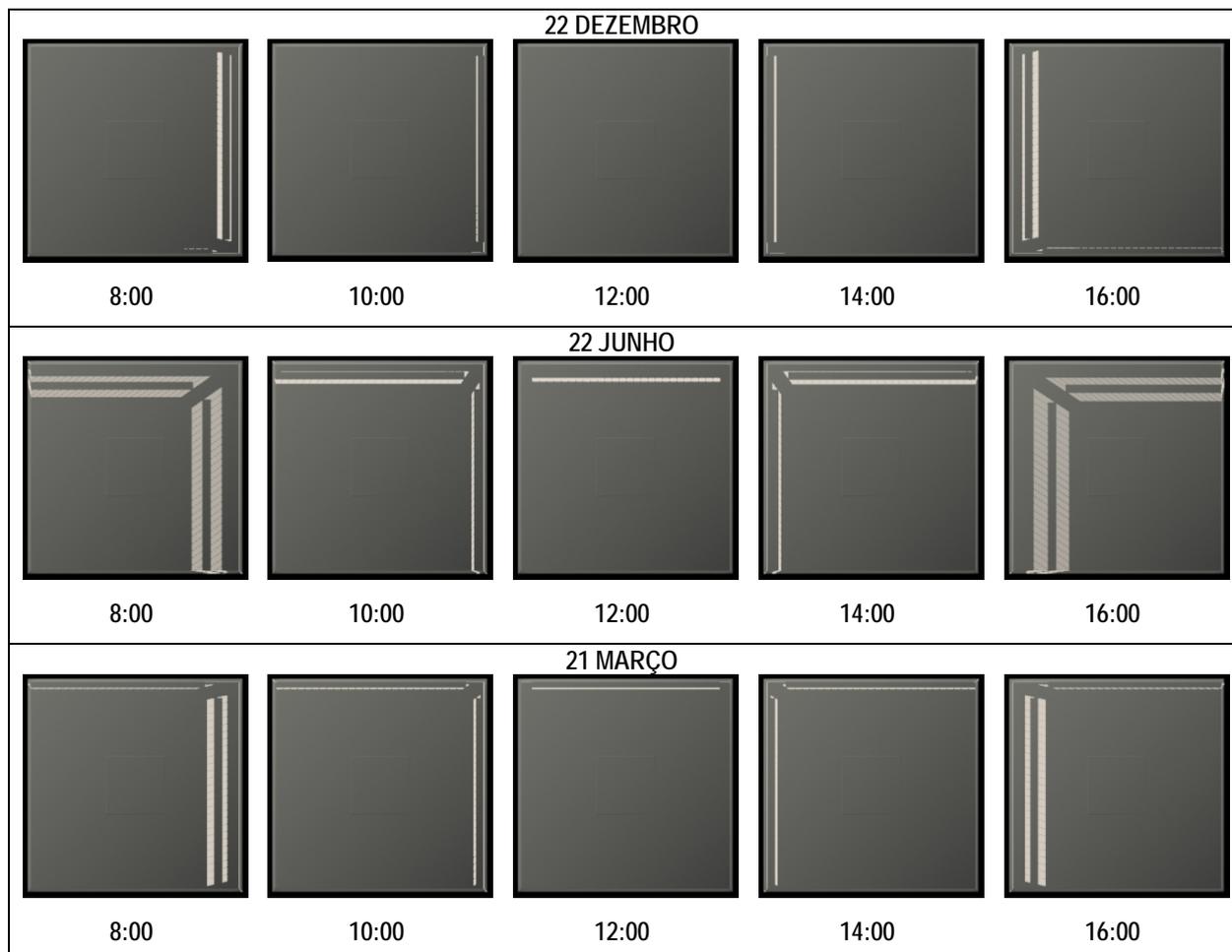


Figura 97 – Penetração solar Modelo M1-D (prateleira externa)

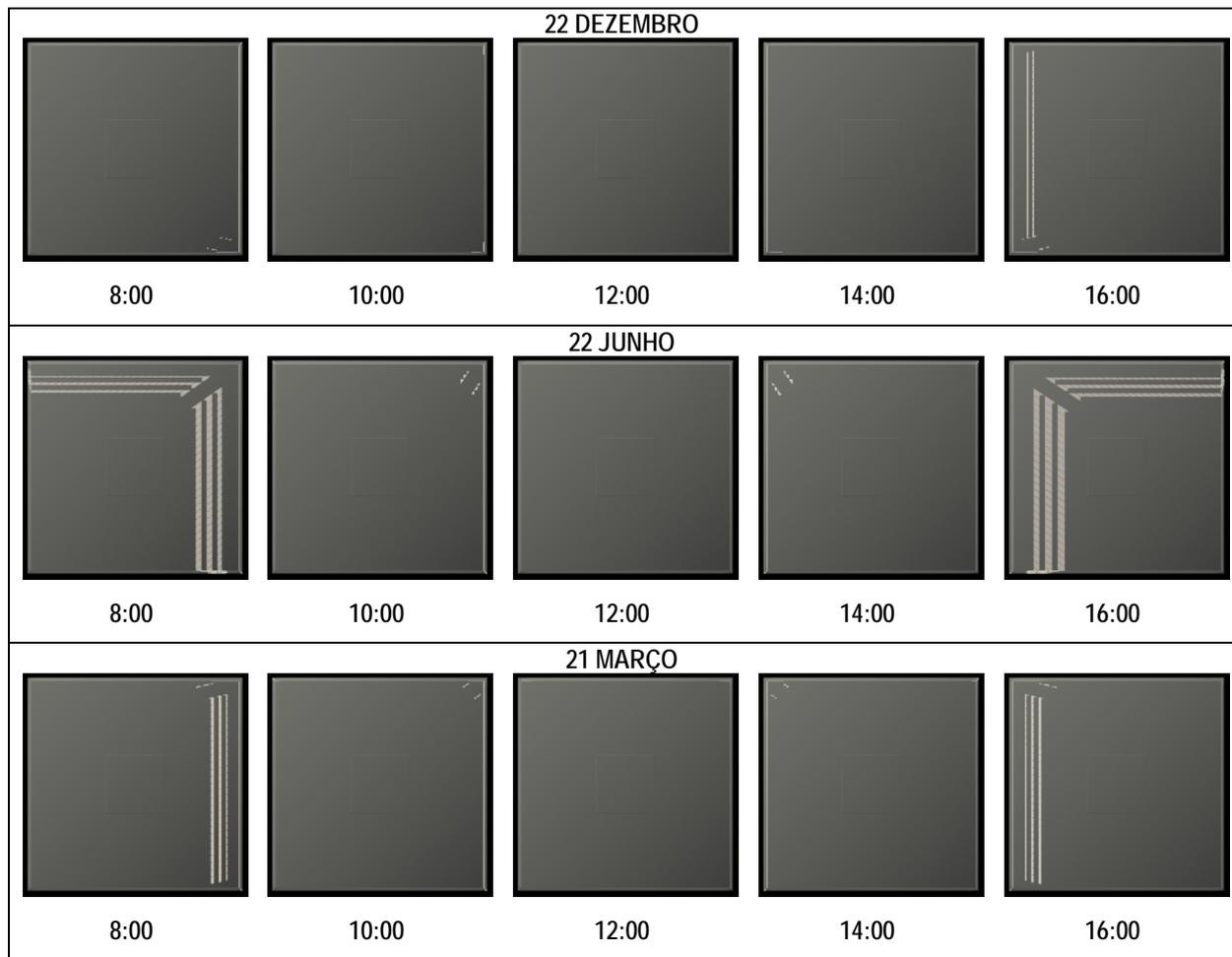


Figura 98 – Penetração Solar Modelo M1-E (brises horizontais)

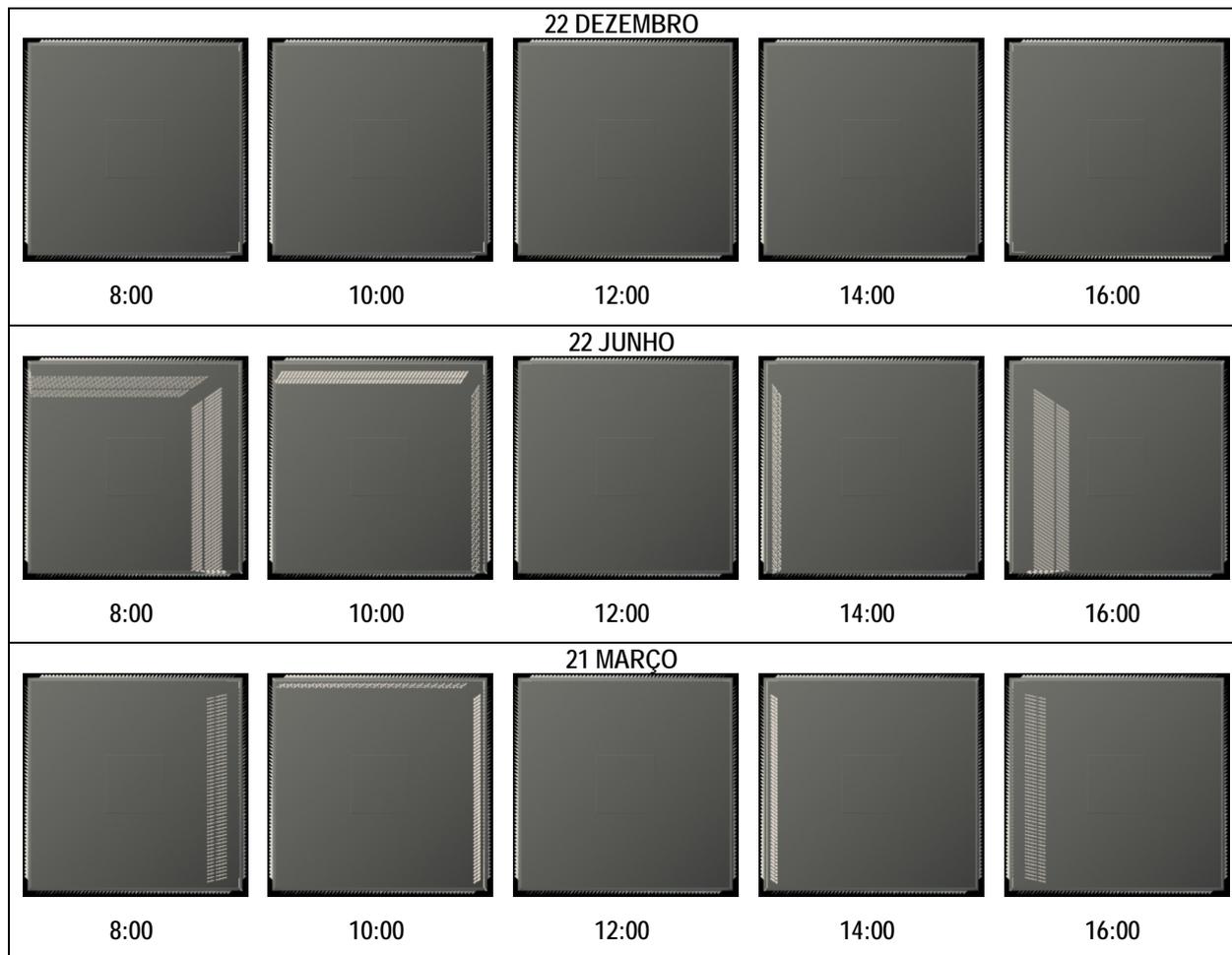


Figura 99 - Penetração Solar Modelo M1-F (brises verticais)

### 3.5.3. Análise da influência da presença do átrio: Modelos M1-G e M1-H

A fim de avaliar o impacto da presença do átrio interno no desempenho da luz natural no MODELO 1, foram definidos dois tipos de configurações de átrios: o modelo M1-G (Figura 100) com átrio com abertura para iluminação superior lateral e utilização de vidro com alta transmissão luminosa (87,10%) e o modelo M1-H (Figura 101), com átrio com iluminação zenital e vidro com baixa transmissão luminosa (48,7%). A escolha de menor transmissão luminosa para o modelo M1-H foi determinada pela maior penetração nesse tipo de sistema, o que certamente acarretará a necessidade utilização de vidro com controle solar. Todos os dois modelos possuem aberturas externas no pavimento idênticas ao modelo M1-C.

As simulações foram realizadas no primeiro pavimento de uma edificação com um total de quatro pavimentos.

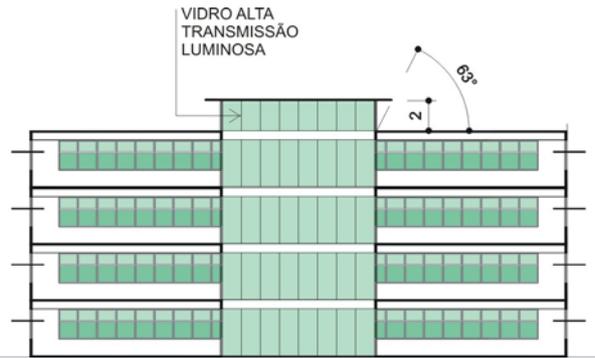


Figura 100 - Modelo M1-G: átrio com abertura para iluminação na parte superior lateral

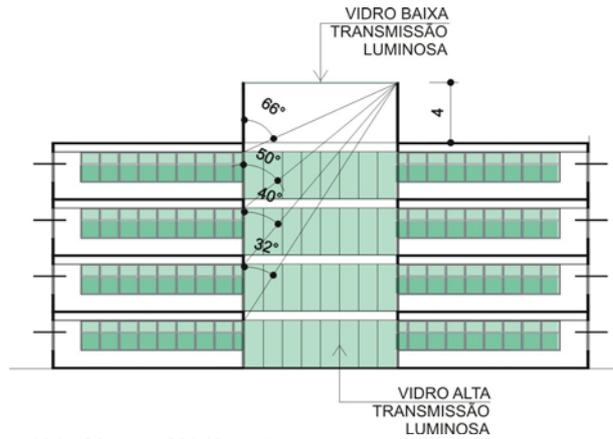


Figura 101 - Modelo M1-H: átrio com abertura para iluminação zenital



Figura 102 - Vista Interna Modelo M1-G



Figura 103 - Vista interna Modelo M1-H

### 3.5.3.1. Iluminância

A inserção do átrio, no modelo M1-G não contribuiu significativamente para o aumento da utilização da iluminação natural nas áreas próximas ao átrio. Conforme pode ser percebido na tabela 35, o ponto 4F, próximo ao átrio apresenta um UDI de 47% no modelo M1-G, o mesmo percentual apresentado no modelo M1-C, sem o átrio. A porção sul do pavimento teve algum acréscimo. O ponto 8F no modelo M1-G apresenta o UDI de 27%, contra 13% no modelo M1-C (Tabela 39) .

Nos pontos do eixo leste e oeste ao contrário do que se esperava, a inserção do átrio provocou uma diminuição na iluminância útil. Os pontos 6D e 6H apresentaram UDI de 33% e 20% respectivamente no modelo M1-G, contra 40% ambos no modelo M1-C (Tabela 40). Isso pode ser justificado pelo seguinte fato: a inserção do átrio fez com que a parede de fundo do pavimento, que antes possuía um coeficiente de reflexão de 67,5% fosse substituída por um elemento transparente e pouco reflexivo, vidro que compõe o fechamento do átrio. É possível concluir que a parede retirada auxiliava na reflexão da luz solar, aumentando a iluminância nos pontos próximos a ela.

A pequena eficiência do átrio, no modelo M1-G pode estar relacionada à área destinada ao mesmo (em torno de 10% do pavimento) e ao tipo de abertura empregada.

M1-G		VALORES DE ILUMINÂNCIA (LUX) – COLUNA F (EIXO NORTE-SUL)										
MÊS	HORA	1F	2F	3F	4F	5F	6F	7F	8F	9F	10F	11F
DEZEMBRO	8:00	113	265	215	130	249	257	283	114	191	307	244
	10:00	149	159	106	48	240	243	266	94	79	153	105
	12:00	173	116	81	65	295	251	328	54	77	127	162
	14:00	99	233	97	102	271	260	243	131	124	167	226
MARÇO	8:00	219	202	177	98	230	165	268	112	188	170	153
	10:00	247	384	126	110	253	240	265	99	120	209	143
	12:00	403	226	104	65	245	255	277	85	69	92	93
	14:00	349	313	213	179	222	261	266	60	91	121	96
JUNHO	8:00	213	2002	141	78	98	94	124	38	77	138	38
	10:00	524	343	85	137	302	195	244	66	125	176	98
	12:00	359	439	142	99	202	207	296	57	78	117	101
	14:00	428	362	163	198	251	206	225	50	86	177	53
	16:00	97	133	69	56	113	77	112	46	44	72	50
UDI		87%	93%	73%	47%	93%	87%	100%	27%	47%	87%	60%
UDA		33%	40%	0%	0%	7%	0%	7%	0%	0%	7%	0%

Tabela 39 - Valores de iluminância, coluna F, modelo M1-G, céu intermediário

M1-G		VALORES DE ILUMINÂNCIA (LUX) – LINHA 6 (EIXO OESTE-LESTE)										
MÊS	HORA	6A	6B	6C	6D	6E	6F	6G	6H	6I	6J	6K
DEZEMBRO	8:00	78	144	59	61	312	257	292	210	282	499	2435
	10:00	58	97	45	51	221	243	272	70	138	357	461
	12:00	103	150	100	56	314	251	304	70	80	74	84
	14:00	395	531	138	149	260	260	296	84	72	127	117
	16:00	762	481	207	154	222	179	213	72	111	134	73
MARÇO	8:00	61	122	82	35	147	165	190	227	289	4520	573
	10:00	77	135	76	70	267	240	297	84	184	466	539
	12:00	226	166	111	65	295	255	304	57	55	146	163
	14:00	514	457	219	97	269	261	268	70	60	141	68
	16:00	503	4087	269	85	259	175	212	87	87	164	104
JUNHO	8:00	39	77	39	63	122	94	101	57	156	317	463
	10:00	120	155	212	90	262	195	266	189	177	446	753
	12:00	138	306	143	103	259	207	225	90	138	242	79
	14:00	567	413	120	168	237	206	185	67	102	190	77
	16:00	239	226	218	102	134	77	76	60	46	84	29
UDI		67%	80%	67%	33%	100%	87%	93%	20%	60%	80%	53%
UDA		33%	33%	0%	0%	13%	0%	13%	0%	0%	33%	33%

Tabela 40 - Valores de iluminância, linha 6, modelo M1-G, céu intermediário

Já o átrio com abertura zenital proposto para o modelo M1-H, apresentou um desempenho maior em relação aos índices UDI e UDA. Neste caso o átrio contribuiu para o aumento da iluminância na parte central do pavimento, revelando um potencial para economia de energia. Os pontos 4F, 8F, 6D e 6H apresentaram o UDI de 67%, 47%, 53% e 53% respectivamente contra 47%, 13%, 40% e 40% no modelo M1-C (Tabela 41 e 42). Porém, é importante ressaltar que a utilização do vidro de menor transmissão luminosa no modelo M1-H não é suficiente para evitar a penetração solar, e que em certos momentos, tal penetração poderá causar aquecimento interno.

M1-H		VALORES DE ILUMINÂNCIA (LUX) – COLUNA F (EIXO NORTE-SUL)										
MÊS	HORA	1F	2F	3F	4F	5F	6F	7F	8F	9F	10F	11F
DEZEMBRO	8:00	88	192	57	85	773	767	752	104	169	356	317
	10:00	110	195	86	101	1307	1236	1207	81	90	187	192
	12:00	112	129	109	116	8274	8607	8177	163	116	127	163
	14:00	126	235	143	133	1203	1204	1140	128	138	283	213
	16:00	85	210	88	60	760	676	627	127	240	480	324
MARÇO	8:00	198	199	161	105	609	582	635	150	112	99	82
	10:00	200	365	205	135	926	1045	1153	147	129	147	127
	12:00	372	283	98	163	1097	1356	6167	107	83	107	107
	14:00	225	325	140	219	916	1114	1147	75	125	107	126
	16:00	220	240	167	159	575	569	600	87	118	230	102
JUNHO	8:00	165	1999	105	33	319	335	382	65	48	78	70
	10:00	449	365	215	146	567	681	836	51	111	160	142
	12:00	527	412	350	118	761	859	1000	80	88	165	74
	14:00	623	490	280	89	630	644	813	46	113	225	113
	16:00	158	173	61	95	289	291	295	42	64	76	65
UDI		87%	100%	67%	67%	93%	93%	87%	47%	67%	80%	73%
UDA		27%	40%	7%	0%	87%	87%	80%	0%	0%	13%	13%

Tabela 41 – Valores de iluminância, coluna F, modelo M1-H, céu intermediário

M1-H		VALORES DE ILUMINÂNCIA (LUX) – LINHA 6 (EIXO OESTE-LESTE)										
MÊS	HORA	6A	6B	6C	6D	6E	6F	6G	6H	6I	6J	6K
DEZEMBRO	8:00	95	184	145	44	881	767	746	201	462	692	2410
	10:00	80	75	105	136	1703	1236	1034	86	178	423	543
	12:00	192	142	127	130	8269	8607	8573	159	63	155	90
	14:00	613	444	210	174	910	1204	1527	94	98	180	101
	16:00	631	486	206	89	630	676	714	60	66	127	88
MARÇO	8:00	65	89	90	47	657	582	553	107	301	4574	718
	10:00	92	169	134	81	1287	1045	966	125	202	532	786
	12:00	204	152	113	110	1398	1356	1320	125	90	175	134
	14:00	1317	519	215	174	970	1114	1211	88	160	210	122
	16:00	787	4406	176	149	543	569	666	135	45	124	79
JUNHO	8:00	62	84	48	84	346	335	332	72	178	304	363
	10:00	84	133	89	51	757	681	671	111	140	384	574
	12:00	141	122	77	112	845	859	821	46	79	219	202
	14:00	368	243	160	116	710	644	737	113	136	149	79
	16:00	311	337	112	68	289	291	319	43	37	74	40
UDI		60%	73%	73%	53%	93%	93%	93%	53%	53%	87%	60%
UDA		40%	27%	0%	0%	87%	87%	93%	0%	13%	33%	33%

Tabela 42 – Valores de iluminância, linha 6, modelo M1-H, céu intermediário

A comparação da eficiência dos modelos simulados, através da análise dos índices UDI e UDA, pode ser mais bem entendida nos gráficos abaixo. Na figura 104 é possível perceber a maior eficiência do modelo M1-H que apresenta níveis mais altos de UDI no centro do pavimento. Na mesma figura é possível perceber a queda nos valores de UDI do modelo M1-G ao modelo M1-C, no eixo oeste-leste nas áreas mais internas. Com relação à autonomia da luz natural (figura 105) os átrios simulados não proporcionaram ganhos significativos na parte central da edificação.

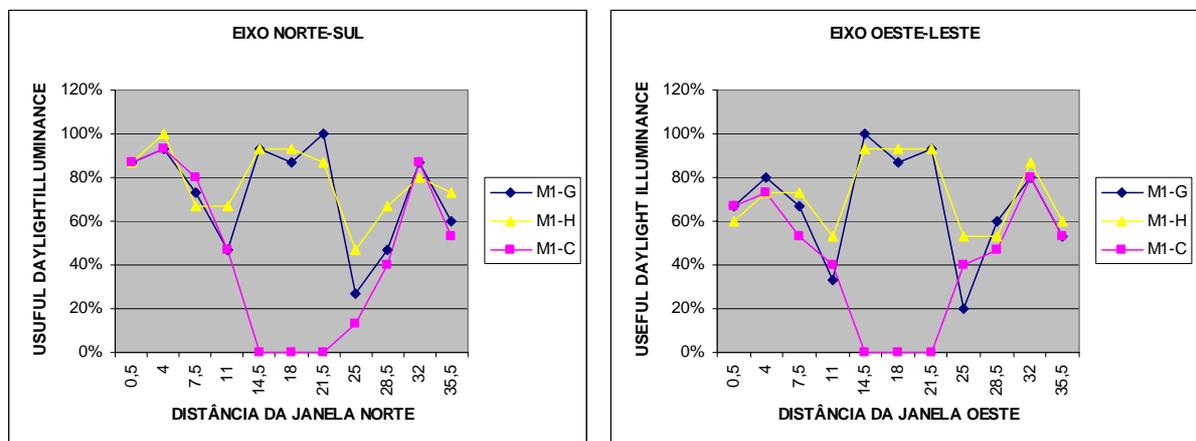


Figura 104 - Variação de UDI, modelos M1-C, M1-G e M1-H, céu intermediário

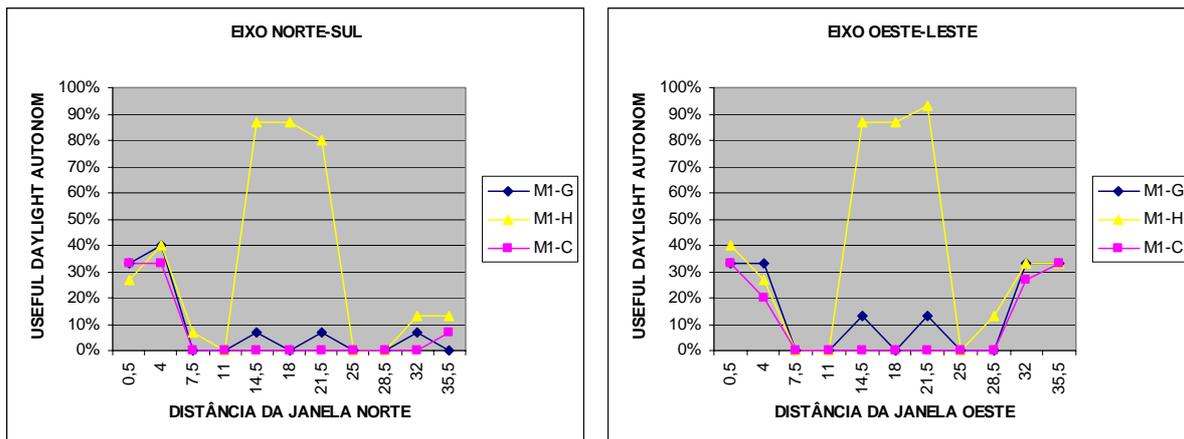


Figura 105 - Variação de UDA, modelos M1-C, M1-G e M1-H

### 3.5.3.2. Uniformidade

Não houveram ganhos significativos nos índices de uniformidade devido à inserção do átrio, com exceção aos horários de 12:00, quando a altura solar é maior e conseqüentemente a contribuição do átrio na iluminação interna é maior (Figura 106).

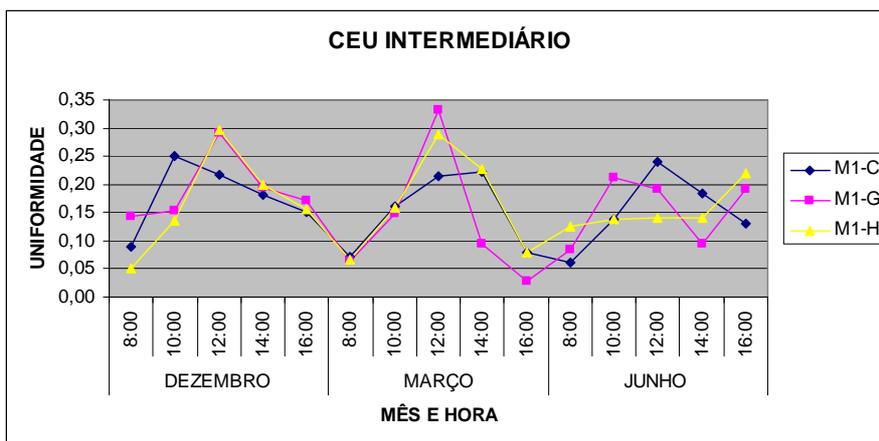


Figura 106 - Gráfico comparativo dos índices de Uniformidade apresentados pelos modelos M1-C, M1-G e M1-H

### 3.5.3.3. Ofuscamento.

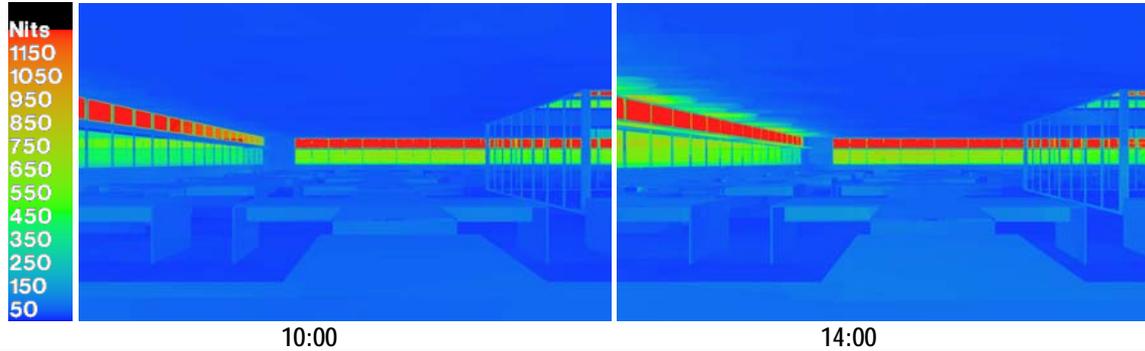
A utilização do átrio não prejudicou o ofuscamento quando não houve penetração solar (Figuras 107 e 108) e os mesmos comentários efetuados na análise do ofuscamento do modelo M1-C prevalecem.

M1-G

CÉU INTERMEDIÁRIO

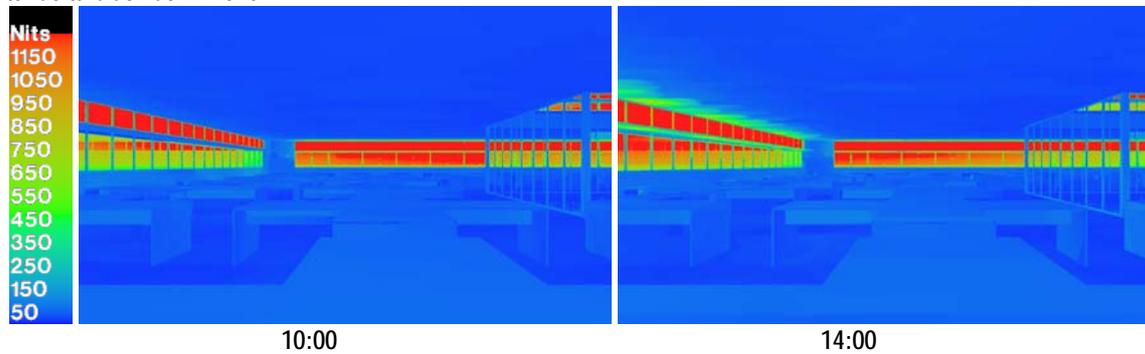
SOLSTÍCIO DE VERÃO – 22 DE DEZEMBRO

Fator de turbidez de Linke: 3.9



SOLSTÍCIO DE INVERNO – 22 DE JUNHO

Fator de turbidez de Linke: 3.2



EQUINÓCIO – 21 DE MARÇO

Fator de turbidez de Linke: 3.9

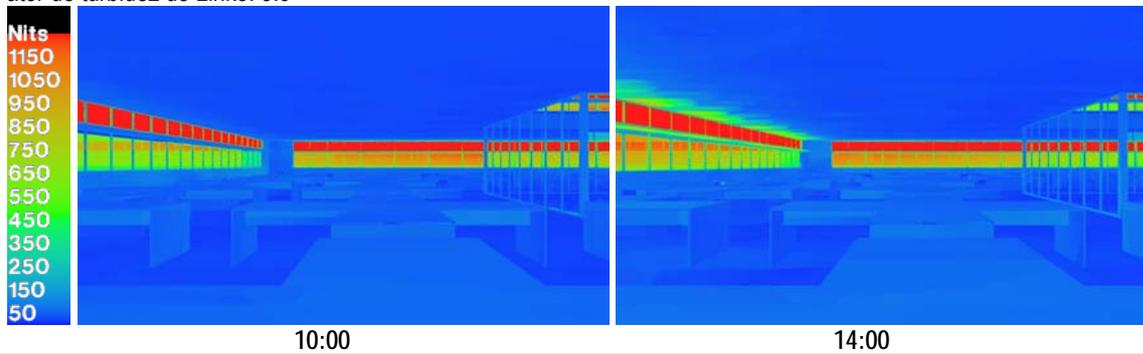


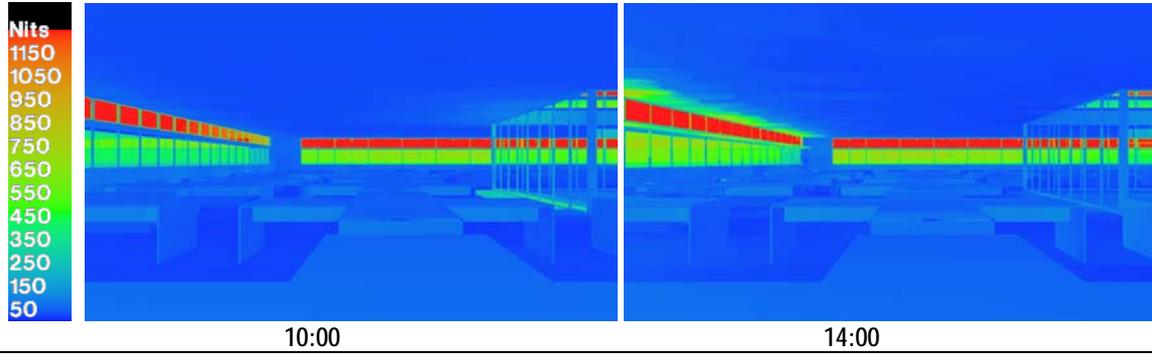
Figura 107 - Variação da luminância da janela, Modelo M1-G, céu intermediário, fachada oeste à esquerda, fachada norte ao fundo.

M1-H

CÉU INTERMEDIÁRIO

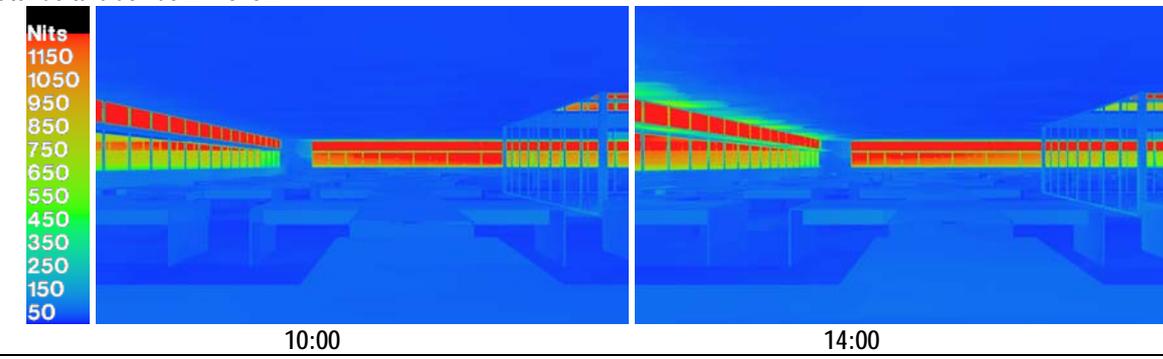
SOLSTÍCIO DE VERÃO – 22 DE DEZEMBRO

Fator de turbidez de Linke: 3.9



SOLSTÍCIO DE INVERNO – 22 DE JUNHO

Fator de turbidez de Linke: 3.2



EQUINÓCIO – 21 DE MARÇO

Fator de turbidez de Linke: 3.9

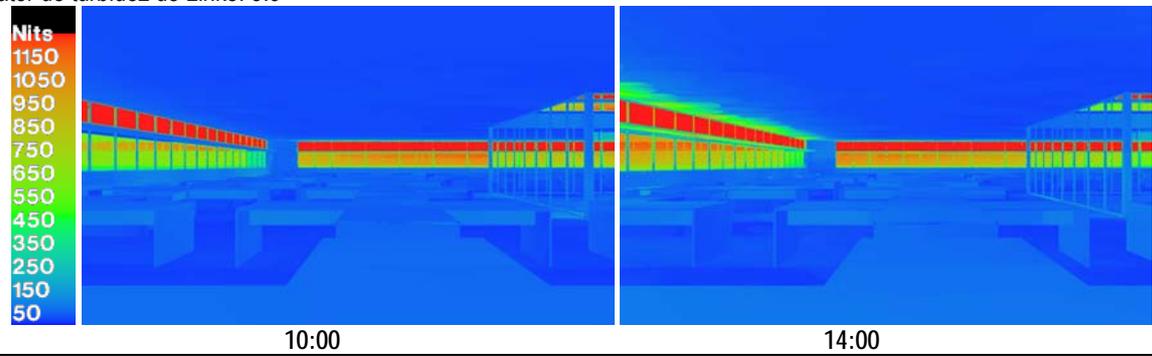


Figura 108 - Variação da luminância da janela, Modelo M1-H, céu intermediário, fachada oeste à esquerda, fachada norte ao fundo.

### 3.5.3.4. Proteção Solar

O átrio proposto no modelo M1-G permite não provoca penetração solar direta no centro do pavimento (Figura 109). O átrio proposto no modelos M1-H provoca a penetração solar direta no centro do pavimento em determinados horários (Figura 110). Vale ressaltar que as simulações foram efetuadas no primeiro pavimento de uma edificação com um total de quatro pavimentos e que quanto mais alto o pavimento e mais próximo da abertura zenital, maior será a penetração solar.

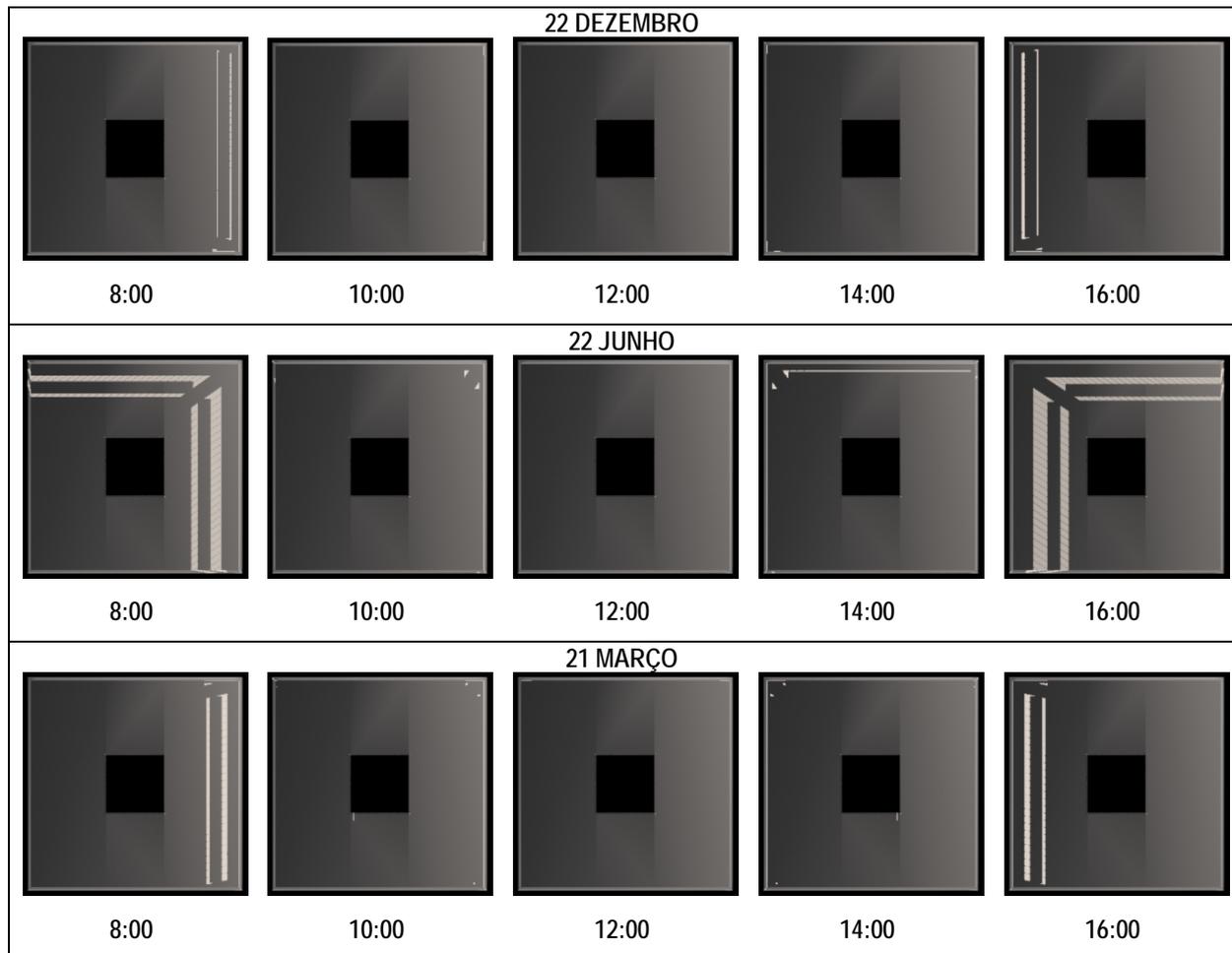


Figura 109 - Penetração Solar Modelo M1-G

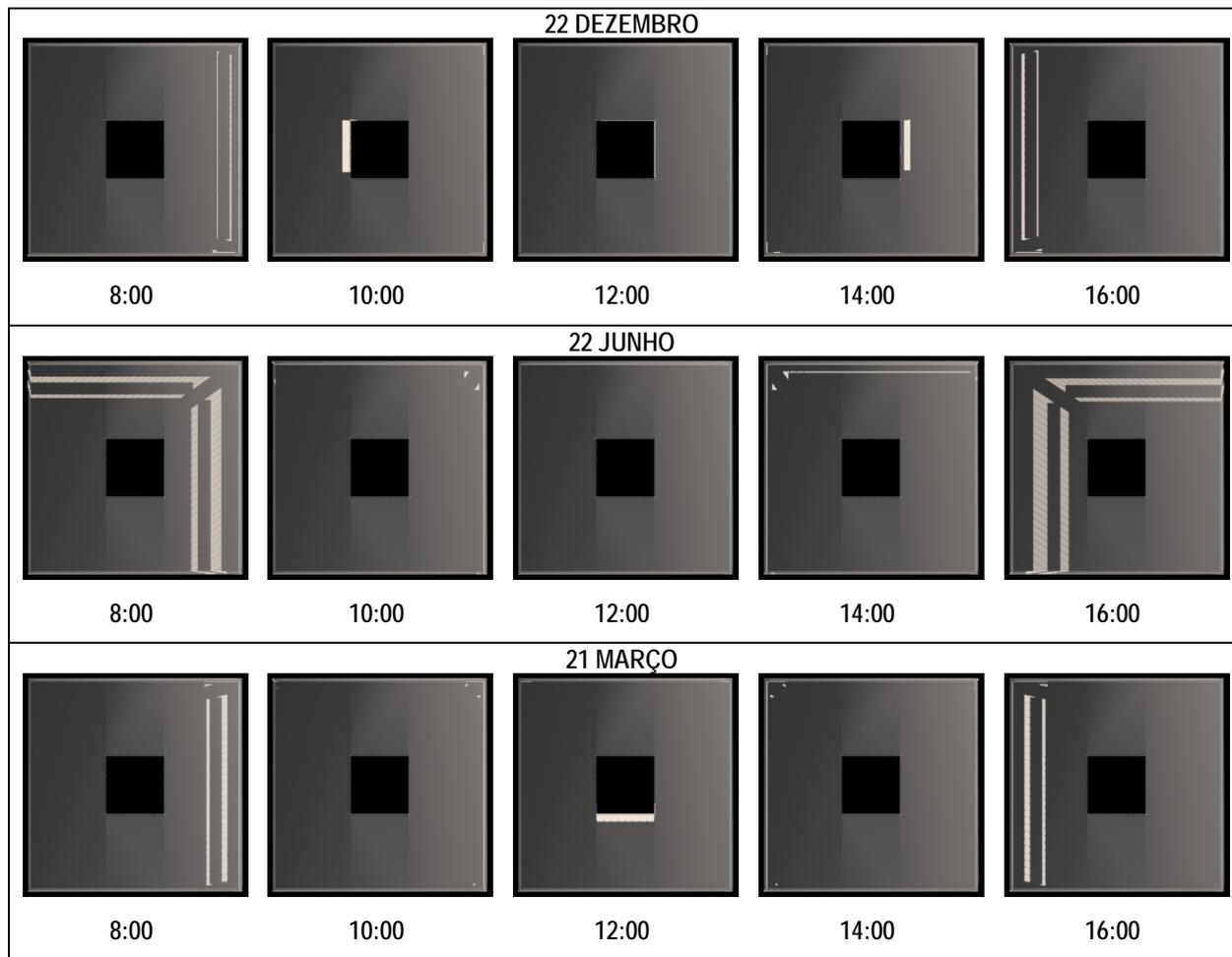


Figura 110 - Penetração Solar Modelo M1-H

### 3.6. RESULTADO DAS SIMULAÇÕES NO MODELO 2

#### 3.6.1.1. Análise da influência da transmissão visível do vidro



Figura 111 –Vista interna e detalhe modelo M2-A



Figura 112 - Vista interna e detalhe modelo M2-B



Figura 113 - Vista interna e detalhe modelo M2-C

### 3.6.1.2. Iluminância

Com relação à variação da iluminância, assim como no modelo M1-A, a escolha do vidro de alta transmissão visível no modelo M2-A (87,10%) para todas as fachadas, configurou-se como não satisfatória, uma vez que, devido ao excesso de iluminância nas áreas próximas às janelas, o índice de iluminância útil da luz natural (UDI) foi demasiadamente reduzido. Pode-se perceber, no ponto 1H, próximo à fachada norte, que a iluminância excede várias vezes o valor de 2000 lux, máximo aceitável para conforto visual (Tabela 43), e o UDI é reduzido a 20%.

A consequência desse excesso de iluminância próximo às janelas do pavimento será a utilização constante, em grande parte do horário de ocupação da edificação, de elementos de controle internos, como persianas, por exemplo. Isso impossibilitará a presença de luz natural em todo o pavimento, prejudicando a eficiência energética da edificação, uma vez que o tempo de utilização da luz artificial será demasiadamente alto.

M2-A		VALORES DE ILUMINÂNCIA (LUX) – COLUNA H (EIXO NORTE-SUL)						
MÊS	HORA	1H	2H	3H	4H	5H	6H	7H
DEZEMBRO	8:00	2186	615	192	235	221	779	3113
	10:00	2194	435	156	114	225	448	2550
	12:00	3045	271	203	128	146	384	2760
	14:00	2375	535	195	135	129	561	2690
	16:00	1951	409	267	204	254	835	2555
MARÇO	8:00	2296	730	176	191	239	436	1602
	10:00	4046	848	288	204	212	423	1809
	12:00	3846	638	203	175	125	276	1460
	14:00	3864	962	202	181	233	428	1881
	16:00	2471	703	281	138	148	540	1925
JUNHO	8:00	1606	2267	214	124	130	218	893
	10:00	9095	1285	389	158	257	318	1408
	12:00	10774	1174	382	122	147	254	1271
	14:00	8363	1290	404	155	171	413	1293
	16:00	1404	461	203	89	105	191	694
UDI		20%	93%	100%	93%	100%	100%	67%
UDA		20%	87%	20%	0%	0%	73%	67%

Tabela 43 - Valores de iluminância, coluna H, modelo M2-A, céu intermediário

A utilização de vidro com baixa transmissão visível em ambas fachadas no modelo M2-B (29,7%) fez com que a iluminância nos pontos próximos às janelas variassem dentro da faixa aceitável para conforto (100 a 2000 lux), ocasionando um aumento no índice UDI. Porém, a redução demasiada da transmissão visível do vidro fez com zonas mais afastadas das janelas fossem pouco iluminadas pela luz natural diminuindo consideravelmente o UDI no interior do pavimento. É possível perceber na Tabela 44, que o ponto 4H localizado na linha central do pavimento teve o UDI reduzido de 93% (modelo M2-A) para 0% no modelo M2-C. Isso significa que a iluminação natural foi inutilizada nesse local, aumentando a utilização da luz artificial.

M2-B		VALORES DE ILUMINÂNCIA (LUX) – COLUNA H (EIXO NORTE-SUL)						
MÊS	HORA	1H	2H	3H	4H	5H	6H	7H
DEZEMBRO	8:00	766	357	188	149	253	669	1864
	10:00	1280	511	177	173	262	520	1497
	12:00	3499	1268	571	430	577	1265	4108
	14:00	1109	451	203	173	216	565	1462
	16:00	684	296	169	176	220	565	1281
MARÇO	8:00	1028	489	183	107	170	298	598
	10:00	1892	670	280	218	220	360	713
	12:00	2521	861	289	190	231	345	766
	14:00	2053	727	266	166	198	361	697
	16:00	1131	396	159	101	141	317	609
JUNHO	8:00	886	4618	255	125	125	188	273
	10:00	14398	962	355	213	154	281	386
	12:00	17766	1052	395	196	148	241	364
	14:00	13639	989	398	184	170	217	358
	16:00	668	536	253	98	139	194	270
UDI		80%	100%	53%	0%	13%	93%	100%
UDA		80%	40%	0%	0%	0%	0%	87%

Tabela 44 - Valores de iluminância, coluna H, modelo M2-B, céu intermediário

A utilização, no modelo M2-C, do vidro com baixa transmissão visível (29,7%) na parte inferior das janelas e alta transmissão luminosa (87,10%) na parte superior das janelas, juntamente com a prateleira de luz, promoveu um maior equilíbrio entre a iluminância das áreas próximas às janelas e a iluminância das áreas mais internas.

Ao analisar as áreas próximas às janelas, percebe-se que houve uma melhora no índice da iluminância útil, do modelo M2-C em relação ao modelo M2-A na fachada norte. O ponto 1H localizado na fachada norte teve seu UDI aumentado de 20% para 93% (Tabela 45), o que confirma a eficiência da utilização da prateleira de luz nessa fachada para a melhor distribuição da iluminância. Já o ponto 11F, localizado na fachada sul, não teve qualquer melhora com a utilização da prateleira de luz. No ponto 7H próximo à fachada sul o UDI caiu de 100% para 67% quando compararmos o modelo M2-B (vidro com baixa transmissão luminosa). Pode-se concluir que a utilização da prateleira de luz, na fachada sul, não foi eficiente como na fachada norte.

Ao analisar as áreas mais internas, percebe-se que houve uma melhora no índice da iluminância útil, do modelo M1-C em relação ao modelo M1-B. O pontos 4H localizado no interior do pavimento teve o UDI aumentado de 0% para 33% respectivamente (Tabela 45), o que confirma a eficiência da prateleira de luz para o redirecionamento da luz para o interior do ambiente.

M2-C		VALORES DE ILUMINÂNCIA (LUX) – COLUNA H (EIXO NORTE-SUL)						
MÊS	HORA	1H	2H	3H	4H	5H	6H	7H
DEZEMBRO	8:00	108	183	87	62	139	241	331
	10:00	143	144	99	92	137	141	234
	12:00	165	113	85	64	85	143	223
	14:00	98	185	63	123	155	339	283
	16:00	104	202	164	82	167	495	218
MARÇO	8:00	160	340	164	73	137	115	72
	10:00	291	306	103	140	71	118	126
	12:00	295	240	131	108	78	81	105
	14:00	344	330	97	70	83	169	111
	16:00	192	322	192	80	115	157	129
JUNHO	8:00	115	1972	124	41	26	58	72
	10:00	642	347	253	108	73	136	160
	12:00	368	439	188	96	135	212	81
	14:00	464	556	186	148	99	73	71
	16:00	223	247	154	55	45	50	44
UDI		93%	100%	67%	33%	47%	73%	67%
UDA		27%	53%	0%	0%	0%	13%	7%

Tabela 45 - Valores de iluminância, coluna H, modelo M2-C, céu intermediário

A comparação da eficiência dos modelos simulados, através da análise dos índices UDI e UDA, pode ser mais bem entendida nos gráficos abaixo. O modelo M2-A apresenta baixo UDI próximo às janelas e alto UDI no interior do pavimento. O modelo M2-B apresenta um resultado inverso: alto UDI nas áreas próximas as janelas e baixo UDI no interior do pavimento. O modelo M2-C promove um equilíbrio entre os outros modelos, apresentando melhores índices nas áreas próximas às janelas, em relação ao

modelo M2-A e melhores índices nas áreas mais internas em relação ao modelo M2-B (Figura 114). Na fachada sul a prateleira de luz não contribui para o aumento do UDI próximo à janela, mas auxilia no aumento do UDI nas zonas mais afastadas.

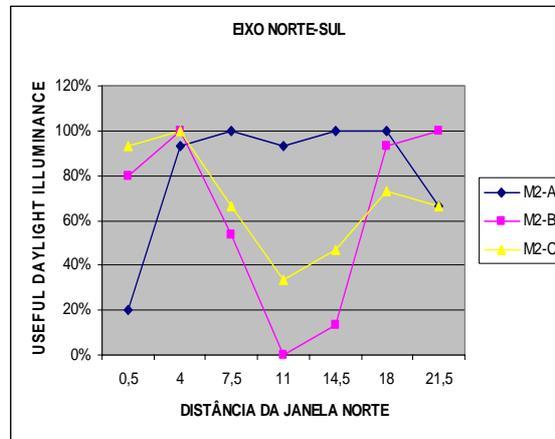


Figura 114- Gráfico da variação do UDI, modelos M2-A, M2-B e M2-C, céu intermediário

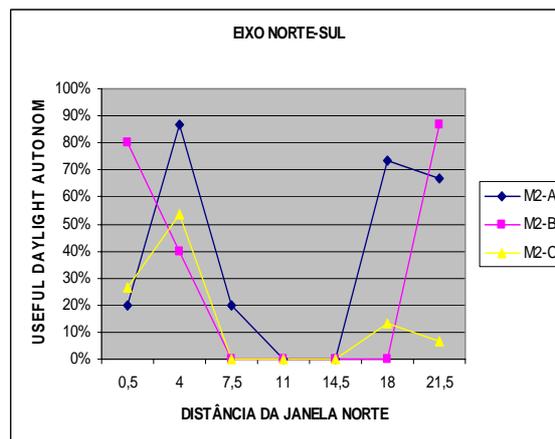


Figura 115 - Gráfico da variação do UDA, modelos M2-A, M2-B e M2-C, céu intermediário

### 3.6.1.3. Uniformidade

No modelo M2-C, a utilização conjunta de vidro com baixa transmissão luminosa na parte inferior da janela e alta transmissão luminosa na parte superior da janela aliada à prateleira de luz contribuíram para a uniformidade da iluminação natural em relação aos modelos M2-A e M2-B.

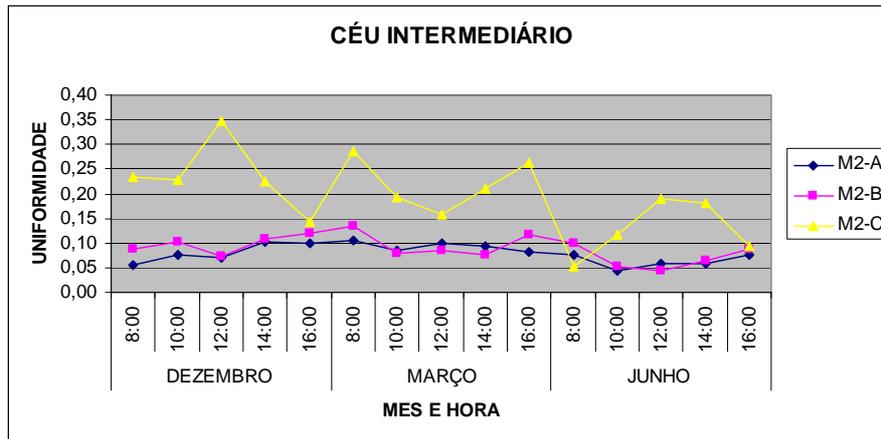


Figura 116 – Comparação da uniformidade modelos M2-A, M2-B e M2-C

Quando comparado os índices de uniformidade do modelo M1-C (planta quadrada e janelas em todas as fachadas) e o modelo M2-C (planta retangular e janelas nas fachadas norte e sul) percebe-se maiores índices no modelo M2-C (Figura 117). A melhora na uniformidade aconteceu principalmente no mês de dezembro e março. Essa melhora na uniformidade pode estar relacionada à menor profundidade do ambiente no modelo M2-C e a ausência de janelas a leste e oeste. Janelas posicionadas a leste e oeste prejudicam a uniformidade do ambiente devido à maior penetração solar. Ainda analisando a figura 117 é possível perceber que no mês de junho há uma queda de uniformidade em ambos os modelos. Isso pode estar relacionado à diminuição excessiva de iluminância na fachada sul devido à presença da prateleira de luz.

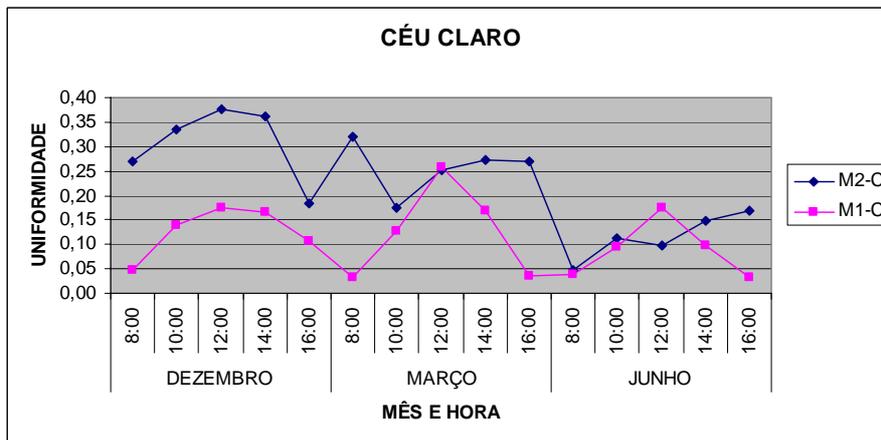


Figura 117 – Comparação da Uniformidade Modelo M1-C e M2-C

#### 3.6.1.4. Ofuscamento

Com relação ao ofuscamento, o modelo M2-A, com o vidro com transmissão luminosa de 87,10% em todas as fachadas apresentou uma luminância extremamente excessiva, em todos os dias simulados ocasionando ofuscamento (Figura 118). Isso faz com que, mesmo nos horários em que a iluminância é

aceitável na zona próxima as janelas, as persianas tenderão a serem abaixadas pelo usuário, já que haverá ofuscamento devido ao excesso de luminância da janela.

O modelo M2-B, com vidro com transmissão luminosa de 38,1% em todas as fachadas, apresentou luminância satisfatória em todos os dias simulados (Figura 119).

No modelo M2-C, a utilização conjunta do vidro de alta transmissão visível acima da altura dos olhos e baixa transmissão visível na altura dos olhos mostrou ser uma alternativa satisfatória para conciliar a proteção quanto ao ofuscamento e a melhor distribuição da iluminância, apresentando valores de luminância aceitável na parte inferior das janelas (Figura 120). Porém ao se adotar esta opção é imprescindível a utilização de elemento de proteção solar, como a prateleira de luz, para evitar a penetração da radiação solar direta, principalmente no pano superior da janela. Essa opção permite, que em períodos de céu claro, quando a utilização da persiana é imprescindível, a iluminação natural não seja eliminada por completo, uma vez que a parte superior da janela continuará desobstruída.

Uma das vantagens da planta retangular em relação à planta quadrada, para a performance da luz natural, é a possibilidade de layout, onde o posicionamento de todas as mesas perpendicularmente às janelas impede a visão frontal das mesmas. Assim a utilização conjunta do vidro de baixa e alta transmissão visível, torna-se uma excelente alternativa, nesse tipo de ambientação, reduzindo o risco de ofuscamento pela reflexão do vidro na tela do monitor. Na planta quadrada certamente algumas mesas terão janelas à sua frente ou à suas costas, prejudicando o conforto visual.

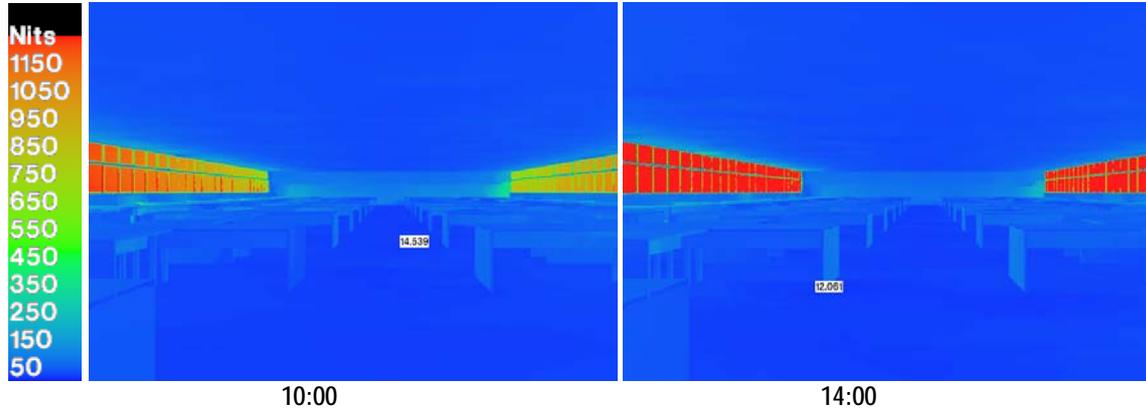
Esse posicionamento das mesas perpendicular às janelas, na planta retangular, permitiu a utilização de vidro com maior transmissão visível na altura dos olhos (38,10%) em relação à planta quadrada (29,7%), sem com isso exceder o limite de 850cd/m<sup>2</sup> para a condição de céu intermediário.

M2-A

CÉU INTERMEDIÁRIO

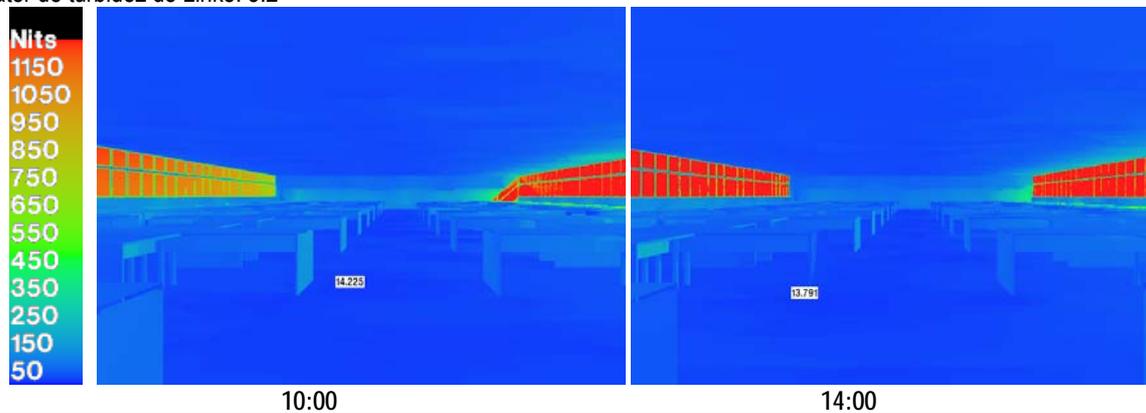
SOLSTÍCIO DE VERÃO – 22 DE DEZEMBRO

Fator de turbidez de Linke: 3.9



SOLSTÍCIO DE INVERNO – 22 DE JUNHO

Fator de turbidez de Linke: 3.2



EQUINÓCIO – 21 DE MARÇO

Fator de turbidez de Linke: 3.9

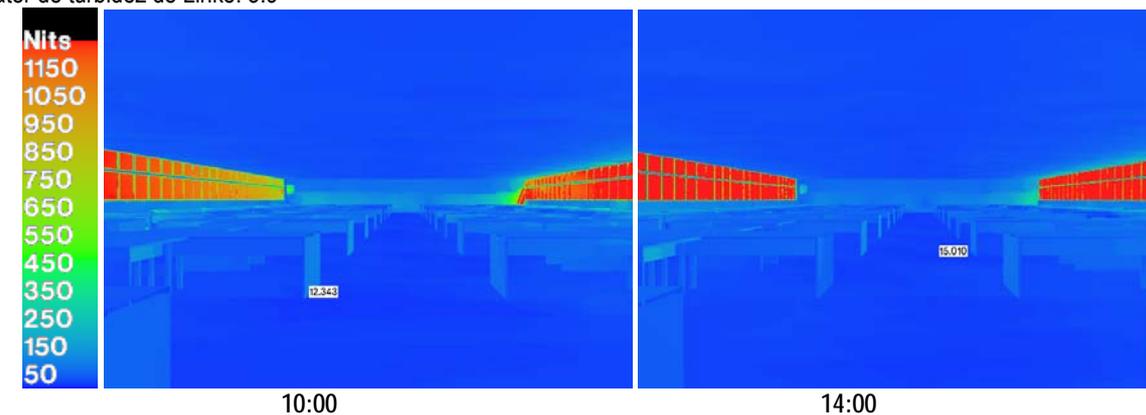


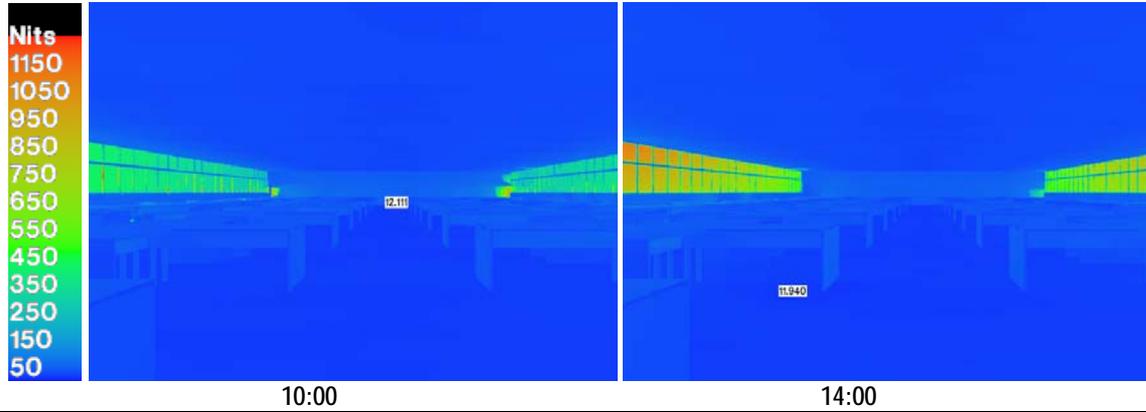
Figura 118 - Variação da luminância da janela, Modelo M2-A, céu intermediário, fachada sul à esquerda.

M2-B

CÉU INTERMEDIÁRIO

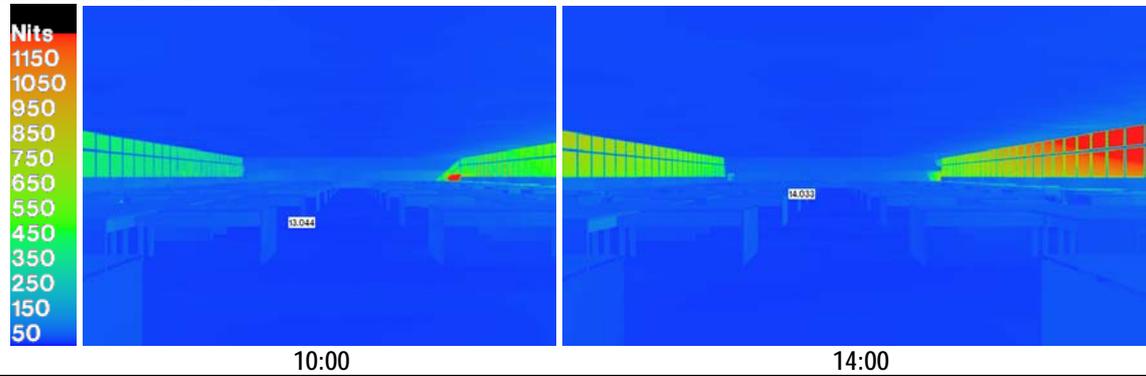
SOLSTÍCIO DE VERÃO – 22 DE DEZEMBRO

Fator de turbidez de Linke: 3.9



SOLSTÍCIO DE INVERNO – 22 DE JUNHO

Fator de turbidez de Linke: 3.2



EQUINÓCIO – 21 DE MARÇO

Fator de turbidez de Linke: 3.9

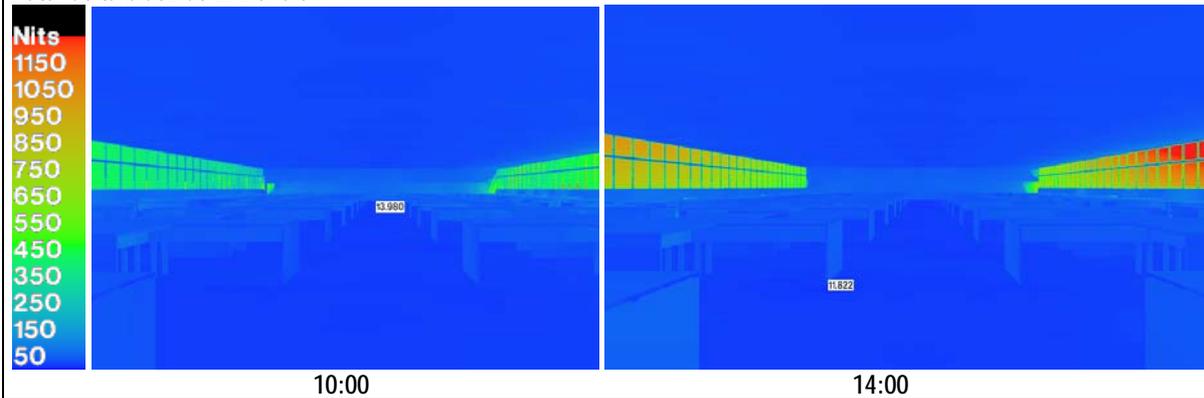


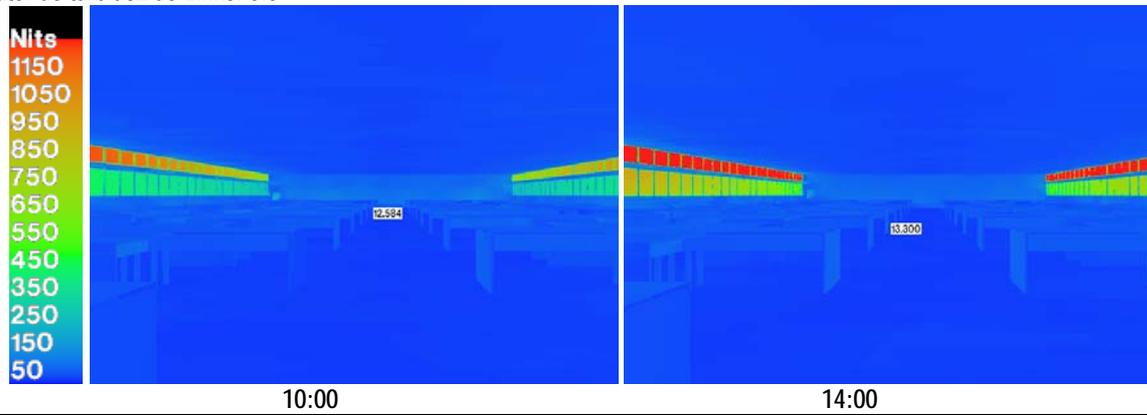
Figura 119 - Variação da luminância da janela, Modelo M2-B céu intermediário, fachada sul à esquerda.

M2-C

CÉU INTERMEDIÁRIO

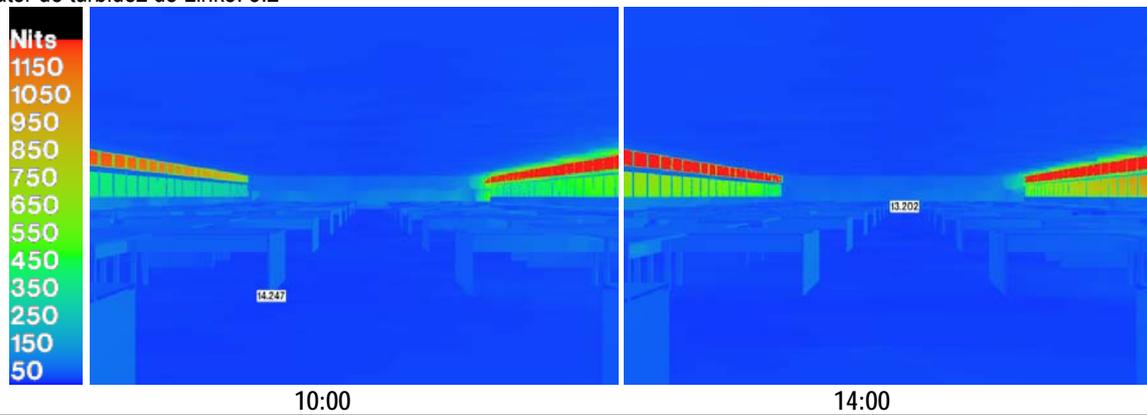
SOLSTÍCIO DE VERÃO – 22 DE DEZEMBRO

Fator de turbidez de Linke: 3.9



SOLSTÍCIO DE INVERNO – 22 DE JUNHO

Fator de turbidez de Linke: 3.2



EQUINÓCIO – 21 DE MARÇO

Fator de turbidez de Linke: 3.9

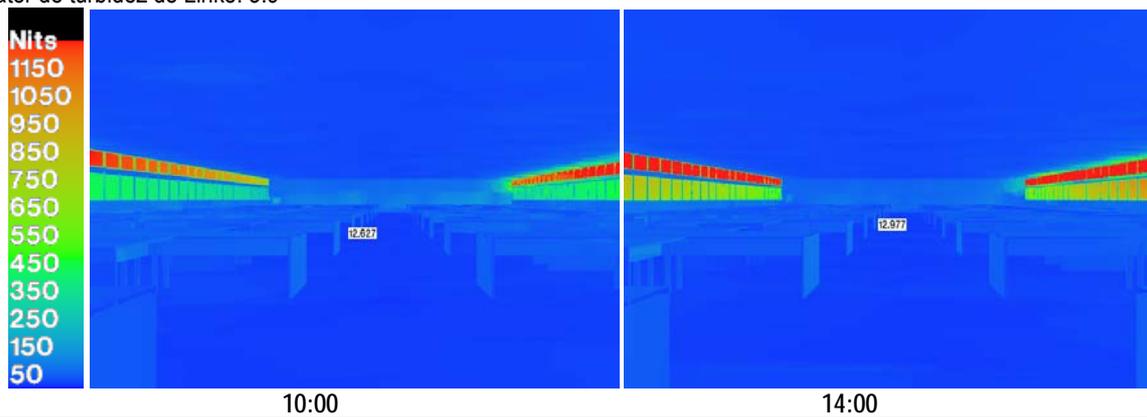


Figura 120 - Variação da luminância da janela, Modelo M2-C, céu intermediário, fachada sul à esquerda.

### 3.6.1.5. Proteção solar.

Os modelos M2-A, e M2-B, por não possuírem elemento sombreador externo, receberão insolação durante todo o ano (Figura 121). No modelo M2-B, o vidro de baixa transmissão luminosa, poderá bloquear uma parcela da radiação solar direta, mas não excluí-la totalmente. O modelo M2-C, com a utilização da prateleira de luz, terá proteção solar em ambas as fachadas, recebendo insolação apenas em horários de baixa altitude solar (Figura 122).

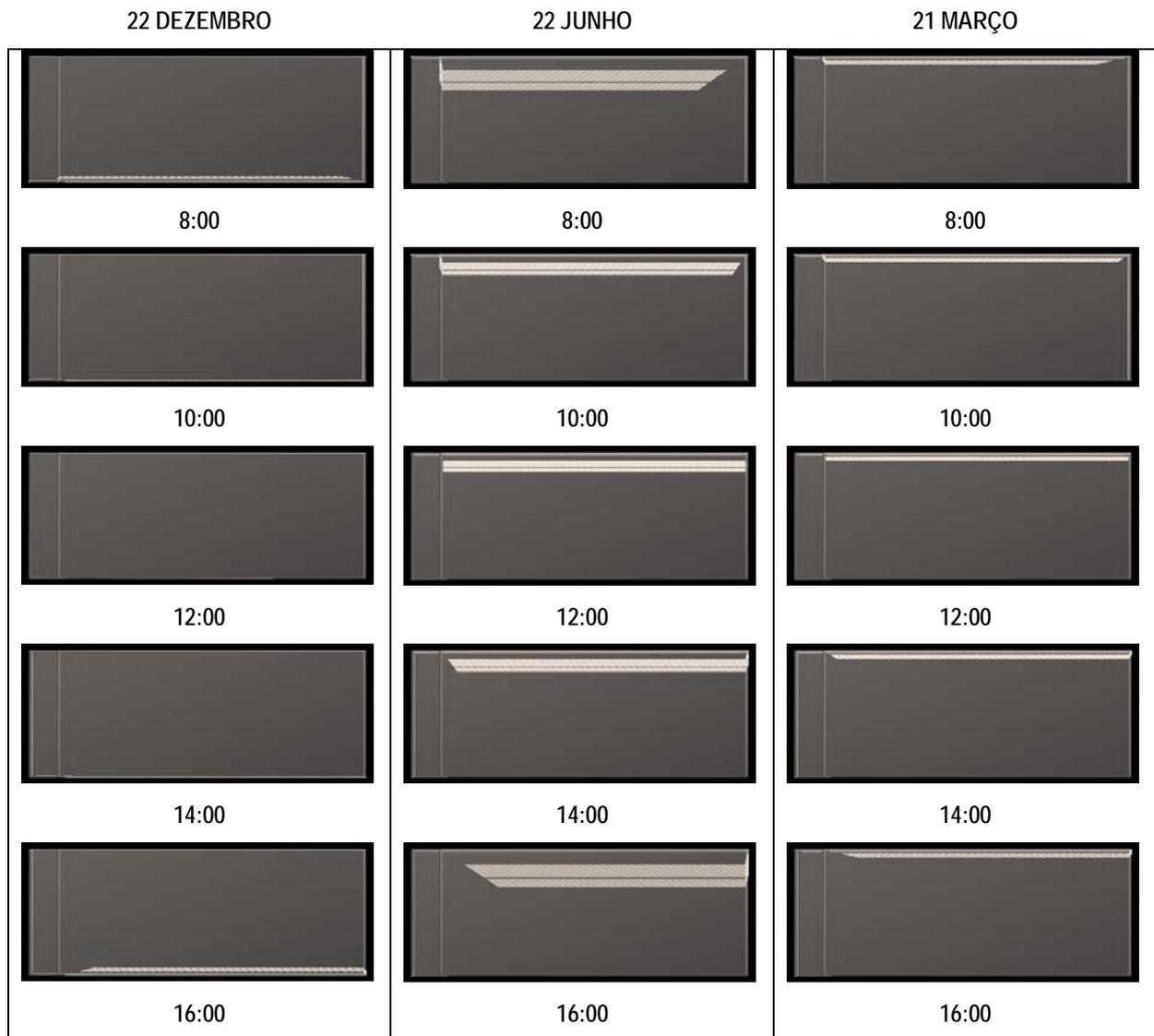


Figura 121 – Penetração solar Modelos M2-A e M2-B

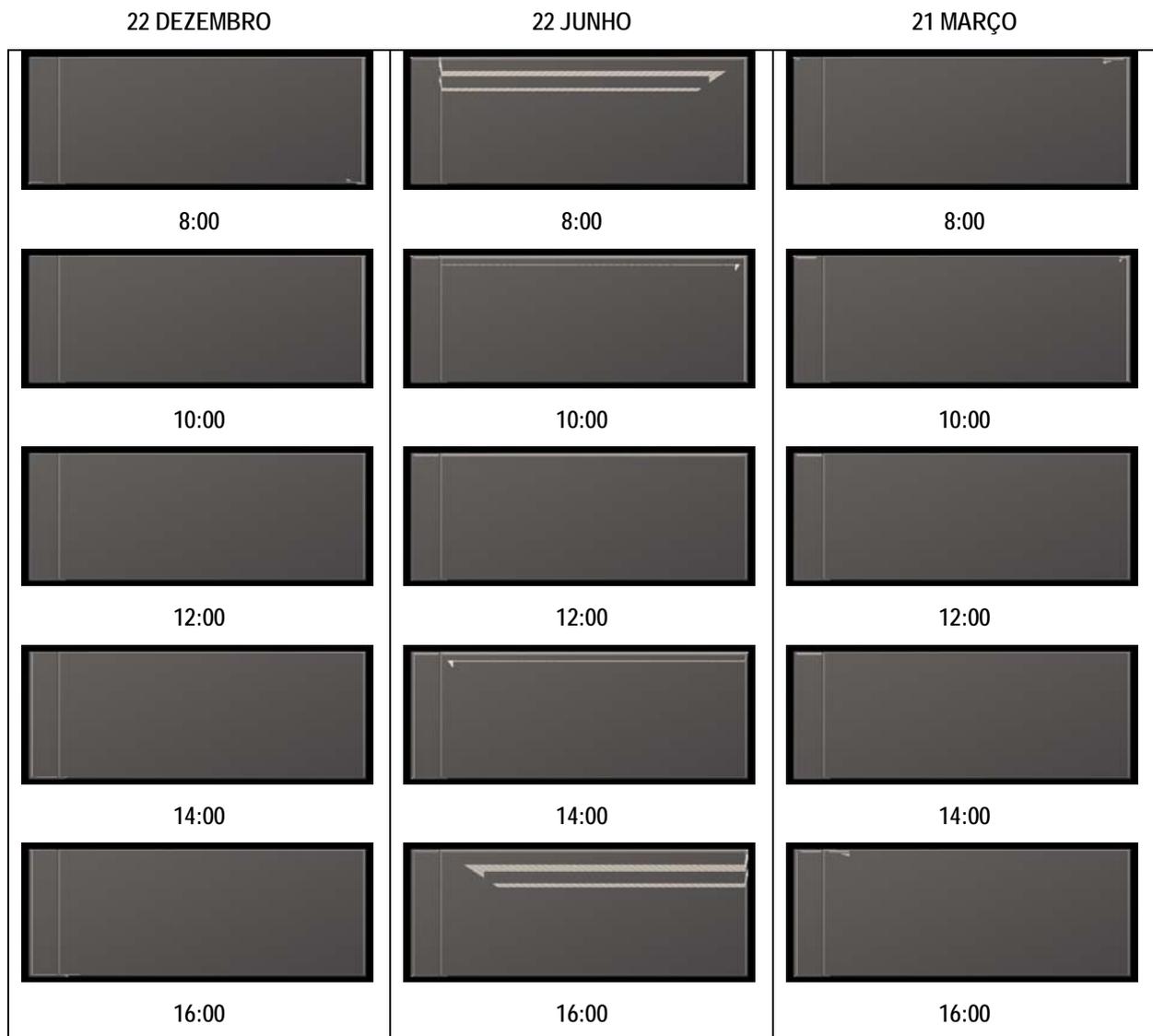


Figura 122 - Penetração solar Modelos M2-C

### 3.6.2. Análise do desempenho dos elementos de proteção solar: Modelos M2-C, M2-D e M2-E



Figura 123 - Vista interna e detalhe modelo M2-C

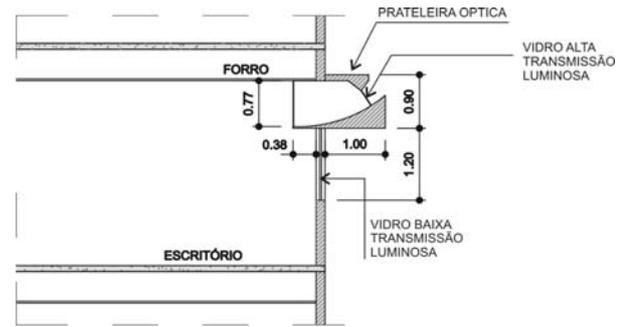


Figura 124 - Vista interna (esquerda) e detalhe (direita) modelo M2-D

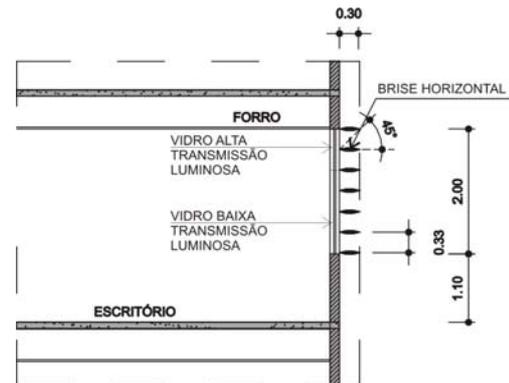


Figura 125 - Vista interna (esquerda) e detalhe (direita) modelo M2-E

### 3.6.2.1. Iluminância

O modelo que apresentou maior eficiência em relação a iluminância foi o modelo M2-C (Tabela 45), com prateleira de luz interna e externa, seguido pelo modelo M2-E com brises horizontais (Tabela 47).

