

## Qualidade da Iluminação Natural e o Projeto Arquitetônico:

a relação da satisfação do usuário quanto à vista exterior da janela e a percepção de ofuscamento

Júlia Teixeira Fernandes

2016

Universidade de Brasília - UnB



Faculdade de Arquitetura e Urbanismo - FAU



Programa de Pesquisa e Pós-Graduação em Arquitetura e Urbanismo –PPG



# **Qualidade da Iluminação Natural e o Projeto Arquitetônico:**

a relação da satisfação do usuário quanto à vista exterior da janela e a percepção de ofuscamento

**JÚLIA TEIXEIRA FERNANDES**

Tese de Doutorado apresentada como requisito obrigatório para a obtenção do grau de Doutor pelo Programa de Pesquisa e Pós-Graduação em Arquitetura e Urbanismo da Faculdade de Arquitetura e Urbanismo da Universidade de Brasília (PPG-FAU/UnB)

**Área de concentração:**

Tecnologia, Ambiente e Sustentabilidade

**Orientadora:**

Prof.<sup>a</sup> Dr.<sup>a</sup> Claudia Naves David Amorim

Brasília, outubro de 2016

**Ficha Catalográfica:**

<http://www.bce.unb.br/ficha/>

FF363q      Fernandes, Júlia Teixeira  
                Qualidade da Iluminação Natural e o Projeto  
Arquitetônico: a relação da satisfação do usuário  
quanto à vista exterior da janela e a percepção de  
ofuscamento / Júlia Teixeira Fernandes; orientador  
Claudia Naves David Amorim. -- Brasília, 2016.  
                344 p.

                Tese (Doutorado - Doutorado em Arquitetura e  
Urbanismo) -- Universidade de Brasília, 2016.

                1. qualidade da iluminação natural. 2. projeto  
arquitetônico. 3. janela. 4. percepção de ofuscamento.  
5. satisfação com a qualidade da vista exterior. I.  
Amorim, Claudia Naves David , orient. II. Título.

**Referência Bibliográfica:**

FERNANDES, J.T. (2016). Qualidade da Iluminação Natural e o Projeto Arquitetônico: a relação da satisfação do usuário quanto à vista exterior da janela e a percepção de ofuscamento. Tese de Doutorado em Arquitetura e Urbanismo. Programa de Pesquisa e Pós-Graduação da Faculdade de Arquitetura e Urbanismo da Universidade de Brasília (PPG-FAU/UnB), Brasília-DF, 344 p.

Brasília, 18 de outubro de 2016

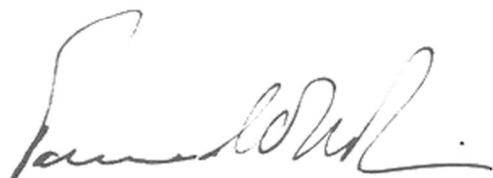
Tese de Doutorado defendida no Programa de Pós-Graduação da Faculdade de Arquitetura e Urbanismo da Universidade de Brasília e aprovada pela Banca Examinadora constituída pelos membros:



Orientadora:

**Profa. Dr.<sup>a</sup> Cláudia Naves David Amorim**

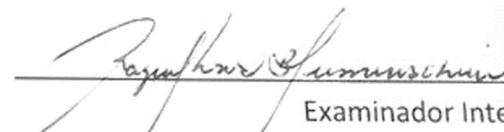
Departamento de Tecnologia - TEC  
Faculdade de Arquitetura e Urbanismo FAU-UnB



Examinador Externo:

**Prof. Dr. Fernando Oscar Ruttkay Pereira**

Projeto e Tecnologia do Ambiente Construído  
Departamento de Arquitetura e Urbanismo - UFSC.



Examinador Interno:

**Profa. Dr.<sup>a</sup> Raquel Naves Blumenschein**

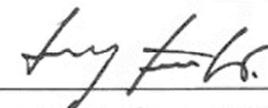
Departamento de Projeto, Expressão e Representação - PRO  
Faculdade de Arquitetura e Urbanismo FAU-UnB



Examinador Externo:

**Prof. Dr. Paulo Sérgio Scarazzato**

Departamento de Tecnologia da Arquitetura  
Faculdade de Arquitetura e Urbanismo - USP



Examinador Interno:

**Prof. Dr. Hartmut Gunther**

Departamento de Psicologia Social do Trabalho - PST  
Instituto de Psicologia IP-UnB

## AGRADECIMENTOS

Agradeço a Deus pela vida e pelas oportunidades!

Agradeço pela força de vontade, pois sabemos que não é fácil!

Escrever um “*Agradecimento*” de uma jornada de quase 5 anos!!

Algo tão complicado, porque sempre serei injusta! Sempre ficará faltando o *nome* de alguém, sendo que foi uma pessoa querida nesse trajeto!

Não posso ser injusta... Não quero!!

Assim, agradeço a você, que esteve comigo durante esses anos de pesquisa, aulas, trabalhos, aprendizados, estudos em equipe, desesperos, sucessos, frustrações, acertos, alegrias, choros, correrias e conquistas...

Você sabe aquele momento que estivemos juntos, um ajudando o outro ou simplesmente dando apoio no momento certo, e como ele foi importante!

São tantas pessoas, ou melhor, amigos da FAU e de grupos de pesquisa de outras faculdades, de outras cidades, que fizeram parte dessa história, desse retorno acadêmico de mestrado e doutorado. Não quero ser injusta e me esquecer de ninguém: você, meu amigo aluno de pós e de graduação, meu amigo de laboratórios, meu amigo professor, meu amigo funcionário. Um grande abraço para você! Lembre com carinho do que compartilhamos! Obrigada, conte comigo!

Agradeço às minhas sócias e amigos pessoais queridos, pelos abraços necessários e pelo apoio em tudo... nos momentos mais necessários!

Um grande beijo!

Agradeço à minha orientadora, pela parceria, pelo envolvimento, por acreditar no meu potencial, pela paciência e pelos posicionamentos fundamentais nesse trabalho. Conseguimos!

Por fim, com olhos cheios de lágrimas, agradeço a toda a minha família!

Em especial, ao meu marido e minha filha, pela compreensão e amor incondicionais, e aos meus pais, eternos exemplos, pelos olhares de orgulho e encorajamento! Essa conquista é nossa!

## DEDICATÓRIA

Aos amores da minha vida, Bruno e Ana.

*Se o primeiro e o último pensamento do seu dia for essa pessoa, se a vontade de ficar juntos chega a apertar o coração: é o amor!*

Carlos Drummond de Andrade

## A janela

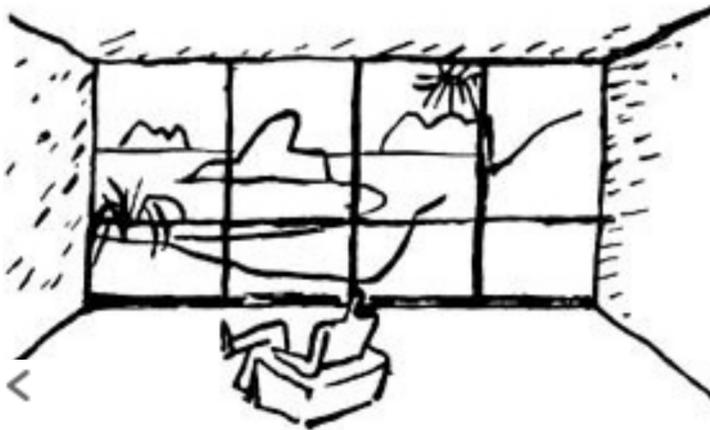
*A porta separa dois mundos, porta afora, porta adentro. A porta é para ser transposta, ela tem o poder de separar lá e aqui. Sei quando estou dentro ou estou fora, ou estou dentro, ou estou fora.*

*A porta me conduz instantaneamente a outro lugar. Assim que a trespasso, estou lá. Assim que volto, estou aqui...*

*A porta parece não admitir mesclas, ela é um limite definitivo.*

*Mas o que dizer da janela?*

*O que acontece quando olho pela janela?*



*Croqui da vista do Rio de Janeiro, Le Corbusier*

*Ao contrário da porta, que demarca territórios,  
a janela parece misturá-los.*

*Passo pela porta, mas não pulo a janela. Pular a janela é matá-la.*

*Na janela, preciso ficar exatamente onde estou,  
pois só daqui posso ir para muito longe...*

*Da janela, qualquer ponto que fixo parece mais habitável,  
mais vivo, do que onde estou...*

*A janela me permite viver, ir para onde olho...*

*Faz-me pensar que não quero estar aqui... A janela é esse lugar em  
que estou lá e em mim, é um lugar nenhum...*

*Estou cá e lá, ... essa "distância" materializa o efeito de separação,  
[...]*

*Eis que, afinal, a paisagem não se reduz simplesmente ao que nos é  
dado visualmente pelo mundo que nos cerca: ela emana da  
subjetividade do observador.*

Douglas de Paula

(Fenestra: Intervenção Urbana e a Imagem de Síntese In Situ, 2013)

## RESUMO

A complexidade dos estudos de iluminação reside na necessidade de avaliar várias dimensões simultaneamente. Enquanto que os pesquisadores investigam e compreendem o comportamento da luz, são os arquitetos que projetam os espaços, mas são os usuários que recebem os impactos diretos, sejam positivos ou negativos. Ou seja, é fundamental que as pesquisas busquem a integração dessas visões, tanto para melhorar o desempenho da luz natural, quanto para contribuir na capacitação do arquiteto na geração de melhores soluções. Mas, acima de tudo, os resultados devem focar no atendimento das expectativas físicas e emocionais das pessoas nos ambientes reais. O conceito de Qualidade da Iluminação pauta-se na integração entre Desempenho Visual, Conforto Visual, Eficiência Energética, Qualidade da Vista Externa e Satisfação do Usuário. Existe uma preferência dos usuários por ambientes com janela, em especial aquelas que fornecem contato visual com o exterior. Neste contexto insere-se esta tese, que objetiva quantificar a influência da satisfação com a qualidade da vista externa da janela em escritórios sobre a percepção de ofuscamento no campo visual dos usuários. Além disso, investigam-se as preferências dos brasileiros em relação à qualidade da vista, comparada com resultados europeus. A satisfação do usuário com a qualidade da vista exterior proporcionada pela janela pode alterar suas tolerâncias quanto à probabilidade de ofuscamento no campo visual. A tese defende a hipótese de que é possível quantificar a influência da satisfação com a vista exterior, por meio da comparação de métodos baseados na percepção do usuário e simulações computacionais. Para a comprovação da mesma, a abordagem multimétodos baseia-se na investigação de 13 ambientes reais, em 7 edifícios, sendo feita a comparação da avaliação técnica, com dados quantitativos (simulações computacionais dinâmicas de iluminação natural no software DIVA e classificação da qualidade da vista), com a avaliação feita pelo

usuário, com dados qualitativos (429 questionários sobre a percepção de ofuscamento satisfação quanto à vista exterior). Os resultados são trabalhados estatisticamente primeiramente com uma análise descritiva, seguida de análise de correlação de variáveis, finalizando com o uso de regressão logística para comprovação da hipótese. Os resultados apontam primeiramente que, não existem problemas significativos no desempenho visual, já que apenas 2 casos apresentaram *Daylighting Autonomy* insuficiente em função da baixa transmissão luminosa do vidro e profundidade dos ambientes. Já os resultados de conforto visual demonstraram que o principal problema com ofuscamento nos ambientes reais avaliados não decorre de saturação (altos níveis de luminâncias), mas principalmente dos contrastes inadequados no campo visual dos usuários. Apenas 3 ambientes apresentaram *Annual Glare* acima de 25%. Já em relação aos contrastes, todos os ambientes apresentaram problema, seja em relação à tarefa e/ou entorno e/ou campo visual como um todo. Os resultados dos questionários foram coerentes com as avaliações técnicas, o que endossa a importância da opinião do usuário. A hipótese foi comprovada, sendo detectada que a probabilidade de o usuário perceber ofuscamento ao longo do tempo (dados anuais) diminui 32,84% quando está satisfeito com a vista. Já em relação à percepção de ofuscamento no momento, a probabilidade de o usuário perceber ofuscamento diminui em torno de 60% quando está satisfeito com a vista. Os resultados podem direcionar futuras investigações na área de iluminação, com foco na realidade brasileira e na consideração da qualidade da vista como variável de pesquisas e projetos. Por fim, a tese gerou diretrizes para uma ferramenta de auxílio ao projeto arquitetônico, contribuindo para inserção de aspectos da Qualidade da Iluminação nas fases iniciais de projeção.

**Palavras-chave:** qualidade da iluminação natural, projeto arquitetônico, janela, percepção de ofuscamento, satisfação, qualidade da vista exterior.

## ABSTRACT

The complexity of lighting studies is exactly on the need to evaluate several dimensions simultaneously. While researchers investigate and comprehend the light behavior, it's the architects who project spaces, but it's the users who receive the direct impacts, positive or negative. In other words, it's fundamental that the researches search the integration of these visions, as much as to improve the natural light performance as to capacitate the architect on the generation of better solution. But, above all, the results must focus on the service of the physical and emotional expectations of the persons on the real environments. The concept of Lighting Quality was guided on the integrated vision among Visual Performance, Visual Comfort, Energetic Efficiency, External View Quality and User Satisfaction. There is a preference by the users for environments with windows, especially those that provide visual contact with the exterior. In this regard, it's inserted this thesis, which aims to identify the influence of satisfaction with the external view quality, proportioned by the window in offices over perception of glare on the user's visual field. In addition, the intention was to investigate the Brazilian preferences in relation to the view quality, compared with the European results. The multimethod systemization is based on the investigation of real environments. That's why it was made the technical evaluation, with quantitative data (dynamic computational simulations of natural lighting on DIVA software and classification of view quality), with the evaluation made by the user, with qualitative data (questionnaires about the satisfaction glare perception about the external view). The results pointed out that, even there's no significant problem on the luminosity performance, the simulations were sensible in detect punctual problems (specific months and hours). It was

also detected that the biggest problem with glare on the real environments evaluated doesn't take place from saturation (excess of the luminance levels), but mainly of the inadequate contrasts on the visual field of the users. The questionnaire results were very coherent with the technical evaluation, which endorse the importance of the user's vision. It's important to highlight that, while the investigation about the quantity of view quality can interfere on the glare perception, it wasn't part of the objective to support the creation of "glaring" environments, made-up by the high quality of the view. Conversely, it aims to highlight researches and investigations about natural lighting, which, most of the times, don't consider the external view, might have non-representative results. The statistical analysis of data started from a descriptive view, passing by variables correlations and, at least, use of logistic regression for the hypothesis proof. The probability of the user realizes the glaring over time (annual data) reduces 32,84% when satisfied with the view. Regarding the glare perception on the moment, the probability of the user realizes reduces around 60% when satisfied with the view. The results were important for future direction on the lighting area, especially with focus on the Brazilian reality and on the consideration about the view quality as a research and project variable. One of the final goals of the thesis was the creation of guidelines for a support tool of the architectural project. The intention was to contribute for the insertion of the Lighting Quality aspects on the project since the initial stages. In this regard, it was structured the Quali-Luz, which is yet found on its preliminary version.

**Keywords:** daylighting quality, architectural project, window, glare perception, satisfaction, external view quality.

## LISTA DE FIGURAS

<b>Figura 1:</b> Opções de partido para a janela .....	17
<b>Figura 2:</b> Influência da Luz Natural no ganho de energia interna .....	20
<b>Figura 3:</b> Exemplo de comportamento da Luz Natural no desenho de Shed .....	26
<b>Figura 4:</b> Fases de Desenvolvimento da Pesquisa e Estrutura da Tese: .....	31
<b>Figura 5:</b> Iluminâncias (lux) = Luz incidente e Luminâncias (cd/m <sup>2</sup> ) = Luz Refletida.....	38
<b>Figura 6:</b> Campo Visual (Fonte: Elaborada pela Autora. Ilustração: João Felix) .....	38
<b>Figura 7:</b> Diagrama que demonstra o modelo de qualidade para o IESNA. ....	41
<b>Figura 8:</b> Diagrama com as cinco variáveis avaliadas pelo ELI. ....	44
<b>Figura 9:</b> Conceito de Qualidade da Iluminação adotado nesta Tese. ....	47
<b>Figura 10:</b> Diferença entre tipos de céu. ....	53
<b>Figura 11:</b> Diferença de Disponibilidade de Luz (Céu Claro e Céu Encoberto) .....	54
<b>Figura 12:</b> Valores de iluminâncias do outono para Brasília no plano horizontal.....	<b>Erro!</b>
<b>Indicador não definido.</b>	
<b>Figura 13:</b> Valores de iluminâncias no inverno para Brasília no plano horizontal.....	<b>Erro!</b>
<b>Indicador não definido.</b>	
<b>Figura 14:</b> Valores de iluminâncias da primavera para Brasília no plano horizontal....	<b>Erro!</b>
<b>Indicador não definido.</b>	
<b>Figura 15:</b> Valores de iluminâncias do verão para Brasília no plano horizontal.....	<b>Erro!</b>
<b>Indicador não definido.</b>	
<b>Figura 16:</b> <i>Villa Savoye</i> , Projeto Le Corbusier. Visão interna, da janela em fita.....	56
<b>Figura 17:</b> Casa no Sri Lanka, Projeto Tadao Ando.....	57
<b>Figura 18:</b> Exemplos de Componentes da Luz Natural.....	58
<b>Figura 19:</b> Vista para o Exterior em escritório.....	59
<b>Figura 20:</b> Sala iluminada lateralmente: uniformidade da iluminação natural. ....	61
<b>Figura 21:</b> Relação da Altura da Abertura e Profundidade do Ambiente.....	61
<b>Figura 22:</b> Distribuição da luz no ambiente com uso de prateleira de luz .....	62
<b>Figura 23:</b> Aproveitamento da luz natural na profundidade do pavimento .....	62
<b>Figura 24:</b> Diferença de distribuição da Luz Natural em diferentes tipos de janela.....	63
<b>Figura 25:</b> Ofuscamento causado por iluminação artificial e iluminação natural .....	71
<b>Figura 26:</b> Contrastes de luminâncias no campo visual: .....	73
<b>Figura 27:</b> Luminâncias em escritórios.....	74
<b>Figura 28:</b> Preferência dos trabalhadores por postos com vista exterior. ....	77
<b>Figura 29:</b> Vista harmônica para o exterior.....	80
<b>Figura 30:</b> Abertura muito baixa, com vista desproporcional .....	80
<b>Figura 31:</b> Abertura muito alta, com vista desproporcional .....	80
<b>Figura 32:</b> Eficiência Energética e Iluminação natural, segundo RTQ-C. ....	89
<b>Figura 33:</b> Funções e Considerações para o Projeto de Janela .....	92
<b>Figura 34:</b> Variáveis da Janela .....	93
<b>Figura 35:</b> Exemplo de Imagem ilustrativa de comportamento da luz natural .....	94
<b>Figura 36:</b> Níveis, Parâmetros e Variáveis do Diagrama Morfológico .....	98
<b>Figura 37:</b> Parâmetros e Variáveis do Nível III- Ambiente Interno .....	99
<b>Figura 38:</b> Variáveis do Nível Interno .....	99
<b>Figura 39:</b> Exemplo de Alterações em Variáveis do Nível Interno .....	99
<b>Figura 40:</b> Variáveis do Nível Externo.....	100
<b>Figura 41:</b> Exemplo de Alterações em Variáveis do Nível Interno .....	100
<b>Figura 42:</b> Análise do desempenho da iluminação em escritório.....	100
<b>Figura 43:</b> Exemplos de diretrizes para iluminação natural.....	101
<b>Figura 44:</b> Padrão 1, Geometria da planta do edifício. ....	102
<b>Figura 45:</b> Padrão 2, Área de Janela .....	102
<b>Figura 46:</b> Padrão 3, Profundidade do Ambiente .....	103
<b>Figura 47:</b> Padrão 4, Divisórias das Estações de Trabalho .....	103
<b>Figura 48:</b> Padrão 8, Persianas e Cortinas .....	103
<b>Figura 49:</b> Padrão 19, Orientação para Salas de Aula.....	103
<b>Figura 50:</b> Exemplo do Padrão 2 (Área da Janela). <i>Fonte: Daylighting Pattern Guide</i> ....	104
<b>Figura 51:</b> Avaliação de ofuscamento.....	105
<b>Figura 52:</b> Representação da avaliação simulatânea dos 8 parâmetros.....	106
<b>Figura 53:</b> <i>Daylighting Dashboard</i> .....	107
<b>Figura 54:</b> Modelo Analítico usado no AVA .....	108
<b>Figura 55:</b> Modelo a partir do tipo de abertura e posição do alvo.....	108
<b>Figura 56:</b> Curva com Níveis de iluminação, com impacto do beiral.....	109
<b>Figura 57:</b> O impacto da profundidade do ambiente .....	109
<b>Figura 58:</b> Abertura Efetiva. ....	109
<b>Figura 59:</b> Seleção de VT para os vidros .....	110
<b>Figura 60:</b> Fator de Obstruções .....	110
<b>Figura 61:</b> Diferentes disciplinas no campo de Estudos Pessoa-Ambiente .....	112
<b>Figura 62:</b> Variáveis pessoais e variáveis espaciais.....	113
<b>Figura 63:</b> Pressupostos da Ergonomia. ....	118
<b>Figura 64:</b> Fluxograma ampliado do método de APO.....	122
<b>Figura 65:</b> Estágios principais de um <i>survey</i> .....	126
<b>Figura 66:</b> Vantagens e Desvantagens do questionário.....	126
<b>Figura 67:</b> Resultado Gráfico da Qualidade da Iluminação.....	127
<b>Figura 68:</b> Escala de avaliação do ELI.....	127
<b>Figura 69:</b> Luminâncias no Campo Visual .....	130
<b>Figura 70:</b> Fotografia “Olho de Peixe”, mostrando o ergorama e panorama .....	130
<b>Figura 71:</b> Exemplo de fotografia olho de peixe.....	130
<b>Figura 72:</b> Imagem HDR (tone mapped) e imagem <i>Falsecolor</i> .....	131
<b>Figura 73:</b> Fotografia HDR de uma tarefa.....	132
<b>Figura 74:</b> Ambiente Modelo Experimental) .....	134
<b>Figura 75:</b> Medições realizadas para desenvolvimento do DGP.....	134

<b>Figura 76:</b> Avaliações geradas no DIVA.....	135	<b>Figura 117:</b> Implantação no Eixo Leste e Oeste do TCU .....	182
<b>Figura 77:</b> Avaliações geradas no DIVA.....	135	<b>Figura 118:</b> Fachada Sul do TCU .....	182
<b>Figura 78:</b> Exemplo de resultado do Annual Glare.....	135	<b>Figura 119:</b> Fachada Sul do TCU .....	182
<b>Figura 79:</b> Imagens usadas para fazer rankings da qualidade da vista.....	137	<b>Figura 120:</b> Planta Baixa do Pavimento do TCU.....	182
<b>Figura 80:</b> Classificação da Qualidade da Vista exterior.....	139	<b>Figura 121:</b> Imagens do ambiente interno do TCU.....	183
<b>Figura 81:</b> Pesquisa realizada em laboratório com a relação do ofuscamento e vista....	141	<b>Figura 122:</b> Vistas da janelas do TCU.....	183
<b>Figura 82:</b> Imagens utilizadas em experimento laboratorial.....	141	<b>Figura 123:</b> Implantação no Eixo Leste e Oeste da Câmara.....	184
<b>Figura 83:</b> Experimento para avaliação da qualidade da vista e ofuscamento. ....	142	<b>Figura 124:</b> Fachada Sul da Câmara.....	184
<b>Figura 84:</b> Delimitação da pesquisa .....	144	<b>Figura 125:</b> Detalhe da Fachada da Câmara .....	184
<b>Figura 85:</b> Sistematização do Multimétodo da Tese .....	147	<b>Figura 126:</b> Planta Baixa do 20º Pavimento do Edifício da Câmara .....	184
<b>Figura 86:</b> Conceito de Qualidade da Iluminação adotado nesta Tese. ....	148	<b>Figura 127:</b> Imagens do ambiente interno da Câmara .....	185
<b>Figura 87:</b> Abordagem da Qualidade da Iluminação Natural adotada na tese .....	149	<b>Figura 128:</b> Vista da janelas da Câmara.....	185
<b>Figura 88:</b> Recorte da Pesquisa: Definição das Variáveis de Estudo, .....	150	<b>Figura 129:</b> Implantação no Eixo Leste e Oeste do CDT .....	186
<b>Figura 89:</b> Exemplo de fotografia Olho de Peixe no MMA.....	152	<b>Figura 130:</b> Fachada Sul do CDT .....	186
<b>Figura 90:</b> Planta Baixa de ambiente do MMA, com marcação de pontos de medição..	153	<b>Figura 131:</b> Pátio Interno do CDT .....	186
<b>Figura 91:</b> Exemplo de medição de iluminâncias .....	159	<b>Figura 132:</b> Fachada Norte do CDT.....	186
<b>Figura 92:</b> Espectrômetro ALTA II. ....	159	<b>Figura 133:</b> Planta Baixa Planta do Térreo do CDT .....	186
<b>Figura 93:</b> Imagem da planilha de cálculo das refletâncias).....	160	<b>Figura 134:</b> Imagens dos ambientes internos do CDT .....	187
<b>Figura 94:</b> Ranking de 30 imagens representativas de vistas do Brasil .....	166	<b>Figura 135:</b> Vistas Sul das janelas do CDT.....	187
<b>Figura 95:</b> Análise Estatística.....	168	<b>Figura 136:</b> Vistas Norte das janelas do CDT .....	187
<b>Figura 96:</b> Método Seleção de Variáveis Backward. Elaborada pela autora. ....	171	<b>Figura 137:</b> Implantação da Reitoria .....	188
<b>Figura 97:</b> Exemplo de ambiente estudado, .....	176	<b>Figura 138:</b> Fachada Sudoeste da Reitoria .....	188
<b>Figura 98:</b> Exemplo de fotografias tiradas para avaliação da Qualidade da Vista Externa .....	176	<b>Figura 139:</b> Jardim Interno e Beirais.....	188
<b>Figura 99:</b> Implantação do TJDFT .....	176	<b>Figura 140:</b> Planta Baixa do 2º Pavimento da Reitoria (Bloco B) .....	188
<b>Figura 100:</b> Fachada Norte do TJDFT .....	176	<b>Figura 141:</b> Imagens do ambiente interno da Reitoria.....	189
<b>Figura 101:</b> Fachada Sul do TJDFT .....	176	<b>Figura 142:</b> Vistas da janela da Reitoria.....	189
<b>Figura 102:</b> Planta Baixa do 3º Pavimento do TJDFT .....	176	<b>Figura 143:</b> Simulação de DA de 33% do TCU.....	191
<b>Figura 103:</b> Imagens do ambiente interno do TJDFT .....	177	<b>Figura 144:</b> Simulação de <i>Annual Glare</i> do TJDFT (Norte),.....	193
<b>Figura 104:</b> Vistas da janelas do TJDFT.....	177	<b>Figura 145:</b> Simulação de <i>Annual Glare</i> do CDT 1-Norte-Externa, .....	194
<b>Figura 105:</b> Implantação no Eixo Norte-Sul do MMA.....	178	<b>Figura 146:</b> Simulação de Point-in-time Glare da CÂMARA (Sul).....	194
<b>Figura 106:</b> Fachada Oeste do MMA.....	178	<b>Figura 147:</b> Simulação de Point-in-time Glare do CDT 1-Norte-Externa.....	194
<b>Figura 107:</b> Fachada Leste do MMA.....	178	<b>Figura 148:</b> Simulação de <i>Point-in-time-Glare</i> do CDT 3-Norte-Interna .....	195
<b>Figura 108:</b> Planta Baixa do 7º Pavimento do MMA .....	178	<b>Figura 149:</b> Distribuição de Camadas na Vista Sul do TJDFT.....	202
<b>Figura 109:</b> Imagens dos ambientes internos do MMA .....	179	<b>Figura 150:</b> Motivo que os respondentes usam lentes ou óculos .....	204
<b>Figura 110:</b> Vistas da janelas do MMA .....	179	<b>Figura 151:</b> Motivo que os respondentes usam lentes ou óculos .....	205
<b>Figura 111:</b> Implantação no Eixo Norte-Sul do MME .....	180	<b>Figura 152:</b> Respostas da Satisfação com a Luz Natural .....	206
<b>Figura 112:</b> Fachada Leste do MME .....	180	<b>Figura 153:</b> Respostas se conseguiria trabalhar apenas com a luz natural .....	206
<b>Figura 113:</b> Fachada Oeste do MME .....	180	<b>Figura 154:</b> Respostas se a radiação solar Incide no Interior .....	207
<b>Figura 114:</b> Planta Baixa do Pav. Tipo (4º e 5º).....	180	<b>Figura 155:</b> Satisfação com a Luz Artificial .....	208
<b>Figura 115:</b> Imagens dos ambientes internos do MME.....	181	<b>Figura 156:</b> Respostas sobre a frequência que a luz artificial fica ligada.....	208
<b>Figura 116:</b> Vistas da janelas do MME .....	181	<b>Figura 157:</b> Respostas sobre o tamanho da janela .....	209