O modelo M2-D, com prateleira óptica, apresentou um desempenho menor (Tabela 46). Esse modelo apresentou níveis elevados de UDI próximos às janelas, porém níveis muito baixos no centro do pavimento. O ponto 4H apresentou UDI de 33% no modelo M1-C, 20% no modelo M2-E e apenas 7% no modelo M2-D. O pior desempenho da prateleira óptica não deve ser generalizado, e pode estar condicionado à geometria da prateleira simulada e do material empregado (alumínio polido) que podem não estar adequados para a situação em questão. Estudos mais aprofundados devem ser efetuados.

No modelo M2-E (brises horizontais) a presença do elemento sombreador na fachada sul contribuiu para a redução da iluminância nesta fachada e redução do tempo de autonomia da luz natural. Toda a porção sul do pavimento apresentou um índice de autonomia da luz natural nulo (Figura 127). Uma vez que a fachada sul, só recebe insolação no verão, a utilização de elementos sombreadores móveis nesta fachada, que possam ser recolhidos nas demais épocas do ano, pode se configurar como uma alternativa para conciliar a necessidade de proteção no verão, sem prejudicar a performance da iluminação natural nas demais épocas do ano.

M2-D		VALORES DE ILUMINÂNCIA (LUX) – COLUNA H (EIXO NORTE-SUL)						
MÊS	HORA	1H	2H	3H	4H	5H	6H	7H
DEZEMBRO	8:00	333	145	77	77	142	289	468
	10:00	310	122	48	64	49	214	650
	12:00	394	154	80	67	68	185	632
	14:00	367	149	58	35	57	196	668
	16:00	296	147	85	48	74	189	603
MARÇO	8:00	378	133	70	53	49	142	340
	10:00	592	291	110	44	42	176	409
	12:00	561	260	107	28	68	117	266
	14:00	685	303	78	35	68	152	380
	16:00	396	188	69	33	56	113	305
JUNHO	8:00	304	142	35	45	47	63	140
	10:00	2634	513	92	99	58	130	285
	12:00	713	368	146	108	78	99	257
	14:00	2662	395	112	54	72	147	276
	16:00	241	179	62	38	26	74	132
UDI		87%	100%	27%	7%	7%	80%	100%
UDA		73%	27%	0%	0%	0%	0%	60%

Tabela 46 - Valores de iluminância, coluna H, modelo M2-D, céu intermediário

M2-E		VALORES DE ILUMINÂNCIA (LUX) – COLUNA H (EIXO NORTE-SUL)						
MÊS	HORA	1H	2H	3H	4H	5H	6H	7H
DEZEMBRO	8:00	118	219	136	22	135	232	197
	10:00	142	198	103	77	140	147	216
	12:00	174	145	72	66	51	114	209
	14:00	210	269	102	65	137	188	276
	16:00	173	218	128	52	157	272	196
MARÇO	8:00	84	380	53	67	41	243	47
	10:00	214	369	84	88	69	224	101
	12:00	295	324	100	80	53	98	106
	14:00	408	258	147	119	123	147	94
	16:00	173	204	122	81	113	148	87
JUNHO	8:00	204	218	120	55	63	127	75
	10:00	494	584	199	128	138	159	98
	12:00	513	421	143	150	147	147	149
	14:00	383	554	258	81	102	81	163
	16:00	124	214	84	52	50	60	46
UDI		93%	100%	73%	20%	60%	80%	60%
UDA		27%	40%	0%	0%	0%	0%	0%

Tabela 47 - Valores de iluminância, coluna H, modelo M2-D, céu intermediário

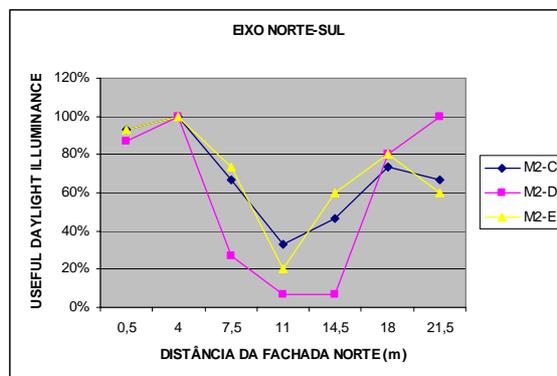


Figura 126 - Gráfico da variação do UDI, modelos M2-C, M2-D e M2-E, céu intermediário

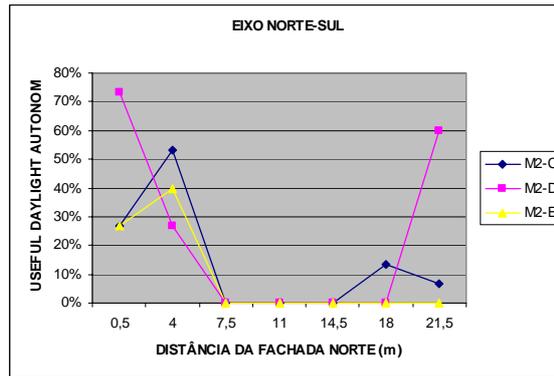


Figura 127 - Gráfico da variação do UDA, modelos M2-C, M2-D e M2-E, céu intermediário

### 3.6.2.2. Uniformidade

O elemento sombreador que apresentou um desempenho mais elevado em relação à uniformidade foi a prateleira interna/externa, seguida do brise horizontal. O pior caso apresentado foi a prateleira óptica. Porém a uniformidade do ambiente, para todos os casos, é bastante reduzida no período de junho. A menor altura solar, no período de inverno, eleva a iluminância em áreas próximas da fachada norte e o elemento sombreador nesta fachada contribui para a diminuição da iluminância excessiva neste local. Porém o elemento sombreador na fachada sul, no período de inverno, reduz excessivamente a iluminância das áreas próximas à fachada sul, no inverno, prejudicando a uniformidade (Figura 128). Como já mencionado anteriormente, a possibilidade de utilização de elemento sombreador móvel na fachada sul, que possa ser utilizado no verão e recolhido no inverno, contribuirá para o equilíbrio da iluminação natural e, portanto maior uniformidade.

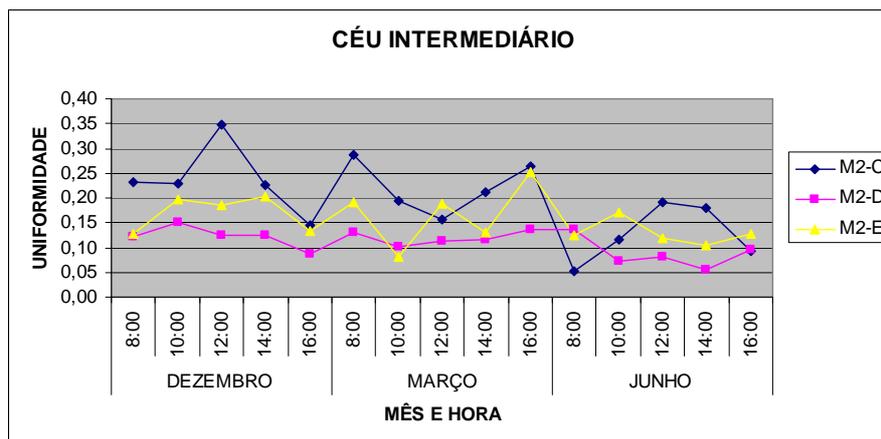


Figura 128 – Gráfico comparativo da uniformidade dos modelos M2-C, M2-D e M2-E

### 3.6.2.3. Luminância da Janela e Ofuscamento

Como as transmissões luminosas utilizadas nos três modelos foram iguais, eles apresentaram desempenhos muito semelhantes, o que demonstra que a luminância da janela depende muito mais da transmissão luminosa do vidro e da visão da abóbada celeste, do que da presença do elemento

sombreador. A luminância da janela é aceitável para condição de céu intermediário com valores abaixo de 850cd/m<sup>2</sup> na parte inferior das janelas.

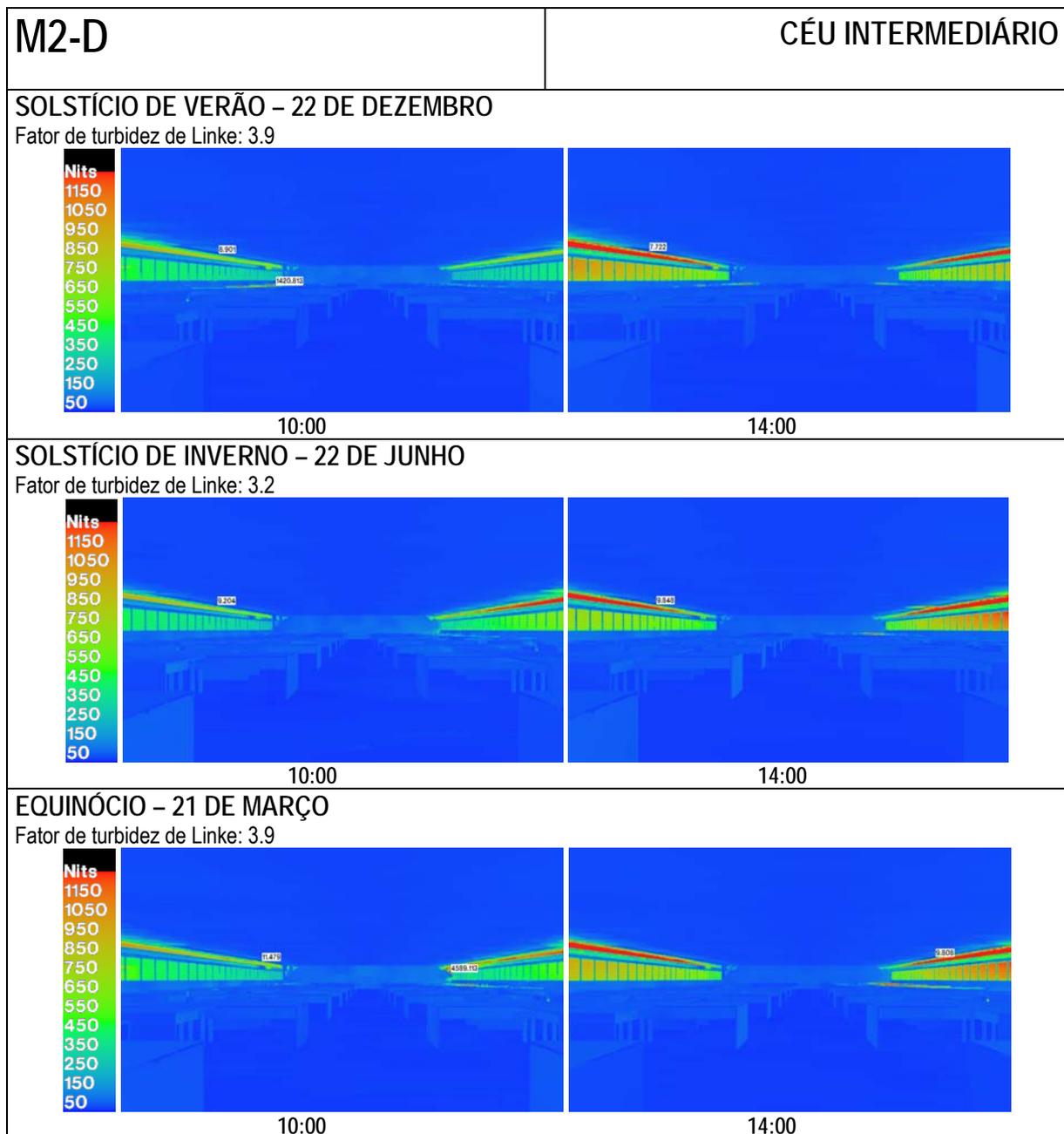


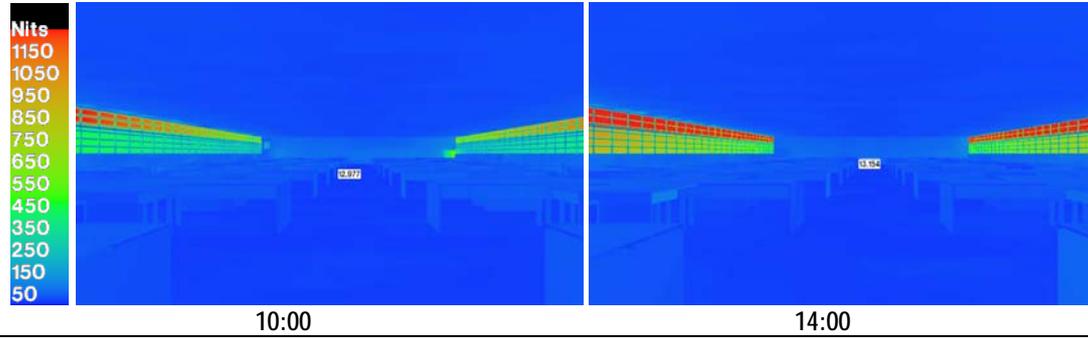
Figura 129 - Variação da luminância da janela, Modelo M2-D, céu intermediário, fachada sul à esquerda.

M2-E

CÉU INTERMEDIÁRIO

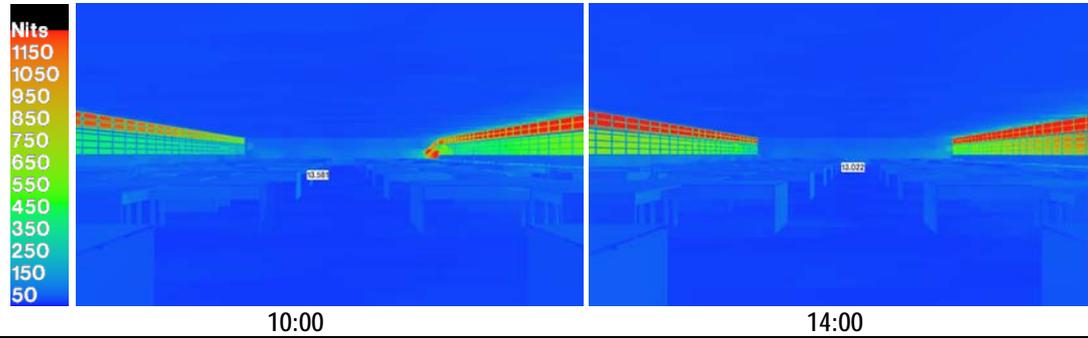
SOLSTÍCIO DE VERÃO – 22 DE DEZEMBRO

Fator de turbidez de Linke: 3.9



SOLSTÍCIO DE INVERNO – 22 DE JUNHO

Fator de turbidez de Linke: 3.2



EQUINÓCIO – 21 DE MARÇO

Fator de turbidez de Linke: 3.9

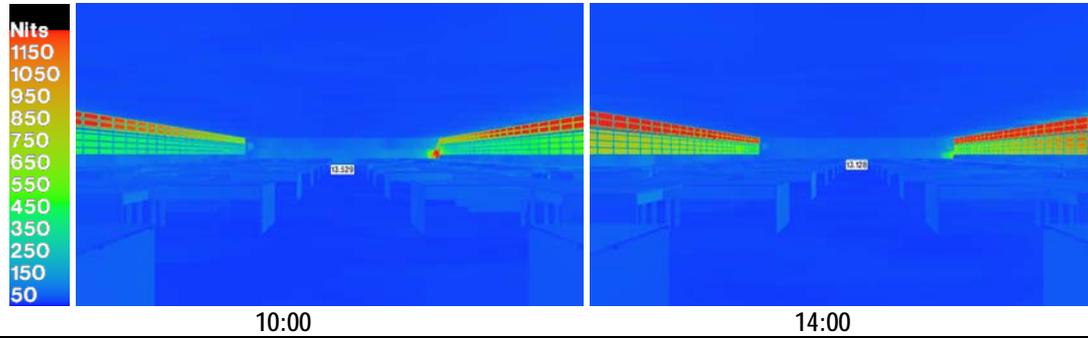


Figura 130 - Variação da luminância da janela, Modelo M2-E, céu intermediário, fachada sul à esquerda.

### 3.6.2.4. Proteção Solar.

A proteção solar dos modelos simulados é bem semelhante, sendo satisfatória para a maioria dos horários com exceção daqueles de altitude solar muito baixa (Figura 131 e Figura 132).



Figura 131 – Penetração solar Modelos M2-D

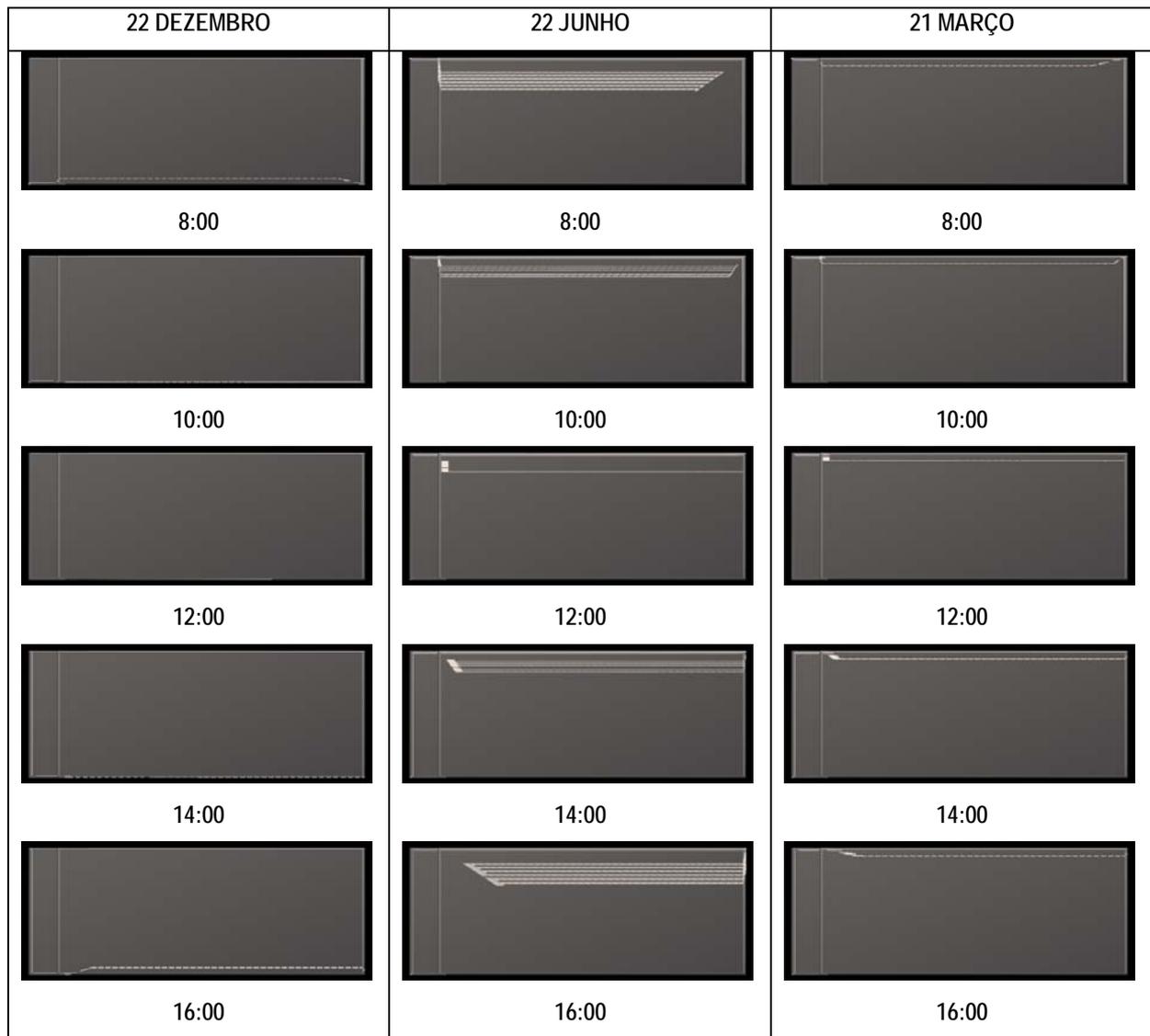


Figura 132 – Penetração solar Modelos M2-E

### 3.6.3. Análise da influência da presença de elemento sombreador distante: Modelo M2-F

A fim de analisar a influência da presença de elemento sombreador distante no desempenho da luz natural foi simulado o modelo M2-F, uma variação do modelo M2-C (com prateleira de luz interna/externa) onde alguns edifícios de mesma altura foram implantados à frente das fachadas norte e sul, a uma distância de 20 metros, conforme Figura 133. Foi adotada uma refletância de 47% para o elemento sombreador distante.

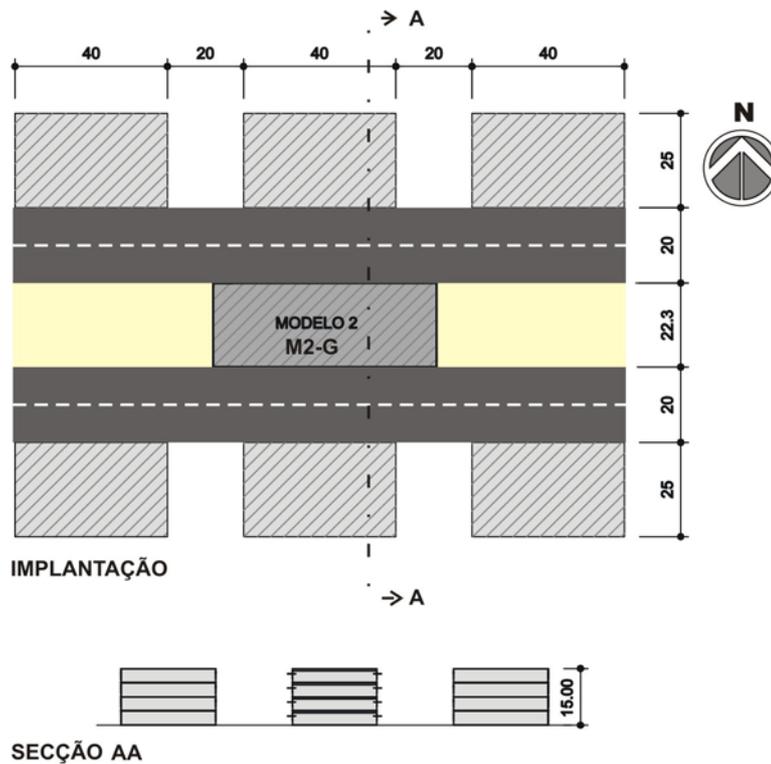


Figura 133 - Implantação hipotética (superior) e seção da rua (inferior) do modelo M2-F

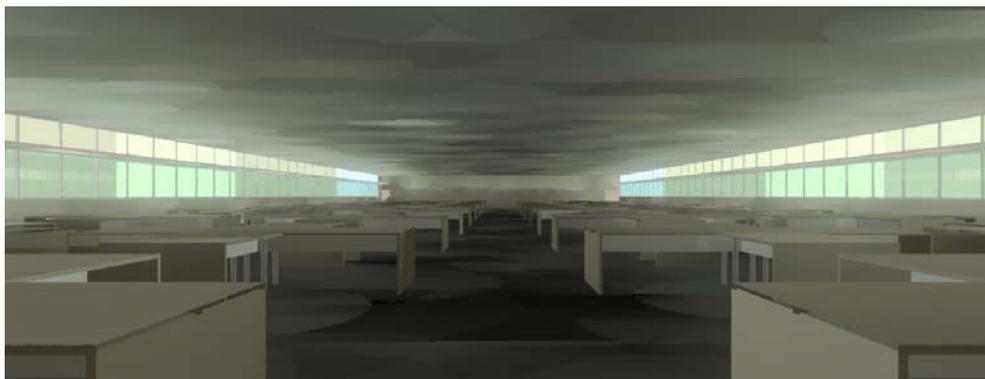


Figura 134 - Vista interna modelo M2-F

### 3.6.3.1. Iluminância

A presença do elemento sombreador distante implicou em uma grande redução dos índices de iluminância útil e iluminância autônoma no modelo M2-F conforme se pode perceber na Figura 135 e 136, principalmente para locais mais afastados das janelas (ponto 3H), onde houve redução de até 67% no UDI (Tabela 48).

M2-F		VALORES DE ILUMINÂNCIA (LUX) - COLUNA H (EIXO NORTE-SUL)						
MÊS	HORA	1H	2H	3H	4H	5H	6H	7H
DEZEMBRO	8:00	122	50	64	35	64	130	526
	10:00	129	78	47	16	63	88	134
	12:00	136	78	51	37	39	81	147
	14:00	163	66	58	26	54	119	268
	16:00	89	69	62	47	45	123	373
MARÇO	8:00	148	102	57	29	29	89	106
	10:00	258	167	88	41	71	125	91
	12:00	324	142	69	53	41	100	78
	14:00	307	143	36	46	24	149	97
	16:00	156	156	34	44	35	113	126
JUNHO	8:00	179	1825	40	32	42	40	63
	10:00	368	205	72	33	48	164	82
	12:00	317	191	33	61	84	146	52
	14:00	396	160	58	82	54	57	59
	16:00	78	77	24	23	49	47	35
UDI		87%	60%	0%	0%	0%	60%	47%
UDA		33%	7%	0%	0%	0%	0%	13%

Tabela 48 - Valores de iluminância, coluna H, modelo M2-F, céu intermediário

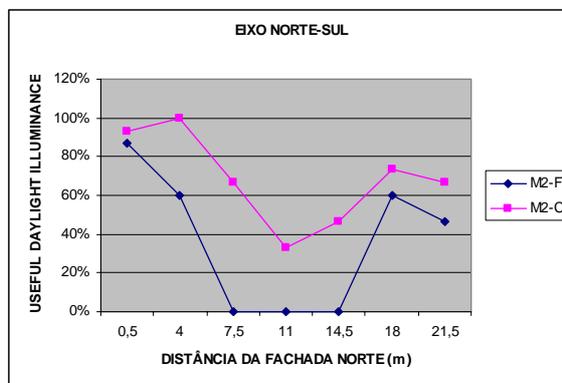


Figura 135 - Gráfico da variação do UDI, modelos M2-C e M2-F céu intermediário

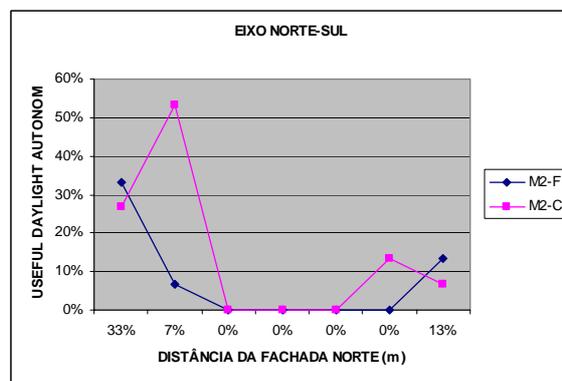


Figura 136 - Gráfico da variação do UDA, modelos M2-C e M2-F, céu intermediário

### 3.6.3.2. Uniformidade

A presença do elemento sombreador distante provocou uma diminuição nos índices de uniformidade do ambiente, principalmente nos meses de dezembro e março (Figura 137).

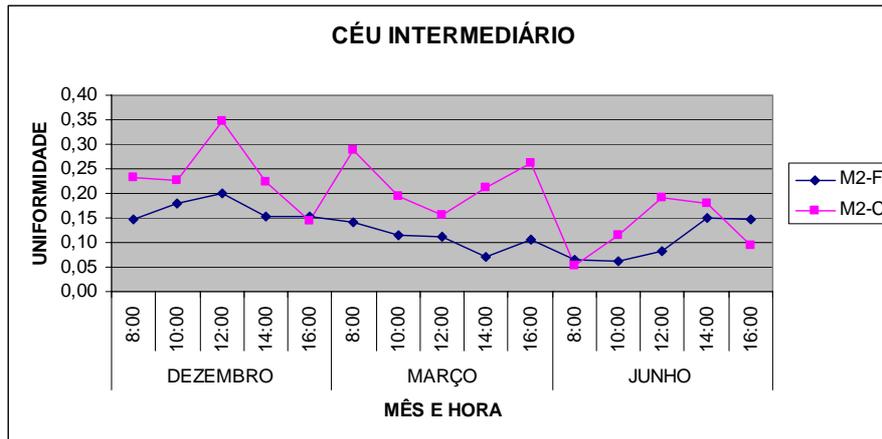


Figura 137 – Gráfico comparativo da Uniformidade Modelos M2-F e M2-C

### 3.6.3.3. Luminância da janela e ofuscamento

A presença do elemento sombreador distante afetou a luminância da janela. Nos locais onde a visão do céu é obstruída pelo elemento sombreador distante a luminância da janela é bastante reduzida. Isso revela a possibilidade de utilizar um vidro na parte inferior das janelas (altura da visão) com maior transmissão visível quando existe a presença de edificações que bloqueiem a visão direta do céu. Esse aumento na transmissão visível possibilitará também o aumento da iluminância utilizável dentro do ambiente, prejudicada pela presença de obstruções externas (Figura 138).

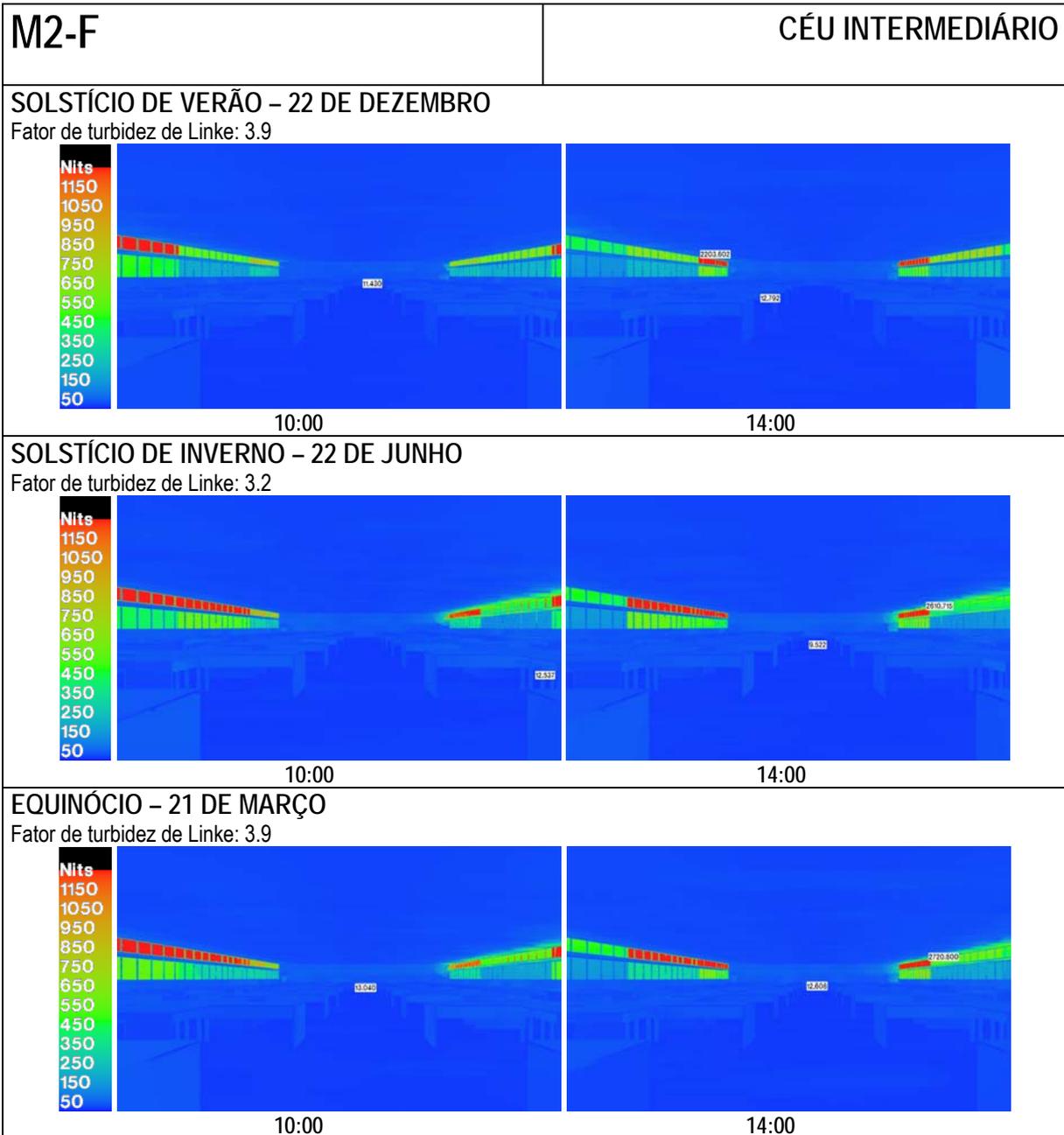


Figura 138 - - Variação da luminância da janela, Modelo M2-F, céu intermediário, fachada sul à esquerda.

### 3.6.3.4. Proteção Solar

O elemento sombreador distante contribuiu para o bloqueio da insolação nos horários de menor altitude solar conforme pode ser percebido na Figura 139.

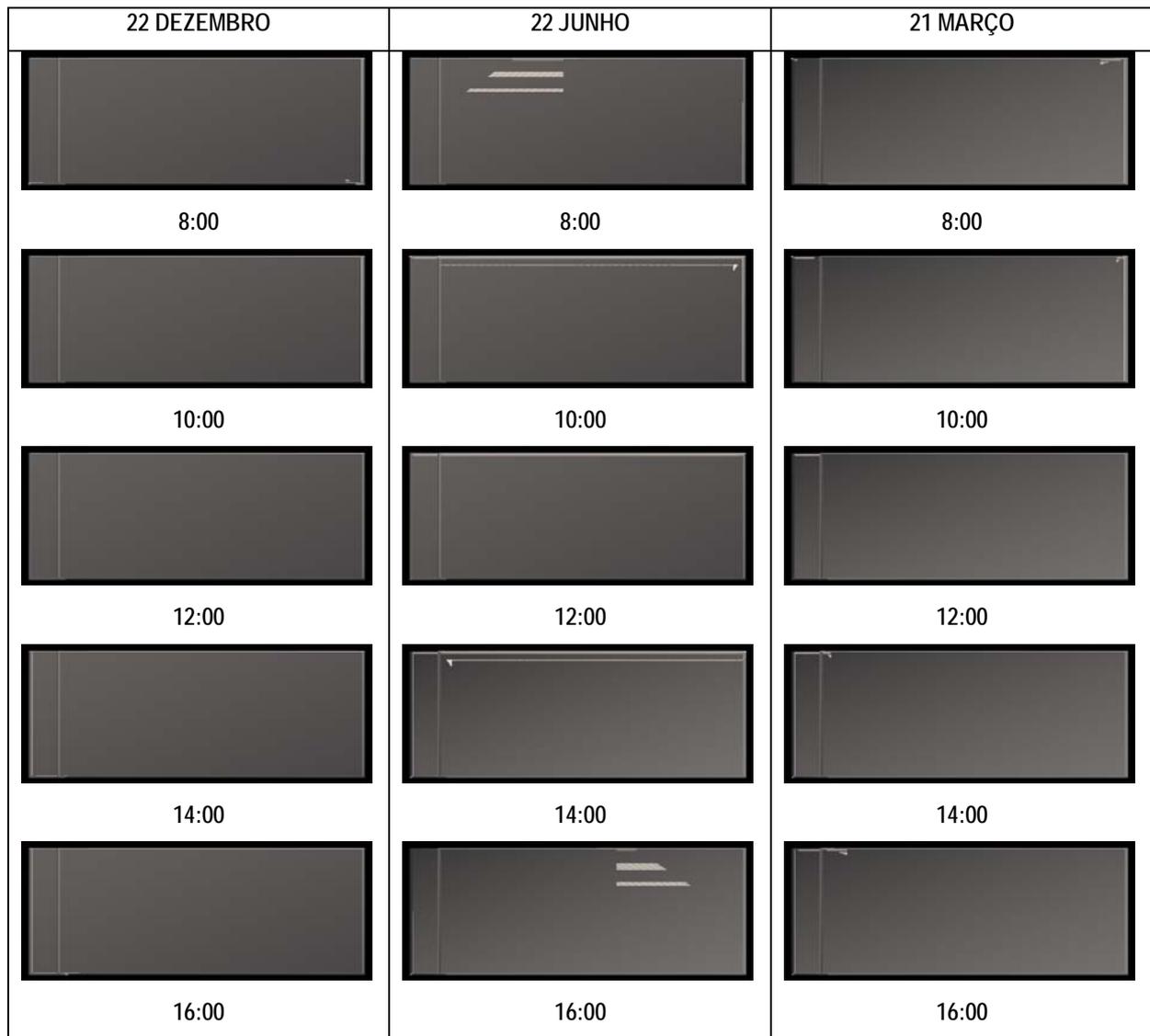


Figura 139 – Penetração solar Modelo M2-F

## 4. CONCLUSÃO

Este trabalho discutiu questões relacionadas ao melhor aproveitamento da luz natural em edifícios de escritórios e analisou as inter-relações entre o projeto de iluminação natural e a qualidade dos espaços administrativos de escritórios, no que diz respeito ao comportamento da luz natural e conforto visual.

Foi desenvolvida uma metodologia para análise da eficiência de um sistema de iluminação natural, através da utilização de simulação computadorizada. Essa metodologia foi então aplicada na análise de dois modelos hipotéticos de escritórios de planta livre, com variações nas dimensões do ambiente, no tipo de vidro empregado e no elemento sombreador.

O software Desktop Radiance mostrou ser uma ferramenta bastante satisfatória para a simulação da luz natural. A grande vantagem da versão Desktop em relação à versão original do software Radiance, é que o mesmo utiliza o ambiente gráfico do Autocad, software largamente utilizado por escritórios de arquitetura. Por esse motivo, seu aprendizado é mais facilitado para arquitetos. A modelagem virtual do espaço arquitetônico pode ser facilmente realizada no software Autocad, desde que haja um treinamento prévio do usuário. É possível construir qualquer tipo de geometria em três dimensões. Uma vez modelado o espaço virtual, a simulação da luz natural, com produção de imagens fotorealísticas, pode ser facilmente realizada no Desktop Radiance.

A desvantagem da versão Desktop Radiance em relação à versão original é que a mesma ainda não possui todas as ferramentas do programa original, como a inserção de dados climáticos locais. A versão Desktop Radiance utiliza três modelos de céu padrão CIE: claro, intermediário e encoberto, sendo necessário calibrar o modelo de céu do software para o local que se deseja simular. Para condição de céu claro o programa apresentou resultados satisfatórios para a cidade do Rio de Janeiro.

A metodologia utilizada para avaliação do desempenho da luz natural através dos índices Iluminância Útil da Luz Natural (*Useful Daylight Illuminance*) e Autonomia Útil da Luz Natural (*Useful Daylight Autonomy*) contribuiu para um melhor entendimento do comportamento da luz natural em um espaço arquitetônico, permitindo avaliar a eficiência do sistema. Tal metodologia necessita de simulações horárias ao longo de um ano. Uma vez construído o modelo virtual a simulação é rápida. Porém a versão Desktop Radiance não permite a simulação horária automaticamente, sendo necessária a entrada de dados para cada hora simulada, o que torna o método um pouco demorado. A criação de rotinas vinculadas ao Software Desktop Radiance que possibilitem a simulação horária

automaticamente para a obtenção dos índices pelo próprio software Desktop Radiance será de grande contribuição para a metodologia em questão e pode ser alvo de trabalhos futuros.

A variação dos resultados encontrados nos diversos modelos simulados reflete a grande influência dos elementos arquitetônicos no desempenho da luz natural em espaços de escritórios, revelando a grande importância da correta especificação dos sistemas de iluminação natural, na fase de concepção da edificação, bem como o correto posicionamento do layout em função da disponibilidade de luz natural.

Foram simulados dois modelos típicos de ambientação de escritórios de planta livre - um com planta quadrada e outro com planta retangular – sob condições de céu semelhantes ao céu do Rio de Janeiro. Dentre as variações simuladas – ausência de elementos sombreadores, brises horizontais, brises verticais e prateleiras de luz - a utilização de elementos sombreadores integrados à fachada de vidro mostrou ser a melhor alternativa para aliar proteção solar com aproveitamento da luz natural. As fachadas simuladas com a presença de elementos sombreadores apresentaram maior eficiência no aproveitamento da luz natural, quando comparada às fachadas sem elementos sombreadores e com vidros de transmissão visível reduzida, prática comum na arquitetura de edifícios de escritórios atualmente no Brasil. Dentre os elementos analisados neste trabalho, a prateleira de luz interna e externa, aliada à utilização conjunta de vidro de alta e baixa transmissão visível, na parte superior e inferior da janela respectivamente, apresentou resultados mais satisfatórios tanto com relação à maior utilização da luz natural, quanto à uniformidade da iluminação no interior do pavimento.

As simulações também revelaram que a presença de elementos sombreadores distantes, como edificações no entorno circundante, exerce grande impacto na disponibilidade. Tais elementos devem ser levados em consideração no momento da especificação do sistema de iluminação natural, principalmente na escolha da transmissão visível dos vidros. A presença de obstruções externas possibilita a utilização de vidro com maior transmissão visível mesmo na altura dos olhos, sem prejuízos no conforto visual.

Sistemas avançados para iluminação natural, tais como painéis prismáticos, laser cut-panel, entre outros, não foram incluídos nas simulações devido à dificuldade em se obter dados técnicos detalhados de tais sistemas que permitissem sua reprodução virtual. Tais simulações poderão ser efetuadas em pesquisas futuras, a fim de avaliar a eficiência dos mesmos para a situação brasileira.

As simulações contemplaram a presença do átrio no modelo de planta quadrada. Na situação simulada a utilização do átrio não contribuiu significativamente para a disponibilidade de luz natural no interior do

ambiente. Tal resultado não deve ser generalizado, mas revela que é necessário analisar previamente o percentual de área destinado ao átrio em função da área do pavimento, se o objetivo do átrio é aumentar a disponibilidade de luz natural. A iluminação proporcionada pelo átrio varia de acordo com a distância do pavimento em relação à abertura zenital, sendo necessário simular cada pavimentos da edificação individualmente, a fim de se obter resultados confiáveis. Outro ponto importante a ser destacado é a necessidade de proteção solar no próprio átrio, a fim de que o mesmo não seja uma fonte de penetração da radiação solar direta e conseqüentemente causador de desconforto. Estudos mais aprofundados a cerca da utilização do átrio em edifícios de escritórios devem ser realizados, pois além da possibilidade de incrementar a disponibilidade de luz natural, o átrio contribui também para a integração visual entre os pavimentos e para a eficiência do sistema de ventilação natural através do efeito chaminé.

Os escritórios de planta livre necessitam de pavimentos com área extensa. As simulações revelaram que promover a uniformidade em áreas muito extensas apenas com a iluminação natural lateral é extremamente difícil e haverá necessidade do auxílio da iluminação artificial. A utilização da planta retangular mostrou ser uma alternativa para melhorar a uniformidade da luz natural em escritórios de planta livre e conseqüentemente diminuir a utilização da iluminação complementar. A planta retangular possibilita ainda o posicionamento de todas mesas de trabalho perpendicularmente as janelas, o que diminui o risco de ofuscamento refletido nas telas dos monitores devido à ausência de janelas às costas do usuário. A planta retangular orientada a norte e sul contribui, portanto para a eficiência da luz natural, uma vez que possibilita um menor risco de ofuscamento refletido e evita a penetração solar indesejável à leste e oeste, caracterizada por baixas alturas solares e conseqüentemente de difícil bloqueio.

A utilização mista dos vidros de alta e baixa transmissão visível, na parte superior e inferior da janela respectivamente, mostrou ser uma boa alternativa para conciliar a necessidade de redução da luminância da janela na altura da visão em ambientes de escritórios, com a possibilidade de maior tempo de utilização da luz natural.

Um sistema de iluminação natural bem projetado contribuiu para a eficiência energética da edificação, uma vez que possibilita um menor tempo de utilização do sistema de iluminação artificial. Uma vez que haja luz natural em níveis satisfatórios no ambiente do escritório, o que significa não haver excessos nem escassez de luz, haverá a possibilidade de integrar o sistema de iluminação artificial à disponibilidade de luz natural, através de controles automatizados que permitem a redução progressiva da quantidade de luz artificial em função da disponibilidade de luz natural.

O conforto, a satisfação do usuário e a eficiência energética da edificação são algumas das principais qualidades de um edifício de alto desempenho. O uso eficiente da luz natural contribui para tais qualidades. Cabe ao arquiteto promover esse uso eficiente através do correto planejamento de sistemas de iluminação natural e artificial. O planejamento de tais sistemas deve estar integrado ao planejamento global da edificação desde sua concepção inicial. Para isso, a utilização de simulações e metodologias de análise são imprescindíveis, uma vez que permitem conhecer previamente o comportamento da luz no espaço a ser edificado, auxiliando as escolhas e as decisões do projeto.

## 5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABNT. Associação Brasileira de Normas Técnicas. NB-57: Iluminância de interiores. Rio de Janeiro: Maio, 1991;

AKASHI, Y; BOYCE, P.R. A field study of illuminance reduction. Energy and Buildings, Volume 38, edição 6, junho 2006. pp. 588-599

AMORIM, C.N.D. "Iluminação natural e eficiência energética – parte II: sistemas inovadores para a luz natural". Periódico eletrônico em Arquitetura e Urbanismo Paranoá, Vol. 4, 2002. Disponível em [http://www.unb.br/fau/pos\\_graduacao/paranoa/paranoa.htm](http://www.unb.br/fau/pos_graduacao/paranoa/paranoa.htm)

ANDRADE, Claudia Miranda. Avaliação da ocupação física em edifícios de escritórios utilizando métodos quali-quantitativos: o estudo de caso da Editora Abril em São Paulo. Dissertação de Mestrado. FAU-USP. São Paulo, 2000.

BAKER, N. V; FANCHIOTTI, A.; STEEMERS K. A.; (Editores) Daylighting in architecture – a european reference book. Commission of the European Communities. James & James Ltda. Londres. 1993

BECK , Andreas et all. Making better use of natural light with a light-redirection double-glazing system. Solar Energy, vol. 66 n°3, pp. 215-221, 2002. Elsevier Science Ltd. Grã Bretanha, 2002.

BOYCE, Peter R.. Human factors in lighting. Taylor & Francis. Londres. 2003

CARLO, Joyce C. AET N° 02/04 Elaboração de regulamentação e classificação de edificações eficientes. Processamento de arquivos climáticos para simulação do desempenho energético de edificações. Florianópolis: LABEEE, USFC. 2005.

CASTRO, Eduardo B. P. Método de auxílio à concepção arquitetônica baseado na análise multicritério e em dados simulados dos comportamentos da edificação. Tese de doutorado (Engenharia mecânica). COPPE. Universidade Federal do Rio de Janeiro. Rio de Janeiro, 2005.

DAYLIGHTING GUIDE FOR CANADIAN COMMERCIAL BUILDINGS. Public Works and Government Services Canada. Enermodal Engineering Limited of Kitchener. Ontário, 2002.

FONSECA, Ingrid Chagas Leite da. Qualidade da luz e sua influência sobre a saúde, o estado de ânimo e comportamento do homem. Dissertação de mestrado. UFRJ/FAU/PROARQ. Rio de Janeiro, 2000.

FONTOYNONT, M. Perceived performance of daylighting systems: Lighting efficacy and agreeableness. *Solar Energy*, vol. 73, n°2, pp. 83-94, 2002. Elsevier Science Ltd. Grã Bretanha, 2002

GALASIU, A.D; ATIF, M.R; MACDONALDS, R.A. Impact of window blinds on daylight-linked dimming and automatic on/off lighting controls. *Solar Energy*, v.76, n°5, pp 523-544. 2004

GALASIU, Anca D.; VEITCH, Jennifer A.; Occupant preferences and satisfaction with the luminous environment and control systems in daylit offices: a literature review. *Energy and Buildings*, 38 pp. 728-742, 2006. Elsevier B. V. 2006

GELLER, H. S (1990). Efficient electricity use. A development strategy from Brazil. American council for a Energy-Efficient Economy, Washigton, DC, 164p

GREENUP, P.J.; EDMONDS, I.R. Test room measurements and computer simulations of the micro-light guiding shade daylight redirecting device. *Solar Energy*, vol. 76, pp. 99-109, 2003. Elsevier Science Ltd. Grã Bretanha, 2003.

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

ILUMINATING ENGINEERING SOCIETY OF NORTH AMERICA. *Lighting Design Handbook*. 9ª edição. New York: IESNA, 2000.

KISCHKOWEIT-LOPIN, Martin. An overview of daylighting systems. *Solar Energy*, vol. 73 n°2, pp. 77-82, 2002. Elsevier Science Ltd. Grã Bretanha, 2002.

LAM, William M. C. *Sunlighting as formgiver for architecture*. Van Nostrand Reinhold Company Inc. New York, 1986

LEE, E.S; SELKOWITZ, S.E. The New York Times Headquarters daylighting mockup: Monitoring performance of the daylighting control system. *Energy and Buildings*, 38 pp. 914-929, 2006. Elsevier B. V. 2006

MAAMARI, F; FONTOYNONT, M; ADRA, N. Application of the CIE test cases to assess the accuracy of lighting computer programs. *Energy and Buildings* 38, 2006, pp 869-877

MARDALJEVIC, J. The Radiance lighting simulation system. *Building Performance (BEPAC)*, EDIÇÃO 2, 6-17. 1999.

BEN. Balanço Energético Nacional. Ministério das Minas e Energias. 2004

NEWSHAM, G.R. Manual control of window blinds and electric lighting: implications for comfort and energy consumption. Institute for Research in Construction. National Research Council Canada. 1994. Disponível em: [www.nrc.ca/irc/ircpubs](http://www.nrc.ca/irc/ircpubs)

NABIL, Azza; MARDALJEVIC, John; Useful Daylight Illuminances: A replacement for daylight factors. *Energy and Buildings* 38, 2006, pp 905-913.

NICOL, Fergun; WILSON, Mike; CHIANCARELLA; Cecília. Using field measurements of desktop illuminance in European offices to investigate its dependence on outdoor conditions and its effect on occupant satisfaction, and use of lights and blinds. *Energy and Buildings* n° 38. pp 802-813. 2006

O'CONNOR, Jenifer; LEE, Eleanor; RUBINSTEIN, Francis; SELKOWITZ, Stephen. Tips for daylighting with windows. The integrated approach. Lawrence Berkeley National Laboratory, LBNL-39945, University of California. California. 1997

OSTERHAUS, Werner K. E; Discomfort glare assessment and prevention for daylight applications in office environments. *Solar Energy* vol. 79 . pp. 140-158, 2005. Elsevier Science Ltd. Grã Bretanha, 2005

PARK, Cheol-Soo; AUGENBROE, Godfried; MESSADI Tahar. Daylighting optimization in smart façade systems. Eighth International IBPSA Conference, 2003.

POHL, W. Daylight and sunshading – new concepts and techniques. Bartenbach LichtLabor. Disponível em: <http://www.bartenbach.com>, visitado em agosto, 2006.

REINHART, C.F. Effects of interior design on the daylight availability in open plan offices. Conference Proceedings of the ACEEE Summer Study on Energy Efficient Buildings, 2002, pp.1-12.

ROBBINS, Claude L. *Daylighting: design and analysis*. Van Nostrand Reinhold Company Inc. New York, 1986

ROCHA, Eunice B; SANTOS, Cynthia M. L; COSTA, Tereza M. F; FARACO, Raquel. *Desenvolvimento e aplicação de uma metodologia de confecção de modelos físicos para predição e avaliação da iluminação natural*. ENTAC 2006. Florianópolis. 2006

RUCK, Nancy et al. *Daylighting in Buildings - A source book on daylighting systems and components*. International Energy Agency (IEA) Solar Heating and Cooling Programme, Energy Conservation in Buildings & Community Systems. Lawrence Berkeley National Laboratory. Berkeley, 2000.

SCARAZATTO, Paulo Sérgio. *Software DLN. Ferramenta para a avaliação da disponibilidade de luz natural como recurso auxiliar no desenvolvimento de projetos de arquitetura*. Revista Lume Arquitetura. n° 10, Out/Nov 2004.

SCARTEZZINI, Jean-Louis, COURRET, Gilles. *Anidolic daylighting systems*. Solar Energy, vol. 73 n°2, pp. 123-135, 2002. Elsevier Science Ltda. Grã Bretanha, 2002.

SCHEER, Sergio; CARON, André M; ITO, Armando L. Yoshio. *Tecnologia de informação utilizada por profissionais de projetos: um levantamento na cidade de Curitiba*. NUTAU, 2006. São Paulo. 2006

SOARES, Joana Carla. *Uma nova geração de edifícios altos: a retomada de valores ambientais na busca de novos paradigmas*. NUTAU, 2004. São Paulo. 2004

STEFFY, Gary R. *Lighting the electronic office*. Van Nostrand Reinhold. Nova York, 1995

SOARES, Joana Carla. *Uma nova geração de edifícios altos: a retomada de valores ambientais na busca de novos paradigmas*. NUTAU, 2004. São Paulo. 2004

SOUTH CALIFORNIA EDISON. *Daylighting. Design brief*. Energy Design Resources. Architectural Energy Corporation, 1999.

SOUZA, Roberta V. G; PEREIRA, Fernando O. R. *Primeira estação de medição de iluminação natural em território brasileiro: análise dos dados dos dois primeiros anos de funcionamento*. Ambiente Construído, v.4, jul/set. 2004. Porto Alegre, 2004.

SUTTER, Yannick et al. The use of shading systems in VDU task offices: A pilot study. Energy and Buildings 38 pp. 780-789, 2006. Elsevier Science Ltd. Grã Bretanha, 2006.

VELDS, Martine. User acceptance studies to evaluate discomfort glare in daylight rooms. Solar Energy vol. 73 n°2 . pp. 95-103, 2002. Elsevier Science Ltd. Grã Bretanha, 2002.

VINE, E.; LEE. E; CLEAR R.;DIBARTOLOMEU, D. ;SELKOWITZ,S.; Office worker response to na automated venetian bínid and eletric lighting system: a pilot study. Energy and Buildings. n°28. pp 205-218. 1998

WARD, G. The Radiance lighting simulation and rendering system. COMPUTER GRAPHICS Proceedings, Annual Conference Series, pp. 459-472. 1994.

ZAMBRANO, Leticia M. de A. A avaliação do desempenho ambiental da edificação: um instrumento de gestão ambiental. Estudo de caso em indústria farmacêutica. Dissertação de mestrado (Arquitetura). Programa de Pós-graduação em Arquitetura– PROARQ. Universidade Federal do Rio de Janeiro. Rio de Janeiro. 2003.

## **ANEXOS**

O trabalho impresso acompanha mídia eletrônica (cd-rom) contendo os seguintes anexos:

### **a) ANEXO 01 – Simulações de Luminâncias**

Simulações de Luminâncias realizadas no software Desktop Radiance para as variantes do Modelo 1 e Modelo 2, nas condições de céu claro, intermediário e encoberto.

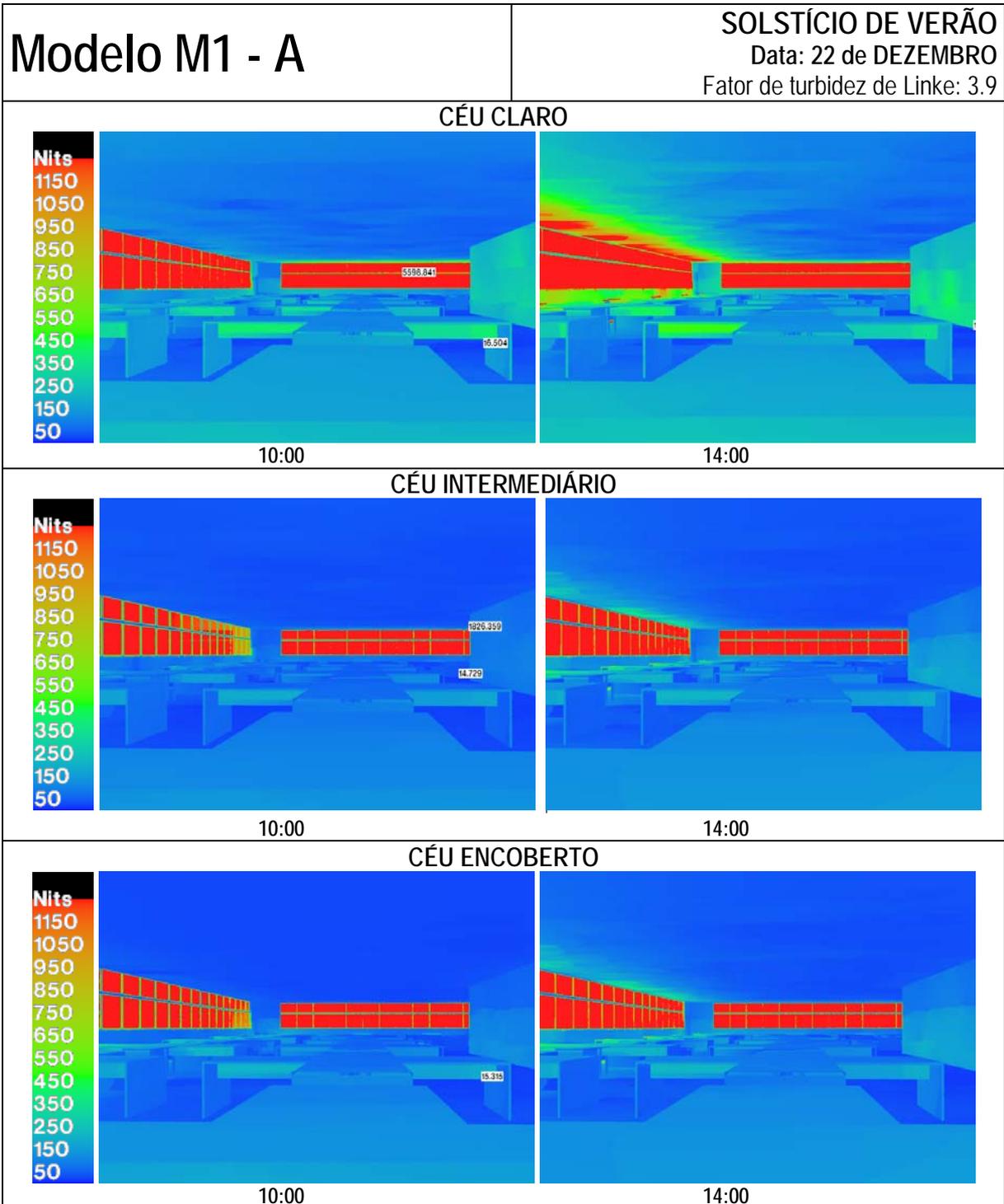
### **b) ANEXO 02 – Simulações de Iluminâncias**

Tabelas com simulações de iluminâncias em todos os pontos da malha, para as variantes do Modelo 1 e Modelo 2, efetuadas no software Desktop Radiance, nas condições de céu claro, intermediário e encoberto.

**ANEXOS DO CD-ROM**

**ANEXO -01**  
Simulações de Luminâncias

# ANEXO 01 - Simulações de Luminância



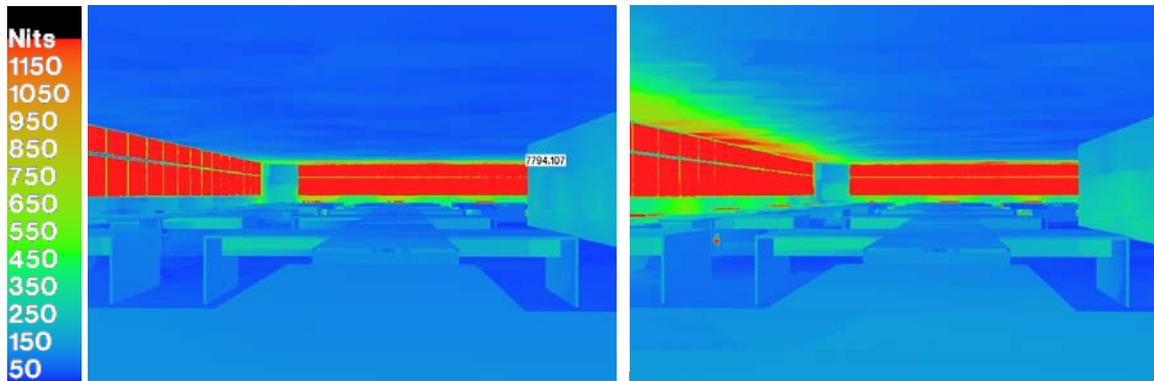
# Modelo M1 - A

SOLSTÍCIO DE INVERNO

Data: 22 de JUNHO

Fator de turbidez de Linke:3.2

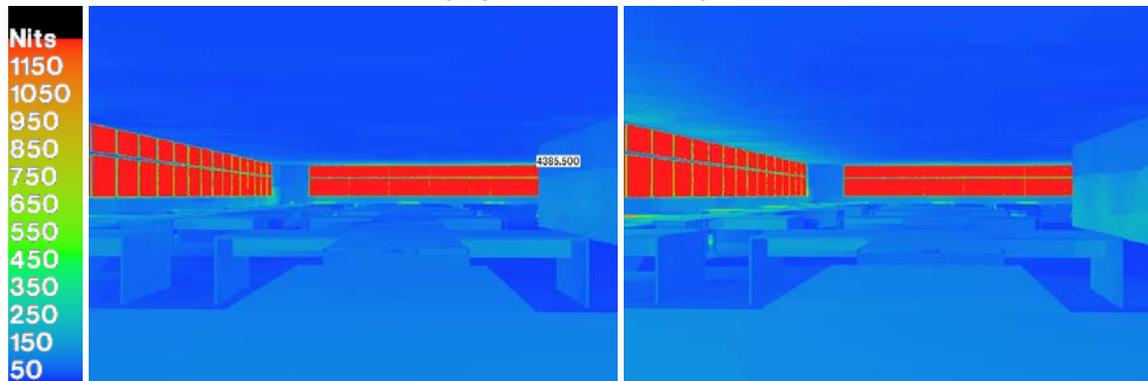
## CÉU CLARO



10:00

14:00

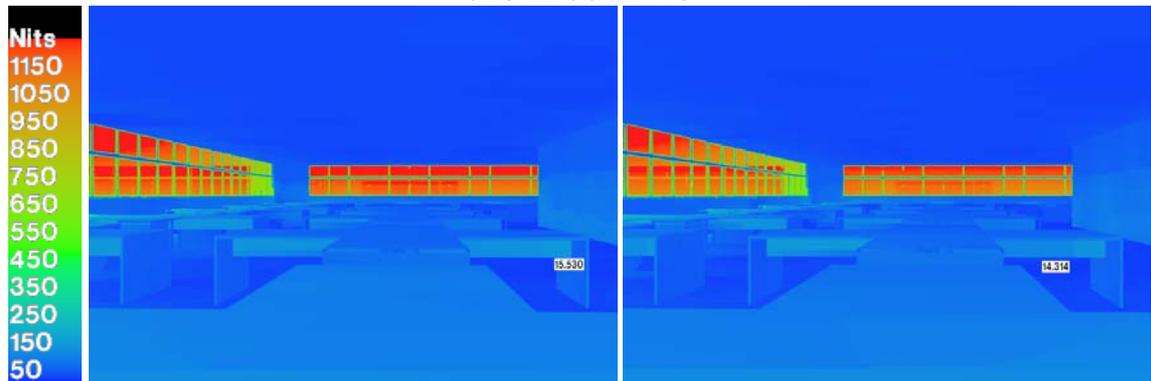
## CÉU INTERMEDIÁRIO



10:00

14:00

## CÉU ENCOBERTO



10:00

14:00

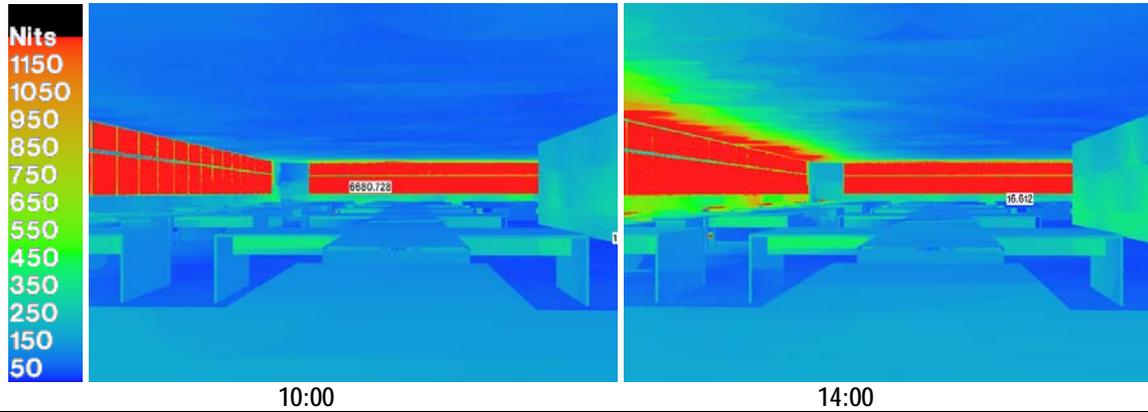
# Modelo M1 - A

EQUINÓCIO

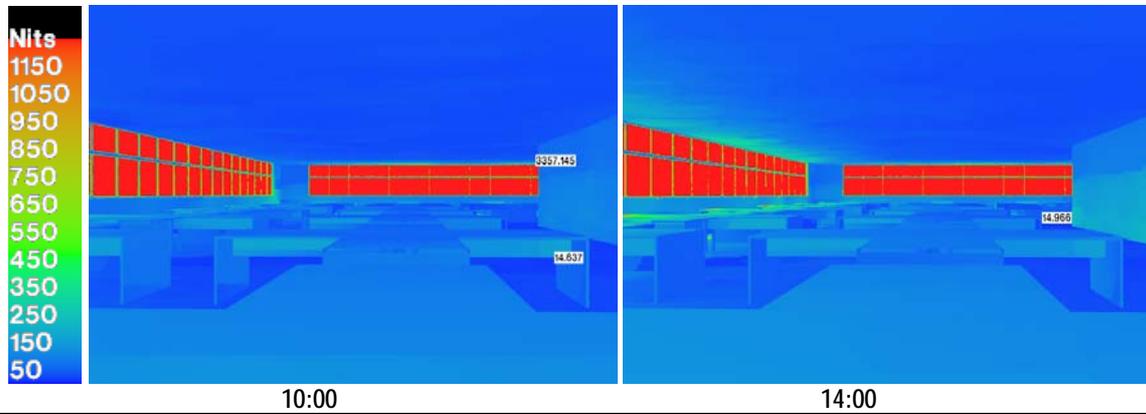
Data: 21 de MARÇO

Fator de turbidez de Linke: 3.9

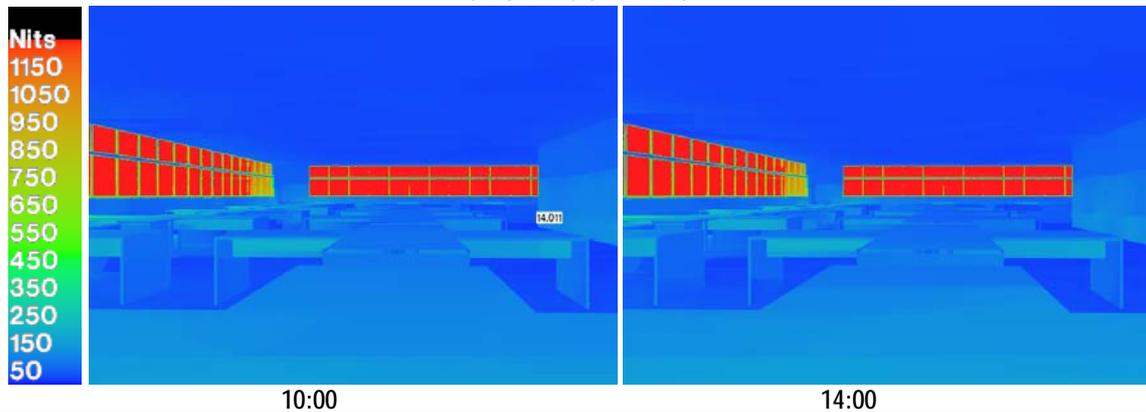
## CÉU CLARO



## CÉU INTERMEDIÁRIO



## CÉU ENCOBERTO



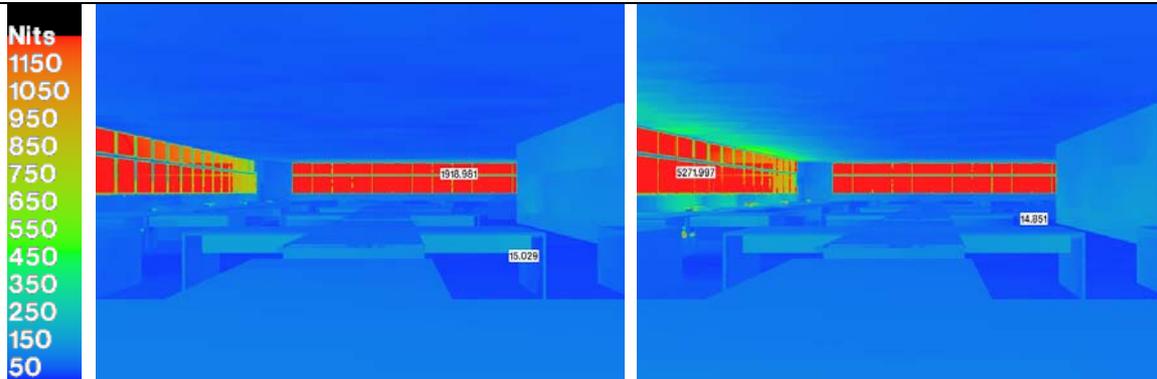
# Modelo M1 - B

SOLSTÍCIO DE VERÃO

Data: 22 de DEZEMBRO

Fator de turbidez de Linke: 3.9

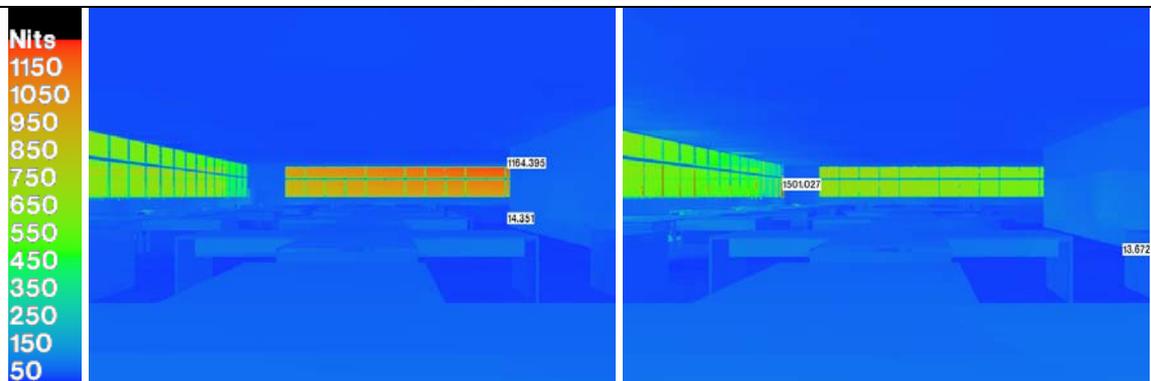
## CÉU CLARO



10:00

14:00

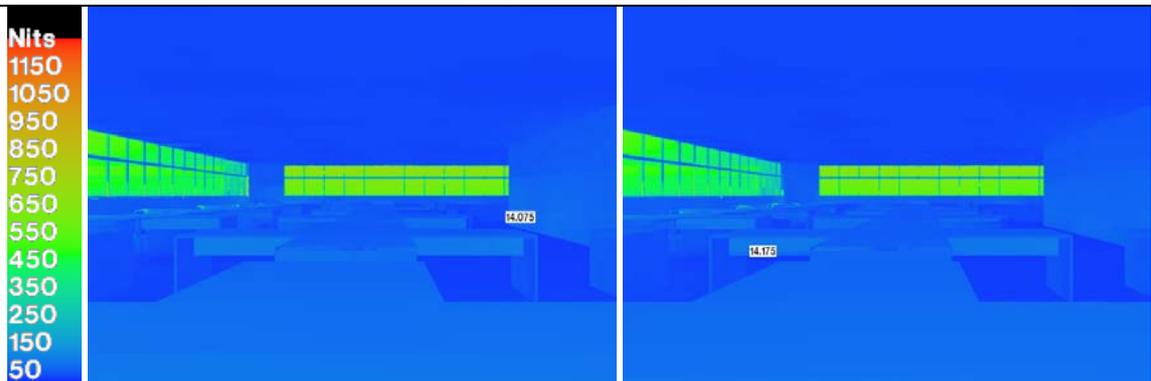
## CÉU INTERMEDIÁRIO



10:00

14:00

## CÉU ENCOBERTO



10:00

14:00

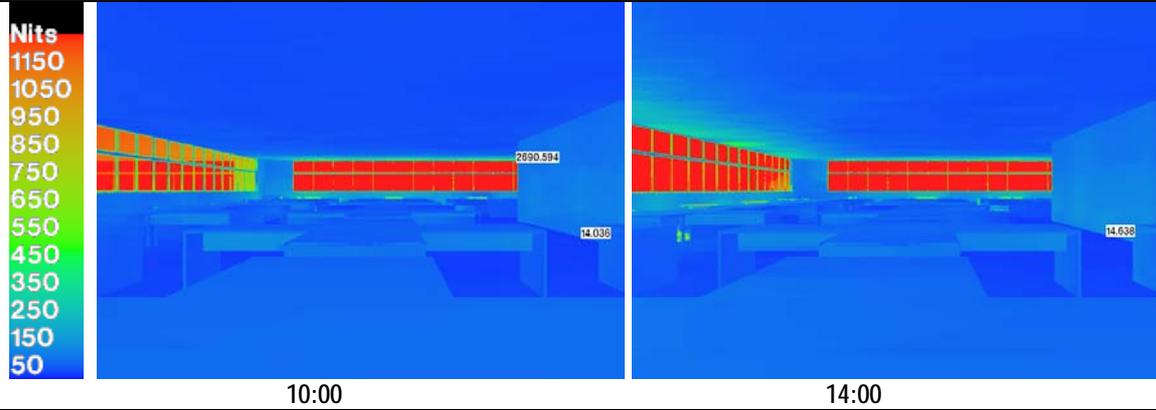
M1 - B

SOLSTÍCIO DE INVERNO

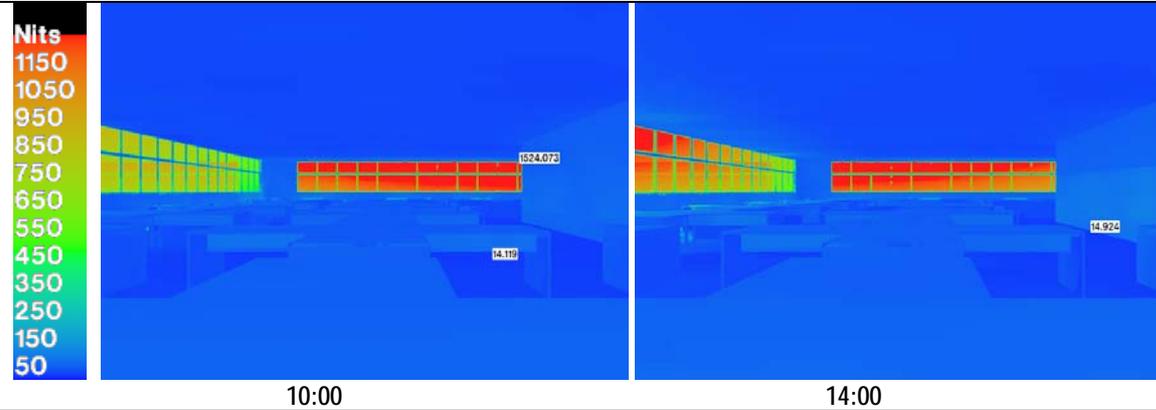
Data: 22 de JUNHO

Fator de turbidez de Linke:3.2

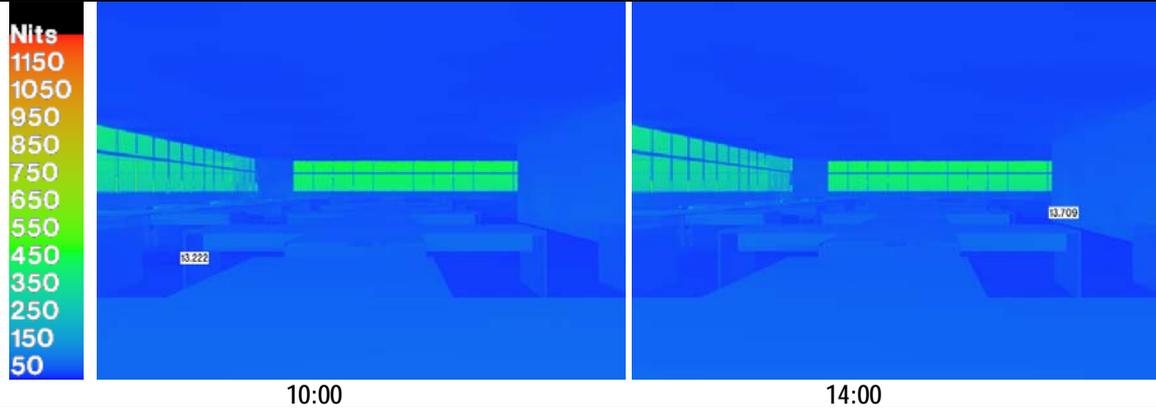
CÉU CLARO



CÉU INTERMEDIÁRIO



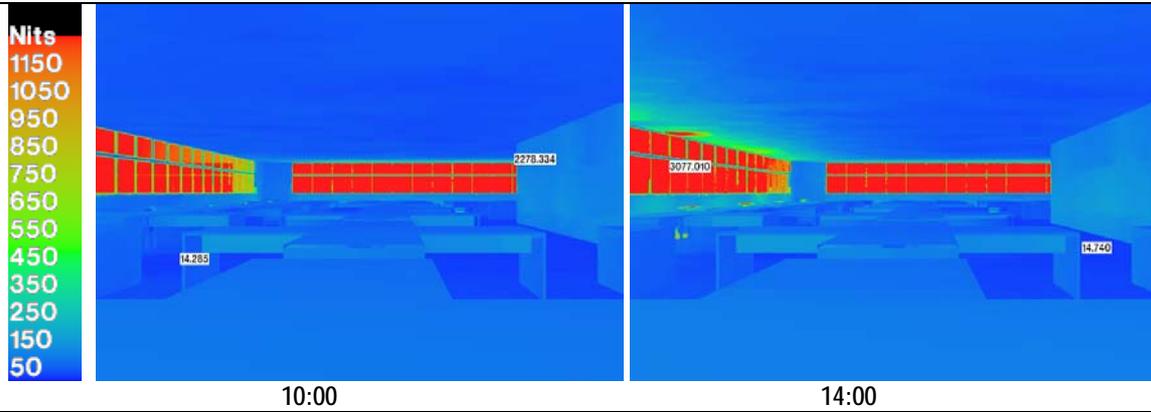
CÉU ENCOBERTO



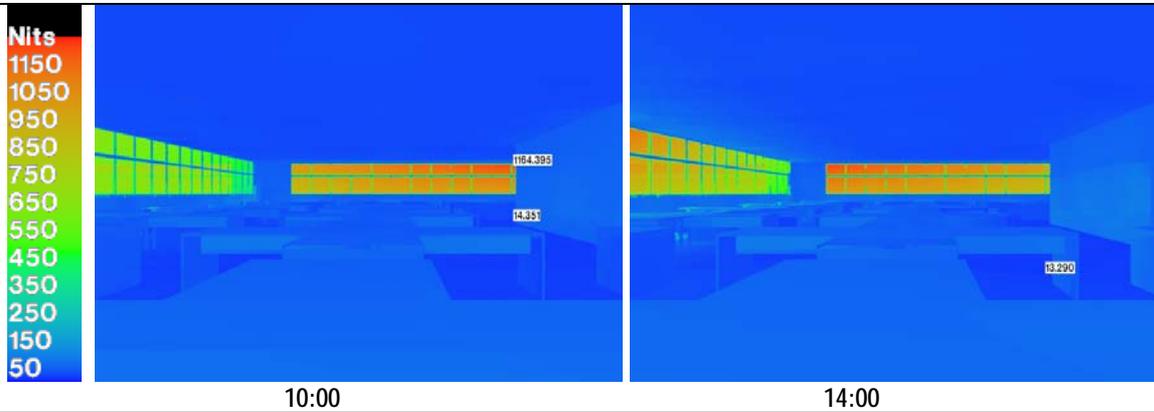
# Modelo M1 - B

EQUINÓCIO  
Data: 21 de MARÇO  
Fator de turbidez de Linke: 3.9

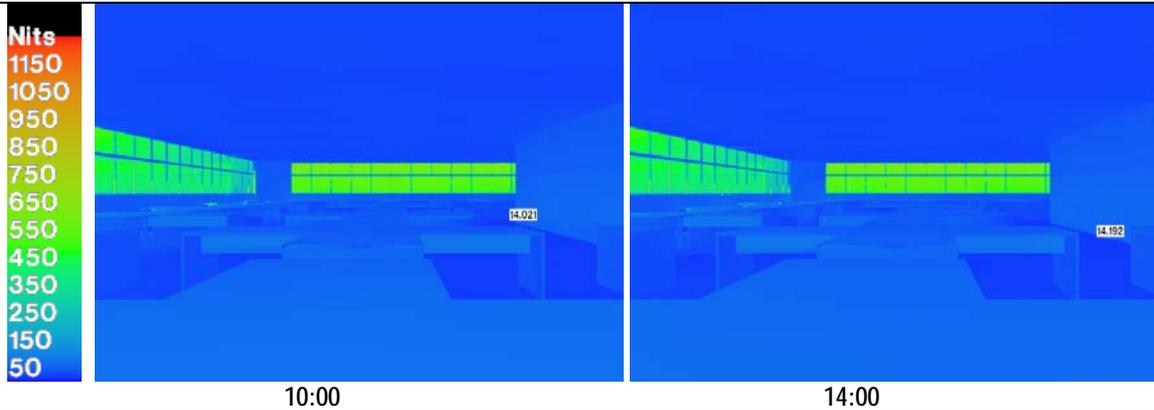
## CÉU CLARO



## CÉU INTERMEDIÁRIO



## CÉU ENCOBERTO



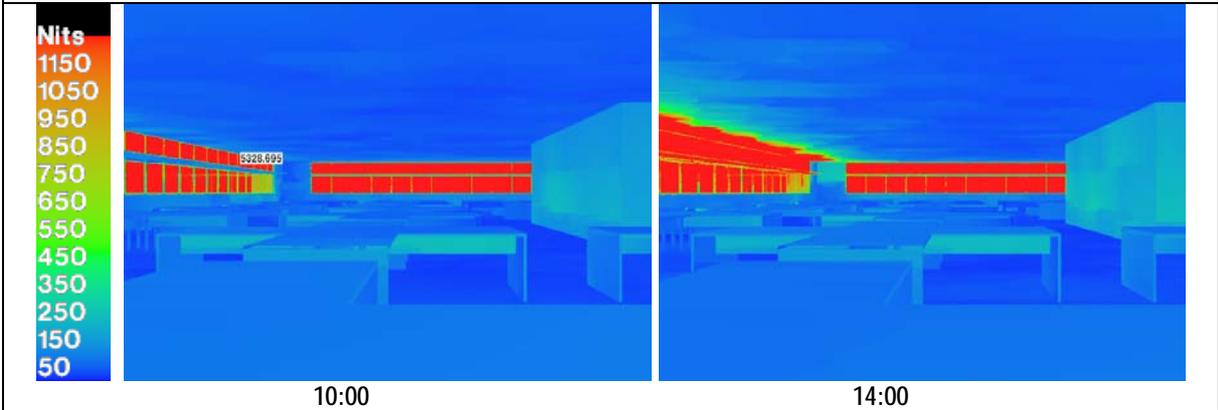
# Modelo M1 - C

SOLSTÍCIO DE VERÃO

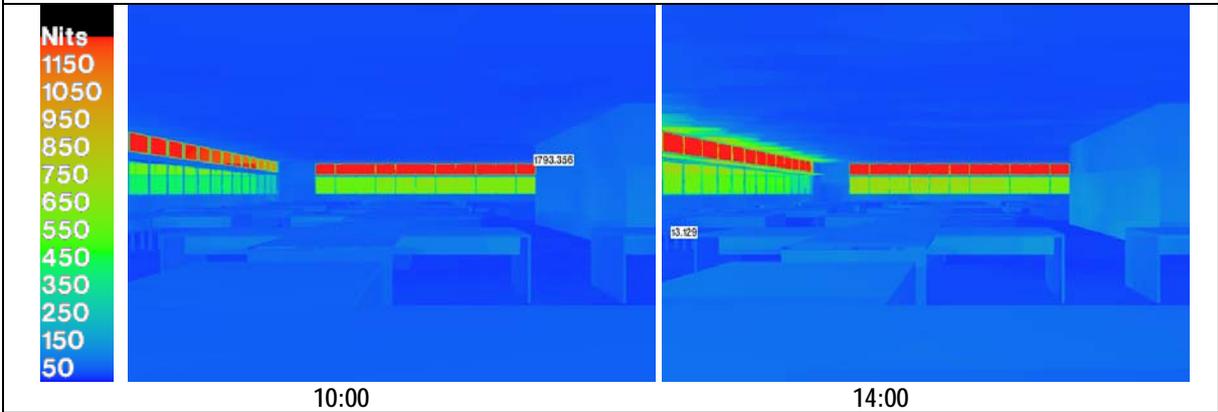
Data: 22 de DEZEMBRO

Fator de turbidez de Linke: 3.9

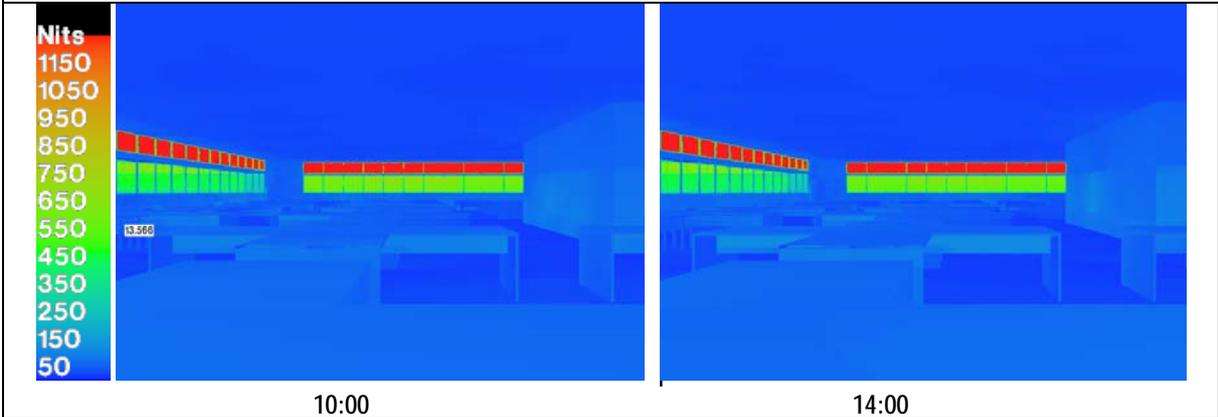
## CÉU CLARO



## CÉU INTERMEDIÁRIO



## CÉU ENCOBERTO



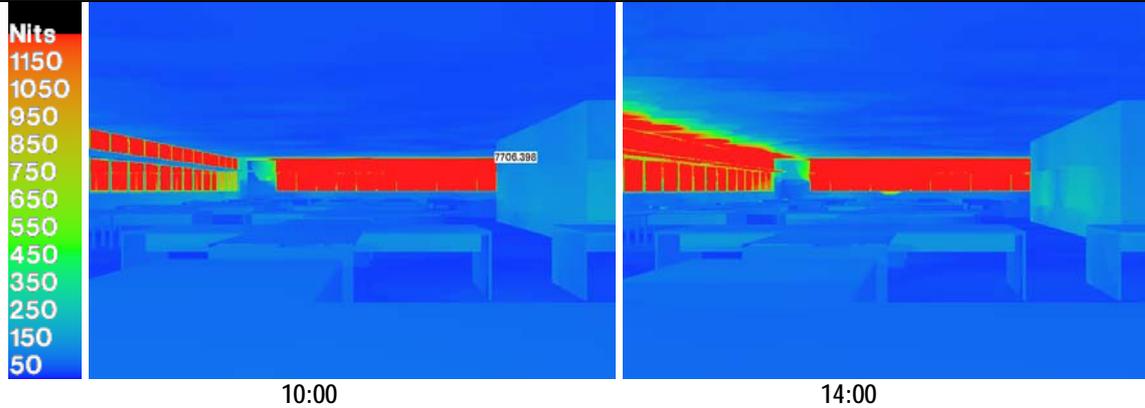
# Modelo M1 - C

SOLSTÍCIO DE INVERNO

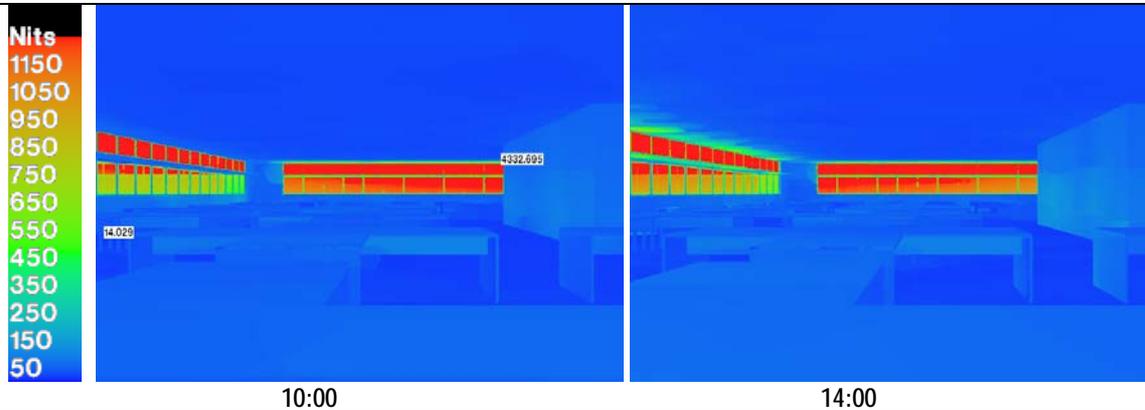
Data: 22 de JUNHO

Fator de turbidez de Linke:3.2

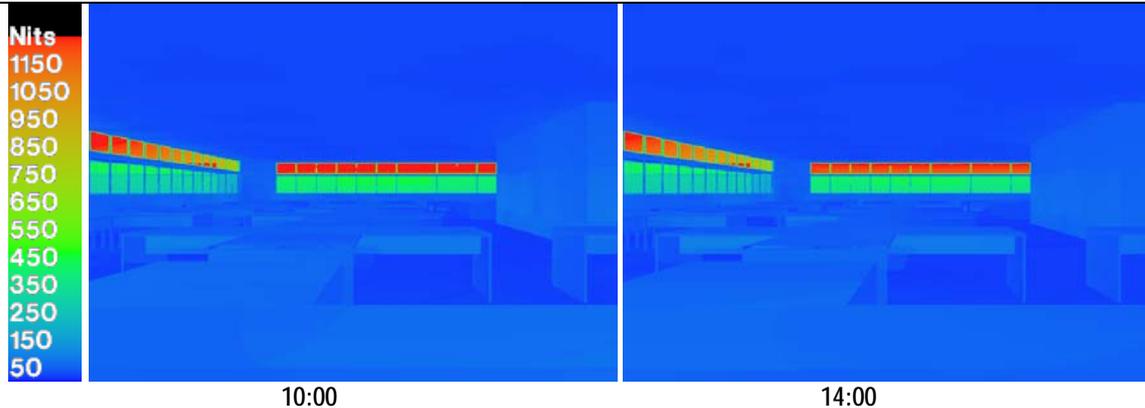
## CÉU CLARO



## CÉU INTERMEDIÁRIO



## CÉU ENCOBERTO



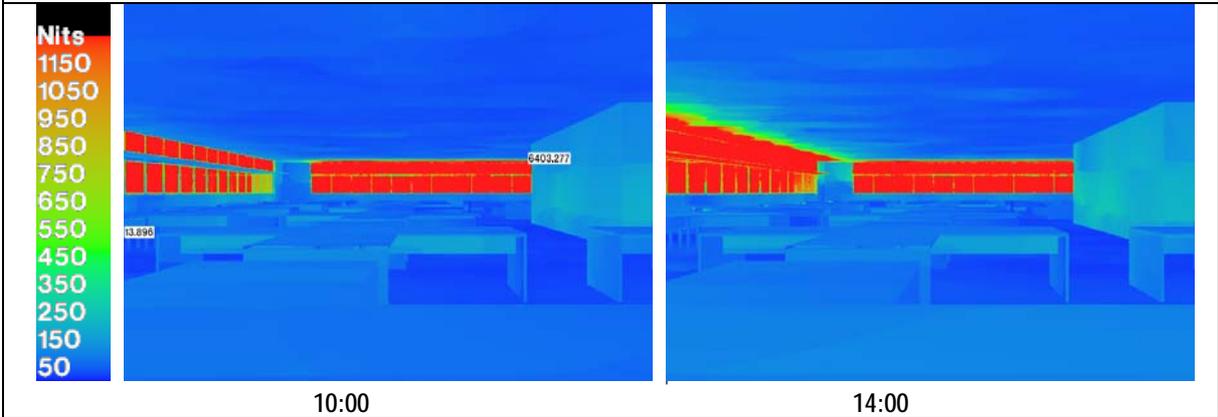
# Modelo M1 - C

EQUINÓCIO

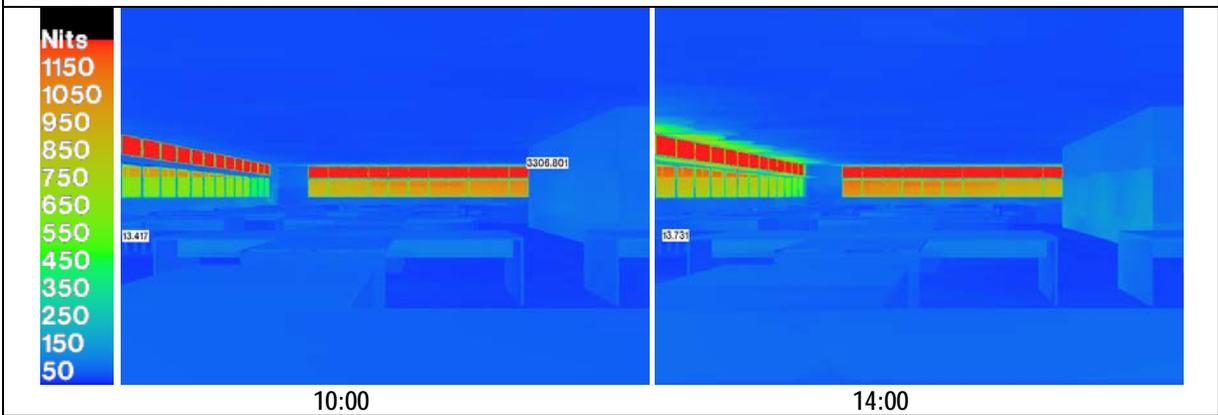
Data: 21 de MARÇO

Fator de turbidez de Linke: 3.9

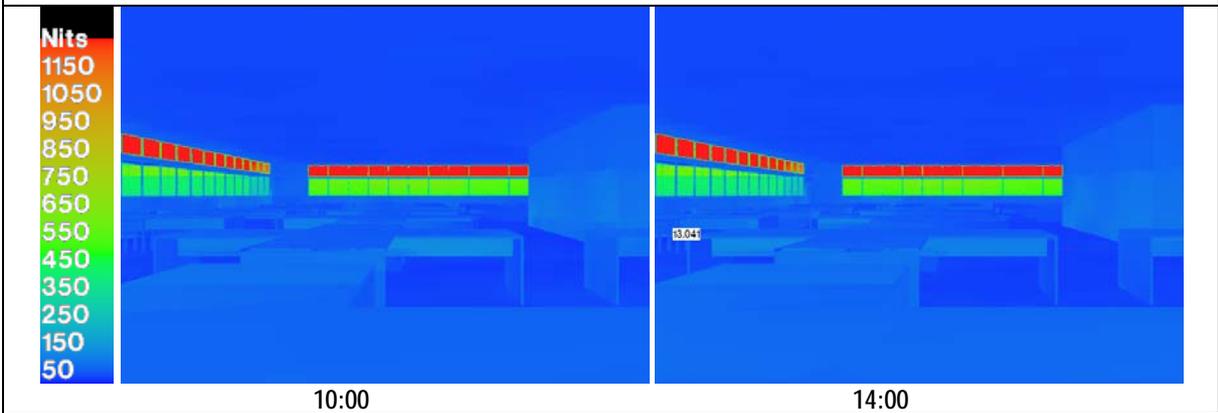
## CÉU CLARO



## CÉU INTERMEDIÁRIO



## CÉU ENCOBERTO



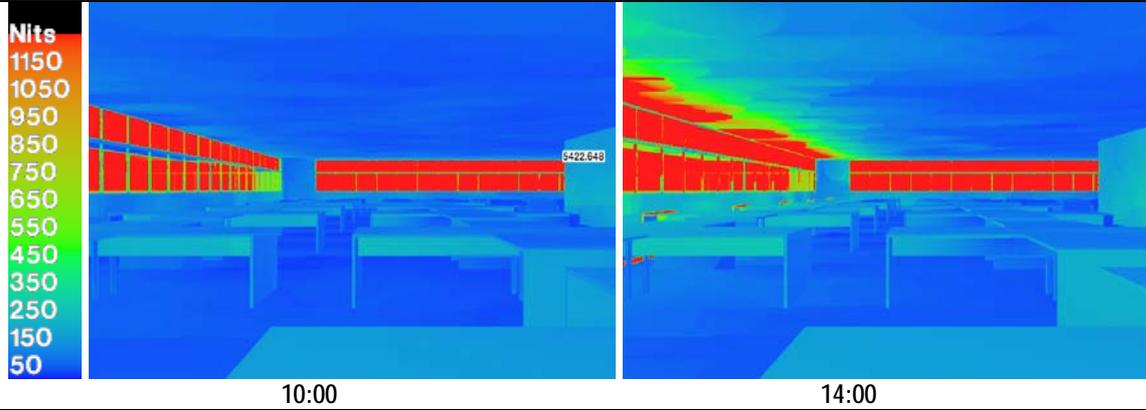
# Modelo M1 - D

SOLSTÍCIO DE VERÃO

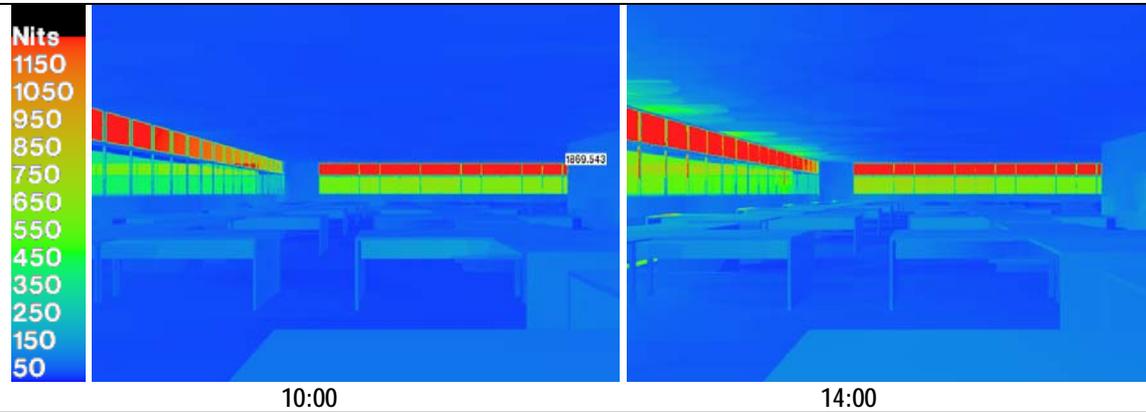
Data: 22 de DEZEMBRO

Fator de turbidez de Linke: 3.9

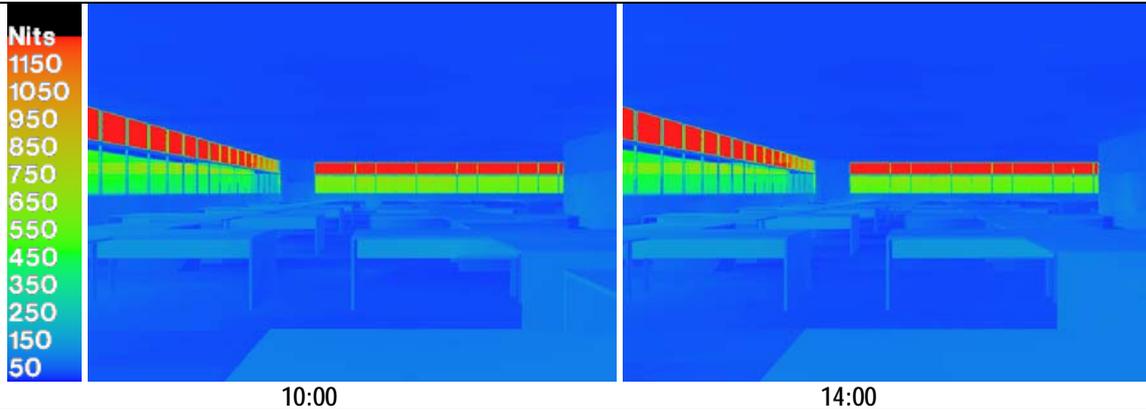
## CÉU CLARO



## CÉU INTERMEDIÁRIO



## CÉU ENCOBERTO



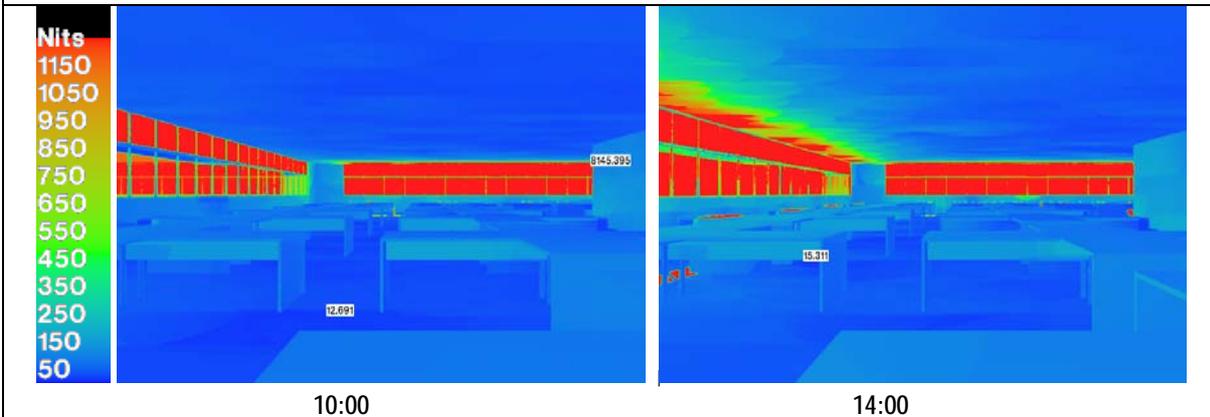
# Modelo M1 - D

SOLSTÍCIO DE INVERNO

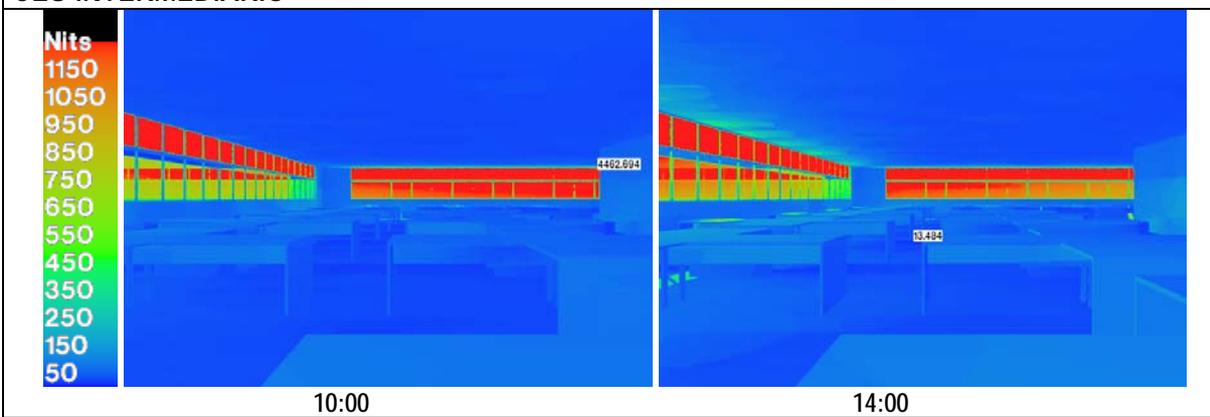
Data: 22 de JUNHO

Fator de turbidez de Linke:3.2

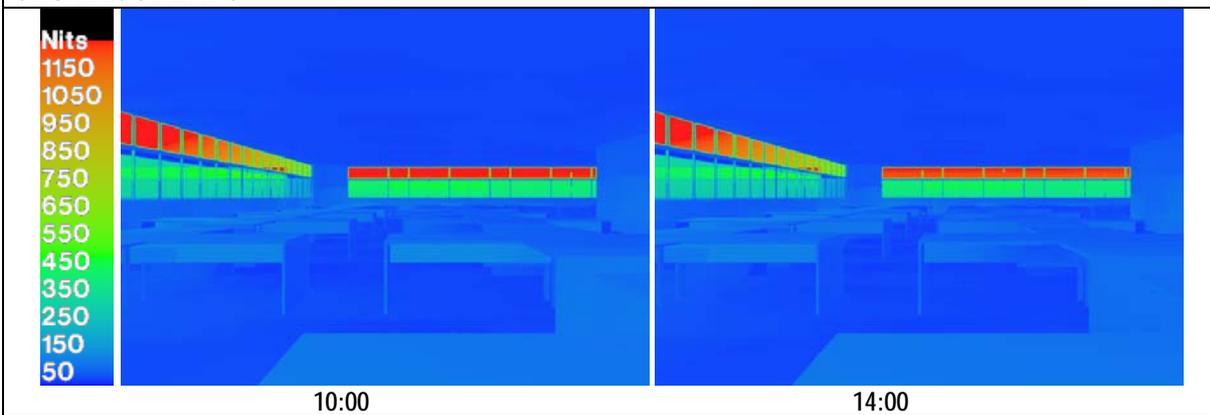
## CÉU CLARO



## CÉU INTERMEDIÁRIO



## CÉU ENCOBERTO



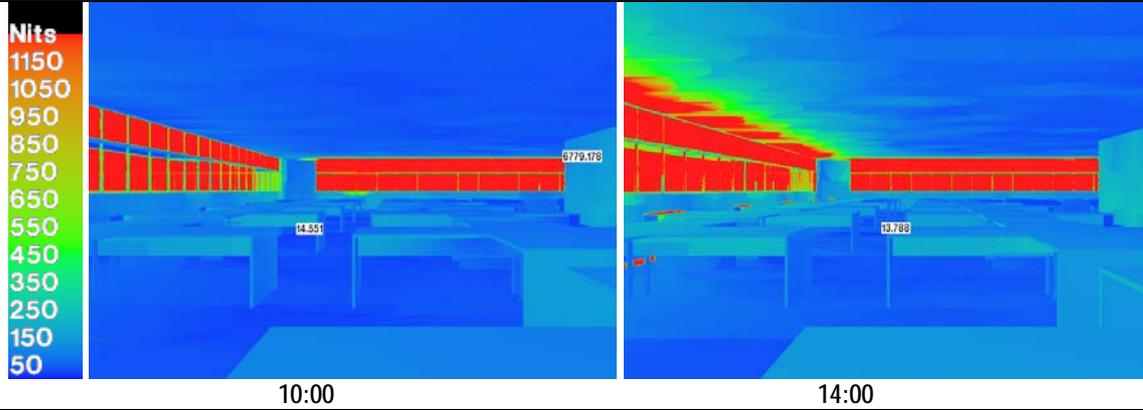
# Modelo M1 - D

EQUINÓCIO

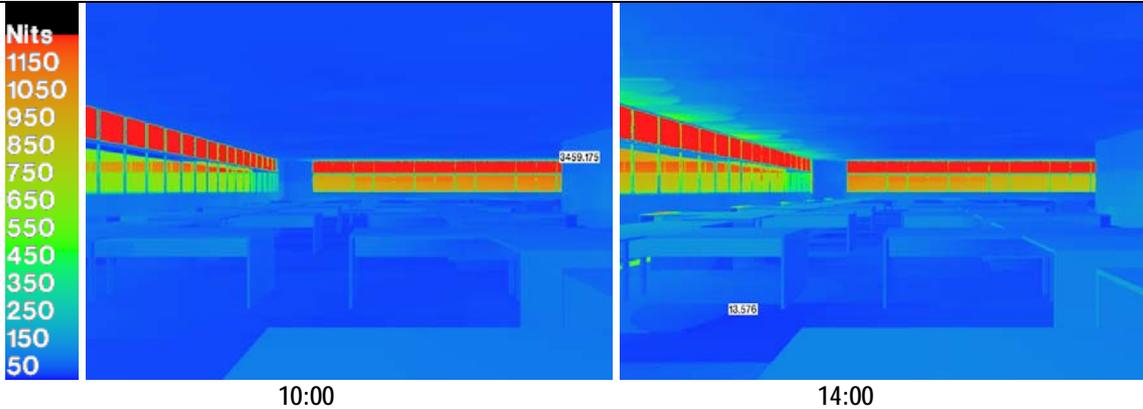
Data: 21 de MARÇO

Fator de turbidez de Linke: 3.9

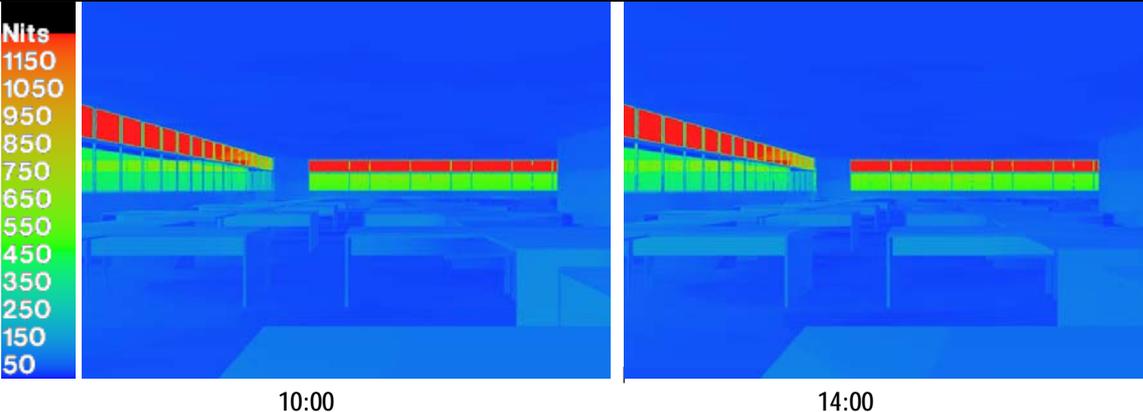
## CÉU CLARO



## CÉU INTERMEDIÁRIO



## CÉU ENCOBERTO



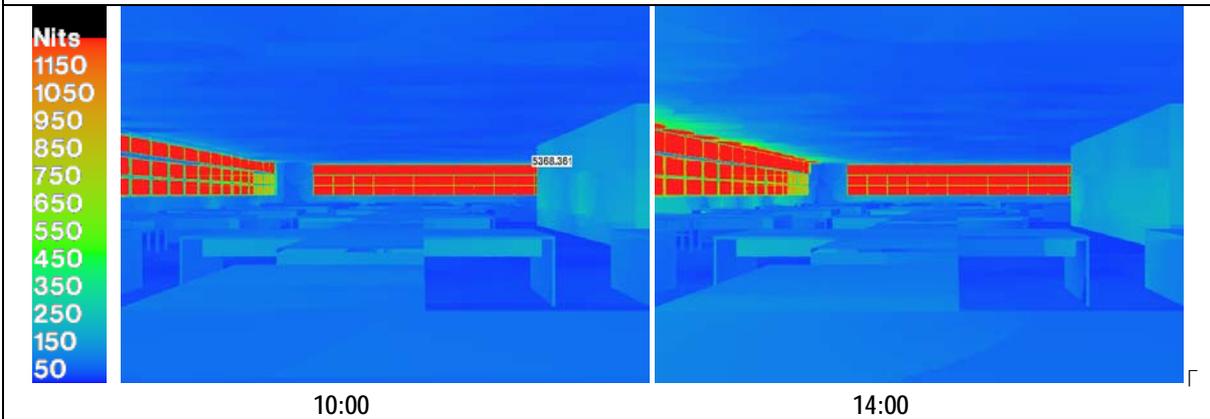
# Modelo M1 - E

SOLSTÍCIO DE VERÃO

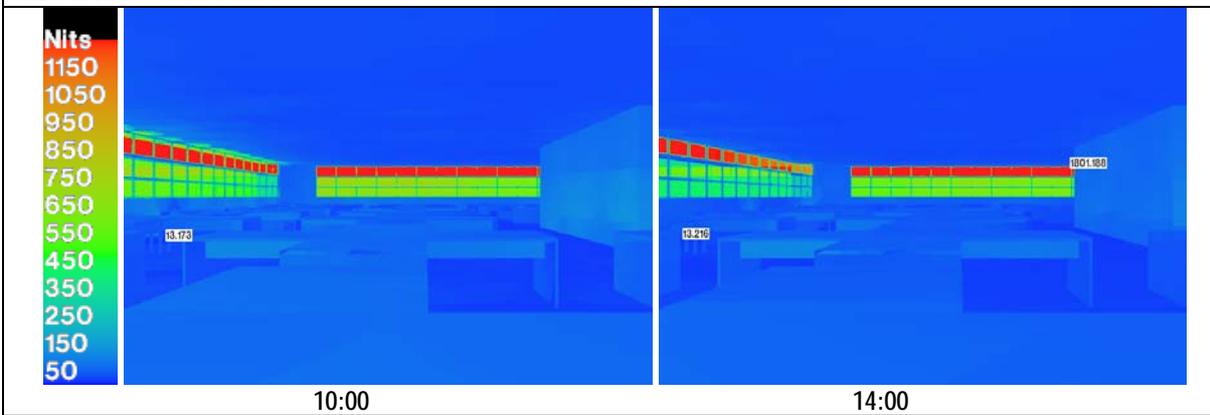
Data: 22 de DEZEMBRO

Fator de turbidez de Linke: 3.9

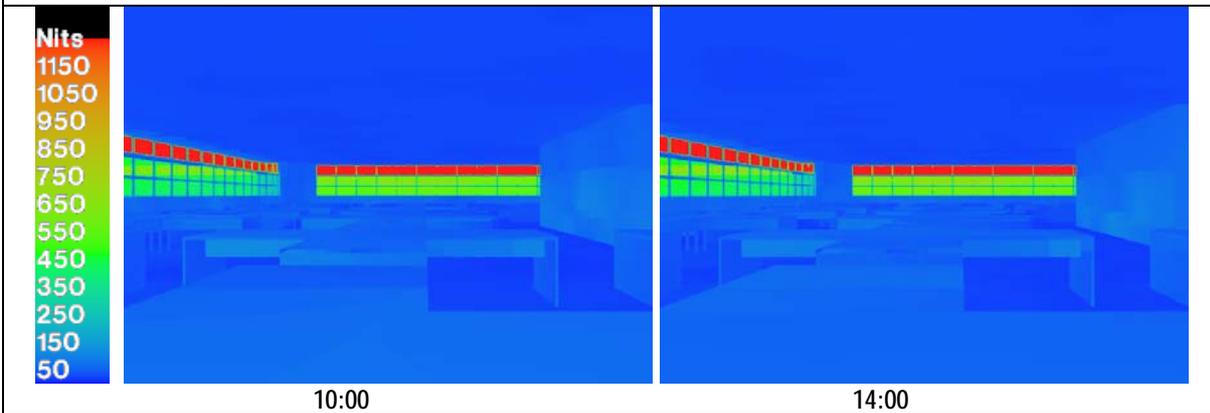
## CÉU CLARO



## CÉU INTERMEDIÁRIO



## CÉU ENCOBERTO



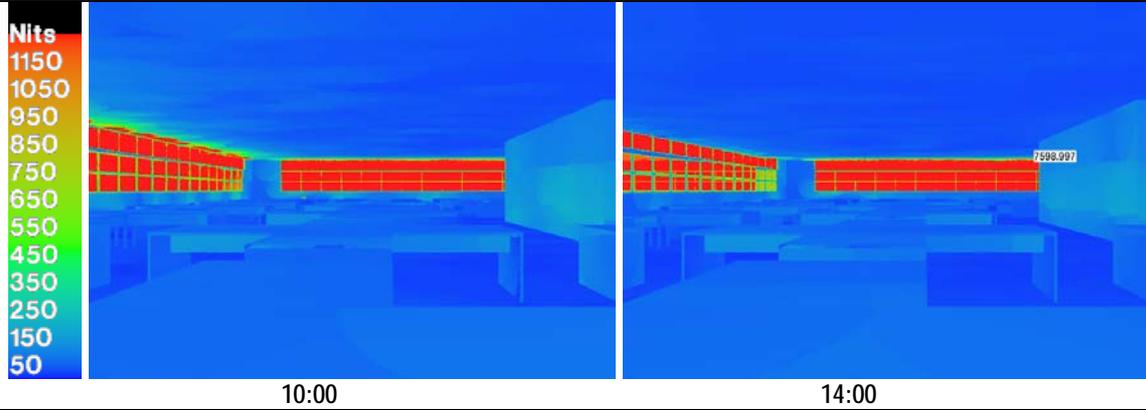
# Modelo M1 - E

SOLSTÍCIO DE INVERNO

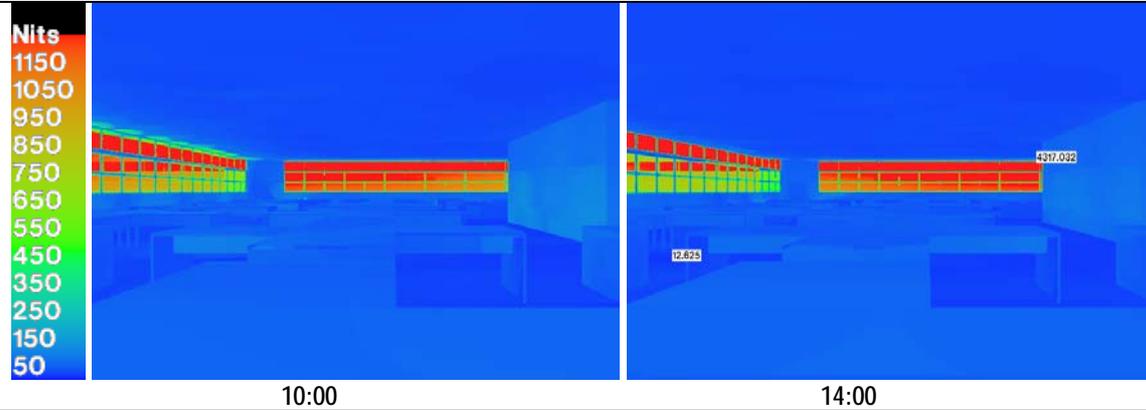
Data: 22 de JUNHO

Fator de turbidez de Linke:3.2

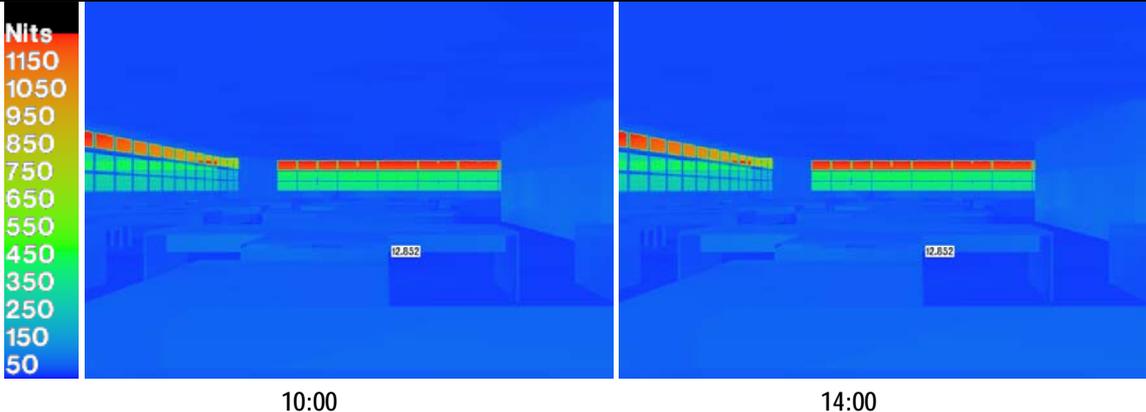
## CÉU CLARO



## CÉU INTERMEDIÁRIO



## CÉU ENCOBERTO



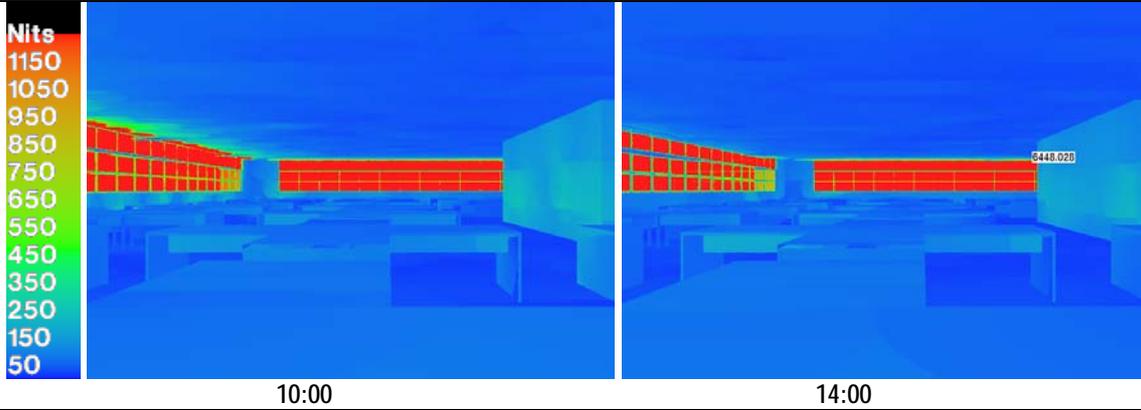
# Modelo M1 - E

EQUINÓCIO

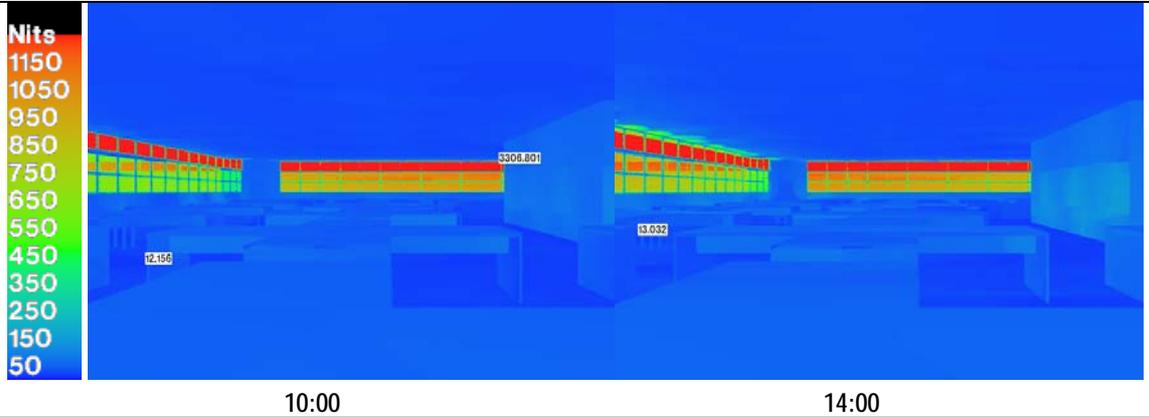
Data: 21 de MARÇO

Fator de turbidez de Linke: 3.9

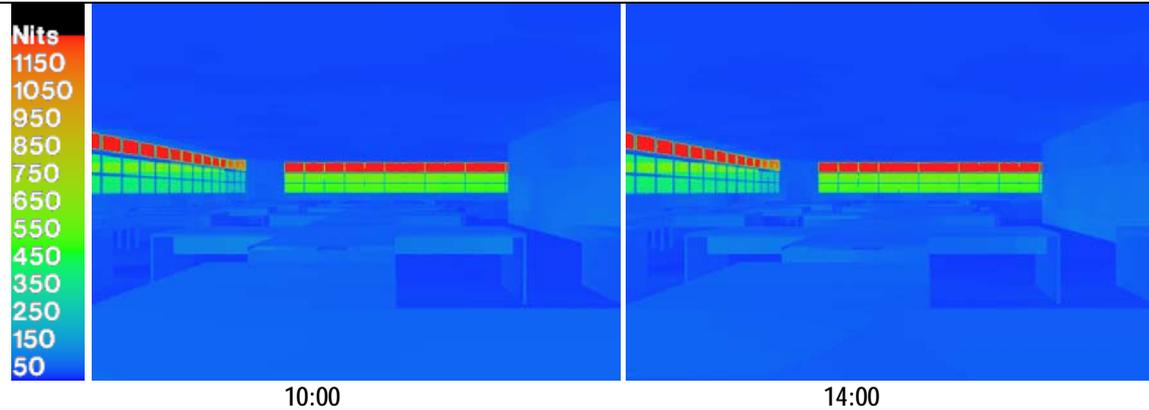
## CÉU CLARO



## CÉU INTERMEDIÁRIO



## CÉU ENCOBERTO



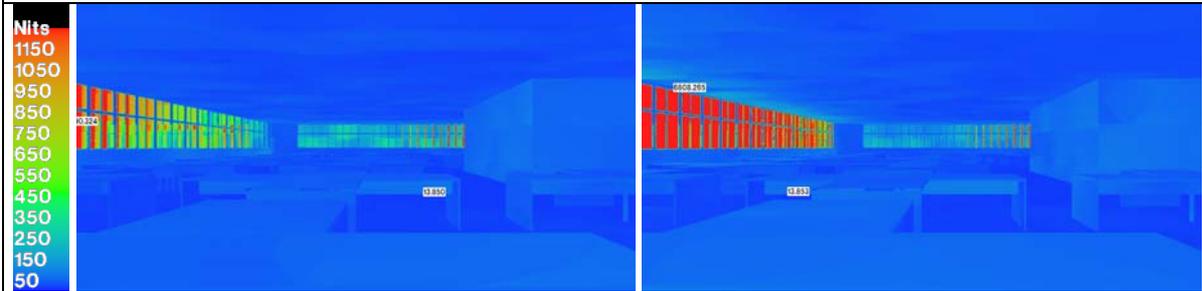
# Modelo M1 - F

SOLSTÍCIO DE VERÃO

Data: 22 de DEZEMBRO

Fator de turbidez de Linke: 3.9

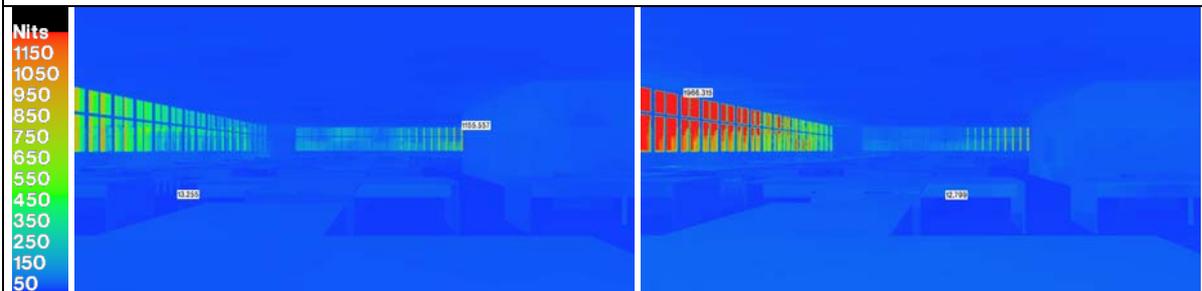
## CÉU CLARO



10:00

14:00

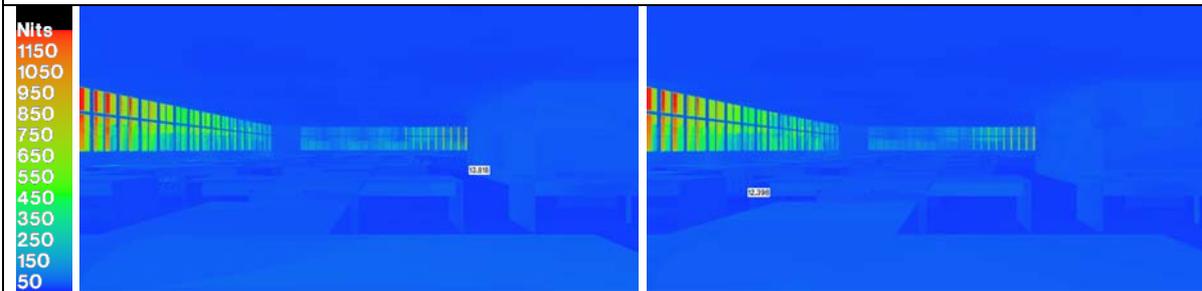
## CÉU INTERMEDIÁRIO



10:00

14:00

## CÉU ENCOBERTO



10:00

14:00

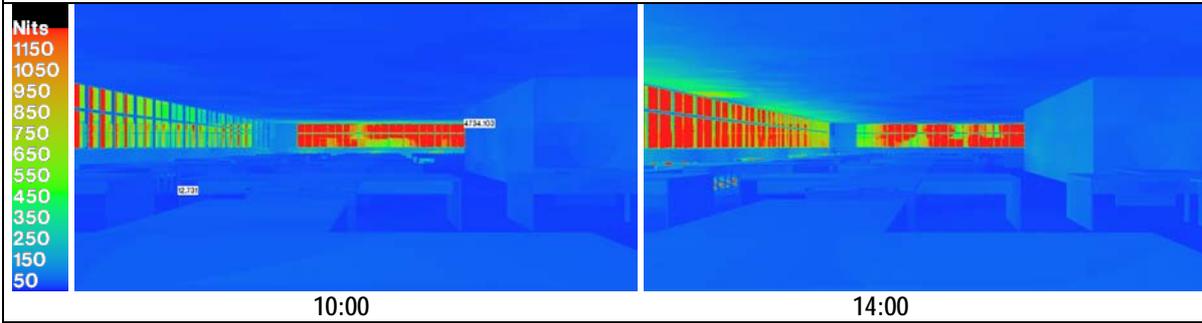
# Modelo M1 - F

SOLSTÍCIO DE INVERNO

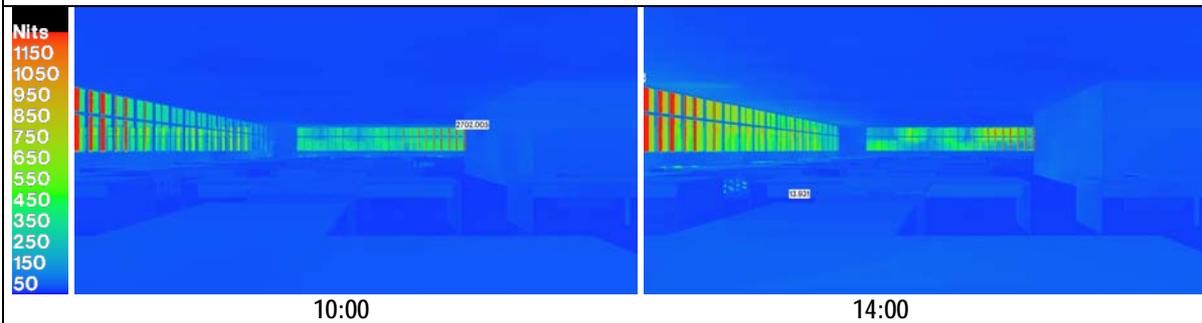
Data: 22 de JUNHO

Fator de turbidez de Linke:3.2

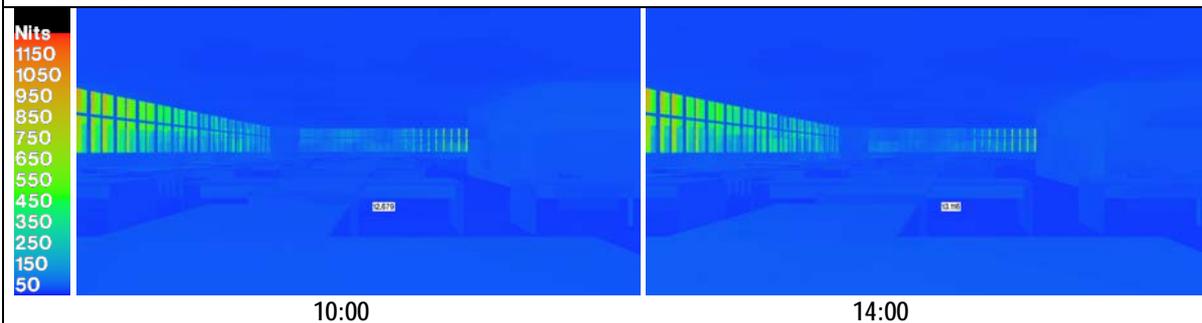
## CÉU CLARO



## CÉU INTERMEDIÁRIO



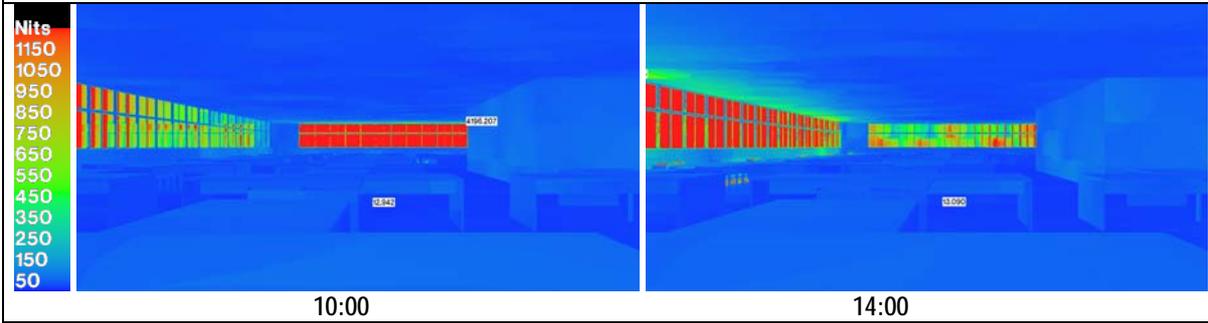
## CÉU ENCOBERTO



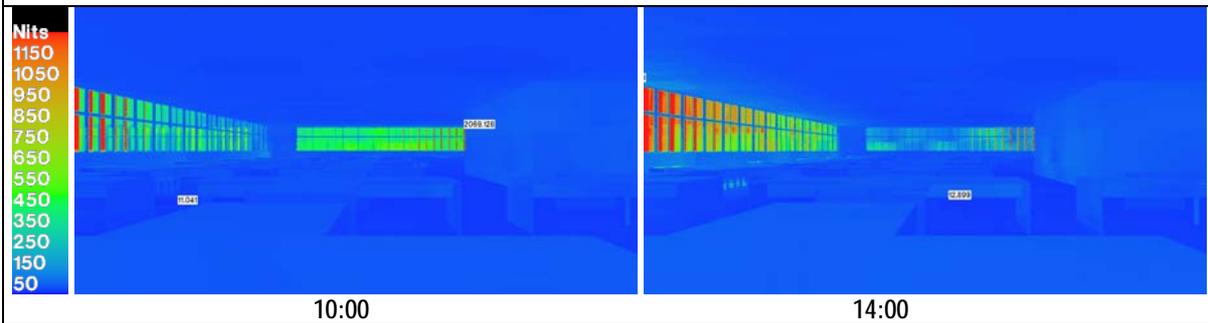
# Modelo M1 - F

EQUINÓCIO  
Data: 21 de MARÇO  
Fator de turbidez de Linke:3.9

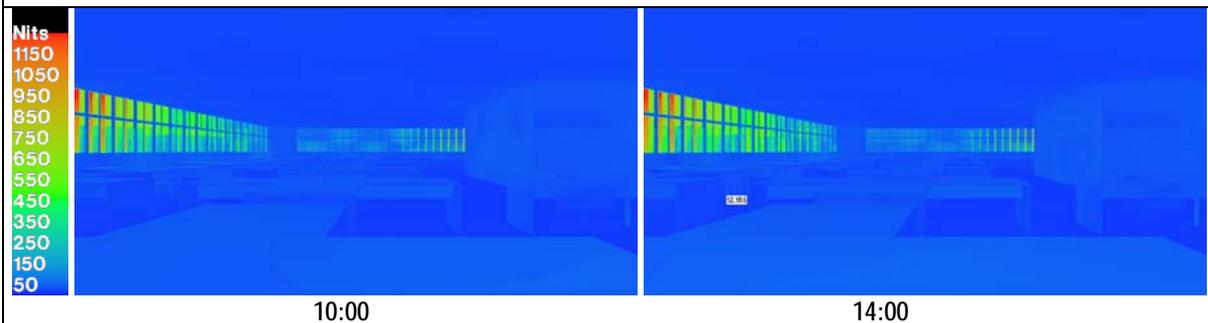
## CÉU CLARO



## CÉU INTERMEDIÁRIO



## CÉU ENCOBERTO



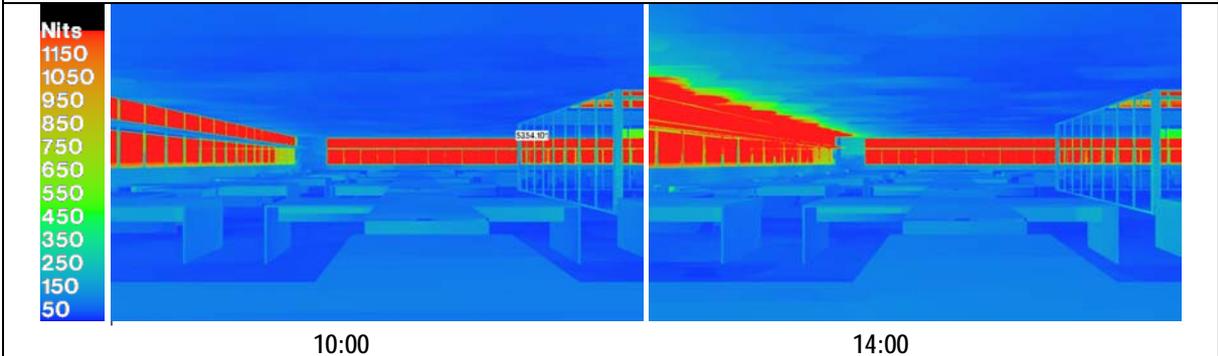
# Modelo M1 - G

SOLSTÍCIO DE VERÃO

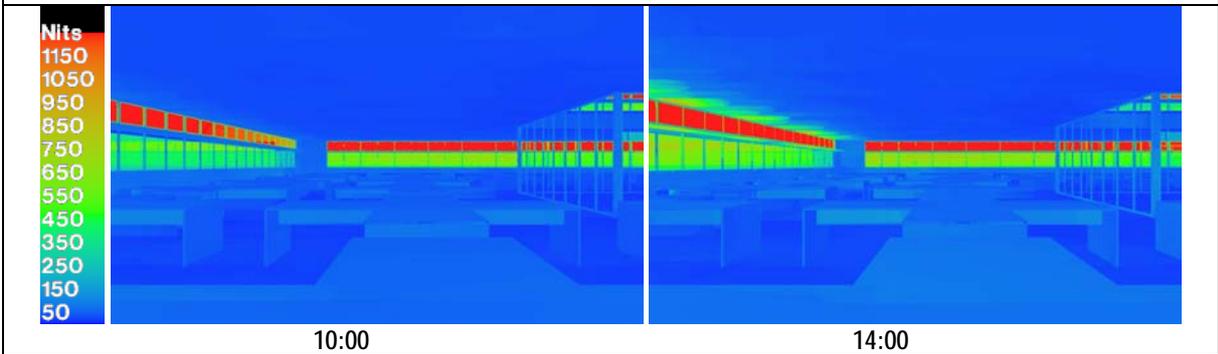
Data: 22 de DEZEMBRO

Fator de turbidez de Linke: 3.9

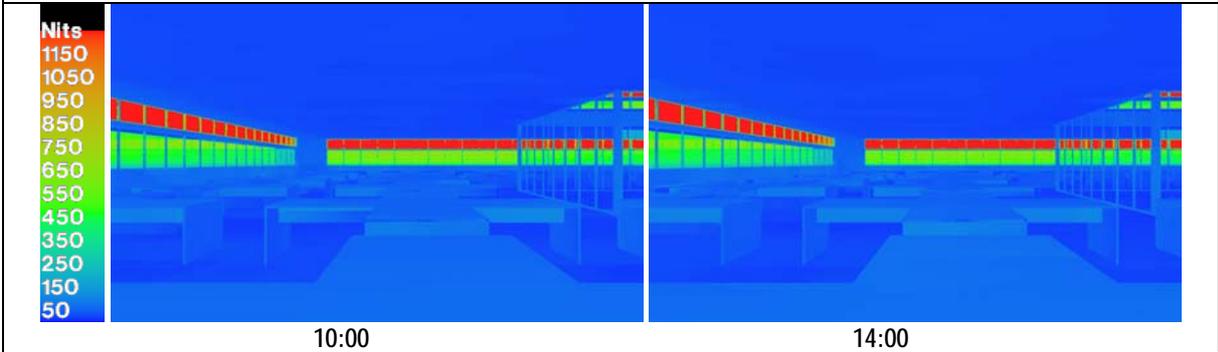
## CÉU CLARO



## CÉU INTERMEDIÁRIO



## CÉU ENCOBERTO



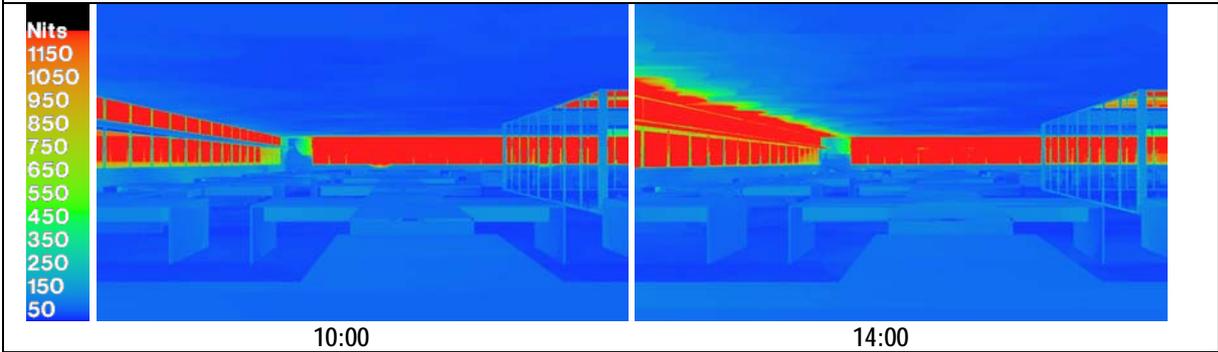
# Modelo M1 - G

SOLSTÍCIO DE INVERNO

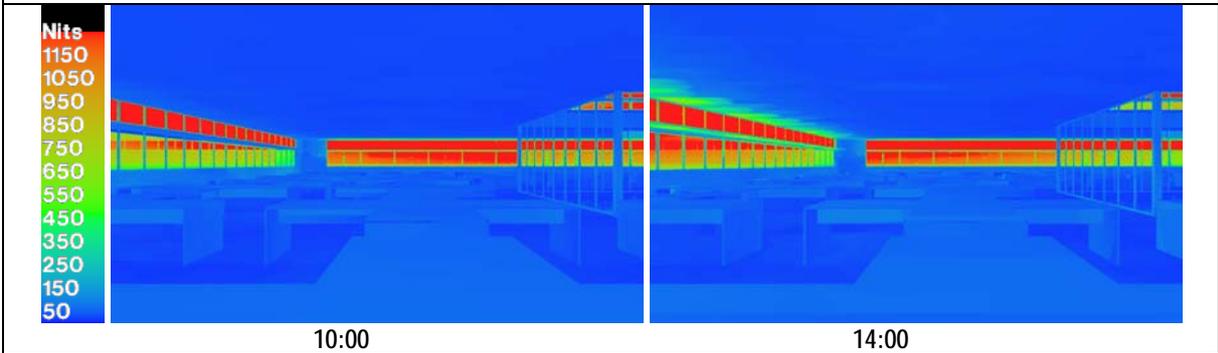
Data: 22 de JUNHO

Fator de turbidez de Linke:3.2

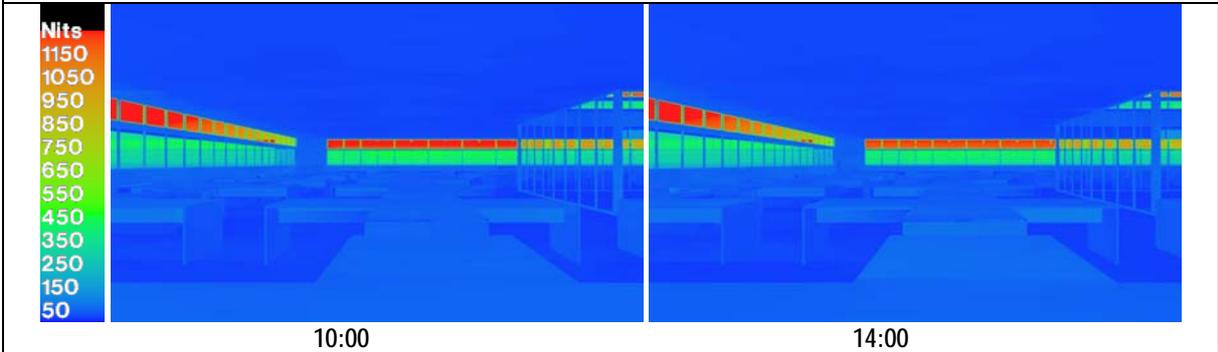
## CÉU CLARO



## CÉU INTERMEDIÁRIO



## CÉU ENCOBERTO



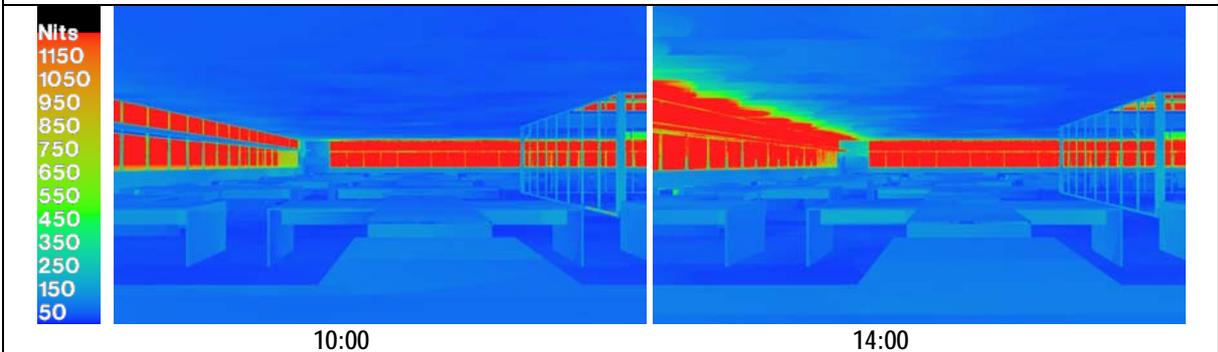
# Modelo M1 - G

EQUINÓCIO

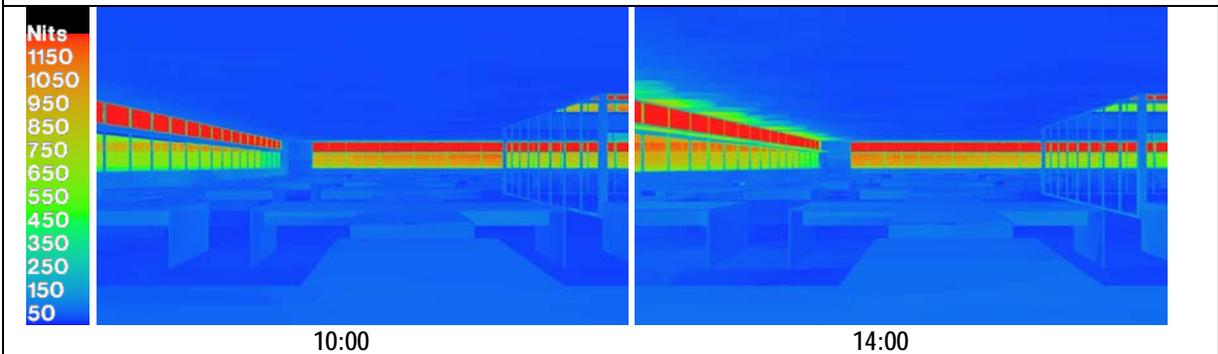
Data: 21 de MARÇO

Fator de turbidez de Linke: 3.9

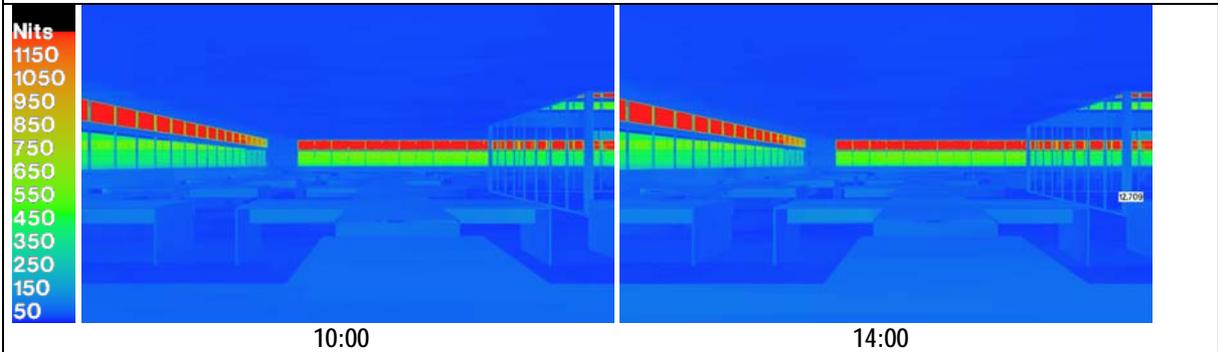
## CÉU CLARO



## CÉU INTERMEDIÁRIO



## CÉU ENCOBERTO



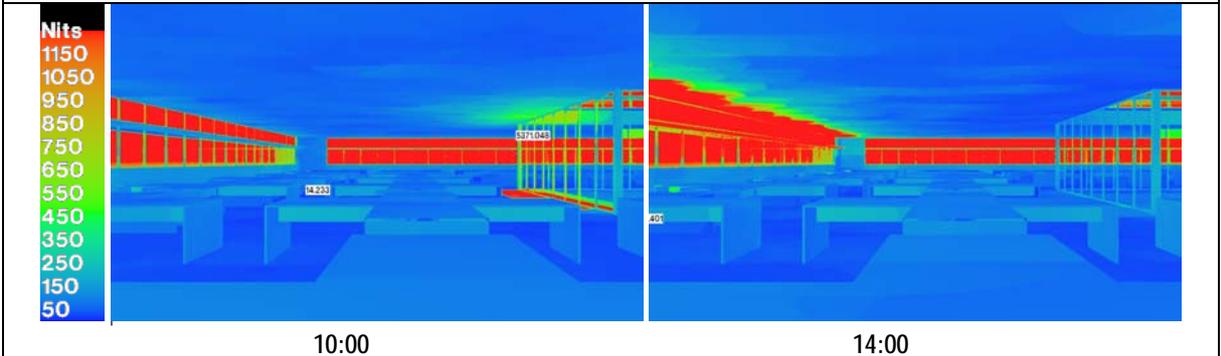
# Modelo M1 - H

SOLSTÍCIO DE VERÃO

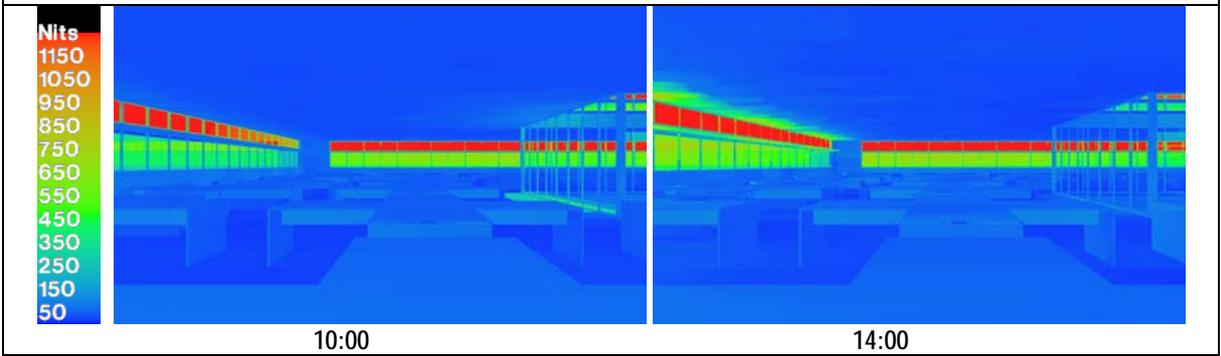
Data: 22 de DEZEMBRO

Fator de turbidez de Linke: 3.9

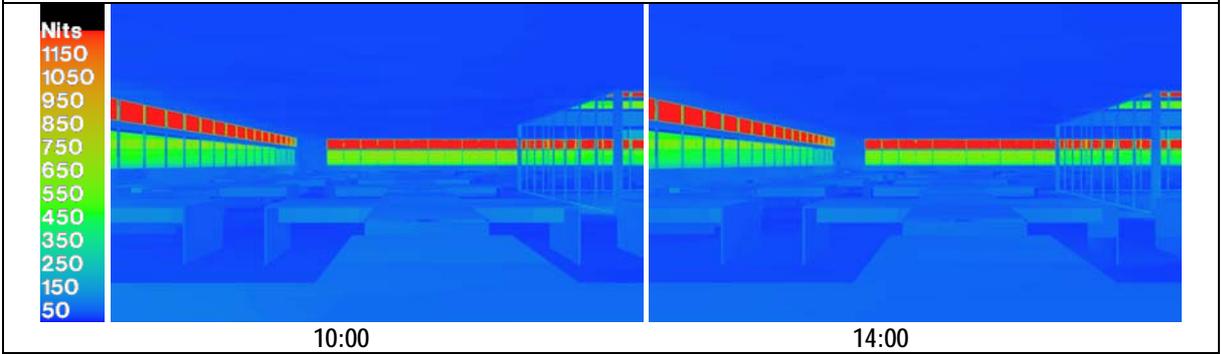
## CÉU CLARO



## CÉU INTERMEDIÁRIO



## CÉU ENCOBERTO



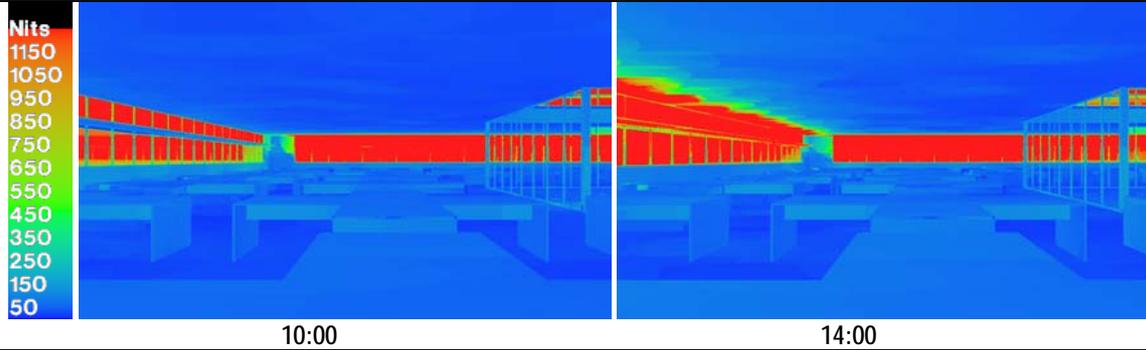
# Modelo M1 - H

SOLSTÍCIO DE INVERNO

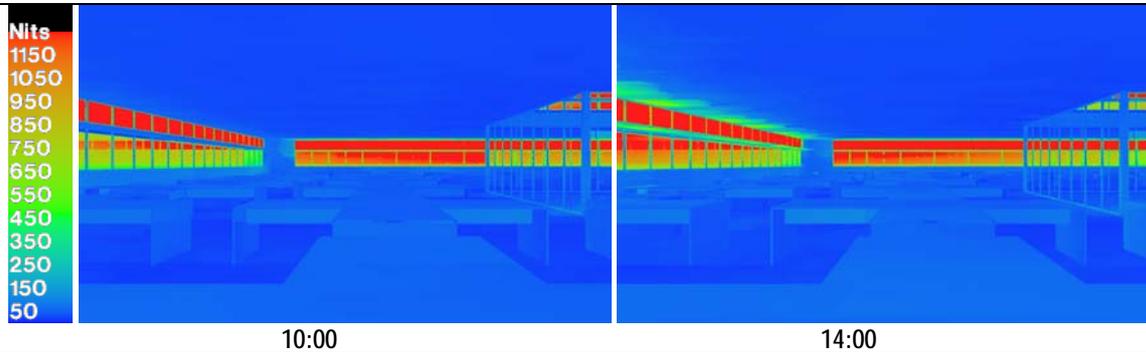
Data: 22 de JUNHO

Fator de turbidez de Linke:3.2

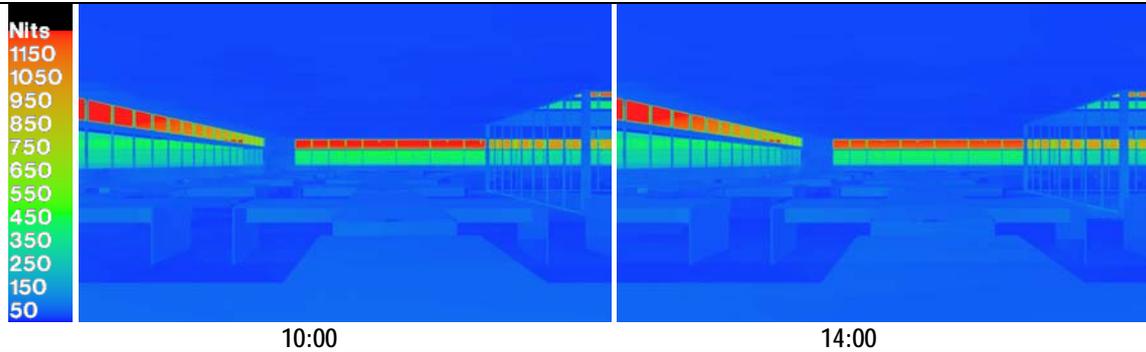
## CÉU CLARO



## CÉU INTERMEDIÁRIO



## CÉU ENCOBERTO



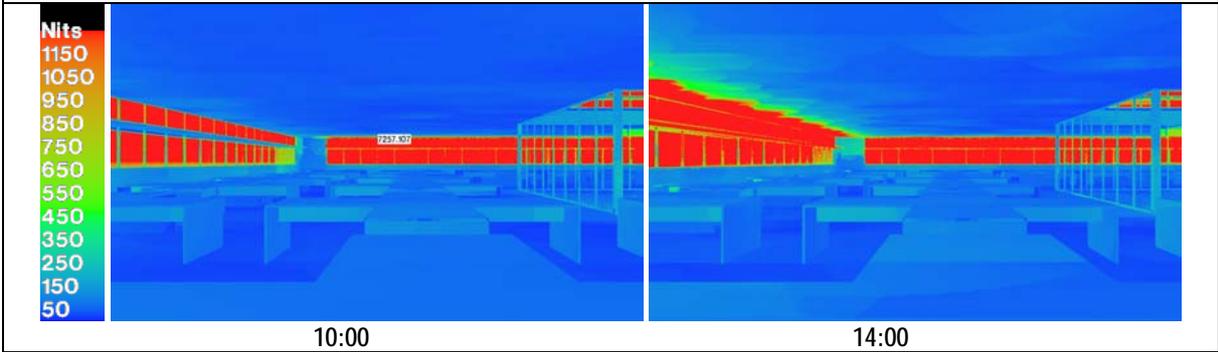
# Modelo M1 - H

EQUINÓCIO

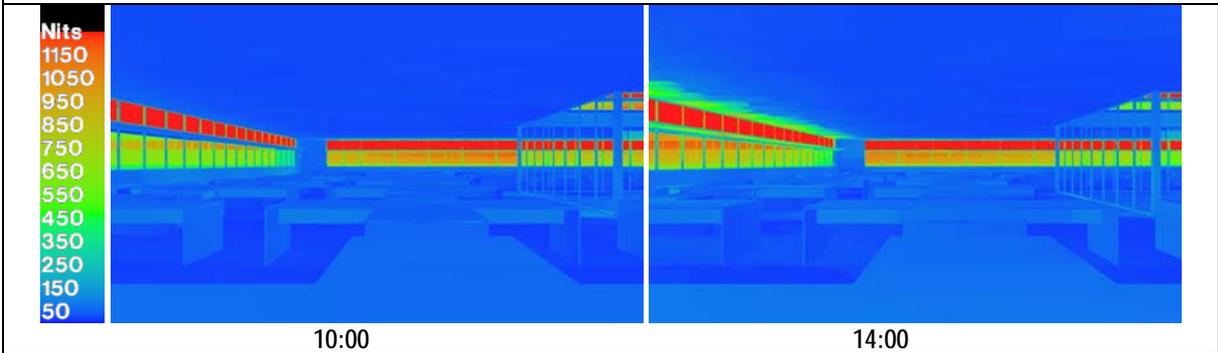
Data: 21 de MARÇO

Fator de turbidez de Linke:3.9

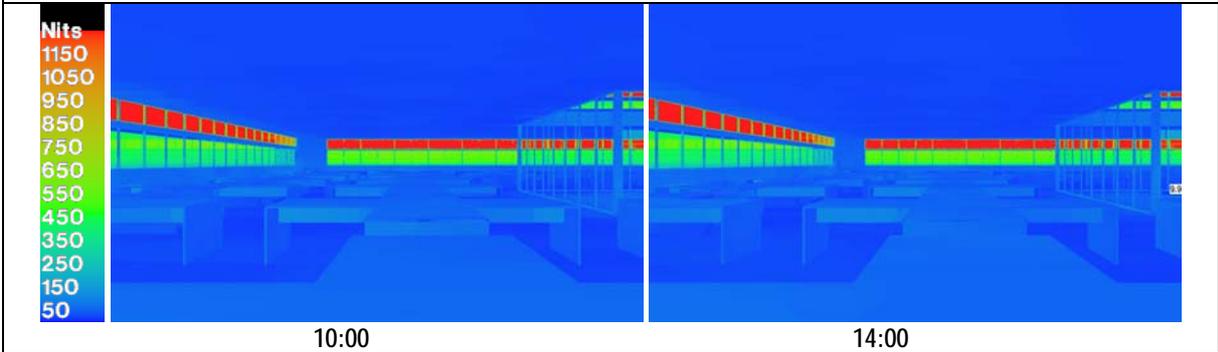
## CÉU CLARO



## CÉU INTERMEDIÁRIO



## CÉU ENCOBERTO



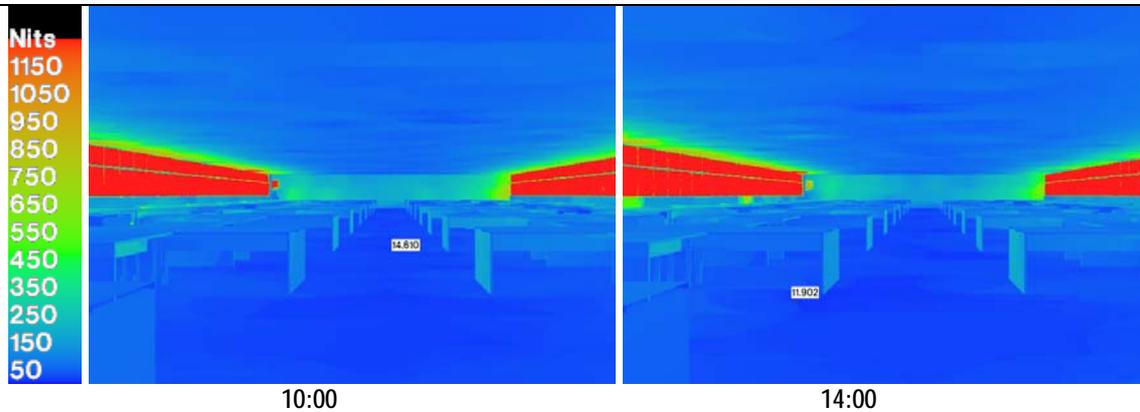
# Modelo M2 - A

SOLSTÍCIO DE VERÃO

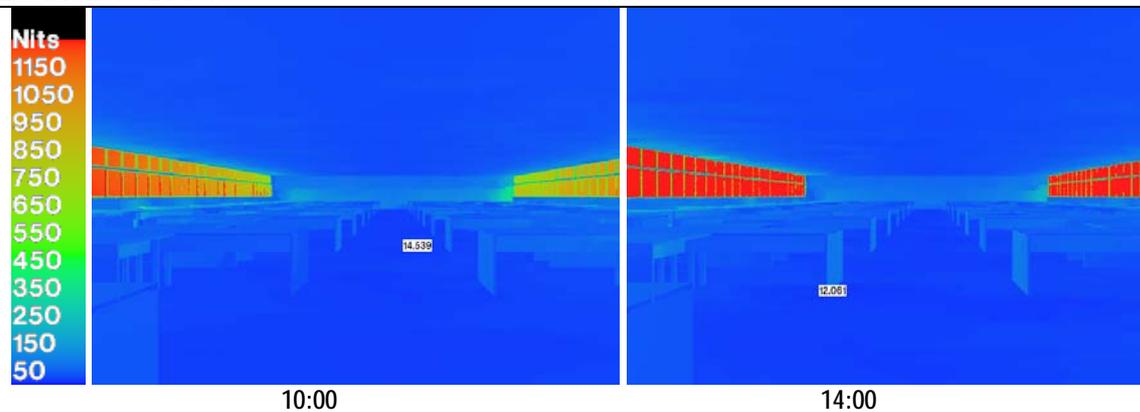
Data: 22 de DEZEMBRO

Fator de turbidez de Linke:3.9

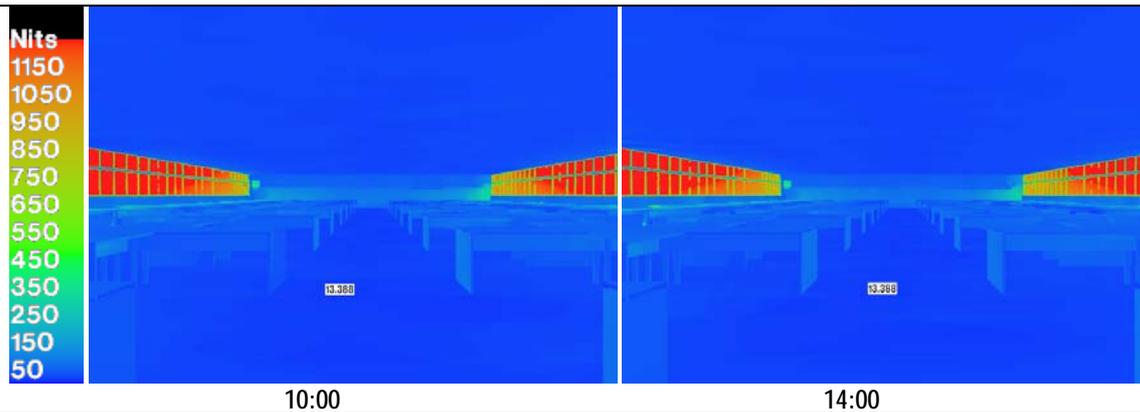
## CÉU CLARO



## CÉU INTERMEDIÁRIO



## CÉU ENCOBERTO



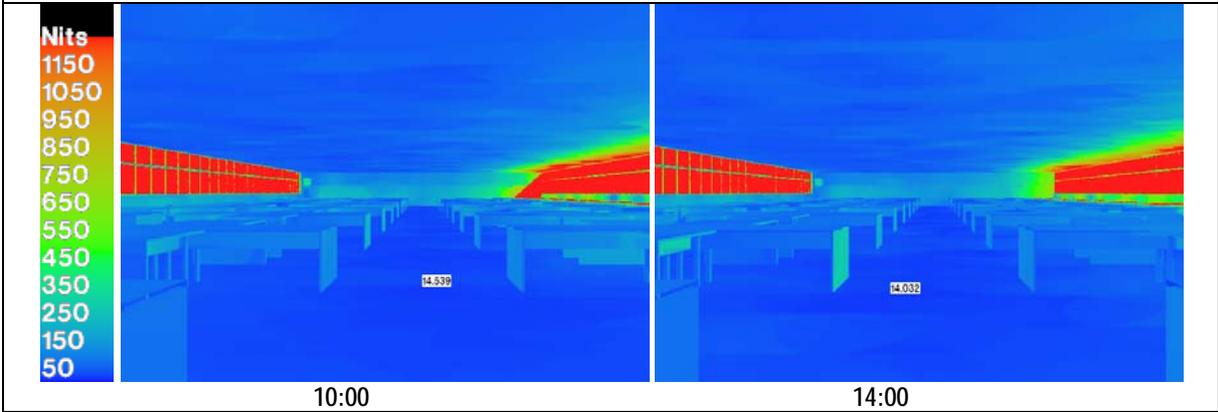
# Modelo M2 - A

SOLSTÍCIO DE INVERNO

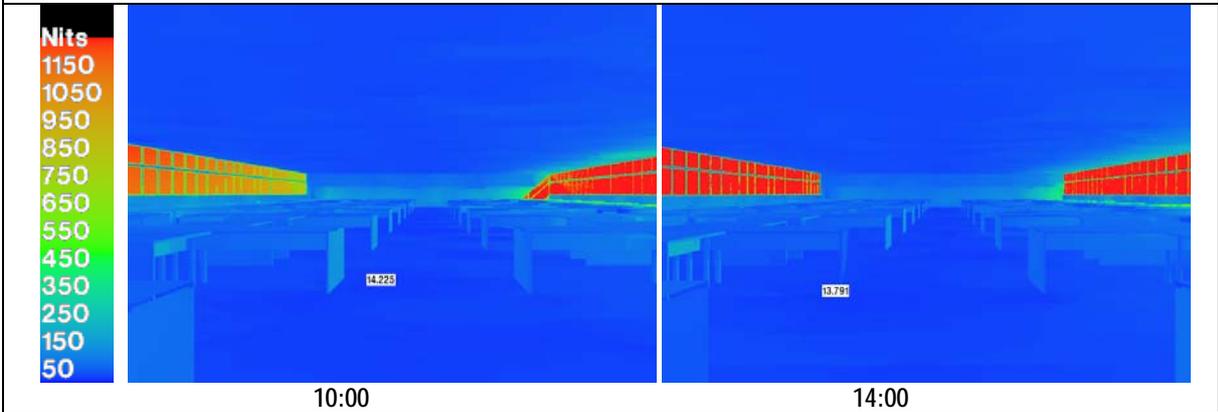
Data: 22 de JUNHO

Fator de turbidez de Linke:3.2

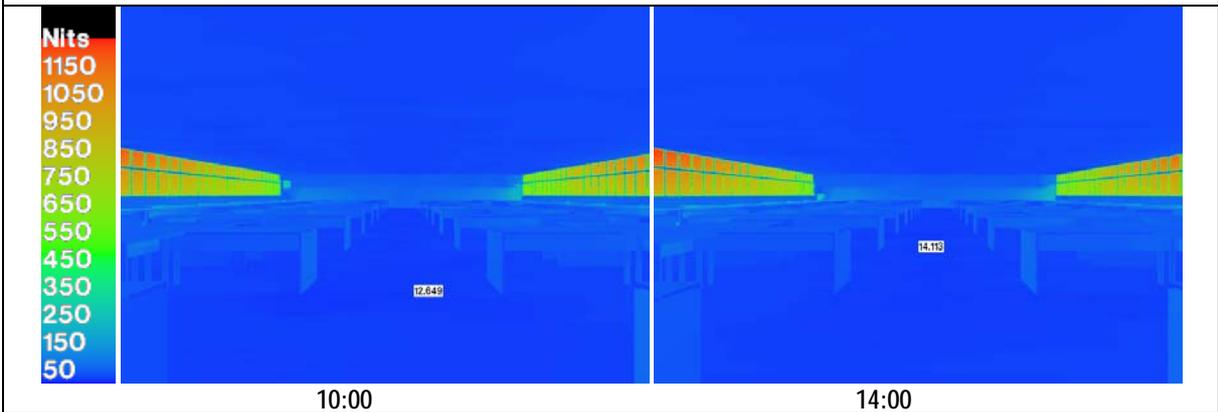
## CÉU CLARO



## CÉU INTERMEDIÁRIO



## CÉU ENCOBERTO



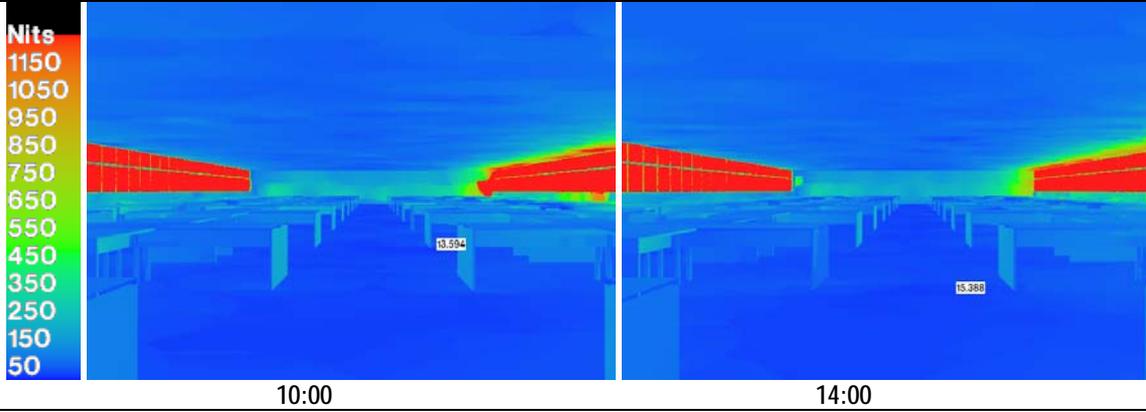
# Modelo M2 - A

EQUINÓCIO

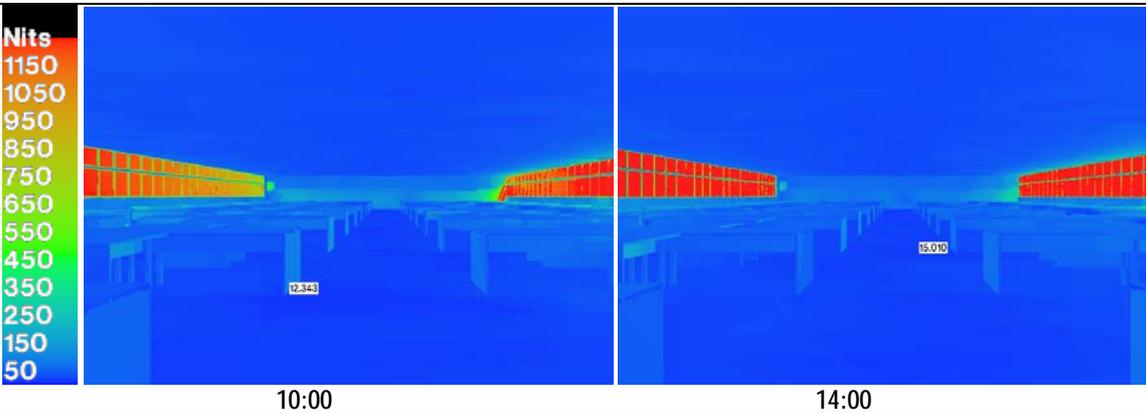
Data: 21 de MARÇO

Fator de turbidez de Linke: 3.9

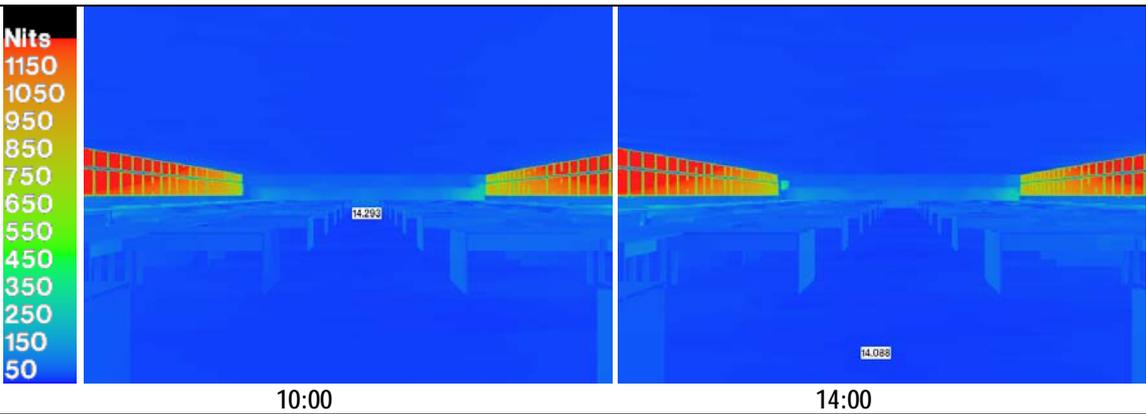
## CÉU CLARO



## CÉU INTERMEDIÁRIO



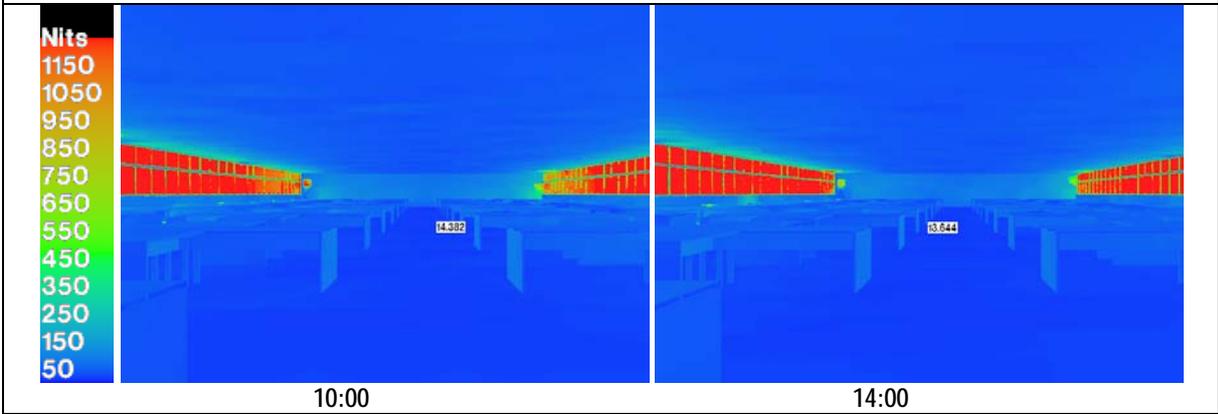
## CÉU ENCOBERTO



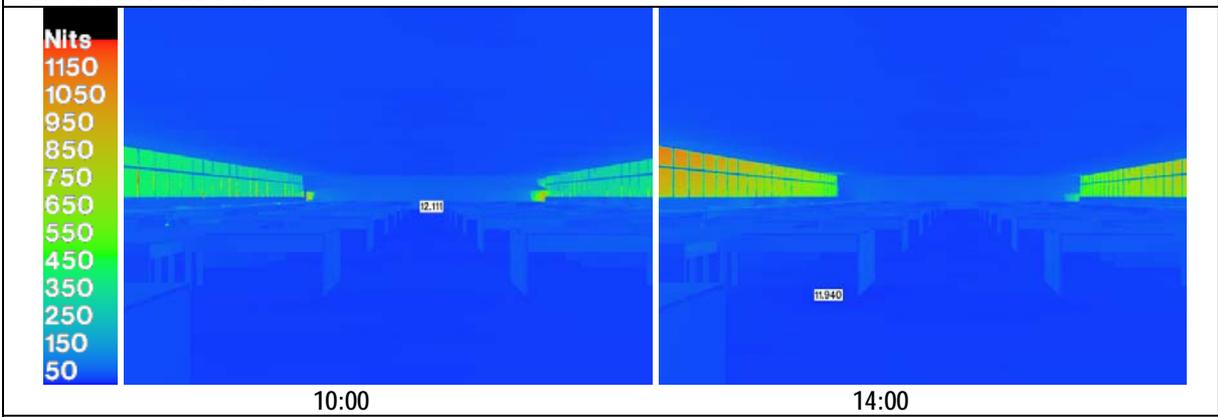
# M2 - B

SOLSTÍCIO DE VERÃO  
Data: 22 de DEZEMBRO  
Fator de turbidez de Linke: 3.9

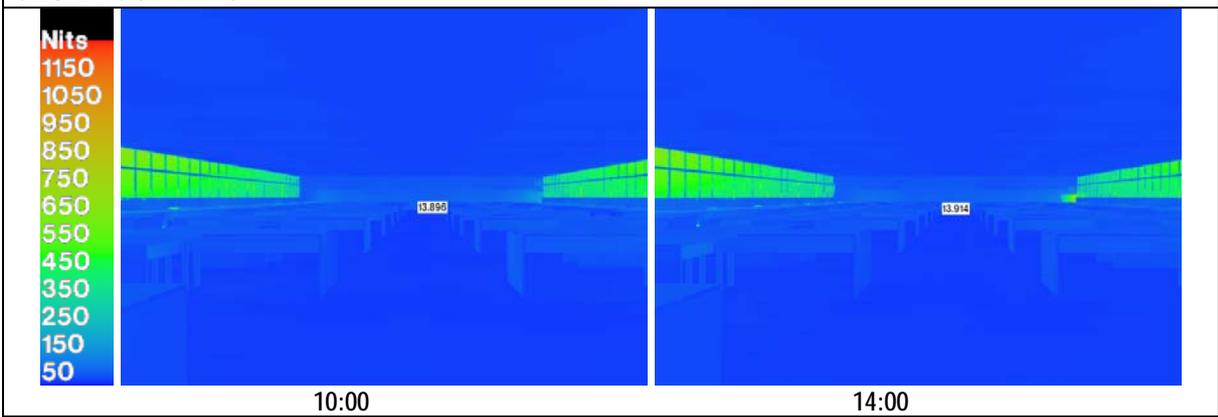