<b>Figura 158:</b> Respostas sobre o tamanho da janela para a vista .....	210
<b>Figura 159:</b> Respostas sobre satisfação com o tamanho da janela .....	210
<b>Figura 160:</b> Respostas sobre transparência do vidro .....	211
<b>Figura 161:</b> Respostas sobre a frequência que as persianas ficam fechadas .....	211
<b>Figura 162:</b> Respostas “Sim” para o motivo de fechar as persianas. ....	212
<b>Figura 163:</b> Respostas “Sim” para o motivo de abrir as persianas. ....	212
<b>Figura 164:</b> Respostas sobre a distância da posição do usuário até à janela .....	213
<b>Figura 165:</b> Respostas sobre a satisfação com a posição que ocupa .....	213
<b>Figura 166:</b> Respostas sobre elementos consegue ver pela janela .....	214
<b>Figura 167:</b> Respostas sobre diversidade da vista.....	215
<b>Figura 168:</b> Respostas sobre amplitude da vista.....	215
<b>Figura 169:</b> Respostas sobre distração da vista .....	216
<b>Figura 170:</b> Respostas sobre Agradabilidade da Vista .....	216
<b>Figura 171:</b> Respostas sobre satisfação com a vista .....	217
<b>Figura 172:</b> Respostas sobre percepção de ofuscamento .....	218
<b>Figura 173:</b> Idade dos respondentes.....	219
<b>Figura 174:</b> Profissão dos respondentes .....	220
<b>Figura 175:</b> Unidade Federativa dos respondentes .....	220
<b>Figura 176:</b> Seis imagens com Alta qualidade de Vista para a pergunta referente.....	220
<b>Figura 177:</b> Seis imagens com Baixa qualidade de Vista para a pergunta referente .....	222
<b>Figura 178:</b> Imagem classifica como a “Vista que Menos Agrada” .....	222
<b>Figura 179:</b> Imagem classifica como a “Vista que Menos Agrada” .....	226
<b>Figura 180:</b> Modelo 1 de Regressão no Software SPSS versão 22 .....	236
<b>Figura 181:</b> Modelo 2 de Regressão no Software SPSS versão 22 .....	239
<b>Figura 182:</b> Modelo 2 de Regressão no Software SPSS versão 22 .....	240
<b>Figura 183:</b> Gráfico Síntese dos resultados da ferramenta Quali-Luz. <b>Erro! Indicador não definido.</b>	
<b>Figura 184:</b> Aspectos avaliados pela Quali-Luz: cores e ícones <b>Erro! Indicador não definido.</b>	
<b>Figura 185:</b> Logomarca da ferramenta..... <b>Erro! Indicador não definido.</b>	
<b>Figura 186:</b> Página inicial da Quali-Luz com suas funcionalidades <b>Erro! Indicador não definido.</b>	
<b>Figura 187:</b> Página de Início das avaliação da ferramenta Quali-Luz. <b>Erro! Indicador não definido.</b>	
<b>Figura 188:</b> Inserção dos dados de Desempenho Visual e Conforto Visual <b>Erro! Indicador não definido.</b>	
<b>Figura 189:</b> Resultados do Desempenho Visual .....	<b>Erro! Indicador não definido.</b>
<b>Figura 190:</b> Resultados do Conforto Visual .....	<b>Erro! Indicador não definido.</b>
<b>Figura 191:</b> Inserção dos dados para avaliação da Qualidade da Vista <b>Erro! Indicador não definido.</b>	
<b>Figura 192:</b> Resultados do Conforto Visual .....	<b>Erro! Indicador não definido.</b>

<b>Figura 193:</b> Inserção dos dados para avaliação da Eficiência Energética <b>Erro! Indicador não definido.</b>	
<b>Figura 194:</b> Resultados da Eficiência Energética .....	<b>Erro! Indicador não definido.</b>
<b>Figura 195:</b> Inserção dos dados para avaliação da Satisfação do Usuário <b>Erro! Indicador não definido.</b>	
<b>Figura 196:</b> Resultados da Satisfação do Usuário.....	<b>Erro! Indicador não definido.</b>
<b>Figura 197:</b> Resultados finais da Qualidade da Luz.....	<b>Erro! Indicador não definido.</b>

## LISTA DE TABELAS E QUADROS

<b>Tabela 1:</b> Comparação de tolerância de ofuscamento .....	75
<b>Tabela 2:</b> Parâmetros Quantitativos da qualidade da Vista Exterior. ....	140
<b>Tabela 3:</b> Critérios para a interpretação dos valores de correlação .....	169
<b>Tabela 4:</b> Resultados de <i>Daylight Autonomy</i> (DA), <i>Useful Daylight Illuminance</i> (UDI) ...	190
<b>Tabela 5:</b> Resultados de <i>Annual Glare</i> , <i>Point-in-time Glare</i> e Constastes:.....	192
<b>Tabela 6:</b> Quantitativo dos respondentes por edifício e tipo de janela e proteção .....	203
<b>Tabela 7:</b> Faixa etária dos respondentes do Questionário 1.....	204
<b>Tabela 8:</b> Respostas da impressão Geral da Sala em cada Edifício .....	205
<b>Tabela 9:</b> Respostas da Satisfação com a Luz Natural em cada Edifício .....	206
<b>Tabela 10:</b> Respostas se conseguiriam trabalhar apenas com a luz natural .....	207
<b>Tabela 11:</b> Respostas se a radiação solar Incide no Interior em cada Edifício .....	207
<b>Tabela 12:</b> Respostas da Satisfação com a Luz Artificial em cada Edifício .....	208
<b>Tabela 13:</b> Respostas sobre a frequência que a luz artificial fica ligada .....	209
<b>Tabela 14:</b> Respostas sobre o tamanho da janela em cada Edifício.....	209
<b>Tabela 15:</b> Respostas sobre o tamanho da janela para a vista em cada Edifício .....	210
<b>Tabela 16:</b> Respostas sobre a satisfação com o tamanho da janela em cada Edifício ....	210
<b>Tabela 17:</b> Respostas sobre a transparência do vidro em cada Edifício.....	211
<b>Tabela 18:</b> Respostas sobre a frequência que as persianas ficam fechadas .....	212
<b>Tabela 19:</b> Respostas sobre o motivo de fechar as persianas em cada Edifício.....	212
<b>Tabela 20:</b> Respostas sobre o motivo de abrir as persianas em cada Edifício .....	213
<b>Tabela 21:</b> Respostas sobre a distância da posição do usuário até à janela .....	213
<b>Tabela 22:</b> Respostas sobre a satisfação com a posição que ocupa em cada Edifício ....	214
<b>Tabela 23:</b> Respostas dos elementos que consegue ver pela janela, em cada Edifício. .	214
<b>Tabela 24:</b> Respostas sobre diversidade da vista, em cada Edifício.....	215
<b>Tabela 25:</b> Respostas sobre amplitude da vista, em cada Edifício. ....	216
<b>Tabela 26:</b> Respostas sobre distração da vista, em cada Edifício.....	216
<b>Tabela 27:</b> Respostas sobre agradabilidade da vista, em cada Edifício.....	217
<b>Tabela 28:</b> Respostas sobre satisfação com a vista, em cada Edifício.....	217
<b>Tabela 29:</b> Respostas sobre preferência pelos elementos da vista.....	218
<b>Tabela 30:</b> Respostas sobre percepção de ofuscamento, em cada Edifício .....	219
<b>Tabela 31:</b> Respostas de Preferência pela “ <i>Vista que Mais Agrada</i> ” .....	221
<b>Tabela 32:</b> Respostas de Preferência pela “ <i>Vista que Menos Agrada</i> ” .....	222
<b>Tabela 33:</b> Síntese de dados coletados no questionário online.....	224
<b>Tabela 34:</b> Respostas de Preferência pela “ <i>Edifício que Agrada Mais</i> ” .....	226
<b>Tabela 35:</b> Respostas de Preferência pelo “ <i>Edifício que Agrada Menos</i> ” .....	227
<b>Tabela 36:</b> Estruturação de Variáveis em planilha para análise estatística.....	228
<b>Tabela 37:</b> Resumo dos Resultados, por edifício. ....	230
<b>Tabela 38:</b> Critérios para a interpretação dos valores de correlação .....	232
<b>Tabela 39:</b> Variáveis definidas para a Matriz de Correlação.....	232
<b>Tabela 40:</b> Matriz de Correlação das Variáveis.....	233
<b>Tabela 41:</b> Quantificação Prévia das simulações, por tipologia e localidade .....	246
<b>Quadro 1:</b> Recomendações de iluminância (lux) para leitura. ....	34
<b>Quadro 2:</b> Sistematização de normas e recomendações para iluminação natural. ....	35
<b>Quadro 3:</b> Relação entre as variáveis no estudo de iluminação.....	40
<b>Quadro 4:</b> Relação de parâmetros de avaliação e variáveis.....	51
<b>Quadro 5:</b> Resumo das variáveis da avaliação da iluminação natural.....	52
<b>Quadro 6:</b> Compilação dos índices de ofuscamento e críticas de Reinhart (2010) .....	74
<b>Quadro 7 :</b> Métodos de avaliação na psicologia cognitiva .....	118
<b>Quadro 8:</b> Principais métodos de avaliação com usuários .....	125
<b>Quadro 9:</b> Sistematização dos Procedimentos de Monitoramento .....	151
<b>Quadro 10:</b> Condições para escolha dos ambientes de estudo.....	157
<b>Quadro 11:</b> Edifícios selecionados para estudos .....	158
<b>Quadro 12:</b> Parâmetros das simulações de Iluminação Natural no DIVA-FOR-RHINO...	161
<b>Quadro 13:</b> Critérios de avaliação da Qualidade da Vista, segundo Hellinga (2013).....	162
<b>Quadro 14:</b> Critérios de avaliação da Qualidade da Vista, segundo IEA (2014) .....	162
<b>Quadro 15:</b> Estrutura do Questionário 1 (Aplicação presencial nos ambientes reais) ...	163
<b>Quadro 16:</b> Estrutura do Questionário 2 (Aplicação pela internet).....	167
<b>Quadro 17:</b> Resultados de <i>Daylight Autonomy</i> (DA), <i>Useful Daylight Illuminance</i> (UDI) 199	199
<b>Quadro 18:</b> Classificação da Vista Sul do TJDFT (Fonte Luísa Viotti) .....	202
<b>Quadro 19:</b> Características desejáveis e ações específicas para planejamento da Quali-Luz .....	245

## LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ABNT – Associação Brasileira de Normas Técnicas

CIE - *International Commission on Illumination (Commission Internationale de l’Eclairage)*

DA - *Daylight Autonomy*

DF - *Daylight Factor*

DIVA – *Design Iterate e Value Adapt*

DGP - *Daylight Glare Probability*

ELI - *Ergonomic Lighting Indicator*

EPA – Estudos Pessoa-Ambiente

ENCAC - Encontro Nacional de Conforto no Ambiente Construído

ENANPARQ – Encontro Nacional de Pesquisa e Pós-Graduação em Arquitetura e Urbanismo

HDR - High Dynamic Range

IEA - *International Energy Agency*

IESNA - *Illuminating Engineering Society of North America*

ISO - *International Organization for Standardization*

LACAM/FAU – Laboratório de Controle Ambiental da Faculdade de Arquitetura e Urbanismo

LEED - *Leadership in Energy and Environmental Design*

LENI - *Lighting Energy Numeric Indicator*

RTQ-C - Regulamento Técnico da Qualidade para o Nível de Eficiência Energética de Edifícios Comerciais, de Serviços e Públicos

Qualilumi - Qualidade Ambiental e Iluminação no Espaço Construído

UDI - *Useful Daylight Illuminance*

UnB – Universidade de Brasília

UFMG – Universidade Federal de Minas Gerais

UFAL - Universidade Federal de Alagoas

UFSC - Universidade Federal de Santa Catarina

USP – Universidade de São Paulo

## SUMÁRIO

<b>RESUMO</b> _____	<b>VI</b>
<b>ABSTRACT</b> _____	<b>VII</b>
<b>LISTA DE FIGURAS</b> _____	<b>VIII</b>
<b>LISTA DE TABELAS E QUADROS</b> _____	<b>XI</b>
<b>LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS</b> _____	<b>XII</b>
<b>SUMÁRIO</b> _____	<b>13</b>
<b>INTRODUÇÃO</b> _____	<b>15</b>
Justificativa: problema e relevância _____	<b>18</b>
Motivações _____	<b>27</b>
Natureza e extensão da contribuição _____	<b>27</b>
Hipótese _____	<b>28</b>
Objetivos _____	<b>30</b>
Estrutura da tese _____	<b>30</b>
<b>CAPITULO I: O Estudo da Iluminação</b> _____	<b>32</b>
1.1. A evolução da discussão sobre a Iluminação _____	<b>33</b>
1.2. A iluminação Natural e a Janela _____	<b>47</b>
1.3. A Qualidade da Iluminação Natural em Escritórios _____	<b>68</b>
<b>CAPITULO II: O Projeto Arquitetônico e a Luz Natural</b> _____	<b>82</b>
2.1 Processos e Métodos de Projeto _____	<b>83</b>
2.2 A Iluminação Natural no Projeto Arquitetônico _____	<b>91</b>
<b>CAPITULO III: Discussão Metodológica</b> _____	<b>111</b>
3.1 A Pessoa e o Ambiente _____	<b>112</b>
3.2 A importância da avaliação de Ambientes Reais _____	<b>117</b>
3.3 Métodos de Avaliação pelo Usuário _____	<b>124</b>
3.4 Métodos de Avaliação Técnica _____	<b>129</b>
<b>CAPITULO IV: Método da Pesquisa</b> _____	<b>143</b>
4.1. Recorte e Delimitação da Pesquisa _____	<b>144</b>
4.2. Classificação da Pesquisa _____	<b>145</b>
4.3. Sistematização do Multimétodo _____	<b>146</b>

<b>CAPITULO V: Resultados e Discussões</b>	<b>174</b>
5.1. Caracterização dos Objetos de Estudo	175
5.2. Resultados das Avaliações Técnicas	190
5.2.1. Simulação de Desempenho Visual	190
5.2.2. Simulação de Probabilidade de Ofuscamento	192
5.2.3. Avaliação por Classificação da Qualidade da Vista	199
5.3. Resultados das Avaliações pelos Usuários	203
5.3.1. Questionário Presencial	203
5.3.2. Questionário Online	219
5.4. Análise Estatística	228
5.4.1. Sistematização dos Dados	228
5.4.2. Correlação	232
5.4.3. Probabilidade por Regressão Logística	235
5.5. Diretrizes para Ferramenta de Projeto (Quali_luz)	242

<b>CONCLUSÕES</b>	<b>249</b>
O fim das discussões e os novos começos...	250
Síntese da abordagem metodológica e comprovação da hipótese	252
Discussão de resultados específicos	257
Principais conclusões	259
Limitações da pesquisa	261
Sugestões para estudos futuros	263
<b>REFERÊNCIAS</b>	<b>264</b>
<b>APÊNDICES</b>	<b>285</b>
Apêndice 1: Questionário 1 (Presencial)	286
Apêndice 2: Questionário 2 (Online)	286
Apêndice 3: Simulações	286
Apêndice 4: Avaliações da Qualidade das Vistas dos edifícios	286
Apêndice 5: Banco de Dados dos Resultados	286
Apêndice 6: Planilha Excel Base para Ferramenta Quali-Luz	324
Apêndice 7: Versão Preliminar da Ferramenta Quali-Luz	327

## INTRODUÇÃO

Os espaços construídos têm como principal finalidade atender às necessidades humanas, e este deve ser o conceito primário da estruturação formal dos ambientes e da própria arquitetura como ciência. No contexto da iluminação, os espaços são (ou deveriam ser) projetados para o desempenho e conforto visual, uma vez que a satisfação do usuário influenciará o seu comportamento, produtividade e bem-estar físico e emocional. Por outro lado, o usuário tem papel fundamental na avaliação dos espaços, e segundo suas preferências, demonstradas por atitudes simples e sua interação com o ambiente (abrir ou fechar persianas, acender e apagar luzes, mudar de posição, etc.), este busca sempre situações mais confortáveis para desenvolver a sua tarefa (trabalhar, repousar, contemplar).

A qualidade da iluminação é um conceito complexo e atualmente as diretrizes sugerem soluções baseadas em uma abordagem que incorpore tanto os conceitos de conforto visual e de composição arquitetônica, como as possíveis relações perceptivas entre usuário e a luz (VEITCH, 2006).

Já é consenso entre as pesquisas de iluminação, as vantagens e a preferência dos usuários pela luz natural, por considerá-la mais confortável e atraente. Na determinação do conforto e qualidade de um

ambiente, a janela tem um papel fundamental, sendo importante avaliar seu desempenho como o elemento de fachada que define relações visuais quantitativas e qualitativas entre o meio interno e externo (HELLINGA, 2013).

O dinamismo da luz natural, com variações constantes de intensidade e temperatura de cor é um grande desafio para os estudos científicos, além de dificultar seu controle nos edifícios. Mas ao mesmo tempo é a grande vantagem em relação à iluminação artificial, pois tem influência positiva no ritmo circadiano do organismo humano (BOYCE, 2003).

O metabolismo humano e ritmos diários são regulados pelas variações da luz do sol ao longo do dia e do ano, fato evidente, por exemplo, na adequação do organismo a despertar com a luz e adormecer com a escuridão. Esta adaptabilidade do homem às condições da luz do sol é espontânea, por ser a forma de iluminação original, fenômeno da natureza sem artifícios humanos. Assim, é intrínseco, genuíno, instintivo, próprio e, portanto, natural, a preferência do homem à luz do sol (FIGUEIRO *et al.*, 2002).

Na relação do homem com a luz natural, a janela tem papel fundamental, e destacam-se na literatura importantes funções deste elemento arquitetônico, como: o fornecimento de luz natural (para conforto visual e eficiência energética), o bem-estar, a diminuição do

estresse, a relação do espaço interior com o do exterior (qualidade das vistas externas) e a definição da imagem e visibilidade da paisagem urbana (JORGE, 1995; EDWARDS & TORCELLINI, 2002; BOYCE *et al.*, 2003; VEITCH, 2006; BODART & DENEYER, 2004; GALACIU & VEITCH, 2006; DIETRICH, 2006; ARIES *et al.*, 2010; NEVES, 2012).

Hoje, no entanto, mesmo com a luz natural disponível, é comum que os espaços típicos de escritórios funcionem com dependência da iluminação artificial, ao invés de utilizá-la como complementação. Uma das razões para isso é a maior facilidade de dimensionamento, controle e uniformidade do comportamento da iluminação artificial, além da comodidade e da rotina estabelecida pelo usuário. Ao mesmo tempo, a iluminação natural proveniente da janela é difícil de ser controlada, principalmente quanto à sua uniformidade, contrastes e probabilidade de ofuscamento<sup>1</sup> (BOYCE *et al.*, 2003).

Veitch & Newsham (1996) destacam duas particularidades em relação aos ambientes de escritório. Primeiro, a avaliação de iluminâncias horizontais é muito importante no desempenho visual apenas quando os níveis estão muito baixos. Segundo, o tipo de tarefa atualmente desenvolvida em escritórios acontece na maior parte do tempo no plano

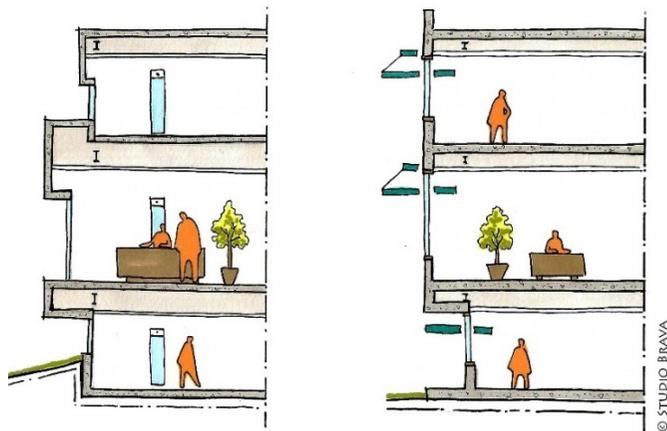
vertical, com a visualização das telas de computador. A luz visível é a luz refletida nas superfícies (luminâncias) e não a luz incidente (iluminâncias), o que aponta para um direcionamento relevante das pesquisas: a avaliação das luminâncias no campo visual.

Aspectos quantitativos e qualitativos da iluminação natural estão diretamente relacionados à própria arquitetura, desde a implantação do edifício, orientação, morfologia, características dos espaços internos, elementos e materiais.

O partido arquitetônico já estabelece intenções e soluções definitivas quanto à relação do edifício e a iluminação natural, em especial na determinação da janela, como principal elemento de passagem da luz (BAKER *et al.*, 1993). A Figura 1 apresenta opções de partido para a janela:

---

<sup>1</sup> Ofuscamento é a sensação visual produzida por áreas brilhantes dentro do campo de visão, causado pelo excesso de contraste luz-sombra. (NBR ISO/CIE 8995-1: Iluminação de ambientes de trabalho. Parte 1: Interior. Rio de Janeiro, ABNT, 2013.)



**Figura 1:** Opções de partido para a janela  
(Fonte: Elaborada pela Autora. Ilustração: João Felix)

O projeto de uma edificação foi ao longo do tempo tornando-se um processo cada vez mais complexo, pelas inúmeras variáveis presentes, assim como pela interação de diversos agentes. As contribuições tecnológicas, assim como novas demandas funcionais, de segurança, ambientais e econômicas contribuem de forma significativa para que o processo de projeto tenha que ser cada vez mais pautado na qualidade, integração e garantia de desempenhos mínimos (KOWALTOWSKI *et al.*, 2006).

Mas quais seriam os níveis mínimos de desempenho e qualidade da iluminação natural nos edifícios? E como mensurar esse desempenho e qualidade, uma vez que é a arquitetura que define importantes aspectos

da luz, mas é o usuário que as percebe e avalia em sua vivência no ambiente?

A relação entre o comportamento humano e o ambiente físico é o foco de pesquisas de diversas áreas de conhecimento, em estudos de Pessoa-Ambiente (EPA), como Psicologia, Arquitetura, Urbanismo, Geografia, Desenho Industrial, Ergonomia, Educação, etc. Os objetivos tornam-se específicos, a escala é alterada, mas a intenção maior é entender como o indivíduo modifica seu ambiente e/ou como seu comportamento e experiência são modificados pelo ambiente. Atualmente é crescente a abordagem inter e multidisciplinar nos estudos de EP (GUNTHER, 2003; ORNSTEIN, 2005).

Alguns autores estudam a importância da janela na definição das informações do mundo de fora, sendo que alguns já apontam que a satisfação com a qualidade da vista exterior aumenta os limites de tolerância quanto ao ofuscamento (BOYCE *et al.*, 2003; BODART & DENEYER, 2004; DIETRICH, 2006; TUAYCHAROEN, 2006; OSTERHAUS, 2009; VEITCH & GALASIU, 2012; HELINGA, 2013).

Consequentemente, é importante entender que existe diferença entre os índices técnicos de ofuscamento, calculados a partir da probabilidade desse evento acontecer, com a percepção de ofuscamento real, de acordo com o que o usuário de um ambiente identifica.

## Justificativa: problema e relevância

A relação do homem com a luz esteve historicamente relacionada aos aspectos de segurança, percepção do espaço e simbolismo, acompanhando a evolução das civilizações em seus aspectos técnicos, econômicos e sociais. Após a Revolução Industrial, esta relação passa a ser influenciada também pelos rápidos avanços tecnológicos, pela necessidade de produção e novos padrões arquitetônicos (ferro e vidro). A consequência disso é que a sociedade contemporânea paga um alto preço energético pelo conforto dos espaços internos hoje concebidos (CREMONINI, 1992; SCHMID, 2005; BUTERA, 2009).

O surgimento da iluminação artificial alterou de forma pragmática o comportamento das pessoas e criou a possibilidade de controle dos níveis e da eficiência da luz pelo homem. Grande foi o avanço dos sistemas artificiais de iluminação, desde o surgimento da lâmpada elétrica de Edison, em 1879. A possibilidade de domínio e controle da luz foi a princípio uma das grandes metas das pesquisas relacionadas à iluminação (BUTERA, 2009). Passou a ser necessário estabelecer critérios e padrões para o uso racional da luz, o que exigiu a criação de grandezas, unidades de medição, equipamentos e métodos de cálculo,

---

<sup>2</sup> Iluminância (lux): Limite da razão do fluxo luminoso recebido pela superfície em torno de um ponto considerado, para a área da superfície quando esta tende para o zero. Quando o fluxo luminoso atinge uma superfície, esta é dita iluminada. É a quantidade de luz incidente.

além de recomendações de níveis de iluminâncias<sup>2</sup> segundo o uso (BOYCE, 1996).

As normas e legislações técnicas surgem com papel fundamental por apresentar recomendações para a melhoria do desempenho dos espaços construídos, principalmente quando passam a exigir uma série de critérios e índices mínimos, desde a fase de projeto do edifício. Na evolução das normas de iluminação, ao longo do século XX, os critérios utilizados estão mais relacionados aos índices de iluminâncias, enquanto que aspectos mais qualitativos como distribuição de luminâncias<sup>3</sup>, controle de ofuscamento, modelagem, contraste e refletâncias, estão mais presentes em recomendações, manuais e diretrizes (BOYCE, 1996).

Um importante questionamento às normas é em relação aos níveis de iluminâncias fornecidos pela iluminação artificial e pela luz natural. O ser humano percebe a luz natural da mesma forma e necessita da mesma quantidade de luz, independentemente da fonte usada? Se não, qual seria a quantidade mínima e como esta luz natural deve ser percebida? As normas deveriam apresentar índices diferenciados para

<sup>3</sup> Luminâncias (cd/m<sup>2</sup>): é uma medida da densidade da intensidade de uma luz refletida numa dada direção. Descreve a quantidade de luz que atravessa ou é emitida de uma superfície em questão (brilho).

a luz natural e artificial, potencializando o uso adequado da iluminação natural, otimizando todos os seus benefícios.

Com a facilidade de dimensionamento e controle da iluminação artificial, grande parte dos projetistas gradativamente foi perdendo o domínio e o interesse pela iluminação natural como diretriz projetual. A complexidade da luz natural, pelo seu dinamismo constante passou a ser um conhecimento acadêmico, científico e, portanto, especializado e restrito.

Assim, presencia-se hoje nas cidades contemporâneas uma uniformidade arquitetônica, onde prevalece um padrão “universal”, projetado, em sua maioria, distante da identidade sociocultural ou mesmo dos aspectos climáticos locais. As soluções para os edifícios, muitas vezes, são fruto do conhecimento empírico individual acumulado ou da repetição de padrões existentes, nem sempre validados em relação ao seu real desempenho e qualidade (FERNANDES, 2009; LIMA, 2010; MATUSIAK; 2011; LAMBERTS, DUTRA & PEREIRA, 2014).

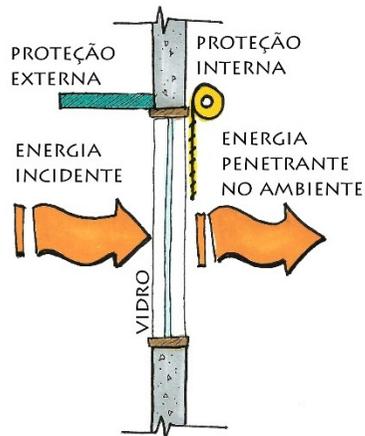
De forma contraditória, soluções inadequadas sob o ponto de vista do conforto térmico e eficiência energética, como grandes aberturas nas fachadas, em especial os “panos de vidro”, muitas vezes, são justificados comercialmente como sustentáveis, pelo aproveitamento máximo da iluminação natural. Mas, na verdade, podem contribuir para o aumento

da carga térmica interna e consumo de energia para condicionamento de ar, a probabilidade de ofuscamento e incômodo com a radiação direta (GHISI *et al.*, 2005; BUTERA, 2009).

A evolução tecnológica dos sistemas de iluminação artificial promoveu, inclusive, o próprio aumento do consumo de energia para iluminação, uma vez que as possibilidades de arranjos e efeitos se tornaram inúmeros. A princípio, as fontes de geração de energia eram suficientes para os padrões de consumo elétrico estabelecidos, o que passa a ser inviável a partir da década de 70, com o início das crises energéticas e novo posicionamento sustentável em relação aos meios de produção e consumo (OSTERHAUS, 1997; AMORIM, 2010).

Atualmente, aspectos ambientais são de extrema relevância no uso da energia elétrica, estando constantemente na pauta das grandes discussões sobre os rumos da sustentabilidade do planeta. São visíveis as alterações nas diretrizes e legislações para redução do consumo de energia em edifícios ao longo da última década, com uma abordagem focada no desempenho energética e o importante papel da iluminação natural como fonte gratuita de luz. Mas também é fundamental nesta discussão, a ponderação entre a influência positiva e negativa da iluminação natural na demanda de energia para condicionamento térmico dos espaços, além dos aspectos de conforto visual

(PELLEGRINO, 2012). A Figura 2 apresenta a influência da luz natural no ganho de energia interna:



**Figura 2:** Influência da Luz Natural no ganho de energia interna  
(Fonte: Elaborada pela Autora. Ilustração: João Felix)

O melhor aproveitamento da luz natural, integrado a sistemas mais eficientes de iluminação artificial, está entre as principais metas dos estudos científicos da área. Mas é imprescindível que o olhar para a eficiência energética seja integrado com o conforto visual e bem-estar do usuário, sempre vinculados concomitantemente aos aspectos quantitativos e qualitativos da luz (DEHOFF, 2010a; AMORIM et al., 2011).

A preocupação com o estudo da qualidade da luz é relativamente nova, sendo que foi a partir de 2000 que a IESNA (*Illuminating Engineering Society of North America*) trata do termo com alguma consistência

técnica, definindo três grandes aspectos a serem avaliados de forma integrada: necessidades humanas, aspectos econômicos e ambientais e arquitetura (IESNA, 2000).

Percebe-se na literatura uma evolução na abordagem dos estudos de iluminação, de um olhar quantitativo para um mais qualitativo. As discussões atuais quanto a Qualidade da Iluminação são abrangentes e complexas, pela necessidade de avaliação concomitante de grande número de aspectos, tanto da iluminação natural quanto artificial, além das questões relacionadas aos edifícios, meio ambiente exterior e ao próprio usuário (DEHOFF, 2010a).

Alguns autores apontam que ainda são necessárias pesquisas de aspectos primordiais, como definições de métodos, índices e critérios específicos, que servem como base inicial quantitativa para a abordagem qualitativa da iluminação natural (BOYCE, 2003; PELLEGRINO, 2012).

Para o melhor controle, definição das relações e tempo para os experimentos, os pesquisadores buscam reduzir de forma significativa o número de variáveis. A maioria das pesquisas ainda tenta resolver questões relacionadas aos aspectos quantitativos da luz natural, por haver ainda uma grande carência de normas e recomendações (HELLINGA, 2013).

Nos últimos anos, grande foi o avanço dos métodos e métricas específicas para a iluminação natural, e Pellegrino (2012), aponta, por exemplo, que os métodos e métricas de avaliações tradicionais (como *Daylight Factor*) têm se apresentado ineficientes ou inadequados para avaliar de forma abrangente e simultânea as múltiplas dimensões da iluminação natural, em especial relacionando energia, saúde e conforto.

A disseminação e utilização de ferramentas baseadas em análises do clima melhoraram de forma significativa os estudos de iluminação natural, pois fornece dados mais precisos, muitas vezes integrados com análises térmicas. Nos últimos anos, os estudos de avaliação da iluminação natural, passam a utilizar métodos de simulação dinâmica (Softwares Daysim e DIVA), ou seja, surgem novos índices que consideram o comportamento da luz natural em todas as horas do ano, em todo o ambiente (*Daylight Autonomy* -DA e *Useful Daylight Illuminance* - UDI). É uma inovação frente aos tradicionais métodos de medição e simulação estáticos, que conseguem definir a quantidade de iluminação em um determinado ponto e hora (REINHART & MARDALJEVIC, 2006).

Nesta busca de índices específicos para a iluminação natural, surge também o *Daylight Glare Probability* (DGP), desenvolvido a partir de medições e avaliações pelos usuários, considerado atualmente o índice mais confiável para avaliação do Ofuscamento pela Iluminação Natural

(REINHART, 2010). O DGP foi incorporado ao software de simulação dinâmica da luz, o DIVA, que juntamente com as fotografias HDR são considerados as ferramentas importantes de avaliação do ofuscamento da iluminação natural (SOUZA & SACARAZZATO, 2009; OSTERHAUS & VEITCH, 2011).

Tais avanços metodológicos, aliados aos novos conceitos qualitativos da iluminação, direcionam um novo olhar às normas, indicadores e padrões. Existe uma grande demanda de atualização dos índices e criação de parâmetros específicos para luz natural, principalmente em pesquisas de caráter multidisciplinar (VEITCH & GALASIU, 2012).

O avanço dos métodos de simulação contribuiu para a agilidade e amplitude dos processos de avaliação. É possível ter maior controle das variáveis, assim como fazer simulações de um número enorme de situações. Diversas normas e recomendações surgem a partir destes estudos, mas algumas limitações são apontadas, como a não inserção ainda destas ferramentas no processo de projeto da maioria dos arquitetos, a não validação dos resultados com a vivência das pessoas em ambientes reais (VEITCH *et al.*, 2013).

A dificuldade do aproveitamento da iluminação natural em escritórios está principalmente na prevenção e controle do ofuscamento causado pela janela, falta de uniformidade da luz, excesso de brilho e reflexões

na tela dos computadores, radiação direta incidente nos usuários, mobiliário e equipamentos e aumento de carga térmica no interior dos ambientes, o que pode ser um problema em alguns climas (OSTERHAUS, 1998; OSTERHAUS, 2005; HELLINGA, 2013).

A capacidade do olho humano de se adaptar a diferentes condições de luz dificulta a definição de índices e limites de desempenho visual e conforto visual. Além disso, a qualidade da vista externa parece influenciar na percepção da iluminação, principalmente na alteração dos limites de ofuscamento (KIM & WINEMAN, 2005; TUAYCHAROEN, 2006).

Galasiu e Veitch (2006) apresentaram ampla revisão bibliográfica sobre questões subjetivas ligadas ao uso de iluminação natural em edifícios de escritórios, como foco nos estudos de preferências das condições físicas e luminosas e estudos de satisfação do ocupante. A literatura mostra uma preferência consistente e forte para a iluminação natural e uma diversidade de preferências entre os indivíduos em relação aos níveis de iluminação natural em escritórios.

Os autores afirmam que ainda não se sabe quais as características do sistema de iluminação natural e controle seriam mais adequados e aceitáveis, nem o intervalo de condições luminosas que o sistema deve

permitir. Lacunas importantes foram detectadas no estudo, direcionando para futuras pesquisas, a necessidade de:

- Realizar comparações sistemáticas para estabelecer recomendações para as várias orientações, condições climáticas, momentos do dia, latitudes, estações, sistemas construtivos e tipos de janela, culturas e indivíduos. Os estudos encontrados impedem generalizações confiáveis porque são predominantemente do hemisfério norte, em países industrializados. Isso provavelmente vai exigir estudos de campo coordenados em vários locais diferentes;
- Expandir as condições luminosas estudadas, além da iluminância horizontal simples, principalmente relacionadas às preferências das luminâncias verticais.
- Comparar as condições luminosas escolhidas pelos indivíduos e as condições que eles relatam que querem e o que as normas apontam como recomendações.
- Estudar o ofuscamento causado pelas janelas, uma vez que as pesquisas detectaram que o desconforto é menos problemático do que os modelos de índice de ofuscamento por iluminação natural poderiam prever. O grau de desconforto relatado depende, em parte, da qualidade da visão exterior da janela, bem como da distância a partir da janela e da tarefa;
- Estudar a relação entre os relatos de desconforto por ofuscamento, uso da vista da janela, satisfação com as condições gerais de luminosidade, e escolha das condições luminosas em relação às condições externas, para avaliar o dilema entre o acesso à vista, controle de ofuscamento e controle de iluminação de eficiência energética. É improvável que o uso de controles automatizados

baseados só nas iluminâncias alcance um equilíbrio entre essas considerações.

Outras pesquisas também reforçam que o aumento da atratividade de uma janela, em função de sua vista exterior, diminuiu a percepção do desconforto por ofuscamento (COLLINS, 1976; OSTERHAUS, 2002; BODART & DENEYER, 2004; KIM & WINEMAN, 2005; TUAYCHAROEN, 2006; MADSEN & OSTERHAUS, 2006; TUAYCHAROEN, 2006).

Estudos de psicologia ambiental (KAPLAN, 2001; FARLEY e VEITCH, 2001) apontam que a visão da natureza, em especial da vegetação e água, causa maior impacto positivo no usuário, principalmente na redução do estresse, bem-estar, satisfação de empregados de escritórios e recuperação de pacientes de cirurgia.

A qualidade da vista externa também influencia na própria valorização de imóveis, pois é comum verificarmos ambientes e edificações que tem seus preços de mercado maiores (venda e aluguel) em função das características da vista da janela (KIM & WINEMAN, 2005).

Hellinga (2013) detectou que poucos pesquisadores têm estudado a relação da iluminação natural e vista exterior, e suas influências no conforto visual.

Para a autora, o número limitado de pesquisas que tratam simultaneamente a iluminação natural e a qualidade da vista externa

deve-se primeiramente porque estas variáveis são estudadas em áreas de conhecimento diferentes. Enquanto a iluminação natural é foco dos estudos de engenharia, arquitetura e física e a qualidade da vista externa é estudada na psicologia ambiental. Apesar de serem claros os benefícios da janela para os ocupantes de edifícios, pouca pesquisa tem sido feita sobre as configurações ideais de janela em ambientes reais de trabalho, tendo em vista as muitas variáveis e dificuldade de controle (HELINGA, 2013).

Além disso, é fundamental a comprovação dos resultados pela vivência do usuário, que passa a ser peça-chave na avaliação qualitativa da luz. Neste sentido, detecta-se a necessidade de estudar a iluminação natural dos espaços sob a ótica da inter-relação entre o homem e o ambiente.

*“O homem e suas extensões constituem um sistema inter-relacionado. É um erro agir como se os homens fossem uma coisa e sua casa, suas cidades, sua tecnologia, ou sua língua, fossem algo diferente. Devido à inter-relação entre o homem e suas extensões é conveniente prestarmos uma atenção bem maior ao tipo de extensões que criamos (...). Como as extensões são inanimadas, é preciso alimentá-las com feedback (pesquisa), para sabermos o que está acontecendo, em particular no caso das extensões modeladoras ou substitutivas do meio ambiente natural” (E. Hall, 1966, pp. 166-167, apud ELALI, 1997).*

Elalil (1997) reforça a abordagem de HALL (1966), afirmando que apensar de ser óbvia a complementariedade entre os campos de Psicologia, Medicina, Sociologia, Antropologia, Arquitetura, Geografia e Urbanismo, no entendimento da relação homem-ambiente, os estudos acabam sendo realizados com uma visão parcial, *“dificultando a formação de massa crítica interdisciplinar que alimente um processo investigativo mais amplo.”*

Em Gunther (2004) é possível perceber, que os Estudos Pessoa-Ambiente (EPA) ainda precisam de um tratamento inter, multi e /ou transdisciplinar (IMT) dos temas trabalhados. O autor ressalta a necessidade de os estudos abrangerem três instâncias básicas, o ambiente, a instituição e os ocupantes/usuários, de modo a envolverem, necessariamente, métodos centrados no lugar (o que faz a arquitetura) e centrados na pessoa (o que faz a psicologia). *“Isso significa a junção de métodos descritivos/quantitativos, e avaliativos/qualitativos, ampliando e aprofundando as possibilidades de análise dos fenômenos estudados.”*

A Psicologia foi aos poucos ampliando sua área de atuação, do indivíduo para o social e ambiental, abarcando as interações ambiente-comportamento. Já a Arquitetura aos poucos se desloca da ênfase na análise de aspectos estéticos/construtivos/funcionais, para a preocupação com a percepção/satisfação dos usuários e as implicações

das intervenções no indivíduo. A integração das duas áreas tornaria as pesquisas mais abrangentes e com resultados mais confiáveis, na medida em que integra abordagens diferentes e complementares (ELALI, 1997, GUNTHER, 2004; DUARTE, 2005).

Serra (2006) afirma que as fronteiras entre as áreas de conhecimento são os locais de maior necessidade de pesquisa, uma vez que a maioria foca na sua própria especialidade e acaba não considerando interferências naturais que acontecem entre os campos de atuação.

A *percepção* passa a ser o foco dos trabalhos que realizam avaliações de ambientes, e fator de relevância para análise do ambiente em uso. Indica e dimensiona aspectos qualitativos, de categorias tipológicas, incidência e relações, alertando sobre as demandas, anseios de melhoria, tendo em vista a evolução, atualização e as projeções futuras (ESPERIDIÃO & BOMFIM, 2006).

Neste sentido, pesquisas buscam a abordagem interdisciplinar na avaliação dos ambientes, em especial, com estudos em ambientes reais, uma vez que a familiaridade, proximidade e cotidiano do usuário com o objeto de estudo, *“transforma esse indivíduo em um crítico severo e abalizado”* (ELALI, 1997).

Assim, a tese busca inserir-se nesta demanda de investigação da qualidade da iluminação natural em escritórios reais, buscando avaliar

as luminâncias no campo visual, verificando como a percepção do ofuscamento causado pela janela pode ser influenciada pela satisfação do usuário quanto à qualidade da vista exterior.

O foco é o estudo das variáveis da janela (dimensão, tipo, orientação e proteção solar), do usuário (posição e distância da janela) e da qualidade da vista exterior (características da vista, conteúdo/enquadramento, distância e amplitude, ângulo de visão, complexidade de informações e diversidade de camadas), para estabelecer a natureza das relações e quantificar a importância de cada uma no conforto visual do usuário.

De forma específica, destaca-se que os índices de ofuscamento atuais poderiam ser aperfeiçoados pela adição de informações sobre o interesse quanto à qualidade da vista percebida pelos usuários (WIENOLD & CHISTOFFERSEN, 2012; HELINGA, 2013).

É importante quantificar a influência da qualidade da vista exterior na percepção do ofuscamento. Não para permitir valores mais tolerantes, e sim para evidenciar que em muitas situações o usuário se encontra em situações problemáticas, mesmo que sejam mascaradas pela qualidade da vista. Pode-se destacar o desconforto, ou até situações que realmente prejudicam a saúde, como o ofuscamento desabilitador ou intolerável.

Um dos objetivos desta pesquisa é transformar os resultados em diretrizes para o projeto arquitetônico, que necessita de instrumentos práticos para aplicação de conceitos e critérios técnicos. Segundo Baker *et al.* (1993), é necessário desenvolver mecanismos que auxiliem o projeto com iluminação natural, principalmente com uma abordagem gráfica e que interpretem questões técnicas para a linguagem projetual.

O interesse recente na qualidade de iluminação, produtividade e eficiência energética, pôs em evidência a falta de diretrizes e recomendações apropriadas para os projetistas, e a consequência disso é que os ambientes, especialmente de escritórios, têm apresentado problemas com ofuscamento e consumo de energia (OSTERHAUS, 2009).

Percebe-se um afastamento do uso da luz como elemento modulador e conceitual do espaço, intrínseco ao próprio partido arquitetônico e relacionado à percepção do usuário, para o uso como um elemento complementar, pensado principalmente em seus aspectos funcionais, especialmente quantitativos, para o desenvolvimento de tarefas (FURTADO, 2005).

Para Moreira & Kowaltowski (2011) é fundamental descrever as necessidades que o projeto deve atender e isso implica identificar os valores e necessidades do usuário em relação ao espaço construído.

Para os autores, os valores são as qualidades mais importantes em um edifício, segundo a percepção do ocupante, e seriam eles: Humanos, Ambientais, Culturais, Tecnológicos, Econômicos, Estéticos e de Segurança.

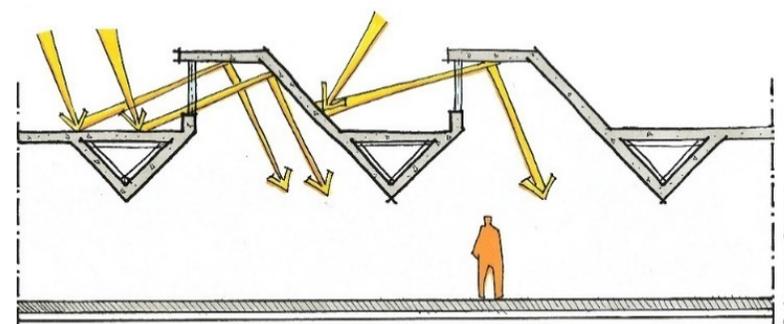
*“Faz parte do programa determinar os principais tópicos do projeto, segundo os valores identificados. (...) No entanto, é importante que o programa estabeleça as prioridades da qualidade esperada pelo usuário e a quantificação das metas e dos indicadores” (MOREIRA & KOWALTOWSKI, 2011).*

Amorim (2007a e 2007b) considera hoje as questões ambientais prementes no contexto mundial da arquitetura, e afirma que a luz natural e todas as suas implicações no projeto têm uma importante dimensão, do ponto de vista ambiental, funcional e qualitativo da arquitetura. A autora entende que incorporar a luz natural no processo de projeto de forma coerente, otimizando seus benefícios e minimizando impactos negativos, torna-se crucial.

No entanto, enfatiza que várias pesquisas (GARROCHO, 2006; AMORIM, 2007a e 2007b; SILVA, 2007) evidenciam a dificuldade dos projetistas, principalmente no contexto brasileiro, em atender de maneira consciente aos requisitos de uma boa iluminação natural, equilibrando a entrada de luz e calor, mantendo as demais preocupações de um projeto arquitetônico, ligadas aos requisitos funcionais, estéticos, construtivos e econômicos.

Já Baker *et al.* (1993) e IEA (1999), mencionam algumas maneiras de persuadir os projetistas a incrementar o uso consciente da luz natural: evidenciar as possibilidades existentes através de estudos de caso exemplares, fornecer informações gráficas e análises descrevendo os aspectos relevantes dos estudos de caso e, por fim, disponibilizar aos projetistas instrumentos para auxílio no projeto ou análise de projetos.

A Figura 3 apresenta exemplo gráfico de estratégia de projeto relacionada ao comportamento da luz natural:



**Figura 3:** Exemplo de comportamento da Luz Natural no desenho de Shed  
(Fonte: Elaborada pela Autora. Ilustração: João Felix).

Dessa forma, a pesquisa busca contribuir para a identificação de problemas segundo a opinião do usuário e transpor conhecimentos técnicos para a prática de projeto arquitetônico, conforme motivações apresentadas a seguir.

## Motivações

- Intensificar a abordagem multidisciplinar e multimétodo de avaliação dos espaços, em especial na comparação de diretrizes e normas com a satisfação e percepção do usuário de ambientes reais.
- Contribuir com a identificação da preferência dos brasileiros quanto à qualidade da vista externa;
- Aperfeiçoar os índices de ofuscamento de iluminação natural na medida em que considera novas variáveis relacionadas à satisfação do usuário, como a qualidade da vista exterior.
- Criar métodos de projetos que auxiliem no melhor aproveitamento da iluminação natural, principalmente pautados em resultados de avaliações referentes à realidade brasileira. As novas métricas dinâmicas (DA e UDI), que consideram o clima, assim como o índice de ofuscamento por luz natural (DGP) podem gerar diretrizes mais confiáveis e menos intuitivas para os projetos arquitetônicos.

## Natureza e extensão da contribuição

A tese está inserida num contexto nacional e internacional de pesquisas que gerem parâmetros para novas recomendações na área de iluminação, em especial para a qualidade da iluminação natural, com foco na avaliação das luminâncias do campo visual. Há uma carência de pesquisas na área da qualidade da iluminação no país, principalmente na definição de recomendações e diretrizes de projeto específicas para o Brasil.

Neste sentido, esta tese está vinculada ao grupo de pesquisa Qualilumi (Qualidade Ambiental e Iluminação no Espaço Construído) do LACAM/FAU/UnB, que atualmente está vinculado às pesquisas colaborativas com o CIE (*Internacional Commission on Illumination*), com o IEA (*International Energy Agency*) e com um grupo de universidades brasileiras (UFMG, USP, UFAL e UFSC), membros do CIE Brasil- Divisão 3, apoiado pela Eletrobrás, para a estruturação e desenvolvimento de estudos na área de Luz Natural.

## Hipótese

Esta pesquisa parte da premissa que a satisfação do usuário com a qualidade da vista exterior proporcionada pela janela pode alterar suas tolerâncias quanto à probabilidade de ofuscamento no campo visual. A tese defende a hipótese de que é possível quantificar essa influência da satisfação dos usuários por meio de um estudo multimétodo, considerando a percepção do usuário e avaliações técnicas por simulações. Para isso, busca identificar a relação entre essas variáveis: satisfação com a qualidade da vista exterior e percepção de ofuscamento.

A partir de referencial teórico, o estudo foi restrito às variáveis que caracterizam a janela (dimensões, tipo de janela, orientação e proteção solar) e a relação desta com o usuário (distância da janela e posição) para avaliação do ofuscamento (luminâncias do campo visual) e da qualidade da vista exterior (conteúdo, amplitude, ângulo de visão, complexidade e número de camadas).

O resultado esperado é que a satisfação quanto à qualidade da vista exterior diminua à percepção de ofuscamento, de acordo com a realidade brasileira estudada, e eu o uso de regressão logística permita mensurar essa redução. Acredita-se que o usuário em determinadas

situações se encontra em desconforto, mesmo sem perceber o motivo, por causa da adaptabilidade no sistema ocular humano.

Isso pode comprometer investigações que, apesar de considerarem a opinião do usuário, este não identifica um problema de ofuscamento, não porque este não exista, mas porque a sua satisfação com a vista exterior aumenta sua tolerância.

Pesquisas que desenvolveram índices de ofuscamento específico para a iluminação natural (DGP), já apontaram a importância na evolução do método, incorporando avaliações da vista exterior.

Também acredita-se que resultados similares de avaliações feitas em pesquisas europeias, sobre qualidade da vista e percepção do ofuscamento em janelas de escritórios, sejam aplicáveis ao Brasil, com as devidas adaptações.

Para isso, a tese também busca avaliar divergências entre pesquisas anteriores, uma vez que está usando métodos dinâmicos de simulação de probabilidade de ofuscamento e a avaliação da qualidade da vista de situações brasileiras.

Supõe-se que os aspectos culturais e a excessiva disponibilidade de luz no Brasil interfiram nos resultados, uma vez que as principais referências de qualidade da vista basearam-se em realidades norte-americanas e europeias.

A realidade singular de Brasília também é um ponto importante, pois o urbanismo, que define implantação em projeções e não lotes, e o estilo modernista dos edifícios influenciam no tipo de vista. Neste sentido, esta pesquisa supõe que tais singularidades também interferiram na preferência dos usuários de Brasília por vistas e elementos ambientais específicos.

Por fim, a pesquisa acredita que como o arquiteto tem papel fundamental na definição da abertura para a vista exterior, ele deve também entender as implicações de suas decisões projetuais no enquadramento da vista e desempenho visual e conforto visual. Em especial, deve ter conhecimento de que as preferências dos usuários não são necessariamente as suas na composição dos elementos ambientais.

## Objetivos

### Objetivo Geral

Identificar quantitativamente a influência da satisfação dos usuários com a qualidade da vista externa proporcionada pela janela em escritório, sobre a percepção de ofuscamento no campo visual de usuários.

### Objetivos Específicos

- Identificar as variáveis relevantes ao estudo da qualidade da iluminação natural em escritórios, assim como realizar discussão metodológica referente à avaliação de percepção e ofuscamento;
- Confrontar a avaliação da probabilidade de ofuscamento, mensurada por índices técnicos (simulações computacionais), com a percepção de ofuscamento dos usuários de ambientes reais;
- Confrontar a qualidade da vista exterior definida por meio de métodos técnicos, com a satisfação dos usuários quanto à vista exterior de ambientes reais;
- Identificar as preferências brasileiras (em amostra representativa por questionário online) por vistas externas e as diferenças com as análises europeias existentes, assim como, verificar se o urbanismo e arquitetura modernista de Brasília e a formação de arquitetura alteram as preferências dos usuários em relação ao resto do país;
- Gerar diretrizes para uma ferramenta de auxílio ao projeto para a fase de estudo preliminar (Quali-luz), que oriente o arquiteto sobre a adoção de estratégias para melhoria da Qualidade da Iluminação.

## Estrutura da tese

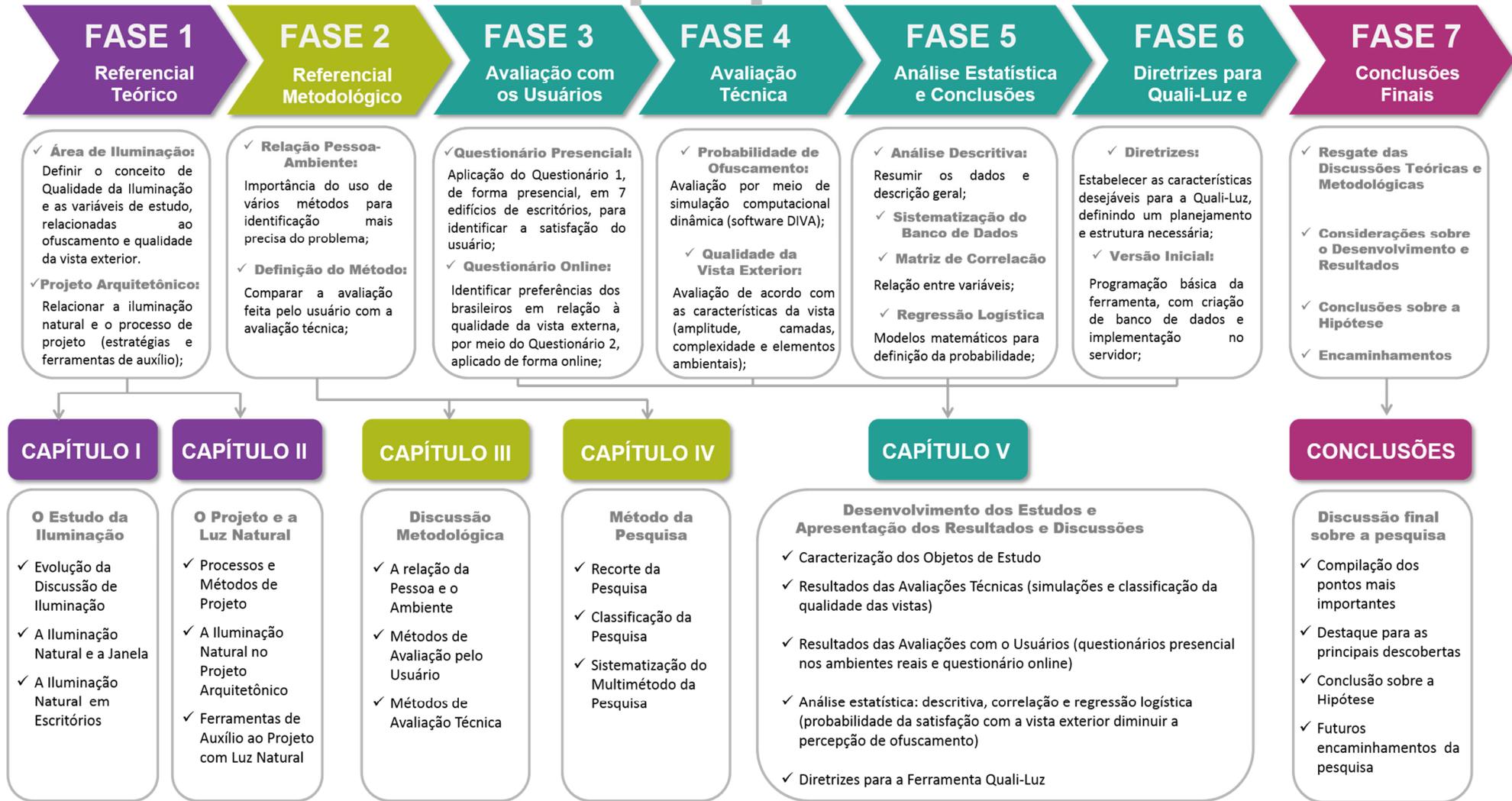
A estruturação dos capítulos da tese, apresentada na Figura 4, segue o processo de desenvolvimento da própria pesquisa. Parte do estudo das referências bibliográficas, que definiram o Referencial Teórico e as Variáveis de Estudo (Capítulos I e II), e a Metodologia (Capítulo III), com a definição das etapas e procedimentos de avaliação.

As avaliações feitas pelos usuários (questionários de satisfação em ambientes reais e questionário online) e as avaliações técnicas feitas pela pesquisadora (simulações e classificação das vistas) são apresentadas no Capítulo IV, onde os resultados são analisados estatisticamente, por meio de análises descritivas, de correlação e regressão logística.

No Capítulo V, são geradas diretrizes para a ferramenta de auxílio ao projeto, chamada Quali-luz, para a fase inicial de projeto (estudo preliminar e anteprojeto).

Por fim, são apresentadas as Conclusões da pesquisa, suas Referências e Apêndices.

# desenvolvimento da pesquisa



## estrutura da tese

Figura 4: Fases de Desenvolvimento da Pesquisa e Estrutura da Tese: (Elaborada pela Autora)

# capítulo I:

## O Estudo da Iluminação

### Objetivo do capítulo:

- ✓ Este capítulo parte da visão geral da temática da iluminação, com objetivo de definir as principais variáveis da tese. Por isso, aborda a evolução do estudo da área de iluminação, ressaltando a mudança de abordagem e o aprimoramento dos conceitos, em especial, com a discussão sobre a **Qualidade da Iluminação** e todos os aspectos que devem ser avaliados simultaneamente. Além disso, este capítulo faz o primeiro recorte da pesquisa, pois foca na iluminação natural de escritórios, e trata a **Janela** como elemento principal na definição de aspectos importantes da relação interior-exterior, assim como na qualidade da iluminação dos ambientes. Finaliza com a discussão sobre as duas principais variáveis da pesquisa: **Ofuscamento** e **Qualidade da Vista Exterior**.

### Estrutura do capítulo:

Evolução da Discussão de Iluminação

A Iluminação Natural e a Janela

A Iluminação Natural em Escritórios

- ✓ **Abordagem Quantitativa:** foco no desempenho visual no plano horizontal
- ✓ **Abordagem Qualitativa:** ampliação da avaliação, inserindo aspectos relacionados às necessidades humanas (desempenho visual, conforto visual, bem-estar, saúde, estética, comunicação, etc), aspectos ambientais (eficiência energética, manutenção, etc) e econômicos e da própria arquitetura (forma, composição, legislação, segurança, etc)

- ✓ **Iluminação Natural:** seus benefícios e variáveis (urbana, edifício, ambiente e usuário)
- ✓ **Janela como principal variável:** elemento de projeto que conecta, define a relação exterior e interior, sendo preferível pelo usuário, e suas características (forma, posição, proteções, materiais e orientação) são grandes reesponsáveis pela qualidade da iluminação do ambiente interno, em especial, quanto à probabilidade de ofuscamento e qualidade da vista exterior

- ✓ **Desempenho Visual e Conforto Visual:** importância de avaliar a iluminação nos plano horizontal e vertical (campo visual)
- ✓ **Probabilidade de Ofuscamento:** por níveis excessivos de luminâncias (saturação) ou proporções inadequadas de contraste
- ✓ **Qualidade da Vista Exterior:** traz benefícios emocionais, satisfação e bem-estar para os usuários, sendo importante a avaliação das camadas, amplitude, complexidade e elementos ambientais, em especial, céu, água, vegetação e edifícios.

## 1.1. A evolução da discussão sobre a Iluminação

*“A persistência é o caminho do êxito.”*

Charles Darwin

O conceito de Qualidade da Iluminação aparece como o início de uma discussão importante para estabelecer novos critérios e métodos de avaliação mais consistentes com a realidade contemporânea, especialmente na integração de iluminação artificial e natural.