## CÉU CLARO



## CÉU INTERMEDIÁRIO



## CÉU ENCOBERTO



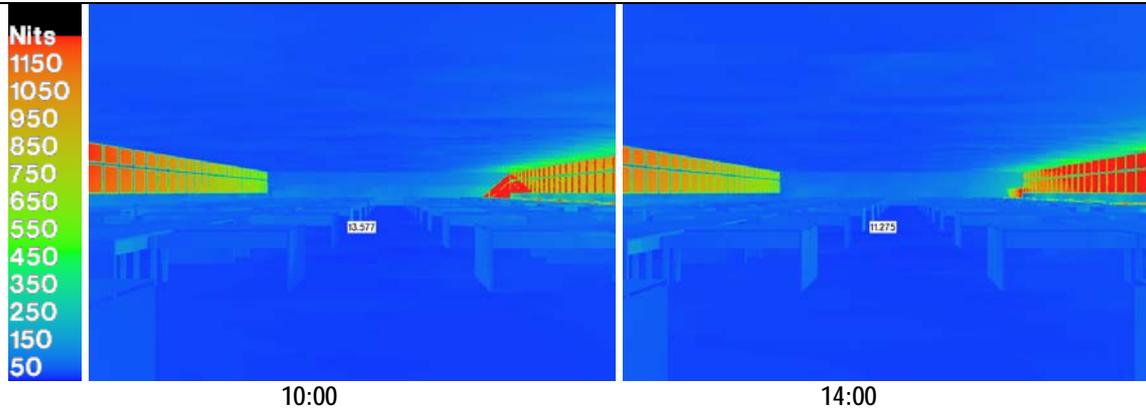
# Modelo M2 - B

SOLSTÍCIO DE INVERNO

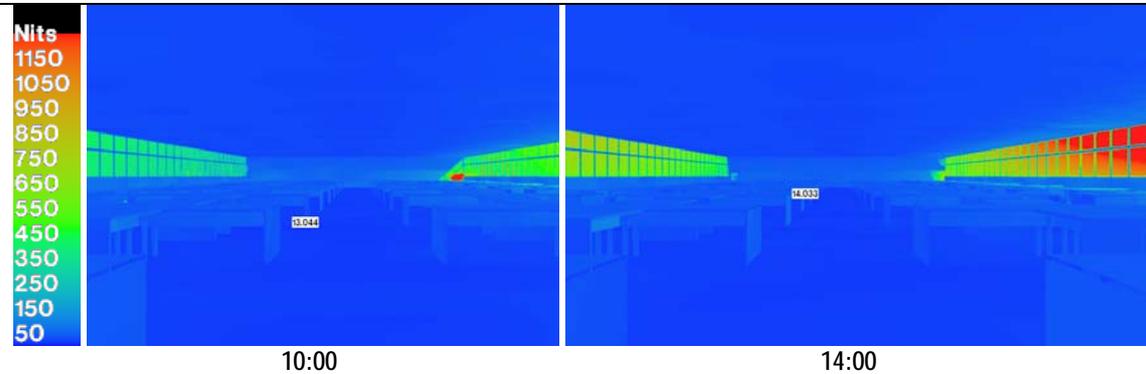
Data: 22 de JUNHO

Fator de turbidez de Linke:3.2

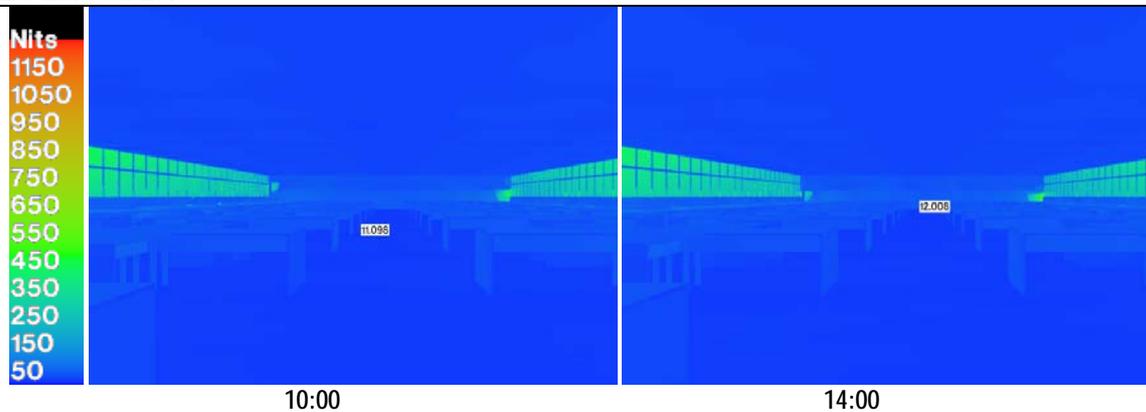
## CÉU CLARO



## CÉU INTERMEDIÁRIO



## CÉU ENCOBERTO



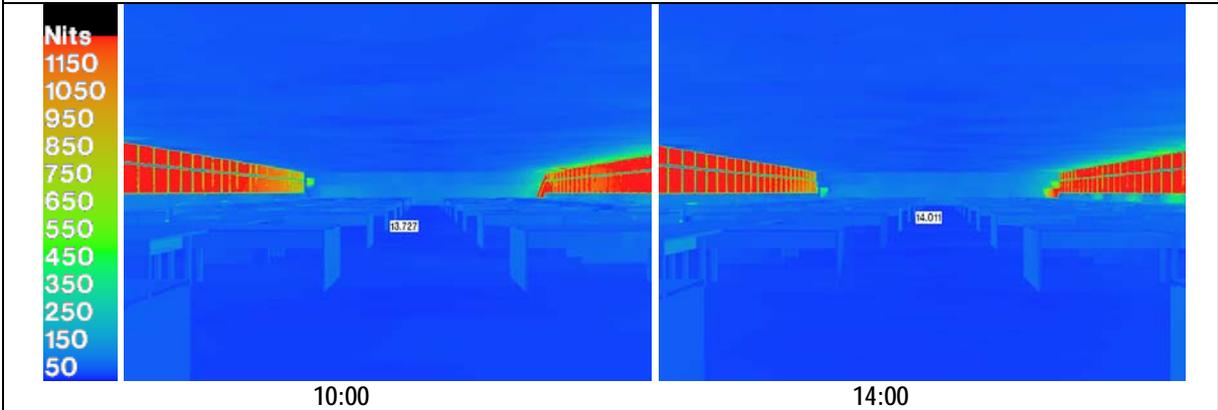
# Modelo M2 - B

EQUINÓCIO

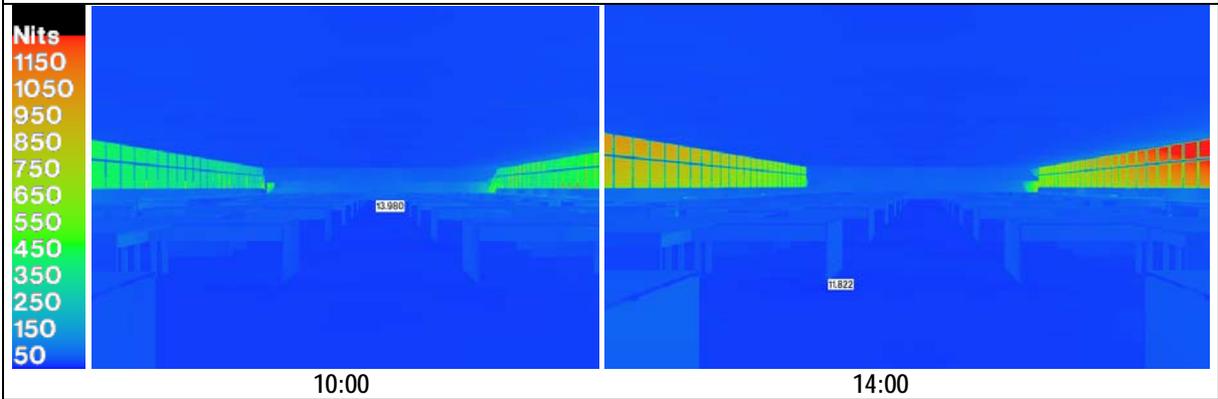
Data: 21 de MARÇO

Fator de turbidez de Linke: 3.9

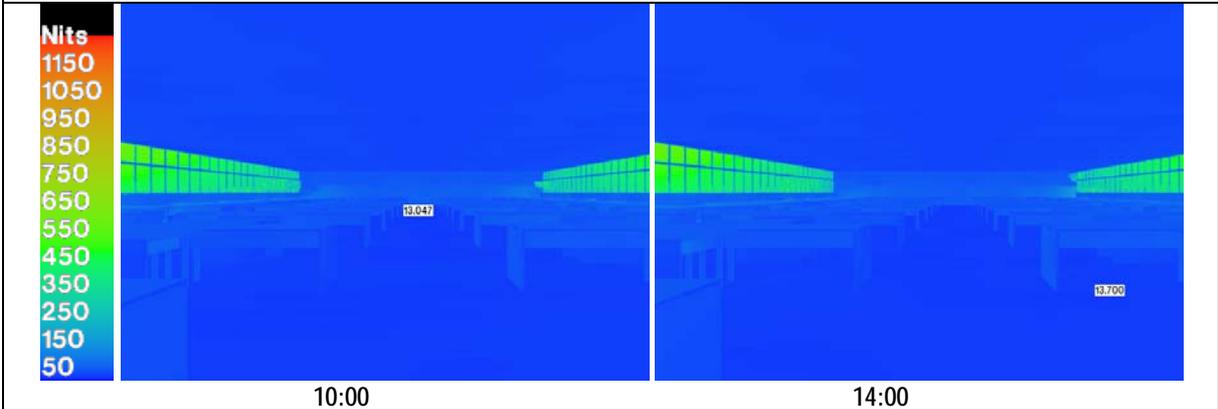
## CÉU CLARO



## CÉU INTERMEDIÁRIO



## CÉU ENCOBERTO



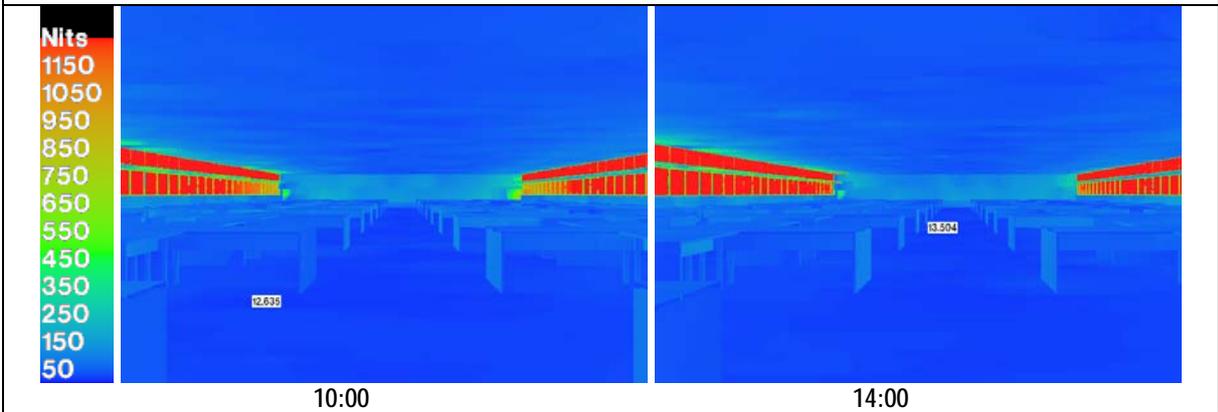
# Modelo M2 - C

SOLSTÍCIO DE VERÃO

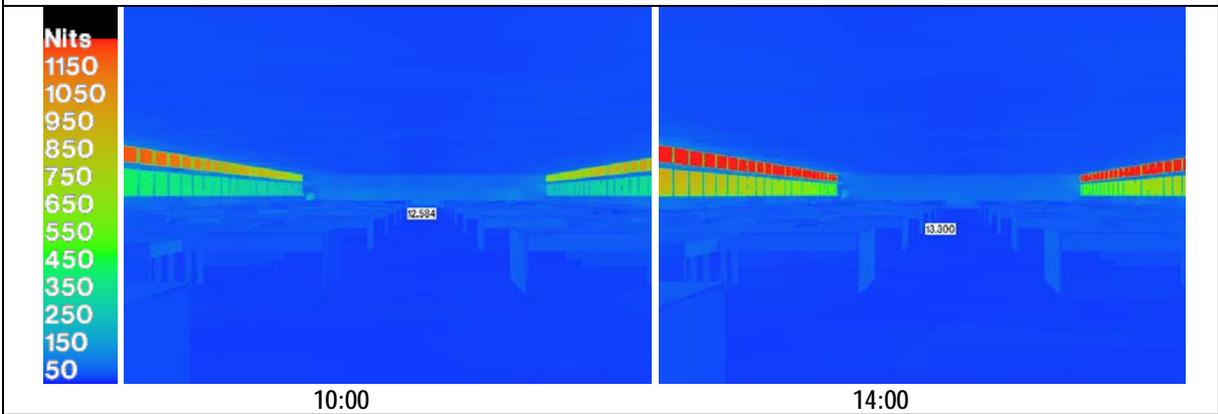
Data: 22 de DEZEMBRO

Fator de turbidez de Linke: 3.9

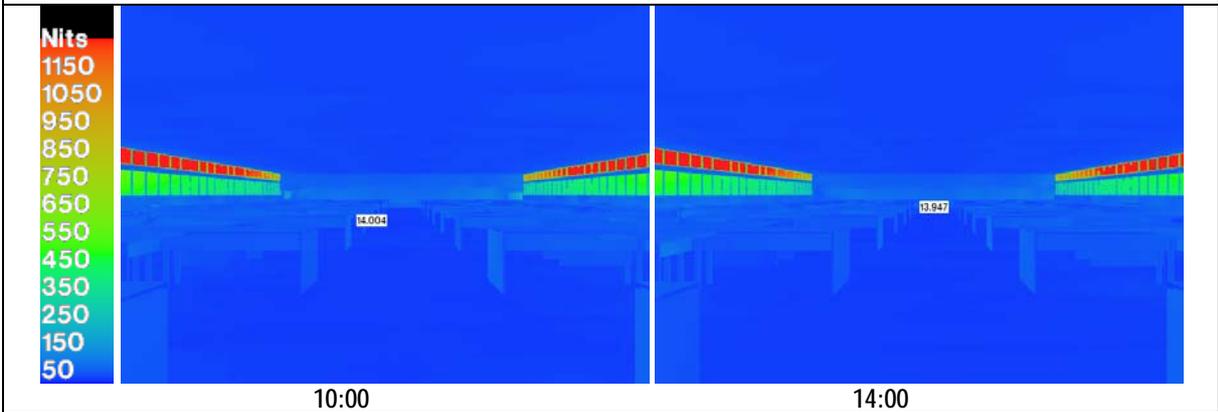
## CÉU CLARO



## CÉU INTERMEDIÁRIO



## CÉU ENCOBERTO



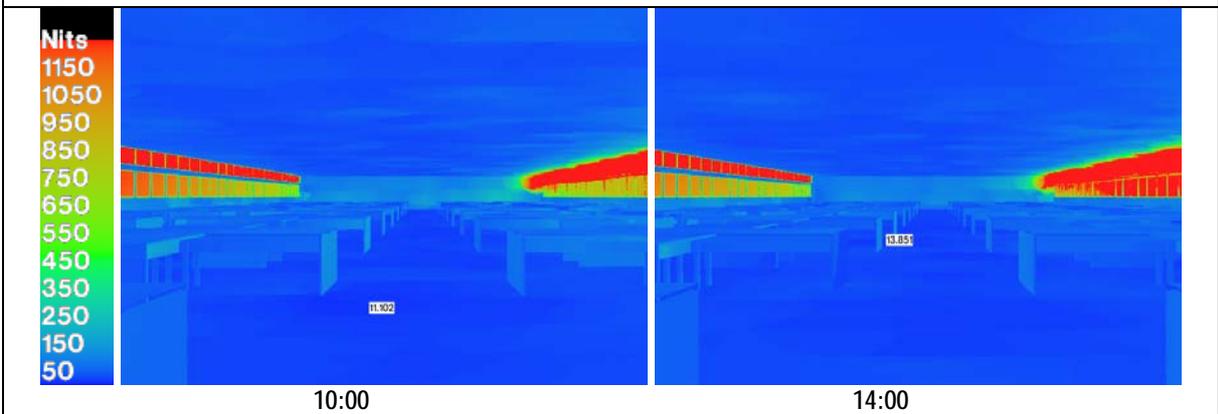
# Modelo M2 - C

SOLSTÍCIO DE INVERNO

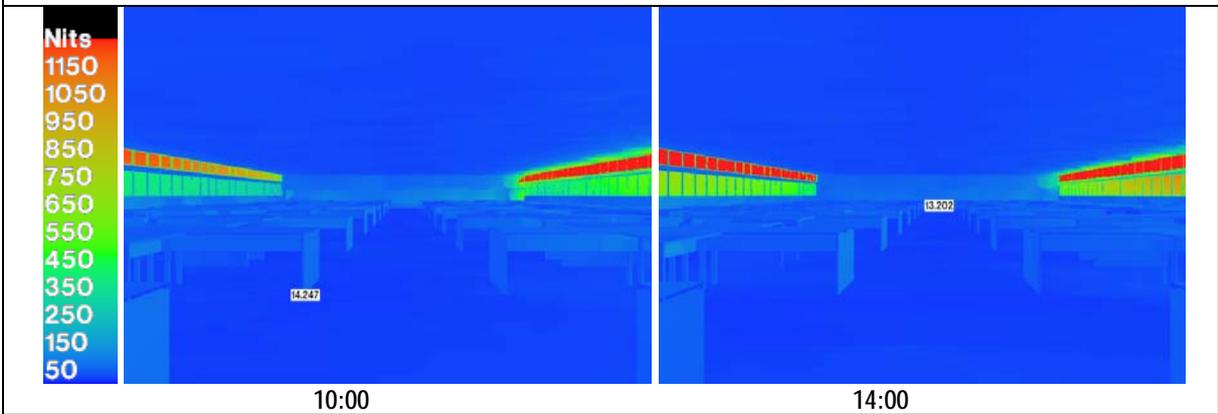
Data: 22 de JUNHO

Fator de turbidez de Linke:3.2

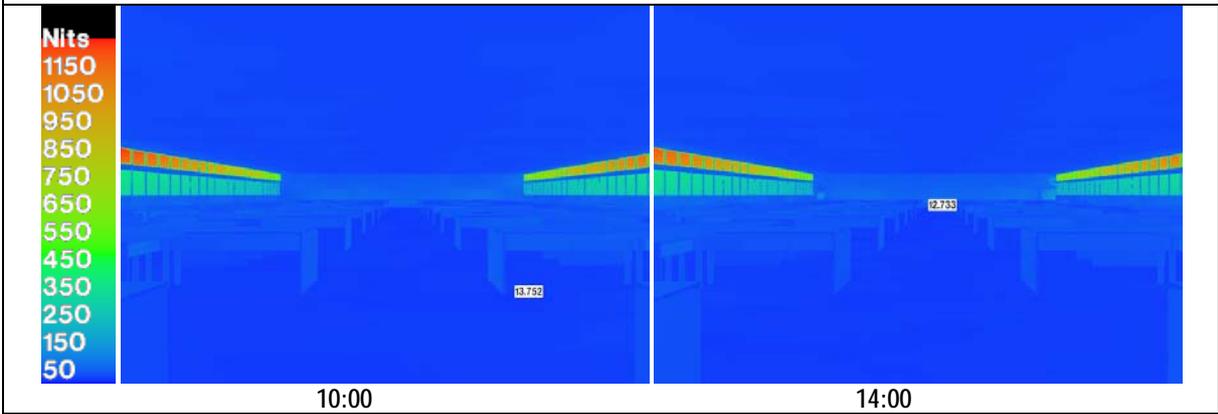
## CÉU CLARO



## CÉU INTERMEDIÁRIO



## CÉU ENCOBERTO



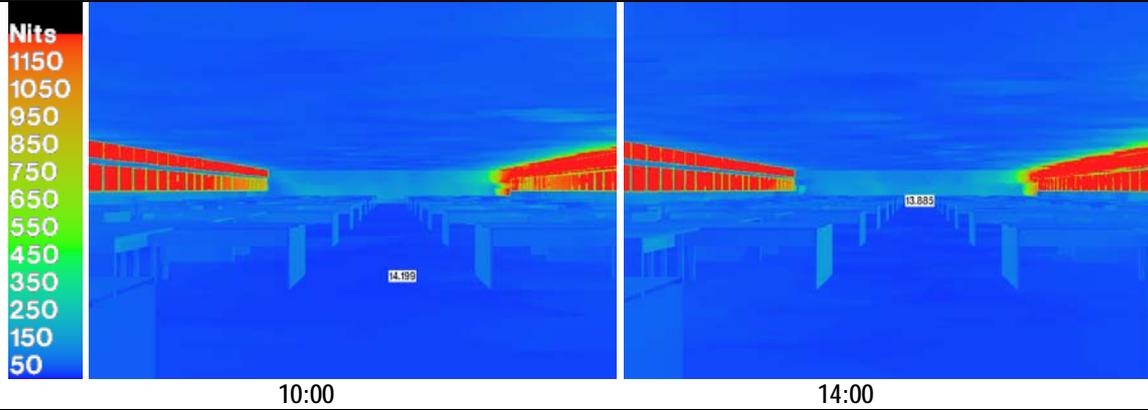
# Modelo M2 - C

EQUINÓCIO

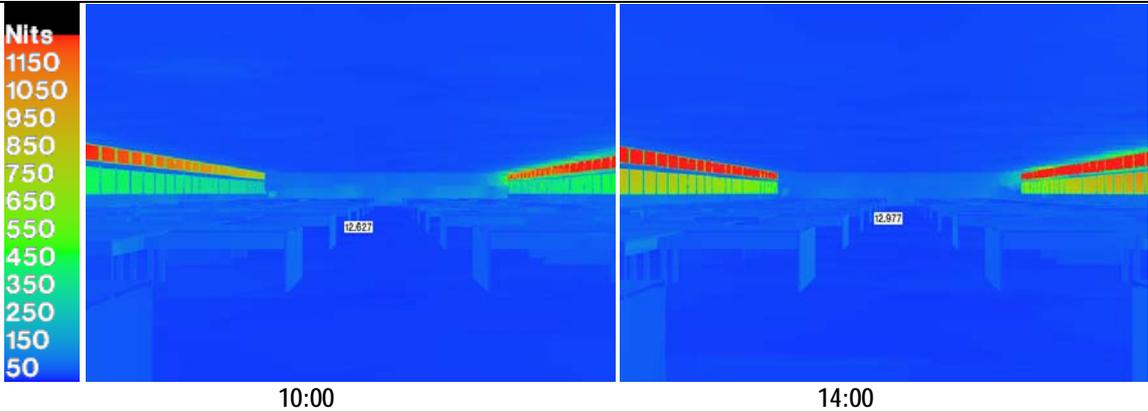
Data: 21 de MARÇO

Fator de turbidez de Linke: 3.9

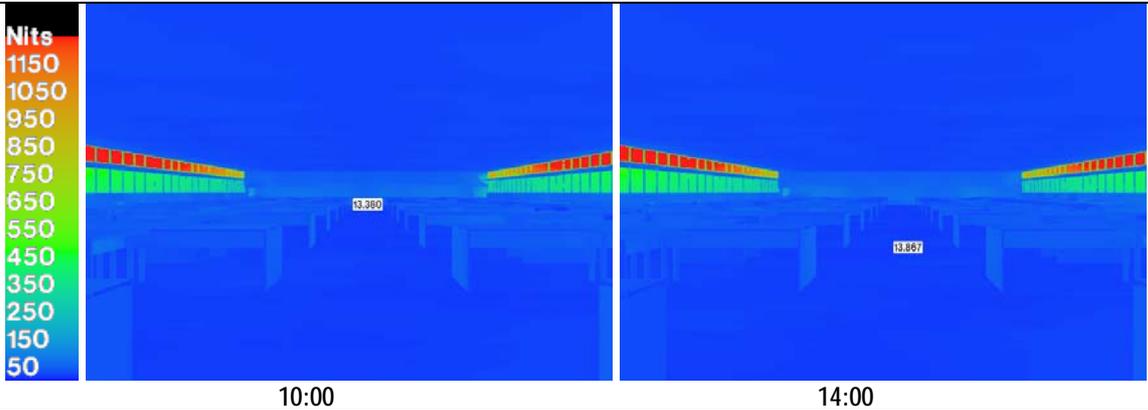
## CÉU CLARO



## CÉU INTERMEDIÁRIO



## CÉU ENCOBERTO



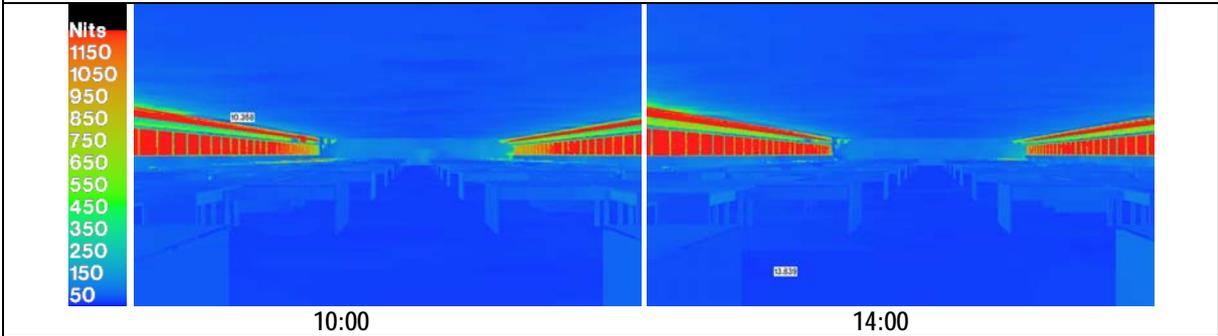
# Modelo M2 - D

SOLSTÍCIO DE VERÃO

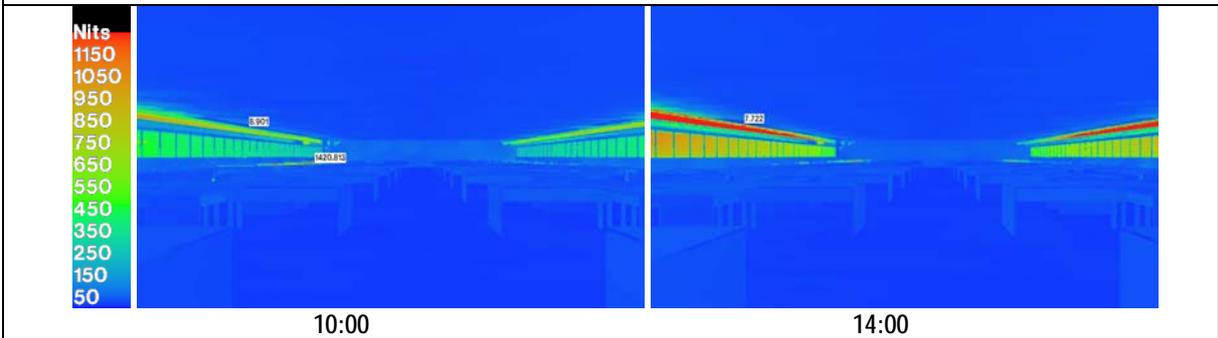
Data: 22 de DEZEMBRO

Fator de turbidez de Linke: 3.9

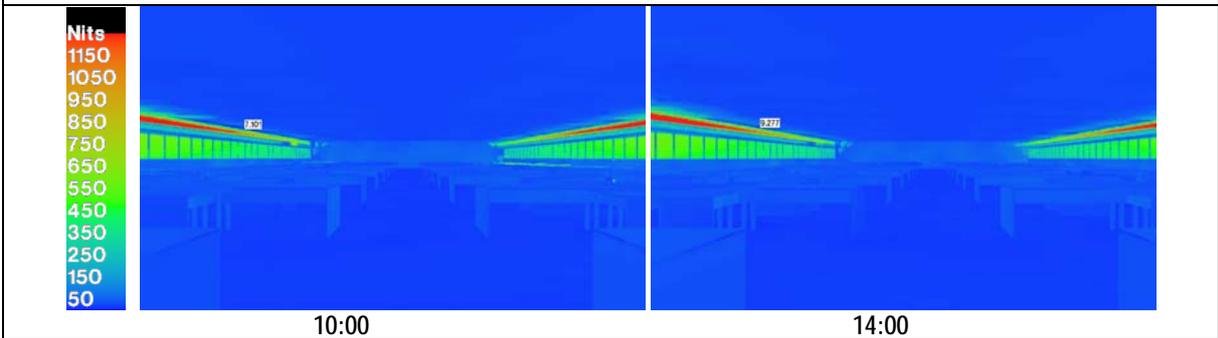
## CÉU CLARO



## CÉU INTERMEDIÁRIO



## CÉU ENCOBERTO



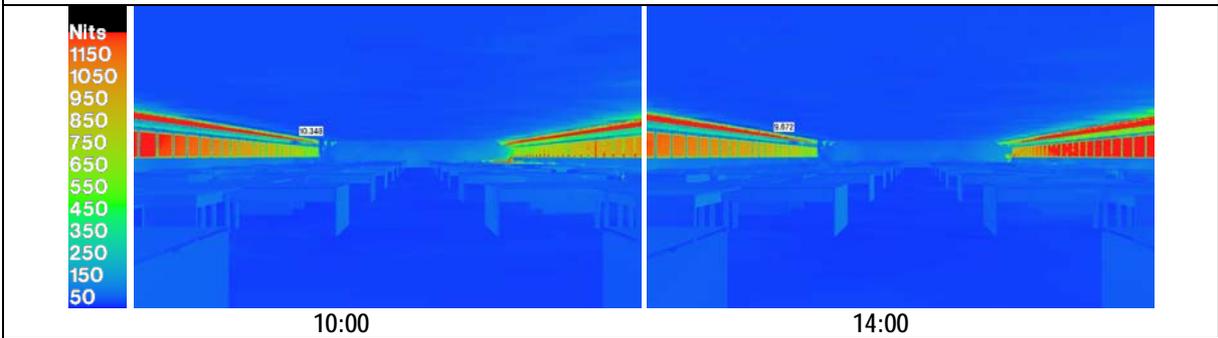
# Modelo M2 - D

SOLSTÍCIO DE INVERNO

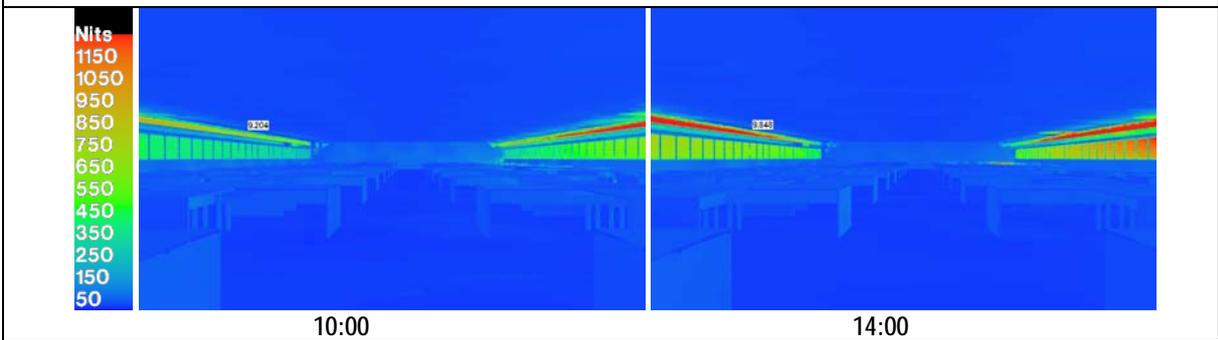
Data: 22 de JUNHO

Fator de turbidez de Linke:3.2

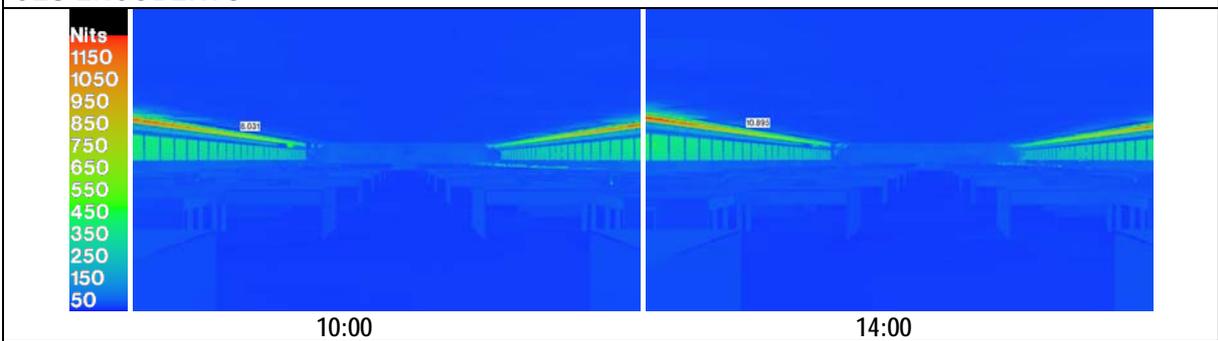
## CÉU CLARO



## CÉU INTERMEDIÁRIO



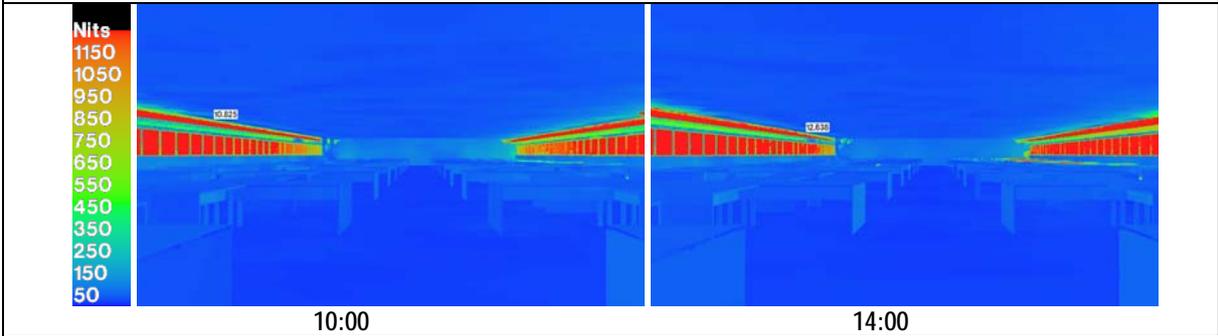
## CÉU ENCOBERTO



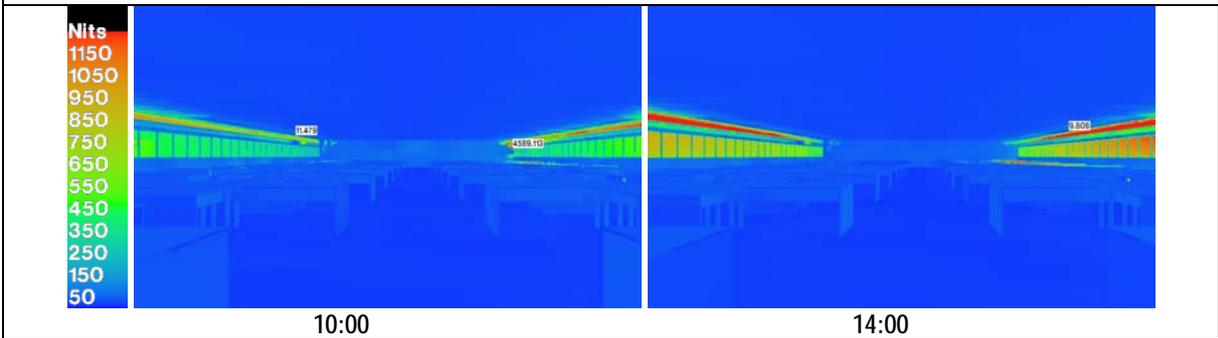
# Modelo M2 - D

EQUINÓCIO  
Data: 21 de MARÇO  
Fator de turbidez de Linke:3.9

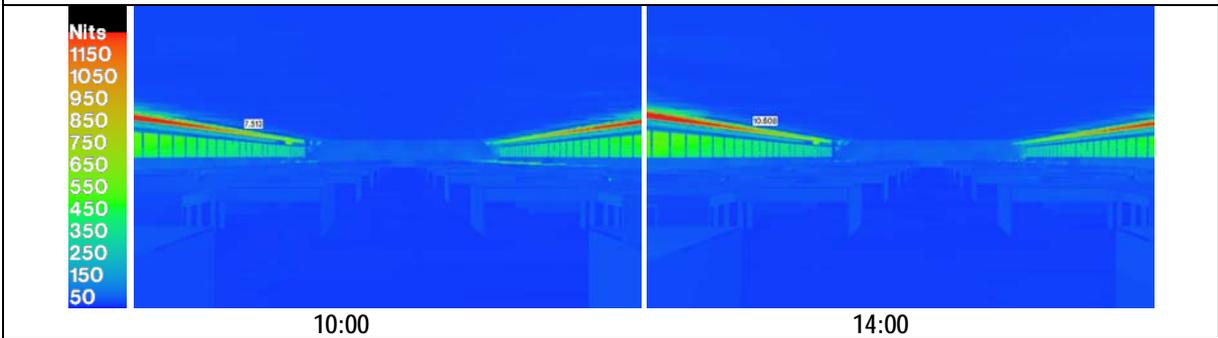
## CÉU CLARO



## CÉU INTERMEDIÁRIO



## CÉU ENCOBERTO



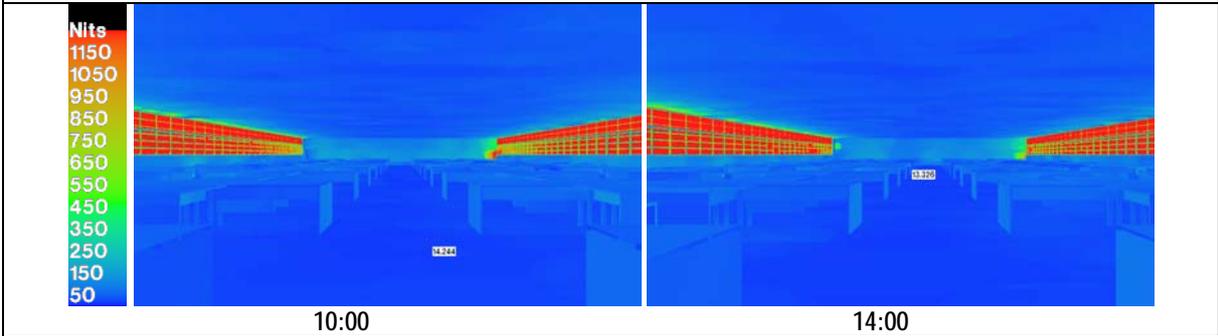
# Modelo M2 - E

SOLSTÍCIO DE VERÃO

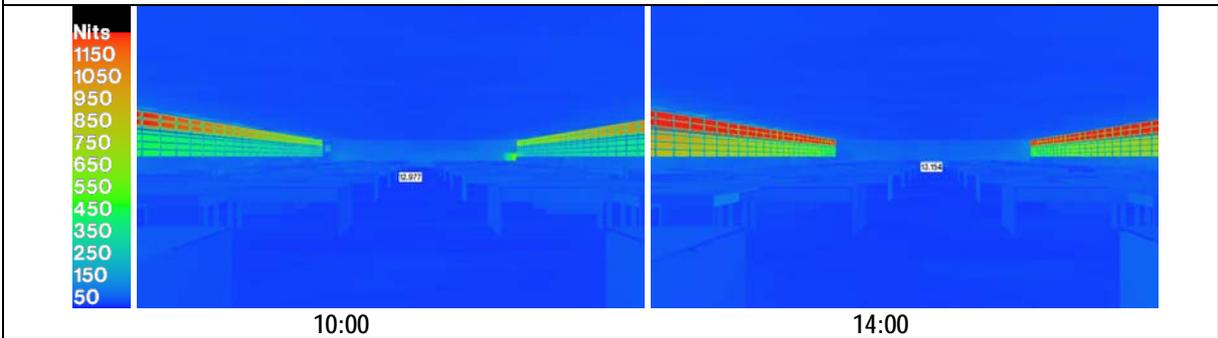
Data: 22 de DEZEMBRO

Fator de turbidez de Linke: 3.9

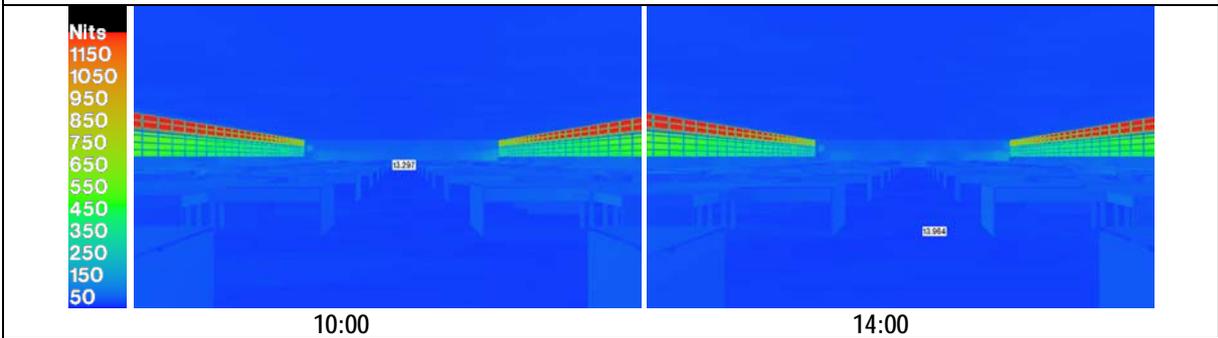
## CÉU CLARO



## CÉU INTERMEDIÁRIO



## CÉU ENCOBERTO



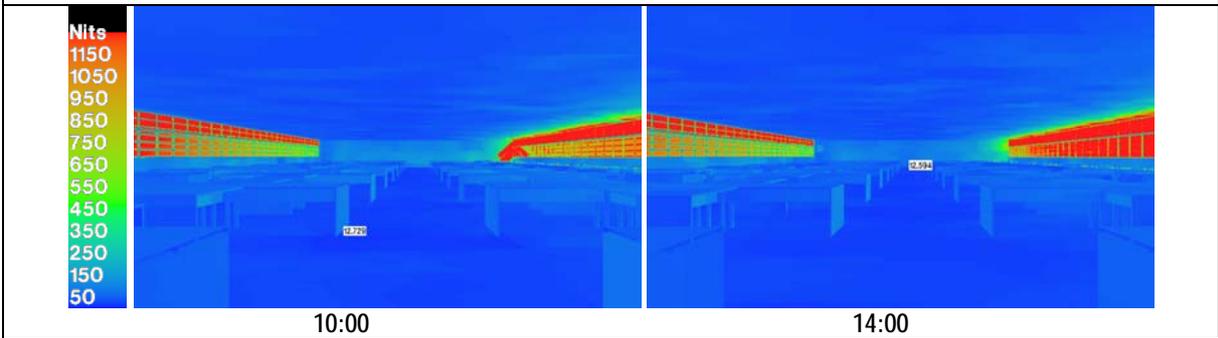
# Modelo M2 - E

SOLSTÍCIO DE INVERNO

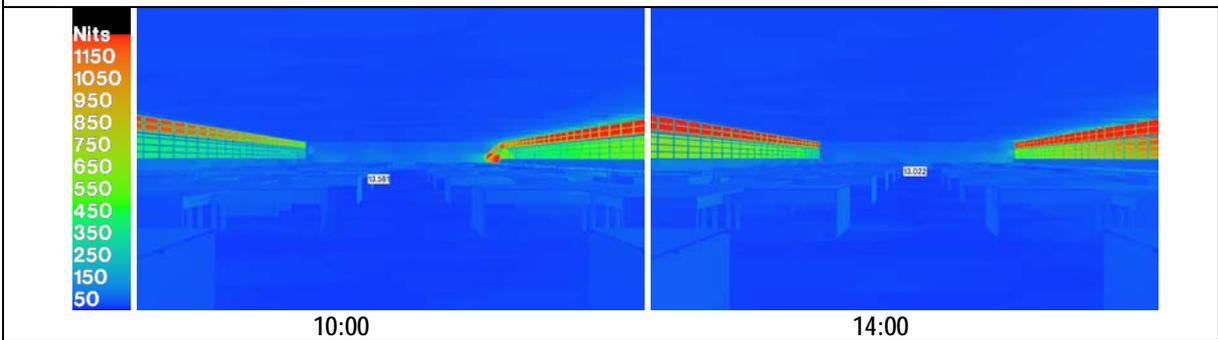
Data: 22 de JUNHO

Fator de turbidez de Linke:3.2

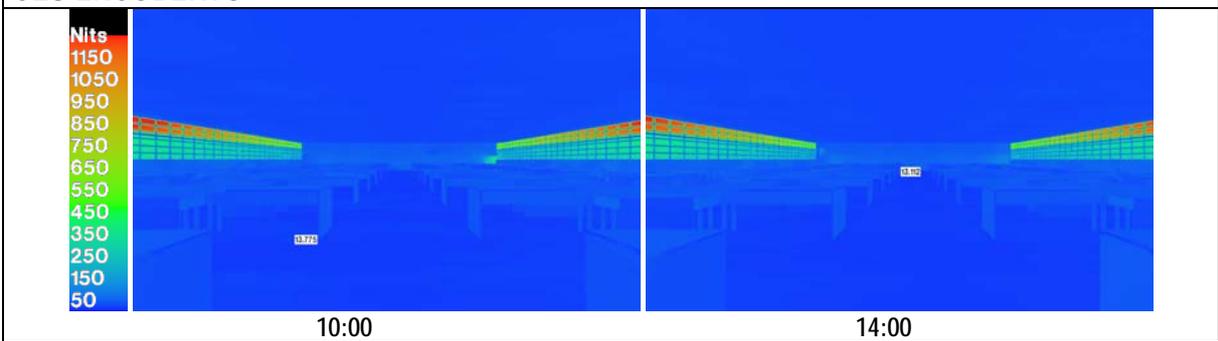
## CÉU CLARO



## CÉU INTERMEDIÁRIO



## CÉU ENCOBERTO



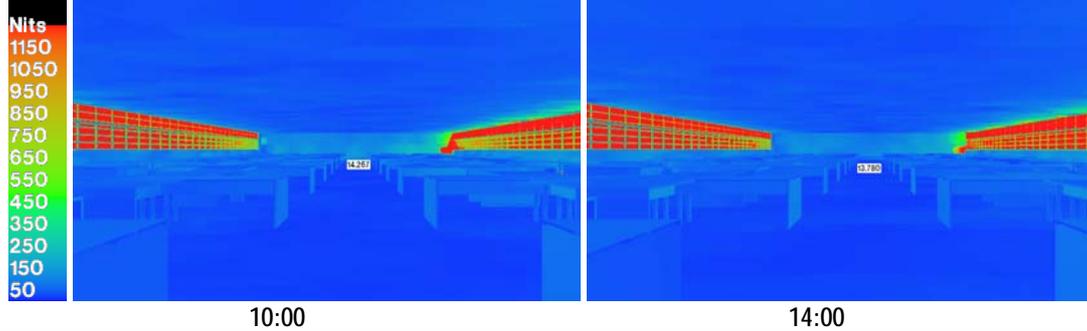
# Modelo M2 - E

EQUINÓCIO

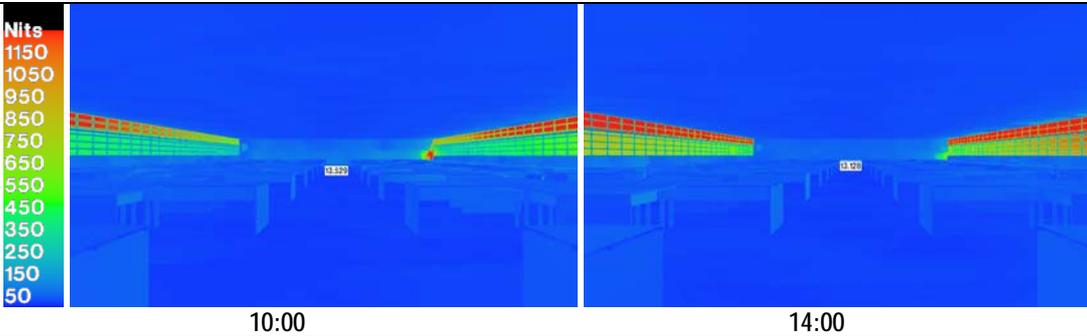
Data: 21 de MARÇO

Fator de turbidez de Linke: 3.9

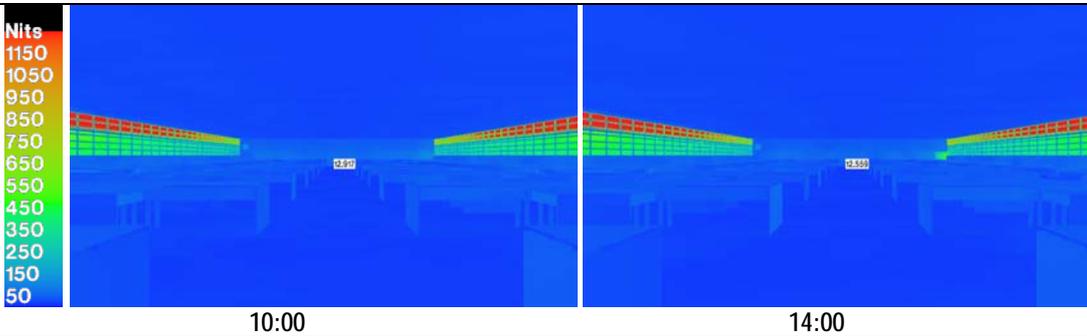
## CÉU CLARO



## CÉU INTERMEDIÁRIO



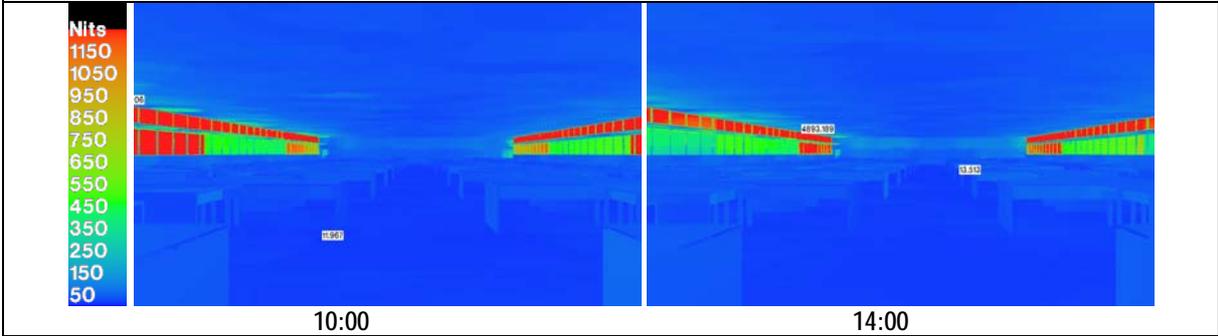
## CÉU ENCOBERTO



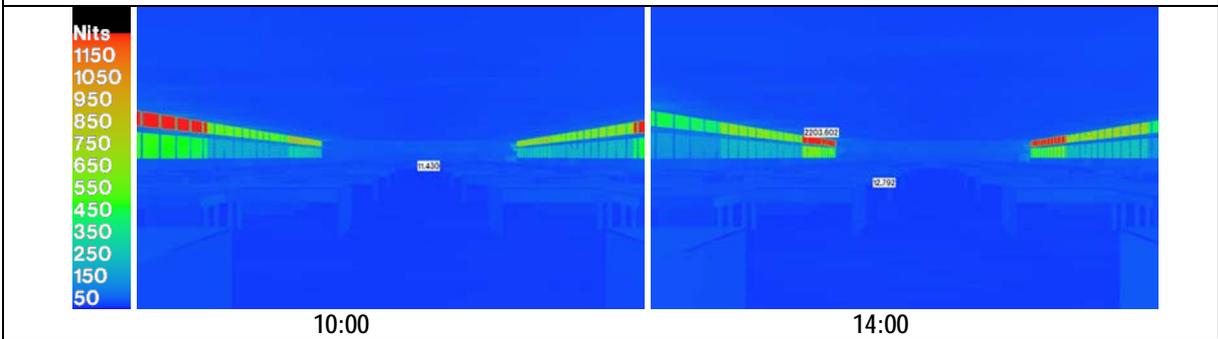
# Modelo M2 - F

SOLSTÍCIO DE VERÃO  
Data: 22 de DEZEMBRO  
Fator de turbidez de Linke: 3.9

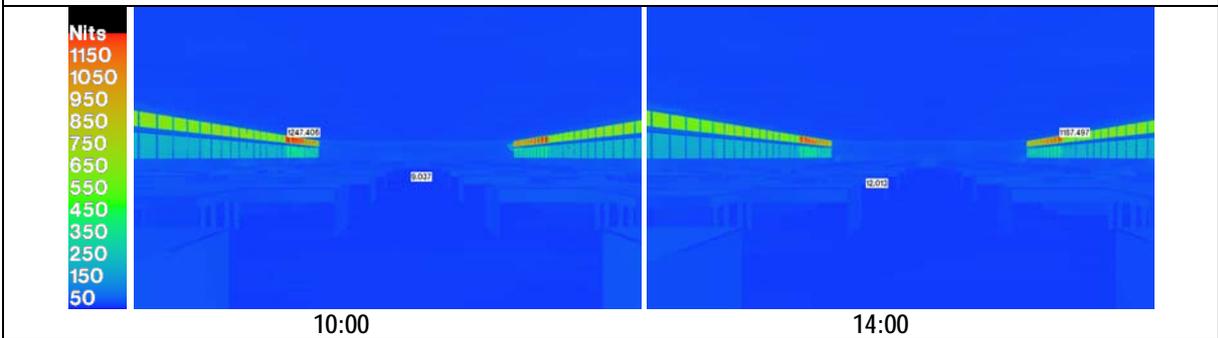
## CÉU CLARO



## CÉU INTERMEDIÁRIO



## CÉU ENCOBERTO



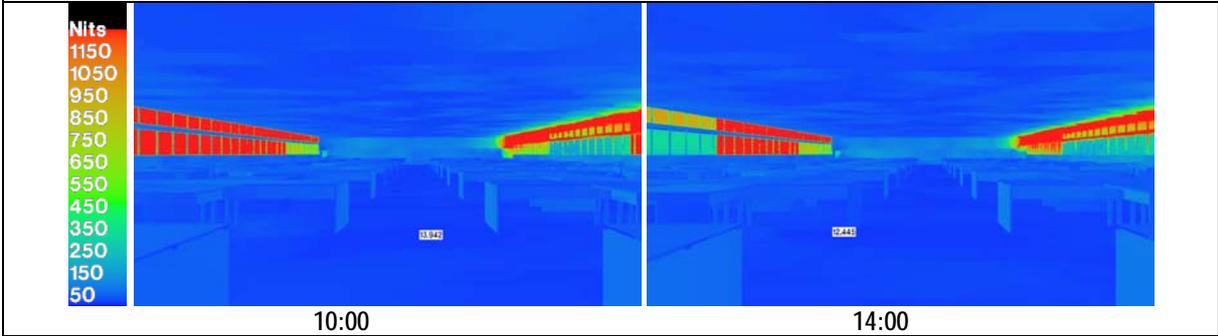
# Modelo M2 - F

SOLSTÍCIO DE INVERNO

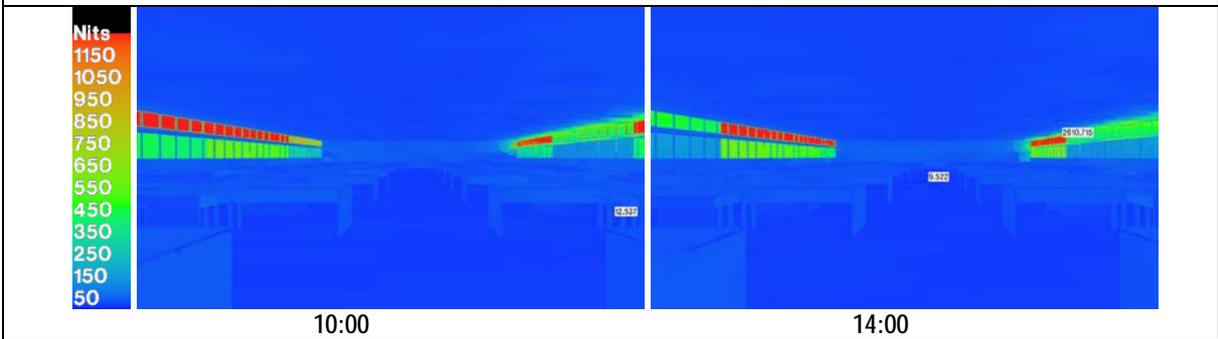
Data: 22 de JUNHO

Fator de turbidez de Linke:3.2

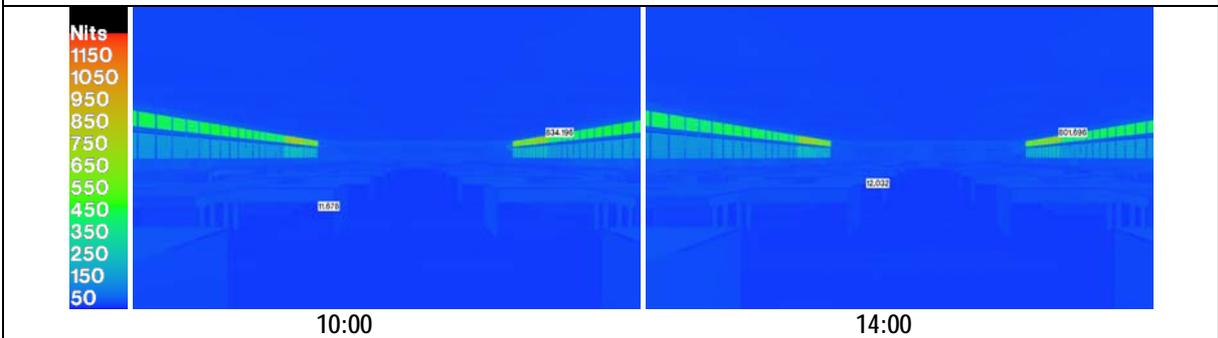
## CÉU CLARO



## CÉU INTERMEDIÁRIO



## CÉU ENCOBERTO



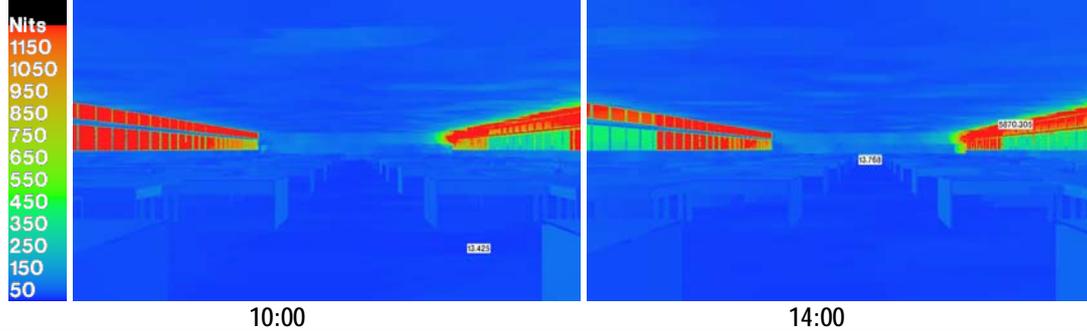
# Modelo M2 - F

EQUINÓCIO

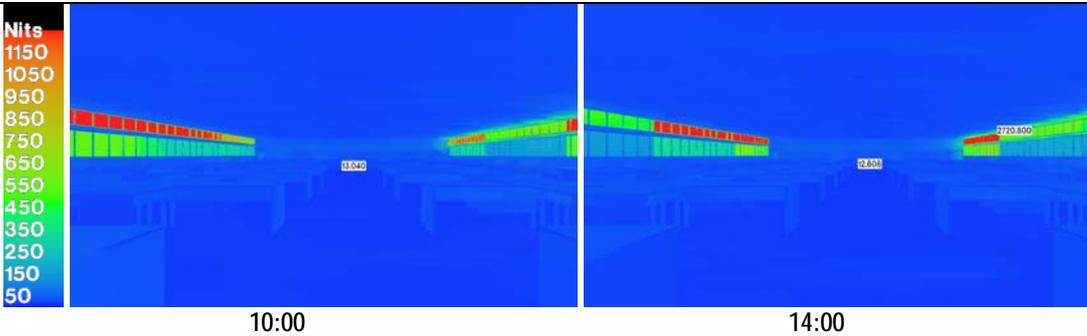
Data: 21 de MARÇO

Fator de turbidez de Linke: 3.9

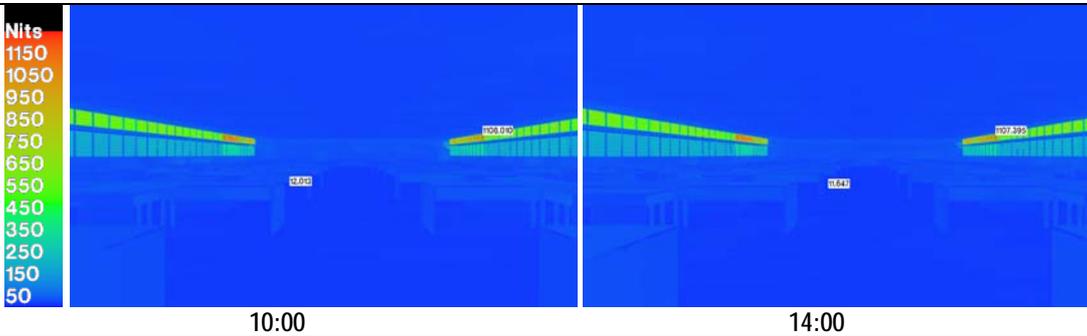
## CÉU CLARO



## CÉU INTERMEDIÁRIO



## CÉU ENCOBERTO



**ANEXO -02**  
Simulações de Iluminâncias



5H	675	549	1148	400	272	820	574	459	405	382	717	383	409	291	198
5I	1137	775	1419	393	409	1380	936	521	450	407	1128	785	468	498	276
5J	3353	1867	2908	752	642	29284	2496	1566	917	612	2428	1805	1043	686	561
5K	41738	57029	9420	1912	1331	5279	53566	4086	1745	1232	2714	35115	2530	1455	719
6A	1305	2132	11749	57100	6224	1216	1840	4234	52887	5071	753	1299	2841	34786	2061
6B	534	915	3108	2336	3798	589	674	1254	2343	28976	388	655	1215	1869	11523
6C	349	392	1566	851	1396	374	431	554	783	1421	212	262	477	759	972
6D	267	354	1079	573	853	208	344	414	560	672	202	294	284	551	536
6E															
6F															
6G															
6H	519	511	1065	413	217	788	505	484	377	299	492	470	349	247	128
6I	1280	795	1357	386	294	1633	883	542	475	370	1041	622	522	313	266
6J	3165	2407	3089	818	740	29433	2335	1211	891	704	2569	1584	920	608	373
6K	41760	56662	10272	1944	1201	5191	53017	4094	1805	1173	2574	34967	2539	1213	711
7A	1212	1908	11885	57403	6016	1155	1750	4070	52972	4986	803	1254	2775	35035	2242
7B	685	842	3389	2394	3778	557	695	1298	2064	28604	361	728	1162	1983	11487
7C	242	406	1551	857	1426	302	373	580	878	1722	176	434	412	681	938
7D	334	455	1360	447	788	293	386	563	477	864	172	248	216	378	601
7E															
7F															
7G															
7H	852	475	1015	375	272	719	435	354	400	332	578	468	352	317	159
7I	1154	958	1244	616	338	1795	971	504	492	251	1147	745	402	323	198
7J	2926	2247	3209	839	736	29938	2455	1467	825	605	2455	1723	1007	619	342
7K	41911	57132	10771	1953	1234	5609	53104	4085	1819	1106	2614	34960	2471	1124	696
8A	1461	2157	11930	57056	5679	1124	1807	4920	52926	5020	788	1245	3400	34956	2395
8B	794	873	3759	2428	4037	706	978	1519	2267	28451	413	611	1152	1993	11987
8C	541	542	1953	853	1451	379	513	713	833	1623	213	386	513	672	1202
8D	406	459	852	519	703	315	456	336	411	712	227	266	308	379	503
8E	382	505	994	335	414	337	352	429	480	564	132	226	285	284	243
8F	403	478	1111	406	349	395	415	287	351	219	149	283	279	195	241
8G	492	349	936	414	491	416	401	373	441	358	198	326	236	241	107
8H	652	606	918	322	401	811	457	505	450	277	485	389	306	250	160
8I	1503	892	1377	667	384	1468	774	463	528	491	1007	713	482	224	159
8J	3454	2277	3288	809	665	29220	2443	1492	713	661	2444	1876	1113	570	424
8K	41974	57024	10746	1983	1289	5178	52945	4111	1798	1159	2808	35314	2476	1234	776
9A	1432	2251	11735	57123	5884	1278	1821	4500	52695	4979	812	1288	3058	34801	2461
9B	842	1043	4181	2580	3902	822	1035	1625	2513	29332	562	734	1227	1796	12015
9C	816	708	2425	1117	1434	467	682	757	1134	1653	269	336	672	797	1104
9D	596	649	1552	738	982	307	500	586	727	880	198	340	493	432	566
9E	645	573	1637	674	562	348	431	537	482	662	252	315	251	378	341
9F	685	472	1683	410	535	289	415	437	598	362	192	324	350	333	260
9G	502	514	1581	719	427	456	592	419	521	243	305	311	354	223	304
9H	695	680	1960	565	444	644	509	519	568	411	491	487	360	354	201
9I	1285	1020	2004	673	599	1819	887	694	640	553	1150	730	490	433	248
9J	3786	2530	3815	1045	961	29162	2344	1528	858	654	2483	1637	1074	630	419
9K	41975	56700	10800	1945	1547	5153	52828	4249	1929	1271	2947	35555	2639	1266	763
10A	2182	2433	11635	57630	6047	1307	1892	4418	52814	4681	883	1432	2881	34081	2269
10B	1609	1685	4398	2637	4187	978	1138	1849	2680	29231	603	680	1213	1887	2200
10C	1473	1440	3174	1928	2033	653	1053	1153	1340	2037	542	676	678	923	1206
10D	1383	1446	3110	1398	1717	940	863	1001	1016	1224	504	533	567	656	827
10E	1371	1578	3682	1320	1559	955	924	900	783	965	356	586	546	635	554
10F	1324	1606	3513	1221	1267	952	1011	968	875	801	416	712	638	621	445
10G	1396	1523	3391	1371	1530	952	900	1118	793	663	568	509	506	567	388
10H	1449	1538	3527	1570	1211	1314	967	1087	876	861	697	636	681	664	362

<b>10I</b>	1987	1630	3593	1388	1511	1896	1304	1153	1020	846	1501	1059	790	636	461
<b>10J</b>	3677	2567	4676	1819	1504	29423	2502	1666	1150	1001	2705	1736	1156	756	496
<b>10K</b>	42517	56290	10234	2430	2315	5114	52795	3734	1961	1419	2846	35280	2473	1340	701
<b>11A</b>	1015	786	1606	1590	1617	571	480	993	1222	1122	206	576	759	1168	753
<b>11B</b>	21739	4501	12451	4820	4289	1926	2262	2655	3127	3449	871	1136	1439	2195	12538
<b>11C</b>	22011	4318	11262	4623	3997	1902	2050	2249	2534	2517	847	1176	1210	1401	1659
<b>11D</b>	21691	4428	11606	4229	3692	1695	2278	2267	2395	2199	893	1033	1140	1149	1053
<b>11E</b>	21817	4523	11941	3792	3595	1821	2094	2182	2021	2127	780	981	1069	1210	812
<b>11F</b>	21840	4436	12104	4095	3689	1878	1955	2214	2035	1966	879	1147	1141	1162	849
<b>11G</b>	21873	4373	12146	3932	3712	2170	2131	2302	1773	1864	994	1135	1122	1084	732
<b>11H</b>	22277	4383	12331	4216	4121	2071	2294	2307	2075	1762	1092	1218	1131	1097	791
<b>11I</b>	22618	4368	11993	4306	4098	2522	2689	2338	1977	1927	1613	1294	1247	1113	743
<b>11J</b>	4474	4526	12205	4250	4084	3610	2906	2725	2302	1942	3118	1996	1433	1222	859
<b>11K</b>	1528	1074	2164	776	2062	1296	1327	922	400	461	917	1537	615	336	205

	DEZEMBRO					MARÇO					JUNHO				
	8:00	10:00	12:00	14:00	16:00	8:00	10:00	12:00	14:00	16:00	8:00	10:00	12:00	14:00	16:00
<b>E med</b>	6062	6047	5242	6065	1936	3838	5789	2128	5789	3814	1967	6854	5050	6697	2160
<b>E min</b>	239	332	810	270	217	208	344	287	343	219	132	226	216	195	107
<b>UNIF</b>	0,04	0,05	0,15	0,04	0,11	0,05	0,06	0,13	0,06	0,06	0,07	0,03	0,04	0,03	0,05



5H	282	181	100	124	132	309	206	137	141	122	141	207	142	135	62
5I	442	308	159	131	85	525	348	128	216	139	287	454	287	162	80
5J	1446	776	359	303	291	5047	1156	417	254	308	839	989	646	404	173
5K	9677	11517	3039	1297	1234	3216	11666	2208	1594	1202	1743	7811	2462	1514	617
6A	1430	1398	3022	11795	3637	1161	1632	2316	11569	3249	782	1689	2528	7844	1483
6B	313	276	296	892	1424	306	291	442	1040	5062	201	360	765	987	2042
6C	136	117	175	318	541	142	140	174	347	610	111	163	191	340	262
6D	80	78	102	193	177	76	77	112	192	298	46	140	169	155	174
6E															
6F															
6G															
6H	241	136	105	80	104	288	269	136	84	108	139	126	125	87	44
6I	440	238	131	133	150	437	341	166	101	121	313	367	236	147	65
6J	1510	744	301	306	346	5034	1064	416	345	366	674	923	679	489	172
6K	9674	11882	2704	1430	1364	3395	11841	2340	1624	1147	1642	7965	2232	1383	678
7A	1317	1395	3436	12320	3829	1184	1512	2252	11445	3172	750	1569	2643	7614	1438
7B	422	312	378	1003	1616	330	397	491	1043	5225	262	474	653	1116	2020
7C	142	117	172	250	421	145	197	138	248	401	107	158	209	374	241
7D	61	103	103	159	337	40	99	83	186	314	42	144	179	190	133
7E															
7F															
7G															
7H	262	169	79	77	116	252	159	147	92	102	148	159	114	108	50
7I	523	204	112	146	159	480	343	201	106	156	259	297	212	114	59
7J	1544	762	361	283	360	5150	1141	503	422	313	763	953	609	412	192
7K	9626	11441	2828	1398	1240	3296	11577	2365	1651	1100	1738	7897	2398	1447	722
8A	1449	1359	3680	12261	3886	1206	1595	2316	11648	3300	819	1629	2459	7815	1470
8B	376	331	329	935	1429	350	329	388	1112	5014	216	502	700	1012	2043
8C	236	109	188	292	445	154	150	145	282	442	109	100	288	417	245
8D	199	123	110	202	236	122	111	109	226	292	56	101	187	212	128
8E	178	110	108	100	181	83	102	90	152	121	96	78	118	138	88
8F	131	153	98	154	164	121	111	91	97	141	70	102	119	85	60
8G	253	122	121	192	170	138	184	99	149	139	86	149	88	98	19
8H	274	184	145	162	163	241	162	116	118	110	127	173	129	163	50
8I	388	238	160	158	152	400	349	141	107	89	216	361	214	176	79
8J	1651	775	351	332	365	4952	965	402	394	293	821	800	697	426	162
8K	9836	11646	2688	1411	1362	3294	11808	2368	1643	1085	1707	7765	2406	1522	674
9A	1603	1453	3700	12085	3828	1264	1668	2335	11726	3208	805	1667	2606	7626	1499
9B	495	388	454	930	1463	364	393	374	861	5150	275	438	644	942	1996
9C	327	244	217	330	500	180	257	155	319	509	168	204	233	328	279
9D	326	165	167	286	332	191	168	111	216	207	79	193	154	235	132
9E	227	227	151	249	287	199	231	127	247	232	74	167	149	175	96
9F	300	227	124	233	249	237	142	135	121	198	92	134	98	125	60
9G	368	184	117	224	162	160	209	104	194	191	142	193	146	127	79
9H	208	257	166	259	213	356	152	150	187	214	157	253	168	193	101
9I	452	345	238	260	315	566	384	182	212	207	300	365	259	204	102
9J	1478	769	392	408	435	5118	932	396	428	456	676	954	731	455	210
9K	9546	11781	3040	1558	1464	3230	11433	2313	1654	1200	1711	7982	2446	1510	738
10A	1593	1424	3210	12272	4118	1338	1725	2226	11714	3206	892	1729	2511	7633	1335
10B	952	567	544	1136	1588	582	690	533	1183	5297	292	583	693	1146	798
10C	789	526	413	643	1084	494	456	332	661	890	231	358	448	636	378
10D	746	474	310	564	1063	475	457	264	562	541	237	392	359	377	255
10E	844	533	378	589	881	480	422	275	517	484	237	367	292	322	235
10F	836	398	336	688	669	516	482	322	376	560	224	275	345	308	229
10G	745	565	318	555	751	521	489	271	417	446	246	310	348	312	205
10H	811	569	360	535	857	656	500	303	439	537	298	460	261	324	222

10I	903	625	380	540	910	856	658	327	547	500	419	504	464	396	251
10J	1579	972	508	697	752	5477	1236	494	562	648	873	1180	712	681	264
10K	9876	11348	2796	1511	1588	3380	11760	2259	1660	1314	1715	8102	2552	1582	748
11A	566	267	262	390	338	267	276	239	387	295	178	341	417	443	204
11B	5808	2518	3413	3180	3118	1784	1980	1478	2278	2230	948	1530	1559	1920	2625
11C	5657	2750	3508	2844	2817	1747	2025	1388	2008	2096	920	1406	1391	1516	949
11D	5704	2743	3391	2911	2702	1685	1787	1462	1862	1833	929	1388	1385	1363	846
11E	5709	2785	3493	2769	2960	1670	1841	1317	2039	1696	791	1350	1368	1391	805
11F	5709	2790	3369	2808	2914	1935	1846	1354	1867	1807	942	1286	1304	1381	776
11G	5834	2741	3642	3009	2739	1764	1850	1343	2003	1762	887	1369	1266	1402	783
11H	5929	2598	3199	2815	2727	1888	1944	1392	1719	1786	923	1361	1366	1362	839
11I	5916	2712	3462	2976	2933	1981	2173	1380	1945	1753	986	1591	1348	1460	787
11J	3512	2984	3686	3156	2673	2281	2289	1556	1946	1721	1399	1794	1577	1408	784
11K	492	368	280	339	497	398	496	237	322	335	219	563	366	245	171

	DEZEMBRO					MARÇO					JUNHO				
	8:00	10:00	12:00	14:00	16:00	8:00	10:00	12:00	14:00	16:00	8:00	10:00	12:00	14:00	16:00
E med	1885	1680	1206	1787	1169	1342	1864	1004	1849	1320	730	1954	1712	1878	687
E min	61	78	79	77	85	40	77	83	84	64	42	78	88	85	19
UNIF	0,03	0,05	0,07	0,04	0,07	0,03	0,04	0,08	0,05	0,05	0,06	0,04	0,05	0,05	0,03

# M1A Simulações de Iluminância (lux)

# CEU ENCOBERTO

PONTO	DEZEMBRO					MARÇO					JUNHO				
	8:00	10:00	12:00	14:00	16:00	8:00	10:00	12:00	14:00	16:00	8:00	10:00	12:00	14:00	16:00
1A	122	180	199	173	109	94	161	185	161	94	61	120	140	116	53
1B	2065	3054	3368	2929	1845	1602	2732	3141	2725	1594	1036	2041	2379	1963	895
1C	2028	2999	3307	2876	1812	1573	2683	3084	2675	1565	1018	2004	2336	1927	879
1D	1967	2910	3209	2790	1758	1526	2603	2992	2596	1519	987	1945	2267	1870	853
1E	1970	2914	3214	2794	1760	1528	2607	2997	2600	1521	989	1948	2270	1873	854
1F	1999	2957	3261	2836	1787	1551	2646	3041	2638	1543	1003	1977	2303	1901	867
1G	2034	3009	3318	2885	1818	1578	2692	3094	2684	1570	1021	2011	2344	1934	882
1H	1952	2887	3184	2768	1744	1514	2583	2969	2575	1507	980	1930	2249	1855	846
1I	1821	2694	2971	2583	1628	1413	2410	2770	2403	1406	914	1801	2098	1731	790
1J	2070	3062	3376	2936	1850	1606	2739	3148	2731	1598	1039	2046	2385	1968	897
1K	230	340	375	326	205	178	304	350	303	177	115	227	265	219	100
2A	2032	3006	3315	2883	1816	1577	2689	3091	2682	1569	1020	2009	2342	1932	881
2B	530	784	865	752	474	411	701	806	699	409	266	524	611	504	230
2C	390	577	636	553	349	303	516	593	515	301	196	386	450	371	169
2D	390	577	636	553	349	303	516	593	515	301	196	386	450	371	169
2E	447	661	729	634	399	347	591	680	590	345	224	442	515	425	194
2F	353	523	576	501	316	274	468	537	466	273	177	349	407	336	153
2G	367	543	599	520	328	285	486	558	484	283	184	363	423	349	159
2H	438	648	715	621	391	340	580	666	578	338	220	433	505	416	190
2I	370	548	604	525	331	287	490	563	489	286	186	366	427	352	161
2J	532	787	868	755	475	413	704	809	702	411	267	526	613	506	231
2K	2100	3106	3426	2979	1877	1629	2779	3194	2771	1621	1054	2076	2420	1996	910
3A	2015	2980	3287	2858	1801	1563	2666	3065	2659	1555	1011	1992	2322	1915	873
3B	464	686	756	658	414	360	614	705	612	358	233	458	534	441	201
3C	193	286	315	274	173	150	256	294	255	149	97	191	223	184	84
3D	101	150	165	144	91	79	134	154	134	78	51	100	117	96	44
3E	102	150	166	144	91	79	134	154	134	78	51	100	117	97	44
3F	131	194	214	186	117	102	174	200	173	101	66	130	151	125	57
3G	142	210	231	201	127	110	188	216	187	109	71	140	163	135	61
3H	114	168	186	161	102	88	150	173	150	88	57	112	131	108	49
3I	176	260	287	249	157	136	232	267	232	136	88	174	202	167	76
3J	423	625	689	599	378	328	559	643	557	326	212	418	487	402	183
3K	1983	2933	3235	2813	1772	1538	2624	3016	2617	1531	995	1961	2285	1885	860
4A	1920	2839	3131	2722	1715	1489	2540	2919	2533	1482	963	1898	2211	1825	832
4B	415	614	677	589	371	322	549	631	547	320	208	410	478	394	180
4C	140	207	228	198	125	108	185	213	184	108	70	138	161	133	61
4D	84	125	137	120	75	65	112	128	111	65	42	83	97	80	37
4E	77	114	126	109	69	60	102	117	102	59	39	76	89	73	33
4F	69	103	113	98	62	54	92	105	91	54	35	69	80	66	30
4G	87	129	143	124	78	68	116	133	115	68	44	86	101	83	38
4H	86	127	140	122	77	67	114	131	114	66	43	85	99	82	37
4I	110	162	179	156	98	85	145	167	145	85	55	109	126	104	48
4J	418	619	683	593	374	325	554	636	552	323	210	414	482	398	181
4K	1964	2905	3203	2785	1755	1523	2598	2987	2591	1516	986	1941	2262	1867	851
5A	2043	3022	3333	2898	1826	1585	2704	3108	2696	1577	1026	2020	2354	1942	886
5B	422	624	688	598	377	327	558	641	556	325	212	417	486	401	183
5C	131	194	213	186	117	102	173	199	173	101	66	129	151	124	57

5D	87	129	142	124	78	68	115	132	115	67	44	86	100	83	38
5E															
5F															
5G															
5H	80	119	131	114	72	62	106	122	106	62	40	79	93	76	35
5I	81	120	133	115	73	63	108	124	107	63	41	80	94	77	35
5J	402	595	656	570	359	312	532	612	531	310	202	398	463	382	174
5K	2023	2993	3301	2870	1808	1570	2677	3077	2670	1562	1016	2000	2331	1923	877
6A	1994	2949	3252	2827	1781	1546	2638	3032	2630	1539	1001	1971	2297	1895	864
6B	369	546	602	523	330	286	488	561	487	285	185	365	425	351	160
6C	113	168	185	161	101	88	150	173	150	88	57	112	131	108	49
6D	72	107	118	102	65	56	96	110	95	56	36	71	83	69	31
6E															
6F															
6G															
6H	68	101	111	97	61	53	90	104	90	53	34	68	79	65	30
6I	119	176	194	169	106	92	158	181	157	92	60	118	137	113	52
6J	362	536	591	514	324	281	479	551	478	280	182	358	417	344	157
6K	2080	3077	3393	2951	1859	1614	2753	3164	2745	1606	1044	2057	2397	1978	902
7A	1933	2860	3154	2742	1728	1500	2558	2940	2551	1492	970	1911	2227	1838	838
7B	375	554	611	532	335	291	496	570	495	289	188	371	432	356	162
7C	158	233	257	224	141	122	209	240	208	122	79	156	182	150	68
7D	71	104	115	100	63	55	93	107	93	55	35	70	81	67	31
7E															
7F															
7G															
7H	88	130	143	124	78	68	116	133	116	68	44	87	101	83	38
7I	131	194	214	186	117	102	174	200	173	101	66	130	151	125	57
7J	409	604	667	580	365	317	541	621	539	315	205	404	471	388	177
7K	1951	2886	3182	2767	1743	1513	2581	2967	2574	1506	979	1929	2248	1854	846
8A	2001	2959	3263	2837	1788	1552	2647	3043	2640	1544	1004	1978	2305	1902	867
8B	390	577	636	553	348	302	516	593	514	301	196	385	449	371	169
8C	130	192	212	185	116	101	172	198	172	100	65	129	150	124	56
8D	82	121	133	116	73	63	108	124	108	63	41	81	94	78	35
8E	81	120	133	115	73	63	108	124	107	63	41	80	94	77	35
8F	93	137	151	132	83	72	123	141	122	72	47	92	107	88	40
8G	98	144	159	138	87	76	129	148	129	75	49	96	112	93	42
8H	109	161	178	154	97	84	144	166	144	84	55	108	125	104	47
8I	138	205	226	196	124	107	183	211	183	107	69	137	159	132	60
8J	388	574	633	550	347	301	513	590	512	299	195	384	447	369	168
8K	1934	2861	3155	2743	1728	1500	2559	2942	2552	1493	971	1912	2228	1839	838
9A	2003	2962	3267	2840	1789	1553	2650	3046	2642	1546	1005	1980	2307	1904	868
9B	445	658	725	631	397	345	588	676	587	343	223	440	512	423	193
9C	105	155	171	148	93	81	138	159	138	81	52	103	120	99	45
9D	175	259	285	248	156	136	231	266	231	135	88	173	201	166	76
9E	101	150	165	143	90	78	134	154	133	78	51	100	117	96	44
9F	124	184	203	176	111	96	164	189	164	96	62	123	143	118	54
9G	139	205	226	197	124	108	183	211	183	107	70	137	160	132	60
9H	156	231	255	222	140	121	207	238	206	121	78	155	180	149	68
9I	182	270	297	258	163	141	241	277	240	141	91	180	210	173	79
9J	389	576	635	552	348	302	515	592	513	300	195	385	448	370	169
9K	1991	2945	3248	2824	1779	1544	2635	3028	2627	1537	999	1968	2294	1893	863





5H	186	163	303	142	109	264	157	156	140	105	173	122	134	136	75
5I	460	231	403	127	121	466	259	207	147	99	419	216	153	131	108
5J	1040	658	971	276	256	9737	720	394	283	181	800	617	365	221	150
5K	13105	15392	2843	518	347	1597	14853	1175	541	333	847	9653	735	332	200
6A	391	544	3458	15810	1869	308	500	1942	14914	1500	227	367	748	9555	616
6B	221	284	1165	721	1252	187	279	625	759	9818	152	180	341	557	3761
6C	134	137	390	272	474	87	157	204	304	509	91	146	154	223	372
6D	110	112	360	194	265	75	137	176	161	215	70	116	120	103	134
6E															
6F															
6G															
6H	219	215	236	103	67	226	214	163	100	93	134	147	132	103	57
6I	413	269	603	145	108	590	268	193	177	111	390	214	143	118	48
6J	1126	689	918	232	202	9613	659	404	253	194	791	562	326	180	129
6K	13131	15204	2878	498	359	1536	14757	1129	475	335	780	10202	696	347	228
7A	368	587	3187	15787	1769	349	478	1809	14760	1505	211	377	834	9649	688
7B	206	307	1145	768	1336	220	229	574	657	9692	163	222	340	539	3717
7C	153	155	647	273	419	131	126	245	271	616	60	70	164	177	341
7D	118	136	395	146	274	89	135	152	199	334	36	92	125	124	213
7E															
7F															
7G															
7H	193	193	289	116	125	237	192	137	143	85	168	144	110	91	50
7I	419	247	481	172	105	470	298	212	165	105	352	170	157	123	63
7J	1113	679	982	256	208	9749	722	417	318	230	791	552	348	210	133
7K	13234	15169	3032	527	378	1419	14778	1204	505	338	818	9597	729	366	205
8A	381	589	3242	15932	1766	363	541	1197	14753	1559	220	345	830	9487	685
8B	253	292	1103	773	1173	211	282	469	698	9660	113	186	320	540	3668
8C	152	169	400	296	446	155	149	213	300	540	80	120	163	230	363
8D	150	189	328	185	243	84	133	144	162	265	42	113	83	104	170
8E	128	128	445	106	160	130	153	127	133	162	54	81	87	114	116
8F	114	180	416	138	177	111	144	163	152	155	48	75	69	82	69
8G	167	159	335	137	120	178	171	105	140	71	71	91	100	78	50
8H	251	199	446	159	159	200	157	169	105	95	161	95	97	91	53
8I	448	291	550	230	122	473	299	250	167	149	311	166	174	110	74
8J	1157	700	986	285	239	9791	688	450	277	229	760	543	353	182	127
8K	13101	15410	3020	573	372	1520	14796	1199	493	318	742	9476	691	338	207
9A	475	592	3423	16006	1892	390	506	1199	14633	1516	216	357	811	9554	663
9B	312	358	1123	753	1331	264	272	513	688	9728	143	219	395	555	3693
9C	227	253	825	345	505	164	177	246	375	536	95	140	124	239	342
9D	252	189	588	235	300	123	205	198	239	242	97	112	131	171	151
9E	156	181	514	169	253	139	149	173	177	145	73	108	98	119	126
9F	227	217	642	212	204	115	168	196	168	148	65	106	109	105	85
9G	190	191	539	213	171	175	168	162	136	153	100	96	116	72	88
9H	334	237	474	216	145	299	190	219	176	133	168	159	136	128	73
9I	506	346	751	239	206	527	349	283	159	176	338	237	182	123	91
9J	1067	739	1182	322	307	9657	756	549	319	184	718	483	372	205	133
9K	13267	15625	3178	655	445	1527	14767	1485	549	389	761	9441	790	351	219
10A	499	698	3178	15859	1753	406	549	1108	14773	1328	238	432	772	9586	668
10B	427	534	1600	917	1235	399	346	575	815	9574	198	292	342	639	730
10C	447	485	1341	457	655	288	327	385	435	694	161	177	255	331	450
10D	433	476	1019	483	573	275	270	298	368	393	139	199	193	225	204
10E	428	459	1099	411	393	271	315	326	360	308	138	150	174	206	181
10F	504	468	991	430	494	260	300	288	294	235	136	196	167	173	159
10G	537	559	1189	438	451	367	302	311	261	245	191	181	173	171	114
10H	583	533	1080	411	485	435	359	358	284	270	260	236	204	179	115

10I	598	694	1306	437	368	583	422	380	360	281	401	316	217	223	139
10J	1155	1217	1425	521	529	9662	812	676	368	339	787	582	369	231	174
10K	13118	15569	3215	700	557	1432	14781	1785	516	419	859	9338	757	385	219
11A	248	199	484	370	355	147	139	224	331	356	40	77	232	307	241
11B	5271	1196	3347	1367	1298	514	626	773	937	1056	278	365	499	632	3873
11C	5322	1238	3522	1178	1141	520	627	637	746	697	263	319	420	378	484
11D	5169	2216	3177	1196	1218	485	610	668	582	584	278	314	347	352	319
11E	5313	1408	3409	1171	1126	522	608	650	594	583	288	282	353	319	254
11F	5313	1274	3257	1182	1110	525	603	641	583	544	277	346	300	319	229
11G	5756	1590	3278	1177	1018	575	618	641	534	490	247	311	332	287	262
11H	5428	1524	3263	1139	1003	581	614	668	594	488	350	331	349	333	250
11I	5317	2171	3147	1199	1223	748	688	678	634	528	478	455	348	308	228
11J	1402	3913	3235	1197	1349	1039	862	793	609	494	1101	608	426	367	235
11K	425	792	537	264	525	422	348	304	126	100	299	322	159	97	77

	DEZEMBRO					MARÇO					JUNHO				
	8:00	10:00	12:00	14:00	16:00	8:00	10:00	12:00	14:00	16:00	8:00	10:00	12:00	14:00	16:00
E med	1794	1758	1543	1726	615	1230	1651	662	1660	1212	586	2000	1544	1952	660
E min	108	112	236	103	67	75	122	105	100	71	36	70	69	72	48
UNIF	0,06	0,06	0,15	0,06	0,11	0,06	0,07	0,16	0,06	0,06	0,06	0,03	0,04	0,04	0,07



5H	87	56	41	44	36	65	82	51	47	37	41	52	52	50	19
5I	157	69	56	54	40	133	150	57	60	32	97	127	82	69	19
5J	444	209	109	111	122	1727	334	142	128	80	238	302	172	145	56
5K	2898	3090	827	399	343	994	3224	620	444	321	454	2284	690	462	199
6A	382	364	1021	3373	1139	327	456	625	3239	870	211	468	753	2186	403
6B	109	95	120	324	413	106	101	144	349	1682	70	144	189	307	649
6C	46	44	56	133	178	34	44	38	64	143	20	54	86	108	73
6D	33	30	40	48	100	23	36	44	70	59	14	22	58	72	42
6E															
6F															
6G															
6H	84	44	39	29	35	102	65	34	40	19	52	81	37	47	9
6I	164	84	55	36	31	123	98	46	40	43	63	94	93	52	30
6J	478	248	87	106	112	1743	372	122	107	108	234	310	200	121	52
6K	2933	3187	792	401	367	1018	3233	645	444	297	468	2203	709	410	192
7A	388	383	992	3371	1120	341	433	638	3271	962	225	461	728	2167	435
7B	107	95	135	287	526	109	121	140	306	1658	66	146	224	323	661
7C	41	42	62	85	156	34	49	50	123	177	26	54	76	132	74
7D	43	30	28	39	92	33	45	31	77	107	18	40	42	67	49
7E															
7F															
7G															
7H	105	51	41	37	31	79	71	30	39	29	54	72	43	26	18
7I	131	92	46	55	28	160	119	49	42	54	99	140	64	44	20
7J	461	241	112	103	96	1662	318	128	109	87	234	319	191	127	58
7K	2914	3128	741	394	368	956	3253	634	467	340	505	2151	708	422	194
8A	397	395	1072	3432	1080	321	440	606	3258	869	211	433	713	2231	413
8B	113	94	129	306	425	101	117	139	343	1659	58	110	194	343	603
8C	80	37	65	114	127	64	53	51	127	180	23	43	66	111	82
8D	50	32	43	76	99	42	38	32	59	73	12	34	55	62	42
8E	46	40	44	62	75	45	36	36	43	33	24	37	24	48	27
8F	88	39	34	45	51	40	47	26	37	39	19	42	40	33	28
8G	89	47	47	54	61	63	62	30	27	33	41	34	37	17	23
8H	65	65	37	49	61	101	55	30	58	39	52	52	34	42	20
8I	148	106	53	65	68	179	131	48	47	45	60	134	59	59	28
8J	462	250	119	101	142	1626	296	122	96	114	247	339	174	130	56
8K	2903	3103	806	406	385	921	3260	621	446	322	502	2267	701	450	197
9A	405	387	1095	3455	1109	351	446	615	3223	1004	219	440	740	2166	426
9B	154	119	147	298	521	108	126	141	382	1722	74	155	203	268	658
9C	93	81	83	114	190	84	65	59	134	190	38	60	85	106	78
9D	92	52	56	111	95	67	67	48	95	112	29	48	44	78	53
9E	64	59	43	81	130	67	30	42	78	72	26	63	36	52	30
9F	86	56	47	57	139	91	74	32	64	70	22	39	30	43	34
9G	109	60	58	60	61	69	80	46	61	61	40	66	48	40	31
9H	142	55	65	70	100	83	88	46	56	67	49	77	48	48	26
9I	175	106	76	78	109	194	115	65	109	63	99	138	83	75	31
9J	415	259	121	127	164	1687	387	136	109	133	238	299	188	143	60
9K	2969	3259	762	440	404	1001	3261	604	449	340	486	2202	645	434	190
10A	470	442	906	3362	1158	398	495	652	3254	1009	252	504	711	2188	415
10B	284	176	174	391	510	178	202	189	354	1658	89	241	273	294	200
10C	304	174	122	235	321	147	136	88	204	237	71	127	137	171	136
10D	233	170	126	220	265	176	146	76	153	212	68	145	113	155	87
10E	220	133	111	167	285	182	140	95	129	138	80	118	109	108	89
10F	271	149	106	164	275	148	161	85	137	166	73	111	83	106	68
10G	235	163	129	185	270	148	147	76	152	181	89	118	108	125	68
10H	287	192	128	173	299	212	181	84	123	139	83	128	109	111	80

10I	370	194	130	203	209	226	202	98	163	159	158	152	131	130	83
10J	597	314	169	219	330	1716	366	154	179	187	251	306	236	168	93
10K	2978	3199	851	476	493	975	3332	638	493	374	449	2175	740	448	212
11A	111	79	70	148	102	76	65	69	99	106	47	77	128	135	66
11B	1545	705	799	980	863	519	576	377	667	666	260	433	449	493	789
11C	1479	866	914	845	853	516	505	371	624	543	226	411	342	412	245
11D	1420	729	1007	809	719	533	547	379	559	522	241	380	370	388	226
11E	1459	743	930	823	749	521	522	387	532	490	247	369	357	384	223
11F	1459	770	853	792	778	500	545	385	588	508	237	394	364	371	215
11G	1475	787	1014	790	760	499	584	383	557	468	255	391	329	359	221
11H	1520	755	793	798	814	553	520	382	502	507	234	390	377	357	223
11I	1515	732	944	940	758	553	593	391	564	453	271	460	413	371	230
11J	957	820	946	834	781	635	654	437	565	511	405	505	434	438	247
11K	111	84	77	97	154	94	96	82	89	74	58	151	116	81	34

	DEZEMBRO					MARÇO					JUNHO				
	8:00	10:00	12:00	14:00	16:00	8:00	10:00	12:00	14:00	16:00	8:00	10:00	12:00	14:00	16:00
E med	548	473	341	513	348	409	531	282	535	399	211	565	514	547	204
E min	33	30	28	29	28	23	27	26	27	19	12	22	24	17	9
UNIF	0,06	0,06	0,08	0,06	0,08	0,06	0,05	0,09	0,05	0,05	0,06	0,04	0,05	0,03	0,05



5H	36	42	47	41	26	28	38	44	38	22	18	28	33	27	12
5I	46	52	58	50	32	36	47	54	47	27	23	35	41	34	15
5J	114	184	203	176	111	89	164	189	164	96	57	123	143	118	54
5K	565	800	882	767	483	438	715	822	713	417	284	535	623	514	234
6A	556	828	913	794	500	431	741	852	739	432	279	554	645	532	243
6B	113	179	197	171	108	87	160	184	159	93	56	119	139	115	52
6C	26	47	52	45	29	20	42	49	42	25	13	32	37	30	14
6D	23	40	44	38	24	17	36	41	36	21	11	27	31	26	12
6E															
6F															
6G															
6H	26	39	43	38	24	20	35	40	35	21	13	26	31	25	12
6I	51	69	76	66	42	40	62	71	61	36	26	46	54	44	20
6J	132	194	214	186	117	103	173	199	173	101	66	129	151	124	57
6K	546	815	899	781	492	424	729	838	727	425	274	545	635	524	239
7A	571	848	935	813	512	443	758	872	756	442	286	567	660	545	248
7B	112	147	162	141	89	87	132	152	131	77	56	98	115	95	43
7C	52	57	63	55	34	40	51	59	51	30	26	38	44	37	17
7D	31	30	33	28	18	24	26	30	26	15	15	20	23	19	9
7E															
7F															
7G															
7H	29	30	34	29	18	22	27	31	27	16	14	20	24	20	9
7I	37	50	55	48	30	29	45	51	44	26	19	33	39	32	15
7J	111	154	169	147	93	86	137	158	137	80	56	103	120	99	45
7K	542	842	929	808	509	420	754	866	752	440	272	563	656	541	247
8A	555	861	949	825	520	431	770	885	768	449	279	575	671	553	252
8B	133	177	195	170	107	103	158	182	158	92	67	118	138	114	52
8C	63	53	59	51	32	49	48	55	47	28	32	35	41	34	16
8D	25	51	57	49	31	19	46	53	46	27	12	34	40	33	15
8E	22	42	47	41	26	17	38	44	38	22	11	28	33	27	12
8F	34	25	27	24	15	26	22	25	22	13	17	16	19	16	7
8G	18	37	41	36	23	14	33	38	33	19	9	25	29	24	11
8H	45	38	42	36	23	35	34	39	34	20	23	25	29	24	11
8I	44	66	73	63	40	34	59	68	59	34	22	44	51	42	19
8J	117	156	172	150	94	90	140	160	139	81	59	104	122	100	46
8K	560	824	909	790	498	435	737	847	735	430	281	551	642	529	241
9A	570	826	911	792	499	442	739	849	737	431	286	552	643	531	242
9B	139	190	209	182	115	108	170	195	169	99	70	127	148	122	56
9C	63	79	87	75	47	49	70	81	70	41	32	53	61	51	23
9D	57	71	78	68	43	44	63	73	63	37	29	47	55	45	21
9E	34	59	65	57	36	27	53	61	53	31	17	40	46	38	17
9F	42	69	76	66	42	33	62	71	62	36	21	46	54	44	20
9G	28	61	67	58	37	22	54	62	54	32	14	41	47	39	18
9H	59	65	72	63	39	46	58	67	58	34	29	44	51	42	19
9I	52	100	110	96	60	41	90	103	89	52	26	67	78	64	29
9J	138	193	212	185	116	107	172	198	172	101	69	129	150	124	56
9K	550	825	910	791	499	427	738	849	736	431	276	552	643	530	242
10A	558	863	952	827	521	433	772	887	770	450	280	577	672	555	253
10B	195	228	251	218	138	151	204	234	203	119	98	152	177	146	67
10C	109	218	240	209	132	84	195	224	194	114	55	146	170	140	64
10D	136	182	200	174	110	106	162	187	162	95	68	121	141	117	53
10E	134	184	203	177	111	104	165	190	164	96	67	123	144	118	54
10F	119	204	224	195	123	92	182	209	182	106	60	136	159	131	60
10G	96	170	187	163	103	74	152	175	152	89	48	114	132	109	50
10H	128	202	222	193	122	100	180	207	180	105	64	135	157	130	59





5H	467	247	712	171	164	378	285	331	268	205	374	208	165	118	128
5I	603	563	666	252	173	880	511	336	254	163	637	445	305	194	124
5J	1772	1089	1243	326	252	26983	1477	512	421	269	1087	1082	318	281	128
5K	14704	2735	802	209	146	1570	3013	629	306	139	1547	3210	567	188	69
6A	194	214	788	3026	6333	94	150	371	1830	3996	85	100	695	1930	2056
6B	350	333	1503	1567	2351	315	227	606	1013	26946	153	356	432	1106	1135
6C	306	257	734	472	876	150	175	368	386	864	120	268	231	356	623
6D	175	195	577	337	482	110	264	293	374	343	48	95	147	240	332
6E															
6F															
6G															
6H	406	142	740	120	207	307	410	257	208	145	251	211	162	153	114
6I	664	357	498	254	126	466	502	315	170	233	742	294	159	160	146
6J	1590	1091	736	334	224	27086	1746	556	291	245	1022	1140	313	186	155
6K	14038	2903	1082	222	96	2492	4412	1039	231	131	2203	3060	613	182	184
7A	209	250	1018	5735	5483	113	241	476	2150	4891	68	114	680	3454	1742
7B	260	210	1030	1405	2137	290	294	422	1006	27054	131	231	320	1210	1013
7C	180	271	651	486	781	182	165	288	453	1029	54	197	289	480	415
7D	206	236	510	362	507	154	212	251	304	546	94	187	94	294	315
7E															
7F															
7G															
7H	431	310	609	236	145	381	368	268	211	145	289	184	182	134	98
7I	591	396	606	250	141	734	584	212	175	256	521	271	285	78	92
7J	1670	1382	1624	283	207	27254	1820	524	373	282	1009	1184	261	173	248
7K	14475	3559	744	193	117	4880	4543	500	171	108	1180	3813	219	106	61
8A	199	179	1592	1519	3120	193	165	474	1260	5867	82	68	733	1788	1071
8B	330	350	1117	1109	1800	271	383	437	1107	27522	180	230	304	887	767
8C	240	272	865	661	621	183	364	302	489	761	100	174	286	326	642
8D	222	297	435	286	317	119	208	238	253	422	173	110	102	246	322
8E	272	366	485	239	273	137	210	206	315	186	68	223	158	203	235
8F	277	346	620	252	246	175	176	205	188	199	87	102	104	146	122
8G	250	264	733	247	228	140	217	229	205	178	68	167	203	183	107
8H	371	339	564	118	264	357	327	297	155	217	350	215	115	157	117
8I	829	527	797	174	195	852	702	223	206	225	606	494	208	191	93
8J	2364	1371	867	332	319	27398	2004	509	322	342	882	968	286	223	91
8K	18134	3512	1187	287	125	3893	6125	562	175	129	1470	2068	640	116	48
9A	337	263	1598	2629	2162	216	207	949	1845	5293	52	127	702	3675	1483
9B	384	416	1621	1204	1658	272	358	387	1222	26685	154	274	418	1312	913
9C	348	403	1131	579	722	278	283	293	501	959	127	217	246	399	616
9D	496	389	688	371	611	254	288	283	405	399	102	199	254	223	521
9E	256	276	986	214	322	185	220	198	267	417	168	149	204	226	168
9F	319	191	992	258	190	315	247	155	286	245	175	94	205	214	123
9G	373	286	1249	285	528	255	245	322	257	141	185	129	174	238	118
9H	556	325	1143	335	340	263	239	320	286	236	192	164	246	228	113
9I	858	700	953	388	425	895	722	336	248	238	612	360	159	156	92
9J	2271	1597	1057	454	412	27379	2125	544	325	250	1049	856	297	271	128
9K	18490	5039	979	331	211	3740	6787	438	235	211	2355	1831	292	106	155
10A	288	403	1746	1507	4479	195	298	533	2371	3161	58	134	605	3144	696
10B	848	558	1671	1247	2053	305	365	552	1046	26655	133	283	363	1079	818
10C	629	458	1402	848	1035	266	362	451	623	756	118	156	374	462	730
10D	765	337	1272	619	672	253	436	375	525	707	126	291	287	342	461
10E	819	561	1474	554	638	285	395	315	473	432	203	168	168	115	149
10F	712	526	1290	570	708	183	322	244	292	207	226	197	197	179	131
10G	578	594	1119	625	700	438	391	390	330	332	227	147	158	182	91
10H	661	604	1091	549	673	461	395	391	414	313	360	255	329	285	152

10I	1400	664	1807	406	845	778	542	473	272	466	500	465	301	198	126
10J	2218	1812	1361	519	884	27630	1419	556	515	306	1110	728	325	260	163
10K	16836	3706	1032	300	444	4879	2629	925	204	241	1879	1606	248	152	89
11A	581	401	634	798	1379	141	142	356	770	1417	92	113	179	1063	521
11B	1277	731	1543	1388	1357	155	347	622	830	1236	131	156	195	536	827
11C	1397	653	1109	1036	1296	244	205	313	395	717	83	103	141	250	464
11D	1479	629	1278	1037	916	205	278	269	353	310	88	101	129	197	338
11E	1809	1126	1667	1259	1275	185	223	235	252	139	62	185	114	101	235
11F	1581	1200	1262	1247	1612	282	315	290	205	227	100	77	187	190	94
11G	1197	1059	1082	1177	1157	294	322	316	274	163	138	112	97	123	38
11H	1375	1088	1201	710	1629	378	384	329	218	168	325	126	114	110	82
11I	2059	1015	839	1110	2238	606	555	499	221	168	615	185	158	174	98
11J	2812	1717	1220	1048	1228	1264	813	532	256	152	888	520	251	158	93
11K	1841	1435	600	278	660	1629	581	211	122	105	624	555	224	88	15

	DEZEMBRO					MARÇO					JUNHO				
	8:00	10:00	12:00	14:00	16:00	8:00	10:00	12:00	14:00	16:00	8:00	10:00	12:00	14:00	16:00
E med	1945	812	1012	711	907	2811	890	599	720	2826	1259	706	539	797	463
E min	92	112	176	118	96	94	115	155	122	105	48	68	94	78	15
UNIF	0,05	0,14	0,17	0,17	0,11	0,03	0,13	0,26	0,17	0,04	0,04	0,10	0,17	0,10	0,03



5H	184	154	78	40	87	196	174	37	61	84	72	76	109	144	39
5I	254	182	55	65	135	224	132	68	119	93	155	132	100	59	62
5J	605	349	109	162	71	4393	446	154	163	62	335	402	186	210	64
5K	2460	527	114	76	53	514	709	146	78	59	452	217	211	118	42
6A	73	84	220	587	372	54	72	148	718	539	48	103	136	482	249
6B	131	92	121	389	483	113	92	122	439	4315	80	260	238	227	197
6C	121	64	108	281	251	60	66	64	157	195	34	72	162	88	180
6D	41	59	44	132	124	61	43	54	155	195	16	82	117	168	61
6E															
6F															
6G															
6H	229	110	43	57	48	130	164	38	50	53	102	88	103	62	41
6I	186	120	83	72	81	196	180	62	76	74	89	218	174	149	42
6J	510	381	130	101	147	4216	575	112	159	150	270	366	150	93	82
6K	2533	333	186	68	91	463	523	96	105	41	420	413	130	63	22
7A	50	91	199	702	259	38	104	166	357	235	40	75	135	442	341
7B	133	139	202	348	472	113	100	141	538	4212	84	126	334	292	257
7C	86	81	90	88	193	88	122	69	121	198	85	100	161	191	129
7D	92	88	78	137	182	51	54	30	94	180	56	92	125	126	56
7E															
7F															
7G															
7H	96	119	54	69	63	113	190	48	95	65	54	163	94	43	37
7I	365	103	85	77	63	154	209	91	94	66	174	165	138	94	50
7J	626	300	87	121	183	4251	561	112	91	98	321	406	266	111	80
7K	2303	469	92	62	67	601	1039	75	79	90	326	454	164	93	38
8A	44	57	220	449	545	78	111	150	660	473	36	92	167	760	272
8B	149	61	96	334	627	119	135	124	325	4525	92	163	154	380	217
8C	157	76	83	253	348	87	79	84	214	310	51	121	153	79	126
8D	132	59	61	125	218	49	90	64	118	63	49	46	94	92	106
8E	92	92	67	61	97	66	55	31	116	147	30	80	71	52	48
8F	195	97	46	106	99	60	61	61	51	82	39	89	72	52	41
8G	174	82	58	85	79	77	106	36	92	72	59	32	64	55	24
8H	198	105	82	44	176	159	130	85	78	63	40	88	85	61	39
8I	243	207	49	122	70	317	216	65	87	65	81	95	143	68	70
8J	368	323	137	173	123	4311	456	189	123	93	333	342	326	204	57
8K	2167	546	107	98	50	708	538	94	52	65	268	464	135	122	20
9A	178	117	156	867	430	70	108	195	472	854	57	121	139	738	187
9B	160	67	143	551	719	155	173	156	456	4437	63	147	175	439	224
9C	216	111	106	236	285	94	199	87	284	298	73	78	151	230	135
9D	104	60	90	165	242	124	87	69	169	224	82	91	76	145	118
9E	228	77	59	161	99	139	95	53	63	81	35	66	100	72	85
9F	124	96	79	114	144	123	96	68	74	110	82	104	74	95	88
9G	256	154	72	142	120	163	166	40	139	100	52	133	92	106	29
9H	145	132	81	91	85	182	100	82	106	83	55	118	75	93	50
9I	324	178	104	102	138	252	302	123	116	165	123	246	153	98	61
9J	583	435	132	230	181	4413	530	127	152	87	304	380	198	174	50
9K	2355	541	169	140	160	727	604	142	74	67	361	698	130	84	35
10A	293	191	261	552	438	125	116	133	570	745	54	110	154	314	199
10B	223	231	186	665	584	182	202	162	394	4254	139	174	233	256	158
10C	324	205	169	293	423	124	147	167	260	437	123	140	209	365	153
10D	237	117	79	371	291	168	187	85	171	232	114	179	125	115	119
10E	249	232	122	195	299	162	161	48	123	165	83	110	86	121	114
10F	217	133	123	123	246	180	133	116	123	146	87	134	116	132	64
10G	341	216	107	256	373	185	173	116	107	221	132	194	125	132	94
10H	286	225	146	352	311	205	114	102	136	138	98	217	152	210	91

10I	364	266	155	152	270	335	254	138	154	139	174	170	151	154	90
10J	647	406	191	212	216	4314	538	183	159	248	321	464	299	155	73
10K	2644	736	198	217	261	673	687	122	118	69	393	373	203	101	62
11A	75	53	95	452	220	49	39	67	159	156	21	46	70	141	75
11B	319	184	166	557	716	78	190	193	435	517	44	116	105	360	201
11C	329	377	169	293	479	65	120	73	130	184	63	115	130	180	106
11D	366	203	132	245	428	108	100	90	128	191	39	57	60	136	78
11E	466	136	150	225	241	68	116	73	100	91	30	47	79	55	55
11F	265	217	109	257	346	122	91	51	107	123	67	75	68	46	43
11G	219	236	94	193	337	97	101	83	74	115	80	71	53	128	24
11H	212	177	192	186	238	170	95	81	91	158	60	133	64	94	16
11I	401	259	194	225	385	283	155	101	88	95	95	129	124	99	63
11J	620	458	292	205	285	423	320	168	122	130	305	247	136	159	49
11K	223	288	79	45	156	91	116	40	51	43	105	126	68	47	24

	DEZEMBRO					MARÇO					JUNHO				
	8:00	10:00	12:00	14:00	16:00	8:00	10:00	12:00	14:00	16:00	8:00	10:00	12:00	14:00	16:00
E med	411	183	117	215	239	524	247	141	224	524	251	230	221	231	121
E min	37	46	25	39	36	37	39	30	50	41	16	32	53	43	16
UNIF	0,09	0,25	0,22	0,18	0,15	0,07	0,16	0,22	0,22	0,08	0,06	0,14	0,24	0,19	0,13



5H	47	99	109	95	60	36	89	102	88	52	23	66	77	64	29
5I	75	179	197	171	108	58	160	184	160	93	38	120	139	115	52
5J	153	155	170	148	93	119	138	159	138	81	77	103	120	99	45
5K	72	113	125	109	69	56	101	117	101	59	36	76	88	73	33
6A	80	112	124	107	68	62	100	115	100	58	40	75	87	72	33
6B	117	215	237	206	130	91	192	221	192	112	59	144	167	138	63
6C	46	79	88	76	48	36	71	82	71	41	23	53	62	51	23
6D	54	72	80	69	44	42	65	74	65	38	27	48	56	46	21
6E															
6F															
6G															
6H	37	99	109	95	60	28	89	102	89	52	18	66	77	64	29
6I	51	53	59	51	32	39	48	55	48	28	25	36	42	34	16
6J	86	105	115	100	63	66	94	108	93	55	43	70	82	67	31
6K	80	97	107	93	58	62	87	99	86	50	40	65	75	62	28
7A	55	114	126	109	69	42	102	117	102	60	27	76	89	73	33
7B	202	257	284	247	156	157	230	265	230	134	101	172	201	165	75
7C	58	79	87	76	48	45	71	81	70	41	29	53	61	51	23
7D	40	70	78	67	42	31	63	72	63	37	20	47	55	45	21
7E															
7F															
7G															
7H	49	57	63	55	34	38	51	59	51	30	24	38	44	37	17
7I	57	121	134	116	73	45	108	125	108	63	29	81	94	78	36
7J	60	104	115	100	63	47	93	107	93	54	30	70	81	67	31
7K	62	95	105	92	58	48	85	98	85	50	31	64	74	61	28
8A	94	66	73	63	40	73	59	68	59	34	47	44	51	42	19
8B	210	247	272	237	149	163	221	254	220	129	105	165	192	159	72
8C	84	174	192	167	105	65	156	179	156	91	42	117	136	112	51
8D	56	80	88	77	48	44	72	82	71	42	28	54	62	51	23
8E	46	64	70	61	38	36	57	65	57	33	23	43	50	41	19
8F	63	47	52	45	28	49	42	48	42	25	31	31	37	30	14
8G	71	62	68	59	37	55	55	64	55	32	36	41	48	40	18
8H	69	60	66	58	36	54	54	62	54	31	35	40	47	39	18
8I	82	68	75	65	41	64	61	70	61	36	41	46	53	44	20
8J	123	181	199	173	109	96	162	186	161	94	62	121	141	116	53
8K	65	118	130	113	71	50	105	121	105	61	33	79	92	76	34
9A	69	113	124	108	68	53	101	116	100	59	35	75	88	72	33
9B	128	157	174	151	95	99	141	162	140	82	64	105	123	101	46
9C	109	126	138	120	76	85	112	129	112	66	55	84	98	81	37
9D	95	135	149	130	82	73	121	139	121	71	47	90	105	87	40
9E	85	100	110	96	60	66	90	103	89	52	43	67	78	64	29
9F	81	117	129	112	71	63	105	120	104	61	40	78	91	75	34
9G	62	121	134	116	73	48	109	125	108	63	31	81	95	78	36
9H	46	142	157	136	86	36	127	146	127	74	23	95	111	91	42
9I	106	105	116	101	64	82	94	108	94	55	53	71	82	68	31
9J	122	237	262	228	143	94	212	244	212	124	61	159	185	153	70
9K	88	92	101	88	56	68	82	95	82	48	44	61	72	59	27
10A	136	172	190	165	104	105	154	177	153	90	68	115	134	110	50
10B	168	188	207	180	114	131	168	193	168	98	84	126	146	121	55
10C	182	273	301	262	165	141	244	281	243	142	91	182	213	175	80
10D	164	204	226	196	124	127	183	210	182	107	82	137	159	131	60
10E	122	219	242	210	132	95	196	225	195	114	61	146	171	141	64
10F	86	161	177	154	97	67	144	165	143	84	43	107	125	103	47
10G	163	158	174	151	95	127	141	162	141	82	82	105	123	101	46
10H	136	224	247	215	135	105	200	230	200	117	68	150	174	144	66

10I	138	198	218	190	120	107	177	204	177	103	69	132	154	127	58
10J	155	269	296	257	162	120	240	276	240	140	78	179	209	173	79
10K	106	174	192	167	105	82	156	179	156	91	53	117	136	112	51
11A	31	11	12	10	7	24	10	11	10	6	16	7	8	7	3
11B	138	261	287	250	157	107	233	268	232	136	69	174	203	167	76
11C	103	96	106	92	58	80	86	99	86	50	52	64	75	62	28
11D	90	99	109	95	60	70	89	102	88	52	45	66	77	64	29
11E	66	87	96	83	52	51	78	89	77	45	33	58	68	56	25
11F	113	129	143	124	78	87	116	133	115	67	57	86	101	83	38
11G	98	112	124	107	68	76	100	115	100	58	49	75	87	72	33
11H	80	168	185	161	101	62	150	173	150	88	40	112	131	108	49
11I	95	130	143	124	78	74	116	133	116	68	48	87	101	83	38
11J	117	202	223	194	122	91	181	208	180	105	59	135	157	130	59
11K	21	32	36	31	20	16	29	33	29	17	10	22	25	21	9

	DEZEMBRO					MARÇO					JUNHO				
	8:00	10:00	12:00	14:00	16:00	8:00	10:00	12:00	14:00	16:00	8:00	10:00	12:00	14:00	16:00
E med	95	139	153	133	84	73	124	142	124	72	47	93	108	89	41
E min	13	11	12	10	7	10	10	11	10	6	7	7	8	7	3
UNIF	0,14	0,08	0,08	0,08	0,08	0,14	0,08	0,08	0,08	0,08	0,14	0,08	0,08	0,08	0,08



5H	529	340	837	202	198	571	447	361	275	141	313	353	271	275	107
5I	702	557	1086	261	190	1014	615	292	278	242	435	551	285	278	203
5J	2196	1708	2025	368	424	28019	1777	626	340	400	1197	1409	554	340	254
5K	14408	3455	909	213	126	3061	3312	1000	152	146	1216	3698	656	152	83
6A	124	239	1234	3506	5010	159	234	756	2642	2628	64	150	466	2642	920
6B	403	550	1877	1788	2887	317	386	789	1167	27654	237	370	475	1167	1133
6C	210	177	686	651	996	210	282	368	371	1197	137	206	270	371	679
6D	190	174	769	344	660	157	295	193	332	486	136	148	208	332	449
6E															
6F															
6G															
6H	416	322	557	314	151	614	374	292	184	216	413	275	137	184	73
6I	832	368	1164	187	158	1071	513	328	282	352	710	460	337	282	132
6J	2063	1583	1860	416	503	28201	1733	683	417	266	1191	1519	474	417	299
6K	14037	3647	1194	231	132	3690	3562	824	197	116	1145	4500	295	197	102
7A	96	250	1468	3997	2864	139	189	700	2371	2613	82	135	614	2371	937
7B	333	477	2403	1864	2630	414	473	658	1080	27686	253	396	629	1080	1090
7C	195	209	731	477	1107	252	165	271	577	1026	135	221	255	577	620
7D	266	208	592	413	497	217	218	274	292	575	68	209	159	292	377
7E															
7F															
7G															
7H	463	294	998	205	178	414	370	224	128	140	405	206	147	128	82
7I	892	585	458	183	209	1248	454	390	231	207	630	457	196	231	97
7J	2389	1801	2060	475	318	28281	1744	662	320	303	1212	1678	466	320	162
7K	14497	3957	1063	245	188	3422	2703	542	140	108	1182	4440	557	140	73
8A	229	239	1546	4522	2851	137	217	765	2037	2471	82	224	548	2037	1046
8B	455	384	1862	1937	2653	405	434	690	1245	27429	158	350	530	1245	1239
8C	328	444	1381	575	749	217	290	376	441	1027	174	132	234	441	544
8D	284	216	821	409	429	106	226	244	230	222	96	146	242	230	278
8E	247	180	448	281	252	336	304	207	240	453	61	145	214	240	136
8F	197	216	835	236	206	140	195	215	155	275	108	141	169	155	89
8G	314	276	482	254	219	383	300	222	179	213	267	183	164	179	115
8H	264	324	811	361	264	297	168	267	168	220	319	201	190	168	165
8I	724	649	839	196	300	900	688	209	181	274	513	464	220	181	151
8J	2341	1569	1551	520	575	27760	1643	791	391	414	1265	1148	403	391	204
8K	14774	2713	998	388	226	2587	2713	534	147	105	1662	2821	473	147	70
9A	210	393	1294	3839	3315	198	254	998	2686	3190	109	228	479	2686	1118
9B	539	546	1990	1830	2541	348	477	845	1342	27431	309	364	621	1342	1131
9C	483	332	1139	562	936	379	268	430	487	1122	132	237	351	487	703
9D	398	366	1303	466	617	177	273	353	290	394	144	227	271	290	272
9E	412	308	1165	375	347	287	254	330	195	330	167	100	269	195	242
9F	421	334	1083	447	432	221	233	255	108	232	151	237	156	108	259
9G	347	386	827	405	332	455	367	289	210	214	217	276	149	210	122
9H	524	464	1269	376	278	469	421	371	234	352	322	176	180	234	124
9I	1089	616	1358	393	331	982	727	455	268	240	516	450	279	268	153
9J	2248	1498	1699	574	588	27763	1692	699	421	404	1312	1154	597	421	260
9K	14613	4131	1055	391	246	2185	2973	548	170	194	1327	2150	515	170	105
10A	518	638	1437	3847	3165	311	239	905	1908	3533	161	197	960	1908	924
10B	1126	827	2794	2286	2800	496	739	802	1204	27408	363	358	598	1204	1277
10C	911	705	2074	1036	1644	596	472	730	581	1387	301	362	493	581	700
10D	883	653	1989	772	930	456	482	597	292	944	237	344	390	292	446
10E	955	756	1466	594	893	493	463	477	303	366	294	259	355	303	220
10F	889	719	1594	743	1078	477	436	399	487	553	203	428	283	487	232
10G	1055	551	1414	923	939	683	533	556	346	495	293	250	319	346	216
10H	1001	675	1657	615	1072	582	571	616	286	590	432	351	278	286	280

<b>10I</b>	1681	1096	1907	806	1081	1081	774	683	475	585	618	621	355	475	286
<b>10J</b>	2347	2051	2752	750	889	28037	1719	950	568	420	1356	1170	556	568	257
<b>10K</b>	13676	3814	1587	429	405	2131	3316	868	233	331	1499	1746	694	233	86
<b>11A</b>	530	513	701	1404	1188	166	93	365	983	932	145	95	315	983	279
<b>11B</b>	1697	1278	1946	2121	2730	256	470	701	837	1187	161	267	468	837	1133
<b>11C</b>	1346	1047	1536	836	2245	355	336	405	467	866	132	137	179	467	534
<b>11D</b>	1547	951	924	1134	1538	274	315	320	252	476	105	143	148	252	323
<b>11E</b>	1166	786	1327	948	1548	157	239	326	143	366	83	106	114	143	213
<b>11F</b>	1444	1059	1573	1025	1713	287	205	289	142	185	103	182	132	142	129
<b>11G</b>	1438	577	1471	1181	1666	242	272	257	140	228	129	151	153	140	183
<b>11H</b>	1723	666	1306	1105	1714	294	271	341	149	188	200	154	145	149	46
<b>11I</b>	19718	975	1683	1003	1467	881	420	443	187	328	453	303	271	187	90
<b>11J</b>	2065	2721	1651	931	1762	1623	1196	526	208	252	2068	749	371	208	159
<b>11K</b>	762	1630	743	425	1070	875	921	431	122	244	610	741	247	122	192

	DEZEMBRO					MARÇO					JUNHO				
	8:00	10:00	12:00	14:00	16:00	8:00	10:00	12:00	14:00	16:00	8:00	10:00	12:00	14:00	16:00
<b>E med</b>	1992	906	1334	854	1002	2945	1037	808	847	2915	1339	911	716	847	988
<b>E min</b>	96	129	225	169	126	106	93	193	108	105	61	95	114	108	46
<b>UNIF</b>	0,05	0,14	0,17	0,20	0,13	0,04	0,09	0,24	0,13	0,04	0,05	0,10	0,16	0,13	0,05



5H	231	131	58	31	78	181	102	66	65	68	92	232	80	89	57
5I	429	202	49	89	116	282	190	136	147	106	170	136	156	135	46
5J	918	549	118	227	260	4628	626	212	262	123	372	569	432	244	140
5K	2375	639	146	98	67	513	523	167	79	65	171	468	145	67	48
6A	76	66	126	666	409	59	88	87	567	519	30	57	188	347	189
6B	175	162	224	541	969	191	254	278	859	4480	96	318	417	508	289
6C	122	83	103	240	169	62	107	128	222	385	57	126	203	276	157
6D	94	47	67	79	178	82	92	106	157	121	35	79	133	117	103
6E															
6F															
6G															
6H	177	105	74	42	51	186	107	47	137	21	79	54	80	34	44
6I	263	183	71	101	90	248	136	95	76	71	169	165	154	121	57
6J	748	483	176	191	194	4576	648	255	228	228	468	691	294	205	113
6K	2333	715	178	87	88	499	539	225	95	51	220	538	220	101	39
7A	83	110	234	551	422	100	103	111	513	523	37	91	192	429	203
7B	260	214	189	595	748	192	197	275	591	4602	148	265	341	504	255
7C	92	60	101	125	366	100	73	90	301	335	46	102	118	277	155
7D	78	57	62	144	173	40	79	27	101	104	28	33	63	124	65
7E															
7F															
7G															
7H	169	100	74	102	119	110	131	69	80	44	90	112	101	74	21
7I	505	185	80	86	67	257	227	95	143	100	166	232	159	82	46
7J	792	429	191	144	196	4554	734	224	198	229	391	551	435	249	130
7K	2327	717	120	107	75	479	520	185	94	54	217	445	131	68	36
8A	129	107	169	711	544	95	137	159	438	537	32	90	201	446	239
8B	232	128	179	580	934	218	263	239	551	4614	112	278	439	535	358
8C	135	75	62	180	404	93	87	104	276	228	42	72	151	201	201
8D	81	114	71	124	198	53	90	61	69	132	28	73	91	103	61
8E	137	76	56	98	160	32	103	47	125	138	56	34	40	73	55
8F	49	88	83	130	123	81	68	48	88	79	24	54	51	69	43
8G	116	105	92	86	83	128	45	67	70	74	63	75	72	70	39
8H	169	147	63	84	98	250	173	19	96	69	92	86	122	36	45
8I	282	273	62	93	85	445	204	108	112	112	155	263	150	101	45
8J	988	511	187	191	197	4593	604	233	269	154	440	505	307	161	101
8K	2145	644	121	127	143	401	582	144	79	92	327	320	168	139	28
9A	206	134	218	516	605	111	159	182	681	529	34	121	170	382	203
9B	256	151	208	574	1096	280	220	223	799	4616	118	325	396	528	352
9C	226	106	96	255	374	169	149	80	290	378	93	136	174	243	183
9D	235	100	115	152	234	180	107	109	152	241	91	93	109	127	79
9E	201	74	86	147	237	167	103	93	159	109	72	118	108	114	61
9F	203	133	93	143	196	121	83	60	141	118	61	114	91	108	50
9G	238	126	87	93	223	188	137	84	161	146	93	55	136	101	63
9H	277	73	89	163	162	234	199	65	166	127	123	110	150	93	73
9I	268	266	123	134	163	448	186	98	137	159	159	284	147	113	66
9J	721	586	168	226	354	4693	685	274	229	255	379	601	424	303	109
9K	2285	525	113	163	210	517	758	170	105	129	293	442	183	127	58
10A	368	134	307	563	640	238	169	166	750	532	88	148	226	558	221
10B	563	314	291	746	1007	413	288	265	744	4680	177	376	468	676	487
10C	482	326	227	462	575	258	286	184	270	441	161	200	317	322	214
10D	478	306	169	448	520	227	192	163	290	317	156	175	226	168	134
10E	644	285	233	426	618	340	210	174	285	338	140	227	172	160	179
10F	465	277	181	364	453	275	364	94	204	414	133	174	251	165	163
10G	535	293	140	348	580	302	326	120	207	285	133	159	229	262	143
10H	478	268	182	235	644	287	319	155	221	352	179	233	268	132	137

10I	697	332	223	396	605	445	394	189	357	458	240	346	226	317	145
10J	1116	550	257	354	635	4582	759	274	434	393	390	675	408	331	218
10K	2236	508	184	221	310	533	631	189	258	317	322	394	155	199	107
11A	88	67	112	195	169	47	60	74	226	123	42	87	88	223	76
11B	321	295	312	559	702	188	179	171	538	490	130	277	152	360	349
11C	290	248	206	347	419	119	173	95	201	235	82	152	157	182	142
11D	347	228	176	247	464	94	98	89	183	165	52	94	102	147	78
11E	348	239	143	243	452	130	76	91	156	144	50	113	99	99	45
11F	319	143	137	205	247	91	135	96	86	77	51	85	92	96	38
11G	417	251	135	221	358	150	124	79	140	69	97	59	118	124	51
11H	454	203	195	213	325	198	173	99	132	84	91	74	58	133	55
11I	3042	243	204	228	380	231	169	124	147	187	126	126	133	157	86
11J	663	427	190	252	262	402	431	194	152	159	380	397	280	229	75
11K	210	156	96	82	164	186	216	34	70	115	84	98	74	43	30

	DEZEMBRO					MARÇO					JUNHO				
	8:00	10:00	12:00	14:00	16:00	8:00	10:00	12:00	14:00	16:00	8:00	10:00	12:00	14:00	16:00
E med	490	230	146	252	326	597	309	207	318	602	286	300	300	300	227
E min	32	34	34	31	32	32	45	19	51	21	24	33	40	34	21
UNIF	0,06	0,15	0,23	0,12	0,10	0,05	0,15	0,09	0,16	0,04	0,08	0,11	0,13	0,11	0,09



5H	65	95	105	92	58	50	85	98	85	50	32	64	74	61	28
5I	92	136	151	131	82	72	122	140	122	71	46	91	106	88	40
5J	223	330	364	316	199	173	295	339	294	172	112	221	257	212	97
5K	100	148	164	142	90	78	133	153	132	77	50	99	116	95	43
6A	82	121	133	116	73	63	108	124	108	63	41	81	94	78	35
6B	252	373	412	358	225	196	334	384	333	195	127	249	291	240	109
6C	90	133	146	127	80	70	119	137	118	69	45	89	103	85	39
6D	61	90	100	87	55	47	81	93	81	47	31	60	70	58	27
6E															
6F															
6G															
6H	59	88	97	84	53	46	78	90	78	46	30	59	68	56	26
6I	82	121	133	116	73	63	108	124	108	63	41	81	94	78	35
6J	286	424	467	406	256	222	379	436	378	221	144	283	330	272	124
6K	67	99	110	95	60	52	89	102	89	52	34	66	77	64	29
7A	62	91	101	88	55	48	82	94	82	48	31	61	71	59	27
7B	195	288	317	276	174	151	257	296	257	150	98	192	224	185	84
7C	102	151	167	145	91	79	135	155	135	79	51	101	118	97	44
7D	43	64	70	61	39	34	57	66	57	33	22	43	50	41	19
7E															
7F															
7G															
7H	53	79	87	76	48	41	71	81	71	41	27	53	62	51	23
7I	111	165	181	158	99	86	147	169	147	86	56	110	128	106	48
7J	198	293	324	281	177	154	263	302	262	153	100	196	229	189	86
7K	96	142	156	136	86	74	127	146	126	74	48	95	110	91	42
8A	60	89	98	85	54	47	80	92	79	46	30	60	69	57	26
8B	237	350	386	336	211	184	313	360	312	183	119	234	273	225	103
8C	135	200	220	191	121	105	179	205	178	104	68	133	156	128	59
8D	37	55	61	53	33	29	49	56	49	29	19	37	43	35	16
8E	46	67	74	65	41	35	60	69	60	35	23	45	52	43	20
8F	59	87	96	83	52	46	78	89	77	45	29	58	68	56	25
8G	44	65	71	62	39	34	58	67	58	34	22	43	50	42	19
8H	49	72	80	69	44	38	65	74	64	38	25	48	56	46	21
8I	73	108	119	103	65	57	96	111	96	56	37	72	84	69	32
8J	244	361	398	346	218	189	323	372	322	189	123	241	281	232	106
8K	99	147	162	141	89	77	131	151	131	77	50	98	114	94	43
9A	93	137	152	132	83	72	123	141	123	72	47	92	107	88	40
9B	282	417	460	400	252	219	373	429	372	218	141	279	325	268	122
9C	110	162	179	156	98	85	145	167	145	85	55	108	126	104	48
9D	70	103	114	99	62	54	93	106	92	54	35	69	81	66	30
9E	120	178	196	171	108	93	159	183	159	93	60	119	139	114	52
9F	82	122	134	117	73	64	109	125	109	63	41	81	95	78	36
9G	80	119	131	114	72	62	106	122	106	62	40	79	92	76	35
9H	128	190	210	182	115	100	170	195	170	99	64	127	148	122	56
9I	129	191	211	183	115	100	171	197	171	100	65	128	149	123	56
9J	251	371	409	355	224	194	332	381	331	193	126	248	289	238	109
9K	104	153	169	147	93	80	137	158	137	80	52	103	119	99	45
10A	181	268	295	257	162	140	239	275	239	140	91	179	208	172	78
10B	387	572	631	548	345	300	512	588	510	298	194	382	445	367	168
10C	170	252	278	241	152	132	225	259	224	131	85	168	196	162	74
10D	269	397	438	381	240	208	355	408	354	207	135	266	309	255	116
10E	212	313	346	300	189	164	280	322	280	164	106	209	244	201	92
10F	291	431	475	413	260	226	386	443	385	225	146	288	336	277	126
10G	163	241	266	231	146	126	216	248	215	126	82	161	188	155	71
10H	179	265	292	254	160	139	237	272	236	138	90	177	206	170	78





5H	354	155	335	222	112	298	280	243	150	314	297	242	167	137	100
5I	360	367	507	142	148	534	390	201	207	154	338	247	198	110	119
5J	1209	810	1053	296	230	1443	1192	571	348	258	860	633	241	250	162
5K	2991	1469	893	148	170	2464	3903	591	217	71	1360	1680	372	148	182
6A	127	178	878	2507	2580	51	85	627	2505	1670	46	95	277	1018	1203
6B	225	260	1362	1030	1144	237	225	516	882	1579	100	128	312	452	3733
6C	211	211	398	332	412	188	229	260	283	517	123	273	159	208	291
6D	123	203	564	235	375	116	189	262	250	321	62	84	230	274	242
6E															
6F															
6G															
6H	245	128	465	184	107	157	299	261	157	130	341	236	136	134	64
6I	488	337	532	222	181	643	457	179	237	126	336	273	159	179	42
6J	1059	819	1202	361	190	1399	913	414	217	218	889	694	299	256	77
6K	3762	2435	824	183	85	2857	1527	446	169	59	1162	1162	364	166	30
7A	99	220	671	1906	1716	120	180	292	639	3324	91	110	262	1147	1033
7B	148	232	1080	894	1254	181	298	408	583	1286	89	225	233	656	3677
7C	151	190	406	493	400	134	159	206	377	639	80	151	304	223	376
7D	203	153	485	179	448	158	174	194	169	292	84	115	157	263	247
7E															
7F															
7G															
7H	363	312	688	155	121	300	267	291	138	147	167	236	200	170	54
7I	415	372	693	160	170	538	359	214	142	121	496	329	139	171	81
7J	1257	1027	786	294	208	1672	849	393	205	157	757	566	312	155	134
7K	2858	2335	747	175	168	2160	2174	540	113	59	1021	1566	364	121	48
8A	88	165	1003	2759	1880	98	170	716	645	2936	61	91	288	929	1187
8B	314	282	813	986	1236	234	169	414	831	1269	125	178	309	634	3660
8C	332	294	798	512	644	137	131	349	435	627	95	130	187	293	348
8D	225	183	668	166	292	175	148	197	300	332	46	138	173	195	116
8E	235	301	472	273	171	109	205	240	226	190	96	133	96	206	86
8F	256	225	601	189	273	111	189	126	229	218	104	106	147	175	126
8G	190	156	784	287	169	235	194	170	296	127	126	154	122	124	102
8H	332	222	398	239	228	399	186	252	161	125	203	160	118	154	73
8I	316	433	666	212	420	659	485	238	227	232	506	224	262	119	78
8J	1454	1041	1045	396	345	1464	883	555	388	140	967	622	306	311	95
8K	2855	3567	1063	168	107	3367	2576	811	170	42	1718	1700	460	108	39
9A	174	304	731	1925	2229	85	130	553	834	1946	74	80	690	925	800
9B	380	292	1423	903	1122	269	291	482	784	1597	198	185	399	450	3720
9C	295	336	865	418	512	170	238	340	286	499	130	176	182	260	416
9D	202	308	660	456	250	215	148	255	311	382	99	180	241	208	361
9E	237	293	668	295	156	146	187	252	248	140	74	151	154	207	246
9F	224	387	776	269	451	93	236	189	217	133	69	121	183	127	176
9G	281	309	498	220	158	203	193	137	166	113	241	174	138	132	65
9H	339	345	623	346	246	414	164	176	172	160	292	215	172	188	137
9I	633	513	1221	267	342	696	461	397	291	170	437	365	251	167	134
9J	1640	1103	1244	417	286	1534	970	558	240	201	912	770	255	256	104
9K	3639	2664	948	236	206	2331	1972	698	165	83	1246	1341	284	95	55
10A	248	343	978	2568	2051	105	227	894	931	1406	90	129	276	750	1396
10B	681	650	1629	1085	1643	185	417	561	708	1536	116	199	349	587	710
10C	567	720	1115	723	545	337	338	420	354	596	124	136	305	434	487
10D	579	630	1014	648	600	320	234	349	360	328	105	204	211	188	244
10E	661	671	985	457	550	232	293	562	351	294	168	160	187	145	229
10F	607	642	886	478	522	322	268	293	288	379	239	233	193	166	247
10G	460	603	1268	618	480	466	389	239	362	299	307	157	172	254	73
10H	468	420	1332	352	512	418	374	350	328	265	200	198	205	114	107

10I	578	645	1444	519	551	569	533	426	434	224	748	474	206	139	133
10J	1344	1164	1733	499	661	1387	956	526	298	233	1093	721	363	178	141
10K	1625	2534	1197	368	487	2272	905	493	396	137	1133	2265	413	99	64
11A	271	430	318	670	1238	67	129	223	403	428	75	52	111	256	407
11B	1014	1255	1042	848	2156	211	215	403	489	820	135	84	185	382	3743
11C	992	1248	941	1178	835	193	246	376	393	371	98	113	108	212	478
11D	787	999	1389	1049	905	280	248	364	222	295	41	77	95	168	129
11E	1013	933	840	663	815	162	261	212	283	445	65	132	87	105	73
11F	1059	1766	1060	715	1155	326	296	178	206	153	87	64	88	123	55
11G	698	919	949	910	863	268	238	207	306	169	100	80	110	72	46
11H	879	812	989	686	1021	387	229	288	234	214	133	168	133	86	60
11I	1052	995	767	915	1260	654	240	275	312	206	548	248	151	107	34
11J	1246	1379	998	521	830	683	460	316	289	179	1356	438	260	118	65
11K	968	1011	477	291	243	580	254	357	163	80	421	536	196	102	62

	DEZEMBRO					MARÇO					JUNHO				
	8:00	10:00	12:00	14:00	16:00	8:00	10:00	12:00	14:00	16:00	8:00	10:00	12:00	14:00	16:00
E med	654	616	864	538	564	608	560	468	460	542	462	536	424	472	560
E min	80	114	200	134	53	51	85	126	113	42	41	52	87	72	30
UNIF	0,12	0,19	0,23	0,25	0,09	0,08	0,15	0,27	0,25	0,08	0,09	0,10	0,20	0,15	0,05



5H	53	94	37	59	57	79	88	56	54	45	41	74	73	75	39
5I	246	122	64	63	109	265	239	58	65	113	110	137	40	56	19
5J	341	246	94	84	98	492	241	162	150	120	243	257	149	137	54
5K	239	192	96	20	78	497	619	103	54	62	198	485	159	28	14
6A	25	27	147	354	401	53	48	130	347	402	13	39	49	219	171
6B	75	72	120	208	298	98	115	175	386	435	36	99	201	248	631
6C	61	41	60	126	114	51	68	75	260	171	37	182	129	125	66
6D	57	43	56	127	185	40	65	52	95	152	28	55	78	57	63
6E															
6F															
6G															
6H	136	49	36	53	65	144	89	71	44	55	53	102	71	47	31
6I	218	124	67	95	66	174	138	87	53	62	162	143	163	119	18
6J	374	218	100	162	92	475	331	105	53	91	206	228	139	141	56
6K	284	326	147	31	16	452	313	103	48	45	204	420	81	83	27
7A	32	37	132	411	311	49	36	124	188	457	14	53	92	297	178
7B	95	57	87	272	559	89	120	177	211	378	65	139	177	241	614
7C	83	99	74	97	150	34	66	38	124	163	49	108	90	155	93
7D	81	42	64	98	189	58	31	74	57	95	23	83	38	166	77
7E															
7F															
7G															
7H	180	86	43	81	40	104	105	67	47	46	83	67	100	42	24
7I	161	147	88	72	81	103	196	57	63	31	85	221	47	50	45
7J	399	316	85	129	114	372	364	136	100	61	206	262	211	133	53
7K	553	244	139	27	74	349	237	116	43	48	174	214	111	31	8
8A	81	81	137	449	319	19	61	73	191	468	11	69	148	327	186
8B	139	103	114	330	300	163	144	123	244	463	91	181	112	386	714
8C	153	83	59	140	380	105	59	81	125	213	27	49	136	104	117
8D	95	62	59	173	142	95	60	63	103	127	19	32	49	74	39
8E	102	55	53	58	62	97	69	34	89	89	40	52	51	76	43
8F	79	57	58	65	55	50	47	34	66	88	20	72	74	75	28
8G	129	85	58	96	118	83	50	39	86	61	56	82	88	45	38
8H	179	72	64	72	106	163	67	42	89	60	39	95	72	62	39
8I	150	114	75	67	62	245	128	84	102	116	139	165	136	56	22
8J	402	221	144	135	141	309	289	112	133	122	284	143	231	136	53
8K	591	286	120	42	40	366	369	117	39	54	220	188	51	35	27
9A	64	65	160	484	449	83	73	104	348	499	38	27	185	239	122
9B	116	101	123	315	435	83	111	82	339	541	91	145	242	406	610
9C	66	69	97	91	186	98	101	46	223	120	31	87	86	98	139
9D	109	93	84	107	231	114	86	81	111	87	41	82	30	97	71
9E	90	112	29	88	197	57	62	24	37	162	45	55	95	73	44
9F	113	62	42	102	95	32	94	46	69	84	40	13	61	105	69
9G	110	80	80	84	143	157	123	88	118	87	49	83	111	25	31
9H	114	149	39	133	72	130	88	49	67	68	57	112	43	107	53
9I	232	182	86	101	78	252	177	104	118	64	133	117	140	69	31
9J	527	292	148	80	185	399	402	130	171	62	302	373	194	120	77
9K	374	468	119	67	44	311	420	90	73	59	224	291	100	48	25
10A	119	106	142	467	356	140	106	201	247	282	31	63	113	361	149
10B	216	183	179	295	442	134	163	167	424	465	72	159	200	288	235
10C	351	108	132	278	170	72	170	117	211	329	81	117	104	114	112
10D	248	233	135	155	209	121	81	91	194	338	77	108	155	133	70
10E	184	118	102	131	310	173	132	95	232	185	26	61	108	139	57
10F	238	93	128	211	331	173	143	95	83	97	73	108	111	135	41
10G	237	190	93	164	171	124	191	119	163	62	99	140	107	110	43
10H	230	194	140	109	325	152	105	53	125	103	120	95	155	94	76

10I	279	271	112	155	338	372	150	87	190	207	170	226	88	174	101
10J	561	268	167	250	202	498	437	150	132	188	230	315	211	168	66
10K	492	319	115	211	150	296	345	107	64	120	222	321	127	41	41
11A	50	46	52	123	136	45	34	53	84	115	12	78	54	85	90
11B	141	198	148	278	348	83	103	78	280	210	24	47	77	96	592
11C	123	88	144	128	298	50	58	71	139	198	21	36	110	113	69
11D	110	62	82	134	162	39	54	43	111	37	43	56	32	41	51
11E	101	115	84	101	205	41	78	65	71	116	14	25	65	51	19
11F	187	118	108	139	141	34	64	49	49	61	19	45	59	84	36
11G	180	185	118	127	129	74	92	46	50	73	22	25	80	49	12
11H	150	224	121	147	127	90	100	48	85	54	39	44	73	51	31
11I	239	175	98	220	236	92	135	78	59	28	56	50	43	79	34
11J	373	284	103	236	214	236	172	79	102	70	219	162	152	78	21
11K	223	94	44	87	85	77	136	46	51	41	92	93	32	43	23

	DEZEMBRO					MARÇO					JUNHO				
	8:00	10:00	12:00	14:00	16:00	8:00	10:00	12:00	14:00	16:00	8:00	10:00	12:00	14:00	16:00
E med	181	127	93	138	177	161	165	110	152	166	109	179	160	169	117
E min	25	23	28	20	16	17	31	24	37	28	11	13	30	25	8
UNIF	0,14	0,18	0,30	0,14	0,09	0,11	0,19	0,22	0,24	0,17	0,10	0,07	0,19	0,15	0,07