O estudo da Qualidade da Iluminação deve iniciar pela abordagem dos aspectos quantitativos, e é fundamental compreender os índices utilizados como padrões internacionais. Os valores atualmente encontrados são divergentes, uma vez que para a mesma tarefa são encontrados diversos níveis de iluminâncias para diferentes países (BOYCE, 1996). Além dessa discrepância quantitativa, Veitch (2006) questiona se estes valores estariam de acordo com a preferência dos usuários.

Várias questões tornam-se importantes, relacionadas com as necessidades humanas, econômicas sustentáveis e da própria arquitetura.

### 1.1.1. Abordagem quantitativa

Boyce (1996; 2003) alerta que os valores estabelecidos nas normas, internacionalmente, têm alterado os níveis de iluminância em função do desenvolvimento político/econômico e não das reais necessidades humanas (visibilidade, desempenho da tarefa, conforto visual, comunicação social, saúde, bem-estar e segurança).

Houve um aumento significativo nos níveis de iluminância dos escritórios, entre 1960 e 1970, o que pode ser justificado pelo surgimento de melhorias nos sistemas de iluminação fluorescente, impulsionado também pelo crescimento econômico acelerado dos países desenvolvidos.

Após a década de 70, existe uma diminuição nas recomendações dos níveis de iluminância, conforme Quadro 1, justificada pela crise de energia e desaceleração do crescimento econômico, sendo exigido um uso racional de eletricidade:

**Quadro 1:** Recomendações de iluminância (lux) para leitura, relacionadas a cada edição do *IES Lighting Handbook*, tecnologia dominante de lâmpadas usadas na iluminação de escritórios e o estado econômico/político dos EUA.

Versão IES	Tarefa Visual	Nível de Iluminâncias	Tipo de Lâmpada	Situação Político/Econômica
1947	regular difícil	300-500	Incandescente	Crescimento moderado
1954	regular difícil	300-500	Incandescente / Fluorescente	Crescimento acelerado
1959	regular difícil	1000-2000	Fluorescente	Crescimento acelerado
1966	regular difícil	1000-1500	Fluorescente	Crescimento acelerado
1972	regular difícil	1000-1500	Fluorescente	Crescimento
1981	regular difícil	200-300-500- 750-1000	Fluorescente	Crise Energética
1987	regular difícil	200-300-500- 750-1000	Fluorescente	Crise Energética
1993	regular difícil	200-300-500- 750-1000	Fluorescente	Consciência Ambiental

Fonte: Boyce, 2003.

Portanto, é fundamental questionar como os índices quantitativos de iluminâncias se alteram historicamente, se as necessidades humanas não são alteradas.

Por mais que as exigências de conforto atuais sejam maiores, não justifica, para a mesma tarefa (como por exemplo, leitura e escrita em escritório),

uma diferença de níveis de iluminâncias de 300lux (1950) para 1500lux (1970) e posteriormente para 200 lux (1980), em apenas 30 anos (AMORIM *et al.*, 2011). Atualmente a norma ABNT NBR ISO/CIE 8995-1:2013\_ Iluminação de ambientes de trabalho, vigente no Brasil, estabelece para leitura e escrita em escritório o nível de 500 lux.

Mills & Borg (1999) também mostram a diferença dos níveis para as tarefas visuais em diferentes países. Concluem que as recomendações baseadas apenas nos níveis de iluminâncias têm potencialmente grandes implicações para o consumo de energia e podem explicar as diferenças de uso de iluminação entre os países. Algumas normas indicam níveis mais altos do que o necessário, não contribuindo para melhoria do desempenho da tarefa e sim para maior consumo energético. Para os autores, são necessários métodos que identifiquem tanto aspectos quantitativos quanto qualitativos da iluminação, pois o nível de iluminâncias é apenas um dos indicadores.

Osterhaus (199?) investiga o desenvolvimento de normas para iluminação de escritórios em 80 anos e discute a prática recomendada de iluminação e a natureza quantitativa das recomendações. O autor afirma que os valores de iluminância, depois de estarem em ascensão por quase um século, atingiram o seu pico e foram descendo para um nível mais apropriado.

O autor enfatiza a importância de gradativamente os projetistas e pesquisadores focarem em aspectos da luz que vão além das preocupações com as iluminâncias (luz incidente na superfície), ou seja, se preocuparem também as luminâncias (luz refletida), numa abordagem mais qualitativa da iluminação.

Além disso, o mesmo autor alerta sobre a necessidade de serem desenvolvidas pesquisas para o conforto do trabalhador, satisfação e produtividade, bem como a eficiência energética de sistemas integrados.

Na busca por fomentar a discussão sobre a legislação de iluminação natural no país, a pesquisa de Feijó (2009) faz uma coletânea de normas, regulamentos e recomendações internacionais com o objetivo de contribuir para a normatização brasileira de iluminação natural em escritórios. Foi feito um agrupamento por aspectos relacionados ao tema, de acordo com o Quadro 2:

**Quadro 2:** Sistematização de normas e recomendações para iluminação natural de escritórios.

GRUPO	DOCUMENTO
<b>Implantação</b>	- Decreto-Lei 38.382, Artigo 71a 75 PORTUGAL - Unified Facilities Criteria Design: Interior and Exterior Lighting end Controls EUA
<b>Geometria do Ambiente e Janelas</b>	- Lei Municipal 11.228 Código de Obras - São Paulo BRASIL - California Energy Commission. Building Energy Efficiency Standards EUA - IESNA RP-5-2000 EUA - Unified Facilities Criteria Design: Interior and Exterior Lighting end Controls EUA - LEED system for Core end Shell EUA - Approved Document L2A REINO UNIDO

	- BSi 8206: Part 2 Lighting for Buildings REINO UNIDO - BREEAM Offices Pre Assessment Estimator REINO UNIDO - DIN 5034-1 ALEMANHA
<b>Protetores Solares</b>	- Unified Facilities Criteria Design: Interior and Exterior Lighting end Controls EUA - LEED system for Core end Shell EUA - Code du Travail FRANÇA
<b>Fator de Luz Diurna e Iluminância</b>	- LEED(System for Core and Shell / Commercial Interiors) EUA - Canada Labour Code Part VI CANADA - BSi 8206: Part 2 Lighting for Buildings REINO UNIDO - DIN 5034-1 ALEMANHA - ISO 8995: 2002(E)/CIE S 008/E-2001
<b>Uniformidade e Ofuscamento</b>	- NBR 5413 BRASIL - IESNA Lighting Handbook Reference & Application - Unified Facilities Criteria Design: Interior and Exterior Lighting end Controls EUA - BSi 8206: Part 2 Lighting for Buildings REINO UNIDO - ISO 8995: 2002(E)/CIE S 008/E-2001
<b>Interação Iluminação natural e Iluminação artificial</b>	- Regulamentação para Etiquetagem de Eficiência Energética BRASIL - Department of Energy EUA - IESNA RP-5-2000 IES EUA - ASHRAE 90.1-2004 EUA - IESNA Lighting Handbook EUA - Unified Facilities Criteria (UFC) Design EUA - LEED-NC Green Building EUA - LEED for Commercial Interiors EUA - Model National Energy Code CANADA - Approved Document L2A REINO UNIDO - BSi 8206: Part 2:1992 Lighting for Buildings REINO UNIDO - BREEAM Pre Assessment Estimator REINO UNIDO - Regulation Termique 2005 FRANÇA

Fonte: Feijó, 2009.

A partir da comparação entre os documentos e aplicação em estudos de caso de escritórios, a pesquisa conclui que, dos aspectos importantes para o desempenho da luz natural, alguns deveriam estar presentes em lei específica por serem condições mínimas: orientação das fachadas, relação

entre área iluminante e área do piso, profundidade da sala, características da janela, níveis de iluminação, densidade de potência instalada e consumo. Outros aspectos mais exigentes poderiam estar em certificações e recomendações: exclusão da radiação solar direta, protetores solares internos, área envidraçada para visão e para iluminação, divisão de circuitos e controle e manutenção.

Feijó (2009) e Fernandes (2009) apontam que no Brasil é importante uma revisão conjunta de leis urbanas, códigos de obra, normas e regulamentos já existentes, de forma a abranger estes aspectos e contribuir para o melhor aproveitamento da iluminação nos espaços internos.

Existem diversos documentos, entre certificações, leis e normas, mas com focos distintos, muitas vezes contraditórios ou insuficientes, o que não contribui para a aplicabilidade das diretrizes propostas.

No Brasil, existem atualmente duas principais normas de iluminação: a ABNT NBR 15215:2005 - Iluminação Natural, que se concentra em alguns métodos para medição e cálculo da iluminação natural e a ABNT NBR ISO/CIE 8995-1:2013\_ Iluminação de Ambientes de Trabalho, versão traduzida da norma europeia de 2002.

Amorim *et al.* (2011) afirmam que a adoção da ABNT NBR ISO/CIE 8995-1:2013 no contexto brasileiro traz vantagens em termos de avaliação da qualidade de iluminação, mas poderia ser interessante quantificar o

impacto da norma na eficiência energética dos edifícios brasileiros, uma vez que foi elaborada segundo padrões europeus. Além disso, existe a necessidade de validar esses valores segundo a percepção dos usuários.

Ao comparar a norma europeia (ISO/CIE 8995-1:2013) com a norma anterior do Brasil (ABNT NBR 5413 - Iluminância em Ambientes Interiores.), nota-se que alguns valores de iluminância foram elevados sem necessariamente uma avaliação crítica. Por exemplo, a antiga norma estabelecia valores mínimos, ideais e máximos de iluminâncias para leitura e escrita de escritórios (300-500-700 lux). Já a norma atual apresenta apenas o valor ideal, intermediário de 500 lux. Mas, é necessário observar que a ISO/CIE 8995-1:2013 traz uma avaliação mais qualitativa ao estabelecer valores para outros parâmetros que ainda não eram abordados como: Limites para Ofuscamento (UGR) e de Índice de Reprodução de Cores (Ra) (AMORIM *et al.*; 2011).

Dehoff (2011) mostra uma visão geral dos requisitos para a iluminação nos ambientes interiores de trabalho, conforme descrito nas duas importantes Normas Europeias para ambientes de trabalho: DIN EN 12464 – 1:2002\_ *Lighting of work places* e ISO 8995-1:2002 (CIE S 008/E:2001)\_ *Lighting of work places*, adotada no Brasil em 2013.

As conclusões do autor refletem bem a situação normativa atual. A diferença nos requisitos das duas normas é pequena, e uma melhoria significativa pode ser alcançada. As principais questões apontadas foram:

- a necessidade de abordagem da iluminação natural, com definições mais claras sobre sua viabilidade e variabilidade;
- atribuição de uniformidade às tarefas e atividades;
- nova definição de uma área de fundo;
- modulação/malha de pontos;
- ofuscamento;
- iluminâncias e modelagens verticais e cilíndricas;
- a definição de áreas de iluminação e métodos de cálculos e os limites de luminâncias.

Em 2011 a norma DIN EN 12464 – 1:2002\_ *Lighting of work places* foi revisada, trazendo alterações importantes, entre elas, a integração da luz artificial e natural e valores de iluminâncias para tetos e paredes. Neste sentido, é importante que o Brasil acompanhe estas alterações, com um olhar crítico, para possíveis revisões na norma ISO/CIE 8995-1:2013, adotada recentemente no país. Mas, deve-se ter o cuidado de sempre avaliar em relação às especificidades e adequações para o contexto local.

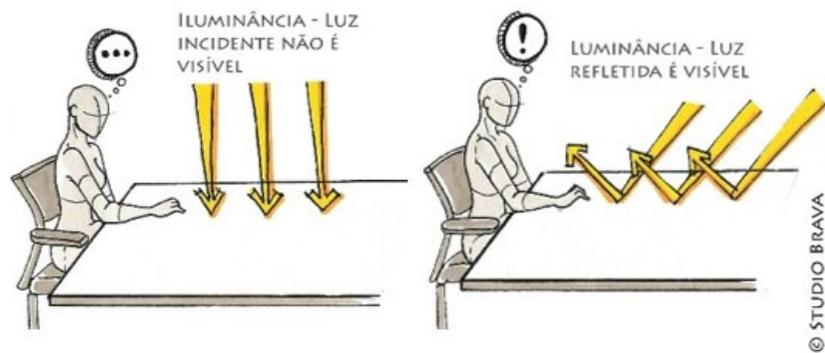
As conclusões das pesquisas avaliadas apontam para uma nova abordagem: a busca de critérios qualitativos para iluminação, em especial para a luz natural, e como poderiam ser abordados em normas e recomendações, sem restrições que interfiram na liberdade projetual. Ou seja, apesar das investigações focarem nas questões quantitativas, é necessário avalia-las

no contexto das necessidades e suposições qualitativas (BOYCE, 2003; GALASIU & VEITCH, 2006; ARAJI, 2008; ARIES *et al.*, 2010; DEHOFF, 2010a; AIZENBERG, 2013; BARBATO, 2013; DJOKIC, 2013).

A abordagem quantitativa deve ser o início básico dos estudos, e torna-se crucial a definição dos parâmetros e critérios que serão utilizados em cada tipo de avaliação, segundo seus propósitos específicos (GALASIU & VEITCH, 2006).

A iluminação tem como função básica oferecer as condições visuais adequadas para que as pessoas possam desempenhar as atividades com eficácia, eficiência e conforto. Assim, é necessária a avaliação de critérios de desempenho e conforto (iluminâncias, luminâncias, refletâncias das superfícies, uniformidade, contrastes, ofuscamento, direcionalidade, modelagem, reprodução de cores, etc.), tanto numa abordagem quantitativa (cálculos, medições, simulações) quanto qualitativa (percepção do usuário).

A Figura 5 apresenta a diferença entre a luz incidente e a luz visível. Visto que a reflexão da luz está diretamente relacionada às propriedades dos materiais superficiais, uma mesma quantidade de iluminâncias incidente pode gerar diferentes luminâncias.



**Figura 5:** Iluminâncias (lux) = Luz incidente e Luminâncias (cd/m<sup>2</sup>) = Luz Refletida  
(Fonte: Elaborada pela Autora. Ilustração: João Felix)

Além disso, a avaliação apenas da incidência de luz nas superfícies não é adequada, uma vez que as pessoas percebem o ambiente luminoso, e conseqüentemente a luz, pelo seu campo visual, conforme Figura 6 (BAKER *et al.*, 1993).



**Figura 6:** Campo Visual (Fonte: Elaborada pela Autora. Ilustração: João Felix)

Veitch & Newsham (1996), por meio de uma revisão de literatura, na busca por uma nova abordagem qualitativa para a avaliação da iluminação, apontam que a avaliação de iluminâncias em um escritório é importante no desempenho visual apenas quando os níveis estão muito baixos. E enfatizam que atualmente os usuários de escritórios executam suas atividades muito mais tempo visualizando um plano vertical (telas de computador), sendo mais coerente avaliar a satisfação dos usuários a partir de avaliações de luminâncias no campo visual, do que simplesmente medindo níveis de iluminância no plano de trabalho horizontal (mesa).

Assim, diante de diversas críticas quanto à avaliação da iluminação apenas por parâmetros quantitativos, a discussão nas pesquisas passa a focar na QUALIDADE DA ILUMINAÇÃO, e como novos parâmetros, índices e métricas poderão ser incorporados em recomendações, normas e guias projetais, dentro de uma abordagem multidisciplinar.

### 1.1.2. Abordagem qualitativa

Para estabelecer as relações entre iluminação, conforto e bem-estar dos usuários e a influência da arquitetura, no caso, a abertura para entrada de luz nos ambientes, é preciso buscar a definição do conceito de Qualidade da Iluminação, abordado de forma diferenciada entre autores de diversas áreas acadêmicas: Arquitetura, Engenharia, Arte, Psicologia e Medicina (VEITCH, 2006; TRALAU, 2011).

A complexidade em definir o conceito de Qualidade da Iluminação está justamente na dependência de avaliação de várias dimensões e que não pode ser baseada numa simples medida ou técnica de medição (BOYCE, 2003). Iluminamos os espaços para atender às mais variadas necessidades humanas e por isso não existe uma medida unitária da adaptabilidade entre tais objetivos e os resultados conseguidos (MARTAU, 2008).

Vários autores buscam conceitos ou modelos que contribuam para demonstrar os fatores que devem estar presentes na boa iluminação.

O modelo de Heinrich Kramer<sup>4</sup> (MARTAU, 2008) estabelece oito diretrizes relacionadas à qualidade da iluminação:

- 1) A luz deve orientar e definir o tempo e espaço para os usuários;
- 2) Ser elemento de composição do projeto;
- 3) Dar suporte às intenções (forma, cores, materiais);
- 4) Criar caráter e atmosfera do lugar, segundo as expectativas;
- 5) Permitir e promover a comunicação;
- 6) A luz deve conter uma mensagem e significado (brilho, cor e movimento);
- 7) Ser original e causar efeitos.
- 8) A luz deve permitir que as pessoas vejam e reconheçam o ambiente.

O autor baseia-se nas três necessidades básicas dos usuários, estabelecidas por Lam (1977) e acrescenta em seus estudos uma quarta necessidade:

- 1) A criação de uma ambiência;
- 2) A comunicação verbal e
- 3) A orientação temporal e recebimento de informações sobre o ambiente no qual vive.
- 4) O desejo de variações e exploração de surpresas no ambiente.

Para Marans & Brown (1987) é importante fazer uma distinção entre Escalas de Qualidade em Iluminação (*Ratings of Lighting Quality – RLQ*), que inclui a satisfação com a iluminação, que depende da tarefa e tipo de iluminação; e Escalas de Qualidade Visual (*Ratings of Visual Quality – RVQ*), que já irá incluir o grau em que uma iluminação é considerada atrativa, prazerosa, interessante e confortável ao usuário. A relação RLQ-RVQ deve ser considerada na construção de questionários de satisfação do usuário, na avaliação da qualidade da luz de ambientes.

Veitch e Newsham (1996) defendem que a Qualidade da Iluminação depende das condições da luz que causem impactos desejáveis às pessoas que usarão o ambiente, relacionados ao desempenho de tarefas, conforto visual, interação e comunicações sociais, saúde e segurança, humor, bem-

---

<sup>4</sup> Heinrich Kramer é pesquisador e fundador da ELDA (*European Lighting Designer's Association*), hoje denominada IALD (*International Association of Lighting Designer's*).

estar, satisfação e julgamentos estéticos. Os autores sintetizaram sua revisão bibliográfica, na busca pelo conceito de Qualidade da Iluminação, de forma esquemática, demonstrando a importância dos parâmetros relacionados às variáveis, conforme apresentado no Quadro 3.

Os espaços vazios no Quadro 3 significam relações em que há pouca evidência, ou mesmo nenhuma, para alcançar resultados conclusivos. Já os espaços mais escuros são onde mais se devem investir estudos e esforços, segundo os autores, principalmente em pesquisas comportamentais, a fim de investigar a gama de resultados e combinações possíveis.

**Quadro 3:** Relação entre as variáveis no estudo de iluminação

Variáveis Independentes	Variáveis Dependentes					
	Conforto Visual	Desempenho Visual	Interação Social, Comunicação	Humor, Preferências, Satisfação	Saúde e Segurança	Julgamento Estético
Luminância	■			■		
Iluminância	■	■		■	■	
Uniformidade (tarefa)	■	■		■		
Uniformidade (ambiente)		■		■		■
Ofuscamento	■	■		■		
Cor	■	■		■	■	■
Flicker	■				■	
Sistema de Iluminação	■			■	■	
Controle		■		■		
Ilum. Natural e Janela				■		

Fonte: Veitch e Newsham (1996)

Veitch e Newsham (1996) defendem a presença de estratégias da psicologia para a avaliação qualitativa da luz, pois se faz necessário o estudo do comportamento e satisfação das pessoas quanto aos níveis e critérios estabelecidos em normas e diretrizes técnicas.

Já Boyce & Cuttle (1998) incluem o “Conforto Visual” e as “Expectativas dos Usuários” como principais componentes de uma boa iluminação. Definem uma iluminação de qualidade como sendo aquela que facilita as habilidades de discriminar detalhes, cores, formas, texturas e acabamentos das superfícies, sem causar desconforto visual (MARTAU, 2008). Os autores criticam o fato de muitos estudos buscarem medir a qualidade apenas pelo desempenho ou pela opinião dos usuários.

Para eles (BOYCE & CUTTLE, 1998), a “Arquitetura” também deve estar incluída entre os indicadores de qualidade da luz, sendo que o grande problema é encontrar uma forma de descrever o que as pessoas estão vendo em termos de valores fotométricos. Afirmam que é preciso, inicialmente, definir indicadores sobre como a iluminação influencia o que vemos e em seguida, idealizar medidas que se relacionem com estes indicadores.

A IESNA, *Illuminating Engineering Society of North America*, em 2000, aponta que a Qualidade da Iluminação está, primeiramente, relacionada com a *visibilidade*, que é definida a partir das necessidades humanas que

dependem da iluminação: humor e atmosfera; desempenho de tarefa; conforto visual; julgamento estético; saúde, segurança e bem-estar e por fim, comunicação social (IESNA, 2000).

É fundamental o conhecimento destas relações, para fornecer dados sobre a qualidade da iluminação. O conceito definido pela IESNA (2000), apresentado na Figura 7, é amplamente referenciado atualmente no meio acadêmico, e baseia-se na interação de três aspectos gerais: Arquitetura, Aspectos Econômicos e Necessidades Humanas.



**Figura 7:** Diagrama que demonstra o modelo de qualidade para o IESNA.  
(Fonte: Adaptado de IESNA, 2000)

Para Veitch (2001), essa nova abordagem da IESNA (2000) surge da constatação, na década de 90, de que os estudos de iluminação estavam

até então muito limitados, principalmente às condições de visibilidade, recomendações de iluminâncias e indicadores matemáticos. Além disso, é fortalecida a pesquisa simultânea em várias áreas de atuação, que favorece a discussão de outros parâmetros qualitativos para os estudos de iluminação.

Para Veitch (2001) existem várias contribuições para esta nova abordagem da qualidade da iluminação e Martau (2008) cita como vantagens os seguintes fatores:

- A iluminação faz mais que revelar detalhes críticos (visibilidade e desempenho) e controlar o ofuscamento (conforto visual). Ela serve a uma larga gama de necessidades das pessoas nos espaços.
- As boas condições de iluminação são determinadas contextualmente.
- A pesquisa deve direcionar-se a essa larga gama de desempenho comportamental e psicológico em relação à luz e à iluminação.
- As diferenças culturais e individuais são fatores contextuais merecedores de maior atenção.
- Existe um grande problema criado pelos manuais ou pela interpretação errônea destes, que por apresentarem apenas indicadores quantitativos (iluminâncias recomendadas), estariam contribuindo e estimulando projetos de baixa qualidade.

Algumas pesquisas têm mostrado questões de Qualidade de Iluminação e Eficiência Energética em escritórios, como Pop, Pop e Chindris (2002), que relacionam quatro grandes variáveis para definir a qualidade de iluminação, incluindo o consumo de energia:

- 1) Satisfação visual (fotometria e conforto visual),
- 2) Visibilidade,
- 3) Produtividade humana e
- 4) Consumo de energia.

Wang (2009) indica a necessidade de investigação simultânea de fatores em ambientes de trabalho, sendo que a "*iluminação eficiente e iluminação de qualidade não são contraditórias entre si, e uma melhor compreensão destes dois conceitos seria útil para promover a melhoria dos ambientes.*"

Osterhaus (2009) afirma que o interesse recente na Qualidade da Iluminação e Produtividade, bem como um interesse renovado em Eficiência Energética, pôs em evidência a falta de diretrizes e recomendações apropriadas para os projetistas (arquitetos e designers de interiores e iluminação). A consequência disso é que os ambientes, especialmente de escritórios, têm apresentado problemas com ofuscamento e consumo de energia.

O autor aponta a necessidade da criação de um documento específico, com diretrizes úteis e práticas para os projetistas, na criação de espaços de

trabalho saudáveis e agradáveis. Para isso seria necessária uma extensa pesquisa, que abordasse aspectos sobre a visão humana, percepção e inovação no projeto, além das tecnologias possíveis.

Tralau, Dehoff e Schierz (2011) desenvolveram uma pesquisa com base em um roteiro para o LiTG (*Deutsche Lichttechnische Gesellschaft*), com objetivo de encontrar uma definição geral de Qualidade de Iluminação e uma terminologia unificada.

Levantaram a questão de que ao lado dos critérios fotométricos, que podem ser medidos e estão previstos na norma europeia DIN EN 12464 – 1:2011\_ *Lighting of work places*, são necessários fatores objetivos e subjetivos. Isto porque a Qualidade da Iluminação de um ambiente é a descrição ou a experiência do efeito da iluminação e de sua distribuição, independente da fonte de luz em si. A combinação de vários fatores é essencial para a descrição. A avaliação da Qualidade de Iluminação é subjetiva e ligada às necessidades dos usuários.

Para os autores (TRALAU, DEHOFF e SCHIERZ, 2011), a Qualidade de Iluminação está relacionada a diferentes aspectos:

- Visual (necessidade de cumprir a tarefa visual);
- Emocional (necessidade de criar ambientes);
- Biológico (necessidades fisiológicas e de estímulo); e de
- Orientação (necessidade de sentir-se seguro).

Eles apontam como aspectos básicos para avaliação da qualidade de iluminação:

- **Aspectos do Projeto relacionados à Qualidade da Iluminação:** Iluminância e uniformidade; ofuscamento psicológico; ofuscamento fisiológico; reprodução de cores; temperatura de cor; contraste; renderização; sombreamento; modelagem; iluminação natural
- **Aspectos Individuais relacionados à Qualidade da Iluminação:** Aceitação; Satisfação, Bem-estar; Ativação; Ritmo circadiano; Hierarquia de percepção; Flexibilidade; Individualidade; Conceitos mentais (expectativas)
- **Aspectos Criativos relacionados à Qualidade da Iluminação:** Elementos da arquitetura; zoneamento; posicionamento; Caráter; a qualidade visual e estética da luminária; contrastes

Na pesquisa de Tralau, Dehoff e Schierz (2011) discute-se a necessidade da validação dos parâmetros de qualidade de iluminação de acordo com as especificidades de cada tipologia (escritórios, escolas, hospitais, etc.) e como deve ser o melhor método para avaliar estes critérios.

Na busca por critérios, indicadores e métodos que determinem a qualidade de iluminação, várias pesquisas têm sido desenvolvidas e apresentadas em simpósios do CIE (*International Commission on Illumination*), principalmente incluem a satisfação do usuário, o uso de luminâncias (cd/m<sup>2</sup>), além das iluminâncias (lux), o controle de ofuscamentos e a eficiência energética.

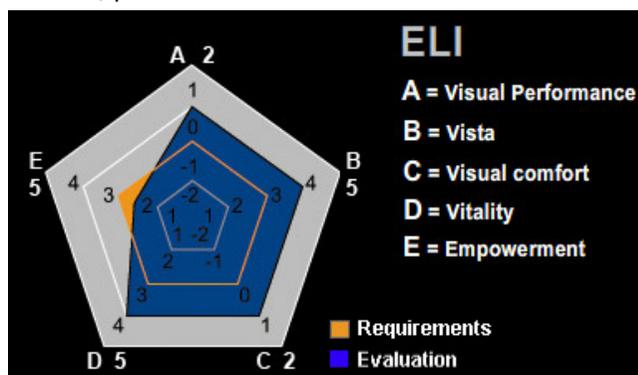
Segundo Dehof (2010), é preciso existir o equilíbrio da Eficiência Energética e Qualidade de Iluminação, que pode ser avaliado com a relação de dois indicadores específicos: o LENI (*Lighting Energy Numeric Indicator*) e ELI (*Ergonomic Lighting Indicator*). O pesquisador apresentou o conceito e diretrizes em 2006 na IEA (*International Energy Agency*) e na CIE 2010, divulgou uma metodologia específica.

O LENI (*Lighting Energy Numeric Indicator*) avalia a quantidade de energia utilizada para iluminação artificial do edifício durante um ano de uso, em kWh / (m<sup>2</sup> ano). Muitas normas e certificações europeias baseiam-se neste indicador.

Já o ELI especifica aspectos da qualidade da iluminação, sejam eles normativos, subjetivos e/ou criativos, utilizando de questionários com usuários e medições realizadas por especialistas. São avaliados os cinco critérios abaixo, conforme Figura 8:

1. **Desempenho Visual:** condição para o desenvolvimento das tarefas (iluminâncias e uniformidade), fidelidade de reprodução cromática, limitação de reflexões, limitação de sombras duras;
2. **Vista:** concepção arquitetônica, expectativas do usuário, orientação, hierarquia da percepção, percepção do exterior, material, ambiente;
3. **Conforto Visual:** controle de ofuscamento, distribuição de luminâncias, modelagem, contrastes, iluminação natural, senso de proteção, limitação de cintilação;

4. **Vitalidade:** bem-estar, ativação, estimulação, ritmo circadiano, iluminação natural, limitação de riscos;
5. **Autonomia:** controle individual de cena de luz, detector de presença, controle da iluminação natural, controle dinâmico, flexibilidade, privacidade.



**Figura 8:** Diagrama com as cinco variáveis avaliadas pelo ELI (Ergonomic Lighting Indicator). Pode ser calculado pelo programa *The ELI-LENI-Calculator*, disponível em: <http://www.zumtobel.com>.

Assim, existem 33 subcritérios do ELI, sendo que 14 são calculados com base em aspectos metrológicos e 19 que podem ser medidos com questionários. Dehof (2010) aponta o *The ELI-LENI-Calculator* como uma ferramenta prática para avaliação dos dois indicadores simultaneamente, sendo importante a aplicação do método em várias situações e contextos para comparação de resultados.

Para Peter Thorns e Martine Knoop (2012), que participam das discussões da Divisão 3 do CIE (Ambiente Interior e projeto de iluminação), quando se

aborda o tema iluminação e a redução de energia, pode-se afirmar que uma redução no consumo de energia não deve ser à custa da redução da qualidade de iluminação. No entanto, este é um termo vagamente definido e, portanto, difícil de ser defendido. Em normas de iluminação fala-se sobre os requisitos de desempenho das tarefas, mas não são abordadas as necessidades humanas.

*“Se queremos defender a importância da Qualidade de Iluminação, precisamos definir em termos simples, compreensíveis por um proprietário ou gestor de edifício ou mesmo projetista: O que é Qualidade de Iluminação”? O que determina o Conforto? Quais são os benefícios? E estes precisam ser definidos de forma clara e objetiva, não embrulhados e escondidos em termos técnicos de iluminação ou ergonomia. Precisamos conectar o que nós, profissionais experientes da área de iluminação sabemos, com o mundo real, de não- praticantes. E nós precisamos fazer a ligação entre o "o que é" (conceituação) e o "como fazer (aplicação)" (Peter Thorns e Martine Knoop, 2012).*

No Brasil, existem algumas pesquisas recentes com foco na Qualidade de Iluminação e sua relação com a saúde e bem-estar dos usuários, e com as características da janela (MARTAU, 2008; BARBOSA, 2010; VALVERDE, 2014).

A tese de Martau (2008), que foca seu estudo em lojas, aborda a questão dos impactos não-visuais da exposição humana à luz, em uma tentativa de

relacionar a qualidade da iluminação com a saúde, conforto e bem-estar dos trabalhadores. Uma extensa revisão de literatura sobre qualidade de iluminação foi feita e para a avaliação foram considerados: as dimensões das lojas e características dos sistemas, incluindo ofuscamento, aparência de cor da luz, flexibilidade e possibilidade de controles da iluminação por funcionárias de lojas.

Para a avaliação da saúde e bem-estar utilizou as escalas psicométricas validadas pela Psicologia, para aferição de sintomas depressivos, de ansiedade e estresse. A avaliação do sono e ritmo atividade/repouso foi feita com um altímetro com luxímetro acoplado (Actiwatch), e a análise do ritmo de temperatura corporal, com um sensor de temperatura (Ibutton). O grau de satisfação e preferências relativas à iluminação do ambiente de trabalho foram levantados através da aplicação de questionários.

Já Barbosa (2010) em sua tese, focou na relação da iluminação e arquitetura e nas preferências humanas, numa abordagem da percepção da iluminação natural e artificial complementar diurna, em ambiente de escritório. Foi utilizado um *“mock up”*, que reproduziu um ambiente em escala real. Os entrevistados escolhiam entre duas situações, que variavam a posição e dimensionamento das aberturas para iluminação natural e inserção de iluminação artificial complementar.

Os resultados confirmaram as preferências de iluminação em escritórios para atendimento de desempenho visual e conforto visual, incluindo a distribuição de fontes de luz. Nas situações em que a luz natural satisfizes às exigências quantitativas para desenvolvimento da tarefa, esta é a iluminação preferida.

Valverde (2014) destaca a importância da arquitetura em criar ambientes que gerem satisfação por meio do conforto visual, ao incorporar locais para inspirar, estimular e auxiliar a recuperação, dentro de um conceito de humanização dos espaços. A pesquisa aborda a influência do conforto visual na satisfação dos profissionais que atuam em um Centro de Reabilitação Infantil. Para isso adotou técnicas de Análise Pós-Ocupação (APO) com uma abordagem multimétodos.

Os resultados apontam que a definição dos sistemas de abertura deve considerar fatores externos e internos à edificação, como a paisagem natural, o entorno imediato e as atividades realizadas. A APO constatou a preferência dos usuários pela privacidade visual em detrimento aos demais aspectos analisados (VALVERDE, 2014).

Hellinga (2013) aborda o tema da Qualidade da Iluminação com a intenção de propor um método de projeto para análise da qualidade da iluminação natural e a relação com a vista exterior. Foi definida como Qualidade Visual *“a probabilidade de a pessoa encontrar um espaço confortável*

*visualmente*". O estudo investigou 8 escritórios na Holanda, abordando o conforto visual, definido como as condições em que: a tarefa executada por uma pessoa é bem visível; a observação da pessoa está relaxada e a pessoa está satisfeita com as condições visuais.

A pesquisa partiu do princípio de que o conforto visual e percepção são uma experiência pessoal, e que, portanto, difere de pessoa para pessoa. Hellinga (2013) definiu qualidade visual principalmente pelo nível de satisfação dos ocupantes do edifício com as condições visuais. O mesmo se aplica para iluminação (natural) e qualidade da vista exterior.

A autora destaca a complexidade em tratar as variáveis nos experimentos, principalmente em relação à distinção da luz natural e artificial nos ambientes reais. Reforça a necessidade de mais pesquisas na área de percepção visual, ampliando a abordagem para além da realidade da Holanda, com uma amostra de ocupantes diferenciados, já que em sua pesquisa a maioria dos respondentes era de engenheiros.

Algumas conclusões da pesquisa de Hellinga (2013) são importantes, como:

- A confirmação da área preferível de janela corresponde ao indicado pela literatura: mínima de 20-25% e preferência por 30% ou mais; Fachadas totalmente envidraçadas não são as preferíveis. As pessoas preferem janelas horizontais, com posição relacionada à vista exterior;

- Os questionários indicam que a quantidade de luz natural em um escritório influencia no conforto visual, mas também a disposição do escritório e a orientação.
- Pesquisas futuras poderiam investigar melhor a relação entre o conteúdo da vista e a preferência da complexidade e diversidade da paisagem.

Assim, os estudos de iluminação natural foram intensificados na última década, principalmente em função do desenvolvimento de métricas e métodos específicos. Além disso, ficou clara a necessidade de um olhar multidisciplinar, com avaliação concomitante de aspectos da arquitetura, do usuário e do meio ambiente externo.

Com base no referencial teórico, para esta tese, o conceito de Qualidade da Iluminação é estruturado pela integração entre o Desempenho Visual (nível e distribuição de iluminâncias no plano horizontal), Conforto Visual (ofuscamento e contraste no campo visual), Qualidade da Vista Exterior, Eficiência Energética e Satisfação do Usuário, conforme Figura 9.



**Figura 9:** Conceito de Qualidade da Iluminação adotado nesta Tese.  
(Fonte: Elaborada pela Autora)

Na continuidade da discussão, é fundamental identificar os principais benefícios da iluminação natural e quais são as principais variáveis no estudo da Qualidade da Iluminação. Em especial, é importante entender a importância da janela, como principal componente de passagem da luz natural de ambientes de escritório. Ela, portanto, é uma grande responsável por impactos no conforto visual e na satisfação do usuário, em particular quanto à qualidade da vista externa e probabilidade de ofuscamento.

## 1.2. A iluminação Natural e a Janela

*“Entre muitas outras coisas, tu eras para mim uma janela através da qual podia ver as ruas. Sozinho não o podia fazer.”*

*Franz Kafka*

### 1.2.1. Benefícios da Iluminação Natural

A busca da relação do usuário com a iluminação natural e vista exterior não é nova na área acadêmica. Mas recentemente o tema passou a ser novamente resgatado, principalmente pela discussão sobre a qualidade da iluminação dos ambientes e incentivos à integração das pesquisas de engenharia/arquitetura com a psicologia (BODART & DENEYER, 2004; GALASIU & VEITCH, 2006).

Heerwagen & Orians (1986) destacam, dentre os benefícios proporcionados pelo contato com o exterior pelas aberturas:

- Acesso às informações do ambiente: condições do clima, hora do dia;
- Acesso a trocas sensoriais: estímulo psicológico devido à exposição do organismo às variações ambientais.
- Conexão com o mundo exterior: forma de aliviar o sentimento de confinamento e isolamento.

- Recuperação e restauração: alívio visual produzido pela satisfação da vista.

Em uma pesquisa com funcionários de escritórios e universidade, Veitch e Gifford (1996) constatam que os usuários acreditam que fazem melhor o seu trabalho quando estão em lugares iluminados pela luz natural. Embora a iluminação artificial possa garantir melhores condições para desempenhar a tarefa, por sua maior uniformidade, constância e controle, a presença da luz natural parece tornar o ambiente mais atraente.

Boyce, Hunter e Howlet (2003) realizaram uma revisão sobre os benefícios da iluminação natural proveniente de janelas, avaliando os impactos no desempenho e produtividade em locais de trabalhos, na saúde humana e no retorno financeiro. As conclusões apontam:

1). Fisicamente, a luz natural é apenas mais uma fonte de radiação eletromagnética, o que poderia apontar para uma facilidade de replicação pela luz artificial. Mas, na realidade, os sistemas artificiais ainda não conseguem apresentar todas as características positivas detectadas na iluminação natural, justamente por esta ter uma variação constante. Assim, não existem garantias em relação à manutenção do desempenho da iluminação natural, uma vez que há uma maior possibilidade de ocorrência de ofuscamento, brilhos e sombras indesejáveis. E quando esses desconfortos são percebidos,

as pessoas tomam medidas para reduzir ou eliminar a iluminação natural, para não causar fadiga visual ou prejuízo no desempenho visual (realização da tarefa).

2). Fisiologicamente, a luz natural é um estimulante eficaz para o sistema visual e o sistema circadiano humano, e psicologicamente, é um atrativo para o usuário. A vista externa é muito desejada, e janelas que fornecem uma visão agradável de fora podem reduzir o estresse e, portanto, reduzir a demanda por serviços de saúde.

4). Diferentes condições de iluminação podem mudar o humor dos ocupantes de um edifício. No entanto, não é simples estabelecer as condições ideais de iluminação que favoreçam um ambiente satisfatório para todos.

5). As janelas são desejadas em locais de trabalho, e irão influenciar no humor do usuário, dependendo de suas preferências e expectativas. Indivíduos que preferem a luz natural, e ficam expostos a ela durante o dia, podem ficar mais satisfeitos, se comparados a indivíduos com a mesma preferência e que tem seu acesso à iluminação natural limitado.

6). As pesquisas que relacionam o humor/satisfação do usuário e sua produtividade são insuficientes, principalmente para compreender a influência da iluminação natural. Estudos têm enfatizado que a

felicidade dos trabalhadores, bem-estar e satisfação são definidores de produtividade, enquanto outros sugeriram que a produtividade é em si um gerador de sentimentos de felicidade, bem-estar e satisfação no trabalho. Assim, detecta-se um problema básico: o humor do usuário está sujeito a tantas influências que, a menos que a iluminação natural seja muito desconfortável, a sua influência é susceptível de ser camuflada por muitos outros fatores.

Bodart e Deneyer (2004) identificam em suas pesquisas que 91% dos participantes preferem trabalhar em ambientes com iluminação natural. Quando questionados sobre por que luz natural é a preferida, quase todos os entrevistados justificam que é mais confortável e que reduz o estresse do trabalho. Quanto ao melhor tipo de iluminação para trabalhar, 62% preferem a luz natural e 37% apontam que as luzes naturais e artificiais são igualmente boas. Uma minoria muito pequena prefere a iluminação artificial.

Em outra pesquisa, Roche *et al.* (2001) detectam que as pessoas preferem a existência de aberturas em seu local de trabalho. Um total de 73% dos participantes considera a iluminação natural muito importante e apenas 4% prefere a iluminação artificial.

Collins (1976) menciona que a luz natural oferece maiores variações e desperta maior interesse aos usuários. No entanto, Galasiu & Veitch (2006)

consideram que a preferência pela luz natural em ambientes de trabalho está fortemente relacionada na crença nos benefícios à saúde.

Os autores (GALASIU & VEITCH, 2006) apresentam uma visão geral de investigações bibliográficas sobre questões subjetivas ligadas ao uso de iluminação natural em edifícios de escritórios, principalmente estudos de preferências das condições físicas e luminosas em ambientes de escritório com luz natural e estudos de satisfação do ocupante e aceitação de iluminação elétrica e controles de sombreamento das janelas.

A literatura mostra uma preferência consistente e forte para a luz natural e uma diversidade de preferências entre os indivíduos em relação às preferências dos níveis de iluminação natural em escritórios. Segundo Galasiu & Veitch (2006) o conhecimento existente sobre como as pessoas respondem a iluminação natural e a relação com os controles de sombreamento no local de trabalho são muito limitados e, portanto, a pesquisa realizada pelos autores apresenta um resumo das lacunas de conhecimento no campo de iluminação natural e sua interação com os ocupantes.

Wells, em 1965 (apud GALASIU & VEITCH, 2006) entrevistou 2.500 empregados, que mostraram uma forte preferência por luz natural e uma vista exterior: 89% afirmaram que a vista externa é muito importante, e 69% afirmaram que era melhor para seus olhos trabalhar à luz natural do

que pela luz artificial. Os autores perceberam que as pessoas tendem a superestimar a quantidade de luz natural onde eles trabalham em relação à distância das janelas, e que as pesquisas atuais também apontam o mesmo resultado.

Outras pesquisas também apontam que, além da saúde, o aumento da produtividade é um dos maiores benefícios da luz natural em escritórios (EDWARDS & TORCELLINI, 2002; VAN DEN BELD & VAN BOMMEL, 2002; FIGUEIRO *et al.*, 2002).

Reforçando os benefícios da luz natural em escritórios, a pesquisa de *Heschong Mahone Group* (2003) conclui que em escritórios, os trabalhadores que não têm luz suficiente, principalmente a luz natural, são mais propensos a relatar problemas como fadiga, dor de cabeça e cansaço visual.

Dentre as influências positivas da iluminação natural sobre a saúde humana, destaca-se além do bem-estar e conforto visual, o controle do ritmo circadiano (acordar e dormir), a produção de vitamina D, a qualidade do sono, a redução do estresse e o bem-estar emocional (BEGEMANN *et al.*, 1997; BERSON *et al.*, 2002; EDWARDS & TORCELLINI, 2002; VAN BOMMEL, 2006).

Pesquisas realizadas no hemisfério norte apontam que em locais com pouca radiação solar ou em algumas estações do ano, onde a

disponibilidade de luz é menor, é comprovada a relação da ausência da iluminação natural com o aumento da “depressão de inverno” (SAD - *Seasonal Affective Disorder*). Vários países desenvolveram estudos com esse enfoque (EDWARDS & TORCELLINI, 2002; BOYCE *et al.*, 2003; BOUBEKRI, 2008).

Galasiu & Veitch (2006) destacam que existe divergências quanto aos níveis de iluminâncias para luz natural e artificial. Variações decorrentes de localidade, características do espaço, dimensão das aberturas, relação com a janela, etc. Observaram que quando as condições térmicas não são agradáveis e aceitas, existe grande probabilidade de as condições de iluminação também serem vistas como desagradáveis.

### 1.2.2. Variáveis da Iluminação Natural

Os estudos bioclimáticos entendem a arquitetura como um filtro entre o ambiente interno e externo, determinante no conforto ambiental. (OLGYAY, 1975; MASCARÓ & MASCARÓ, 1992; BAKER & STEEMERS, 1998; ROMERO, 2000; SCHMID, 2005; FERNANDES, 2009). Para avaliação dos aspectos relativos ao desempenho visual e conforto visual, vista, bem-estar, o estudo de algumas variáveis é fundamental, como: clima (disponibilidade de luz natural); local (latitude, condições atmosféricas, obstruções exteriores, refletâncias do solo); ambiente (geometria, refletância de superfícies) abertura (dimensão, localização, orientação, esquadria, sistema de sombreamento); Sistema de Iluminação (ambiente, tarefa, sistema de controle), Tipo de Tarefa e Uso (HOPKINSON *et al.*, 1975; MASCARÓ & MASCARÓ, 1992; BAKER & STEEMERS, 1998; IEA, 1999; LAMBERTS, DUTRA & PEREIRA, 2014).

Portanto, é importante entender que vários elementos do meio ambiente externo, do espaço construído e do próprio ser humano influenciam entre si e na qualidade da iluminação dos ambientes internos. São definidas como as variáveis da iluminação natural, presentes em grande parte dos estudos da área.

Segundo a IEA (1999) na avaliação da iluminação natural devem-se considerar os parâmetros de análise e as variáveis que influenciaram nos resultados, conforme apresentado no Quadro 4:

**Quadro 4:** Relação de parâmetros de avaliação e variáveis



Já para a IESNA (2000), as variáveis devem estar relacionadas à Arquitetura, ao Ser Humano e aos Aspectos Ambientais. A partir do referencial teórico, é possível sintetizar as variáveis da iluminação natural, conforme Quadro 5:

**Quadro 5:** Resumo das variáveis da avaliação da iluminação natural

VARIÁVEIS INDEPENDENTES		VARIÁVEIS DEPENDENTES		MÉTODOS DE AVALIAÇÃO	ÍNDICES E REFERÊNCIAS TÉCNICAS
		PARÂMETROS	CRITÉRIOS		
VARIÁVEIS DO ESPAÇO DE TRABALHO	<b>Tipologia:</b> Escritório; <b>Geometria / Proporção do Ambiente:</b> altura, largura e profundidade; <b>Materiais superficiais:</b> piso, parede, teto e mobiliário; <b>Tipo de abertura:</b> janela; <b>Geometria e percentual da abertura;</b> <b>Proteção Solar Externa e Interna;</b> <b>Tipo de vidro:</b> transmissão luminosa; <b>Iluminação artificial:</b> luminária, lâmpada e circuitos; <b>Controle da iluminação:</b> artificial e natural; <b>Número de Ocupantes;</b> <b>Tipo de Tarefa.</b>	DESEMPENHO VISUAL	Níveis de Iluminâncias no plano horizontal	- Simulação no software RADIANCE/DAYSIM (Avaliação Dinâmica); - Medição com malha de pontos (Avaliação Estática);	- DA: Mínimo de 300 lux de iluminação natural UDI: Mínimo de 300 lux e máximo de 2.000 lux (REINHART; JAKUBIEC & LAGIOS; MARDALJEVIC; BAKER; BOYCE; DEHOFF). - Normas Brasileiras (ABNT) e internacionais (CIE, IESNA, ISO, EN, DIN)
			Distribuição espacial e temporal de Iluminâncias no plano horizontal		
VARIÁVEIS AMBIENTAIS	<b>Dia e Horário;</b> <b>Latitude e Longitude</b> <b>Clima;</b> <b>Tipo de Céu;</b> <b>Disponibilidade de Luz;</b> <b>Insolação;</b> <b>Orientação;</b> <b>Obstrução Externa</b> (Afastamentos); <b>Entorno</b>	CONFORTO VISUAL	Ofuscamento no campo visual (Níveis de Luminâncias)	- Simulação no software DIVA for RHINO e DAYSIM (Avaliação Dinâmica); - Fotografia de Imagens HDR (Avaliação Estática); - Medição com Luminancímetro (Avaliação Estática)	- DGP e Anual Glare (Intensidade de Luminâncias no campo visual) (REINHART; JAKUBIEC & LAGIOS; OSTERHAUS; BAKER, KIM; JACOBS; SOUZA & SCARAZZATO; WIENOLD & CHRISTOFFERSEN) - Normas Brasileiras (ABNT) e internacionais (CIE, IESNA, ISO, EN, DIN)
VARIÁVEIS HUMANAS	<b>Idade;</b> <b>Gênero;</b> <b>Destro ou Canhoto;</b> <b>Saúde Emocional e Física;</b> <b>Familiaridade com o espaço e tempo de permanência</b>		Contrastes no campo visual (Proporção de Luminâncias)		
		QUALIDADE DA VISTA EXTERIOR	Amplitude Ângulo de Visão Elementos Ambientais N° Camadas	- Hellinga, 2013; Tips for Daylighting with Windows; BS Daylight Code; IEA (2014) Technical Report T50-D3 (Monitoring protocol for lighting and daylighting retrofits)	

De qualquer forma, as decisões do projeto de arquitetura devem considerar as relações entre as variáveis da iluminação natural na tomada de decisões, evitando impactos negativos desnecessários. Vários autores reforçam a importância de avaliar a iluminação natural de um edifício, (ou criar diretrizes para o seu projeto), a partir do entendimento da influência de todas as variáveis. Primeiro deve-se partir de uma análise macro, da disponibilidade de luz, do espaço urbano (situação e implantação), passando para a escala do edifício (forma e envoltória), até chegar à escala do ambiente interno (dimensões, coletores de luz e materiais) (MASCARÓ & MASCARÓ, 1992; BAKER & STEEMERS, 1998; ROMERO, 2000; AMORIM, 2007a e 2007b; IKEDA, 2012).

A disponibilidade da luz natural está relacionada principalmente com aspectos sazonais do clima (nebulosidade e radiação solar), onde existem variações de luminosidade, em função da época do ano e hora do dia. Além disso, influenciam também a qualidade do ar e as características físicas e geográficas (latitude, continentalidade e altitude, orientação e configuração do entorno). Percebe-se, portanto que a disponibilidade de luz é determinada por características dinâmicas e de caráter local.

Em função da complexidade e diversidade de situações climáticas e atmosféricas, foram estabelecidos pela CIE 15 modelos de céu para estudos

da luz natural. De forma geral, são identificados geralmente como Céu de luminosidade uniforme (hipotético); Céu encoberto (típico de latitudes altas, como o norte europeu); Céu claro (típico das baixas latitudes, como o sul europeu e regiões equatoriais) e Céu parcialmente encoberto ou intermediário (regiões tropicais e subtropicais).

A Figura 10 apresenta os três tipos de céu mais utilizados nas pesquisas acadêmicas da área de iluminação:



**Figura 10:** Diferença entre tipos de céu.  
Fonte: Cabus, 2002

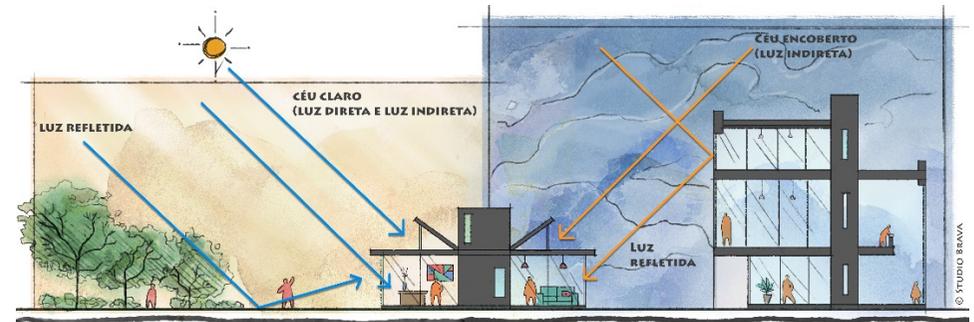
Para o Brasil, o Céu Parcialmente Encoberto ou Intermediário é o mais representativo, como comprovado por Scarazzato (1995), que fez um levantamento das condições típicas de céu nas diferentes capitais

brasileiras para os dias típicos<sup>5</sup>. Esta peculiaridade reforça alerta para o perigo de adoção de critérios e normas internacionais, assim como comparativo de estudos de caso e metodologias elaboradas com base em climas e tipos de céu fora dos padrões brasileiros.

No Brasil, por exemplo, são encontrados valores elevados de iluminâncias em espaços abertos, que ultrapassam os 70.000lux ao meio dia no inverno e 100.000 lux no verão. Para o desenvolvimento de tarefas de alta precisão são necessários aproximadamente 1.500lux.

Percebe-se que existe um excedente significativo de luz natural disponível. Esta constatação reforça a necessidade de soluções arquitetônicas coerentes e comprometidas com o conforto visual dos usuários, pois existe um elevado risco de desconforto por excesso de luz natural, tanto em termos quantitativos como qualitativos (VIANNA & GONÇALVES, 2007).

Existe uma diferença significativa entre uma situação de Céu Claro e Céu Encoberto, conforme demonstrado na Figura 11:



**Figura 11:** Diferença de Disponibilidade de Luz (Céu Claro e Céu Encoberto)  
(Fonte: Elaborada pela Autora. Ilustração: João Felix)

Também se deve preocupar com a generalização de resultados de pesquisas feitas para uma determinada condição específica. Mesmo sendo no Brasil, em função de sua grande extensão territorial, existem condições climáticas, topográficas e de nebulosidade específicas, principalmente em relação às latitudes. Assim, as pesquisas devem ter cuidado com a representatividade dos resultados.

Já em relação às variáveis do entorno do edifício, Amorim (2007a e 2007b) estabelece como principais critérios do Espaço Urbano: o desenho urbano; a refletância e specularidade das fachadas dos edifícios do entorno e o ângulo máximo de incidência do sol na base do edifício. De forma complementar, autores ressaltam que o espaço urbano influencia no aproveitamento da iluminação em função do desenho urbano, da

<sup>5</sup> Aqueles que melhor representam as condições mais frequentes de nebulosidade em cada local.

configuração espacial, obstruções, das características dos materiais superficiais (texturas, cores, refletâncias), da disposição das edificações (dimensões, proporções e espaçamentos), da densidade, rugosidade e porosidade (MASCARÓ & MASCARÓ, 1992; ROMERO, 2000; LEDER *et al.*, 2007).

Na escala do edifício, os aspectos relacionados à forma (compacidade, porosidade e esbeltes) e à envoltória são os grandes responsáveis pelo desempenho da iluminação natural (ROMERO, 2000).

Amorim (2007a e 2007b), baseado em Baker *et al.* (1993), aponta que os principais parâmetros para avaliação da iluminação de um edifício seriam: a forma, a planta baixa, a taxa de abertura, orientação, distribuição das aberturas nas fachadas, as proteções solares e as aberturas zenitais.

Já para o ambiente interno, aspectos relacionados à dimensão e proporção do ambiente, características do coletor de luz, dispositivo de sombreamento e materiais superficiais são grandes definidores da qualidade da iluminação natural (BELL & BURT, 1995; BITTENCOURT *et al.*, 1995; BOGO *et al.*, 2009; CINTRA, 2011; TABET AOUL, 2012).

As características específicas dos materiais podem contribuir ou prejudicar a iluminação natural nos ambientes internos. Os vidros, por exemplo, podem distorcer a passagem de luz, atuando muitas vezes como elementos de controle ou maximizadores do ganho solar, em função, por exemplo, da

transmissão luminosa e fator solar. As propriedades refletoras das superfícies interiores também representam elementos significativos no comportamento da iluminação interna.

Mas, destaca-se o coletor de luz ou abertura - em especial sua dimensão, posição e controle - como grande elemento responsável pelas condições de penetração da iluminação natural nos ambientes internos (HEERWAGEN & ORIAN, 1986 ; BAKER *et al.*, 1993; BOYCE *et al.*, 2003).

A abertura também é o elemento que promove a integração com o meio exterior e destaca, faz o enquadramento de uma visão específica para o usuário. Esta vista exterior influencia na percepção do espaço e na própria satisfação e bem-estar (ARAJI, 2008; ARIES, *et al.*, 2010; SHIN *et al.*, 2012; HELLINGA, 2013). Por isso, o entendimento específico da abertura lateral, particularmente a janela, nos estudos de iluminação natural é fundamental, principalmente relacionando o desempenho visual, conforto visual e qualidade da vista exterior.

### 1.2.3. A importância da janela

Para Neves (2012), as fachadas, onde se posicionam as janelas, são a representação da idéia da disposição vertical externa do edifício, e exige do projetista uma atitude de concebê-la, não como uma simples elevação, consequência das ideias postas nos planos horizontais. Ela é uma das partes mais significativas do edifício, uma vez que nela associam-se idéias do partido arquitetônico, com o elenco das variáveis de ordem estética, simbólica e técnica.

*“A fachada é a face visível do edifício, a da observação externa e, portanto, a que deve ter o devido tratamento para que sua percepção represente toda a concepção do edifício, e que nela seja sentida a sua intenção estética” (NEVES, 2012).*

Alguns importantes arquitetos, como Le Corbusier, Barragan, Le Gorreta, Álvaro Siza, Louis Kahn e Tadao Ando, já destacavam a luz e a integração com a paisagem como estratégia de projeto. Buscavam a correta relação de luz e sombra e o melhor enquadramento da vista, conforme a Figura 16, onde valorizavam a integração interior-exterior, criando sensações inesperadas e vistas surpreendentes.



**Figura 12:** Villa Savoye, Projeto Le Corbusier. Visão interna, da janela em fita.  
Fonte: www.flickr.com



*“Mesmo um espaço projetado para permanecer no escuro deve ter bastante luz vindo de alguma abertura misteriosa para nos mostrar o quão escuro ele realmente é” (Arquiteto Louis Kahn).*

As janelas não devem ser definidas pelo simples atendimento às dimensões mínimas de legislações e códigos urbanos. Na verdade, conforme a Figura 17, devem ser cuidadosamente projetadas como rasgos que reforçam o conceito explorado pelo arquiteto e influenciam na percepção do usuário, criando atmosferas e ambiências, dentro de sua linguagem estética, conforme (FURTADO, 2005).



**Figura 13:** Casa no Sri Lanka, Projeto Tadao Ando (Fotografia: Edmund Sumner.)

*"Eu não acho que a arquitetura deva falar também. Deve permanecer em silêncio, e deixar a natureza falar, guiada pela luz e pelo vento" (Arquiteto Tadao Ando).*

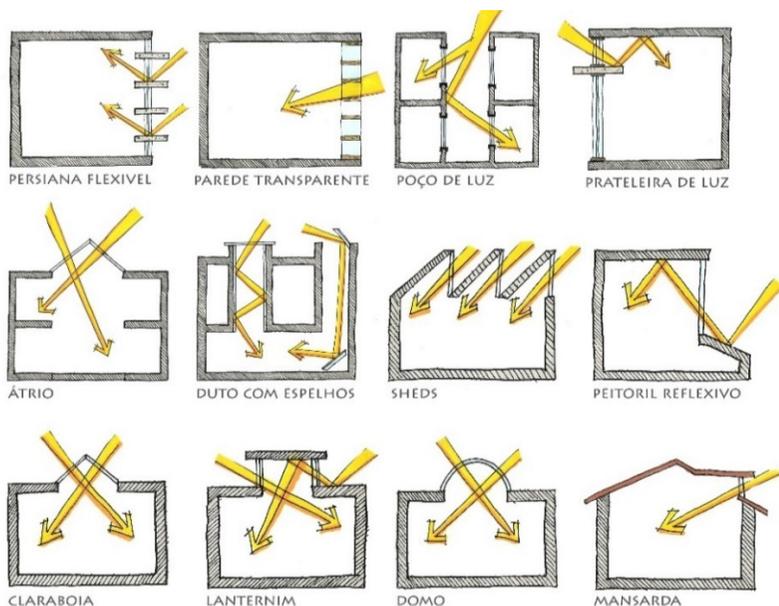
Jorge (1995) escolhe a janela como foco de seus estudos por acreditar que, dentre os elementos da sintaxe arquitetônica, a janela apresenta um nível de complexidade sedutor, na medida em que relaciona o espaço interior com o do exterior (o da cidade), acionando reflexões urbanísticas, questões sobre imagem e visibilidade, assim como questões mais "internas" ao objeto, como forma, função, proporção e composição.