5H	45	66	73	63	40	35	59	68	59	34	22	44	51	42	19
5I	36	53	59	51	32	28	48	55	47	28	18	36	41	34	16
5J	120	177	195	170	107	93	158	182	158	92	60	118	138	114	52
5K	40	59	66	57	36	31	53	61	53	31	20	40	46	38	17
6A	20	30	33	29	18	16	27	31	27	16	10	20	24	19	9
6B	114	169	187	162	102	89	151	174	151	88	57	113	132	109	50
6C	53	78	86	75	47	41	70	80	70	41	27	52	61	50	23
6D	45	66	73	63	40	35	59	68	59	34	22	44	51	42	19
6E															
6F															
6G															
6H	10	15	17	14	9	8	13	15	13	8	5	10	12	10	4
6I	42	62	68	59	37	32	55	63	55	32	21	41	48	40	18
6J	64	95	104	91	57	50	85	97	85	49	32	63	74	61	28
6K	15	22	24	21	13	11	19	22	19	11	7	14	17	14	6
7A	10	15	17	15	9	8	14	16	14	8	5	10	12	10	4
7B	83	123	136	118	74	64	110	126	110	64	42	82	96	79	36
7C	65	96	106	92	58	50	86	99	86	50	33	64	75	62	28
7D	42	62	69	60	38	33	56	64	56	32	21	42	48	40	18
7E															
7F															
7G															
7H	19	29	32	28	17	15	26	30	26	15	10	19	22	19	8
7I	37	55	61	53	33	29	49	57	49	29	19	37	43	35	16
7J	76	113	124	108	68	59	101	116	100	59	38	75	88	72	33
7K	13	19	21	18	11	10	17	19	17	10	6	13	15	12	6
8A	25	37	41	36	22	19	33	38	33	19	13	25	29	24	11
8B	85	126	139	121	76	66	113	130	113	66	43	84	98	81	37
8C	93	138	152	132	83	72	123	142	123	72	47	92	107	89	40
8D	46	68	75	65	41	36	61	70	61	36	23	45	53	44	20
8E	42	62	68	59	37	32	55	64	55	32	21	41	48	40	18
8F	38	56	61	53	34	29	50	57	50	29	19	37	43	36	16
8G	57	85	93	81	51	44	76	87	75	44	29	56	66	54	25
8H	64	95	105	91	58	50	85	98	85	50	32	64	74	61	28
8I	42	62	68	59	37	32	55	63	55	32	21	41	48	40	18
8J	85	126	139	121	76	66	113	130	113	66	43	84	98	81	37
8K	35	52	58	50	32	27	47	54	47	27	18	35	41	34	15
9A	41	60	66	58	36	32	54	62	54	31	20	40	47	39	18
9B	113	167	184	160	101	87	149	172	149	87	57	112	130	107	49
9C	84	124	137	119	75	65	111	128	111	65	42	83	97	80	36
9D	120	177	196	170	107	93	159	182	158	93	60	119	138	114	52
9E	40	60	66	57	36	31	54	62	53	31	20	40	47	38	18
9F	56	83	92	80	50	44	75	86	74	44	28	56	65	54	24
9G	49	73	80	70	44	38	65	75	65	38	25	49	57	47	21
9H	41	60	66	58	36	32	54	62	54	31	20	40	47	39	18
9I	82	121	133	116	73	63	108	124	108	63	41	81	94	77	35
9J	165	244	269	234	148	128	218	251	218	127	83	163	190	157	72
9K	24	35	39	34	21	19	32	36	32	18	12	24	28	23	10
10A	36	53	59	51	32	28	48	55	47	28	18	36	41	34	16
10B	168	248	274	238	150	130	222	255	221	129	84	166	193	159	73
10C	67	98	109	94	59	52	88	101	88	51	33	66	77	63	29
10D	90	132	146	127	80	69	119	136	118	69	45	89	103	85	39
10E	61	90	100	87	55	47	81	93	81	47	31	60	70	58	26
10F	108	159	176	153	96	84	142	164	142	83	54	106	124	102	47
10G	60	88	97	84	53	46	79	91	79	46	30	59	69	57	26
10H	116	172	189	165	104	90	153	176	153	90	58	115	134	110	50





5H	53	72	52	66	59	114	141	39	17	34	239	206	60	57	9
5I	68	96	128	59	54	183	257	132	35	33	376	369	130	32	16
5J	334	369	330	136	78	693	457	156	153	44	1000	608	140	82	41
5K	851	1272	1484	296	209	1485	1768	646	262	215	910	21163	377	229	83
6A	188	290	1601	1082	891	242	265	673	30775	1400	197	206	493	20757	920
6B	98	146	459	249	519	56	107	163	516	630	160	147	137	616	6798
6C	60	97	54	159	66	69	127	106	268	154	102	49	68	349	393
6D	15	57	61	43	81	36	69	80	39	214	40	82	104	154	300
6E															
6F															
6G															
6H	119	107	124	27	72	169	104	56	17	39	204	167	41	33	18
6I	160	142	293	77	48	292	241	95	65	77	340	273	94	49	25
6J	362	366	334	156	106	786	544	171	81	46	783	587	131	94	51
6K	1284	1140	1353	259	207	1372	30957	718	274	165	991	1990	472	167	108
7A	168	256	1477	1308	1175	136	283	820	1820	1409	109	187	445	2177	924
7B	118	126	249	290	347	91	148	256	700	776	40	82	249	991	6781
7C	55	25	265	107	102	43	76	41	205	353	67	39	92	274	306
7D	65	26	54	100	47	32	91	68	123	114	64	38	37	150	108
7E															
7F															
7G															
7H	115	110	55	48	12	169	66	30	96	31	116	199	90	20	32
7I	87	58	238	69	88	187	229	143	42	63	347	338	59	29	39
7J	406	308	630	127	63	17722	484	154	78	77	886	915	142	124	50
7K	1139	1218	1408	266	217	1950	1847	544	248	184	901	2277	419	150	106
8A	134	253	1437	1165	1139	135	242	650	30636	1451	154	203	450	20772	788
8B	84	101	479	272	561	60	117	227	605	569	64	117	179	694	527
8C	87	76	159	93	97	8	91	92	213	192	32	22	77	347	375
8D	64	54	134	48	84	30	40	89	121	147	7	57	58	142	96
8E	80	82	48	34	133	53	39	49	106	133	21	77	24	75	58
8F	30	33	59	41	94	51	22	51	50	55	17	63	65	32	16
8G	86	43	50	77	39	51	99	48	57	40	48	81	37	44	39
8H	32	55	51	28	128	101	144	91	103	12	106	122	62	57	22
8I	217	110	287	96	113	301	213	137	45	96	428	305	95	17	9
8J	312	338	724	63	93	792	637	182	130	66	864	748	175	109	34
8K	1209	1199	1300	247	188	1457	30643	483	279	200	839	20855	501	169	119
9A	222	296	1736	1148	1048	178	302	642	30659	1427	119	211	469	2260	1013
9B	113	134	501	387	344	64	99	117	623	696	36	75	230	906	7032
9C	56	117	332	139	131	42	68	104	275	273	47	85	68	275	317
9D	27	118	59	129	191	30	118	86	171	165	26	12	72	141	113
9E	30	51	319	85	137	15	45	107	84	112	38	33	58	36	65
9F	95	94	161	161	139	74	76	143	74	53	48	88	32	86	30
9G	112	101	252	71	172	49	27	78	37	25	129	129	91	51	26
9H	176	117	82	180	172	133	131	82	112	78	211	145	32	58	21
9I	118	148	195	118	234	276	187	165	47	112	446	301	81	41	29
9J	376	407	633	239	199	945	594	303	179	131	967	632	150	116	88
9K	1314	1225	1696	421	280	1725	30807	751	349	269	1153	1982	440	222	168
10A	216	300	1653	870	1335	178	283	494	2047	1282	102	212	448	2013	903
10B	146	288	867	351	441	119	125	175	551	524	93	67	178	713	757
10C	171	206	500	262	449	86	154	183	319	259	46	96	70	248	386
10D	150	203	344	234	419	77	126	127	195	137	80	121	79	151	184
10E	128	267	516	233	355	58	108	180	178	177	148	57	127	122	73
10F	163	179	586	209	391	138	108	171	162	193	93	130	75	99	127
10G	197	173	714	289	478	98	160	84	179	187	75	85	109	69	51
10H	138	212	444	307	378	196	240	226	174	140	160	95	99	78	93

10I	262	259	603	264	385	378	332	210	220	118	364	264	104	135	68
10J	413	425	796	304	292	951	531	334	180	149	795	754	241	168	98
10K	1156	1186	2096	309	432	1660	1656	734	345	329	1120	20957	447	250	133
11A	34	92	105	190	249	27	37	52	500	432	24	29	86	316	267
11B	466	552	1898	868	1106	203	439	458	823	789	125	201	335	658	7462
11C	464	512	1579	922	999	201	304	328	354	388	102	252	220	233	405
11D	410	543	1684	720	1038	203	279	399	380	362	128	164	257	225	196
11E	376	639	1784	840	980	253	310	345	391	411	113	153	186	233	201
11F	392	458	1836	881	923	205	284	364	475	299	201	150	158	209	128
11G	390	462	1946	679	796	263	261	362	362	321	127	168	184	200	183
11H	359	533	1685	938	803	327	361	411	324	291	252	181	206	174	134
11I	489	584	2061	803	900	442	379	344	408	322	447	249	246	234	199
11J	634	665	1759	974	738	488	448	464	415	299	1435	573	308	227	145
11K	269	139	193	68	60	310	246	144	63	58	321	297	56	16	15

	DEZEMBRO					MARÇO					JUNHO				
	8:00	10:00	12:00	14:00	16:00	8:00	10:00	12:00	14:00	16:00	8:00	10:00	12:00	14:00	16:00
E med	266	307	710	307	303	678	1835	334	1662	305	614	2225	303	926	525
E min	10	25	44	27	6	8	22	30	17	12	7	12	24	16	9
UNIF	0,04	0,08	0,06	0,09	0,02	0,01	0,01	0,09	0,01	0,04	0,01	0,01	0,08	0,02	0,02



5H	9	26	6	5	6	50	22	10	8	5	40	58	51	20	7
5I	43	30	26	13	13	30	26	26	43	21	88	105	61	26	9
5J	189	110	51	52	33	215	249	87	58	40	189	206	71	87	23
5K	551	541	385	180	170	583	1129	344	240	181	337	3671	373	253	100
6A	171	168	354	595	532	152	255	342	5333	554	137	331	467	3684	310
6B	34	23	44	108	117	35	68	57	293	256	48	66	167	265	1052
6C	20	23	18	56	95	16	11	19	100	70	6	35	57	115	78
6D	13	13	17	26	10	23	19	18	45	39	7	20	32	52	32
6E															
6F															
6G															
6H	35	20	6	21	8	20	40	20	16	5	21	20	24	28	8
6I	43	59	17	20	4	157	84	18	38	12	84	74	34	7	14
6J	185	108	55	17	38	220	198	79	81	45	162	296	43	49	23
6K	615	574	369	159	176	674	5250	342	271	182	391	827	453	225	110
7A	163	170	440	649	525	150	223	393	942	509	120	237	457	840	299
7B	31	13	52	119	232	55	35	68	261	213	30	70	96	247	1080
7C	28	11	16	47	66	15	20	8	18	62	19	6	50	100	39
7D	14	10	10	13	11	5	5	13	36	16	16	7	34	27	39
7E															
7F															
7G															
7H	20	19	16	16	14	89	39	25	7	15	19	52	36	21	10
7I	93	31	20	19	46	52	28	13	16	25	63	107	56	22	21
7J	127	87	52	23	71	2770	189	78	78	64	180	116	115	76	18
7K	594	495	420	160	152	676	933	356	212	163	295	810	420	195	89
8A	175	127	436	553	481	148	185	366	5094	556	102	248	473	3372	262
8B	27	29	68	100	147	71	80	25	229	126	35	51	93	267	178
8C	19	18	11	23	41	4	38	30	23	37	21	9	9	59	51
8D	32	15	13	21	64	12	15	16	14	28	20	4	51	83	17
8E	6	16	17	44	43	2	16	10	48	9	8	7	14	35	8
8F	17	14	11	11	18	15	7	11	24	13	7	16	14	8	16
8G	46	26	21	9	60	15	34	11	21	25	12	20	10	15	3
8H	31	19	25	21	11	48	18	33	17	5	64	17	31	15	23
8I	13	24	42	14	57	62	73	48	29	31	41	45	30	37	22
8J	181	98	51	24	45	275	150	49	55	23	185	216	76	85	41
8K	530	473	368	177	148	514	5131	318	159	162	354	3589	476	216	114
9A	148	178	514	571	536	175	250	461	5330	624	122	273	458	1005	289
9B	55	42	46	108	163	50	58	30	244	250	57	69	79	306	1067
9C	58	32	29	62	79	24	30	14	82	116	14	38	44	79	87
9D	11	37	44	70	93	6	26	23	14	52	23	32	51	80	42
9E	33	22	38	56	93	39	14	6	21	58	8	7	24	31	31
9F	31	26	18	29	44	19	22	6	64	27	16	29	8	18	10
9G	31	30	21	52	75	18	42	18	22	59	35	20	46	54	28
9H	59	22	36	26	83	20	38	30	37	43	23	52	39	27	16
9I	53	39	26	55	26	63	67	50	66	87	96	67	17	19	11
9J	242	118	70	48	87	165	132	94	89	72	172	279	62	64	38
9K	598	535	381	190	184	619	5492	347	272	219	330	855	473	289	108
10A	153	200	535	517	506	185	256	455	909	514	125	246	439	815	284
10B	68	57	64	153	251	38	74	71	244	132	25	89	117	242	126
10C	86	51	58	163	129	18	48	79	162	210	29	32	76	136	84
10D	89	56	64	134	238	68	27	45	88	120	21	59	57	85	49
10E	106	70	85	129	207	67	83	34	63	165	41	27	104	63	56
10F	75	76	56	117	141	56	67	30	138	119	18	65	53	83	51
10G	131	31	46	165	175	23	51	52	72	74	52	28	42	73	63
10H	95	98	69	59	185	58	81	54	93	69	22	30	58	71	46

10I	76	78	67	78	178	60	37	72	106	173	65	67	92	76	35
10J	129	146	91	107	92	257	181	101	76	141	229	229	141	144	57
10K	580	576	486	200	233	545	1036	442	250	208	366	3653	472	317	120
11A	16	13	26	46	35	16	19	10	45	75	5	13	19	67	47
11B	253	317	554	511	679	185	243	197	581	331	89	188	238	324	1242
11C	309	252	353	629	517	186	207	142	330	315	96	145	216	212	174
11D	335	296	507	582	540	159	200	226	337	316	99	170	199	277	135
11E	308	276	413	532	518	169	251	182	371	263	90	136	200	239	158
11F	282	258	466	618	590	147	201	196	318	283	93	151	222	256	133
11G	322	226	622	471	474	166	200	197	318	307	85	153	159	213	132
11H	311	257	449	392	525	172	211	186	291	312	110	173	181	194	99
11I	284	276	575	611	558	211	230	224	354	334	124	253	244	228	138
11J	379	357	588	498	662	285	297	261	395	319	317	279	285	301	162
11K	53	21	37	30	27	76	60	21	27	29	72	52	26	10	7

	DEZEMBRO					MARÇO					JUNHO				
	8:00	10:00	12:00	14:00	16:00	8:00	10:00	12:00	14:00	16:00	8:00	10:00	12:00	14:00	16:00
E med	158	139	162	157	159	203	439	150	392	144	149	476	201	267	127
E min	4	4	6	5	4	2	5	6	5	5	5	4	8	7	3
UNIF	0,02	0,03	0,03	0,03	0,03	0,01	0,01	0,04	0,01	0,03	0,04	0,01	0,04	0,03	0,02

# M1F simulações de iluminação

# CEU ENCOBERTO

PONTO	DEZEMBRO					MARÇO					JUNHO				
	8:00	10:00	12:00	14:00	16:00	8:00	10:00	12:00	14:00	16:00	8:00	10:00	12:00	14:00	16:00
1A	4	6	6	5	3	3	5	6	5	3	2	4	4	4	2
1B	279	413	456	396	250	217	370	425	369	216	140	276	322	266	121
1C	237	351	387	337	212	184	314	361	313	183	119	235	273	226	103
1D	248	367	405	352	222	193	328	378	328	192	125	245	286	236	108
1E	272	402	443	385	243	211	359	413	358	210	136	269	313	258	118
1F	222	329	363	315	199	173	294	338	293	172	112	220	256	211	96
1G	240	356	392	341	215	186	318	366	317	186	121	238	277	229	104
1H	258	382	422	367	231	200	342	393	341	199	130	255	298	246	112
1I	238	352	388	338	213	185	315	362	314	184	119	235	274	226	103
1J	249	369	407	354	223	193	330	379	329	193	125	247	287	237	108
1K	5	7	8	7	4	4	6	7	6	4	2	5	5	4	2
2A	286	423	467	406	256	222	379	435	378	221	144	283	330	272	124
2B	51	76	84	73	46	40	68	78	68	40	26	51	59	49	22
2C	48	71	79	68	43	37	64	73	64	37	24	48	56	46	21
2D	54	80	88	77	48	42	72	82	72	42	27	54	62	52	24
2E	28	42	46	40	25	22	37	43	37	22	14	28	32	27	12
2F	30	45	49	43	27	23	40	46	40	23	15	30	35	29	13
2G	27	39	43	38	24	21	35	41	35	21	13	26	31	25	12
2H	52	77	85	74	47	40	69	79	69	40	26	52	60	50	23
2I	75	111	123	107	67	58	100	114	99	58	38	74	87	72	33
2J	32	47	52	45	28	25	42	48	42	25	16	31	37	30	14
2K	246	363	401	349	220	191	325	374	324	190	123	243	283	234	107
3A	289	427	471	410	258	224	382	439	381	223	145	286	333	275	125
3B	36	53	58	51	32	28	47	54	47	28	18	35	41	34	15
3C	23	34	37	32	20	18	30	35	30	18	11	23	26	22	10
3D	29	43	48	41	26	23	39	44	38	23	15	29	34	28	13
3E	12	18	20	17	11	9	16	18	16	9	6	12	14	11	5
3F	20	30	33	29	18	16	27	31	27	16	10	20	23	19	9
3G	10	15	17	15	9	8	14	16	14	8	5	10	12	10	5
3H	33	49	54	47	30	26	44	50	44	26	17	33	38	32	14
3I	41	61	68	59	37	32	55	63	55	32	21	41	48	39	18
3J	36	54	59	52	33	28	48	55	48	28	18	36	42	35	16
3K	247	365	402	350	220	191	326	375	326	190	124	244	284	235	107
4A	285	422	466	405	255	221	378	434	377	220	143	282	329	271	124
4B	37	55	61	53	33	29	50	57	49	29	19	37	43	36	16
4C	20	30	33	29	18	16	27	31	27	16	10	20	24	19	9
4D	10	16	17	15	9	8	14	16	14	8	5	10	12	10	5
4E	11	16	18	16	10	9	15	17	15	9	6	11	13	11	5
4F	11	17	18	16	10	9	15	17	15	9	6	11	13	11	5
4G	11	16	18	16	10	9	15	17	15	9	6	11	13	11	5
4H	2	2	3	2	1	1	2	2	2	1	1	2	2	2	1
4I	36	54	59	52	32	28	48	55	48	28	18	36	42	35	16
4J	28	42	46	40	25	22	37	43	37	22	14	28	33	27	12
4K	261	386	426	371	233	203	346	397	345	202	131	258	301	248	113
5A	232	343	378	329	207	180	307	353	306	179	116	229	267	221	101
5B	44	65	72	62	39	34	58	67	58	34	22	44	51	42	19
5C	4	6	7	6	4	3	5	6	5	3	2	4	5	4	2

5D	11	17	19	16	10	9	15	17	15	9	6	11	13	11	5
5E															
5F															
5G															
5H	4	6	7	6	4	3	5	6	5	3	2	4	5	4	2
5I	4	6	6	5	3	3	5	6	5	3	2	4	4	4	2
5J	73	107	118	103	65	56	96	110	96	56	36	72	84	69	31
5K	222	329	363	315	199	173	294	338	293	172	112	220	256	211	96
6A	227	335	370	321	202	176	300	345	299	175	114	224	261	215	98
6B	84	125	138	120	75	65	112	128	111	65	42	83	97	80	37
6C	11	16	18	16	10	9	15	17	15	9	6	11	13	10	5
6D	12	18	20	17	11	9	16	19	16	9	6	12	14	12	5
6E															
6F															
6G															
6H	4	6	6	5	3	3	5	6	5	3	2	4	4	4	2
6I	21	31	34	30	19	16	28	32	28	16	11	21	24	20	9
6J	35	51	56	49	31	27	46	53	46	27	17	34	40	33	15
6K	267	395	435	378	238	207	353	406	352	206	134	264	307	254	116
7A	260	385	424	369	232	202	344	395	343	201	130	257	300	247	113
7B	34	50	55	48	30	26	45	51	45	26	17	33	39	32	15
7C	31	46	51	44	28	24	41	47	41	24	16	31	36	30	13
7D	3	5	5	4	3	2	4	5	4	2	2	3	4	3	1
7E															
7F															
7G															
7H	5	8	9	8	5	4	7	8	7	4	3	5	6	5	2
7I	20	29	32	28	18	15	26	30	26	15	10	20	23	19	9
7J	54	80	89	77	48	42	72	83	72	42	27	54	63	52	24
7K	255	378	416	362	228	198	338	388	337	197	128	252	294	243	111
8A	244	361	398	346	218	189	323	371	322	188	122	241	281	232	106
8B	36	54	59	51	32	28	48	55	48	28	18	36	42	34	16
8C	21	31	34	30	19	16	28	32	28	16	11	21	24	20	9
8D	2	4	4	3	2	2	3	4	3	2	1	2	3	2	1
8E	12	18	19	17	11	9	16	18	16	9	6	12	14	11	5
8F	3	4	4	4	2	2	4	4	4	2	1	3	3	3	1
8G	10	15	16	14	9	8	13	15	13	8	5	10	12	10	4
8H	20	29	32	28	18	15	26	30	26	15	10	20	23	19	9
8I	10	15	16	14	9	8	13	15	13	8	5	10	11	9	4
8J	59	87	96	84	53	46	78	90	78	46	30	58	68	56	26
8K	198	292	322	280	177	153	261	300	261	152	99	195	228	188	86
9A	272	402	444	386	243	211	360	414	359	210	136	269	313	258	118
9B	42	62	68	59	37	33	55	64	55	32	21	41	48	40	18
9C	20	30	33	29	18	16	27	31	27	16	10	20	23	19	9
9D	24	35	38	33	21	18	31	36	31	18	12	23	27	22	10
9E	10	15	16	14	9	8	13	15	13	8	5	10	11	9	4
9F	17	26	28	25	15	13	23	26	23	13	9	17	20	16	8
9G	13	19	21	18	11	10	17	19	17	10	6	12	15	12	5
9H	22	32	35	31	19	17	29	33	29	17	11	21	25	21	9
9I	23	35	38	33	21	18	31	36	31	18	12	23	27	22	10
9J	20	29	32	28	18	15	26	30	26	15	10	19	23	19	9
9K	288	425	469	408	257	223	380	437	379	222	144	284	331	273	125



# M1G

# CEU CLARO

PONTO	DEZEMBRO					MARÇO					JUNHO				
	8:00	10:00	12:00	14:00	16:00	8:00	10:00	12:00	14:00	16:00	8:00	10:00	12:00	14:00	16:00
1A	162	150	254	676	801	232	292	525	654	638	481	451	542	604	301
1B	226	304	1047	779	967	692	1036	1504	1217	952	953	1765	2171	1884	715
1C	164	417	734	533	549	1098	1120	1134	1151	710	731	2712	3311	1933	1001
1D	368	423	1129	519	411	783	1823	1131	1363	944	557	3122	1869	1559	1020
1E	287	356	1168	332	337	689	1705	1361	655	551	1343	1810	2523	2395	875
1F	360	677	772	488	455	683	1647	2411	986	1113	1367	1263	1722	2837	1242
1G	290	383	1216	307	244	645	744	3577	1044	991	532	2593	1417	2961	989
1H	314	437	1407	529	191	563	1031	3317	1801	898	873	2425	3428	1312	671
1I	787	459	1294	330	230	1057	1154	1794	1210	928	1318	1420	3184	2759	1148
1J	801	1074	1018	808	198	882	1971	2151	799	552	711	2570	1656	1254	1190
1K	655	608	558	223	101	917	1032	807	326	337	579	1128	641	315	641
2A	155	345	1176	1094	1347	179	398	716	1150	1368	12734	442	682	1205	724
2B	364	393	2044	1292	1323	541	910	962	1284	26603	12279	1060	1184	1295	803
2C	401	460	1443	524	704	633	901	992	1049	1025	12672	1206	1501	1174	750
2D	382	342	1379	505	490	491	961	984	892	927	625	1193	1221	916	548
2E	365	403	1205	477	412	371	986	909	690	531	12412	1095	1369	1222	655
2F	307	419	687	446	297	535	1020	1126	855	565	12225	1048	1351	1218	688
2G	343	599	1052	384	337	786	745	1150	791	634	12374	1128	1200	1222	570
2H	502	481	1225	490	202	642	736	1399	893	616	12382	1131	1376	1260	870
2I	697	681	1232	509	342	959	956	1079	772	624	784	1047	1482	1295	761
2J	1994	1409	1222	510	229	26758	1269	1237	934	579	1027	1823	1207	971	661
2K	15935	1580	1398	328	190	1854	1667	1595	772	408	2179	3357	1656	661	1369
3A	98	317	1401	3091	4631	271	263	1010	2556	2741	328	393	909	1793	1776
3B	526	430	1371	1269	1928	417	458	544	1377	26945	379	535	593	1159	911
3C	180	266	1169	590	646	405	427	445	708	857	312	463	474	564	632
3D	214	375	625	494	451	323	334	542	434	499	300	445	448	458	307
3E	403	287	951	244	202	247	478	496	306	425	209	478	525	515	384
3F	140	389	928	234	217	341	402	297	459	344	216	427	485	473	285
3G	278	343	508	190	321	326	361	455	545	243	346	328	537	485	391
3H	408	402	1057	353	226	562	514	513	419	424	263	554	510	464	361
3I	799	463	944	366	197	844	611	409	437	259	604	471	463	488	273
3J	1836	1415	1289	495	296	27061	1160	706	671	331	1003	1192	529	492	318
3K	15197	3408	864	357	163	2910	1733	974	298	194	1648	2814	559	251	318
4A	153	227	1350	4877	3236	125	258	564	3442	3175	172	289	950	1909	1805
4B	314	356	1112	1650	1392	313	447	460	1443	27052	255	413	540	1048	892
4C	289	200	1031	437	599	301	312	489	661	822	270	263	375	341	674
4D	260	249	831	302	362	220	261	349	447	420	219	231	275	173	301
4E	276	282	694	242	381	246	317	304	394	426	255	321	333	140	213
4F	241	248	525	230	138	171	350	242	281	186	316	296	343	429	163
4G	300	263	376	195	226	348	185	321	351	199	204	263	184	416	190
4H	420	358	491	189	150	317	319	440	278	126	150	399	176	288	181
4I	697	603	751	301	205	704	574	307	283	130	447	363	257	168	242
4J	2315	1708	1130	332	222	26846	1416	379	383	245	873	741	498	397	283
4K	17094	6121	1148	188	197	2831	2831	488	265	192	1668	1262	569	259	131
5A	249	262	1114	3610	1065	183	207	802	3502	1542	80	186	637	1509	948
5B	312	371	1178	1380	1304	281	284	593	1371	26410	127	295	443	796	1001
5C	377	266	606	518	655	250	211	283	445	848	112	191	254	372	733
5D	322	153	684	360	669	196	261	265	367	285	142	154	186	260	361
5E	1068	1159	2055	1529	967	937	1339	1453	1387	824	499	1020	1029	926	425
5F	1047	1336	2369	1356	768	948	1253	1304	1340	799	612	1033	986	953	477
5G	969	1403	2363	1429	725	1011	1448	1378	1298	763	517	955	1083	874	486

5H	300	292	561	209	280	577	384	364	198	160	323	322	178	199	132
5I	589	609	679	296	310	602	635	347	254	254	386	498	197	239	127
5J	2038	1534	1816	325	357	26728	1627	600	366	200	996	635	389	283	194
5K	15497	4343	839	231	164	1995	3886	1168	237	98	2072	462	518	120	110
6A	176	313	1282	4486	1171	136	230	874	4164	1386	112	244	1074	1483	1595
6B	277	404	993	1275	1557	220	384	483	1703	26768	224	210	393	773	1068
6C	230	239	355	551	645	168	202	395	476	824	173	211	132	339	351
6D	175	237	1102	293	298	214	147	244	172	520	107	162	162	164	333
6E	979	1371	2301	1478	768	791	1235	1568	1482	964	443	849	1081	1022	490
6F	1072	1330	1863	1394	744	911	1270	1440	1294	811	442	851	1024	966	420
6G	990	1396	2151	1609	856	972	1379	1361	1239	865	653	935	1001	1105	421
6H	357	310	486	243	242	528	368	262	267	118	435	456	207	181	94
6I	657	535	1106	276	320	524	411	391	226	180	399	405	325	291	96
6J	2238	1496	1270	388	315	27145	2005	512	322	325	956	980	314	214	255
6K	16800	3728	1056	226	164	4397	6677	783	195	117	1903	2014	585	221	79
7A	231	218	488	3172	2808	234	199	997	4933	1613	80	118	425	2109	1370
7B	269	300	1186	1469	1706	244	281	607	1467	26455	89	226	497	1094	858
7C	270	280	851	443	833	195	280	343	595	681	198	155	272	368	641
7D	101	250	453	269	460	225	198	212	344	487	227	128	228	222	291
7E	1282	1357	1841	1464	950	903	1252	1480	1293	1199	489	939	1013	972	465
7F	1109	1483	2000	1617	882	1034	1354	1502	1273	1080	459	988	1142	1113	517
7G	1448	1345	1876	1491	916	927	1368	1260	1242	777	460	1065	1051	842	369
7H	460	290	863	196	66	532	346	289	220	105	301	254	119	135	91
7I	557	363	875	252	209	611	526	240	283	185	251	395	237	229	79
7J	2266	1833	749	265	356	26936	1624	442	289	350	806	1131	344	272	233
7K	17934	4763	956	282	136	2284	4392	836	178	170	802	3475	384	84	68
8A	202	272	684	3725	3087	173	248	1030	3826	4006	127	161	756	3122	701
8B	224	368	933	1383	1808	372	400	404	1544	27167	213	161	319	1088	875
8C	262	285	760	550	626	116	230	378	409	740	88	263	313	302	462
8D	185	338	875	295	292	181	185	243	356	437	117	112	179	114	199
8E	303	257	662	290	235	180	248	180	275	191	268	163	151	173	148
8F	238	265	615	221	278	304	261	199	227	145	176	207	145	223	114
8G	315	302	491	180	194	280	259	296	274	122	174	204	190	207	148
8H	382	288	473	277	287	293	365	232	297	238	267	279	131	213	136
8I	577	656	1005	247	302	813	572	329	324	313	450	310	232	186	129
8J	1530	1613	1178	254	274	26926	1380	543	383	178	1003	787	363	240	112
8K	13521	4618	1114	252	196	3267	2367	796	206	81	2189	1912	635	132	82
9A	218	386	1157	2518	2108	238	220	1145	2808	3918	103	214	443	2398	1056
9B	416	383	1341	1389	1778	234	322	576	1191	26998	160	243	354	842	710
9C	406	415	1022	680	770	271	260	397	768	835	227	241	222	285	550
9D	355	307	410	463	443	192	249	255	369	427	166	258	246	219	290
9E	437	365	738	365	433	333	219	269	264	317	183	145	182	169	292
9F	255	244	667	347	362	164	322	190	312	222	232	197	150	194	183
9G	375	499	450	371	294	458	234	253	174	265	209	179	210	188	230
9H	559	222	1008	167	351	485	335	328	247	171	250	323	243	294	234
9I	853	577	893	318	358	903	542	332	363	370	629	504	262	195	154
9J	2013	1582	1548	397	424	27221	1578	544	459	258	1179	1177	400	297	143
9K	14433	3394	901	243	287	3806	3492	728	239	200	2744	1984	553	122	85
10A	597	521	1975	3540	4075	279	237	780	4357	2815	124	168	807	731	1237
10B	654	619	1525	1438	1829	344	329	733	1550	26521	219	267	463	629	780
10C	551	661	800	866	667	301	391	430	618	901	145	342	288	359	577
10D	702	455	1185	742	1038	332	333	340	452	578	196	241	326	292	464
10E	769	516	1090	680	721	358	303	390	354	308	122	263	302	321	192
10F	870	438	1197	560	712	284	348	320	382	258	151	252	170	179	207
10G	718	579	1353	382	1008	387	337	388	245	234	375	227	306	239	127
10H	847	553	1007	543	543	460	430	351	301	288	311	315	258	214	153

10I	1055	929	1336	635	666	753	559	586	286	270	481	460	302	248	153
10J	1969	1766	1438	589	467	26535	1010	710	371	322	931	953	333	244	165
10K	14993	4944	1813	320	385	1286	1855	1069	232	169	1422	2015	520	112	128
11A	475	305	622	1092	1387	128	193	439	805	557	102	72	168	440	553
11B	1621	1099	1312	1221	945	189	278	430	715	1455	76	210	249	383	711
11C	1489	831	754	1635	571	235	245	439	654	827	100	230	221	270	569
11D	1790	571	1233	1500	1159	320	323	339	327	541	86	194	153	179	297
11E	1524	750	1283	555	2136	245	360	337	258	382	98	164	148	152	261
11F	1730	1335	1377	797	1636	276	184	287	214	179	208	209	133	159	79
11G	1836	561	1636	588	3416	356	247	192	293	156	82	246	145	157	165
11H	1621	1031	1288	902	852	524	369	341	317	217	248	225	137	108	60
11I	1815	1557	1661	1122	1202	501	627	396	214	192	334	368	191	221	103
11J	2468	2146	1332	1043	813	1232	954	359	231	218	937	546	294	166	89
11K	1258	1570	762	239	415	672	986	415	83	69	480	525	317	92	179

	DEZEMBRO					MARÇO					JUNHO				
	8:00	10:00	12:00	14:00	16:00	8:00	10:00	12:00	14:00	16:00	8:00	10:00	12:00	14:00	16:00
E med	1821	893	1095	818	762	2605	834	722	832	2578	1205	737	645	684	485
E min	98	150	254	167	66	116	147	180	83	69	76	72	119	84	60
UNIF	0,05	0,17	0,23	0,20	0,09	0,04	0,18	0,25	0,10	0,03	0,06	0,10	0,18	0,12	0,12



5H															
5I	288	162	80	107	80	237	132	95	93	42	135	282	156	53	72
5J	623	310	123	111	131	4374	382	195	204	98	292	353	135	188	70
5K	2281	517	89	128	110	799	874	154	91	87	338	471	98	127	59
6A	78	58	103	395	762	61	77	226	514	503	39	120	138	567	239
6B	144	97	150	531	481	122	135	166	457	4087	77	155	306	413	226
6C	59	45	100	138	207	82	76	111	219	269	39	212	143	120	218
6D	61	51	56	149	154	35	70	65	97	85	63	90	103	168	102
6E															
6F															
6G															
6H	210	70	70	84	72	227	84	57	70	87	57	189	90	67	60
6I	282	138	80	72	111	289	184	55	60	87	156	177	138	102	46
6J	499	357	74	127	134	4520	466	146	141	164	317	446	242	190	84
6K	2435	461	84	117	73	573	539	163	68	104	463	753	79	77	29
7A	71	86	129	676	472	94	126	162	345	667	50	93	152	806	287
7B	174	81	106	309	477	131	147	174	335	4271	75	72	214	370	199
7C	83	72	60	149	238	101	122	73	206	277	55	91	163	150	130
7D	130	55	69	87	206	53	41	59	128	196	62	132	144	121	74
7E															
7F															
7G															
7H	157	114	62	64	102	134	148	60	51	62	98	110	124	64	26
7I	338	154	47	114	68	257	139	53	22	39	112	197	183	54	32
7J	728	277	106	102	124	4231	354	150	133	130	218	391	239	180	53
7K	2798	350	122	99	65	271	488	209	75	79	440	528	140	95	51
8A	115	67	163	1040	508	109	61	143	593	766	62	70	183	524	313
8B	204	156	84	538	719	149	108	199	596	4274	69	107	187	378	266
8C	143	81	82	148	318	133	119	98	180	218	64	102	116	195	168
8D	109	49	51	88	147	76	34	79	75	159	32	74	66	108	97
8E	76	27	66	85	165	50	78	74	78	125	34	78	52	72	47
8F	114	94	54	131	102	112	99	85	60	96	38	66	57	50	46
8G	170	49	61	119	57	100	64	52	63	68	80	72	66	41	45
8H	107	71	78	41	113	112	89	59	87	51	91	97	43	125	24
8I	381	144	109	77	98	212	278	91	87	52	150	254	206	96	57
8J	515	337	95	131	145	4207	502	205	128	87	310	424	229	181	49
8K	2278	618	158	102	77	347	696	135	122	111	485	428	193	138	55
9A	209	102	147	521	928	143	162	124	442	1006	56	128	228	378	220
9B	219	162	158	493	597	171	179	137	397	4322	90	191	193	403	331
9C	183	106	79	205	385	80	112	88	185	365	63	89	129	224	149
9D	163	122	80	161	263	128	73	80	133	177	88	70	172	134	105
9E	114	81	64	143	213	116	41	93	71	136	36	97	59	114	70
9F	191	79	77	124	192	188	120	69	91	108	77	125	78	86	44
9G	98	163	98	76	178	153	150	91	141	118	68	82	61	88	56
9H	195	156	86	139	220	173	179	84	110	115	110	147	135	92	42
9I	241	196	98	139	204	382	194	108	105	162	103	155	238	97	61
9J	560	408	128	173	195	4342	458	145	153	137	267	392	232	194	70
9K	2283	566	136	160	164	589	622	166	137	104	393	548	138	53	72
10A	199	169	150	582	978	153	130	233	525	505	66	137	181	252	285
10B	269	230	230	681	762	278	190	189	429	4469	117	358	319	219	194
10C	312	206	162	296	411	168	162	136	180	359	195	145	175	265	211
10D	298	203	104	230	253	246	147	105	116	262	100	155	173	212	82
10E	432	250	104	286	334	162	135	91	226	258	133	133	126	149	81
10F	307	153	127	167	232	170	209	92	121	118	138	176	117	177	72
10G	220	208	129	251	241	219	172	89	173	96	132	135	68	167	41
10H	378	157	134	159	276	261	194	101	202	111	151	159	143	123	64

10I	279	274	118	148	165	223	219	87	202	157	163	171	179	145	108
10J	597	356	149	303	407	4403	425	153	227	220	257	445	237	180	83
10K	2459	368	111	126	206	607	601	144	148	211	384	751	147	136	51
11A	157	72	125	360	272	34	79	66	188	151	22	90	43	192	69
11B	264	219	177	326	420	96	168	199	344	453	43	93	115	152	226
11C	343	196	267	328	286	123	116	88	218	167	53	91	191	132	92
11D	348	236	209	214	338	61	154	92	123	191	50	91	104	116	74
11E	326	182	197	163	402	82	114	65	75	161	53	64	101	63	81
11F	244	105	162	226	227	153	143	93	96	119	38	98	101	53	50
11G	149	115	107	409	184	109	108	85	150	102	44	74	119	79	67
11H	191	235	216	265	339	101	96	75	139	68	89	121	103	110	28
11I	265	334	150	228	313	171	191	104	148	88	101	103	175	85	64
11J	584	458	254	198	300	390	212	144	129	150	219	200	193	146	60
11K	252	209	76	86	129	197	179	66	85	16	110	180	146	22	29

	DEZEMBRO					MARÇO					JUNHO				
	8:00	10:00	12:00	14:00	16:00	8:00	10:00	12:00	14:00	16:00	8:00	10:00	12:00	14:00	16:00
E med	414	177	118	211	253	532	231	155	233	535	258	240	226	235	125
E min	59	27	34	41	43	34	34	51	22	16	22	51	43	22	24
UNIF	0,14	0,15	0,29	0,19	0,17	0,06	0,15	0,33	0,09	0,03	0,09	0,21	0,19	0,09	0,19

# M1G

# CEU ENCOBERTO

PONTO	DEZEMBRO					MARÇO					JUNHO				
	8:00	10:00	12:00	14:00	16:00	8:00	10:00	12:00	14:00	16:00	8:00	10:00	12:00	14:00	16:00
1A	7	17	19	16	10	5	15	18	15	9	3	11	13	11	5
1B	74	175	193	168	106	58	157	180	156	91	37	117	136	113	51
1C	80	148	163	142	89	62	132	152	132	77	40	99	115	95	43
1D	57	119	131	114	72	44	106	122	106	62	29	79	92	76	35
1E	47	153	169	147	91	36	137	157	136	80	24	102	117	98	44
1F	78	180	198	172	55	60	161	185	160	94	39	120	71	115	27
1G	41	84	92	80	75	32	75	86	75	44	21	56	97	54	36
1H	56	121	133	116	62	43	108	124	108	63	28	81	80	78	30
1I	104	105	116	101	94	81	94	108	94	55	52	70	121	68	46
1J	173	323	356	309	119	134	289	332	288	168	87	216	154	207	58
1K	39	78	86	75	10	30	70	81	70	41	19	52	13	50	5
2A	92	277	305	266	119	71	248	285	247	145	46	185	153	178	58
2B	109	276	304	264	208	85	247	283	246	144	55	184	268	177	101
2C	151	316	349	303	147	117	283	325	282	165	76	212	190	203	72
2D	157	217	239	208	123	121	194	223	193	113	79	145	158	139	59
2E	95	305	337	293	182	74	273	314	272	159	48	204	235	196	88
2F	172	200	221	192	130	133	179	206	178	104	86	134	168	129	63
2G	75	193	213	185	110	58	172	198	172	101	38	129	141	124	53
2H	80	250	275	239	157	62	223	257	223	130	40	167	203	161	76
2I	192	305	336	292	129	149	273	313	272	159	96	204	166	196	63
2J	144	243	268	233	255	111	217	250	217	127	72	162	329	156	124
2K	125	168	186	162	98	97	151	173	150	88	63	113	126	108	47
3A	102	186	205	178	107	79	166	191	166	97	51	124	138	119	52
3B	145	249	274	239	125	113	223	256	222	130	73	166	162	160	61
3C	118	198	219	190	83	92	177	204	177	103	59	133	107	127	40
3D	63	112	123	107	47	49	100	115	100	58	32	75	60	72	23
3E	51	96	106	92	32	40	86	99	86	50	26	64	41	62	15
3F	72	156	172	149	21	56	139	160	139	81	36	104	27	100	10
3G	50	82	90	79	54	39	73	84	73	43	25	55	70	53	26
3H	88	163	180	156	55	69	146	168	145	85	44	109	71	105	27
3I	93	134	148	128	107	72	120	138	119	70	47	89	138	86	52
3J	213	208	230	200	202	165	186	214	186	109	107	139	260	134	98
3K	88	101	111	97	77	69	90	104	90	53	44	67	99	65	37
4A	76	89	98	86	60	59	80	92	80	47	38	60	78	57	29
4B	142	239	263	229	182	110	214	245	213	125	71	160	235	153	88
4C	100	143	158	137	82	77	128	147	128	75	50	96	106	92	40
4D	51	61	67	59	44	39	55	63	55	32	25	41	56	39	21
4E	60	120	132	115	48	46	107	123	107	62	30	80	62	77	23
4F	44	73	81	70	14	34	66	76	66	38	22	49	19	47	7
4G	55	78	86	75	49	42	70	80	70	41	27	52	63	50	24
4H	39	49	54	47	62	31	44	50	44	26	20	33	80	32	30
4I	26	128	141	122	79	20	114	131	114	67	13	85	101	82	38
4J	119	188	207	180	103	92	168	193	168	98	60	126	133	121	50
4K	103	100	110	95	81	80	89	102	89	52	52	67	104	64	39
5A	52	87	96	84	82	40	78	90	78	46	26	58	105	56	40
5B	72	143	157	137	109	56	127	147	127	74	36	95	140	92	53
5C	60	68	75	65	60	47	61	70	61	35	30	45	78	44	29
5D	54	63	69	60	62	42	56	65	56	33	24	42	80	40	30
5E	61	83	91	79	47	47	74	85	74	43	36	55	61	53	23
5F	70	93	103	89	71	54	83	96	83	49	19	62	91	60	25
5G	78	79	87	76	67	61	70	81	70	41	29	53	86	51	44

5H	55	52	57	49	63	43	46	53	46	27	24	34	81	33	11
5I	84	121	134	116	71	65	109	125	108	63	31	81	91	78	24
5J	100	227	250	217	94	78	203	233	202	118	59	151	121	146	62
5K	96	123	136	118	82	74	110	127	110	64	43	82	105	79	28
6A	65	121	134	116	64	51	108	125	108	63	35	81	83	78	27
6B	109	143	158	137	96	85	128	147	127	75	32	95	123	92	41
6C	75	102	112	97	79	58	91	105	91	53	30	68	102	65	40
6D	59	89	98	85	43	46	79	91	79	46	23	59	55	57	18
6E	58	97	107	93	62	45	87	100	86	51	29	65	80	62	20
6F	42	59	65	56	42	33	53	61	53	31	18	39	54	38	12
6G	76	135	149	130	52	59	121	139	121	71	29	90	67	87	31
6H	75	89	98	85	52	58	80	91	79	46	28	59	67	57	34
6I	59	126	139	121	52	46	113	130	112	66	37	84	67	81	42
6J	91	225	248	216	112	71	201	231	201	117	67	150	145	145	31
6K	73	98	108	94	76	57	88	101	87	51	26	66	98	63	36
7A	49	114	126	109	68	38	102	117	102	60	37	76	87	73	41
7B	98	225	248	216	106	76	201	231	201	117	37	150	136	145	39
7C	44	130	143	124	51	34	116	133	116	68	52	87	65	83	25
7D	85	72	80	69	50	66	65	74	65	38	14	48	65	47	15
7E	72	91	101	88	72	56	82	94	82	48	34	61	93	59	26
7F	90	87	96	84	49	69	78	90	78	45	29	58	63	56	30
7G	50	119	131	114	83	39	106	122	106	62	46	79	107	76	30
7H	45	104	115	100	41	35	93	107	93	54	11	70	53	67	16
7I	72	116	128	111	33	56	103	119	103	60	33	77	42	74	22
7J	85	147	162	141	133	66	132	151	131	77	51	98	172	94	47
7K	65	94	104	90	102	51	84	97	84	49	33	63	132	60	31
8A	72	84	93	81	47	55	75	86	75	44	26	56	60	54	24
8B	86	127	140	121	125	67	113	130	113	66	66	85	161	81	54
8C	95	117	129	112	74	74	104	120	104	61	52	78	96	75	33
8D	44	88	97	84	22	34	79	90	78	46	11	59	28	56	19
8E	46	110	122	106	47	35	99	113	98	58	39	74	61	71	15
8F	72	75	83	72	52	56	67	77	67	39	27	50	67	48	31
8G	77	91	100	87	41	60	81	94	81	47	17	61	53	59	13
8H	68	73	80	70	37	53	65	75	65	38	28	49	47	47	25
8I	28	202	223	194	65	21	181	208	180	106	35	135	84	130	22
8J	159	203	224	194	109	124	181	208	181	106	71	135	140	130	21
8K	56	140	155	135	107	43	126	144	125	73	46	94	138	90	44
9A	91	180	198	173	59	70	161	185	160	94	38	120	76	116	39
9B	172	285	314	273	157	133	255	293	254	149	81	190	202	183	86
9C	114	167	184	160	98	88	149	172	149	87	63	112	126	107	36
9D	55	78	86	75	26	42	70	80	70	41	35	52	34	50	46
9E	83	152	168	146	54	64	136	157	136	80	20	102	70	98	30
9F	70	108	119	104	80	54	97	111	96	56	42	72	103	70	34
9G	68	108	119	103	58	53	96	111	96	56	39	72	75	69	31
9H	87	146	161	140	79	68	130	150	130	76	46	97	102	94	25
9I	99	130	143	125	117	77	116	134	116	68	39	87	151	83	51
9J	151	204	225	195	165	117	182	209	182	106	82	136	213	131	71
9K	108	102	113	98	73	84	92	105	91	53	43	68	95	66	30
10A	112	152	168	146	103	87	136	156	136	79	44	102	132	98	45
10B	198	185	204	177	188	154	165	190	165	96	107	123	243	119	91
10C	164	327	360	313	112	127	292	336	292	171	101	218	144	210	101
10D	100	338	373	324	97	78	302	348	302	176	118	226	125	217	54
10E	159	189	208	181	122	123	169	194	168	99	87	126	157	121	75
10F	166	195	215	187	81	129	174	200	174	102	52	130	105	125	38
10G	74	209	231	201	149	57	187	215	187	109	39	140	192	135	53
10H	100	183	202	175	182	77	163	188	163	95	43	122	234	117	44

10I	141	366	404	351	103	109	327	376	326	191	70	245	133	235	74
10J	187	397	437	380	217	145	355	408	354	207	93	265	280	255	91
10K	149	153	169	147	94	115	137	157	137	80	47	102	121	98	65
11A	31	19	20	18	18	24	17	19	17	10	14	12	23	12	8
11B	74	225	248	215	169	58	201	231	200	117	25	150	218	144	43
11C	113	90	99	86	89	88	81	93	80	47	70	60	115	58	56
11D	91	134	148	129	85	71	120	138	120	70	37	90	110	86	28
11E	72	98	108	94	78	56	88	101	87	51	31	66	101	63	45
11F	78	103	114	99	62	61	92	106	92	54	32	69	80	66	40
11G	79	96	105	92	68	61	86	98	85	50	46	64	88	61	29
11H	64	141	156	136	85	50	126	145	126	74	34	95	110	91	32
11I	76	134	147	128	58	59	120	137	119	70	44	89	75	86	53
11J	118	171	189	164	67	91	153	176	153	89	53	115	86	110	32
11K	24	51	56	49	12	19	46	52	45	27	6	34	15	33	6

	DEZEMBRO					MARÇO					JUNHO				
	8:00	10:00	12:00	14:00	16:00	8:00	10:00	12:00	14:00	16:00	8:00	10:00	12:00	14:00	16:00
E med	88	148	163	141	86	68	132	152	132	77	43	99	111	95	41
E min	7	17	19	16	10	5	15	18	15	9	3	11	13	11	5
UNIF	0,08	0,12	0,12	0,12	0,12	0,08	0,12	0,12	0,12	0,12	0,08	0,12	0,12	0,12	0,12



5H	458	469	1084	459	83	367	634	322	237	258	363	326	250	288	124
5I	807	383	1168	328	110	690	570	349	194	151	486	367	205	198	150
5J	1870	796	954	266	269	27209	1600	574	325	265	1091	1264	348	260	174
5K	14960	1530	1209	138	179	2940	3940	513	206	241	2385	3010	299	134	83
6A	144	331	1887	1280	3435	137	190	724	3294	3924	75	165	369	2930	719
6B	210	340	1432	1045	2217	319	316	608	1206	27190	201	159	328	1270	793
6C	220	392	910	411	794	203	306	324	520	811	123	114	275	447	634
6D	208	798	826	509	389	235	316	488	285	328	78	154	237	184	253
6E															
6F															
6G															
6H	390	396	1077	529	322	404	605	375	161	168	283	321	169	167	64
6I	353	482	593	396	210	949	424	338	202	134	358	453	232	209	160
6J	1733	867	1532	339	349	27227	1214	593	267	293	1249	1122	414	210	279
6K	15234	957	613	213	208	4019	3007	973	223	250	2457	3021	637	231	63
7A	128	263	937	695	6136	158	208	859	3176	3515	49	86	445	1925	607
7B	274	374	1083	926	2086	230	336	546	1210	26767	194	120	310	1163	866
7C	286	387	808	538	773	240	243	478	472	749	172	154	352	459	634
7D	230	610	645	416	573	168	261	608	439	364	112	144	210	391	295
7E															
7F															
7G															
7H	372	278	841	324	219	402	422	571	247	156	334	217	222	145	157
7I	519	572	738	316	225	903	490	263	291	227	450	406	136	94	112
7J	1654	1245	1120	393	265	27244	1601	620	265	279	1053	732	301	326	121
7K	15438	1563	974	244	153	2882	4932	479	258	95	2540	1536	553	205	68
8A	201	311	1651	3100	3678	143	251	649	2096	2515	66	96	638	1646	1978
8B	280	508	1356	1595	2027	193	469	524	949	26568	92	256	381	938	1048
8C	196	338	998	446	662	210	303	293	517	712	73	203	281	462	532
8D	160	317	724	316	397	339	271	430	284	469	119	157	186	227	400
8E	178	307	1288	318	203	244	323	719	339	355	145	229	157	129	147
8F	220	419	1226	331	162	170	266	845	347	336	114	242	183	151	151
8G	470	288	857	272	328	155	277	840	377	140	142	220	213	176	114
8H	413	354	914	370	182	452	238	449	236	127	210	219	124	102	75
8I	763	487	936	342	244	635	522	465	271	187	607	274	263	78	165
8J	1264	1193	807	193	359	27254	1100	436	242	269	955	720	303	200	155
8K	13274	2552	1195	203	132	2599	2122	877	256	128	2345	988	385	115	42
9A	147	423	1238	6386	2932	152	270	491	2520	3335	63	161	679	942	1668
9B	333	389	1162	1804	1881	416	396	519	1123	26721	251	310	361	859	1040
9C	399	354	1263	671	884	215	354	358	559	1005	147	238	229	499	456
9D	349	446	1068	467	627	313	232	333	250	293	111	137	202	228	260
9E	492	469	1056	295	393	297	339	432	301	366	85	237	189	145	165
9F	382	394	812	317	194	168	255	527	264	418	101	197	210	175	209
9G	318	372	832	303	425	296	199	542	269	252	288	237	193	200	137
9H	491	378	1017	344	328	383	399	287	253	233	379	253	228	162	118
9I	782	588	1071	404	418	859	525	427	332	237	439	395	230	250	229
9J	1591	1256	1106	482	529	27073	904	591	336	220	1225	968	326	260	165
9K	14774	3959	1369	295	149	4032	814	1352	241	212	2722	2300	323	179	116
10A	446	566	1823	3847	5602	124	254	1062	2306	2762	121	147	565	2291	1357
10B	529	664	1844	1560	1969	276	293	616	1022	26519	129	163	389	1048	818
10C	739	581	1322	559	1175	310	455	483	607	686	123	267	283	474	691
10D	672	586	1026	556	1287	352	329	431	534	438	147	231	226	333	465
10E	644	725	1214	485	739	123	459	373	303	464	137	214	223	294	147
10F	685	557	795	319	926	329	360	421	283	270	287	292	223	198	210
10G	686	520	859	407	758	478	378	368	262	320	160	167	260	336	117
10H	940	651	861	704	530	511	368	417	279	191	363	238	288	325	155

<b>10I</b>	1244	757	1414	522	728	821	567	438	345	277	501	600	272	270	187
<b>10J</b>	2048	1750	1903	533	754	26884	942	660	480	236	932	895	349	226	153
<b>10K</b>	13665	4281	1378	377	835	3147	1153	667	371	139	1577	2980	625	194	103
<b>11A</b>	241	549	1002	1060	1397	129	156	206	634	720	105	62	249	732	413
<b>11B</b>	954	1452	1739	1327	1583	204	338	580	924	1073	111	127	336	592	665
<b>11C</b>	1226	1330	816	642	1601	217	330	456	561	616	107	103	218	234	661
<b>11D</b>	1259	1232	953	1368	2875	194	235	325	191	414	134	113	154	200	290
<b>11E</b>	1199	1090	1541	603	1606	158	293	309	319	264	125	104	126	198	96
<b>11F</b>	1450	653	880	386	1451	344	262	249	228	334	98	132	186	102	54
<b>11G</b>	1313	698	1320	1137	1752	333	253	253	269	277	242	262	148	99	85
<b>11H</b>	2299	996	1708	1065	1245	373	318	368	262	342	152	240	129	153	73
<b>11I</b>	2841	998	1560	880	1192	546	422	196	243	143	273	293	165	206	123
<b>11J</b>	3019	2014	1632	1120	1268	1056	617	454	322	248	861	708	234	220	85
<b>11K</b>	736	1186	511	516	665	973	667	280	163	128	318	803	195	194	56

<b>MED</b>	1770	735	1149	768	999	2793	761	715	713	2758	1278	686	582	726	487
<b>MIN</b>	61	94	323	138	83	122	156	196	161	95	49	62	124	78	42
<b>UNIF</b>	0,03	0,13	0,28	0,18	0,08	0,04	0,20	0,27	0,23	0,03	0,04	0,09	0,21	0,11	0,09



5H	210	181	135	103	74	99	161	116	86	43	95	112	143	98	32
5I	210	127	87	112	112	256	128	97	69	86	117	116	59	117	44
5J	721	314	98	154	169	4377	335	176	173	116	243	383	229	162	98
5K	2270	461	161	136	128	827	650	220	121	54	483	793	184	84	40
6A	95	80	192	613	631	65	92	204	1317	787	62	84	141	368	311
6B	184	75	142	444	486	89	169	152	519	4406	84	133	122	243	337
6C	145	105	127	210	206	90	134	113	215	176	48	89	77	160	112
6D	44	136	130	174	89	47	81	110	174	149	84	51	112	116	68
6E															
6F															
6G															
6H	201	86	159	94	60	107	125	125	88	135	72	111	46	113	43
6I	462	178	63	98	66	301	202	90	160	45	178	140	79	136	37
6J	692	423	155	180	127	4574	532	175	210	124	304	384	219	149	74
6K	2410	543	90	101	88	718	786	134	122	79	363	574	202	79	40
7A	53	85	196	822	560	54	110	122	443	461	32	100	201	344	286
7B	151	153	133	376	528	131	195	108	606	4240	62	166	173	469	271
7C	160	108	62	171	145	59	79	75	195	292	50	75	137	178	151
7D	87	137	122	124	116	74	60	97	191	194	35	68	118	133	80
7E															
7F															
7G															
7H	183	97	141	94	58	203	161	97	71	78	83	139	73	60	28
7I	347	215	110	112	110	257	186	128	72	60	149	225	67	87	37
7J	526	315	119	118	185	4259	460	168	149	105	250	409	293	72	71
7K	2480	511	78	130	84	811	926	104	106	117	356	483	108	122	50
8A	137	119	166	401	751	63	83	110	475	502	75	93	165	370	257
8B	74	98	138	356	467	130	177	115	304	4414	46	87	213	455	229
8C	125	132	76	146	225	77	116	105	231	251	43	41	155	218	186
8D	47	113	78	188	217	115	91	81	77	215	34	82	75	212	74
8E	144	102	169	136	181	102	99	108	89	179	41	95	104	76	60
8F	104	81	163	128	127	150	147	107	75	87	65	51	80	46	42
8G	104	120	154	103	151	45	104	109	132	96	54	102	87	77	46
8H	124	82	88	43	139	172	61	111	63	126	75	125	133	83	49
8I	441	196	93	145	39	263	162	75	109	81	145	156	83	126	63
8J	891	332	119	140	192	4489	418	180	162	123	240	298	175	195	109
8K	2645	528	128	68	183	810	540	132	115	56	332	675	191	131	46
9A	188	99	124	791	423	66	90	204	952	614	51	102	232	713	278
9B	164	93	156	517	597	226	105	164	472	4311	114	244	196	481	226
9C	134	126	112	231	129	108	144	96	241	269	64	144	102	208	132
9D	227	101	108	83	81	131	77	110	124	139	79	95	83	107	81
9E	214	116	99	128	305	153	186	91	74	154	90	85	109	105	94
9F	169	90	116	138	240	112	129	83	125	118	48	111	88	113	64
9G	286	82	112	132	136	155	154	84	70	123	113	178	80	76	65
9H	269	162	107	134	124	207	75	99	66	73	80	151	48	85	42
9I	353	147	88	79	158	198	191	93	135	178	98	265	194	132	80
9J	714	313	135	132	164	4337	507	183	147	145	264	283	240	198	110
9K	2978	448	109	64	212	522	369	118	56	61	423	250	179	137	38
10A	238	161	161	909	547	56	157	223	458	889	60	150	126	869	265
10B	321	337	253	599	631	212	208	180	295	4602	131	244	171	380	222
10C	419	210	153	239	327	157	222	119	243	358	126	156	153	279	175
10D	271	140	140	172	243	172	183	107	113	276	90	78	143	220	120
10E	314	194	121	160	217	122	109	105	132	193	91	131	165	122	104
10F	356	187	127	283	480	99	147	107	107	230	78	160	165	225	76
10G	295	152	115	261	357	159	251	117	144	159	105	163	193	195	42
10H	280	195	174	280	419	291	165	77	152	225	55	216	173	143	70

<b>10I</b>	351	282	174	210	217	334	206	134	184	119	208	258	234	115	77
<b>10J</b>	676	388	215	236	199	4340	425	200	169	162	307	433	207	218	81
<b>10K</b>	2835	474	238	121	312	700	661	169	223	152	427	395	246	142	89
<b>11A</b>	58	80	114	201	313	36	37	77	180	247	40	100	65	290	105
<b>11B</b>	345	117	321	610	812	91	130	135	333	255	64	151	93	243	247
<b>11C</b>	335	275	175	247	569	85	113	138	174	325	62	75	172	114	156
<b>11D</b>	326	225	192	227	454	118	96	71	124	165	54	113	71	115	72
<b>11E</b>	303	204	169	144	424	112	154	76	84	157	53	58	68	60	61
<b>11F</b>	317	192	163	213	324	82	127	107	126	102	70	142	74	113	65
<b>11G</b>	291	221	158	253	369	181	109	99	101	100	65	152	55	97	43
<b>11H</b>	220	204	140	330	388	186	78	61	80	108	64	115	80	105	33
<b>11I</b>	625	330	255	280	399	168	224	101	118	94	111	186	151	63	51
<b>11J</b>	533	429	206	271	281	402	352	116	117	130	244	285	99	141	84
<b>11K</b>	331	163	86	50	110	159	245	46	54	78	190	236	32	36	42

<b>MED</b>	440	192	138	216	252	546	233	158	239	542	257	231	228	254	129
<b>MIN</b>	23	26	41	43	39	36	37	46	54	43	32	32	32	36	28
<b>UNIF</b>	0,05	0,14	0,30	0,20	0,15	0,07	0,16	0,29	0,23	0,08	0,13	0,14	0,14	0,14	0,22

# M1H simulações de iluminância (lux)

# CEU ENCOBERTO

PONTO	DEZEMBRO					MARÇO					JUNHO				
	8:00	10:00	12:00	14:00	16:00	8:00	10:00	12:00	14:00	16:00	8:00	10:00	12:00	14:00	16:00
1A	20	30	33	29	18	16	27	31	27	16	10	20	24	19	9
1B	64	95	104	91	57	50	85	97	84	49	32	63	74	61	28
1C	73	108	119	103	65	57	96	111	96	56	37	72	84	69	32
1D	92	136	150	130	82	71	122	140	121	71	46	91	106	87	40
1E	60	89	98	85	54	47	79	91	79	46	30	59	69	57	26
1F	62	92	101	88	55	48	82	94	82	48	31	61	71	59	27
1G	57	84	93	81	51	44	75	87	75	44	29	56	66	54	25
1H	85	125	138	120	76	66	112	129	112	65	43	84	98	81	37
1I	48	72	79	69	43	38	64	74	64	37	24	48	56	46	21
1J	126	187	206	179	113	98	167	192	167	98	63	125	146	120	55
1K	17	25	27	24	15	13	22	25	22	13	8	16	19	16	7
2A	162	240	265	230	145	126	215	247	214	125	81	160	187	154	70
2B	180	266	293	255	160	139	238	273	237	139	90	178	207	171	78
2C	179	264	292	254	160	139	237	272	236	138	90	177	206	170	78
2D	168	248	274	238	150	130	222	255	222	130	84	166	193	160	73
2E	137	202	223	194	122	106	181	208	180	105	69	135	157	130	59
2F	117	173	190	166	104	91	155	178	154	90	59	115	135	111	51
2G	95	141	155	135	85	74	126	145	125	73	48	94	110	90	41
2H	68	100	110	96	60	52	89	103	89	52	34	67	78	64	29
2I	108	160	177	154	97	84	143	165	143	84	54	107	125	103	47
2J	224	332	366	318	200	174	297	341	296	173	113	222	258	213	97
2K	173	257	283	246	155	135	230	264	229	134	87	171	200	165	75
3A	125	186	205	178	112	97	166	191	166	97	63	124	145	119	54
3B	108	160	176	153	96	84	143	164	142	83	54	107	124	103	47
3C	99	147	162	141	89	77	131	151	131	77	50	98	114	94	43
3D	58	86	95	83	52	45	77	89	77	45	29	58	67	56	25
3E	105	155	171	148	93	81	138	159	138	81	52	103	120	99	45
3F	108	159	176	153	96	84	143	164	142	83	54	106	124	102	47
3G	84	125	138	120	75	65	112	128	111	65	42	83	97	80	37
3H	89	132	146	127	80	69	118	136	118	69	45	88	103	85	39
3I	134	197	218	189	119	104	177	203	176	103	67	132	154	127	58
3J	205	303	334	291	183	159	271	312	270	158	103	203	236	195	89
3K	82	122	134	117	73	64	109	125	108	63	41	81	95	78	36
4A	85	125	138	120	76	66	112	129	112	65	42	84	98	80	37
4B	136	201	222	193	122	106	180	207	180	105	68	135	157	129	59
4C	115	170	188	163	103	89	152	175	152	89	58	114	133	110	50
4D	32	47	52	45	29	25	42	49	42	25	16	32	37	30	14
4E	50	73	81	70	44	39	66	76	66	38	25	49	57	47	22
4F	69	101	112	97	61	53	91	104	91	53	34	68	79	65	30
4G	57	84	92	80	51	44	75	86	75	44	28	56	65	54	25
4H	37	55	60	53	33	29	49	56	49	29	19	37	43	35	16
4I	107	159	175	152	96	83	142	163	142	83	54	106	124	102	47
4J	193	286	315	274	173	150	256	294	255	149	97	191	223	184	84
4K	57	85	93	81	51	44	76	87	76	44	29	57	66	54	25
5A	70	103	113	99	62	54	92	106	92	54	35	69	80	66	30
5B	93	138	152	132	83	72	124	142	123	72	47	92	108	89	40
5C	59	88	97	84	53	46	78	90	78	46	30	58	68	56	26
5D	38	57	63	54	34	30	51	58	51	30	19	38	44	37	17
5E	707	1046	1154	1003	632	549	936	1076	933	546	355	699	815	672	307
5F	784	1159	1279	1112	700	608	1037	1192	1034	605	393	775	903	745	340
5G	810	1199	1322	1149	724	629	1072	1233	1069	626	407	801	934	770	351

5H	46	68	75	65	41	36	61	70	61	36	23	46	53	44	20
5I	100	148	163	142	89	78	132	152	132	77	50	99	115	95	43
5J	171	253	279	242	153	133	226	260	225	132	86	169	197	162	74
5K	88	130	144	125	79	68	116	134	116	68	44	87	101	84	38
6A	44	64	71	62	39	34	58	66	57	34	22	43	50	41	19
6B	171	253	279	243	153	133	226	260	226	132	86	169	197	163	74
6C	48	71	79	68	43	37	64	73	64	37	24	48	55	46	21
6D	62	91	101	87	55	48	82	94	81	48	31	61	71	59	27
6E	760	1124	1240	1078	679	590	1006	1156	1003	587	381	751	876	722	329
6F	771	1141	1258	1094	689	598	1021	1173	1018	595	387	763	889	733	334
6G	719	1064	1173	1020	643	558	952	1094	949	555	361	711	829	684	312
6H	69	103	113	99	62	54	92	106	92	54	35	69	80	66	30
6I	72	107	118	103	65	56	96	110	95	56	36	72	83	69	31
6J	71	105	116	101	64	55	94	108	94	55	36	70	82	68	31
6K	73	108	119	103	65	57	96	111	96	56	37	72	84	69	32
7A	51	76	83	72	46	40	68	78	67	39	26	51	59	49	22
7B	225	333	367	319	201	175	298	342	297	174	113	223	259	214	98
7C	69	103	113	98	62	54	92	106	92	54	35	69	80	66	30
7D	60	89	98	85	54	47	80	92	79	46	30	60	69	57	26
7E	714	1056	1165	1013	638	554	945	1086	942	551	358	706	823	679	309
7F	775	1147	1265	1100	693	601	1026	1179	1023	598	389	766	893	737	336
7G	737	1091	1203	1046	659	572	976	1121	973	569	370	729	849	701	320
7H	48	72	79	69	43	38	64	74	64	37	24	48	56	46	21
7I	85	125	138	120	76	66	112	129	112	65	43	84	98	81	37
7J	152	225	249	216	136	118	202	232	201	118	77	151	176	145	66
7K	38	57	62	54	34	30	51	58	51	30	19	38	44	36	17
8A	91	134	148	129	81	70	120	138	120	70	45	90	104	86	39
8B	106	157	174	151	95	83	141	162	140	82	53	105	123	101	46
8C	80	118	130	113	71	62	106	122	105	62	40	79	92	76	35
8D	38	57	63	54	34	30	51	58	51	30	19	38	44	37	17
8E	58	86	94	82	52	45	76	88	76	45	29	57	67	55	25
8F	57	84	93	81	51	44	75	87	75	44	29	56	66	54	25
8G	69	103	113	98	62	54	92	106	92	54	35	69	80	66	30
8H	69	103	113	99	62	54	92	106	92	54	35	69	80	66	30
8I	89	131	145	126	79	69	117	135	117	68	44	88	102	84	38
8J	119	175	193	168	106	92	157	180	156	92	60	117	137	113	51
8K	83	123	135	118	74	64	110	126	109	64	42	82	95	79	36
9A	96	142	156	136	86	74	127	146	126	74	48	95	110	91	42
9B	192	284	313	272	172	149	254	292	253	148	96	190	221	182	83
9C	100	148	163	142	90	78	133	152	132	77	50	99	115	95	43
9D	75	112	123	107	67	59	100	115	100	58	38	75	87	72	33
9E	88	131	144	125	79	69	117	134	117	68	44	87	102	84	38
9F	35	52	57	50	31	27	46	53	46	27	18	35	40	33	15
9G	74	110	121	105	66	58	98	113	98	57	37	73	86	71	32
9H	42	62	68	60	37	33	56	64	55	32	21	41	48	40	18
9I	89	131	144	126	79	69	117	135	117	68	44	87	102	84	38
9J	116	172	190	165	104	90	154	177	153	90	58	115	134	111	50
9K	65	97	107	93	58	51	86	99	86	50	33	65	75	62	28
10A	129	191	211	183	115	100	171	196	170	100	65	128	149	123	56
10B	132	196	216	188	118	103	175	201	175	102	66	131	153	126	57
10C	133	197	217	188	119	103	176	202	175	103	67	131	153	126	58
10D	163	241	266	231	146	127	216	248	215	126	82	161	188	155	71
10E	180	266	294	255	161	140	238	274	237	139	90	178	207	171	78
10F	73	109	120	104	66	57	97	112	97	57	37	73	85	70	32
10G	122	181	199	173	109	95	162	186	161	94	61	121	141	116	53
10H	151	223	246	214	135	117	200	230	199	116	76	149	174	143	65



# M2A simulações de iluminância (lux)

# CEU CLARO

PONTO	DEZEMBRO					MARÇO					JUNHO				
	8:00	10:00	12:00	14:00	16:00	8:00	10:00	12:00	14:00	16:00	8:00	10:00	12:00	14:00	16:00
1A	2154	3272	9357	2520	1585	5071	8361	6224	3990	2075	8884	43805	47016	35630	1229
1B	2088	3558	10507	3171	1899	3325	6196	6460	5612	3212	3191	39414	47607	37188	1945
1C	2062	3549	10815	3070	1900	3235	6154	6642	5750	3058	2815	38974	48111	37499	2035
1D	2162	3775	9684	3065	1962	3702	6016	6824	5592	3319	2835	38994	47732	37253	2046
1E	2168	3361	9922	3092	1900	3852	5752	6437	5899	3458	2517	39509	47396	37144	1898
1F	2065	3579	10169	3217	1953	3252	5949	6568	6144	3165	2542	39594	47694	37209	1982
1G	2039	3310	10978	3223	1888	2888	5838	6883	5867	3440	3003	39242	47714	37557	1970
1H	2216	3446	10703	3250	1832	3428	6275	6859	6089	2986	2470	39387	47901	37026	2036
1I	2130	3621	10362	3365	1876	3302	5670	6965	5702	3793	2558	39382	47744	37403	2076
1J	2088	3452	10935	3328	1903	3379	5708	7164	5618	3233	2336	39610	48371	37316	2311
1K	2060	3364	10451	3354	1959	3241	5490	6948	6230	3222	2426	39478	47934	37334	2226
1L	2118	3798	10076	3371	1842	3301	5379	6852	6032	3334	2395	39977	47899	37172	2149
1M	2150	3422	9625	3122	1901	3511	5879	6806	5670	4238	2454	39276	48137	37348	2299
1N	2407	3505	10233	3182	2000	3326	5905	6450	5351	3193	2296	38794	47939	37597	2491
1O	2330	3514	10030	3372	1686	3021	6047	6695	5894	3342	2289	38866	47691	37502	2995
1P	1931	2313	9398	3038	1584	2120	4027	5388	6954	5030	1704	37910	47064	41324	8315
2A	849	1078	1837	898	634	1199	1437	1476	1236	780	2493	2205	1946	1302	532
2B	921	1089	2756	1060	684	1209	1912	1880	1609	1095	13655	2840	2668	2197	837
2C	927	1395	2937	1210	625	1281	1738	1913	1625	1098	13608	2887	2701	2312	1303
2D	928	1352	3335	1060	795	1120	1804	1959	1495	1112	13230	2223	2808	2639	10305
2E	811	1341	2974	1198	931	1016	1965	2033	1942	1227	13287	2778	2756	2387	10044
2F	789	1254	3232	1261	768	1200	1739	1883	1941	1250	1888	2497	2807	2621	10403
2G	840	1205	3251	1247	788	1221	1865	2187	1912	1164	13546	2484	2734	2856	10310
2H	942	1307	2820	1230	835	1225	1868	2214	1786	1235	13388	2630	2584	2264	1549
2I	986	1335	3478	1318	721	1157	1860	1810	1961	1201	13212	2452	2676	2559	10214
2J	1099	1313	3643	1271	650	1157	1629	2278	1888	1339	13292	2680	2903	2822	10037
2K	839	1307	2795	1319	712	1247	1850	2317	2016	1310	1484	2558	2779	2620	10347
2L	731	1187	3432	1144	802	1388	1880	2162	1726	1265	13147	2844	2784	2784	10152
2M	821	1079	3731	1073	829	1264	1798	2059	1909	1384	13111	2773	2600	2823	1471
2N	963	1175	3408	1169	767	1062	1925	1951	1699	1161	13442	2392	2680	2581	10221
2O	898	1244	2995	1128	708	990	1729	1875	1647	1217	1069	2105	2658	2466	10687
2P	752	973	2347	1013	637	679	1248	1493	1538	1304	589	1291	2116	2228	12280
3A	360	568	1151	496	369	486	617	546	430	329	683	901	807	494	170
3B	359	487	1183	434	400	452	696	680	536	313	674	864	865	631	336
3C	405	474	1353	424	365	354	587	707	594	391	935	1003	889	790	473
3D	467	538	1210	489	368	493	818	791	765	429	725	947	1031	879	815
3E	557	622	1334	565	378	325	697	800	814	531	771	1051	1088	966	738
3F	543	675	1586	391	420	458	693	880	877	440	647	1017	1062	1080	640
3G	467	500	1403	520	485	516	875	734	724	463	733	954	1050	871	844
3H	404	580	1396	578	489	487	626	745	748	463	891	1020	991	1011	801
3I	406	638	1232	622	304	492	787	692	589	484	777	1202	1034	998	704
3J	471	648	1453	608	437	581	768	666	765	461	840	994	1103	853	740
3K	501	552	1562	712	425	499	813	875	756	469	586	1038	995	792	784
3L	554	561	1268	541	359	335	911	897	837	432	726	1136	999	860	817
3M	481	445	1885	551	442	524	655	785	664	446	679	973	826	1107	826
3N	417	613	1340	455	277	493	681	941	708	516	664	857	972	977	755
3O	391	507	1351	481	381	395	611	587	569	441	389	769	886	833	673
3P	416	484	1417	461	293	364	463	642	704	587	271	564	750	814	1087
4A	310	335	996	404	353	319	538	400	313	231	359	361	385	298	189
4B	278	351	748	273	374	401	317	420	341	247	239	454	276	453	166
4C	202	379	939	424	387	301	497	517	354	321	292	484	334	522	293

4D	402	331	1312	447	241	394	423	490	555	317	232	429	470	574	335
4E	302	501	1301	434	369	332	406	506	479	318	386	414	447	466	303
4F	500	364	1287	497	425	312	492	328	490	360	444	463	455	497	305
4G	362	517	1417	395	446	354	396	473	541	282	328	468	457	490	328
4H	362	424	1456	435	363	428	442	521	479	323	378	482	552	444	359
4I	360	448	1038	399	332	205	427	531	399	278	388	417	421	385	286
4J	376	525	1326	388	360	349	482	540	427	378	335	504	578	591	216
4K	365	416	746	440	413	273	559	634	366	283	343	520	420	395	289
4L	365	450	1302	417	491	304	494	572	386	366	439	478	443	515	383
4M	441	361	1029	471	320	300	381	591	499	232	390	449	483	441	303
4N	307	415	736	356	307	317	499	451	321	334	289	527	459	416	374
4O	290	333	756	245	436	311	368	366	311	166	171	342	366	374	388
4P	306	432	1038	394	303	262	389	366	423	339	252	314	353	452	622
5A	611	527	1289	415	293	380	505	488	405	334	361	356	238	292	186
5B	402	498	1325	419	292	334	323	372	399	214	220	301	396	304	204
5C	476	509	1273	627	407	444	527	491	465	345	277	390	362	320	261
5D	485	488	1127	533	555	479	558	483	466	340	245	392	396	365	213
5E	548	640	1503	498	590	332	418	599	454	353	311	437	549	378	252
5F	526	589	1360	638	578	495	446	495	567	414	316	399	477	354	286
5G	606	589	1799	684	562	414	509	442	449	489	411	386	394	399	283
5H	515	645	990	626	657	395	506	559	554	290	269	420	333	421	357
5I	648	579	1489	701	586	378	458	504	530	352	412	306	429	423	281
5J	510	641	1530	602	643	319	464	404	402	400	333	378	408	309	291
5K	635	649	1631	614	639	342	482	398	498	386	294	357	532	371	313
5L	523	536	1170	678	616	339	568	583	410	469	262	501	400	443	281
5M	533	621	1487	702	563	285	566	588	483	409	274	359	364	382	222
5N	521	471	1333	523	541	310	422	534	456	347	260	490	393	430	286
5O	363	435	1113	457	724	308	467	428	372	483	184	286	279	394	221
5P	346	553	1286	610	454	398	498	442	508	310	272	337	321	329	434
6A	913	893	1868	793	543	604	573	649	559	512	408	403	494	337	192
6B	1199	1234	3346	1102	1071	779	746	767	722	691	454	492	511	452	320
6C	1425	1351	3135	1323	1143	672	838	732	857	848	531	510	563	564	406
6D	1337	1355	3615	1433	1259	879	918	822	770	635	388	561	527	658	456
6E	1348	1356	2866	1541	1285	734	788	915	907	874	453	655	454	568	482
6F	1467	1497	2695	1411	1569	721	832	840	791	905	472	493	691	487	391
6G	1269	1536	3277	1527	1358	638	951	832	722	733	425	658	552	580	410
6H	1477	1309	3150	1358	1622	744	868	958	973	816	460	528	652	544	376
6I	1469	1642	3105	1516	1425	714	905	907	776	816	478	597	557	579	397
6J	1295	1370	3077	1475	1269	835	876	919	934	698	443	598	568	585	443
6K	1398	1525	3649	1484	1518	767	870	929	763	628	452	556	568	559	345
6L	1274	1509	3068	1636	1183	621	998	839	725	825	429	641	536	543	375
6M	1442	1437	3463	1413	1318	916	929	917	894	612	406	617	619	627	403
6N	1410	1349	3269	1362	1589	934	949	938	907	725	410	632	520	501	485
6O	914	1278	2884	1371	1326	737	818	903	820	709	364	473	514	479	374
6P	865	912	2863	1111	1183	537	806	753	577	658	353	438	507	461	318
7A	19845	1073	2102	1033	712	707	990	996	393	401	249	576	371	266	180
7B	21525	3938	10530	3898	3356	1739	1973	2171	2046	1808	847	1111	1120	1004	776
7C	4151	4072	10650	4218	3767	1686	1992	2121	1979	1897	790	1152	1068	1089	791
7D	21585	4145	11496	4634	3619	1828	2151	2220	2068	1582	925	1118	1151	1038	749
7E	21570	4438	11781	4230	3884	1718	2097	2245	2146	1786	850	1089	1074	1156	789
7F	21968	4425	11541	4124	4429	1646	2051	2358	1965	1756	854	1086	1188	1116	754
7G	21770	4435	11621	4048	4353	1777	2186	2293	2020	1589	822	1045	1079	1107	783
7H	4056	4199	11348	4199	4202	1880	2043	2085	2079	1659	818	1151	1122	1133	802
7I	21960	3982	12037	4268	3901	1550	1962	2151	2093	1830	834	1183	1126	1145	740
7J	21737	4256	11621	4469	3547	1767	2116	2162	2057	1633	871	1104	1078	1071	793
7K	21713	4319	11263	4583	4459	1898	1929	2237	1995	1774	784	1036	1149	1060	751

<b>7L</b>	21562	4263	11493	4188	4199	2001	2128	2197	1990	1801	814	1052	1206	1125	861
<b>7M</b>	4421	4129	11218	4366	4318	1785	1954	2275	2235	1693	828	1140	1072	1088	777
<b>7N</b>	21664	4321	11744	3991	4093	1992	2181	2139	2028	1506	875	1114	1261	1114	777
<b>7O</b>	21372	3928	11074	3541	4129	2042	2173	2228	2199	1734	939	1176	1215	1096	867
<b>7P</b>	2546	2933	9514	3802	5652	1330	2014	2080	1790	1661	771	1154	929	1066	713

	DEZEMBRO					MARÇO					JUNHO				
	8:00	10:00	12:00	14:00	16:00	8:00	10:00	12:00	14:00	16:00	8:00	10:00	12:00	14:00	16:00
<b>E med</b>	3243	1637	4409	1597	1300	1160	1738	1899	1690	1151	2160	6486	7685	6173	1781
<b>E min</b>	202	331	736	245	241	205	317	328	311	166	171	286	238	266	166
<b>UNIF</b>	0,06	0,20	0,17	0,15	0,19	0,18	0,18	0,17	0,18	0,14	0,08	0,04	0,03	0,04	0,09

# M2A simulações de iluminância (lux)

# CEU INTERMEDIÁRIO

PONTO	DEZEMBRO					MARÇO					JUNHO				
	8:00	10:00	12:00	14:00	16:00	8:00	10:00	12:00	14:00	16:00	8:00	10:00	12:00	14:00	16:00
1A	2224	2164	2657	1648	1331	2656	4358	3438	2719	1567	2492	9500	10288	7490	941
1B	2228	2102	3064	2230	1951	2315	3972	3698	3825	2012	1785	9003	10682	8357	1288
1C	2167	2260	3224	2363	1969	2392	3904	3734	4120	2281	1559	8930	10766	8171	1308
1D	2166	2300	2968	2442	1812	2371	3956	3688	3939	2383	1506	8664	10689	8415	1272
1E	2200	2193	3214	2317	1902	2307	3960	3707	3998	2188	1502	8769	10712	8587	1360
1F	2158	2363	3309	2296	1916	2344	4011	3595	3990	2339	1522	9049	10506	8488	1341
1G	2314	2217	3049	2247	1923	2285	3964	3838	4306	2367	1545	9105	10742	8650	1398
1H	2186	2194	3045	2375	1951	2296	4046	3846	3864	2471	1606	9095	10774	8363	1404
1I	2277	2078	2963	2434	1901	2238	4046	3768	4035	2194	1619	8971	10796	8437	1326
1J	2008	2209	2945	2270	1995	2334	3814	3737	3512	2330	1497	8807	10895	8376	1324
1K	2272	2224	3100	2357	1930	2426	3951	3944	3809	2164	1567	8908	10852	8438	1287
1L	2238	2331	2991	2341	1747	2337	3738	3462	3728	2291	1592	9048	10774	8516	1323
1M	2235	2270	3163	2353	1838	2355	3998	3702	4056	2293	1544	9092	10870	8416	1252
1N	2050	2057	2937	2403	2029	2343	4008	3725	4004	2266	1439	8778	10534	8747	1313
1O	2148	2365	3259	2302	2091	2278	4187	4040	3975	2143	1411	8888	10894	8461	1405
1P	1367	1653	2615	2466	1656	1447	2754	3305	4362	2712	966	8028	10398	9071	2065
2A	533	347	265	283	296	627	801	436	557	343	547	862	884	629	168
2B	405	461	318	438	491	728	774	627	717	527	2422	1232	1338	963	362
2C	534	401	356	488	517	477	917	561	841	643	2319	1223	1264	1211	443
2D	494	459	320	472	590	772	976	672	670	593	2339	1146	1154	1087	1719
2E	600	424	322	445	471	631	906	642	746	621	2242	1191	1474	1135	1790
2F	613	409	325	506	589	611	846	647	864	699	578	1101	1108	1185	1832
2G	543	372	272	486	460	645	927	644	810	692	2330	1401	1290	1026	1769
2H	615	435	271	535	409	730	848	638	962	703	2267	1285	1174	1290	461
2I	569	509	365	547	552	696	892	593	921	626	2452	1248	1278	1097	1756
2J	603	493	386	477	591	625	904	584	837	759	2288	1220	1373	1300	1802
2K	553	350	352	482	516	673	647	603	850	693	536	1016	1371	1149	1791
2L	500	447	334	457	481	612	967	690	886	699	2293	1254	1433	1068	1750
2M	549	412	344	503	513	733	759	677	723	538	2302	1336	1305	1263	516
2N	478	431	339	506	505	678	891	603	846	638	2240	1207	1513	1192	1825
2O	488	401	324	489	467	553	753	562	863	770	442	904	1289	1168	1837
2P	290	295	272	441	490	368	477	493	818	692	275	690	1123	1005	2061
3A	243	154	106	108	121	205	320	160	180	87	211	407	376	226	107
3B	158	123	114	166	189	169	205	180	188	143	186	260	232	268	110
3C	233	158	157	200	141	303	303	214	266	186	154	355	466	439	159
3D	213	137	158	210	188	234	363	190	209	214	199	384	419	315	198
3E	243	154	159	208	251	306	320	189	279	186	237	392	334	337	176
3F	194	154	147	155	237	291	256	182	330	220	207	465	460	399	198
3G	144	164	148	132	254	306	303	220	217	252	226	315	399	342	187
3H	192	156	203	195	267	176	288	203	202	281	214	389	382	404	203
3I	253	199	152	199	206	243	399	191	252	253	182	448	405	371	202
3J	235	149	135	206	157	242	285	247	332	199	172	422	454	376	198
3K	257	129	144	158	205	232	313	236	240	262	224	311	560	318	162
3L	195	164	178	167	230	290	265	240	326	216	188	419	443	363	181
3M	229	146	138	173	142	225	254	185	268	269	213	524	298	377	188
3N	216	132	152	134	159	274	228	216	313	254	116	384	420	452	220
3O	149	118	100	170	209	191	228	197	293	241	144	331	410	391	216
3P	173	108	140	211	352	163	187	206	259	203	81	286	309	348	206
4A	340	98	71	113	161	177	231	98	116	98	102	200	257	132	44
4B	130	138	85	136	91	131	145	90	158	149	140	151	122	125	54
4C	168	134	94	96	148	176	166	126	165	163	85	211	178	174	94

4D	174	123	107	137	104	171	170	123	142	64	92	148	185	192	111
4E	196	154	119	116	168	146	177	126	172	85	108	226	246	139	97
4F	176	146	122	133	214	161	240	143	141	186	86	185	165	259	83
4G	209	131	114	143	119	191	204	110	198	182	109	204	217	139	93
4H	235	114	128	135	204	191	204	175	181	138	124	158	122	155	89
4I	230	64	103	131	128	198	213	127	178	112	119	144	234	162	84
4J	181	110	103	104	212	157	190	127	160	167	128	251	151	165	111
4K	193	152	127	157	207	141	184	126	159	166	127	267	171	175	109
4L	229	110	116	147	207	130	152	129	228	144	108	235	182	281	132
4M	82	119	94	177	152	133	92	92	114	179	97	222	201	193	109
4N	154	152	105	120	180	91	184	127	203	166	90	155	193	184	69
4O	71	84	104	171	203	85	166	117	162	126	54	79	132	188	100
4P	109	110	114	193	250	120	114	93	232	190	82	167	172	242	109
5A	287	120	129	123	89	222	149	105	110	100	102	165	127	106	59
5B	181	165	101	151	166	157	141	96	101	180	52	179	141	97	62
5C	267	134	118	234	263	181	202	115	212	147	92	148	158	147	91
5D	293	155	127	191	209	148	213	151	162	159	111	231	158	203	72
5E	314	194	127	172	296	189	219	131	166	198	86	209	189	175	106
5F	308	152	164	211	253	214	165	138	204	172	111	118	163	220	82
5G	256	167	156	215	242	140	184	94	189	120	101	166	207	151	94
5H	221	225	146	129	254	239	212	125	233	148	130	257	147	171	105
5I	210	171	134	218	151	215	192	156	228	163	95	170	156	175	67
5J	273	216	156	252	172	232	212	136	214	195	134	142	131	192	106
5K	293	206	177	167	288	141	191	151	204	197	88	213	213	217	83
5L	295	187	165	223	319	198	170	139	156	164	108	238	153	162	135
5M	231	152	152	219	354	244	188	121	221	214	110	213	186	136	91
5N	235	136	133	185	327	133	129	135	175	210	80	145	188	180	75
5O	193	146	122	149	234	160	125	110	127	195	64	98	151	171	90
5P	195	139	111	188	373	106	131	120	274	256	80	153	198	164	104
6A	519	359	178	239	210	337	360	148	236	168	161	319	256	156	105
6B	806	400	316	473	439	408	381	210	349	327	213	315	227	256	158
6C	848	526	356	636	783	435	411	190	348	444	220	382	346	336	196
6D	704	464	327	533	852	535	397	199	444	483	233	334	361	306	231
6E	728	471	308	590	800	523	482	187	447	480	248	356	341	284	153
6F	721	493	338	580	756	437	390	310	397	427	233	342	345	313	195
6G	681	511	326	514	755	561	364	268	352	359	240	326	324	347	226
6H	779	448	384	561	835	436	423	276	428	540	218	318	254	413	191
6I	910	563	382	547	865	502	404	248	343	452	246	326	233	394	217
6J	811	417	339	467	732	589	475	237	373	369	249	351	353	405	160
6K	715	497	343	614	863	450	425	266	415	444	196	401	402	365	203
6L	846	500	322	679	860	478	412	294	411	452	249	414	302	461	202
6M	889	380	335	532	728	529	435	248	418	452	250	367	279	332	171
6N	616	423	336	499	739	447	439	279	436	375	227	290	332	350	188
6O	709	393	297	522	617	389	379	201	367	480	188	339	253	315	208
6P	449	285	267	525	846	277	275	204	346	428	167	254	232	265	192
7A	3513	596	222	231	278	478	700	230	227	201	274	396	317	164	101
7B	5779	2500	3623	2785	2624	1715	1938	1365	1983	1799	871	1237	1321	1270	726
7C	2795	2518	3269	3045	2728	1741	2001	1353	1906	1706	865	1331	1332	1386	834
7D	5790	2783	3105	2869	2810	1722	1757	1252	1798	1681	856	1306	1313	1340	798
7E	5749	2671	3461	2932	2813	1819	1853	1305	1922	1718	938	1306	1310	1355	745
7F	5561	2551	3499	2903	2793	1853	1898	1381	1756	1767	918	1339	1265	1361	821
7G	5675	2677	3339	2875	2451	1795	1829	1371	1981	1784	863	1362	1255	1298	779
7H	3113	2550	2760	2690	2555	1602	1809	1460	1881	1925	893	1408	1271	1293	694
7I	5705	2425	3003	2900	2403	1797	2003	1299	1943	1786	876	1383	1320	1295	761
7J	5586	2570	3427	2828	2690	1785	1940	1396	1845	1760	865	1379	1298	1286	841
7K	5642	2435	3437	2957	2691	1808	1949	1344	1975	1763	810	1348	1333	1254	774

<b>7L</b>	5662	2592	3471	2857	2851	1733	1848	1346	1931	1735	891	1382	1268	1372	789
<b>7M</b>	2937	2738	3527	2756	2766	1914	1815	1308	1867	1770	871	1364	1221	1286	793
<b>7N</b>	5792	2546	3603	2930	2534	1766	1930	1370	1795	1693	908	1429	1327	1354	777
<b>7O</b>	5775	2495	2598	2924	2713	1818	1984	1442	1922	1515	891	1292	1344	1368	757
<b>7P</b>	1962	2032	2880	2844	2907	1181	1437	1154	1766	1679	636	1115	1170	1364	794

	DEZEMBRO					MARÇO					JUNHO				
	8:00	10:00	12:00	14:00	16:00	8:00	10:00	12:00	14:00	16:00	8:00	10:00	12:00	14:00	16:00
<b>E med</b>	1265	843	1020	931	895	803	1083	895	1068	784	678	1774	2036	1691	572
<b>E min</b>	71	64	71	96	89	85	92	90	101	64	52	79	122	97	44
<b>UNIF</b>	0,06	0,08	0,07	0,10	0,10	0,11	0,09	0,10	0,09	0,08	0,08	0,04	0,06	0,06	0,08

**M2A** simulações de iluminância (lux)**CEU ENCOBERTO**

PONTO	DEZEMBRO					MARÇO					JUNHO				
	8:00	10:00	12:00	14:00	16:00	8:00	10:00	12:00	14:00	16:00	8:00	10:00	12:00	14:00	16:00
1A	1713	2534	2794	2429	1531	1329	2267	2605	2260	1322	860	1693	1974	1628	743
1B	2030	3003	3312	2880	1814	1575	2687	3088	2679	1567	1019	2007	2339	1930	880
1C	2050	3033	3345	2908	1832	1590	2713	3119	2705	1583	1029	2027	2362	1949	889
1D	1906	2819	3109	2703	1703	1478	2522	2899	2515	1471	957	1884	2196	1812	826
1E	2093	3096	3414	2969	1870	1624	2770	3183	2762	1616	1051	2069	2411	1990	907
1F	2011	2975	3280	2852	1797	1560	2661	3059	2653	1552	1009	1988	2317	1912	872
1G	2009	2971	3277	2849	1795	1558	2658	3055	2650	1550	1008	1986	2314	1909	871
1H	2015	2980	3286	2857	1800	1563	2666	3064	2658	1555	1011	1992	2321	1915	873
1I	2001	2960	3265	2839	1788	1552	2648	3044	2641	1545	1005	1979	2306	1902	868
1J	1940	2870	3165	2752	1734	1505	2567	2951	2560	1497	974	1918	2235	1844	841
1K	2034	3009	3318	2885	1818	1578	2692	3094	2684	1570	1021	2011	2344	1934	882
1L	1959	2898	3196	2779	1751	1520	2592	2980	2585	1512	983	1937	2257	1862	849
1M	1936	2864	3158	2746	1730	1502	2562	2945	2554	1494	972	1914	2230	1840	839
1N	1987	2939	3241	2818	1775	1541	2629	3022	2621	1533	997	1964	2289	1889	861
1O	1995	2950	3253	2829	1782	1547	2639	3033	2632	1539	1001	1972	2298	1896	865
1P	1706	2523	2783	2420	1524	1323	2257	2595	2251	1317	856	1687	1966	1622	740
2A	256	378	417	362	228	198	338	389	337	197	128	253	294	243	111
2B	331	490	540	469	296	257	438	503	437	255	166	327	381	315	143
2C	310	458	506	440	277	240	410	471	409	239	156	306	357	295	134
2D	359	531	586	509	321	279	475	546	474	277	180	355	414	341	156
2E	347	514	566	492	310	269	459	528	458	268	174	343	400	330	151
2F	389	575	634	551	347	302	514	591	513	300	195	384	448	370	169
2G	428	632	697	606	382	332	566	650	564	330	215	423	493	406	185
2H	375	555	612	532	335	291	496	571	495	290	188	371	432	357	163
2I	397	588	648	563	355	308	526	604	524	307	199	393	458	378	172
2J	383	566	624	542	342	297	506	582	505	295	192	378	441	364	166
2K	376	557	614	534	336	292	498	573	497	291	189	372	434	358	163
2L	331	489	539	469	295	256	437	503	436	255	166	327	381	314	143
2M	324	480	529	460	290	251	429	493	428	250	163	320	374	308	141
2N	316	468	516	448	282	245	418	481	417	244	159	312	364	300	137
2O	348	515	568	494	311	270	461	530	459	269	175	344	401	331	151
2P	225	332	366	319	201	174	297	342	296	173	113	222	259	214	97
3A	102	151	167	145	91	79	135	155	135	79	51	101	118	97	44
3B	119	177	195	169	107	93	158	182	157	92	60	118	138	113	52
3C	102	151	166	144	91	79	135	155	134	79	51	101	117	97	44
3D	125	185	204	177	111	97	165	190	165	96	63	123	144	119	54
3E	110	163	180	156	99	86	146	168	145	85	55	109	127	105	48
3F	128	190	209	182	114	99	170	195	169	99	64	127	148	122	56
3G	128	189	209	181	114	99	169	194	169	99	64	126	147	122	55
3H	118	174	192	167	105	91	156	179	155	91	59	116	135	112	51
3I	135	200	220	192	121	105	179	205	178	104	68	134	156	128	59
3J	126	186	205	178	112	97	166	191	166	97	63	124	145	119	54
3K	134	198	218	190	120	104	177	204	177	103	67	132	154	127	58
3L	108	159	176	153	96	84	143	164	142	83	54	107	124	102	47
3M	138	204	225	196	123	107	183	210	182	106	69	136	159	131	60
3N	101	149	165	143	90	78	134	154	133	78	51	100	116	96	44
3O	79	116	128	112	70	61	104	120	104	61	39	78	91	75	34
3P	112	166	183	159	100	87	148	170	148	86	56	111	129	107	49
4A	86	127	141	122	77	67	114	131	114	66	43	85	99	82	37
4B	82	121	134	116	73	64	109	125	108	63	41	81	95	78	36
4C	84	124	137	119	75	65	111	128	111	65	42	83	97	80	36

4D	85	126	138	120	76	66	112	129	112	66	43	84	98	81	37
4E	57	84	92	80	51	44	75	86	75	44	28	56	65	54	25
4F	107	159	175	152	96	83	142	163	142	83	54	106	124	102	47
4G	79	117	129	112	71	61	105	120	104	61	40	78	91	75	34
4H	99	147	162	141	89	77	132	151	131	77	50	98	115	94	43
4I	96	142	157	136	86	74	127	146	127	74	48	95	111	91	42
4J	103	153	168	146	92	80	137	157	136	80	52	102	119	98	45
4K	91	134	148	129	81	70	120	138	120	70	46	90	105	86	39
4L	63	94	103	90	57	49	84	96	84	49	32	63	73	60	27
4M	82	122	134	117	74	64	109	125	109	64	41	81	95	78	36
4N	96	142	157	137	86	75	127	146	127	74	48	95	111	92	42
4O	71	104	115	100	63	55	93	107	93	54	35	70	81	67	31
4P	50	74	82	71	45	39	67	77	66	39	25	50	58	48	22
5A	101	150	165	144	91	79	134	154	134	78	51	100	117	96	44
5B	88	131	144	126	79	69	117	135	117	68	44	87	102	84	38
5C	155	229	253	220	138	120	205	236	204	120	78	153	178	147	67
5D	144	213	235	204	129	112	190	219	190	111	72	142	166	137	62
5E	91	135	149	129	81	71	121	139	120	70	46	90	105	87	39
5F	110	162	179	155	98	85	145	167	145	85	55	108	126	104	48
5G	139	206	227	197	124	108	184	211	183	107	70	137	160	132	60
5H	151	223	246	214	135	117	199	229	199	116	76	149	174	143	65
5I	128	190	209	182	115	99	170	195	169	99	64	127	148	122	56
5J	146	215	238	207	130	113	193	222	192	112	73	144	168	138	63
5K	95	140	154	134	84	73	125	144	125	73	47	93	109	90	41
5L	126	186	205	178	112	98	166	191	166	97	63	124	145	120	55
5M	132	196	216	188	118	103	175	201	175	102	66	131	153	126	57
5N	88	131	144	125	79	68	117	134	116	68	44	87	102	84	38
5O	64	94	104	90	57	49	84	97	84	49	32	63	73	61	28
5P	83	123	135	118	74	64	110	126	110	64	42	82	96	79	36
6A	179	265	292	254	160	139	237	273	236	138	90	177	207	170	78
6B	329	487	537	467	294	255	436	501	434	254	165	325	379	313	143
6C	362	536	591	514	324	281	479	551	478	280	182	358	417	344	157
6D	398	589	650	565	356	309	527	606	526	307	200	394	459	379	173
6E	443	655	723	628	396	344	586	674	585	342	222	438	510	421	192
6F	249	368	405	352	222	193	329	378	328	192	125	246	286	236	108
6G	452	668	737	641	404	351	598	687	596	349	227	447	521	430	196
6H	403	596	657	572	360	313	533	613	532	311	202	398	464	383	175
6I	434	642	707	615	388	336	574	660	572	335	218	429	500	412	188
6J	373	552	609	529	333	289	494	567	492	288	187	369	430	355	162
6K	393	582	642	558	351	305	520	598	519	304	197	389	453	374	170
6L	417	617	681	592	373	324	552	635	551	322	209	412	481	397	181
6M	334	495	545	474	299	259	442	509	441	258	168	331	385	318	145
6N	384	568	626	545	343	298	508	584	507	296	193	380	442	365	166
6O	302	447	493	429	270	234	400	460	399	233	152	299	348	287	131
6P	298	441	487	423	267	231	395	454	394	230	150	295	344	284	129
7A	243	359	396	344	217	188	321	369	320	187	122	240	280	231	105
7B	1953	2889	3186	2770	1745	1515	2584	2970	2577	1507	980	1931	2250	1857	847
7C	2049	3031	3343	2906	1831	1590	2712	3117	2704	1582	1029	2026	2361	1948	888
7D	1922	2843	3136	2726	1718	1491	2544	2924	2536	1484	965	1900	2215	1827	833
7E	1912	2828	3119	2712	1709	1483	2530	2908	2523	1476	960	1890	2203	1818	829
7F	1823	2696	2974	2585	1629	1414	2412	2773	2405	1407	915	1802	2100	1733	790
7G	2043	3022	3332	2897	1825	1585	2703	3107	2695	1577	1025	2020	2354	1942	885
7H	1804	2668	2942	2558	1612	1399	2387	2743	2380	1392	905	1783	2078	1714	782
7I	1750	2589	2855	2482	1564	1358	2316	2662	2309	1351	878	1730	2017	1664	759
7J	2074	3067	3383	2941	1853	1609	2744	3154	2736	1601	1041	2050	2389	1971	899
7K	1826	2701	2979	2590	1632	1417	2417	2778	2410	1410	917	1806	2104	1736	792



# M2B simulações de iluminância (lux)

# CEU CLARO

PONTO	DEZEMBRO					MARÇO					JUNHO				
	8:00	10:00	12:00	14:00	16:00	8:00	10:00	12:00	14:00	16:00	8:00	10:00	12:00	14:00	16:00
1A	792	1140	3343	877	571	1553	2465	2124	1422	742	3008	16127	17520	13097	469
1B	759	1178	3630	1162	709	1003	1861	2102	1800	1117	1083	14600	17838	13464	680
1C	678	1245	3701	1147	671	1365	2078	2294	1992	1022	884	14482	17739	13658	648
1D	729	1272	3680	1142	684	1457	1946	2271	1949	1046	855	14605	17823	13617	695
1E	733	1235	3789	1152	670	1079	1852	2266	2039	1111	901	14530	17848	13687	716
1F	756	1192	3523	1114	650	1115	1790	2367	1820	1078	828	14598	17935	13583	813
1G	746	1348	3608	1158	632	1042	2034	2497	2010	1021	833	14434	18056	13698	837
1H	766	1280	3499	1109	684	1028	1892	2521	2053	1131	886	14398	17766	13639	668
1I	771	1226	3797	1158	632	1109	1883	2805	1997	1064	838	14551	17894	13612	695
1J	737	1226	3682	1146	656	1087	2042	2442	1834	1160	866	14484	18034	14108	683
1K	738	1219	3827	1051	616	1114	2326	2335	2510	1197	834	14498	17848	13571	698
1L	772	1206	3768	1075	649	1071	2164	2277	2076	1148	823	14235	17812	13653	786
1M	807	1202	3669	1098	620	936	2150	2338	1982	1084	904	14371	17842	13780	785
1N	796	1185	3696	1134	576	1384	2205	2355	2044	1078	792	14320	17653	13839	1159
1O	853	1296	3441	1101	619	1083	2041	2414	2040	1067	793	14356	17791	13827	999
1P	607	983	3059	1050	590	842	1526	1859	2378	1323	527	13869	17632	15751	2472
2A	294	387	719	346	259	405	546	616	463	266	948	875	754	505	197
2B	315	466	966	421	255	462	714	730	588	378	4858	1009	1010	767	353
2C	279	450	1322	511	299	465	689	714	680	366	4805	951	1074	907	413
2D	290	501	1026	476	304	418	686	769	696	478	4751	1104	944	856	3579
2E	388	488	1225	474	293	386	729	806	679	406	4769	926	1051	912	3553
2F	358	513	1154	463	271	411	759	803	753	399	625	1000	1183	1036	3640
2G	340	545	1084	445	299	584	770	782	665	504	4792	948	1232	943	3625
2H	357	511	1268	451	296	489	670	861	727	396	4618	962	1052	989	536
2I	308	591	1275	491	272	386	674	788	665	478	4717	1121	1081	1005	3538
2J	348	499	1315	432	304	493	687	805	682	530	4828	1128	1132	909	3588
2K	335	483	1270	453	253	442	812	711	796	468	573	899	1131	961	3548
2L	332	514	1212	417	261	479	764	766	684	390	4692	1000	1011	904	3608
2M	375	519	1228	459	330	481	681	725	677	423	4740	1017	977	996	586
2N	297	495	1133	486	293	489	752	703	676	412	4722	945	1142	1065	3703
2O	314	467	1131	444	316	401	628	704	696	458	388	726	1042	1028	3792
2P	262	354	924	432	302	244	452	569	476	468	252	504	713	897	4320
3A	164	163	378	170	165	174	239	251	208	144	329	332	254	226	90
3B	190	198	513	147	131	173	227	253	206	128	270	360	374	313	123
3C	153	169	521	210	173	161	229	289	281	154	251	370	372	363	180
3D	190	193	533	246	179	222	234	339	226	201	225	338	379	317	209
3E	144	257	468	215	186	180	288	274	303	226	271	347	354	382	260
3F	149	258	504	227	134	188	262	303	282	150	288	360	412	397	282
3G	180	279	695	283	164	210	289	384	268	202	270	421	446	351	229
3H	188	177	571	203	169	183	280	289	266	159	255	355	395	398	253
3I	201	275	575	189	146	248	304	302	326	190	278	374	434	356	210
3J	164	237	527	245	183	197	224	323	257	198	243	402	377	427	296
3K	142	267	370	220	142	149	298	276	310	227	302	321	371	374	283
3L	159	261	527	238	126	244	288	337	241	188	318	399	398	381	279
3M	174	211	476	188	187	155	236	306	294	181	297	316	393	345	276
3N	189	166	487	196	112	132	283	290	243	159	189	307	316	297	257
3O	131	190	379	185	138	147	232	278	275	175	101	293	306	340	361
3P	139	176	564	210	131	125	225	263	269	184	111	189	282	322	349
4A	161	140	523	135	120	118	163	216	167	105	157	135	160	141	95
4B	118	167	264	126	75	128	116	195	133	107	130	144	137	88	66
4C	140	135	458	145	113	157	156	165	130	97	157	169	215	177	80

4D	117	140	432	136	117	167	180	209	180	100	150	196	177	151	149
4E	106	153	506	134	142	146	200	193	157	122	144	199	175	154	107
4F	117	181	355	115	119	152	152	175	136	153	152	245	170	183	160
4G	145	187	343	196	126	143	181	254	192	122	150	174	203	192	158
4H	149	173	430	173	176	107	218	190	166	101	125	213	196	184	98
4I	173	187	419	207	136	166	150	232	221	139	136	213	221	139	132
4J	155	202	463	178	145	118	178	197	144	134	143	202	225	172	148
4K	171	212	471	196	192	111	174	177	159	120	202	177	189	174	168
4L	125	172	357	196	139	82	158	173	173	136	101	153	169	186	120
4M	143	173	363	193	96	110	165	221	194	115	160	214	164	200	109
4N	122	175	260	93	100	144	135	129	144	107	104	109	111	130	100
4O	99	126	307	147	141	86	172	149	177	135	99	191	120	200	161
4P	107	155	314	176	146	85	150	150	191	149	89	129	130	167	136
5A	172	169	352	153	110	105	105	168	152	97	69	172	99	129	69
5B	175	178	321	167	173	130	149	142	144	125	101	104	126	93	70
5C	235	237	585	198	239	155	145	218	167	138	116	132	117	132	94
5D	274	187	540	234	192	163	184	134	155	141	81	167	177	183	83
5E	216	247	583	254	189	148	169	208	175	194	118	125	186	157	91
5F	269	255	532	230	252	133	152	187	179	134	114	154	168	137	112
5G	237	203	552	257	176	111	217	236	195	141	114	150	181	132	128
5H	253	262	577	216	220	170	220	231	198	141	125	154	148	170	139
5I	233	281	451	226	201	123	174	193	190	156	106	180	164	153	113
5J	234	218	449	264	220	174	196	248	215	218	113	172	162	141	65
5K	224	299	597	248	230	171	200	212	215	122	77	176	175	151	116
5L	231	233	489	199	227	144	184	217	177	195	121	150	173	175	88
5M	173	253	440	196	179	168	221	200	188	169	79	157	169	113	96
5N	201	176	526	230	199	149	181	170	180	138	84	168	116	136	109
5O	147	176	539	213	176	138	184	218	113	115	63	146	155	136	78
5P	144	183	550	179	220	124	197	206	157	170	69	127	146	154	99
6A	310	346	817	277	225	169	242	246	205	162	127	141	143	157	90
6B	458	450	1135	425	376	237	333	265	264	228	145	215	164	167	131
6C	524	462	1185	475	455	270	362	324	321	272	155	190	227	220	176
6D	519	531	1420	542	535	296	298	342	340	310	123	235	248	218	170
6E	542	558	1286	566	558	299	333	360	330	329	171	235	212	170	178
6F	573	533	1369	508	458	287	355	355	288	305	172	261	251	247	186
6G	524	510	1389	527	504	294	313	362	335	320	153	225	251	221	146
6H	669	520	1265	565	565	298	360	345	361	317	188	281	241	217	194
6I	618	532	1183	508	430	291	410	374	401	269	186	224	244	222	142
6J	474	651	1376	502	458	291	353	387	375	273	146	271	221	242	197
6K	536	659	1099	581	499	347	330	338	290	258	180	240	265	243	163
6L	499	570	1293	595	467	339	357	393	396	261	157	208	227	209	188
6M	442	594	1144	735	484	336	346	345	271	299	167	230	174	160	142
6N	533	519	1373	890	458	255	320	355	360	256	181	220	234	218	131
6O	513	499	1272	551	484	303	333	360	332	249	132	194	203	148	160
6P	358	394	1136	433	426	267	264	323	294	281	116	190	193	154	116
7A	5865	420	669	337	275	235	205	193	192	330	113	127	108	108	78
7B	6634	1414	3624	1409	1188	607	739	709	721	638	297	401	436	397	270
7C	1471	1491	4116	1490	1220	631	763	749	702	631	287	364	387	412	261
7D	6490	1571	3833	1441	1124	640	702	815	733	571	281	357	406	371	281
7E	6569	1495	3949	1264	1300	564	708	814	737	634	283	357	364	370	259
7F	6504	1316	3771	1452	1247	584	750	786	739	558	282	355	404	367	276
7G	6457	1300	4589	1464	1266	601	727	782	703	596	270	362	396	412	261
7H	1864	1497	4108	1462	1281	598	713	766	697	609	273	386	364	358	270
7I	7470	1467	3846	1382	1462	588	734	743	690	635	352	388	376	349	242
7J	6758	1921	4661	1266	1178	574	700	770	759	587	278	379	393	412	240
7K	6676	1779	4129	1442	1363	603	763	747	749	616	287	361	416	402	285

<b>7L</b>	6622	1516	4929	1777	1271	605	737	707	730	594	294	401	429	412	309
<b>7M</b>	1375	1465	4327	3256	1155	638	746	744	766	597	319	374	412	375	283
<b>7N</b>	7502	1448	3721	3201	1410	696	759	779	666	648	336	386	410	377	312
<b>7O</b>	7461	1461	3945	1751	1294	673	815	731	703	706	303	486	429	375	271
<b>7P</b>	963	1060	3474	1401	1851	1140	686	753	735	1486	251	398	383	337	256

	DEZEMBRO					MARÇO					JUNHO				
	8:00	10:00	12:00	14:00	16:00	8:00	10:00	12:00	14:00	16:00	8:00	10:00	12:00	14:00	16:00
<b>E med</b>	1073	606	1606	614	445	420	620	689	611	413	763	2391	2877	2275	630
<b>E min</b>	99	126	260	93	75	82	105	129	113	97	63	104	99	88	65
<b>UNIF</b>	0,09	0,21	0,16	0,15	0,17	0,19	0,17	0,19	0,18	0,23	0,08	0,04	0,03	0,04	0,10

**M2B** simulações de iluminância (lux)

**CEU INTERMEDIÁRIO**

PONTO	DEZEMBRO					MARÇO					JUNHO				
	8:00	10:00	12:00	14:00	16:00	8:00	10:00	12:00	14:00	16:00	8:00	10:00	12:00	14:00	16:00
1A	774	743	943	588	468	878	1449	1203	958	542	837	3484	3795	2737	339
1B	787	748	1011	780	684	790	1432	1173	1282	751	566	3336	3902	3044	441
1C	773	774	1049	781	665	803	1341	1319	1305	711	554	3260	3917	3087	451
1D	741	750	999	816	655	787	1305	1293	1374	726	572	3286	3934	3130	447
1E	718	758	1130	774	701	792	1313	1373	1365	785	532	3271	3945	2944	445
1F	742	802	1086	809	692	809	1355	1296	1325	817	534	3358	3944	3011	436
1G	737	716	993	806	673	810	1396	1255	1318	826	526	3208	3997	2997	476
1H	727	800	1038	813	683	787	1391	1254	1371	832	528	3212	3945	3035	469
1I	769	803	1018	804	697	790	1368	1343	1345	849	560	3204	3930	3044	419
1J	765	776	1000	811	643	776	1251	1282	1227	798	517	3200	3906	3073	445
1K	702	801	1011	814	682	800	1377	1316	1361	738	614	3176	4005	2983	425
1L	767	800	1143	822	677	815	1348	1294	1448	739	542	3171	3957	3072	462
1M	750	788	986	762	699	752	1390	1394	1336	777	530	3153	3935	3084	443
1N	736	779	969	833	667	777	1370	1339	1348	777	533	3256	3941	3003	472
1O	753	734	988	758	661	857	1345	1338	1411	757	511	3215	3950	3069	482
1P	498	545	991	781	657	771	901	1155	1463	839	387	3013	3862	3269	690
2A	162	177	92	133	85	236	202	188	199	117	192	328	290	238	87
2B	242	180	109	145	183	228	365	205	282	186	849	456	471	420	148
2C	230	175	99	214	208	276	355	251	269	245	841	478	544	435	148
2D	184	149	106	174	218	253	394	198	384	240	841	529	505	453	644
2E	265	151	108	186	194	270	302	223	289	288	860	485	519	481	650
2F	231	171	111	193	180	264	367	252	306	250	199	506	514	490	645
2G	236	143	129	201	234	293	335	252	330	288	846	408	514	502	649
2H	204	158	118	171	161	252	387	256	304	262	849	483	495	438	166
2I	264	182	127	178	200	295	392	270	295	254	799	505	487	467	684
2J	197	179	119	217	170	237	332	239	353	188	832	467	562	431	638
2K	227	178	132	183	210	237	347	265	347	258	216	433	415	402	635
2L	200	152	122	207	174	293	285	258	318	259	828	459	564	480	632
2M	247	176	131	177	179	221	310	244	280	246	822	441	545	430	212
2N	197	139	125	177	221	300	325	283	283	243	782	536	472	366	620
2O	191	190	133	193	190	257	276	248	316	231	187	449	535	457	629
2P	121	100	99	136	180	153	169	191	293	192	99	265	287	369	716
3A	77	50	43	51	59	86	94	68	78	61	80	121	109	94	46
3B	81	55	41	43	67	113	137	74	69	55	81	123	108	112	40
3C	115	61	59	51	45	106	115	89	93	96	109	144	139	137	49
3D	99	79	66	63	62	100	112	92	84	71	82	125	157	140	73
3E	59	64	60	72	83	113	105	100	127	98	95	140	199	158	71
3F	82	63	55	82	54	71	89	73	130	113	77	123	149	121	75
3G	96	71	51	94	86	93	133	86	141	91	94	163	153	133	71
3H	109	57	47	73	103	78	113	87	101	102	84	152	194	172	90
3I	119	67	40	70	92	111	150	106	126	82	55	148	115	118	63
3J	101	66	44	61	117	67	113	107	122	107	67	132	179	146	52
3K	89	61	55	61	79	78	126	104	87	83	87	122	121	173	87
3L	98	76	49	87	78	112	105	86	102	85	71	189	198	147	68
3M	66	75	67	92	68	83	109	106	115	62	69	117	173	131	75
3N	79	65	61	80	98	109	105	86	134	83	94	154	175	135	58
3O	62	58	39	62	85	68	57	75	84	90	55	146	132	106	82
3P	71	49	49	83	80	64	77	62	95	105	51	71	158	139	64
4A	78	59	42	38	47	68	67	39	39	43	62	85	78	55	25
4B	58	36	34	38	39	41	59	27	29	32	33	60	79	40	33
4C	80	44	35	36	58	52	53	51	66	35	56	62	83	77	18

4D	62	54	47	47	58	78	40	41	66	47	50	84	65	85	44
4E	76	33	45	62	48	47	85	41	74	47	53	87	74	83	40
4F	93	37	46	53	83	78	71	53	50	45	50	77	93	68	35
4G	76	56	46	47	76	61	86	61	50	58	45	87	73	76	49
4H	69	48	42	48	74	73	68	49	40	67	34	86	71	88	24
4I	68	57	50	48	59	72	77	54	60	58	26	75	81	111	31
4J	72	68	44	64	79	49	75	57	75	82	38	109	78	74	44
4K	58	60	57	59	65	55	59	39	102	65	48	77	74	64	35
4L	70	53	50	52	52	54	68	52	82	68	49	93	64	90	51
4M	57	40	32	56	74	53	86	58	45	47	46	81	56	85	36
4N	39	38	41	59	78	60	51	51	49	61	35	53	84	86	36
4O	59	31	26	51	74	52	39	44	76	70	34	34	100	70	41
4P	49	33	39	36	66	46	61	58	55	63	27	57	54	68	32
5A	72	46	46	45	51	96	63	40	46	35	51	38	79	45	18
5B	66	74	51	48	77	50	79	45	49	37	55	54	35	51	30
5C	128	72	50	87	104	66	89	47	59	47	47	70	51	39	30
5D	125	81	43	62	120	81	71	42	70	55	42	75	72	63	37
5E	120	80	54	96	97	59	97	50	85	64	52	91	65	47	25
5F	136	62	59	87	102	63	63	37	70	88	36	62	82	73	38
5G	100	70	59	79	122	110	71	58	78	69	49	68	79	50	46
5H	94	68	48	74	125	69	105	46	75	77	45	86	65	68	44
5I	132	71	49	75	87	56	69	46	90	53	46	75	67	98	35
5J	86	82	65	96	76	92	82	60	69	81	41	87	72	56	43
5K	124	51	74	80	120	77	64	52	87	63	39	53	76	82	31
5L	92	73	60	97	95	89	68	58	79	87	45	81	79	50	26
5M	112	87	51	94	118	71	76	45	87	90	43	54	85	61	39
5N	110	73	48	77	114	74	63	69	93	69	31	62	65	75	39
5O	75	57	63	81	89	52	30	37	76	72	32	63	32	71	30
5P	73	53	40	63	82	39	58	43	78	89	24	51	66	93	34
6A	223	120	66	95	107	131	115	58	65	66	76	66	99	66	37
6B	326	177	116	177	215	155	178	93	127	160	93	141	119	104	63
6C	310	160	116	219	292	216	168	97	141	147	68	126	152	114	65
6D	295	207	139	201	285	194	169	81	183	174	87	118	152	135	86
6E	342	208	124	257	252	192	131	81	203	191	104	153	107	136	79
6F	288	199	147	198	288	204	196	91	151	171	97	148	137	122	83
6G	378	195	145	217	217	209	165	124	180	197	89	93	145	149	84
6H	234	177	130	242	279	165	178	116	177	148	107	154	158	168	83
6I	277	205	123	229	317	168	171	69	138	203	79	138	124	159	80
6J	353	211	140	201	286	158	176	93	130	159	103	128	134	153	95
6K	258	196	133	270	309	205	147	87	150	191	85	113	125	149	99
6L	371	182	151	204	260	209	173	104	156	177	86	109	135	159	76
6M	301	172	121	208	298	143	136	109	167	150	98	143	152	147	75
6N	276	193	130	185	279	197	155	115	195	167	111	132	125	119	85
6O	287	179	105	175	335	159	147	111	181	206	102	127	87	95	88
6P	178	115	96	211	252	100	92	81	133	166	59	94	115	127	76
7A	1101	159	107	73	97	159	156	73	61	81	73	101	75	66	35
7B	1818	887	1125	967	947	601	652	485	686	590	310	487	406	447	262
7C	1029	954	947	951	944	615	635	469	649	613	295	421	461	460	271
7D	1812	873	1177	934	1068	653	701	446	650	608	314	464	458	464	271
7E	1779	900	1299	1023	911	592	657	481	664	653	290	494	432	499	266
7F	1800	861	1171	1103	843	588	645	484	663	610	292	454	445	449	275
7G	1854	885	1148	999	973	625	642	493	683	602	302	433	441	477	278
7H	1010	978	1234	924	946	573	635	418	660	619	286	458	419	470	251
7I	1827	904	1138	992	946	624	672	480	571	525	310	465	463	469	275
7J	1842	878	1209	970	893	597	659	454	706	584	291	455	391	485	265
7K	1822	935	1118	1037	1042	605	615	475	678	599	305	483	461	448	285

<b>7L</b>	1922	889	1078	988	920	614	715	480	684	593	303	484	442	426	256
<b>7M</b>	1068	827	1097	983	1011	621	668	479	671	610	275	461	499	424	266
<b>7N</b>	1843	871	1123	875	1087	605	673	464	667	628	285	467	465	435	248
<b>7O</b>	1776	924	1179	1047	978	609	668	407	647	615	281	437	450	480	259
<b>7P</b>	658	688	1081	1069	1145	447	447	429	573	596	221	339	396	474	277

	DEZEMBRO					MARÇO					JUNHO				
	8:00	10:00	12:00	14:00	16:00	8:00	10:00	12:00	14:00	16:00	8:00	10:00	12:00	14:00	16:00
<b>E med</b>	437	303	355	329	326	289	382	321	378	278	244	646	751	615	203
<b>E min</b>	39	31	26	36	39	39	30	27	29	32	24	34	32	39	18
<b>UNIF</b>	0,09	0,10	0,07	0,11	0,12	0,13	0,08	0,08	0,08	0,12	0,10	0,05	0,04	0,06	0,09

**M2B** simulações de iluminância (lux)

**CEU ENCOBERTO**

PONTO	DEZEMBRO					MARÇO					JUNHO				
	8:00	10:00	12:00	14:00	16:00	8:00	10:00	12:00	14:00	16:00	8:00	10:00	12:00	14:00	16:00
1A	592	875	965	839	529	459	783	900	780	457	297	585	681	562	256
1B	692	1024	1129	981	618	537	916	1053	913	534	347	684	797	658	300
1C	698	1032	1138	989	623	541	923	1061	921	539	350	690	804	663	302
1D	673	995	1097	954	601	522	890	1023	888	519	338	665	775	639	292
1E	717	1061	1170	1017	641	556	949	1091	946	554	360	709	826	682	311
1F	664	982	1082	941	593	515	878	1009	876	512	333	656	765	631	288
1G	670	992	1093	951	599	520	887	1020	884	517	336	663	772	637	291
1H	686	1015	1120	974	613	532	908	1044	906	530	345	679	791	653	298
1I	633	936	1033	898	566	491	838	963	835	489	318	626	729	602	274
1J	664	982	1083	941	593	515	878	1010	876	512	333	656	765	631	288
1K	700	1036	1142	993	626	543	926	1065	924	540	351	692	807	666	304
1L	699	1034	1140	992	625	542	925	1063	922	540	351	691	805	665	303
1M	697	1031	1137	989	623	541	923	1060	920	538	350	689	803	663	302
1N	723	1070	1180	1026	646	561	957	1100	954	558	363	715	833	687	313
1O	681	1007	1110	965	608	528	901	1035	898	525	342	673	784	647	295
1P	604	893	985	856	539	468	799	918	796	466	303	597	695	574	262
2A	116	172	189	165	104	90	154	177	153	90	58	115	134	110	50
2B	155	230	253	220	139	120	205	236	205	120	78	154	179	148	67
2C	144	212	234	204	128	111	190	218	190	111	72	142	165	137	62
2D	140	207	228	198	125	108	185	213	184	108	70	138	161	133	61
2E	143	212	233	203	128	111	189	218	189	110	72	141	165	136	62
2F	165	243	269	233	147	128	218	250	217	127	83	163	190	156	71
2G	156	230	254	221	139	121	206	237	205	120	78	154	179	148	67
2H	142	209	231	201	127	110	187	215	187	109	71	140	163	135	61
2I	139	206	227	197	124	108	184	212	184	107	70	138	160	132	60
2J	143	211	233	203	128	111	189	217	189	110	72	141	165	136	62
2K	103	153	169	147	92	80	137	157	136	80	52	102	119	98	45
2L	93	137	151	131	83	72	122	141	122	71	46	92	107	88	40
2M	137	203	224	195	123	107	182	209	181	106	69	136	158	131	60
2N	157	232	256	222	140	122	208	239	207	121	79	155	181	149	68
2O	142	210	231	201	127	110	188	216	187	109	71	140	163	135	61
2P	109	161	177	154	97	84	144	165	144	84	55	108	125	103	47
3A	37	55	61	53	33	29	49	57	49	29	19	37	43	36	16
3B	33	49	54	47	30	26	44	51	44	26	17	33	38	32	14
3C	36	54	59	52	33	28	48	55	48	28	18	36	42	35	16
3D	40	59	65	56	36	31	53	60	52	31	20	39	46	38	17
3E	65	96	105	92	58	50	85	98	85	50	32	64	74	61	28
3F	49	73	80	70	44	38	65	75	65	38	25	49	57	47	21
3G	58	85	94	82	52	45	76	88	76	45	29	57	67	55	25
3H	50	74	81	71	45	39	66	76	66	38	25	49	57	47	22
3I	51	75	82	72	45	39	67	77	67	39	25	50	58	48	22
3J	57	84	92	80	51	44	75	86	75	44	28	56	65	54	25
3K	54	79	87	76	48	42	71	81	71	41	27	53	62	51	23
3L	56	82	91	79	50	43	74	85	74	43	28	55	64	53	24
3M	45	66	73	63	40	35	59	68	59	34	22	44	51	42	19
3N	49	72	80	69	44	38	65	74	64	38	25	48	56	46	21
3O	32	48	52	46	29	25	43	49	42	25	16	32	37	31	14
3P	36	53	58	51	32	28	47	54	47	28	18	35	41	34	15
4A	23	33	37	32	20	17	30	34	30	17	11	22	26	21	10
4B	18	27	29	26	16	14	24	27	24	14	9	18	21	17	8
4C	33	49	54	47	29	25	43	50	43	25	16	32	38	31	14

4D	40	60	66	57	36	31	54	62	53	31	20	40	47	38	18
4E	22	33	37	32	20	17	30	34	30	17	11	22	26	21	10
4F	23	33	37	32	20	17	30	34	30	17	11	22	26	21	10
4G	31	46	51	44	28	24	41	48	41	24	16	31	36	30	14
4H	26	38	42	36	23	20	34	39	34	20	13	25	29	24	11
4I	33	49	55	47	30	26	44	51	44	26	17	33	39	32	14
4J	41	61	67	58	37	32	54	63	54	32	21	41	47	39	18
4K	40	60	66	57	36	31	53	61	53	31	20	40	46	38	17
4L	47	69	76	66	42	36	62	71	62	36	23	46	54	44	20
4M	38	56	62	54	34	29	50	58	50	29	19	38	44	36	16
4N	24	35	39	33	21	18	31	36	31	18	12	23	27	22	10
4O	24	36	39	34	22	19	32	37	32	19	12	24	28	23	10
4P	18	27	30	26	16	14	24	28	24	14	9	18	21	17	8
5A	25	37	41	36	22	19	33	38	33	19	13	25	29	24	11
5B	23	35	38	33	21	18	31	36	31	18	12	23	27	22	10
5C	43	64	70	61	39	33	57	66	57	33	22	43	50	41	19
5D	43	63	70	61	38	33	57	65	57	33	22	42	49	41	19
5E	30	45	49	43	27	23	40	46	40	23	15	30	35	29	13
5F	32	48	53	46	29	25	43	49	43	25	16	32	37	31	14
5G	52	77	85	74	46	40	69	79	68	40	26	51	60	49	22
5H	48	71	78	68	43	37	63	73	63	37	24	47	55	45	21
5I	62	91	101	87	55	48	82	94	81	48	31	61	71	59	27
5J	58	86	95	83	52	45	77	89	77	45	29	58	67	55	25
5K	52	77	85	74	47	40	69	79	69	40	26	51	60	50	23
5L	42	61	68	59	37	32	55	63	55	32	21	41	48	39	18
5M	53	79	87	76	48	41	71	81	70	41	27	53	61	51	23
5N	62	92	101	88	55	48	82	94	82	48	31	61	71	59	27
5O	41	60	67	58	37	32	54	62	54	32	21	40	47	39	18
5P	62	92	101	88	55	48	82	94	82	48	31	61	72	59	27
6A	53	78	86	75	47	41	70	80	70	41	27	52	61	50	23
6B	112	166	183	159	100	87	148	171	148	87	56	111	129	107	49
6C	120	178	196	170	107	93	159	183	159	93	60	119	138	114	52
6D	152	225	248	216	136	118	201	231	201	117	76	150	175	145	66
6E	137	202	223	194	122	106	181	208	180	105	69	135	157	130	59
6F	139	206	227	198	125	108	184	212	184	108	70	138	161	133	60
6G	130	192	212	184	116	101	172	198	172	100	65	129	150	124	56
6H	127	187	207	180	113	98	168	193	167	98	64	125	146	120	55
6I	136	201	221	193	121	105	180	206	179	105	68	134	156	129	59
6J	155	230	253	220	139	120	205	236	205	120	78	154	179	148	67
6K	134	198	219	190	120	104	177	204	177	103	67	133	154	127	58
6L	131	194	214	186	117	102	173	199	173	101	66	129	151	124	57
6M	139	206	227	198	125	108	184	212	184	108	70	138	161	133	60
6N	114	168	186	161	102	88	151	173	150	88	57	112	131	108	49
6O	116	171	189	164	104	90	153	176	153	89	58	115	134	110	50
6P	107	159	175	152	96	83	142	163	142	83	54	106	124	102	47
7A	93	137	151	131	83	72	123	141	122	71	46	92	107	88	40
7B	656	970	1070	930	586	509	868	998	866	506	329	649	756	624	284
7C	648	959	1057	919	579	503	858	986	855	500	325	641	747	616	281
7D	669	990	1091	949	598	519	885	1018	883	516	336	661	771	636	290
7E	697	1030	1136	988	622	540	922	1059	919	538	350	689	803	662	302
7F	699	1034	1141	992	625	542	925	1064	923	540	351	691	806	665	303
7G	684	1012	1116	971	612	531	906	1041	903	528	344	677	789	651	297
7H	695	1028	1134	986	621	539	920	1058	917	537	349	687	801	661	301
7I	684	1012	1116	971	611	531	906	1041	903	528	343	677	788	651	297
7J	655	969	1069	929	586	508	867	997	865	506	329	648	755	623	284
7K	679	1004	1108	963	607	527	898	1033	896	524	341	671	782	645	294



# M2C simulações de iluminância (lux)

# CEU CLARO

PONTO	DEZEMBRO					MARÇO					JUNHO				
	8:00	10:00	12:00	14:00	16:00	8:00	10:00	12:00	14:00	16:00	8:00	10:00	12:00	14:00	16:00
1A	297	503	1426	621	385	701	1355	1645	1551	794	2231	2158	2551	18489	536
1B	201	514	977	658	289	755	1463	1943	1447	881	1224	2111	2615	2016	727
1C	278	658	1366	707	319	904	1824	3279	2536	921	1130	2187	3322	2013	812
1D	309	808	1303	828	207	699	2294	1986	2132	614	1114	1616	3735	1473	1140
1E	300	836	1050	360	199	557	1778	2428	1142	994	1420	1682	1571	2401	582
1F	217	599	1512	601	197	626	2236	2462	1860	773	805	2132	2503	3656	690
1G	167	688	1371	460	282	566	2145	1528	2086	708	1430	3344	2431	2023	560
1H	257	611	1282	388	253	992	1604	1886	3143	838	1592	3845	2906	1474	1053
1I	193	737	1484	500	207	1042	1831	2304	1337	710	682	1416	4319	2644	1003
1J	229	848	1535	582	188	921	1906	1592	2112	1079	1648	2664	4007	3213	1345
1K	209	776	1296	430	266	991	1209	2829	1453	1027	1025	2802	4047	1740	1002
1L	278	659	1437	583	195	1364	1173	1644	2110	802	753	1152	3903	1403	892
1M	439	558	1812	623	214	714	1865	2642	2053	1113	1366	887	3290	1463	841
1N	344	644	1482	808	272	1051	1998	1588	1354	928	1344	1321	2159	2984	1379
1O	738	1187	1486	428	256	1088	1442	1414	1311	576	781	2687	3025	1080	1330
1P	956	1413	2021	419	291	800	2417	2643	1144	655	1079	20337	1646	1067	2263
2A	333	462	1010	452	349	461	938	904	646	420	1233	1059	1238	846	361
2B	376	435	1085	444	361	603	851	1126	939	573	12528	1118	1157	1091	519
2C	357	540	1543	559	274	525	1007	1306	950	560	12818	1000	1399	1189	579
2D	298	546	1720	609	320	474	1109	1078	987	530	12456	927	1577	1215	690
2E	379	481	1565	375	435	660	1173	1258	805	587	12373	1298	1368	1228	720
2F	274	579	1639	539	274	432	947	1020	829	674	641	1371	1475	1476	592
2G	342	450	1177	323	371	644	1108	1067	978	807	12311	1384	1446	1068	580
2H	412	540	1207	385	330	689	1310	1102	1150	633	12321	1212	1672	1261	671
2I	399	332	1326	424	373	500	869	1378	866	577	12481	1223	1743	1072	760
2J	358	551	1492	597	256	584	894	1030	885	538	12489	1055	1787	1168	792
2K	440	644	1471	526	418	537	960	937	947	588	588	1186	1550	1450	852
2L	377	596	1167	601	396	491	1000	969	963	623	12423	1131	1398	1066	725
2M	344	408	1023	515	294	471	1048	1127	999	609	12317	763	1284	1279	570
2N	437	626	1259	530	435	523	915	1180	1039	656	12313	870	1322	1161	719
2O	296	550	1462	443	315	484	1029	1004	880	545	616	1113	1353	809	738
2P	406	540	1038	351	344	400	600	860	792	597	337	875	661	920	1940
3A	289	341	752	262	279	458	330	368	312	232	449	430	313	281	125
3B	152	336	526	189	238	208	391	313	405	309	302	274	395	376	166
3C	247	340	958	244	281	399	398	462	460	148	438	434	263	456	324
3D	207	355	884	223	202	209	515	436	371	181	548	477	595	638	362
3E	382	358	758	233	318	382	431	512	430	310	496	462	668	638	296
3F	308	192	1108	342	256	355	531	544	248	357	287	593	569	422	409
3G	290	403	708	331	260	323	472	518	423	303	310	454	543	483	510
3H	318	294	822	377	304	375	558	551	521	216	386	464	540	710	477
3I	322	384	959	403	106	250	473	573	397	290	316	517	663	483	270
3J	202	308	864	384	274	319	420	545	444	341	309	619	653	586	369
3K	309	239	698	325	220	213	396	449	431	417	505	540	478	485	421
3L	371	355	732	362	287	286	404	560	405	258	597	444	532	490	290
3M	283	318	902	284	205	261	411	520	553	312	360	365	529	682	426
3N	287	228	1032	419	293	247	429	339	566	313	331	381	513	351	281
3O	276	323	577	210	176	214	430	430	338	278	162	497	501	247	297
3P	177	331	652	251	279	280	443	495	343	292	161	331	384	413	386
4A	203	269	469	274	211	268	332	364	296	156	158	299	180	206	103
4B	198	229	695	223	189	179	257	234	175	192	186	128	211	158	139
4C	206	259	615	278	153	193	219	301	244	171	139	274	219	134	79

4D	326	208	648	198	253	130	316	250	250	187	168	301	237	236	165
4E	306	219	630	278	187	292	309	296	233	178	210	307	324	337	211
4F	294	183	578	388	302	146	342	312	300	354	268	307	252	249	199
4G	298	199	451	274	254	175	253	362	374	165	206	266	342	335	171
4H	278	183	609	283	248	246	370	324	287	209	128	173	467	124	201
4I	216	294	480	329	205	210	407	394	369	175	244	173	338	331	201
4J	361	400	923	188	260	240	376	286	202	321	141	380	275	341	220
4K	227	290	667	205	227	245	317	349	259	265	172	352	297	199	271
4L	156	336	452	364	237	126	251	394	341	253	357	372	351	175	259
4M	236	306	539	335	344	247	295	379	359	187	142	171	326	145	258
4N	218	215	425	200	185	182	276	288	274	163	141	150	300	284	152
4O	215	261	435	278	210	169	212	269	213	104	97	163	336	317	200
4P	216	237	793	207	372	157	311	310	385	306	107	233	233	327	146
5A	242	411	902	239	251	350	352	296	222	130	166	195	169	220	97
5B	256	310	699	287	240	196	328	248	254	133	237	92	175	176	122
5C	359	322	837	332	421	207	140	329	252	193	177	196	290	193	178
5D	270	280	743	410	394	185	282	275	300	207	144	227	300	225	163
5E	330	301	1064	374	355	380	353	343	326	234	194	270	259	237	194
5F	369	429	976	386	256	169	374	314	180	175	198	175	222	283	176
5G	365	348	1273	375	330	239	235	357	259	323	298	248	249	141	162
5H	369	404	1015	309	337	283	392	215	356	184	178	316	214	229	125
5I	310	481	764	391	318	216	265	340	262	343	139	201	162	370	276
5J	284	364	749	355	466	243	303	289	304	203	171	339	217	201	227
5K	247	284	913	300	413	324	258	436	191	178	126	240	191	213	158
5L	310	426	1152	330	331	258	456	334	214	216	195	187	254	244	232
5M	206	413	693	317	258	288	238	339	248	211	108	310	250	263	125
5N	308	315	1070	453	326	276	248	280	227	248	142	195	225	164	251
5O	234	337	528	315	504	123	116	364	208	110	122	235	284	242	127
5P	304	269	739	351	376	200	235	296	328	253	127	196	240	228	190
6A	532	582	703	426	502	296	299	251	309	215	141	167	162	241	122
6B	685	603	1133	717	888	398	433	295	337	290	266	265	269	257	111
6C	904	789	1766	661	831	209	447	306	347	272	133	193	275	223	131
6D	799	655	1225	689	616	255	356	282	452	269	168	166	240	292	155
6E	827	506	1598	646	709	288	446	328	423	393	177	293	355	272	210
6F	754	608	1983	629	658	240	423	570	341	354	252	302	365	396	176
6G	732	585	1520	557	757	371	302	415	439	276	287	188	283	242	244
6H	609	479	1337	737	833	416	330	486	382	305	182	186	321	265	200
6I	689	600	1564	688	816	250	309	370	334	426	158	337	248	327	252
6J	841	446	872	609	1075	323	358	347	521	163	168	345	290	246	230
6K	817	677	1338	549	1017	314	308	511	488	218	137	284	268	252	186
6L	878	602	1283	669	810	324	334	504	339	234	129	399	360	288	255
6M	782	545	1293	664	773	272	430	354	413	298	121	218	366	290	162
6N	725	602	1047	751	910	294	336	379	504	267	184	197	241	215	184
6O	698	511	1147	475	750	316	338	321	239	341	209	267	364	311	129
6P	626	530	1301	525	874	204	377	393	440	388	194	289	259	371	145
7A	551	890	654	305	964	220	112	191	170	233	178	123	82	147	66
7B	1447	1563	2147	1336	3191	167	314	265	326	444	96	115	232	133	97
7C	1546	894	2180	910	1458	127	301	327	264	296	109	158	178	197	89
7D	1857	1032	1588	1199	1394	199	362	338	267	312	116	142	169	119	124
7E	1898	735	948	1147	1253	319	283	386	357	351	96	114	284	125	90
7F	1716	1151	1625	729	1319	141	282	381	323	246	136	265	189	155	73
7G	1315	1028	1270	933	1207	177	283	332	332	130	116	127	188	139	127
7H	1393	1182	1463	852	1632	204	307	348	294	214	135	247	217	208	152
7I	1973	1208	2102	1690	1855	225	272	291	287	276	127	182	159	123	93
7J	2191	787	1396	1334	1929	169	346	312	209	241	74	189	152	177	220
7K	2056	1038	1603	1545	2504	228	279	336	269	278	116	153	166	139	173

<b>7L</b>	3112	1202	894	1339	1945	262	283	341	256	281	125	175	212	293	122
<b>7M</b>	1045	646	1405	842	1904	351	319	180	413	202	140	122	248	198	98
<b>7N</b>	1399	935	1757	811	2236	365	392	237	313	196	132	260	132	146	91
<b>7O</b>	1294	1555	1675	863	2288	515	697	382	299	317	173	350	176	144	79
<b>7P</b>	1822	1128	2236	1159	1597	470	946	496	592	316	465	644	351	203	197

	DEZEMBRO					MARÇO					JUNHO				
	8:00	10:00	12:00	14:00	16:00	8:00	10:00	12:00	14:00	16:00	8:00	10:00	12:00	14:00	16:00
<b>E med</b>	561	549	1130	521	575	385	646	716	625	386	1577	824	846	802	392
<b>E min</b>	152	183	425	188	106	123	112	180	170	104	74	92	82	119	66
<b>UNIF</b>	0,27	0,33	0,38	0,36	0,18	0,32	0,17	0,25	0,27	0,27	0,05	0,11	0,10	0,15	0,17

# M2C simulações de iluminância (lux)

# CEU INTERMEDIÁRIO

PONTO	DEZEMBRO					MARÇO					JUNHO				
	8:00	10:00	12:00	14:00	16:00	8:00	10:00	12:00	14:00	16:00	8:00	10:00	12:00	14:00	16:00
1A	154	162	176	178	145	194	328	357	402	221	349	479	559	2221	136
1B	136	112	99	143	101	149	322	255	263	171	224	418	502	430	154
1C	140	116	170	131	92	165	347	296	357	140	160	356	448	349	171
1D	66	190	142	90	55	253	388	392	255	204	173	359	545	331	138
1E	95	117	97	117	110	312	287	325	376	265	164	285	556	444	130
1F	131	153	155	166	83	197	226	460	285	205	186	225	740	300	241
1G	106	115	140	156	104	157	390	289	256	161	161	567	555	250	203
1H	108	143	165	98	104	160	291	295	344	192	115	642	368	464	223
1I	110	81	191	158	131	232	305	378	279	184	142	434	633	733	152
1J	138	139	154	145	121	116	440	281	256	184	221	466	498	544	205
1K	167	185	142	156	119	134	404	299	449	219	194	405	682	421	184
1L	98	148	122	117	127	196	222	506	403	217	201	356	474	300	206
1M	126	142	151	157	84	176	426	349	417	158	202	378	520	510	79
1N	111	90	169	120	161	232	375	194	223	175	175	254	290	472	100
1O	159	144	127	103	110	192	322	229	273	209	170	387	280	539	161
1P	285	289	146	202	141	243	573	365	439	243	250	2382	646	686	292
2A	218	137	111	140	126	211	334	278	281	132	222	287	367	261	79
2B	171	132	84	215	176	305	228	250	266	227	2058	425	359	357	166
2C	217	148	129	242	201	236	465	231	296	315	1948	490	438	266	169
2D	327	140	103	204	224	292	451	341	275	210	2014	582	614	366	203
2E	241	199	155	215	240	309	303	339	296	227	2076	357	427	482	170
2F	377	254	86	213	87	188	428	359	451	281	181	450	435	548	187
2G	211	124	117	158	127	275	369	297	422	144	1929	620	484	508	218
2H	183	144	113	185	202	340	306	240	330	322	1972	347	439	556	247
2I	219	134	127	209	169	330	357	385	279	126	1926	325	508	504	183
2J	151	227	133	113	139	265	283	226	281	228	1938	340	437	506	245
2K	147	159	78	94	233	284	247	273	443	215	321	363	386	267	216
2L	222	210	112	197	219	139	242	268	392	237	1904	362	653	351	206
2M	144	209	136	181	201	227	278	228	345	229	2019	411	545	464	159
2N	182	114	153	194	183	183	439	248	208	225	1959	419	442	518	150
2O	195	112	90	219	149	159	281	186	371	222	154	498	452	547	259
2P	88	126	114	243	193	154	181	169	302	225	132	264	370	418	356
3A	133	69	62	80	92	186	101	106	125	127	78	162	131	124	70
3B	186	100	57	73	139	129	173	124	147	118	107	210	195	93	39
3C	159	58	94	103	102	155	61	79	160	109	108	206	225	203	61
3D	59	65	69	105	68	153	184	124	158	103	69	256	204	194	90
3E	190	99	109	70	125	207	160	74	119	78	82	224	184	165	79
3F	94	91	56	149	172	48	201	153	204	148	94	224	278	234	117
3G	207	73	91	111	110	108	67	103	112	153	111	279	254	126	97
3H	87	99	85	63	164	164	103	131	97	192	124	253	188	186	154
3I	50	115	74	127	99	140	107	171	190	131	117	103	197	248	59
3J	103	98	43	110	173	183	201	131	206	95	126	235	217	152	107
3K	151	113	43	67	67	219	118	94	138	167	48	88	248	227	117
3L	72	113	88	96	149	102	106	83	206	172	128	245	289	152	89
3M	137	89	60	113	143	101	160	104	186	179	123	178	305	224	97
3N	70	71	45	101	135	181	144	138	110	105	73	97	157	236	82
3O	94	106	58	118	207	56	188	116	176	86	102	170	101	154	112
3P	86	82	46	99	81	89	117	138	198	123	98	83	175	143	73
4A	222	103	59	50	78	69	65	48	92	70	64	138	136	54	40
4B	120	81	54	101	26	62	123	29	78	80	71	170	123	75	21
4C	91	103	49	47	98	124	141	69	130	51	62	124	94	183	43

4D	60	113	66	53	110	81	80	57	101	39	30	144	158	95	36
4E	87	103	86	67	134	104	105	37	132	83	51	176	75	144	37
4F	90	87	44	51	80	97	108	81	120	159	31	125	197	122	31
4G	74	84	60	80	120	71	116	71	152	46	67	155	172	135	89
4H	62	92	64	123	82	73	140	108	70	80	41	108	96	148	55
4I	149	64	70	36	111	105	151	67	107	94	63	43	88	160	70
4J	142	107	76	95	91	126	123	80	124	101	33	163	133	85	55
4K	54	53	43	114	89	121	111	87	139	133	62	125	115	90	75
4L	144	31	60	87	97	154	97	84	161	99	54	128	152	123	66
4M	44	46	42	76	82	97	99	48	115	106	69	131	91	101	50
4N	83	72	68	68	156	110	36	39	138	94	46	117	116	103	59
4O	63	55	39	88	113	81	87	23	39	103	14	26	118	62	73
4P	62	57	65	117	129	44	60	72	86	99	32	128	161	163	56
5A	149	107	76	67	127	158	138	61	74	46	76	67	67	72	9
5B	224	48	45	74	45	124	54	79	72	94	38	129	110	85	49
5C	177	104	69	100	116	103	98	99	83	111	78	109	90	64	25
5D	161	65	80	168	94	207	79	53	91	90	72	96	45	132	46
5E	230	108	75	133	76	100	83	96	52	68	64	84	145	111	70
5F	114	91	74	129	152	154	121	53	120	141	54	111	90	150	56
5G	130	110	66	138	190	89	57	69	139	164	45	138	134	103	46
5H	139	137	85	155	167	137	71	78	83	115	26	73	135	99	45
5I	129	138	87	149	137	92	65	64	147	74	77	101	56	69	60
5J	171	97	73	131	160	103	104	52	89	120	91	128	103	100	48
5K	95	100	68	128	198	67	77	87	105	143	79	106	77	116	60
5L	223	111	52	145	217	149	114	65	123	184	44	106	97	47	78
5M	199	100	56	65	287	131	103	89	100	93	51	104	141	148	66
5N	59	77	88	156	236	118	79	67	104	138	89	110	98	116	54
5O	112	63	72	126	138	77	71	66	95	118	63	66	108	130	56
5P	123	81	71	144	168	80	93	92	124	103	47	46	128	129	56
6A	211	89	65	117	140	189	198	83	96	58	70	72	87	113	44
6B	230	169	96	161	186	149	116	93	102	153	60	106	108	86	58
6C	338	238	127	226	146	110	258	113	173	153	89	147	136	66	96
6D	374	166	113	162	255	306	182	119	158	216	101	110	145	194	81
6E	244	147	92	224	375	225	127	73	114	188	61	141	51	196	100
6F	328	253	117	218	226	121	235	72	171	175	84	78	134	126	84
6G	485	134	111	246	261	183	201	98	121	181	111	218	194	171	97
6H	241	141	143	339	495	115	118	81	169	157	58	136	212	73	50
6I	308	197	138	172	237	154	176	57	169	154	51	179	69	153	97
6J	363	189	136	177	435	211	118	58	131	112	80	157	192	126	69
6K	338	159	102	357	212	191	129	94	192	180	136	185	188	120	92
6L	247	165	156	249	362	188	160	87	182	277	50	137	230	94	117
6M	333	207	125	217	252	190	178	79	129	149	67	100	123	152	46
6N	349	241	143	252	414	192	112	94	260	170	98	159	131	175	47
6O	296	192	132	375	316	181	158	107	154	132	72	118	116	164	90
6P	209	113	116	257	344	145	85	92	246	214	45	148	92	168	64
7A	127	73	255	155	75	63	69	70	141	50	25	80	74	42	15
7B	360	193	210	168	303	98	132	55	96	103	51	72	88	85	31
7C	323	300	177	157	286	76	83	92	109	94	55	73	121	81	56
7D	276	139	281	204	280	135	82	83	95	131	33	90	91	97	52
7E	307	146	232	269	334	94	129	94	122	130	97	96	97	108	41
7F	486	151	137	277	399	84	101	57	98	118	57	76	60	74	39
7G	257	215	190	176	280	127	138	109	102	113	49	90	54	105	59
7H	331	234	223	283	218	72	126	105	111	129	72	160	81	71	44
7I	349	265	134	283	286	89	109	75	109	82	48	172	74	92	43
7J	347	218	187	318	336	129	124	84	121	123	26	65	136	112	80
7K	362	219	174	404	474	132	106	103	83	118	67	161	74	65	61

<b>7L</b>	348	191	201	344	358	116	145	62	130	93	34	82	73	136	35
<b>7M</b>	311	225	102	279	345	152	93	96	186	175	53	71	88	121	31
<b>7N</b>	291	266	233	186	324	80	154	92	103	73	55	79	76	97	59
<b>7O</b>	384	236	217	363	388	101	161	92	136	147	91	82	49	146	55
<b>7P</b>	390	323	242	384	375	250	256	149	168	162	109	178	116	229	71

	DEZEMBRO					MARÇO					JUNHO				
	8:00	10:00	12:00	14:00	16:00	8:00	10:00	12:00	14:00	16:00	8:00	10:00	12:00	14:00	16:00
<b>E med</b>	191	137	111	162	183	154	184	147	187	148	280	226	234	233	99
<b>E min</b>	44	31	39	36	26	44	36	23	39	39	14	26	45	42	9
<b>UNIF</b>	0,23	0,23	0,35	0,22	0,14	0,29	0,19	0,16	0,21	0,26	0,05	0,12	0,19	0,18	0,09

# M2C simulações de iluminância (lux)

# CEU ENCOBERTO

PONTO	DEZEMBRO					MARÇO					JUNHO				
	8:00	10:00	12:00	14:00	16:00	8:00	10:00	12:00	14:00	16:00	8:00	10:00	12:00	14:00	16:00
1A	114	169	186	162	102	88	151	173	150	88	57	113	131	108	49
1B	111	164	181	158	99	86	147	169	147	86	56	110	128	106	48
1C	57	84	93	80	51	44	75	86	75	44	28	56	65	54	25
1D	85	126	139	121	76	66	113	130	113	66	43	84	98	81	37
1E	102	151	167	145	91	79	135	156	135	79	51	101	118	97	44
1F	40	60	66	57	36	31	53	61	53	31	20	40	46	38	17
1G	78	116	128	111	70	61	103	119	103	60	39	77	90	74	34
1H	57	84	93	81	51	44	76	87	75	44	29	56	66	54	25
1I	107	159	175	152	96	83	142	163	141	83	54	106	124	102	46
1J	37	55	60	52	33	29	49	56	49	28	19	36	42	35	16
1K	68	100	110	96	60	53	90	103	89	52	34	67	78	64	29
1L	69	102	113	98	62	54	91	105	91	53	35	68	80	66	30
1M	50	73	81	70	44	38	66	75	65	38	25	49	57	47	21
1N	99	146	161	140	88	77	131	150	130	76	50	98	114	94	43
1O	105	155	171	149	94	82	139	160	139	81	53	104	121	100	46
1P	136	202	222	193	122	106	180	207	180	105	68	135	157	130	59
2A	115	170	188	163	103	89	152	175	152	89	58	114	132	109	50
2B	89	132	146	127	80	69	118	136	118	69	45	88	103	85	39
2C	164	242	267	232	146	127	216	249	216	126	82	162	188	155	71
2D	130	192	212	184	116	101	172	197	171	100	65	128	150	123	56
2E	152	225	248	215	136	118	201	231	200	117	76	150	175	144	66
2F	112	165	182	159	100	87	148	170	148	86	56	111	129	106	48
2G	104	154	170	148	93	81	138	158	137	80	52	103	120	99	45
2H	119	175	193	168	106	92	157	180	156	91	59	117	137	113	51
2I	221	326	360	313	197	171	292	336	291	170	111	218	254	210	96
2J	114	169	186	162	102	89	151	174	151	88	57	113	131	108	49
2K	117	174	191	166	105	91	155	178	155	91	59	116	135	112	51
2L	147	218	240	209	131	114	195	224	194	114	74	145	169	140	64
2M	192	283	312	272	171	149	253	291	253	148	96	189	221	182	83
2N	111	164	181	157	99	86	147	169	146	86	56	110	128	105	48
2O	160	236	260	226	143	124	211	243	211	123	80	158	184	152	69
2P	114	169	186	162	102	89	151	174	151	88	57	113	132	109	50
3A	42	62	69	60	38	33	56	64	56	32	21	42	49	40	18
3B	59	87	96	84	53	46	78	90	78	46	30	58	68	56	26
3C	88	130	144	125	79	68	117	134	116	68	44	87	102	84	38
3D	92	136	150	131	82	71	122	140	122	71	46	91	106	88	40
3E	68	100	111	96	61	53	90	103	89	52	34	67	78	64	29
3F	84	125	137	119	75	65	111	128	111	65	42	83	97	80	37
3G	101	150	166	144	91	79	134	154	134	78	51	100	117	96	44
3H	32	47	51	45	28	24	42	48	42	24	16	31	36	30	14
3I	53	78	86	75	47	41	70	80	69	41	26	52	61	50	23
3J	57	85	93	81	51	44	76	87	75	44	29	57	66	54	25
3K	99	147	162	141	89	77	132	151	131	77	50	98	115	94	43
3L	80	118	130	113	71	62	105	121	105	61	40	79	92	76	35
3M	72	107	118	103	65	56	96	110	96	56	36	72	83	69	31
3N	58	85	94	82	52	45	76	88	76	45	29	57	66	55	25
3O	72	107	118	102	64	56	95	110	95	56	36	71	83	69	31
3P	59	87	96	83	52	45	77	89	77	45	29	58	67	56	25
4A	48	70	78	67	43	37	63	72	63	37	24	47	55	45	21
4B	46	68	76	66	41	36	61	70	61	36	23	46	53	44	20
4C	54	80	88	76	48	42	71	82	71	42	27	53	62	51	23

4D	47	70	77	67	42	37	63	72	62	36	24	47	54	45	20
4E	57	84	93	81	51	44	75	87	75	44	29	56	66	54	25
4F	38	57	63	55	34	30	51	59	51	30	19	38	44	37	17
4G	63	94	103	90	57	49	84	96	83	49	32	63	73	60	27
4H	63	94	103	90	57	49	84	96	83	49	32	63	73	60	27
4I	41	61	68	59	37	32	55	63	55	32	21	41	48	39	18
4J	50	74	81	71	44	39	66	76	66	38	25	49	57	47	22
4K	63	93	102	89	56	49	83	95	83	48	31	62	72	60	27
4L	56	83	92	80	50	44	74	86	74	43	28	56	65	54	24
4M	70	103	114	99	62	54	92	106	92	54	35	69	80	66	30
4N	57	85	93	81	51	44	76	87	75	44	29	56	66	54	25
4O	52	77	84	73	46	40	69	79	68	40	26	51	60	49	22
4P	51	75	83	72	45	39	67	77	67	39	25	50	58	48	22
5A	20	29	32	28	17	15	26	30	26	15	10	19	22	19	8
5B	47	69	76	66	42	36	62	71	61	36	23	46	54	44	20
5C	56	83	91	79	50	43	74	85	74	43	28	55	64	53	24
5D	60	89	98	85	54	47	80	92	79	46	30	60	69	57	26
5E	100	147	162	141	89	77	132	152	131	77	50	98	115	95	43
5F	53	79	87	75	48	41	70	81	70	41	27	53	61	51	23
5G	77	113	125	109	68	59	101	116	101	59	38	76	88	73	33
5H	33	49	54	47	30	26	44	50	44	26	17	33	38	31	14
5I	79	117	129	112	71	61	104	120	104	61	40	78	91	75	34
5J	89	132	145	126	80	69	118	135	117	69	45	88	103	85	39
5K	115	170	188	163	103	89	152	175	152	89	58	114	132	109	50
5L	102	151	166	144	91	79	135	155	134	79	51	101	117	97	44
5M	102	151	167	145	91	79	135	155	135	79	51	101	118	97	44
5N	74	109	120	104	66	57	97	112	97	57	37	73	85	70	32
5O	63	93	102	89	56	49	83	95	83	48	31	62	72	60	27
5P	51	75	83	72	45	39	67	77	67	39	25	50	58	48	22
6A	83	122	135	117	74	64	109	126	109	64	42	82	95	79	36
6B	87	128	141	123	77	67	115	132	114	67	44	86	100	82	38
6C	170	251	277	241	152	132	225	259	224	131	85	168	196	162	74
6D	156	230	254	221	139	121	206	237	205	120	78	154	179	148	67
6E	170	252	278	241	152	132	225	259	225	131	85	168	196	162	74
6F	171	252	278	242	152	132	226	259	225	132	86	169	197	162	74
6G	78	116	128	111	70	61	104	119	103	61	39	78	90	75	34
6H	141	209	230	200	126	109	187	215	186	109	71	140	163	134	61
6I	84	125	137	119	75	65	111	128	111	65	42	83	97	80	37
6J	90	133	147	128	80	70	119	137	119	69	45	89	104	86	39
6K	108	160	177	154	97	84	143	165	143	84	54	107	125	103	47
6L	90	134	147	128	81	70	120	137	119	70	45	89	104	86	39
6M	185	274	302	263	166	144	245	282	245	143	93	183	214	176	80
6N	147	217	239	208	131	114	194	223	193	113	74	145	169	139	64
6O	172	255	281	244	154	134	228	262	227	133	86	170	198	164	75
6P	86	127	140	122	77	66	113	130	113	66	43	85	99	81	37
7A	13	19	21	19	12	10	17	20	17	10	7	13	15	13	6
7B	75	111	123	107	67	58	100	114	99	58	38	74	87	72	33
7C	121	179	197	172	108	94	160	184	160	93	61	120	139	115	52
7D	48	71	79	68	43	37	64	73	64	37	24	48	56	46	21
7E	77	114	125	109	69	60	102	117	101	59	39	76	89	73	33
7F	101	149	164	143	90	78	133	153	133	78	51	100	116	96	44
7G	87	128	142	123	78	67	115	132	114	67	44	86	100	82	38
7H	51	75	83	72	46	40	67	78	67	39	26	50	59	48	22
7I	81	121	133	116	73	63	108	124	108	63	41	81	94	77	35
7J	105	156	172	149	94	82	139	160	139	81	53	104	121	100	46
7K	120	178	196	170	107	93	159	183	158	93	60	119	138	114	52



# M2D simulações de iluminância (lux)

# CEU CLARO

PONTO	DEZEMBRO					MARÇO					JUNHO				
	8:00	10:00	12:00	14:00	16:00	8:00	10:00	12:00	14:00	16:00	8:00	10:00	12:00	14:00	16:00
1A	273	593	1612	602	348	577	1003	1460	924	504	1633	14062	1390	14576	359
1B	357	813	2779	841	495	865	1977	2047	1406	888	890	14431	2279	25824	732
1C	370	724	2134	657	393	728	1627	1542	1321	759	832	14096	2029	57297	598
1D	338	638	2022	609	306	710	2061	2328	1303	861	784	14132	1585	17123	597
1E	270	753	1912	604	280	748	1714	1539	1367	895	601	13832	2822	14239	563
1F	303	807	2319	687	285	925	1762	1940	1454	785	825	14460	2121	13730	663
1G	309	710	2077	778	357	879	1537	1777	1315	799	793	14102	4352	13768	563
1H	329	758	2024	715	303	815	1664	1874	1275	781	879	14255	12385	13753	754
1I	378	771	2097	694	290	720	1465	1726	1396	860	4545	14377	3669	13529	605
1J	236	798	2184	659	331	886	1422	1845	1609	903	16058	14474	2697	13636	694
1K	253	768	2101	737	341	783	1640	2091	1403	765	2328	14277	2252	13339	656
1L	267	899	2180	736	299	794	1456	1835	1672	639	1055	14251	2010	13514	613
1M	306	822	2193	765	339	743	1273	1699	1464	718	919	14200	2195	13710	742
1N	394	783	2084	769	256	1070	1276	1773	1239	695	816	14740	1954	13492	669
1O	551	915	2178	786	295	902	2164	1819	1345	804	838	14990	2134	13556	709
1P	655	922	1668	765	403	853	1330	1549	1352	596	673	13932	2630	13596	1617
2A	234	358	745	311	226	231	379	416	315	281	497	569	552	1966	181
2B	218	400	1031	331	255	450	531	617	564	341	362	651	724	4325	244
2C	241	348	888	360	283	324	612	699	493	364	483	809	847	7868	338
2D	280	327	818	371	267	369	663	653	579	315	470	608	972	3093	398
2E	237	396	1093	427	207	349	590	644	641	353	404	587	903	839	326
2F	197	442	1135	358	188	343	582	744	517	262	465	822	848	764	403
2G	313	367	1075	336	238	316	535	521	488	327	658	834	1700	888	375
2H	239	385	1016	411	271	345	626	532	565	425	1248	678	3933	730	300
2I	249	330	906	398	244	525	607	615	583	386	5261	723	1789	641	413
2J	260	444	931	392	151	328	497	654	588	411	9025	696	1031	771	408
2K	164	361	890	428	221	450	495	683	571	317	1485	869	739	707	424
2L	229	409	1034	357	329	379	603	613	612	330	924	586	804	544	441
2M	315	379	1045	387	264	314	737	638	624	255	390	729	685	750	369
2N	258	395	971	376	262	303	567	577	501	331	456	873	700	634	355
2O	230	368	738	341	219	270	461	678	482	341	445	808	762	701	389
2P	227	280	793	391	203	263	403	441	389	323	175	447	518	590	541
3A	131	192	220	147	131	140	149	158	192	80	289	210	199	131	118
3B	125	196	233	195	116	129	134	184	176	137	192	159	432	372	99
3C	141	147	480	121	108	141	195	228	171	131	135	354	313	751	84
3D	109	120	690	190	182	99	257	228	218	165	132	212	416	795	93
3E	187	115	512	173	104	176	258	258	126	143	256	156	188	1163	131
3F	154	258	900	270	199	123	224	351	157	131	191	265	506	224	203
3G	157	247	570	204	148	134	128	261	208	134	142	294	563	203	146
3H	118	196	659	183	133	193	252	204	279	116	199	257	616	249	139
3I	125	195	382	116	161	145	260	265	288	122	1045	231	508	433	121
3J	187	257	531	199	142	88	233	345	237	197	928	252	252	295	180
3K	120	193	483	224	118	156	378	230	256	127	441	422	250	303	140
3L	174	254	383	199	233	113	220	189	225	141	160	263	224	324	135
3M	117	176	433	188	125	128	396	272	159	169	247	237	230	283	151
3N	123	171	752	231	127	89	258	251	150	153	178	253	237	228	196
3O	120	208	522	95	146	129	138	221	262	87	108	228	308	172	235
3P	98	185	466	152	150	86	172	211	193	240	110	127	253	167	247
4A	147	164	314	130	95	71	170	236	80	73	63	159	179	110	72
4B	106	143	267	120	77	34	159	159	97	62	50	202	168	71	24
4C	174	110	422	120	95	77	160	126	171	93	74	190	128	77	61