*"A consideração da janela na linguagem arquitetônica implica reconhecer uma ambiguidade essencial: a janela deve inserir-se*

*ordenadamente no plano da parede, mas também relacionar-se com a imagem vista através dela, ressaltando a tridimensionalidade. Ver janela ou ver pela janela são alternativas que se colocam tanto ao observador interno ao edifício quanto ao externo. Texto de dupla-face, o desenho da janela versa sobre o relacionamento desses dois lados. Tais características configuram uma poética da janela, ação criadora do olhar do arquiteto e fundamental para delimitar o campo de significação da janela" (JORGE, 1995).*

A janela não esteve presente nos primórdios da arquitetura. Ela passa a existir como uma abertura para trazer a luz para o ambiente interno e estabelecer a relação interior-exterior (JORGE, 1995).

A Figura 18 apresenta exemplos de componentes da luz, que segundo a classificação de Baker *et al.* (1993), podem ser de condução (galerias, pórticos, átrio, pátio interno, poço ou duto de luz), passagem (janela, sacada, parede translúcida, shed, lanternim, etc) e de controle (persianas, cortinas, toldos, beiral, marquise, brise, etc).



**Figura 14:** Exemplos de Componentes da Luz Natural  
(Fonte: Elaborada pela Autora. Ilustração: João Felix)

A abertura lateral ou janela, como componente de passagem, pode ser entendida como uma “luminária” e, para Hopkinson *et al.* (1975), sua principal função é a de proporcionar aos ocupantes o contato visual com o mundo exterior e permitir que a luz penetre no interior, em intensidade e distribuição adequadas, resultando em uma iluminação satisfatória.

Várias pesquisas buscaram determinar a importância da janela para o ambiente interior, nas mais diversas tipologias. Em todas elas, a maioria dos usuários aponta a preferência por ambientes com janela, e geralmente destacam a vista para o exterior como um item importante (COLLINS 1976;

IEA, 1999; BOYCE *et al.*, 2003; BODART & DENEYER, 2004; ÁRIES *et al.*, 2005; FARLEY & VEITCH, 2001; HELLINGA, 2013).

No estudo de Bodart & Deneyer (2004), os entrevistados responderam um questionário de múltipla escolha sobre os aspectos positivos de uma janela. Os resultados mostraram primeiramente que a luz solar é o aspecto mais positivo, seguido de contato visual com o exterior. No mesmo sentido, outra pesquisa detectou que os ocupantes são atraídos pela luz solar e visão do exterior (WANG & BOUBEKRI, 2010).

Mas a janela também tem seus aspectos negativos, e no caso de escritórios, o ofuscamento causado pela visão direta da janela, reflexões e brilhos na tela do computador e aquecimento são apontados como os mais problemáticos (BODART & DENEYER, 2004; NISSOLA, 2005; KIM & KIM, 2012).

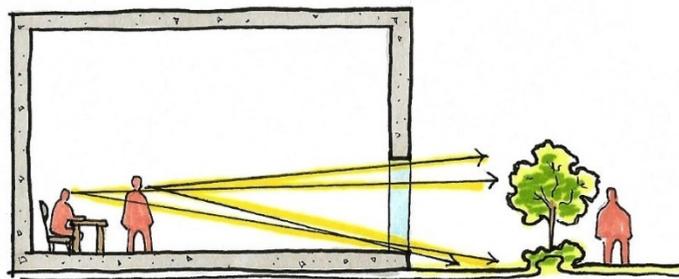
Newsham *et al.* (2008) já relata importantes fatores que devem ser considerados na avaliação da iluminação natural. As condições de conforto térmico (temperatura e ventilação) e privacidade também alteram e percepção da luz.

Enquanto que na literatura é recorrente o relato da preferência do usuário pela janela, já não é tão consistente a relação desta com a produtividade, desempenho e saúde dos trabalhadores (HELLINGA, 2013). Vários estudos mostram que a luz natural pode ter um efeito positivo sobre o desempenho

do trabalhador de escritório (EDWARDS & TORCELLINI, 2002; FIGUEIRO *et al.*, 2002). Além disso, a vista exterior da natureza pela janela influencia na sensação de bem-estar dos ocupantes do edifício (KAPLAN, 1993; BOYCE *et al.*, 2003).

Wang e Boubekri (2010), no entanto, não detectaram melhoria de desempenho de pessoas por se sentarem perto de uma janela. Para os autores, sem avaliar o ambiente de sala como um todo, os benefícios da iluminação natural, luz solar, ou uma visão externa não são claras. Destacaram que o controle e a privacidade nos escritórios tiveram importante influência nos resultados.

Em uma pesquisa do *Heschong Mahone Group* (2003) sobre o desempenho do trabalhador de escritório, ter uma visão melhor do exterior, conforme exemplo da Figura 19, foi associado com um melhor desempenho, mas o ofuscamento causado pelas janelas foi associado com desempenho reduzido.



**Figura 15:** Vista para o Exterior em escritório  
(Fonte: Elaborada pela Autora. Ilustração: João Felix)

Não há consenso entre os cientistas sobre a influência da satisfação com as condições físicas do espaço sobre a satisfação no trabalho e produtividade (BOYCE, 2003). Mas vários estudos mostram forte evidência de que as características espaciais de um escritório *open space* influenciam no bem-estar e desempenho do trabalhador de escritório (HESCHONG MAHONE GROUP, 2003; NEWSHAM *et al.*, 2004; NEWSHAM *et al.*, 2008).

Hellinga (2013) relata que o desejo pela janela é maior pelos trabalhadores que não têm acesso a ela, e que os funcionários tendem a querer compensar a ausência da janela com elementos de decoração, como imagens de paisagens naturais, plantas, etc.

Já a partir da década de 60 estudos com janelas artificiais tentavam prever a compatibilidade com as janelas reais. Algumas pesquisas apontavam que a janela artificial foi classificada quase tão desejável como a janela real para o conforto e a produtividade. Outros estudos já detectavam que depois de certo tempo as janelas artificiais não satisfaziam (HELLINGA, 2013).

A semelhança entre todos os estudos avaliados por Hellinga (2013) é que estes se concentravam na avaliação de não ter vista exterior, em vez de não ter acesso à luz natural. Mas no projeto de arquitetura, a intenção maior da janela é garantir condições mínimas de iluminação natural e ventilação, ou seja, a janela artificial não atenderia aos princípios básicos necessários.

A tentativa de substituição da vista exterior é complexa por ser difícil imitar a qualidade dinâmica da luz natural e a definição dos níveis de claridade. Hellinga (2013) reforça que pode ser mais fácil compensar a ausência de vista com um substituto da janela, mas os outros benefícios ficam relegados. Também aponta que para funcionários de escritórios, a qualidade da vista exterior é relatada como mais importante que a própria iluminação natural.

Liu & Mou (2013), pesquisadores chineses, questionam a ausência da iluminação natural e os malefícios já detectados nos ambientes em que esta situação é realidade:

*“Já imaginou como se sentiria se a luz natural não existisse mais? E nós teríamos que viver dentro de espaços fechados para o resto de nossas vidas? Soa terrível, mas, as pessoas que vivem nas cidades modernas parecem já aclimatar-se a ambientes sem luz natural, uma vez que a maioria são trabalhadores de ambientes fechados. No entanto, pesquisas médicas já observam várias doenças resultantes da pouca exposição à luz natural” (LIU & MOU, 2013).*

Os autores passaram a elaborar uma “janela artificial”, com sistema LED, que simula a penetração da luz natural no ambiente, na busca pela solução deste problema. Existe o mérito pela busca de uma solução para o

problema existente. Mas, ao mesmo tempo, é um alerta para a incoerência dos edifícios construídos sem janelas, aprovados por legislações de alguns países com intuito de otimização do espaço e garantia de eficiência energética. Os autores questionam se a ausência de janela é uma solução realmente economicamente viável. Existe a redução energética, pela diminuição dos ganhos térmicos, mas em detrimento da saúde dos ocupantes.

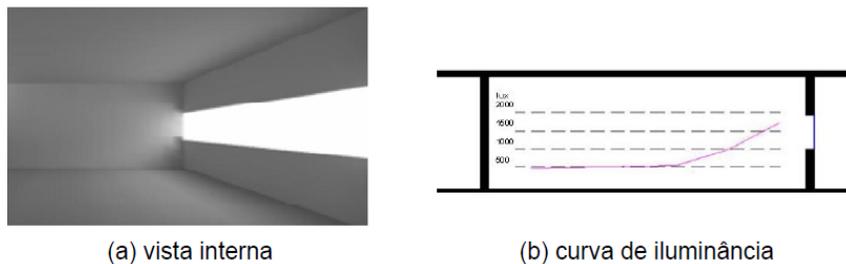
Veitch & Galasiu (2012) avaliaram os efeitos fisiológicos e psicológicos da janela em relação à iluminação natural e vista exterior. Alertam que a relação da janela com a percepção do usuário está intimamente relacionada com importantes questões culturais, como por exemplo, a noção de privacidade, e apontam que pesquisas específicas devem ser feitas para diversas localidades.

O Joint TC4, do CIE, “*Visual, Health, and Environmental Benefits of Windows in Buildings during Daylight Hours*”, iniciado em 2014, busca sistematizar as pesquisas e o conhecimento em relação aos benefícios da janela em edificações com iluminação natural. A sistematização das pesquisas segue uma estruturação básica, buscando classifica-las segundo a abordagem relacionada à: Desempenho visual; Cognição; Bem-Estar Físico, Emocional, Psicológico e Social; Motivação e Satisfação; Ambiência; Julgamentos Estéticos e Arquitetura.

Diante dessa discussão sobre a importância da janela, faz-se necessário entender como variáveis da própria janela alteram a qualidade da iluminação nos ambientes internos.

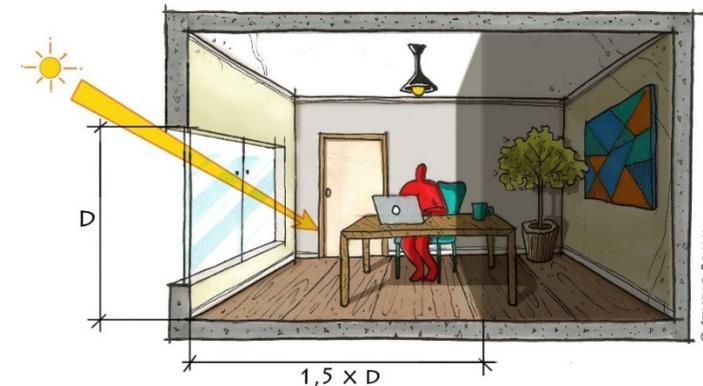
#### 1.2.4. Janela: dimensão, forma, posição e orientação

Nos ambientes iluminados lateralmente, existe uma diminuição dos níveis de iluminâncias ao longo da profundidade do ambiente, conforme demonstrado na Figura 20. É comum encontrar níveis altos próximos às janelas e áreas muito escuras à medida que se distancia da fachada. Ambientes profundos intensificam este contraste, que pode causar fadiga visual, sendo um dos grandes responsáveis pela não utilização da luz natural pelo usuário de escritórios, que prefere a uniformidade da iluminação artificial para a realização de tarefas (PEREIRA, 1993; DIDONÉ, 2009).



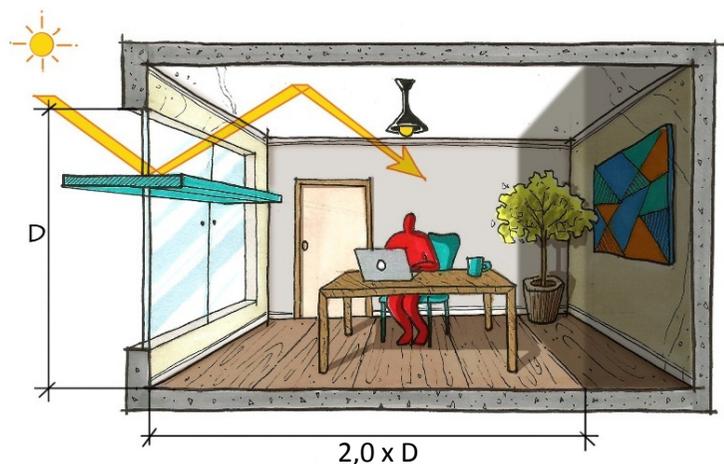
**Figura 16:** Sala iluminada lateralmente: demonstração da uniformidade da iluminação natural. Fonte: DIDONÉ e BITTENCOURT, 2006.

Assim, já é comprovada a ineficiência da abertura lateral na distribuição uniforme da luz no espaço. Neste sentido, o manual do IES (1979) – *Recommended Practice of Daylighting* já apontava que a quantidade de luz em um ambiente tem relação direta com a profundidade e altura da abertura, numa proporção que chega a duas vezes e meia a altura do piso ao topo da janela, conforme demonstrado na Figura 21.



**Figura 17:** Relação da Altura  $1,5 \times D$  e Profundidade do Ambiente (Fonte: Elaborada pela Autora. Ilustração: João Felix)

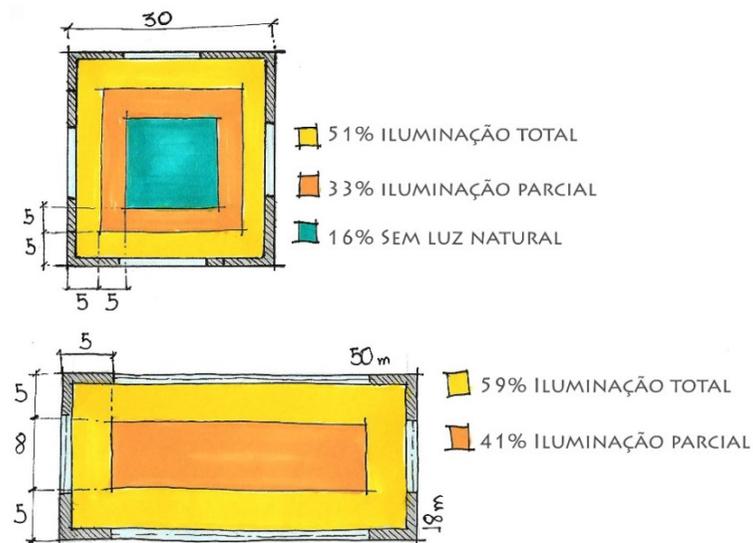
É possível utilizar de estratégias no projeto arquitetônico para ampliar a distribuição da luz natural no interior do ambiente, principalmente com a utilização de elementos que permitam maiores reflexões e direcionamentos da luz. A Figura 22 apresenta o uso de prateleira de luz e o aumento da distribuição da luz natural na profundidade do ambiente:



**Figura 18:** Melhoria de 0,50m da distribuição da luz no ambiente com uso de prateleira de luz. (Fonte: Elaborada pela Autora. Ilustração: João Felix)

Para ambientes residenciais, Cintra (2011) propõe uma relação aproximada de 2,6 para habitações no RTQ-R (Regulamento Técnico da Qualidade para o Nível de Eficiência Energética de Edificações Residenciais). Mas ainda são necessários estudos mais específicos de outras tipologias e realidades locais.

Em edifícios com vários pavimentos, conforme apresentado na Figura 23, uma distância de 5 metros pode ser totalmente iluminada com luz natural, enquanto que os 5 metros além desse limite podem apenas ser parcialmente iluminados (LAMBERTS, DUTRA & PEREIRA, 2014).

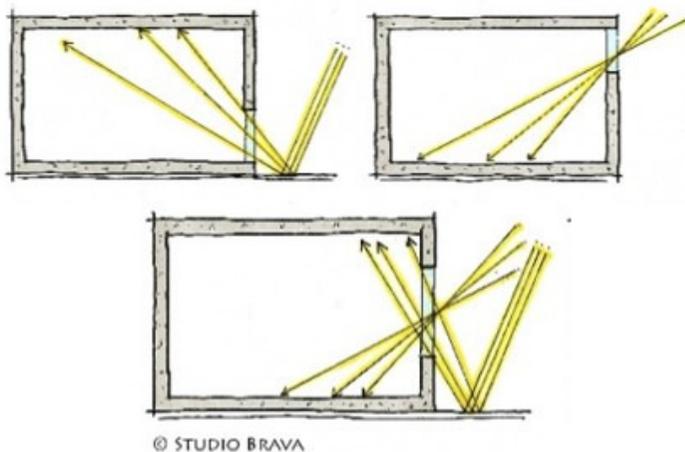


**Figura 19:** Aproveitamento da luz natural na profundidade do pavimento (Fonte: Adaptado de Lamberts, Dutra & Pereira, 2014. Ilustração: João Felix)

Quanto à orientação das janelas, a literatura apresenta que a melhor orientação para a iluminação natural, segundo a realidade brasileira, é o posicionamento das maiores fachadas para Norte e Sul. Isto porque é mais fácil fazer proteção para a fachada norte e a fachada sul recebe menos radiação solar direta, com menos problemas de ofuscamento (MASCARÓ & MASCARÓ, 1992, ROMERO, 2000; LAMBERTS, DUTRA & PEREIRA, 2014).

De forma geral, conforme apresentado na Figura 24, as dimensões e alturas das janelas modificam a distribuição de luz ambiente, segundo os seguintes princípios (BARBOSA, 2010):

- Janelas posicionadas mais baixas proporcionam iluminação pouco uniforme com risco de ofuscamento por se situarem na linha de visão, por outro lado permitem contato visual com a paisagem;
- Janelas com posição mais altas propiciam um maior alcance na distribuição da luz e maior uniformidade, diminuindo a possibilidade de ofuscamento por estarem situadas acima do campo visual; (Figura 24)



**Figura 20:** Diferença de distribuição da Luz Natural em diferentes tipos de janela  
(Fonte: Elaborada pela Autora. Ilustração: João Felix)

- Janelas com formas contínuas proporcionam maior uniformidade nas áreas próximas às aberturas do que janelas descontínuas;
- Espaços que têm mais de uma janela possuem uma distribuição de luz mais equilibrada, especialmente se proveniente de diferentes direções.

Segundo Veitch (2012), surpreendentemente, ainda não existe uma referência a nível internacional que seja uma reunião consensual sobre os aspectos da janela e sua influência na iluminação natural. Essa ausência causa alguns atritos e discordâncias, principalmente entre os profissionais e pesquisadores da área de iluminação com os da área de eficiência energética.

Vários estudos encontrados na literatura buscaram investigar as dimensões de janela preferidas ou ideais em espaços interiores, segundo diferentes abordagens.

Ghisi *et al.* (2005) reforçam que as janelas podem ser responsáveis por grande parte dos ganhos ou perdas de calor em edificações. Quando suas dimensões não são cuidadosamente determinadas, as janelas podem contribuir para aumentar o consumo de energia de edificações de forma significativa. Janelas amplas podem proporcionar níveis mais altos de iluminação natural e melhor vista para o exterior, mas também podem

permitir maiores ganhos ou perdas de calor, o que refletirá no consumo de energia de edificações condicionadas artificialmente.

Por meio de simulações, os autores concluíram que as áreas de janelas recomendadas na literatura para garantir vista para o exterior, são na maior parte dos casos, inadequadas, pois tendem a ser maiores do que aquelas obtidas nas simulações para garantir eficiência energética. Também se constata que ambientes de pouca profundidade, como recomendado na literatura para melhor aproveitamento da iluminação natural, não são os mais adequados para se garantir menor consumo de energia.

Neste sentido, a avaliação da influência da qualidade da vista exterior no conforto visual do usuário é importante para complementar a abordagem da eficiência energética. A dimensão da janela deve atender simultaneamente às necessidades de da iluminação natural, conforto térmico e visual, eficiência energética e relação com o espaço exterior. Questiona-se se realmente as dimensões estabelecidas pela eficiência energética são incompatíveis com as de conforto e qualidade da vista exterior.

Quanto às tipologias das fachadas, e principalmente ao uso excessivo de áreas envidraçadas, comum atualmente nas tipologias de escritórios, Matusiak (2011) reafirma o que a literatura referente à eficiência energética e conforto ambiental defende: redução das áreas de abertura

atrelada ao dimensionamento coerente das áreas de vista para o exterior. Janelas amplas podem proporcionar níveis mais altos de iluminação natural e melhor vista para o exterior, mas também podem causar ofuscamento e permitir maiores ganhos ou perdas de calor, o que refletirá no desconforto do usuário e maior consumo de energia para o condicionamento artificial (GHISI *et al.*, 2005; FERNANDES, 2009; LIMA, 2010; LAMBERTS, DUTRA & PEREIRA, 2014).

É comum que o usuário utilize de proteções internas (persianas) para bloquear a entrada da radiação ou luz excessiva, e utilizar os sistemas artificiais, por conseguir maior controle e qualidade (AMORIM, 2010; LIMA, 2010). A vista para o espaço externo fica comprometida, intensificando uma contradição entre eficiência energética e conforto visual.

Segundo Leder (2007), a iluminação natural em um ambiente interno é fortemente influenciada pelas condições de obstrução do entorno. Considerando essa premissa, a legislação urbana deve estabelecer limites de ocupação do solo e, conseqüentemente, de obstrução do céu, objetivando a garantia do direito à radiação solar e à luz natural.

Neste sentido, Leder (2007) desenvolveu o parâmetro JCP (Janela de Céu Preferível) para o controle do direito à luz natural no meio urbano, que compreende três aspectos principais: i) a contribuição de luz relativa de diferentes parcelas da abóbada celeste, ii) o efeito redutor associado ao

cosse do ângulo de incidência e iii) o percentual de visão da abóbada pelo ambiente interno. A consideração dessas três variáveis permitiu a caracterização do efetivo potencial de iluminação da abóbada celeste no ambiente interno. O JCP consiste na definição de uma porção do céu com maior potencial de iluminação natural sobre um plano horizontal localizado no ambiente interno. O comportamento da iluminação natural foi simulado por método computacional.

De forma positiva, o parâmetro proposto apresenta grande possibilidade de utilização na legislação urbana, com o objetivo de garantir a disponibilidade de luz natural. Seria interessante realizar um estudo do parâmetro proposto (JCP) na avaliação da relação da qualidade da vista exterior e probabilidade de ofuscamento.

Ne'eman e Hopkinson (1970) utilizaram um *mock-up* de escritório e concluíram que a dimensão da janela depende da visão para o exterior e não necessariamente o acesso à iluminação natural. Eles também descobriram que objetos próximos à vista chamam mais atenção e exigem aberturas maiores. No caso de objetos distantes, por aparentarem pequenos, não podem ser observados em detalhes, e, portanto, uma abertura pequena é suficiente.

A dimensão da janela mínima, encontrado por Ne'eman e Hopkinson (1970) pode ser descrita como uma porcentagem da área total da parede. A

largura média da janela escolhida pelos respondentes foi de 2,42 metros, e, nesse caso, a janela representa 23% da parede. Apenas 15% das pessoas preferiu uma largura mínima de janela acima de 32% da área da parede.

A pesquisa de Keighley (1973) apresenta resultado semelhante, demonstrando que a preferência foi de janelas com 25 a 30% da área da parede.

Já Butler e Steuerwald (1991), além de encontrarem a janela preferível em torno de 30%, verificaram que essa dimensão está diretamente relacionada à qualidade da vista, e sugere aberturas maiores para vistas atraentes para o usuário.

A dimensão da janela provavelmente varia para diferentes configurações, mas, em geral as janelas maiores são preferíveis. A dimensão de janela ideal para escritórios parece estar no intervalo de 1,8 a 2,4 m de altura e um pouco mais larga do que alta, para proporcionar uma variedade de vistas laterais exteriores (GALASIU & VEITCH, 2006).

Em sua revisão sobre o tema, Hellinga (2013) destaca que na literatura é recorrente a indicação de janela com dimensão mínima de 20 a 25% para conforto visual, e o ideal de 30%. Mas para a autora, ainda não está claro se os resultados dos estudos são aplicáveis para situações de ambientes reais, principalmente para espaços com mais de uma abertura. A autora aponta importantes conclusões:

- As preferências de dimensão, forma e posição da janela podem variar de acordo com o tamanho e a função do ambiente de trabalho, o layout do escritório e à distância de usuário, mas parece ser mais dependente da visão do exterior.
- A legislação sobre a iluminação natural na Europa prescreve um número mínimo de horas ininterruptas de sol, que varia entre os diferentes países: 1 a 2 horas durante o verão e / ou meses de inverno. Indicam geralmente uma área mínima de 8 a 10 % da área do piso.
- Praticamente inexistente regulamentação que proponha questões relativas à visão exterior.
- Apesar de serem claros os benefícios da janela para os ocupantes de edifícios, pouca pesquisa tem sido feita sobre as configurações ideais de janela em ambientes reais de trabalho, tendo em vista as muitas variáveis.
- As condições de estudo (legislações e edifícios) são muito diferentes de um país para outros, sendo importante a verificação de acordo com as condições locais. A pesquisa realizada focou nas situações de países com predomínio de clima frio e céu nublado, como Holanda, Bélgica, Finlândia, Alemanha, Inglaterra e Dinamarca.

A norma alemã DIN 5034 (*Daylight in Interiors*) é apontada por Hellinga (2013) como a mais extensa na abordagem na iluminação natural em ambientes interiores na Europa. Ela não só prescreve uma determinada

área da janela, mas também dá requisitos de altura e largura para tipologias diferentes.

De acordo com Boubekri (2008) as dimensões da janela nas legislações não se destinam a fornecer iluminação natural, mas sim para facilitar a ventilação ou para fornecer saídas em caso de emergências. Por esta razão, acredita que este tipo de legislação não deveria ser considerado a legislação para iluminação natural, por ser muito simplista.

Este é justamente a situação da legislação brasileira, em especial dos códigos de obra, que focam na simples determinação de áreas de janela, na maioria das vezes sem relação com as condições locais (BUSON, 1998; FERNANDES, 2009; ANDRADE, 2014).

Os atuais Códigos de Edificações (COE) dos municípios brasileiros ainda guardam resquícios dos antigos Códigos Sanitários. Buson (1998) analisou o COE-DF (de 1998, ainda em vigência) e destaca que os índices nele utilizados foram copiados de outras cidades brasileiras. Levanta a hipótese de que esse ciclo vicioso possa ter-se repetido em outros lugares, implicando na inadequação dos critérios estabelecidos à situação climática local.

Atualmente duas importantes normas passam a ter relevância na análise de iluminação natural no Brasil, a ABNT NBR 15.575: 2013 – Edifícios

Habitacionais\_Desempenho e a ABNT NBR ISO/CIE 8995-1: 2013 - *Iluminação de ambientes de trabalho*.

A ABNT NBR 15.575 (2013), para habitações, aborda a iluminação natural de forma superficial, utilizando o método do *Daylight Factor*, já apontado (NABIL & MARDALJEVIC, 2006) como um método não adequado para condições de céu parcialmente nublado (realidade brasileira). Também exige simulação computacional com comprovação de no mínimo 60 lux para habitação no centro dos ambientes. A norma já apresenta limitações nos métodos, uma vez que exige simulação estática (dia e hora específico para a simulação), hoje já substituída pela simulação dinâmica (todas as horas do ano), nas principais pesquisas na área de iluminação. Mas já é um avanço em relação à abordagem simplista da maioria dos Códigos de Obra.

Já na ABNT NBR ISO/CIE 8995-1 (2013) que substituiu a norma ABNT NBR 5413: 1992 são apresentadas considerações sobre iluminâncias, luminâncias e uniformidade para áreas de tarefa e áreas do entorno. A parte de iluminação natural é bem generalista e apresenta que o fator de luz natural não deve ser inferior a 1 % no plano de trabalho a 3 m da parede da janela e a 1 m das paredes laterais. O ofuscamento é avaliado pelo UGR (Índice de Ofuscamento Unificado da CIE), aplicável apenas para iluminação artificial.

DEHOFF (2011), em sua pesquisa específica sobre normatização europeia ressalta que a norma ISO/CIE 8995 e a EN 12464-1, desenvolvidas em 2002 são muito similares. O autor apresenta os resultados da revisão feita na EN 12464-1, desenvolvido por grupo técnico, com aprovação de 25 países da comunidade europeia. Sobre a nova versão da EN 12464-1 (2011) podem ser destacados pontos importantes (DEHOFF, 2010b).

- Maior integração da iluminação artificial e natural. Antes só era considera a fonte artificial. A norma apresenta as exigências para os dois tipos de iluminação. Para iluminação natural traz duas novas definições: zenital e janela.
- Recomendações mais específicas para refletâncias, como forma de contribuir para a uniformidade das luminâncias (teto 0,7 a 0,9; paredes 0,5 a 0,8; piso 0,2 a 0,4);
- Inseriu especificação mínima de iluminâncias em tetos e paredes (paredes com 50 lux e tetos com 30 lux, com 0,10 de uniformidade; para escolas, hospitais e escritórios recomendam 75 lux para as paredes e 50 lux para o teto);
- Mantem o índice de ofuscamento para luminária (UGR), mas não apresenta um índice específico para iluminação natural.

Percebe-se uma evolução da antiga versão, mas ainda a dificuldade de abordar requisitos da iluminação natural, em especial o ofuscamento causado por janelas.