4D	98	121	302	131	67	103	142	188	124	95	98	123	255	172	89
4E	92	154	295	102	262	137	155	199	95	123	131	153	166	443	88
4F	170	117	424	143	147	124	149	127	204	101	164	127	99	152	136
4G	155	118	226	115	163	112	149	160	169	147	105	284	242	157	180
4H	169	160	612	149	123	156	142	161	156	119	357	181	216	120	137
4I	114	169	257	179	78	71	157	189	142	67	207	262	189	183	97
4J	126	205	362	150	182	87	128	201	142	95	186	158	272	146	99
4K	109	194	506	169	107	161	153	261	136	164	398	122	111	205	166
4L	140	95	168	129	137	120	173	228	203	73	103	147	176	136	101
4M	121	140	213	135	148	116	267	170	131	135	52	164	118	155	77
4N	84	231	197	119	98	58	98	113	88	107	131	179	156	117	70
4O	45	107	197	117	141	74	180	135	122	81	62	145	230	144	70
4P	129	144	227	192	130	110	92	154	205	107	101	124	102	126	169
5A	163	168	304	121	169	156	97	167	151	152	120	168	95	93	70
5B	303	224	458	153	206	115	224	98	107	104	54	46	149	109	50
5C	195	226	403	192	212	41	117	167	173	142	176	163	139	121	60
5D	234	228	370	147	514	145	176	225	139	128	72	138	214	120	58
5E	139	176	584	188	337	151	144	243	221	139	123	180	315	149	90
5F	247	217	618	163	389	96	153	185	226	155	127	92	142	252	148
5G	175	205	737	185	227	176	145	193	186	148	183	100	114	182	130
5H	186	181	506	168	200	121	177	193	130	182	92	240	272	129	120
5I	220	203	624	203	301	84	210	186	247	143	188	190	139	99	64
5J	143	178	618	262	158	129	212	162	214	128	87	175	151	131	66
5K	187	243	415	261	275	113	163	130	195	111	79	132	168	82	80
5L	150	182	470	207	207	87	143	210	145	127	94	199	201	141	38
5M	254	207	554	186	278	181	186	173	132	121	106	88	151	86	114
5N	140	207	430	263	156	115	118	132	123	93	196	97	183	109	122
5O	128	224	539	155	152	81	132	97	149	175	55	126	121	101	66
5P	120	204	495	158	126	144	156	155	143	99	69	128	136	138	171
6A	433	305	696	215	421	157	258	266	185	115	113	171	124	137	111
6B	404	424	1087	400	477	189	264	306	226	217	118	167	195	215	113
6C	494	426	1012	399	992	170	277	295	252	262	122	158	216	126	154
6D	502	458	1089	435	2051	178	291	276	314	211	178	182	221	199	138
6E	512	515	1260	500	971	245	290	310	252	212	163	269	201	312	156
6F	405	528	1251	511	736	303	277	268	315	209	157	237	388	226	116
6G	395	490	1175	437	420	277	258	277	239	218	164	178	291	198	143
6H	426	488	1038	443	459	249	260	324	261	252	182	190	265	229	114
6I	520	485	1071	459	518	228	297	297	260	299	169	260	194	203	190
6J	435	509	1199	503	504	198	257	405	305	267	126	201	203	175	159
6K	410	515	1034	481	397	227	383	307	259	190	217	215	206	192	117
6L	442	472	1054	538	580	234	313	386	302	232	105	265	268	260	147
6M	444	413	1195	467	489	270	254	298	339	224	130	259	258	180	143
6N	493	464	917	535	442	259	367	248	332	169	207	228	230	210	108
6O	376	477	982	525	412	230	300	323	235	170	144	210	219	189	215
6P	344	322	930	349	366	259	296	217	216	188	141	250	214	142	115
7A	314	270	1220	441	214	211	354	467	169	93	134	119	163	158	68
7B	1442	1176	3321	1161	1147	222	450	787	686	428	254	240	283	408	191
7C	1191	1222	3380	1266	2249	372	424	674	589	424	229	199	251	284	167
7D	1353	1302	3400	1200	9068	425	467	647	548	426	272	314	398	258	194
7E	1260	1356	3387	1327	2572	448	386	541	464	327	248	319	320	315	201
7F	1297	1375	3452	1351	1321	495	506	572	431	326	276	307	325	265	219
7G	1153	1347	3044	1261	1065	497	448	435	347	286	189	292	282	295	188
7H	1413	1364	2695	1321	1217	550	390	566	382	357	202	343	327	312	245
7I	1100	1329	2405	1380	1751	513	406	661	371	455	295	260	340	295	254
7J	1447	1414	2680	1463	1193	478	441	695	549	429	216	308	355	282	277
7K	1147	1281	2872	1631	1048	601	422	544	386	413	217	327	285	271	272

<b>7L</b>	1170	1385	2889	1673	1694	535	563	542	679	343	243	313	318	303	249
<b>7M</b>	1290	1381	2583	1339	1553	572	612	524	618	327	348	269	287	243	203
<b>7N</b>	1465	1408	2679	1527	1466	595	698	709	637	286	408	354	346	358	223
<b>7O</b>	994	1454	2796	1452	1321	753	880	609	457	274	495	554	314	259	255
<b>7P</b>	1000	1109	2834	1198	1569	622	808	530	498	362	398	652	336	327	253

<b>MED</b>	381	488	1184	479	519	319	498	556	453	292	651	2298	765	2884	252
<b>MIN</b>	45	95	168	95	67	34	92	97	80	62	50	46	95	71	24
<b>UNIF</b>	0,12	0,19	0,14	0,20	0,13	0,11	0,19	0,17	0,18	0,21	0,08	0,02	0,12	0,02	0,10

# M2D simulações de iluminância (lux)

# CEU INTERMEDIÁRIO

PONTO	DEZEMBRO					MARÇO					JUNHO				
	8:00	10:00	12:00	14:00	16:00	8:00	10:00	12:00	14:00	16:00	8:00	10:00	12:00	14:00	16:00
1A	335	292	305	287	221	328	469	453	446	293	975	2545	709	2308	176
1B	367	370	475	396	323	388	691	552	643	437	392	2789	906	2579	281
1C	400	387	377	335	335	405	635	562	634	412	337	2754	903	2561	251
1D	273	300	353	285	248	366	673	421	468	348	284	2501	1035	2562	219
1E	261	293	389	329	260	385	596	473	538	378	256	2625	1529	2475	180
1F	303	393	332	349	295	436	774	548	561	348	266	2633	1402	2465	267
1G	282	340	414	365	346	409	569	552	545	366	289	2670	961	2419	249
1H	333	310	394	367	296	378	592	561	685	396	304	2634	713	2662	241
1I	329	373	354	330	251	370	482	491	595	326	314	2708	832	2541	166
1J	347	358	417	380	306	360	598	543	597	354	315	2664	920	2409	242
1K	336	347	366	382	273	382	516	543	565	417	299	2523	781	2480	220
1L	420	415	426	307	294	393	516	512	471	282	303	2664	1056	2404	267
1M	365	376	315	361	302	461	469	503	599	319	290	2547	954	2463	233
1N	416	306	356	290	322	401	556	702	560	378	291	2602	2229	2359	288
1O	401	345	409	265	285	400	630	710	564	402	282	2645	5248	2467	276
1P	384	391	400	271	353	418	589	719	566	456	276	2671	1591	2584	432
2A	176	131	106	114	92	156	508	152	124	87	159	270	212	121	79
2B	123	130	134	150	105	130	561	182	248	150	182	311	370	335	124
2C	150	143	124	173	125	165	291	165	177	180	153	459	477	294	119
2D	185	149	120	170	111	194	294	176	271	201	144	396	432	439	153
2E	136	126	137	165	140	183	231	231	175	135	125	372	450	287	107
2F	158	131	123	126	137	180	275	254	201	190	167	308	612	298	123
2G	149	144	149	192	139	176	217	236	210	163	208	367	320	379	137
2H	145	122	154	149	147	133	291	260	303	188	142	513	368	395	179
2I	155	132	148	143	145	132	177	177	256	129	166	460	319	293	103
2J	133	116	183	139	187	199	272	230	194	133	133	362	292	255	116
2K	127	131	136	125	81	160	218	248	257	132	193	365	266	244	136
2L	139	150	118	189	136	211	219	202	296	215	146	296	297	402	127
2M	154	123	114	144	108	179	230	233	258	155	200	303	469	255	105
2N	191	119	119	166	119	271	173	268	223	205	172	304	906	249	136
2O	97	107	133	121	166	170	280	186	271	157	137	237	1750	246	131
2P	91	73	117	133	197	124	136	158	152	219	104	175	613	225	141
3A	100	49	53	60	31	93	6324	36	100	38	74	49	59	89	39
3B	61	68	54	51	43	53	499	86	61	61	84	137	132	80	33
3C	111	44	35	41	48	56	117	76	122	69	51	172	93	91	77
3D	66	65	63	57	95	130	89	66	55	128	90	82	162	77	35
3E	76	43	51	37	31	94	100	53	100	66	41	140	93	122	38
3F	96	60	52	56	57	49	95	64	140	91	51	138	165	116	42
3G	103	61	58	42	29	129	95	67	92	89	39	84	127	100	85
3H	77	48	80	58	85	70	110	107	78	69	35	92	146	112	62
3I	103	69	61	70	87	95	100	68	115	114	70	194	193	70	50
3J	72	52	61	88	60	54	74	86	79	72	71	181	102	116	48
3K	84	54	49	91	65	128	61	155	74	49	71	136	78	103	38
3L	55	74	73	89	105	99	64	60	119	92	45	147	203	71	67
3M	109	71	86	49	72	71	90	81	130	142	49	209	210	128	40
3N	79	63	46	77	114	56	61	50	96	83	43	239	152	73	93
3O	51	45	46	120	67	60	58	68	115	35	28	96	252	95	37
3P	51	41	63	76	81	56	54	108	110	119	40	68	330	136	57
4A	93	80	43	36	34	56	186	69	26	37	59	64	60	49	23
4B	63	37	27	27	19	23	171	44	27	46	42	49	65	39	35
4C	59	62	30	50	61	105	120	55	42	51	42	45	54	39	12

4D	63	58	48	28	60	73	55	47	94	67	45	58	114	36	48
4E	100	36	36	85	26	61	58	38	83	53	22	39	116	65	27
4F	66	50	77	55	73	82	93	38	96	44	50	115	66	73	33
4G	64	41	48	51	50	32	61	34	67	42	32	105	96	112	34
4H	77	64	67	35	48	53	44	28	35	33	45	99	108	54	38
4I	77	61	47	52	67	60	48	54	69	71	46	78	102	72	41
4J	44	31	97	71	99	70	108	21	40	25	28	39	118	53	23
4K	29	45	44	56	59	106	92	48	42	88	46	64	50	37	34
4L	32	89	50	57	118	33	80	41	90	32	44	133	67	118	26
4M	57	53	80	64	71	66	64	47	80	33	41	85	107	101	37
4N	56	71	31	64	111	68	41	41	36	25	17	56	52	27	39
4O	64	30	35	88	104	29	29	55	56	98	19	78	137	93	22
4P	61	48	51	85	114	34	69	37	62	38	41	49	49	104	32
5A	138	64	51	41	30	57	127	35	55	55	28	89	67	45	20
5B	60	57	169	46	65	67	84	24	49	49	47	41	30	55	10
5C	86	78	56	59	70	47	67	59	50	59	24	74	53	53	18
5D	161	50	38	86	52	70	51	43	60	71	37	72	46	58	22
5E	150	74	220	108	37	47	126	84	41	121	42	60	39	64	27
5F	90	48	54	57	70	74	86	59	42	71	26	46	67	69	32
5G	87	74	56	81	77	58	67	42	88	45	62	54	43	73	34
5H	142	49	68	57	74	49	42	68	68	56	47	58	78	72	26
5I	158	47	96	102	75	67	69	58	53	51	23	59	76	58	26
5J	66	99	62	108	83	85	96	38	51	77	25	66	105	57	32
5K	163	93	61	58	75	80	45	51	50	100	57	53	73	66	57
5L	90	61	63	53	143	73	48	56	54	81	65	80	74	37	19
5M	86	79	64	85	187	89	33	66	89	37	38	63	111	86	39
5N	58	53	74	57	98	47	68	46	118	56	50	46	117	54	22
5O	57	50	50	96	70	68	74	41	40	91	36	49	40	61	28
5P	48	59	50	77	64	47	54	52	119	94	41	59	100	62	38
6A	175	127	78	84	71	126	161	60	93	72	68	90	110	54	26
6B	187	158	165	153	133	135	162	84	144	122	70	89	100	69	42
6C	187	173	196	209	178	119	143	102	128	130	76	105	86	139	76
6D	220	183	164	257	205	144	113	84	187	139	64	110	93	128	74
6E	268	252	130	218	227	165	135	97	187	171	62	164	144	112	78
6F	350	214	183	237	211	127	194	132	163	139	93	98	138	123	64
6G	278	240	183	178	213	115	216	113	165	157	63	136	90	101	93
6H	289	214	185	196	189	142	176	117	152	113	63	130	99	147	74
6I	461	161	153	205	277	146	150	164	158	123	83	159	143	112	59
6J	1829	156	172	206	297	242	189	91	177	133	62	163	125	118	72
6K	558	143	149	221	391	152	111	94	133	143	61	114	158	193	72
6L	251	183	208	213	522	143	154	113	153	147	64	151	171	95	82
6M	221	195	157	176	268	145	153	84	173	132	92	135	111	91	74
6N	162	138	196	221	204	128	154	78	109	146	79	122	103	92	61
6O	233	180	186	158	210	133	173	84	131	214	60	124	92	132	107
6P	122	109	123	226	171	105	91	65	148	158	53	86	81	147	63
7A	194	207	278	150	73	179	228	152	176	141	99	194	50	66	63
7B	594	579	772	520	512	468	328	387	561	536	235	481	218	220	208
7C	556	546	868	491	473	425	311	263	544	470	196	330	184	267	242
7D	521	628	721	598	611	338	304	220	487	426	175	270	194	320	221
7E	600	652	676	667	510	332	296	260	437	367	167	266	265	314	187
7F	829	635	669	621	557	288	397	266	442	458	195	291	300	361	162
7G	687	591	591	637	601	226	344	253	339	383	170	288	269	311	150
7H	468	650	632	668	603	340	409	266	380	305	140	285	257	276	132
7I	560	650	578	786	700	322	288	262	352	304	167	328	363	248	146
7J	897	615	591	676	924	381	297	215	444	332	212	316	312	263	160
7K	653	593	530	654	1063	303	309	232	356	318	155	351	287	304	157

<b>7L</b>	524	498	424	650	1108	279	281	278	471	373	201	333	322	246	145
<b>7M</b>	693	559	486	651	875	445	326	322	386	449	216	489	297	261	140
<b>7N</b>	595	541	768	646	610	387	434	366	352	468	208	566	407	230	174
<b>7O</b>	701	562	863	676	568	461	324	366	375	438	183	452	451	274	172
<b>7P</b>	512	478	652	833	620	378	344	326	489	441	203	456	422	255	184

<b>MED</b>	243	198	213	214	219	180	285	187	225	181	127	532	369	483	103
<b>MIN</b>	29	30	27	27	19	23	29	21	26	25	17	39	30	27	10
<b>UNIF</b>	0,12	0,15	0,12	0,12	0,09	0,13	0,10	0,11	0,11	0,14	0,14	0,07	0,08	0,06	0,09

# M2D simulações de iluminância (lux)

# CEU ENCOBERTO

PONTO	DEZEMBRO					MARÇO					JUNHO				
	8:00	10:00	12:00	14:00	16:00	8:00	10:00	12:00	14:00	16:00	8:00	10:00	12:00	14:00	16:00
1A	224	343	378	329	207	174	307	353	306	179	112	229	267	221	101
1B	311	438	483	420	264	241	392	450	390	228	156	293	341	281	128
1C	267	433	478	415	262	207	387	445	386	226	134	289	337	278	127
1D	276	387	427	371	234	214	346	398	345	202	139	259	301	249	113
1E	234	334	368	320	202	181	299	343	298	174	117	223	260	215	98
1F	302	355	391	340	214	234	317	365	317	185	152	237	276	228	104
1G	234	522	576	500	315	182	467	537	466	272	118	349	407	335	153
1H	292	491	542	471	297	226	440	505	438	256	146	328	383	316	144
1I	233	468	516	449	283	181	419	481	418	244	117	313	365	301	137
1J	264	394	434	377	238	205	352	405	351	205	132	263	307	253	115
1K	208	348	384	333	210	161	311	358	310	182	104	232	271	224	102
1L	212	378	416	362	228	165	338	388	337	197	107	252	294	243	111
1M	287	327	361	314	198	223	293	336	292	171	144	219	255	210	96
1N	281	360	397	345	217	218	322	370	321	188	141	240	280	231	105
1O	287	324	357	311	196	223	290	333	289	169	144	217	252	208	95
1P	236	404	446	387	244	183	361	415	360	211	119	270	315	260	118
2A	111	142	157	136	86	86	127	146	127	74	56	95	111	91	42
2B	86	117	130	113	71	66	105	121	105	61	43	79	92	76	34
2C	114	148	163	142	89	88	132	152	132	77	57	99	115	95	43
2D	89	154	170	147	93	69	138	158	137	80	45	103	120	99	45
2E	81	191	210	183	115	63	171	196	170	100	41	128	149	123	56
2F	127	102	113	98	62	99	91	105	91	53	64	68	80	66	30
2G	98	129	142	124	78	76	115	132	115	67	49	86	100	83	38
2H	113	163	180	157	99	88	146	168	146	85	57	109	127	105	48
2I	117	129	142	123	78	91	115	132	115	67	59	86	100	83	38
2J	103	202	222	193	122	80	180	207	180	105	52	135	157	130	59
2K	91	142	156	136	86	70	127	146	126	74	46	95	110	91	41
2L	102	198	218	190	119	79	177	203	176	103	51	132	154	127	58
2M	90	175	193	168	106	70	157	180	156	91	45	117	136	112	51
2N	150	186	205	178	112	116	166	191	166	97	75	124	145	120	55
2O	94	139	153	133	84	73	124	143	124	72	47	93	108	89	41
2P	80	144	159	138	87	62	129	148	129	75	40	96	112	93	42
3A	46	78	86	74	47	36	69	80	69	41	23	52	60	50	23
3B	25	70	77	67	42	20	63	72	62	36	13	47	54	45	20
3C	41	57	63	54	34	31	51	58	51	30	20	38	44	36	17
3D	38	57	63	55	35	29	51	59	51	30	19	38	45	37	17
3E	27	70	77	67	42	21	63	72	62	37	14	47	55	45	21
3F	55	70	78	67	42	43	63	72	63	37	28	47	55	45	21
3G	65	68	75	65	41	50	61	70	61	35	33	45	53	44	20
3H	61	74	82	71	45	48	66	76	66	39	31	50	58	48	22
3I	64	32	35	31	19	49	29	33	28	17	32	21	25	21	9
3J	40	59	65	56	35	31	52	60	52	31	20	39	46	38	17
3K	36	34	38	33	21	28	30	35	30	18	18	23	26	22	10
3L	44	77	85	74	47	34	69	79	69	40	22	52	60	50	23
3M	23	51	56	49	31	18	45	52	45	26	12	34	39	33	15
3N	30	67	74	64	41	24	60	69	60	35	15	45	52	43	20
3O	49	68	75	65	41	38	61	70	61	35	25	45	53	44	20
3P	41	48	53	46	29	32	43	50	43	25	20	32	38	31	14
4A	12	67	74	64	40	9	60	69	60	35	6	45	52	43	20
4B	16	25	27	24	15	13	22	26	22	13	8	17	19	16	7
4C	35	49	54	47	29	27	43	50	43	25	17	32	38	31	14

4D	24	66	72	63	40	18	59	67	59	34	12	44	51	42	19
4E	43	59	65	57	36	33	53	61	53	31	21	40	46	38	17
4F	25	28	31	27	17	19	25	28	25	14	13	19	22	18	8
4G	24	52	57	50	31	18	47	54	46	27	12	35	41	33	15
4H	13	87	96	83	52	10	78	89	77	45	7	58	68	56	25
4I	24	67	74	64	40	19	60	69	60	35	12	45	52	43	20
4J	18	57	63	55	34	14	51	58	51	30	9	38	44	37	17
4K	49	61	67	58	37	38	54	63	54	32	25	41	47	39	18
4L	41	58	64	55	35	32	52	59	51	30	21	38	45	37	17
4M	23	57	63	55	34	18	51	59	51	30	12	38	44	37	17
4N	31	56	62	54	34	24	50	57	50	29	16	37	43	36	16
4O	23	76	84	73	46	18	68	78	68	40	11	51	59	49	22
4P	40	56	62	54	34	31	50	58	50	29	20	38	44	36	17
5A	36	57	63	54	34	28	51	58	51	30	18	38	44	37	17
5B	14	53	59	51	32	11	48	55	48	28	7	36	42	34	16
5C	46	38	42	37	23	36	34	39	34	20	23	26	30	25	11
5D	39	61	68	59	37	30	55	63	55	32	20	41	48	39	18
5E	50	64	70	61	39	39	57	66	57	33	25	43	50	41	19
5F	30	68	74	65	41	23	60	69	60	35	15	45	53	43	20
5G	32	61	68	59	37	25	55	63	55	32	16	41	48	40	18
5H	38	75	82	72	45	29	67	77	67	39	19	50	58	48	22
5I	42	59	65	56	35	32	52	60	52	31	21	39	46	38	17
5J	34	44	48	42	26	27	39	45	39	23	17	29	34	28	13
5K	28	53	58	51	32	22	47	54	47	28	14	35	41	34	15
5L	36	75	82	72	45	28	67	77	67	39	18	50	58	48	22
5M	63	45	50	43	27	49	40	46	40	24	32	30	35	29	13
5N	58	82	91	79	50	45	73	84	73	43	29	55	64	53	24
5O	22	65	72	63	39	17	58	67	58	34	11	44	51	42	19
5P	61	78	86	75	47	47	70	80	69	41	31	52	61	50	23
6A	72	100	110	96	60	56	89	103	89	52	36	67	78	64	29
6B	119	119	131	114	72	93	106	122	106	62	60	79	93	76	35
6C	111	114	125	109	69	86	102	117	101	59	56	76	88	73	33
6D	185	139	153	133	84	143	124	143	124	72	93	93	108	89	41
6E	125	199	219	191	120	97	178	204	177	104	63	133	155	128	58
6F	132	219	242	210	132	103	196	225	196	114	66	147	171	141	64
6G	111	187	206	179	113	86	167	192	167	98	56	125	146	120	55
6H	153	193	213	185	116	118	172	198	172	101	77	129	150	124	56
6I	129	200	220	192	121	100	179	205	178	104	65	134	156	128	59
6J	121	167	184	160	101	94	149	172	149	87	61	112	130	107	49
6K	122	167	184	160	101	94	149	172	149	87	61	112	130	107	49
6L	126	201	222	193	121	98	180	207	179	105	63	134	157	129	59
6M	136	216	238	207	131	105	193	222	193	113	68	144	168	139	63
6N	105	139	154	133	84	82	125	143	124	73	53	93	108	89	41
6O	118	179	197	172	108	91	160	184	160	93	59	120	139	115	52
6P	59	153	169	147	92	46	137	157	137	80	30	102	119	98	45
7A	113	153	169	147	92	88	137	157	137	80	57	102	119	98	45
7B	345	574	633	550	347	268	514	590	512	300	173	384	447	369	168
7C	293	595	656	571	360	227	532	612	531	311	147	398	464	383	174
7D	376	614	677	589	371	292	549	631	548	320	189	410	478	394	180
7E	396	514	566	492	310	307	459	528	458	268	199	343	400	330	150
7F	335	613	676	588	370	260	549	631	547	320	168	410	478	394	180
7G	345	592	653	568	358	267	530	609	528	309	173	396	461	380	173
7H	369	500	551	479	302	286	447	514	446	261	185	334	389	321	146
7I	319	585	646	561	354	247	524	602	522	305	160	391	456	376	172
7J	320	558	615	535	337	248	499	574	498	291	160	373	435	359	164
7K	311	463	510	444	279	241	414	476	413	241	156	309	360	297	136

<b>7L</b>	404	475	524	455	287	313	425	488	424	248	203	317	370	305	139
<b>7M</b>	379	443	489	425	268	294	397	456	395	231	190	296	345	285	130
<b>7N</b>	426	588	649	564	355	330	526	605	525	307	214	393	458	378	172
<b>7O</b>	427	643	709	617	389	331	576	662	574	336	214	430	501	413	189
<b>7P</b>	474	637	702	611	385	368	570	655	568	332	238	426	496	409	187

<b>MED</b>	135	204	225	196	123	105	183	210	182	107	68	137	159	131	60
<b>MIN</b>	12	25	27	24	15	9	22	26	22	13	6	17	19	16	7
<b>UNIF</b>	0,09	0,12	0,12	0,12	0,12	0,09	0,12	0,12	0,12	0,12	0,09	0,12	0,12	0,12	0,12

# M2E simulações de iluminância

# CEU CLARO

PONTO	DEZEMBRO					MARÇO					JUNHO				
	8:00	10:00	12:00	14:00	16:00	8:00	10:00	12:00	14:00	16:00	8:00	10:00	12:00	14:00	16:00
1A	1029	1493	4279	1149	807	1424	3102	2772	1960	1196	3314	17672	18149	13898	793
1B	289	592	1002	517	255	555	1121	1445	1275	776	1086	2399	2228	2128	646
1C	258	414	881	428	192	628	1301	1112	1210	617	955	2431	2348	2234	682
1D	315	502	1108	394	268	617	1251	1467	907	725	1031	2442	2639	2483	764
1E	256	472	894	463	216	655	1022	1359	1128	591	989	2200	2592	2283	837
1F	304	596	1064	384	139	619	1000	1505	1495	679	1048	2337	2231	2283	637
1G	197	533	1040	453	150	492	1105	1309	792	583	1014	2371	2081	2150	643
1H	268	678	906	505	136	599	786	927	866	628	959	2362	2603	2550	667
1I	256	551	558	305	247	441	1167	968	838	601	995	2004	2409	1905	819
1J	207	493	707	382	158	546	783	1310	1233	624	917	2464	2604	2119	768
1K	219	477	914	443	144	492	945	937	1159	552	1060	2475	2686	2374	788
1L	255	323	1182	460	129	725	1075	960	1106	437	955	2117	2438	2626	748
1M	267	410	960	421	168	438	951	1084	826	572	874	1941	2644	2600	714
1N	367	590	888	576	165	596	1423	1574	1044	529	870	2300	2121	2584	734
1O	308	503	1294	415	170	532	1097	1362	1161	655	794	2494	2541	2570	846
1P	552	816	1082	584	342	826	1297	1149	1594	939	445	14891	2392	2094	1999
2A	266	404	1064	454	309	449	806	785	580	394	1058	1038	823	658	249
2B	458	480	1212	473	269	346	789	753	761	453	687	1153	1175	1073	351
2C	430	438	1326	464	282	560	874	922	756	576	652	1120	1341	1019	609
2D	349	439	1373	566	408	492	754	977	783	458	642	1171	1291	1206	657
2E	466	438	1018	568	295	361	691	811	812	526	552	1224	1318	1120	573
2F	360	551	1700	447	242	444	646	806	758	400	862	1045	1293	1089	744
2G	259	542	1308	478	434	504	702	836	707	431	854	1110	1355	1009	494
2H	310	527	1989	462	398	473	855	771	796	534	672	1157	1141	1327	536
2I	417	620	1193	476	307	517	872	656	630	435	612	1212	1104	1064	537
2J	380	375	1520	442	317	554	789	888	700	473	665	1260	1153	1145	880
2K	387	538	1260	469	329	543	569	1016	847	456	512	1154	1231	1136	595
2L	502	489	1215	478	334	451	887	701	685	447	943	1131	1206	1330	543
2M	412	411	1313	404	226	757	690	775	830	397	652	1017	1382	1115	725
2N	366	561	1336	468	259	421	762	889	743	474	556	1165	1467	1220	768
2O	316	471	1121	469	369	392	601	764	838	539	414	1142	1098	1117	901
2P	381	282	940	419	418	363	544	756	797	500	270	792	846	1056	1297
3A	209	280	994	241	139	203	308	292	322	174	334	467	307	290	153
3B	199	173	686	164	166	267	237	274	166	152	352	437	369	352	165
3C	200	248	549	301	108	165	402	261	364	196	478	593	427	572	291
3D	257	377	688	265	154	154	342	374	277	297	416	542	460	533	233
3E	231	275	974	184	322	265	241	402	370	278	494	406	341	358	394
3F	213	300	372	263	135	288	375	324	411	302	351	356	465	377	385
3G	177	286	675	307	185	226	289	384	375	299	275	430	438	290	291
3H	188	234	831	321	154	237	449	389	402	278	366	538	494	368	318
3I	376	222	934	306	234	343	309	332	317	304	368	460	573	356	334
3J	223	345	507	241	138	215	390	364	383	255	445	476	549	436	381
3K	145	239	783	326	159	151	309	305	308	185	375	538	426	347	373
3L	308	268	976	282	213	176	252	186	337	303	299	543	519	277	354
3M	189	270	662	261	148	250	249	292	236	381	346	366	499	419	354
3N	118	246	849	265	120	299	255	331	287	355	377	401	283	421	312
3O	181	202	783	221	159	169	188	381	304	198	216	416	435	416	280
3P	215	243	434	233	271	242	221	262	421	244	135	308	393	430	301
4A	234	125	718	155	180	98	183	213	251	176	150	280	188	178	174
4B	69	287	413	261	136	148	169	174	163	154	221	166	233	156	48
4C	197	120	222	126	145	116	255	162	227	117	158	198	199	250	105

4D	247	226	564	184	237	138	160	216	185	137	256	198	320	210	168
4E	182	212	441	256	164	67	345	270	141	85	197	190	168	229	123
4F	133	218	635	218	241	198	169	256	144	153	197	146	243	199	118
4G	189	220	428	180	126	212	214	261	121	227	245	188	282	231	208
4H	143	258	675	200	146	273	254	293	120	159	154	240	435	220	169
4I	265	229	775	210	173	159	275	281	252	100	223	407	245	202	122
4J	252	279	609	223	290	150	136	177	242	145	178	230	388	130	171
4K	188	211	556	159	251	234	191	341	261	176	196	213	288	241	156
4L	185	198	999	274	199	104	187	199	285	245	138	267	239	279	151
4M	197	204	612	199	130	206	244	304	217	140	118	246	143	294	147
4N	194	159	794	138	246	112	153	153	123	160	153	239	165	196	127
4O	91	117	440	129	118	72	95	284	151	139	116	159	192	171	219
4P	173	224	243	186	134	141	137	213	157	161	97	147	224	273	190
5A	335	224	780	242	159	124	317	221	192	214	102	195	139	81	96
5B	292	266	607	165	151	155	87	199	305	100	125	102	155	75	84
5C	180	213	677	291	224	152	181	336	208	112	217	137	169	253	122
5D	238	285	637	288	260	148	237	253	320	157	99	120	234	155	160
5E	284	232	523	371	312	128	308	237	154	308	178	151	215	176	120
5F	275	285	971	194	333	249	230	359	142	155	133	150	132	210	121
5G	344	313	545	316	273	158	201	204	217	160	138	235	179	188	139
5H	254	177	631	256	283	107	292	161	285	181	138	308	140	270	75
5I	157	272	680	233	189	140	197	365	202	258	74	172	212	191	130
5J	234	415	628	259	316	145	211	251	323	198	105	138	204	185	210
5K	270	205	518	258	271	147	337	177	345	139	204	106	237	189	112
5L	184	336	426	247	293	163	153	244	207	264	122	175	207	191	127
5M	247	255	657	359	221	183	235	204	164	218	128	185	163	214	123
5N	314	157	978	446	156	205	132	209	212	141	73	178	223	199	97
5O	237	215	420	255	233	209	242	227	200	194	88	154	175	138	104
5P	94	256	670	244	241	242	249	290	166	182	77	169	220	203	233
6A	459	364	854	359	214	232	362	341	258	205	129	203	171	157	139
6B	525	458	1459	422	320	332	278	385	299	325	124	167	147	201	164
6C	601	465	1221	533	577	312	352	417	418	359	107	188	257	237	191
6D	374	439	1464	505	611	436	293	469	324	228	207	289	302	260	190
6E	657	558	1344	610	552	229	286	456	336	256	127	247	225	374	107
6F	569	491	1231	551	373	482	371	483	271	380	162	311	278	250	109
6G	593	685	1389	457	541	344	321	417	329	270	181	183	175	344	206
6H	619	479	1230	706	395	338	353	486	295	292	152	262	252	282	205
6I	429	612	1072	743	638	331	360	334	322	257	163	306	201	162	130
6J	520	433	910	564	616	374	471	476	287	304	193	230	273	216	193
6K	508	713	1129	603	496	234	404	365	364	260	237	354	320	269	185
6L	416	644	1704	575	590	388	332	413	367	245	225	258	340	234	189
6M	417	519	1095	528	549	278	266	303	429	253	181	234	267	277	94
6N	509	522	1727	631	615	284	301	426	369	341	196	218	262	263	139
6O	508	520	1430	460	403	250	458	345	289	223	152	306	242	307	157
6P	398	466	972	488	418	292	282	337	229	276	175	244	296	208	196
7A	659	311	517	320	238	230	157	193	124	166	115	97	138	87	69
7B	701	725	881	982	683	228	275	192	291	293	85	158	156	109	91
7C	993	739	1573	675	844	134	304	288	298	236	62	81	134	148	41
7D	775	796	1791	618	584	146	199	398	307	209	83	63	90	83	114
7E	695	580	1725	785	900	174	202	395	159	173	80	102	134	189	91
7F	761	893	1561	921	789	229	209	344	235	169	115	189	183	212	113
7G	957	924	1519	960	932	191	367	317	220	136	59	102	95	98	76
7H	1016	715	1671	906	674	173	247	302	285	140	170	139	127	77	46
7I	880	737	1148	717	639	206	253	443	306	201	79	163	102	135	53
7J	801	855	1315	828	941	169	220	248	307	207	78	102	158	123	59
7K	828	835	1103	661	925	126	272	283	210	169	73	144	116	104	54

<b>7L</b>	890	716	667	705	825	167	252	291	209	208	80	137	203	99	110
<b>7M</b>	568	577	813	870	1050	225	227	307	200	185	101	119	142	135	98
<b>7N</b>	549	946	978	706	836	286	317	263	328	208	160	188	84	98	72
<b>7O</b>	765	971	1155	683	627	418	358	221	244	209	113	82	189	117	58
<b>7P</b>	765	790	1740	701	1315	607	849	399	242	177	175	336	378	291	164

	DEZEMBRO					MARÇO					JUNHO				
	8:00	10:00	12:00	14:00	16:00	8:00	10:00	12:00	14:00	16:00	8:00	10:00	12:00	14:00	16:00
<b>E med</b>	379	438	993	428	350	316	474	523	462	316	381	915	842	762	329
<b>E min</b>	69	117	222	126	108	67	87	153	120	85	59	63	84	75	41
<b>UNIF</b>	0,18	0,27	0,22	0,29	0,31	0,21	0,18	0,29	0,26	0,27	0,15	0,07	0,10	0,10	0,12

# M2E simulações de iluminação

# CEU INTERMEDIÁRIO

PONTO	DEZEMBRO					MARÇO					JUNHO				
	8:00	10:00	12:00	14:00	16:00	8:00	10:00	12:00	14:00	16:00	8:00	10:00	12:00	14:00	16:00
1A	835	856	1219	666	570	914	1622	1453	1134	674	866	3836	3999	2934	434
1B	115	190	515	163	113	185	214	435	339	192	250	460	501	407	150
1C	112	118	237	175	130	142	328	257	176	145	180	468	436	363	149
1D	174	132	231	130	92	112	326	351	275	152	179	462	433	562	140
1E	125	169	274	157	118	124	363	353	229	151	198	435	506	391	142
1F	118	128	196	230	96	185	399	322	283	123	158	453	464	372	129
1G	125	164	225	239	121	138	319	387	336	150	164	510	419	361	140
1H	118	142	174	210	173	84	214	295	408	173	204	494	513	383	124
1I	90	175	347	195	166	126	311	272	296	162	152	531	519	462	139
1J	105	169	326	139	90	203	401	284	291	184	178	399	550	482	174
1K	151	93	263	171	89	152	269	277	262	137	153	470	498	481	128
1L	151	108	253	170	88	152	332	384	294	139	185	423	568	471	140
1M	101	183	411	207	74	151	234	349	297	156	209	489	519	491	131
1N	123	132	360	175	93	143	151	297	163	151	238	444	527	409	150
1O	106	176	256	155	78	145	369	413	392	157	168	533	628	469	170
1P	232	211	295	349	113	215	292	329	471	286	145	2350	446	595	340
2A	149	177	118	124	167	248	371	228	253	173	352	626	387	292	138
2B	229	168	147	161	224	293	412	224	319	238	260	585	485	452	213
2C	197	125	109	178	213	457	272	319	395	329	201	577	621	502	137
2D	208	229	106	212	239	209	372	274	370	209	231	492	477	362	173
2E	258	197	130	187	202	189	322	271	367	245	233	460	550	616	186
2F	149	168	158	183	188	140	414	252	319	131	243	444	565	486	160
2G	174	189	151	155	191	249	417	255	350	267	243	524	543	439	212
2H	219	198	145	269	218	380	369	324	258	204	218	584	421	554	214
2I	188	218	138	270	235	191	271	196	366	181	219	590	538	420	173
2J	262	149	143	181	153	283	328	246	367	203	299	480	443	668	230
2K	299	145	123	164	195	191	263	307	313	357	174	642	648	380	196
2L	246	202	145	159	195	190	244	329	399	326	259	452	553	478	179
2M	299	139	78	190	222	270	262	175	253	345	257	464	470	503	208
2N	227	165	131	222	182	363	210	212	363	328	194	535	507	608	205
2O	223	140	103	266	190	240	251	230	306	268	170	640	517	457	179
2P	150	140	149	170	232	146	192	191	291	299	100	233	514	441	289
3A	152	84	59	69	68	145	209	88	111	95	110	222	128	96	44
3B	161	95	74	108	72	105	138	64	67	116	118	189	71	126	89
3C	154	44	79	60	115	143	197	107	94	86	154	194	223	120	65
3D	114	89	50	100	113	94	108	130	87	162	85	172	228	184	75
3E	130	65	92	115	163	77	161	142	108	181	99	190	124	124	61
3F	128	132	57	150	216	96	160	147	198	50	108	116	207	302	100
3G	120	53	60	71	144	147	227	105	126	154	117	279	144	153	76
3H	136	103	72	102	128	53	84	100	147	122	120	199	143	258	84
3I	143	70	93	95	140	145	172	70	183	92	93	167	186	245	91
3J	45	83	67	122	70	99	147	56	123	120	101	255	169	174	92
3K	74	35	77	82	56	119	126	92	152	65	37	242	163	193	108
3L	134	76	65	118	120	82	141	52	200	65	94	125	269	129	80
3M	97	79	63	103	175	93	74	77	156	66	100	189	246	232	118
3N	63	60	31	128	69	102	64	81	210	109	114	171	221	153	97
3O	104	88	50	66	145	27	138	64	91	123	46	134	203	61	79
3P	78	69	53	152	106	52	82	86	142	85	61	158	93	225	110
4A	95	54	42	64	32	108	48	72	75	46	57	73	78	87	44
4B	69	27	29	82	77	85	55	29	91	45	59	71	59	86	12
4C	78	78	48	71	74	66	59	37	68	75	58	87	69	105	51

4D	106	68	40	87	29	80	58	43	74	69	95	102	44	107	23
4E	47	43	66	41	94	94	84	40	121	73	100	152	36	141	75
4F	101	53	43	62	137	49	101	59	139	53	43	93	119	79	30
4G	146	77	65	116	140	116	56	40	104	50	80	142	115	63	26
4H	22	77	66	65	52	67	88	80	119	81	55	128	150	81	52
4I	67	71	74	100	139	115	82	64	99	97	66	117	165	88	48
4J	131	56	71	72	132	82	66	62	102	120	56	97	134	139	31
4K	114	74	34	34	108	55	127	93	86	61	64	131	54	41	45
4L	115	85	50	59	53	85	15	70	24	82	67	141	70	147	42
4M	117	89	33	96	101	55	92	54	75	135	42	77	129	56	51
4N	39	55	63	75	23	57	51	96	59	60	62	117	97	88	56
4O	75	62	57	38	68	52	81	56	90	75	79	55	101	107	16
4P	81	54	51	66	98	35	103	36	82	108	29	114	59	122	65
5A	192	83	60	55	99	113	100	54	76	69	56	100	68	25	27
5B	74	96	46	81	55	58	101	38	69	37	14	112	78	26	21
5C	85	50	62	59	116	71	117	46	141	79	27	104	39	47	40
5D	105	101	64	53	42	99	45	68	132	104	61	72	119	75	69
5E	95	43	48	98	211	127	96	87	146	104	46	70	103	36	20
5F	156	62	71	100	148	79	67	67	65	38	73	106	107	84	64
5G	112	76	82	135	225	100	109	74	45	120	68	92	42	76	62
5H	135	140	51	137	157	41	69	53	123	113	63	138	147	102	50
5I	181	118	53	58	158	89	207	49	102	108	29	64	72	94	40
5J	160	95	47	111	169	91	69	40	65	122	34	101	114	93	36
5K	132	137	83	99	44	94	83	98	54	98	39	144	104	99	67
5L	198	102	71	167	108	71	77	61	98	107	41	114	102	104	68
5M	207	59	86	66	81	49	104	62	104	128	49	54	75	149	42
5N	125	73	59	99	145	135	65	47	88	86	51	74	69	105	74
5O	113	49	33	76	118	46	48	49	86	76	57	87	31	80	54
5P	97	51	40	118	170	73	54	75	135	51	37	48	132	112	60
6A	161	132	65	80	93	209	111	75	97	51	50	141	112	97	44
6B	300	148	110	189	228	148	141	109	163	145	68	100	101	90	63
6C	358	210	123	301	315	196	160	114	153	163	119	89	125	167	39
6D	382	157	112	189	272	234	135	138	204	250	79	158	88	223	71
6E	234	205	126	210	369	155	220	127	157	244	107	121	116	91	88
6F	390	224	139	307	468	233	284	159	194	129	141	193	143	97	53
6G	373	169	91	238	294	214	167	120	156	242	83	136	132	79	85
6H	232	147	114	188	272	243	224	98	147	148	127	159	147	81	60
6I	343	166	112	255	356	146	157	93	149	262	71	159	160	115	105
6J	201	164	136	282	256	191	115	161	100	246	95	214	120	111	61
6K	237	190	129	228	284	248	135	108	199	212	92	155	159	189	78
6L	269	171	127	293	310	267	186	131	197	277	98	156	173	128	68
6M	372	183	131	225	310	115	259	105	157	167	62	163	158	161	64
6N	222	174	125	391	252	180	218	81	120	198	116	190	107	145	90
6O	242	158	125	201	325	162	175	120	217	196	127	224	117	168	79
6P	143	100	110	169	260	117	118	92	197	134	51	70	110	142	111
7A	189	100	49	75	67	108	96	42	42	45	34	70	65	52	20
7B	204	158	599	341	275	142	110	151	103	119	47	75	79	190	72
7C	131	156	710	215	219	150	204	114	138	153	57	93	94	75	21
7D	210	184	164	142	264	55	189	81	99	102	28	73	51	76	48
7E	201	130	349	263	237	114	122	114	91	151	49	109	113	46	47
7F	215	181	298	267	212	54	162	72	86	113	36	134	56	67	47
7G	233	237	306	272	177	85	80	105	173	67	50	73	110	45	52
7H	197	216	209	276	196	47	101	106	94	87	75	98	149	163	46
7I	282	190	199	230	267	79	187	126	106	101	56	108	148	75	24
7J	164	265	242	183	189	130	130	131	208	84	93	131	134	127	19
7K	297	209	301	276	189	119	90	146	148	93	91	116	71	79	30

<b>7L</b>	255	148	231	264	195	131	236	106	73	119	65	65	54	70	48
<b>7M</b>	289	145	199	207	204	128	147	157	104	129	67	156	77	41	51
<b>7N</b>	181	251	409	276	264	134	122	147	132	85	56	133	72	124	54
<b>7O</b>	199	184	340	244	212	95	136	104	133	115	57	82	116	106	35
<b>7P</b>	332	308	223	283	417	97	179	115	228	105	68	135	138	142	53

	DEZEMBRO					MARÇO					JUNHO				
	8:00	10:00	12:00	14:00	16:00	8:00	10:00	12:00	14:00	16:00	8:00	10:00	12:00	14:00	16:00
<b>E med</b>	176	136	153	165	170	143	188	156	184	146	116	280	259	236	94
<b>E min</b>	22	27	29	34	23	27	15	29	24	37	14	48	31	25	12
<b>UNIF</b>	0,13	0,20	0,19	0,20	0,13	0,19	0,08	0,19	0,13	0,25	0,12	0,17	0,12	0,10	0,13

# M2E simulações de iluminação

# CEU ENCOBERTO

PONTO	DEZEMBRO					MARÇO					JUNHO				
	8:00	10:00	12:00	14:00	16:00	8:00	10:00	12:00	14:00	16:00	8:00	10:00	12:00	14:00	16:00
1A	666	996	1099	955	602	517	891	1024	889	520	334	666	776	640	292
1B	128	148	163	142	89	99	132	152	132	77	64	99	115	95	43
1C	39	116	128	111	70	30	104	119	103	60	19	77	90	74	34
1D	140	94	104	91	57	108	84	97	84	49	70	63	74	61	28
1E	113	140	154	134	84	88	125	144	125	73	57	93	109	90	41
1F	119	146	161	140	88	93	131	150	130	76	60	98	114	94	43
1G	112	95	105	91	57	87	85	98	85	49	56	63	74	61	28
1H	58	156	172	150	94	45	140	160	139	81	29	104	122	100	46
1I	94	164	181	157	99	73	147	169	146	86	47	110	128	105	48
1J	87	81	89	78	49	68	72	83	72	42	44	54	63	52	24
1K	58	141	156	135	85	45	126	145	126	74	29	94	110	91	41
1L	110	151	166	145	91	85	135	155	134	79	55	101	117	97	44
1M	37	72	80	69	44	29	65	74	64	38	18	48	56	46	21
1N	60	112	124	108	68	47	100	115	100	59	30	75	87	72	33
1O	110	180	198	172	109	85	161	185	160	94	55	120	140	116	53
1P	127	171	188	164	103	98	153	176	152	89	64	114	133	110	50
2A	151	108	119	103	65	117	96	111	96	56	76	72	84	69	32
2B	139	243	268	233	147	108	217	250	217	127	70	162	189	156	71
2C	128	283	312	272	171	99	253	291	253	148	64	189	221	182	83
2D	175	171	189	164	103	136	153	176	153	89	88	114	133	110	50
2E	209	228	252	219	138	162	204	235	204	119	105	153	178	147	67
2F	201	277	306	266	168	156	248	285	247	145	101	185	216	178	81
2G	176	258	285	247	156	136	231	265	230	135	88	172	201	166	76
2H	166	158	174	152	96	128	141	163	141	83	83	106	123	102	46
2I	203	249	274	238	150	158	222	256	222	130	102	166	194	160	73
2J	160	227	251	218	137	124	203	234	203	119	80	152	177	146	67
2K	114	247	273	237	149	88	221	254	220	129	57	165	193	159	72
2L	145	160	177	154	97	112	143	165	143	84	73	107	125	103	47
2M	156	118	130	113	71	121	106	122	105	62	78	79	92	76	35
2N	119	170	187	163	103	92	152	174	151	89	60	113	132	109	50
2O	88	221	244	212	134	68	198	227	197	115	44	148	172	142	65
2P	81	151	166	144	91	62	135	155	134	79	40	101	117	97	44
3A	41	99	109	95	60	32	89	102	88	52	21	66	77	64	29
3B	61	64	70	61	39	47	57	66	57	33	31	43	50	41	19
3C	70	67	74	64	40	55	60	69	60	35	35	45	52	43	20
3D	63	36	40	34	22	49	32	37	32	19	32	24	28	23	11
3E	79	34	37	32	20	61	30	35	30	18	40	23	26	22	10
3F	54	120	132	115	72	42	107	123	107	63	27	80	93	77	35
3G	53	101	112	97	61	41	91	104	90	53	27	68	79	65	30
3H	73	128	142	123	78	57	115	132	115	67	37	86	100	83	38
3I	57	51	56	48	31	44	45	52	45	26	28	34	39	33	15
3J	64	94	103	90	57	50	84	96	83	49	32	63	73	60	27
3K	54	104	114	99	63	42	93	107	92	54	27	69	81	67	30
3L	61	114	126	109	69	48	102	117	102	59	31	76	89	73	33
3M	87	113	124	108	68	68	101	116	101	59	44	75	88	72	33
3N	55	85	94	82	51	42	76	87	76	44	27	57	66	55	25
3O	40	58	64	55	35	31	52	59	52	30	20	39	45	37	17
3P	30	84	93	81	51	23	75	87	75	44	15	56	66	54	25
4A	44	45	50	44	27	34	41	47	41	24	22	30	35	29	13
4B	54	47	51	45	28	42	42	48	42	24	27	31	36	30	14
4C	25	143	158	137	87	19	128	147	128	75	12	96	112	92	42

4D	72	67	74	65	41	56	60	69	60	35	36	45	52	43	20
4E	56	71	78	68	43	43	63	73	63	37	28	47	55	45	21
4F	37	42	46	40	25	29	38	43	38	22	19	28	33	27	12
4G	66	99	110	95	60	51	89	102	89	52	33	66	77	64	29
4H	42	61	67	58	37	33	54	62	54	32	21	40	47	39	18
4I	4	63	70	61	38	3	57	65	56	33	2	42	49	41	19
4J	42	74	81	71	44	32	66	76	66	38	21	49	57	47	22
4K	41	51	57	49	31	32	46	53	46	27	21	34	40	33	15
4L	13	66	73	63	40	10	59	68	59	34	6	44	51	42	19
4M	53	50	55	48	30	41	45	51	45	26	27	33	39	32	15
4N	27	96	106	92	58	21	86	99	86	50	13	64	75	62	28
4O	56	52	57	50	31	44	46	53	46	27	28	35	40	33	15
4P	24	22	25	21	13	19	20	23	20	12	12	15	17	14	7
5A	55	55	61	53	34	42	50	57	49	29	27	37	43	36	16
5B	53	95	105	91	57	41	85	98	85	50	27	64	74	61	28
5C	28	75	83	72	45	22	67	77	67	39	14	50	58	48	22
5D	46	130	144	125	79	36	116	134	116	68	23	87	101	84	38
5E	96	84	93	81	51	74	75	86	75	44	48	56	65	54	25
5F	105	40	44	39	24	82	36	41	36	21	53	27	31	26	12
5G	40	30	33	28	18	31	27	30	26	15	20	20	23	19	9
5H	47	104	115	100	63	37	93	107	93	54	24	69	81	67	30
5I	35	174	192	167	105	27	155	179	155	91	17	116	135	112	51
5J	54	73	81	70	44	42	65	75	65	38	27	49	57	47	21
5K	59	95	105	91	57	46	85	98	85	50	30	63	74	61	28
5L	77	91	100	87	55	60	81	94	81	47	39	61	71	58	27
5M	42	63	69	60	38	32	56	64	56	33	21	42	49	40	18
5N	90	52	57	50	31	70	46	53	46	27	45	35	40	33	15
5O	56	117	129	112	71	43	105	120	104	61	28	78	91	75	34
5P	52	60	67	58	36	40	54	62	54	32	26	40	47	39	18
6A	30	140	154	134	85	23	125	144	125	73	15	94	109	90	41
6B	144	201	222	193	122	112	180	207	180	105	72	135	157	129	59
6C	137	243	268	233	147	106	218	250	217	127	69	163	189	156	71
6D	96	122	135	117	74	75	109	126	109	64	48	82	95	78	36
6E	113	219	242	210	132	88	196	225	195	114	57	146	171	141	64
6F	117	260	287	250	157	91	233	268	232	136	59	174	203	167	76
6G	206	241	265	231	145	160	215	248	215	126	103	161	188	155	71
6H	182	216	238	207	131	142	193	222	193	113	92	144	168	139	63
6I	160	211	233	203	128	124	189	217	189	110	81	141	165	136	62
6J	128	248	274	238	150	99	222	255	221	129	64	166	193	159	73
6K	134	290	320	279	175	104	260	299	259	152	67	194	226	187	85
6L	103	202	223	194	122	80	181	208	181	106	52	135	158	130	59
6M	147	263	290	252	159	114	235	271	235	137	74	176	205	169	77
6N	116	208	229	199	125	90	186	213	185	108	58	139	162	133	61
6O	185	195	215	187	118	143	174	200	174	102	93	130	152	125	57
6P	97	170	187	163	103	75	152	175	151	89	48	114	132	109	50
7A	51	58	63	55	35	40	51	59	51	30	26	38	45	37	17
7B	137	210	232	202	127	106	188	216	187	110	69	140	164	135	62
7C	104	115	127	111	70	81	103	119	103	60	52	77	90	74	34
7D	73	218	240	209	132	57	195	224	194	114	37	145	170	140	64
7E	125	171	189	164	103	97	153	176	153	89	63	114	133	110	50
7F	109	138	152	132	83	84	123	142	123	72	55	92	107	89	40
7G	117	137	151	131	83	91	122	140	122	71	59	91	106	88	40
7H	48	73	80	70	44	38	65	75	65	38	24	48	56	47	21
7I	141	164	181	157	99	110	147	169	146	86	71	110	128	105	48
7J	115	88	97	85	53	89	79	91	79	46	58	59	69	57	26
7K	133	131	144	125	79	103	117	134	117	68	67	87	102	84	38

<b>7L</b>	56	151	166	145	91	43	135	155	134	79	28	101	117	97	44
<b>7M</b>	40	197	218	189	119	31	177	203	176	103	20	132	154	127	58
<b>7N</b>	80	54	60	52	33	62	49	56	49	28	40	36	42	35	16
<b>7O</b>	102	112	123	107	67	79	100	115	100	58	51	75	87	72	33
<b>7P</b>	93	78	86	75	47	72	70	80	69	41	47	52	61	50	23

	DEZEMBRO					MARÇO					JUNHO				
	8:00	10:00	12:00	14:00	16:00	8:00	10:00	12:00	14:00	16:00	8:00	10:00	12:00	14:00	16:00
<b>E med</b>	95	138	153	133	84	74	124	142	123	72	48	92	108	89	41
<b>E min</b>	4	22	25	21	13	3	20	23	20	12	2	15	17	14	7
<b>UNIF</b>	0,05	0,16	0,16	0,16	0,16	0,05	0,16	0,16	0,16	0,16	0,05	0,16	0,16	0,16	0,16

# M2F simulações de iluminância (lux)

# CEU CLARO

PONTO	DEZEMBRO					MARÇO					JUNHO				
	8:00	10:00	12:00	14:00	16:00	8:00	10:00	12:00	14:00	16:00	8:00	10:00	12:00	14:00	16:00
1A	155	318	750	423	232	440	1098	1303	1192	569	72	1606	1938	13330	87
1B	133	360	660	403	200	528	1211	1286	1214	550	97	1729	1882	1719	60
1C	137	528	1043	350	249	590	1524	1733	1876	1504	138	2471	1511	1603	121
1D	129	343	655	652	196	831	992	2034	1116	579	164	2035	1535	888	144
1E	144	318	877	423	182	732	1752	2612	1756	881	230	1880	3614	2522	85
1F	142	273	1112	635	127	485	1696	3153	789	513	763	2171	2275	2292	84
1G	206	323	738	317	112	556	2036	2841	1968	566	699	1706	704	1364	125
1H	192	449	1044	434	130	859	854	2533	1321	533	597	987	1965	1134	102
1I	94	578	1088	617	127	506	2456	2026	1151	750	1066	1320	1716	1452	364
1J	214	267	784	216	144	1104	931	2312	2608	926	271	2743	3605	1905	846
1K	170	279	732	489	129	379	774	1861	1998	654	113	4118	1647	1570	299
1L	135	310	993	498	127	593	1395	2054	2096	886	106	1512	2115	1750	177
1M	309	427	1116	605	101	1007	813	1885	1283	587	75	1342	952	823	163
1N	221	308	1040	310	114	885	1752	712	2015	1240	48	2246	1385	2173	56
1O	292	805	1137	526	122	889	1740	1098	1221	1206	68	1530	2485	1322	86
1P	471	1323	773	250	162	972	932	1888	1447	647	109	13428	2678	1791	51
2A	171	257	506	252	256	290	464	512	559	198	129	571	780	599	134
2B	187	344	659	267	313	261	680	671	688	313	152	722	1040	804	118
2C	284	312	595	262	289	351	614	728	785	423	122	790	891	798	119
2D	228	248	845	407	280	349	675	883	675	431	212	761	1114	595	159
2E	177	233	539	341	323	327	604	919	651	363	11900	755	1064	776	177
2F	286	305	566	300	252	344	666	934	642	276	329	907	978	827	154
2G	235	243	516	273	246	316	614	794	762	297	12070	795	596	802	119
2H	278	392	486	276	232	339	541	801	708	303	12022	687	728	824	144
2I	152	229	577	360	316	396	604	867	802	413	12042	757	919	668	184
2J	263	334	501	300	195	348	515	845	842	369	187	1113	1213	792	366
2K	334	210	520	200	355	290	507	737	639	445	194	1377	981	550	259
2L	212	225	711	213	230	472	573	711	615	349	83	1048	903	580	204
2M	261	353	643	284	275	437	490	797	681	300	101	645	849	582	171
2N	253	275	760	251	180	389	719	819	817	392	189	733	916	856	79
2O	275	340	667	247	223	304	725	747	518	499	148	681	1007	884	81
2P	340	329	428	184	184	246	473	522	420	249	73	445	774	585	61
3A	81	110	245	180	96	71	103	203	185	96	35	161	162	261	19
3B	84	181	239	148	173	150	266	239	268	140	78	233	231	292	114
3C	112	198	266	116	175	160	233	276	257	177	41	255	271	353	95
3D	199	107	333	192	263	156	206	307	314	158	88	269	370	209	93
3E	173	156	245	117	84	154	262	338	306	156	203	297	325	232	73
3F	198	207	140	236	125	174	305	381	263	113	153	311	296	320	31
3G	118	184	125	159	100	158	276	307	198	127	146	271	260	288	29
3H	161	231	165	180	226	104	311	237	272	188	160	188	261	223	67
3I	237	130	175	208	207	164	190	262	256	109	91	381	311	173	98
3J	194	119	298	142	186	193	211	345	193	172	197	320	390	268	95
3K	128	173	137	111	172	177	292	256	228	191	160	329	362	179	167
3L	194	102	251	227	203	160	271	300	202	190	120	182	333	195	113
3M	164	192	256	221	141	146	284	286	180	135	68	266	217	234	147
3N	203	163	361	157	147	130	201	278	328	179	35	304	331	272	112
3O	174	213	304	171	149	87	251	224	240	134	111	275	327	214	84
3P	116	171	247	169	110	111	146	149	220	75	116	252	354	129	25
4A	56	83	103	60	63	54	101	106	224	140	81	86	185	164	53
4B	102	114	170	112	131	33	154	257	142	49	90	74	270	177	73
4C	182	93	160	65	134	135	149	206	181	45	93	226	218	83	51

4D	127	89	353	148	151	92	265	182	123	62	40	199	205	135	73
4E	124	109	216	161	87	112	152	211	184	82	95	147	250	138	65
4F	197	152	154	107	90	53	184	257	169	95	47	190	240	304	99
4G	182	98	120	116	274	78	112	186	106	79	134	173	201	151	8
4H	152	121	140	125	179	55	92	113	185	68	92	189	102	218	71
4I	151	99	214	162	101	83	174	127	212	59	108	162	249	254	145
4J	117	114	140	92	93	79	135	144	184	65	73	188	186	182	63
4K	161	113	391	97	92	86	265	105	145	200	105	297	285	86	108
4L	128	122	331	133	136	127	160	292	177	123	44	140	257	161	78
4M	176	140	170	103	172	150	158	222	238	155	134	182	140	160	63
4N	155	120	169	170	216	53	123	147	144	145	54	157	159	129	58
4O	138	104	118	66	129	64	117	149	207	43	103	94	193	182	41
4P	199	115	163	150	103	77	133	159	189	79	90	237	136	125	52
5A	112	104	89	61	163	61	119	186	204	109	88	161	147	278	106
5B	156	180	145	118	215	81	177	183	185	81	114	234	219	213	98
5C	214	163	410	147	185	90	185	249	77	40	99	169	157	51	87
5D	124	213	323	231	134	128	317	176	162	131	106	229	210	238	106
5E	187	146	239	216	133	184	138	348	214	110	145	169	290	110	103
5F	207	166	356	139	144	150	290	290	204	204	162	229	163	276	203
5G	192	122	255	197	176	140	266	286	274	70	120	368	295	242	116
5H	179	130	211	138	255	122	250	204	182	93	127	221	160	282	91
5I	234	106	239	137	172	83	293	290	313	103	147	246	172	259	155
5J	100	102	380	195	136	157	258	210	131	137	189	428	360	259	170
5K	116	161	160	134	169	109	145	194	190	225	212	287	226	295	109
5L	138	197	305	146	187	132	205	205	96	93	160	295	180	267	60
5M	150	167	309	234	172	88	188	227	196	210	206	190	216	306	113
5N	126	160	366	162	227	161	121	222	190	171	147	195	232	242	108
5O	233	155	344	128	186	159	142	169	145	91	119	169	145	169	113
5P	227	180	150	69	94	192	151	195	200	68	116	145	148	177	76
6A	182	122	192	181	304	143	241	231	199	181	85	237	255	298	141
6B	550	267	625	356	524	161	361	328	260	204	152	235	338	241	137
6C	446	449	538	292	441	158	216	250	360	246	236	443	484	436	178
6D	493	300	693	431	433	202	390	366	281	167	233	428	363	198	168
6E	476	281	318	359	457	185	441	405	214	212	293	574	428	298	180
6F	545	408	584	250	623	136	305	506	315	224	201	594	449	372	179
6G	465	363	656	349	449	227	307	483	178	201	157	359	411	362	211
6H	629	343	377	436	661	165	411	376	324	291	292	470	435	314	152
6I	413	342	600	431	525	236	289	384	305	180	152	354	441	243	151
6J	450	347	517	356	431	146	351	232	225	269	217	360	271	729	184
6K	459	370	480	301	635	236	284	230	289	176	256	541	210	389	153
6L	649	416	438	442	756	225	291	378	240	306	234	426	366	175	244
6M	551	306	755	345	624	144	345	404	272	234	171	546	536	353	193
6N	456	290	564	324	502	272	287	535	445	179	81	155	578	333	290
6O	413	463	612	281	315	263	320	441	386	173	189	281	260	188	219
6P	366	494	440	228	243	278	423	197	237	86	232	367	541	413	53
7A	823	123	180	266	894	24	106	84	77	89	15	31	122	86	70
7B	1329	657	1059	546	1614	141	158	172	172	319	34	141	123	116	90
7C	1322	1149	1071	966	1157	86	281	250	177	218	82	125	101	87	95
7D	1206	969	958	631	765	194	210	240	252	146	69	93	122	148	51
7E	787	790	1526	818	1327	177	198	279	293	104	37	86	118	146	40
7F	1275	1046	765	557	1552	110	224	254	229	143	69	225	127	133	53
7G	1537	896	902	559	1457	126	180	212	168	123	83	144	101	113	58
7H	2017	562	1236	1293	1390	152	188	152	154	141	55	132	99	115	73
7I	1163	543	745	988	1469	135	249	221	264	211	77	125	138	116	57
7J	900	819	1371	707	827	178	225	175	155	185	80	111	86	86	46
7K	1428	538	1224	1133	1760	151	199	250	208	149	74	113	144	82	30

<b>7L</b>	1896	945	755	1435	1740	157	232	174	228	86	128	139	146	98	55
<b>7M</b>	1471	1167	1208	1078	1954	169	303	245	212	136	88	158	126	59	65
<b>7N</b>	1055	862	1592	558	1337	331	256	250	223	177	98	171	160	129	35
<b>7O</b>	1289	939	1635	554	817	354	605	319	308	160	95	159	220	150	54
<b>7P</b>	1499	2225	896	909	1033	503	1230	611	404	217	254	271	443	174	44

	DEZEMBRO					MARÇO					JUNHO				
	8:00	10:00	12:00	14:00	16:00	8:00	10:00	12:00	14:00	16:00	8:00	10:00	12:00	14:00	16:00
<b>E med</b>	386	344	542	330	385	256	456	573	479	267	576	669	597	594	120
<b>E min</b>	56	83	89	60	63	24	92	84	77	40	15	31	86	51	8
<b>UNIF</b>	0,14	0,24	0,16	0,18	0,16	0,09	0,20	0,15	0,16	0,15	0,03	0,05	0,14	0,09	0,07

# M2F simulações de iluminância (lux)

# CEU INTERMEDIÁRIO

PONTO	DEZEMBRO					MARÇO					JUNHO				
	8:00	10:00	12:00	14:00	16:00	8:00	10:00	12:00	14:00	16:00	8:00	10:00	12:00	14:00	16:00
1A	100	108	144	157	125	146	277	318	356	188	69	396	522	2200	71
1B	74	125	90	121	90	153	289	316	320	141	64	395	512	345	53
1C	99	128	194	103	111	180	275	500	319	179	70	350	358	389	40
1D	94	103	116	182	110	208	264	238	347	85	73	303	461	442	79
1E	99	106	81	117	49	189	414	263	362	210	98	498	543	546	67
1F	159	75	152	129	135	99	255	539	235	200	159	293	484	386	83
1G	101	106	110	127	98	185	200	412	188	153	250	208	514	397	60
1H	122	129	136	163	89	148	258	324	307	156	179	368	317	396	78
1I	116	137	156	142	93	168	416	259	201	194	209	437	555	470	64
1J	109	143	95	113	100	160	468	411	425	215	75	351	386	401	94
1K	118	93	141	139	100	190	243	296	360	226	95	739	385	544	61
1L	69	108	161	170	67	141	377	230	333	149	72	382	478	594	76
1M	102	85	106	60	122	182	294	315	290	172	70	571	319	654	51
1N	88	152	89	141	93	320	397	282	190	215	80	310	379	589	59
1O	142	96	93	124	78	203	283	359	164	227	88	271	479	420	64
1P	252	170	216	170	159	269	434	458	396	239	106	2228	532	403	71
2A	51	47	42	74	55	61	127	116	151	114	29	104	195	96	36
2B	45	80	78	118	90	69	172	196	148	131	71	172	262	250	70
2C	146	107	108	79	115	90	206	176	278	120	72	267	290	260	51
2D	136	61	100	59	79	66	255	153	169	91	93	219	323	366	13
2E	57	73	96	80	73	97	102	133	105	81	1870	198	257	158	40
2F	46	87	68	119	112	100	228	136	202	160	84	164	243	126	35
2G	61	70	94	57	112	82	119	147	129	103	1824	129	264	176	12
2H	50	78	78	66	69	102	167	142	143	156	1825	205	191	160	77
2I	65	77	69	101	59	81	114	157	98	82	1828	126	218	244	65
2J	90	112	80	109	64	51	217	120	163	67	36	208	149	125	70
2K	75	68	122	75	102	58	109	109	178	118	31	345	181	132	44
2L	97	135	72	120	134	116	132	155	103	132	31	230	251	193	56
2M	81	129	91	68	64	128	233	170	205	72	45	414	309	213	72
2N	113	92	111	120	85	92	262	222	180	91	64	196	252	228	62
2O	156	77	101	87	67	148	173	188	200	125	94	166	226	243	48
2P	103	63	38	58	42	102	160	86	148	43	47	178	156	153	28
3A	35	20	37	31	40	22	38	52	77	43	8	44	39	41	28
3B	35	34	45	44	65	68	55	81	90	33	34	82	108	69	40
3C	77	53	60	78	46	28	88	48	48	17	30	52	108	124	41
3D	34	28	58	85	76	38	108	39	59	45	50	85	76	117	52
3E	67	26	52	38	39	51	77	56	102	67	71	61	51	92	6
3F	70	47	36	36	44	51	59	53	45	34	48	40	88	50	20
3G	39	40	39	49	45	64	66	61	51	54	38	59	56	57	17
3H	64	47	51	58	62	57	88	69	36	34	40	72	33	58	24
3I	55	34	41	26	35	29	50	59	66	50	42	59	70	80	18
3J	61	37	35	47	52	31	59	42	63	33	50	55	56	48	17
3K	42	40	49	43	74	45	94	48	63	38	21	199	76	40	18
3L	50	37	27	35	66	37	101	55	107	37	71	66	53	100	23
3M	74	34	46	36	82	41	65	57	59	63	21	161	120	92	59
3N	67	76	48	40	98	47	88	78	71	44	19	120	72	96	28
3O	37	46	53	56	58	53	76	60	78	39	17	72	94	100	28
3P	54	21	17	28	54	38	35	30	32	41	28	70	38	82	14
4A	18	19	19	15	24	11	29	29	26	15	13	50	38	60	8
4B	57	19	34	28	36	44	51	17	52	11	16	13	12	87	19
4C	82	41	20	30	53	18	40	32	40	27	36	46	44	34	16

4D	58	45	51	45	68	45	42	35	65	55	25	43	43	73	8
4E	52	24	41	51	25	45	29	46	47	22	31	39	58	44	22
4F	32	23	28	23	68	32	48	37	51	26	25	39	57	50	15
4G	47	35	27	25	55	35	60	46	37	34	41	30	43	47	20
4H	35	16	37	26	47	29	41	53	46	44	32	33	61	82	23
4I	30	15	37	33	32	28	47	45	41	50	20	35	75	52	25
4J	48	36	42	30	25	30	45	35	51	37	19	32	56	69	15
4K	94	28	26	53	37	17	61	39	44	22	52	42	56	31	27
4L	22	42	40	38	38	47	14	36	45	42	22	26	29	38	37
4M	43	38	31	41	61	52	65	30	62	30	11	35	24	113	25
4N	68	20	23	43	41	72	65	34	84	18	14	84	63	87	21
4O	29	43	36	28	48	33	29	46	46	31	39	67	31	84	34
4P	73	33	38	28	18	25	33	17	42	9	18	31	42	47	28
5A	26	22	24	26	37	21	19	42	33	11	18	25	26	29	15
5B	80	27	31	55	38	62	48	59	30	35	35	36	83	80	27
5C	71	43	39	74	55	37	57	35	31	30	24	96	94	54	35
5D	39	42	56	52	29	52	75	37	80	53	30	117	63	31	41
5E	59	77	39	94	53	35	42	43	83	29	8	59	69	56	20
5F	62	53	42	34	29	32	72	52	52	41	47	79	72	125	31
5G	62	37	36	33	74	14	44	50	63	31	40	30	84	57	18
5H	64	63	39	54	45	29	71	41	24	35	42	48	84	54	49
5I	62	46	45	51	80	45	68	72	38	34	54	47	46	54	14
5J	80	62	67	56	38	26	46	55	65	28	30	101	72	104	14
5K	52	49	41	54	77	35	21	27	53	59	26	71	90	73	16
5L	49	34	48	62	73	82	51	67	52	40	53	140	66	80	53
5M	58	76	45	96	67	35	49	43	66	36	64	77	61	90	15
5N	93	49	62	53	53	64	52	76	60	32	26	70	44	52	30
5O	71	44	36	28	82	53	38	36	50	40	56	49	69	53	32
5P	65	33	28	18	44	29	33	27	58	58	16	34	99	45	23
6A	34	36	36	51	50	50	51	29	56	43	34	50	49	89	24
6B	155	61	97	51	151	102	75	95	115	87	60	169	85	112	68
6C	171	46	80	132	130	80	113	96	111	49	61	90	130	146	36
6D	113	94	91	138	194	119	89	51	72	201	39	137	112	78	56
6E	98	89	85	74	173	105	112	110	176	47	68	202	70	99	51
6F	99	121	80	83	111	61	93	59	59	92	54	171	93	146	58
6G	174	50	114	177	151	92	62	129	72	45	52	104	144	119	50
6H	130	88	81	119	123	89	125	100	149	113	40	164	146	57	47
6I	111	82	125	116	199	84	82	46	71	55	74	93	114	145	84
6J	137	120	77	77	110	104	159	71	83	84	82	114	211	152	71
6K	201	76	83	94	187	57	114	41	61	77	69	69	154	189	67
6L	161	107	103	69	105	92	120	80	56	61	106	176	132	67	58
6M	135	68	92	82	134	29	99	121	134	88	58	80	109	109	32
6N	207	111	75	128	244	51	142	78	89	108	82	155	44	127	59
6O	133	137	71	152	144	160	101	104	84	69	76	120	84	90	69
6P	119	72	66	95	144	43	39	80	60	52	31	47	108	85	24
7A	46	29	55	46	57	13	43	12	8	42	8	10	20	25	10
7B	332	220	192	191	375	121	67	83	165	109	15	68	42	67	50
7C	290	103	126	227	459	78	89	75	106	89	45	55	65	79	28
7D	289	195	245	246	389	62	97	33	119	59	46	40	76	57	26
7E	356	164	227	187	275	114	101	56	113	113	42	74	55	39	33
7F	287	241	211	270	226	87	86	70	99	83	38	74	45	92	24
7G	519	183	139	211	378	71	104	80	49	78	38	49	90	83	44
7H	526	134	147	268	373	106	91	78	97	126	63	82	52	59	35
7I	219	125	223	236	244	83	112	93	56	94	24	122	81	56	46
7J	322	130	184	262	329	124	75	88	54	50	44	62	61	90	38
7K	353	240	119	259	418	78	89	60	78	78	33	67	56	50	28

<b>7L</b>	406	199	157	183	300	112	83	76	74	112	40	77	49	92	46
<b>7M</b>	439	212	111	198	325	84	58	63	85	87	63	87	57	76	46
<b>7N</b>	330	236	173	242	274	109	65	61	73	85	58	82	60	71	39
<b>7O</b>	397	166	149	281	455	127	88	71	56	95	67	48	64	47	40
<b>7P</b>	426	170	233	209	270	202	142	129	127	131	108	179	119	100	37

	DEZEMBRO					MARÇO					JUNHO				
	8:00	10:00	12:00	14:00	16:00	8:00	10:00	12:00	14:00	16:00	8:00	10:00	12:00	14:00	16:00
<b>E med</b>	121	82	84	97	115	82	121	112	115	81	117	157	150	165	40
<b>E min</b>	18	15	17	15	18	11	14	12	8	9	8	10	12	25	6
<b>UNIF</b>	0,15	0,18	0,20	0,15	0,15	0,14	0,11	0,11	0,07	0,11	0,06	0,06	0,08	0,15	0,15

# M2F simulações de iluminância (lux)

# CEU ENCOBERTO

PONTO	DEZEMBRO					MARÇO					JUNHO				
	8:00	10:00	12:00	14:00	16:00	8:00	10:00	12:00	14:00	16:00	8:00	10:00	12:00	14:00	16:00
1A	94	139	153	133	84	73	124	143	124	72	47	93	108	89	41
1B	100	147	162	141	89	77	132	151	131	77	50	98	115	95	43
1C	82	122	135	117	74	64	109	125	109	64	41	82	95	78	36
1D	72	107	118	102	64	56	95	110	95	56	36	71	83	69	31
1E	88	131	144	125	79	69	117	134	117	68	44	87	102	84	38
1F	84	125	137	120	75	65	112	128	111	65	42	83	97	80	37
1G	98	145	160	139	87	76	130	149	129	76	49	97	113	93	42
1H	63	94	103	90	56	49	84	96	83	49	32	63	73	60	27
1I	93	137	151	131	83	72	123	141	122	72	47	92	107	88	40
1J	51	76	84	73	46	40	68	78	68	40	26	51	59	49	22
1K	43	64	71	61	39	34	57	66	57	33	22	43	50	41	19
1L	74	109	120	105	66	57	98	112	97	57	37	73	85	70	32
1M	80	118	130	113	71	62	106	122	105	62	40	79	92	76	35
1N	71	105	116	101	64	55	94	108	94	55	36	70	82	68	31
1O	77	114	126	109	69	60	102	117	102	59	39	76	89	73	33
1P	87	128	142	123	78	67	115	132	115	67	44	86	100	83	38
2A	38	56	62	54	34	29	50	58	50	29	19	37	44	36	16
2B	76	112	124	107	68	59	100	115	100	58	38	75	87	72	33
2C	106	157	174	151	95	83	141	162	140	82	53	105	123	101	46
2D	29	43	48	42	26	23	39	45	39	23	15	29	34	28	13
2E	69	102	112	98	61	53	91	105	91	53	35	68	79	65	30
2F	47	70	77	67	42	37	63	72	63	37	24	47	55	45	21
2G	54	81	89	77	49	42	72	83	72	42	27	54	63	52	24
2H	80	118	131	113	71	62	106	122	106	62	40	79	92	76	35
2I	47	69	76	66	42	36	62	71	61	36	23	46	54	44	20
2J	38	56	62	54	34	30	51	58	50	29	19	38	44	36	17
2K	26	38	42	37	23	20	34	39	34	20	13	26	30	25	11
2L	69	101	112	97	61	53	91	104	90	53	34	68	79	65	30
2M	102	150	166	144	91	79	135	155	134	78	51	101	117	97	44
2N	68	100	111	96	61	53	90	103	89	52	34	67	78	64	29
2O	36	54	60	52	33	28	48	55	48	28	18	36	42	35	16
2P	45	67	74	64	40	35	60	69	60	35	23	45	52	43	20
3A	15	23	25	22	14	12	20	23	20	12	8	15	18	15	7
3B	39	57	63	55	34	30	51	59	51	30	19	38	44	37	17
3C	36	53	58	51	32	28	47	54	47	28	18	35	41	34	15
3D	37	54	60	52	33	28	48	56	48	28	18	36	42	35	16
3E	22	32	35	31	19	17	29	33	29	17	11	21	25	21	9
3F	22	32	36	31	20	17	29	33	29	17	11	22	25	21	9
3G	27	40	44	39	24	21	36	41	36	21	14	27	31	26	12
3H	22	32	35	31	19	17	29	33	29	17	11	21	25	21	9
3I	12	18	19	17	11	9	16	18	16	9	6	12	14	11	5
3J	29	43	47	41	26	22	38	44	38	22	15	29	33	28	13
3K	22	32	35	31	19	17	29	33	29	17	11	21	25	21	9
3L	32	48	53	46	29	25	43	49	43	25	16	32	37	31	14
3M	7	10	11	10	6	5	9	11	9	5	4	7	8	7	3
3N	41	61	67	58	37	32	54	62	54	32	21	40	47	39	18
3O	43	63	69	60	38	33	56	65	56	33	21	42	49	40	18
3P	9	13	14	13	8	7	12	13	12	7	4	9	10	8	4
4A	7	10	11	10	6	5	9	11	9	5	4	7	8	7	3
4B	15	22	24	21	13	11	19	22	19	11	7	15	17	14	6
4C	18	26	29	25	16	14	23	27	23	14	9	17	20	17	8

4D	31	46	51	44	28	24	41	47	41	24	16	31	36	29	13
4E	25	38	41	36	23	20	34	39	33	20	13	25	29	24	11
4F	15	23	25	22	14	12	20	23	20	12	8	15	18	15	7
4G	23	34	38	33	21	18	31	35	31	18	12	23	27	22	10
4H	12	18	20	17	11	9	16	19	16	9	6	12	14	12	5
4I	14	21	23	20	13	11	19	21	19	11	7	14	16	13	6
4J	13	20	22	19	12	10	18	20	18	10	7	13	15	13	6
4K	18	27	30	26	16	14	24	28	24	14	9	18	21	17	8
4L	9	14	15	13	8	7	12	14	12	7	5	9	11	9	4
4M	38	56	62	54	34	30	50	58	50	29	19	38	44	36	16
4N	20	30	33	29	18	16	27	31	27	16	10	20	24	19	9
4O	13	19	21	18	11	10	17	19	17	10	6	12	15	12	5
4P	5	8	9	8	5	4	7	8	7	4	3	5	6	5	2
5A	14	20	22	19	12	11	18	21	18	11	7	13	16	13	6
5B	21	30	34	29	18	16	27	31	27	16	10	20	24	20	9
5C	35	52	57	50	31	27	47	54	46	27	18	35	41	33	15
5D	31	46	50	44	28	24	41	47	41	24	16	31	36	29	13
5E	20	30	33	29	18	16	27	31	27	16	10	20	23	19	9
5F	12	18	20	18	11	10	16	19	16	10	6	12	14	12	5
5G	30	44	48	42	26	23	39	45	39	23	15	29	34	28	13
5H	20	29	32	28	18	15	26	30	26	15	10	19	23	19	9
5I	12	18	20	17	11	9	16	19	16	9	6	12	14	12	5
5J	17	25	27	24	15	13	22	26	22	13	8	17	19	16	7
5K	29	43	48	42	26	23	39	45	39	23	15	29	34	28	13
5L	17	25	27	24	15	13	22	25	22	13	8	16	19	16	7
5M	32	47	52	45	28	25	42	48	42	24	16	31	36	30	14
5N	17	25	28	24	15	13	22	26	22	13	9	17	20	16	7
5O	26	38	42	37	23	20	34	40	34	20	13	26	30	25	11
5P	14	21	23	20	13	11	19	22	19	11	7	14	16	13	6
6A	14	20	22	19	12	11	18	21	18	10	7	13	16	13	6
6B	60	89	99	86	54	47	80	92	80	47	30	60	70	57	26
6C	47	69	76	66	42	36	62	71	62	36	24	46	54	45	20
6D	73	108	119	104	65	57	97	111	96	56	37	72	84	69	32
6E	29	42	47	41	26	22	38	44	38	22	14	28	33	27	12
6F	35	52	58	50	32	28	47	54	47	27	18	35	41	34	15
6G	54	80	88	76	48	42	71	82	71	42	27	53	62	51	23
6H	36	54	59	52	33	28	48	55	48	28	18	36	42	35	16
6I	39	58	64	56	35	31	52	60	52	30	20	39	45	38	17
6J	42	63	69	60	38	33	56	64	56	33	21	42	49	40	18
6K	54	80	89	77	49	42	72	83	72	42	27	54	63	52	24
6L	32	47	52	45	28	25	42	48	42	24	16	31	37	30	14
6M	62	91	101	87	55	48	82	94	81	48	31	61	71	59	27
6N	46	67	74	65	41	35	60	69	60	35	23	45	52	43	20
6O	58	85	94	82	51	45	76	88	76	44	29	57	66	55	25
6P	55	82	90	79	49	43	73	84	73	43	28	55	64	53	24
7A	7	10	11	10	6	5	9	10	9	5	3	7	8	7	3
7B	48	70	78	67	42	37	63	72	63	37	24	47	55	45	21
7C	84	124	137	119	75	65	111	128	111	65	42	83	97	80	36
7D	99	146	161	140	88	76	130	150	130	76	49	97	113	94	43
7E	102	151	167	145	91	79	135	155	135	79	51	101	118	97	44
7F	90	133	147	128	80	70	119	137	119	69	45	89	104	86	39
7G	55	81	90	78	49	43	73	84	73	42	28	54	63	52	24
7H	57	84	92	80	51	44	75	86	75	44	28	56	65	54	25
7I	45	66	73	64	40	35	59	68	59	35	22	44	52	43	19
7J	19	28	31	27	17	15	25	29	25	15	10	19	22	18	8
7K	69	102	113	98	62	54	91	105	91	53	35	68	80	66	30