De forma geral, nos estudos de iluminação natural, destaca-se a problemática em relação à má distribuição da luz, a probabilidade de ofuscamento e contrastes indesejáveis. Mas os parâmetros encontrados ainda nas normas e referências focam mais nos níveis mínimos de iluminâncias, avaliados em curvas isolux do plano horizontal (BOYCE, 2003; GONÇALVES, 2011; AMORIM *et al.*, 2011; CINTRA, 2011). Tal fato deve-se a dificuldade de estabelecer métricas, assim como a existência de métodos e instrumentos específicos, capazes de abordar toda a complexidade e dinamismo da iluminação natural (REINHART, MARDALJEVIC & ROGERS, 2006).

Por este motivo, importantes pesquisas na área apontam a necessidade da ampliação da abordagem, para além das iluminâncias, englobando critérios mais qualitativos, relacionados ao conforto visual, como avaliações de ofuscamento e influência da qualidade da vista exterior proporcionada pela janela (OSTERHAUS, 2002; VEITCH, 2006; MADSEN & OSTERHAUS, 2006; HELLINGA, 2013).

### 1.3. A Qualidade da Iluminação Natural em Escritórios

*“A nitidez é uma conveniente distribuição de luz e sombra.”*

Goethe

Como visto anteriormente, atualmente é crescente a discussão sobre a Qualidade da Iluminação, sendo ressaltada constantemente a necessidade da abordagem simultânea de vários parâmetros. Baseado em DEHOFF (2010a) os mais importantes seriam: o **desempenho visual** (iluminância e uniformidade, fidelidade de reprodução cromática, limitação de reflexões, limitação de sombras duras); a **percepção do usuário** (concepção arquitetônica, questões estéticas, expectativas do usuário, orientação, hierarquia da percepção, percepção do exterior, material, ambiente); o **conforto visual** (controle de ofuscamento, distribuição de luminâncias, modelagem, contrastes, iluminação natural, senso de proteção, limitação de cintilação); **vitalidade** (agradabilidade, satisfação, bem-estar, ativação, estimulação do ritmo circadiano, segurança) e a **autonomia** (controle individual, flexibilidade, privacidade).

Logo, de acordo com os objetivos desta tese, é relevante identificar os padrões de conforto visual para escritórios, assim como as especificadas do ofuscamento e qualidade da vista exterior.

### 1.3.1. Conforto Visual em Escritórios

O Conforto Visual pode ser entendido como uma recepção clara das mensagens visuais de um ambiente luminoso, e está diretamente relacionado às condições ideais para o ser humano. Qualquer sistema de iluminação que não alcance tais expectativas poderá ser considerado desconfortável, mesmo que haja adequado desempenho visual (IESNA, 2000).

Enquanto que na avaliação do desempenho visual são avaliadas principalmente as iluminâncias no plano horizontal (níveis e distribuição), no Conforto Visual as luminâncias no campo visual também são avaliadas, com foco na probabilidade de ofuscamento e proporção de contraste.

O ser humano tem uma enorme capacidade de adaptar-se às condições diferentes de iluminação natural (HOPKINSON *et al.*; 1975; NICOL *et al.*, 2006). Além disso, a percepção da luz e as preferências são muito variáveis de uma pessoa para outra (BOYCE, 2003; GALASIU & VEITCH, 2006). Isso torna mais difícil a avaliação qualitativa da iluminação natural.

Enquanto os índices de ofuscamento buscam quantificar a probabilidade de haver ofuscamento, o usuário pode ter uma percepção diferente do previsto, em função de outros fatores.

Por isso, nesta pesquisa, a abordagem prevê a comparação da probabilidade de ofuscamento, resultada de avaliações técnicas, com a

percepção de ofuscamento, resultado da opinião do usuário de ambientes reais.

Segundo Fontoynt (2002), em relação à iluminação fornecida pela janela, os dois fatores que mais dificultam a avaliação qualitativa da luz natural são: 1) O seu próprio caráter dinâmico, que exige uma avaliação em longo prazo; 2) O fato do ofuscamento causado pela janela ser influenciado pela qualidade da vista externa, o que limita a aplicabilidade de índices.

Para o autor, aspectos psicológicos da percepção do usuário não podem ser ignorados, e as investigações também devem prever critérios de avaliações subjetivas, como questões estéticas, padrões de atração e agradabilidade, como por exemplo, a qualidade da vista exterior.

As Avaliações Pós-Ocupação (APO) são apontadas com eficazes na verificação das preferências dos usuários, principalmente se comparadas com medições quantitativas de iluminação (HELLINGA, 2013).

As variações entre as normas brasileiras (NBR ISO/CIE 8995-1) e europeias (EN 12464-1: A Iluminação no local de trabalho, 2011) não são significativas, e em média a iluminância mínima no plano de trabalho em escritórios é de 500 lux para iluminação artificial (DEHOFF, 2011).

Mas algumas pesquisas relatam que os níveis de iluminância preferenciais em escritórios são muito variáveis de uma pessoa para outra (VEITCH & NEWSHAM, 1996; GALACIU & VEITCH, 2006). As preferências dos níveis de

iluminância parecem depender, entre outros aspectos, da distância do local de trabalho em relação à janela. Também detectaram que os usuários preferem níveis mais altos de iluminação, e os relacionam com a agradabilidade, embora não tenha relação necessariamente com a produtividade.

Nicol *et al.* (2006) identificou que a maioria dos usuários de escritórios na Europa (pesquisa em cinco países, 26 escritórios) está satisfeito com as condições de iluminação encontradas, e estas estão em sua maioria dentro dos padrões normativos.

Em outro estudo, foi detectado que o maior desconforto visual pode estar na relação entre os níveis de iluminância da tarefa e seu entorno, e não necessariamente apenas com os níveis quantitativos de lux no plano de trabalho (HESCHONG MAHONE GROUP, 2003).

Algumas normas apontam os limites máximos da diferença entre a iluminação da tarefa e áreas circundantes. São encontrados valores máximos de 0,8 ou 0,7, apesar de alguns estudos mostrarem que uma proporção de 0,5 poderia também ser aceitável (DUBOIS, 2001; NEWSHAM *et al.*, 2008).

Em ambientes com iluminação natural a tolerância pela não uniformidade da luz parece ser maior do que em ambientes iluminados apenas por luz artificial (VEITCH & NEWSHAM, 1996; DUBOIS, 2001).

Hellinga (2013) em sua revisão bibliográfica afirma que é extensa a literatura sobre os níveis de iluminação preferenciais em locais de trabalho. Para a autora, os resultados são inconsistentes sobre quais seriam os níveis de iluminação preferidos. Conclui que nos estudos nem sempre são conhecidos os aspectos relacionados à distribuição da iluminação; algumas pesquisas tem um número limitado de participantes; as normas prescrevem níveis mínimos de iluminação, mas os usuários parecem preferir níveis mais elevados; a diferença de quantidade de luz no plano de trabalho e entorno imediato parece ser mais aceitável do que as normas preveem.

Atualmente vários pesquisadores chamam a atenção para a necessidade de estudos de iluminâncias e luminâncias no plano vertical, como princípio básico da qualidade da luz em escritórios. Isto porque o trabalho realizado neste tipo de ambiente é feito principalmente usando telas de computador, ponto central de seu campo visual. Reforçam que a satisfação das pessoas em relação à luz natural, está mais relacionada com os níveis verticais do que os níveis horizontais de iluminação (BEGEMANN *et al.*, 1997; CARNEIRO, 2005; MARDALJEVIC & HESCHONG, 2009; CHOCOS, 2010; VEITCH *et al.*, 2013; HELLINGA, 2013).

Também é significativa a descoberta de Veitch & Newsham (1996) para o conforto visual em escritórios: o nível de iluminâncias é importante no desempenho visual apenas quando os níveis estão muito baixos. Ressaltam

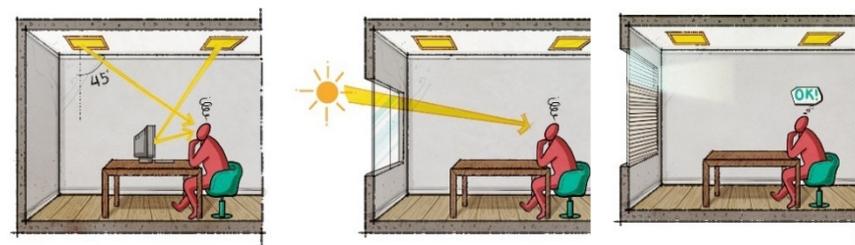
que em condições adequadas de iluminâncias, o usuário passa a perceber outros aspectos qualitativos da iluminação.

Hellinga (2013) alerta que a literatura ainda não dá uma resposta clara e consistente sobre o quão alto os níveis verticais de iluminação no local de trabalho devem ser.

Visto que a temática da avaliação da qualidade da luz deve ir além do desempenho visual (níveis e distribuição de iluminâncias no plano horizontal), a avaliação do impacto da janela no conforto visual será tratada pela análise da probabilidade de ofuscamento e com este pode ser alterado em função da qualidade da vista exterior. Logo, a investigação leva ao entendimento dessas duas variáveis.

### 1.3.2. Probabilidade de Ofuscamento

Para Robbins (1986), “ofuscamento é o resultado de uma luz indesejada no campo visual e é geralmente causada pela presença de uma ou mais fontes de luz excessivamente brilhantes”. Pode ser causado pelo contraste excessivo de luminâncias, entre tarefa e fundo ou entre superfícies num mesmo ambiente. A Figura 25 apresenta exemplos de ofuscamento causado pela visão direta de fontes de luz: natural (janela) e artificial (luminária e tela de computador):



**Figura 21:** Exemplos de Ofuscamento causado por iluminação artificial e iluminação natural (Fonte: Elaborada pela Autora. Ilustração: João Felix).

*“Ofuscamento é a sensação visual produzida por áreas brilhantes dentro do campo de visão e pode ser experimentado tanto como um ofuscamento desconfortável quanto um ofuscamento inabilitador. O ofuscamento pode também ser causado por reflexões em superfícies especulares e é normalmente conhecido como reflexões veladoras ou ofuscamento refletido” (NBR ISO/CIE 8995, 2013).*

O ofuscamento pode ocorrer de forma direta (pela visão direta da fonte de luz) ou indireta (por reflexão das superfícies), e ocorre quando uma parte do ambiente é muito mais clara que o restante. É uma grande perturbação no poder de adaptação, que acontece por superexposição da retina.

O olho humano trabalha dentro de uma larga faixa de luminâncias (0,03 cd/m<sup>2</sup> a 10.000 cd/m<sup>2</sup>). O contraste excessivo entre objeto e o fundo pode comprometer a habilidade deste em distinguir objetos do seu fundo e de perceber detalhes (IESNA, 2000).

Quando o processo de adaptação do olho não acontece normalmente devido a uma variação muito grande da iluminação, pode haver uma perturbação, desconforto ou perda de visibilidade.

De modo geral, Baker *et al.* (1993) classificam o Ofuscamento em:

- **Ofuscamento Inabilitador:** impede a visão de detalhes, uma sensação de cegueira momentânea, que compromete a acuidade visual, como por reflexões excessivas, redução de contrastes ou saturação. Exemplos: faróis de carros, brilho excessivo de janelas;
- **Ofuscamento Desconfortável:** é a sensação de incômodo causada por brilho intenso ou distribuição não uniforme de luminâncias no campo de visão. Não impede a visão, mas coloca o sistema visual em esforço contínuo de ajuste (stress), causando constantes distrações. A avaliação do ofuscamento desconfortável é baseada

no tamanho aparente da fonte, luminâncias de fundo, número de fontes ofuscantes, posicionamento das fontes no campo de visão e direção do olhar do observador.

Segundo a ABNT NBR ISO/CIE 8995, se os limites referentes ao ofuscamento desconfortável são atendidos, o ofuscamento inabilitador não é geralmente um grande problema.

Segundo a IESNA (2000) para evitar o Ofuscamento Desconfortável:

- Para tarefas desenvolvidas em computador, deve ser observada uma luminância máxima de 300 cd/m<sup>2</sup> nas superfícies do entorno imediato e 850 cd/m<sup>2</sup> nas superfícies no entorno remoto do campo de visão;
- A luminância média de uma área de 0,6 x 0,6 m dentro do campo de visão deve ser mantida abaixo de 850 cd/m<sup>2</sup>;
- Devem ser observados os valores máximos de contrastes adequados de luminâncias;
- Fontes luminosas ofuscantes devem ser mantidas fora do campo visual;
- Evitar reflexões indesejadas, que prejudicam a visibilidade.

Em outras ocasiões o ofuscamento causa incômodos que impedem a visão e por isso é denominado fisiológico. Este tipo de ofuscamento ocorre em relação à iluminação natural, quando o usuário tem a visão direta ou refletida da abóbada celeste, com altos níveis de iluminâncias.

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

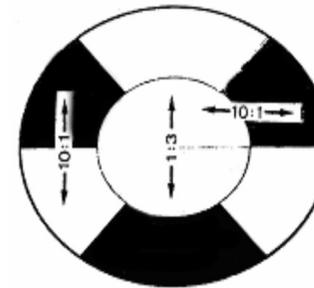
É fundamental que exista um equilíbrio de luminâncias e Pereira (1995) ressalta que o foco visual ou a tarefa visual deve ser o mais iluminado do campo visual. Neste sentido é importante a avaliação do contraste, que é a diferença relativa de luminâncias entre um determinado objeto e seu entorno.

Em muitas situações, os problemas de ofuscamento não estão relacionados à saturação por níveis excessivos de luminâncias, e sim, por proporções desequilibradas, que causam contrastes inadequados.

A IESNA (2000) apresenta que o equilíbrio entre luminâncias deve ser dado pelas seguintes relações no Campo Visual:

- 3:1 entre tarefa visual e entorno próximo (superfície de trabalho)
- 10: 1 entre tarefa e entorno remoto (espaço circundante)
- 20: 1 entre fontes de luz e aberturas e superfícies adjacentes (fundo)
- 40: 1 contraste máximo admissível no campo visual

A Figura 26 apresenta os limites de contrastes recomendados para o campo visual:



**Figura 22:** Contrastes de luminâncias no campo visual:

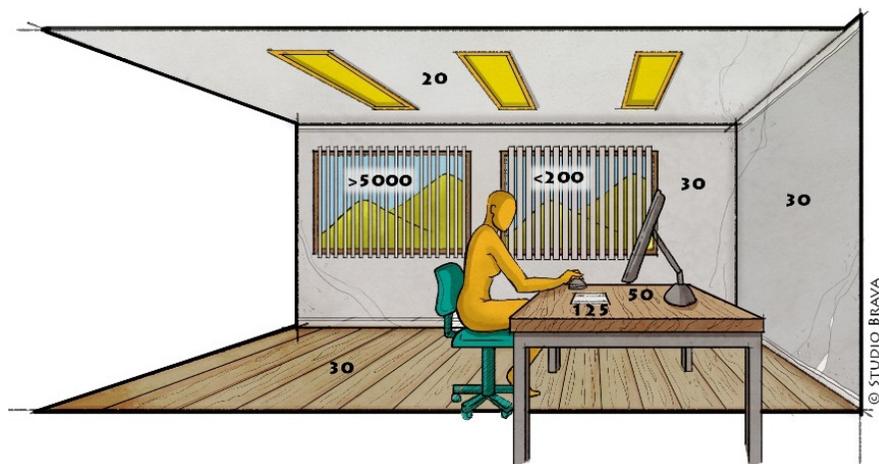
Campo central 3:1;  
Campo periférico 10:1;  
Campo central p/campo periférico 10:1.  
(Fonte: Goulding, 1992)

Para ambientes de trabalho, a norma alemã DIN 5034 (*Daylight in Interiors*), recomenda uma uniformidade de luminâncias de 3:1 entre a tarefa visual e entorno imediato, 5:1 entre a tarefa e entorno remoto e 10:1 entre tarefa e o entorno periférico. O campo visual é considerado em três aberturas: entorno imediato (30°), entorno remoto (60°) e entorno periférico (90°).

É desejável que exista certo grau de contraste para a boa visibilidade, mas é necessário avaliar também as questões relativas à uniformidade, direcionalidade e concentração, que na iluminação natural são aspectos difíceis de serem tratados em função da variabilidade da luz decorrente do céu.

Para locais de trabalho é mais aconselhável uso de cores neutras, evitando contrastes fortes entre claro e escuro, para que não haja uso excessivo de estímulos visuais. Quando isto ocorre é necessário que organismo se

adapte a diferentes condições em curtos espaços de tempo. A Figura 27 demonstra os níveis desejáveis de luminâncias para escritórios:



**Figura 23:** Luminâncias em escritórios

(Fonte: Elaborada pela Autora, com base no Good lighting for offices buildings 4. Frankfurt, 1994. Ilustração: João Felix).

A preocupação com a boa distribuição de luminâncias também se aplica a janela, como elemento presente na percepção do espaço, mesmo que não seja presente no campo visual de tarefa. Isto porque o usuário percebe todo o ambiente, num ângulo maior de observação, e seu olhar se movimenta constantemente, ou de tempos em tempos como uma resposta natural e fisiológica, na busca por relaxamento muscular do cristalino e descanso do olhar (vista para o horizonte).

Neste sentido, os índices de ofuscamento buscam estabelecer a probabilidade o fenômeno acontecer. Mas a percepção que o usuário tem no ambiente real pode ser alterada em relação a essa previsão.

Para a CIE (*Comission International L'Eclairage*) o Índice de Ofuscamento é uma descrição da sensação potencial de ofuscamento de qualquer fonte de luz no campo visual.

Reinhart (2010) aponta os índices para cálculo de ofuscamento, mais usados e suas limitações. Jakubiec and Reinhart (2012), em nova comparação dos índices, reforçam o uso do *Daylight Glare Probability* (DGP). O Quadro 6 apresenta a compilação dos índices de ofuscamento:

**Quadro 6:** Compilação dos índices de ofuscamento e críticas de Reinhart (2010)

Métrica	Críticas de Reinhart (2010)
<b>Índice de ofuscamento proveniente de luz natural (Daylight Glare Index - DGI):</b> desenvolvido por R. G. Hopkins em Cornell em 1972. O DGI é a primeira métrica a considerar grandes fontes de ofuscamento (como, por exemplo, uma porção de céu vista através de uma janela). Luz solar direta e reflexões não são consideradas para efeitos de cálculo.	O DGI deveria ser aplicado quando não houvesse luz solar direta no ambiente. No entanto, essa métrica fornece dados similares ao prever um cenário com a pior situação de desconforto visual (incidência de luz solar direta).
<b>Índice de ofuscamento do CIE (CIE Glare Index):</b> publicado por Einhorn em 1969 e adotado pela Comissão Internacional de Iluminação (CIE). Os cálculos consideram ambas as fontes de luz natural: a direta e a difusa. Esse índice é utilizado para as fontes de ofuscamento de luz artificial (luminárias).	O CGI prevê a maior probabilidade de desconforto por ofuscamento para condições de luz natural difusa como o pior caso de comparação entre os projetos (cenários).

<b>Probabilidade de conforto visual (<i>Visual Comfort Probability</i>):</b> composto por uma grande quantidade de sistemas de equações adotados pela IESNA ( <i>Illuminating Engineering Society of North America</i> ). Esse índice é válido somente para tamanhos e fontes específicas de luz (como, por exemplo, lâmpadas não halogênicas e porções de céu visível).	Em condições de iluminação natural, o <i>VCP</i> produz os valores mais destoantes em relação às outras métricas. O <i>VCP</i> não é recomendado para uso de cenários iluminados sob luz natural, uma vez que foi desenvolvido para cenários muito específicos e iluminados artificialmente.
<b>Avaliação Unificada de Ofuscamento do CIE (<i>CIE Unified Glare Rating (UGR)</i>):</b> estabelecido pelo CIE em 1995, esse índice representa uma simplificação do DGI. Não há mais a separação entre iluminâncias diretas e difusas como no DGI.	Como no DGI, o UGR é útil somente quando não há a entrada de luz solar direta no espaço.
<b>Probabilidade de ofuscamento proveniente da Luz Natural (<i>Daylight Glare Probability – DGP</i>):</b> desenvolvido por Christoph Reinhart e Jan Wienold na Universidade de Harvard, o DGP emergiu como o índice de ofuscamento mais confiável. De acordo com Reinhart, o DGP detecta fontes de ofuscamento baseados em razões de contrastes. Assim, luz solar direta e reflexões especulares são consideradas enquanto um céu fosco e sem brilho talvez não seja. O DGP é proveniente de uma métrica muito estudada e comprovada por vários experimentos e entrevistas com vários usuários provenientes de dois experimentos diferentes.	Consideramos o DGP a métrica mais confiável, que gera os resultados mais plausíveis sob a investigação de cenas e condições de luz natural. O DGP prevê a maioria das situações iluminadas sob a luz natural incluindo aquelas com muitos ou amplos ângulos sólidos de fontes de luminâncias. Por esse motivo, a automação de muitos passos e de etapas de simulação interativa pode ser atingida com resultados comparáveis e com poucas chances de erros.

Reinhart (2010): The Use of Glare Metrics in the Design of Daylit Spaces: Recommendations for Practice, 2010. 9th International Radiance Workshop; September 20-21, 2010.

Baker & Steemers (1998) ressalta o fato de existir uma tolerância maior ao ofuscamento causado pela iluminação natural (janelas), se comparado com a situação causada por iluminação artificial. Neste sentido, a IESNA (2000) apresenta a Tabela 1, que compara a tolerância para o ofuscamento

proveniente de aberturas quando comparadas a uma mesma situação com iluminação artificial:

**Tabela 1:** Comparação de tolerância de ofuscamento ( $G_i$  e  $dG_i$ )

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

Fonte: IESNA, 2000.

Em sua pesquisa, com simulação no software Radiance, Dubois (2001) avaliou a qualidade de luz natural em escritórios, considerando como indicadores: a iluminância absoluta no plano de trabalho; a uniformidade de iluminância sobre o plano de trabalho; a luminância absoluta nas superfícies do ambiente e os índices de luminância entre o plano de trabalho (tarefa), tela do computador e arredores.

De acordo com Dubois (2001), existem comprovações de que níveis baixos de luminâncias são inaceitáveis, mas não há consenso sobre quais seriam os níveis mínimos. A pesquisa encontrou valores mínimos entre 20 e 100

cd/m<sup>2</sup>, valores ótimos entre 20 e 157 cd/m<sup>2</sup> e máximos de luminâncias entre 500 e 1500 cd/m<sup>2</sup>.

Já Áries (2005), em sua investigação em escritórios, descobriu que o valor máximo de luminâncias para o Conforto Visual seria de 1.600 cd/m<sup>2</sup>. Além disso, quando os níveis de luminâncias ficaram abaixo de 1.500 cd/m<sup>2</sup>, teve uma influência positiva sobre a satisfação total com as condições de iluminação.

Hellinga (2013) destaca que os valores absolutos de iluminância ou luminância não são uma boa medida para o conforto visual, uma vez que o olho humano é capaz de adaptar-se continuamente.

Também questiona se a previsão normativa está correta, uma vez que as pessoas parecem tolerar níveis mais elevados para a iluminação natural do que para a artificial. Para a autora, ainda não está claro até que ponto níveis de luminâncias e contraste são aceitáveis.

Na última década, diversas pesquisas focaram no desconforto por ofuscamento, para sistemas artificiais e para a iluminação natural (IWATA, 2011). Buscam avaliar o desconforto por ofuscamento proveniente da janela, usando a distribuição das luminâncias no campo visual. Relacionam as características da janela, a influência do tipo de vidro, a relação com a vista para o exterior, o uso de sistemas de controle e sombreamento e a influência no gasto energético. Os métodos mais encontrados nas

pesquisas são as simulações computacionais, imagens HDR e avaliação pelos usuários (PICCOLO & SIMONE, 2009; IWATA, T. *et al.*, 2011; MATUSIAK, 2011; NAGAYOSHI, K. *et al.*; 2011; SHIN *et al.*, 2012; KIM & KIM, 2012).

O CIE tem um *Technical Committees* (TC 3-39: *Discomfort Glare from Daylight in Buildings*), coordenada por Osterhaus, para rever os métodos existentes de avaliação de desconforto por ofuscamentos existentes e suas implicações com a luz natural. A pesquisa foca na identificação dos pontos fortes e oportunidades, assim como os pontos fracos e ameaças. O objetivo principal é fazer a recomendação de um método específico para ofuscamento pela iluminação natural, assim como gerar diretrizes para pesquisas que buscam compreensão destes parâmetros.

Tuaycharoen (2006), afirma que vários estudos têm sugerido que o interesse do observador pela imagem do que está vendo pode reduzir o desconforto por ofuscamento. Hellinga (2013) ressalta que os métodos de avaliação existentes para iluminação natural não incluem a avaliação da qualidade da vista exterior.

Neste sentido, dentro do foco desta tese, passa-se para uma discussão sobre a qualidade da vista exterior da janela, como variável relevante da qualidade da iluminação, que pode ter influência na percepção do ofuscamento causado por janelas.

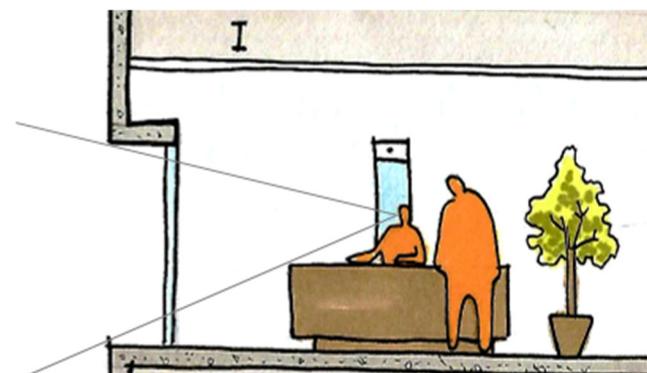
### 1.3.3. Avaliação da Qualidade da Vista Exterior em Escritórios

Na bibliografia, parece claro que a qualidade da vista exterior, seja paisagem natural ou urbana, pode trazer benefícios emocionais, satisfação e bem-estar para as pessoas. Mas algumas pesquisas relatam que geralmente não é um item considerado importante na avaliação de um escritório agradável (COLLINS, 1976; NE'EMAN *et al.*, 1984; MENZIES & WHERETT, 2005; TUAYCHAROEN, 2006; HELLINGA, 2013).

A IEA (1999), em seu estudo sobre Iluminação Natural (Task 21), enfatiza a valorização que deve ser dada para a vista exterior fornecida pela janela. As alterações dos níveis de iluminação natural ao longo do dia podem ser estimulantes, assim como a visualização de referências ou cenas externas podem dar um sentido de lugar e aumentar a sensação de segurança. Ambientes sem janelas com dimensão suficiente para visualizações externas podem causar a sensação de claustrofobia. A pesquisa também alerta que as tolerâncias ao ofuscamento podem ser alteradas em função da qualidade da vista exterior.

A vista dependerá diretamente da localização do usuário no escritório, e, por exemplo, em *open spaces*, a visão para o exterior é muitas vezes obstruída pelas divisórias. Já para os usuários próximos à janela (até 2m) a preocupação maior deve ser com a radiação direta e probabilidade de ofuscamento.

Por outro lado, estudos mostram que existe uma preferência dos trabalhadores pela visão exterior da janela. Boyce (2003) associa a satisfação do usuário com as condições de iluminação natural, inclusive com a vista exterior, conforme demonstrado na Figura 28. O autor detectou que os custos com a saúde do trabalhador são considerações importantes para os empregadores no EUA, uma vez que a empresa que contrata o plano de saúde dos funcionários.



**Figura 24:** Preferência dos trabalhadores por postos com vista exterior.  
(Fonte: Elaborada pela Autora. Ilustração: João Felix).

Existem evidências de que as pessoas que têm acesso a uma visão natural têm menos problemas com a saúde, dado avaliado pelas chamadas e uso do plano de saúde.

Hellinga (2013) detectou pesquisas que estudaram as demandas de saúde dos presos, e descobriu que aqueles cujas janelas davam para colinas e

campos ficavam significativamente menos doentes. A autora também percebeu que a qualidade da vista foi associada na influência da recuperação de pacientes de hospitais, em recuperação e UTI.

Ne'eman *et al.* (1984) sugerem que as pessoas tendem a considerar mais importante os itens que não estão satisfeitos no momento, ou seja, a satisfação passa a ter relação como o que eu não tenho agora.

Por exemplo, Kaplan (1993) identificou que as pessoas que não tinham acesso à janela fizeram queixas e consideravam a vista exterior mais importante do que as que já tinham.

Em uma pesquisa do *Heschong Mahone Group* (2003), a qualidade da vista exterior foi determinada principalmente pela dimensão da vista e pela vegetação, reforçando o que outros autores apontam: a visão da natureza é mais agradável e desejada.

Uma boa iluminação natural e qualidade de vista exterior também tem impacto econômico na valorização dos ambientes, independente da tipologia (BOYCE, 2003; KIM & WINEMAN, 2005; HELLINGA, 2013).

A pesquisa de Tuaycharoen (2006) descobriu que o aumento da atratividade de uma janela, em função de sua vista exterior, diminuiu a percepção do desconforto por ofuscamento.

Hellinga (2013) já sugere que os índices de ofuscamento atuais poderiam ser melhorados pela adição de informações sobre o interesse da vista.

É muito difícil avaliar a qualidade de um ponto de vista, porque inclui o valor do julgamento subjetivo. Ele não é apenas um resultado da percepção sensorial do ambiente, mas também influenciado por experiências anteriores, por seus valores, crenças e atitudes; por seu bem-estar social e econômico; e por suas expectativas para o futuro (ZUBE *et al.*, 1975, apud HELLINGA, 2013).

No entanto, algumas características das vistas exteriores parecem ser geralmente apreciadas, enquanto outras não. Parece ser consenso de que as pessoas preferem:

- Vista de paisagens naturais em vez de uma visão de espaços construídos;
- Preferência pela Visão de água (mar, lagos, rios).
- Pontos de vista mais amplos, com informações mais distantes.

A literatura também mostra que, em comparação com vistas urbanas, visões da natureza têm um efeito positivo mais forte no bem-estar e saúde (KAPLAN, 1993; KAPLAN, 2001; VELARDE *et al.*, 2007).

Vários trabalhos indicam que a distância ou a amplitude de uma visão global afetam a aparência do ambiente interno. A presença de uma janela pode fazer o ambiente parecer mais espaçoso do que realmente é (HELLINGA, 2013).

Ozdemir (2010) estudou o efeito da vista exterior de aberturas de escritórios em três andares de um edifício. Os resultados mostram que os ambientes dos pavimentos mais altos eram percebidos pelos usuários como maiores, em função da vista da janela ser mais ampla.

Tuacharoen (2006) constatou que quanto mais informações a vista contém acerca do ambiente externo, mais interessante é, reforçando a ideia que o homem necessita de informações e variabilidade ao longo do dia.

Hellinga (2103), com base nos estudos de Markus (1967), apresenta que a característica mais importante de quase todos os pontos de vista é a sua estratificação horizontal, dividida em três camadas: uma camada de céu, uma camada de cidade ou paisagem e uma camada de terra. Cada camada tem sua própria função.

- O céu é a fonte dominante de luz e mantém os ocupantes do edifício em contato com mudanças sazonais, hora do dia e passagem do tempo e do clima.
- O ponto de vista principalmente horizontal da paisagem ou da cidade dá a quantidade máxima de informações sobre o ambiente inanimado, ou seja, o entorno.
- A visão do solo e das atividades que estão acontecendo sobre ele permite a noção do caráter social e humano.

Segundo os levantamentos bibliográficos e estudos de Hellinga (2013), quatro características dos edifícios influenciam na qualidade da visão externa:

1. Distância entre Edifícios: Se uma vista contém prédios muito próximos, a satisfação com a vista externa é negativa;
2. Manutenção: Edifícios em melhores condições de manutenção são preferidos na vista exterior;
3. Complexidade: Edifícios com um elevado grau de complexidade são geralmente preferidos;
4. Idade do imóvel: Geralmente, os edifícios mais antigos têm preferência sobre os edifícios contemporâneos. No entanto, se os edifícios são malconservados ou se a complexidade é baixa, os edifícios novos são preferidos.

Bell e Burt (1995) também afirmam que o olhar para um ponto distante no horizonte através de uma janela proporciona um relaxamento aos músculos oculares, e vistas de cenas naturais com vegetação e céu despertam interesse pela variedade e movimento que oferecem. Quando o cenário externo é urbano, vistas dinâmicas com atividades humanas, assim como as mudanças do clima são preferidas pela maioria das pessoas (BELL e BURT, 1995; TOLEDO, 2008).

Segundo o *BS Daylight Code* (1992, apud TOLEDO, 2008), uma vista pode ser dividida em três camadas:

- Superior (distante): o céu acima do skyline natural ou urbano;
- Média: o objeto ou a cena. Ex.: campos, árvores, montanhas e edificações;
- Inferior (próximo): a base da cena. Ex.: piso, pavimentação.

Para uma vista agradável, recomenda-se um equilíbrio na proporção entre as camadas, como visto na Figura 29:



**Figura 25:** Vista harmônica para o exterior: as três camadas são vistas de forma equilibrada. (Fonte: Elaborada pela Autora. Ilustração: João Felix).

Segundo Toledo (2008), as vistas que contêm as três camadas são mais satisfatórias para os usuários do ambiente em questão. Vistas onde o céu não aparece, ou as camadas estão desproporcionais, costumam causar insatisfação, como visto nas Figuras 30 e 31.



**Figura 26:** Abertura muito baixa, com vista desproporcional: sem céu e muita visão da base. (Fonte: Elaborada pela Autora. Ilustração: João Felix).



**Figura 27:** Abertura muito alta, com vista desproporcional: muito céu e sem visão da base. (Fonte: Elaborada pela Autora. Ilustração: João Felix).

A partir do referencial teórico estudado, percebe-se que a vista externa é uma variável importante na determinação da qualidade da iluminação natural dos ambientes. A determinação da natureza de sua relação com as características da janela e o usuário pode contribuir para a melhor compreensão do conforto visual, e até mesmo para a melhoria de índices e métodos de avaliação.

A complexidade de investigação das variáveis (ofuscamento e qualidade da vista exterior) direciona para uma abordagem metodológica estruturada em função da melhor obtenção dos dados, e da combinação de experimentos controlados (simulação) e levantamento da satisfação em ambientes reais com usuários (questionários).

Por essa lógica, parece pertinente a comparação dos resultados técnicos de probabilidade de ofuscamento com a percepção do usuário. Assim como a comparação entre a classificação técnica da qualidade da vista e a satisfação do usuário de ambientes reais.

O foco da pesquisa está justamente em calcular o quanto a satisfação com a vista exterior afeta à percepção de ofuscamento.

Além disso, as decisões do arquiteto, no projeto arquitetônico, são definidoras da qualidade da iluminação natural. Por isso, a investigação do processo de projeto e como os aspectos inerentes à iluminação natural devem comparecer como estregais já nas fases iniciais (estudo preliminar e anteprojeto), devem ser salientados.

# capítulo II:

## O Projeto Arquitetônico e a Luz Natural

### Objetivo do capítulo:

- ✓ Este capítulo tem o objetivo de entender o processo de projeto arquitetônico, com toda a complexidade das fases necessárias de análise, síntese e avaliação das propostas, assim como ressaltar o grande impacto das primeiras decisões de projeto, muitas vezes feitas de forma intuitiva pelos arquitetos ou baseadas em experiências anteriores. Atualmente, as novas demandas dos edifícios exigem mudanças no processo de projeto, por meio de uma visão integrada, na busca de edifícios com melhor desempenho, conforto ambiental, redução de custos, tempo de execução, desperdícios, etc. Assim, novas tecnologias, métodos e ferramentas surgem, e podem auxiliar o processo de projeto a aplicar conhecimentos normalmente restritos à especialistas, em especial com estratégias gráficas, próximas da linguagem projetual.

### Estrutura do capítulo:

#### Processos e Métodos de Projeto

- ✓ **Processo de Projeto:** importância das fases iniciais (estudo preliminar e anteprojeto) e das etapas de análise, síntese e avaliação
- ✓ **Projeto Integrado:** com o aumento da complexidade e dos novos padrões de desempenho para os edifícios, passa a ser necessária uma visão holística e um processo de projeto integrado, onde novas estratégias, métodos e ferramentas surgem, assim como é enfatizado a importância de colocar as necessidades do usuário no centro das decisões arquitetônicas.

#### A Iluminação Natural no Projeto

- ✓ **O papel do Arquiteto:** tradicionalmente ainda usa a intuição ou experiência com a luz natural, com muitas incertezas e foco nos aspectos estéticos, sendo importante adaptar-se aos novos métodos de avaliação e ferramentas de auxílio ao projeto.
- ✓ **Janela como elemento de projeto:** além das questões estéticas, está relacionada ao conforto ambiental, à satisfação, aos níveis, distribuição e controle da luz natural, vista exterior, privacidade e segurança, desempenho termo-energético, etc.

#### Ferramentas de Auxílio ao Projeto

- ✓ **Estratégias importantes:** casos exemplares fornecem informações e análises relevantes para o repertório de projeto; adaptação do conhecimento científico para o processo de projeto, de forma objetiva e simplificada para as fases iniciais.
- ✓ **Exemplo de ferramentas:** Diagrama Morfológico, Linguagem de Padrões, *Daylighting Pattern Guide*, *Daylighting Dashboard*, AVA, *Tips for Daylighting with Windows*

## 2.1 Processos e Métodos de Projeto

*“Não há só um método para estudar as coisas.”*

Aristóteles

Ramos (2007) aponta que no momento inicial do projeto,

*“(...) existe o embate de diferentes forças provenientes de diferentes campos que se fundem no primeiro croqui. Há a força da encomenda, com seu programa a priori (funcional formal ou tecnológico); a postura do arquiteto, com sua bagagem profissional; a permanência do local, com suas implicações topográficas, climáticas e de situação; as condicionantes econômicas, que possibilitam ou impossibilitam determinadas soluções; e as normas legais, que restringem e condicionam o projeto” (RAMOS, 2007).*

O desenho de arquitetura não é o “objeto final” de sua própria produção, mas sim, “o meio de concretização de um objeto que lhe é estranho, tanto no espaço como no tempo” (RAMOS, 2007). O projeto não acaba em si mesmo. Ele é um recurso, uma forma, ou um meio, inicialmente adotado, de concepção, para posterior materialização do edifício, como objeto. E esse processo de concepção e planejamento é constantemente alimentado por informações e condicionantes, que passam a ser inseridos, ou não, no projeto, dependendo de sua relevância, vínculo ou aplicabilidade.

Merlin (2007) procura mostrar que no planejamento do edifício existem ao menos dois grandes momentos, que requerem atitudes distintas do projetista: a concepção ou definição da idéia, do partido, onde o croqui é o grande protagonista, e o projeto, onde as soluções são lapidadas e questões técnicas são resolvidas (MERLIN, 2007).

É importante ressaltar, que desde os primeiros traços, o partido arquitetônico já carrega em si decisões, fruto de análises críticas e escolhas pautadas em conhecimento técnico:

*“O momento mais importante é precisamente a ideia da arquitetura. (...). Sem uma ideia de fundo, não se pode avançar em arquitetura (...) a ideia inicial dos meus projetos já contempla a resolução de muitos problemas não somente de ordem estética, funcional e distributiva, mas também de natureza tecnológica e construtiva. (...) O desenho é e sempre será uma forma muito importante de conhecimento real, aliás, insubstituível” (ROSSI, 1997).*

O poder criativo na definição do partido arquitetônico, na fase de estudo preliminar, é o momento de liberdade projetual, onde a “ideia” é concebida e sua materialização dependera do processo de lapidação e aperfeiçoamento, fruto de constantes escolhas do arquiteto.

Para Argan (1973), *“o desenho, então representa a linha geral da obra que o artista concebe; a solução técnica vem depois. A técnica pode obrigar a modificar a invenção parcialmente”*.

A concepção do projeto, ou seja, sua CRIAÇÃO, a princípio era visto como um ato único, isolado, absoluto, imprevisível, explicado pela passagem do “não ser ou existir” para o “ser e existir”. A partir do “nada” criativo inicial, onde tudo é possível, o primeiro traço era entendido como gesto totalizador, ou como simples resultado espontâneo (KOHLSDORF & KOHLSDORF, 2006; RAMOS, 2007).

Mas percebe-se que na realidade a CRIAÇÃO é cada vez mais associada às interferências dinâmicas, com um caráter baseadas em soluções derivadas e desenvolvidas em um processo gradual. O processo, ao invés de ser apenas um ato criativo, passa a ser entendido como uma evolução, revolução e progresso, baseado no conhecimento, causas e consequências (KOHLSDORF & KOHLSDORF, 2006).

Assim, pode-se entender o Projeto de Arquitetura como um conjunto abrangente de estudos e desenhos, precedidos por avaliações de viabilidade, que buscam atender às expectativas que o objeto construído deverá atender.

Holanda & Kohlsdorf (1995) afirmam que o:

*“Projeto, mais do que um momento de síntese, é um momento de proposta, entendida como imaginação de situações, diferentes das atuais e pressupostamente melhores, assim como o desenvolvimento de um arcabouço de ações capazes de transformar a situação existente nessa outra, imaginada e desejada. Nesse sentido, o projeto é inequivocamente um produto e um processo, ou sequência iterativa de momentos de criação (e de descrição do imaginado) e de avaliação de desempenhos”*.

Já Melhado (1994), define projeto como sendo:

*“(…) atividade ou serviço integrante do processo de construção, responsável pelo desenvolvimento, organização, registro e transmissão das características físicas e tecnológicas especificadas para uma obra, a serem consideradas na fase de execução”*.

Identifica-se então, que existem dois aspectos intrínsecos ao projeto arquitetônico: ele é uma solução criativa e ao mesmo tempo é um processo dinâmico e gerencial.

Pereira (2010) apresenta que o projeto pode ser um produto e/ou um serviço. Como produto, o projeto é resumido aos desenhos, memoriais e especificações técnicas e geométricas. Já o projeto como serviço é mais

duradouro, com vistas a atender às necessidades do processo como um todo e com foco no desempenho global do edifício.

Para Melhado (2001), fica clara a caracterização do projeto como serviço, e a atividade de projeto deve ser encarada sob com visão processual (estratégica e operacional).

Na abordagem processual do projeto, vários autores (HOLANDA, & KOHLSDORF, 1995; MELHADO, 2001; PEREIRA, 2010; ANDRADE *et al.*, 2011) destacam que ele pode ser sistematizado em momentos de:

- Análise: Levantamento de Dados, Condicionantes, Problematização, Critérios de Desempenho, Hierarquia de requisitos, Diretrizes, Programa,
- Síntese: fase criativa, geração de ideias, combinações e relações formais, visuais e estéticas, proposta de soluções,
- Avaliação: desempenho da proposta, verificação de metas, atendimento de requisitos, testes, verificações.

O processo de projeto acontece a partir de uma sequência de decisões (análise, síntese e avaliação) que acontece de forma flexível, articulada e com ciclos interativos, postos de forma conjunta (ANDRADE, RUSCHEL & MOREIRA, 2011).

No processo de projeto, o momento da criação deriva de uma intenção, uma vontade pautada pela liberdade criativa e por avaliações e soluções

específicas. Não se trata, portanto, de procurar a novidade pela novidade, mas a alternativa que garanta o melhor desempenho. Logo, é esse grau de melhoria que deve ser avaliado através de critérios e valores, deixando o campo da subjetividade e passando a pautar em aspectos objetivos, comprovados e justificados.

A arquitetura deve atender a um extenso programa ou diretrizes, ou seja, o edifício construído deverá cumprir uma série de exigências funcionais, econômicas, bioclimáticas, estruturais, estéticas, etc. Por isso, ainda na fase inicial do projeto, o programa arquitetônico deve ser o primeiro passo dado, buscando *“descrever o contexto do projeto e, assim, estabelecer o problema a que a forma deverá responder.”* (MOREIRA & KOWALTOWSKI, 2011).

Para Moreira & Kowaltowski (2011) é fundamental descrever as necessidades que o projeto deve atender e isso implica identificar os valores e necessidades do usuário em relação ao espaço construído. Para os autores, os valores são as qualidades mais importantes em um edifício, segundo a percepção do ocupante, e baseados em Hershberger (1999, apud Moreira & Kowaltowski), seriam eles: Humanos, Ambientais, Culturais, Tecnológicos, Econômicos, Estéticos e de Segurança.

*“Faz parte do programa determinar os principais tópicos do projeto, segundo os valores identificados. (...) No entanto, é importante que o programa estabeleça as prioridades da*

*qualidade esperada pelo usuário e a quantificação das metas e dos indicadores” (MOREIRA & KOWALTOWSKI, 2011).*

Já Holanda & Kohlsdorf (1995) trabalham com a metodologia de análise e avaliação de desempenho morfológico do espaço, onde a arquitetura para atender às expectativas sociais específicas de cada sociedade ou grupo de indivíduos, ao longo do tempo, deve atender às dimensões específicas, ou seja, às diversas áreas de conhecimento que interferem no desempenho espacial. Para os autores, os projetos devem atender as seguintes dimensões: Bioclimática, Econômica, Funcional, Topoceptiva, Expressivo-Simbólica e Copresencial. Para cada uma delas existem subdimensões e atributos específicos para o projeto.

Seja no entendimento da arquitetura como cumpridora de exigências de um programa de necessidades, diretrizes de projeto ou atendendo expectativas sociais, percebe-se ao árduo trabalho para a compilação de tantas informações, que causam impacto direto na qualidade da edificação construída.

Para Kowaltowski & Labaki (1993) são grandes as dificuldades definir e caracterizar diretrizes para o processo projetivo e estrutura-las em metodologias de projeto, uma vez que o processo de criar formas em arquitetura é, na maioria das vezes, informal, individual ou simplesmente pertence a escolas de regras estéticas.

Mas o processo de projeto passou a exigir o envolvimento de diversos profissionais, entre contratantes, incorporadores, administradores, gestores, projetistas, especialistas, fabricantes, construtores, etc. O fluxo, controle e compatibilização das informações de projeto passa a ser mais intenso e diversificado, tendo o arquiteto papel de coordenador do processo (LIU *et al.*, 2011).

É fundamental entender que o processo de projeto pertence a uma cadeia auxiliar dentro do contexto da Cadeia Produtiva da Indústria da Construção (CPIC), que é composta por diferentes elos que alimentam com informações as demais (suprimentos e processos) (BLUMENSCHHEIN, 2004).

Já Pereira (2010) aponta para uma necessidade de mudanças nos processos de projeto, de modo a se reduzirem tempo, custos, retrabalhos, erros e desperdícios, o que, por si só, gera, em última instância, um edifício mais eficiente.

Mas diante da complexidade das novas tipologias arquitetônicas, assim como novos padrões de desempenho, os métodos de projeto surgem, de forma geral, para criar um sistema capaz de balizar as decisões, por meio de uma busca de soluções justificadas.

*“Para isso, o esforço do projeto é dividido entre a busca de uma solução adequada e o controle e avaliação dos padrões de busca. Esse ponto de vista é mais amplo e flexível, pois permite uma melhor adaptação*

*às diversas situações de projeto, além de agregar as vantagens do método sistemático e as flexibilidades e particularidades da atividade criativa” (ANDRADE et al., 2011).*

O desenvolvimento dos estudos em métodos de projeto para a arquitetura teve grande influência da Engenharia, Ergonomia, Matemática e Computação, na década de 60. Os primeiros métodos consistiam em mapas com a sequência e identificação das atividades de acordo com uma ordem lógica, sendo utilizados principalmente para analisar o projeto. Num segundo momento, os métodos já passaram reduzir os erros de projeto, haja o alto custo significativo desse problema, principalmente em edifícios grandes e complexos (ANDRADE, et al., 2011).

Segundo Andrade et al. (2011), o arquiteto trabalha num mundo de antecipação, imaginação e conjeturas, na busca da solução arquitetônica. E para reduzir as dificuldades e incertezas, os métodos de projeto buscam aproximar potenciais soluções de projeto das metas e restrições estabelecidas para o futuro edifício. Citam alguns métodos, como: método de tentativa e erro; método de satisfação de restrições; método baseado em regras e método baseado em precedentes.

Para Pereira (2010), atualmente, não há uma crença numa capacidade irrestrita e infalível do uso de métodos de projeto, mesmo porque se pode dizer que há quase tantas metodologias quanto arquitetos atuantes, visto

que cada um utiliza-se dos diversos conhecimentos adquiridos durante sua formação, mesclados com sua experiência prática.

*“Não obstante, isso não reduz a validade do uso de um método de projeto que permita abordar a complexidade cada vez maior da projeção de edificações num novo paradigma de sustentabilidade e melhoria de desempenho. Ou mesmo, de diversas ferramentas utilizadas em conjunto, com vistas a atingir o objetivo de um projeto mais qualificado” (PEREIRA, 2010).*

A complexidade do projeto e a exigência da qualidade ambiental das construções de grande porte têm aumentado nos últimos anos, prova disso é a crescente criação de normas, sistemas de gestão e certificações para determinação do desempenho dos edifícios (PEREIRA, 2010).

Assim, o trabalho do arquiteto passa a ser bem mais exigente, com necessidade de aprimoramento e adoção de procedimentos e sistemáticas facilitadoras para o projeto, com um olhar especializado em diversas áreas, mantendo a gerência global do processo.

Kowaltowski et al. (2006) apontam cinco razões principais para o fato: avanço rápido da tecnologia; mudança de percepção e de demanda dos proprietários de edificações; aumento da importância do prédio como facilitador da produtividade; aumento da troca de informações e do

controle humano; e a necessidade de criação de ambientes sustentáveis, com eficiência energética.

Quando as preocupações com o meio ambiente natural (sustentabilidade e eficiência energética) e a qualidade dos espaços interiores (saúde e satisfação dos usuários) passaram a ser tema constante das discussões contemporâneas, a iluminação natural como estratégia de projeto ressurgiu com grande força. Novas técnicas de análise científica tornaram-se disponíveis, o que permite uma evolução rápida tanto nas pesquisas quanto nos métodos de projeto (BAKER *et al.*, 1993).

Vários estudos apontam que o maior gasto para a operação de um edifício é proveniente do consumo de energia e de água potável (LAMBERTS, DUTRA & PEREIRA, 2014). Segundo Ceotto, 80% do custo e impacto na utilização de energia e água de uma edificação são provenientes do uso e operação, ou seja, após a entrega do produto para o usuário. E de 80 a 100% desses impactos são definidos durante a etapa de projeto.

Esta tem sido uma justificativa recorrente para a utilização da iluminação natural na redução de consumo de energia, e consequente foco de pesquisas acadêmicas.

Na busca pela inserção de sustentabilidade no projeto, na década de 90, surgiu o Processo de Projeto Integrado ou *Integrated Design Process* - IDP, como é mais conhecido globalmente, como uma iniciativa do *Natural*

*Resources Canadá* – NRCan, por meio do projeto C-2000. Este consistia em um programa de demonstração aplicado a edifícios de alto desempenho, que buscava reduzir gastos energéticos, liberações de emissões e consumo de recursos, entre outros (PEREIRA, 2010).

Desde seu surgimento, inúmeros trabalhos já foram elaborados acerca do IDP, várias contribuições têm sido desenvolvidas e o número de usuários tem crescido exponencialmente. Dentre as diversas características e vantagens apontadas pelo IDP, destaca-se: orientação de metas; estruturação para lidar com os itens e decisões na ordem correta, processo de decisão claro; inclusivo; colaborativo, pensamento holístico ou sistêmico; iterativo e com auxílio de diretrizes de especialistas, para casos e momentos específicos e focados (PEREIRA, 2010).

Ressalte-se que a vantagem do método IDP não está necessariamente em seu caráter inovador, mas sim em utilizar ferramentas de eficácia comprovada, com um objetivo específico: a abordagem holística do projeto, com diminuição de incertezas (PEREIRA, 2010).

MARQUES & SALGADO (2008) também defendem o uso de um processo integrado e atentam para a necessidade de se desenvolver um novo processo de projeto que demande que todo produto, processo e procedimento sejam questionados e revisados através de uma nova perspectiva, que inclua os impactos ao ambiente e ao bem-estar humano.

Dessa forma, pode-se ter uma melhoria substancial, do ponto de vista ambiental, e pode-se obter também um ambiente mais agradável e produtivo para seus usuários combinado a uma maior economia na fase de uso e operação.

Com esta mesma abordagem, Dehoff (2010a) ressalta que é necessário um balanço entre as questões de eficiência energética e aspectos ergonômicos da iluminação, em especial relacionado aos aspectos da qualidade da iluminação e satisfação (desempenho visual, vista, conforto visual, vitalidade e autonomia). A Figura 32 demonstra uma estratégia para integração da eficiência energética e aproveitamento da iluminação natural:



**Figura 28:** Estratégia de integração da Luz Natural e Artificial, segundo RTQ-C. (Fonte: Elaborada pela Autora. Ilustração: João Felix).

O grande desafio da arquitetura tem sido a introdução sistemática de conhecimento de fatores comportamentais no processo criativo, por meio do estabelecimento de “regras com profundo conteúdo humanista e científico”. A satisfação do usuário tem papel fundamental na geração de diretrizes para o projeto, pois identifica problemas que apenas na vida diária pode-se perceber. É possível criar parâmetros para suporte do projeto mais exatos, o que diminui a probabilidade de novos erros (KOWALTOWSKI *et al.*, 2006).

*“Admitindo-se a falta de conhecimento total do problema a ser resolvido pelo projetista, as metodologias de projeto com participação do usuário (ou baseadas em suas opiniões) são vistas como uma maneira de reduzir os erros de trajetória do processo”* (KOWALTOWSKI *et al.*, 2006).

Mas infelizmente, PEREIRA *et al.* (2005) detectaram que em relação à satisfação pós-ocupação, a preocupação dos projetistas com o significado da edificação para o cliente mostra-se de forma decrescente ao longo das etapas de projeto. Os impactos sobre o usuário e o ambiente interno são mais considerados a partir do anteprojeto, embora o significado da edificação seja definido ainda na fase de elaboração do partido geral.

Para Duarte (2010) a arquitetura muito se beneficia de determinadas ferramentas do campo das ciências humanas ao receber e possibilitar a

instrumentação de metodologias mais “*direcionadas ao apelo social e humanista através do valor da interação – contexto – o que diferencia os resultados puramente morfológicos obtidos com determinadas ferramentas usualmente utilizadas em arquitetura.*”

*“A abordagem perceptiva e cognitiva na avaliação da qualidade de projetos urbanos e de edificações, ao considerar o usuário de tais projetos, assume que a qualidade deles está diretamente ligada às atitudes e aos comportamentos de seus usuários, como consequência das experiências espaciais possibilitadas pelos projetos. Considerando que projeto diz sobre a organização espacial para a realização das atividades previstas, não se pode falar em qualidade de projeto ou de projeto qualificado sem saber se as atividades previstas são realizadas de maneira satisfatória” (REIS & LAY, 2006).*

Neste sentido, na temática desta tese, tornar-se fundamental entender como diretrizes específicas da qualidade da iluminação devem e podem ser incorporadas no projeto. Em especial, como ferramenta para auxílio às decisões dos projetistas na redução de incertezas, combinando avaliações técnicas pertinentes e a opinião do usuário.

Como visto, tanto a disponibilidade de luz natural, quanto à qualidade da vista pela janela, são restrições externas ao projeto, condicionantes

específicas do lugar, mas que podem trazer grandes impactos (positivos ou negativos) à solução proposta.

É importante que o arquiteto tenha ferramentas específicas para auxiliá-lo, independentemente de seu método próprio de projetar. Mensurar esses possíveis impactos, de forma prática e objetiva, ainda na fase inicial de projeto é importante para evitar retrabalhos e dependência da avaliação de especialistas ou métodos mais complexos, nem sempre utilizados.

Assim, parte-se para a discussão do fortalecimento da inserção de parâmetros da iluminação natural e da qualidade da vista externa no projeto arquitetônico, uma vez que são aspectos influenciados pelas decisões do projetista quanto às características da janela (dimensão, forma, posição, orientação e proteção solar).

## 2.2 A Iluminação Natural no Projeto Arquitetônico

*“Arquitetura que entra numa simbiose com a luz e não meramente cria forma na luz, no dia e noite, permite que a luz se torne forma.”*

Arquiteto Richard Meier

Para Baker *et al.* (1993), a abordagem tradicional para o projeto com iluminação natural, assim como outros elementos da arquitetura, vem sendo mais praticada com bases na experiência consolidada do próprio arquiteto. Afirma que provavelmente até o século passado os arquitetos ainda não identificavam a iluminação natural como um tópico específico ou que poderia ser avaliado independente da própria linguagem do projeto. O desenho da janela estava relacionado ao estilo arquitetônico, uma vez que é um elemento dominante na aparência visual do edifício.

*“A janela parece ser o elemento privilegiado que incorpora na sua natureza a totalidade dos problemas da arquitetura. Ou seja, o recorte temático, aparentemente singelo, assume metonimicamente a proporção problemática do todo: o objeto arquitetônico”* (JORGE, 1995).

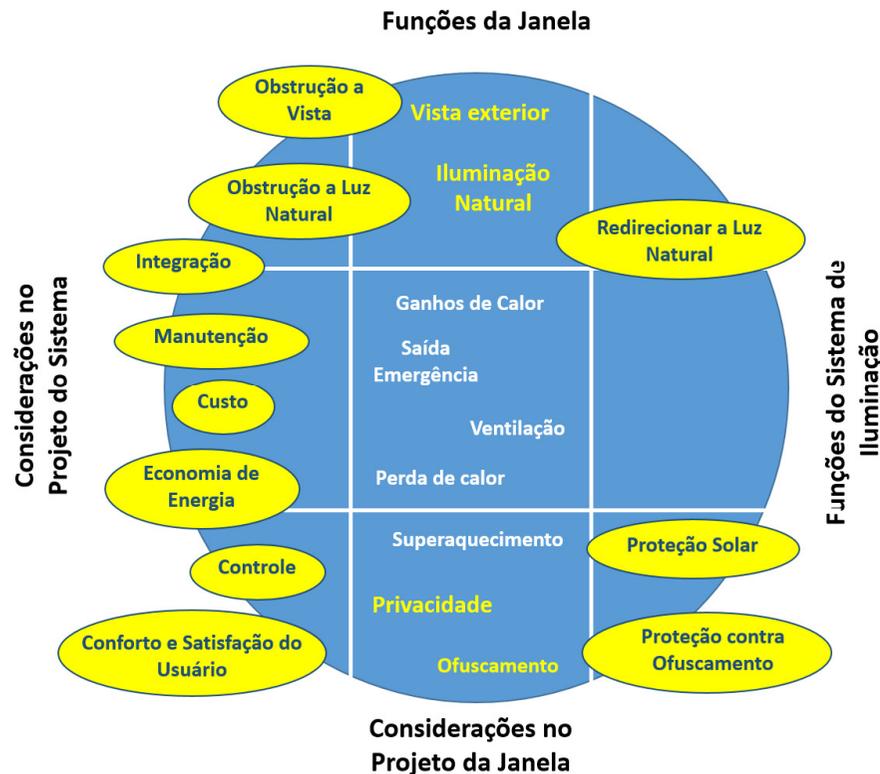
No início do século XX, apesar da existência da iluminação artificial, a luz natural ainda era considerada a principal fonte de iluminação em edifícios, com o uso de iluminação artificial somente à noite. Os projetos ainda adotavam plantas baixas com pouca profundidade e formas adequadas às

condições de iluminação natural. Esta postura fortaleceu a necessidade de desenvolvimento de mecanismos que auxiliassem o projeto com iluminação natural, conseqüentemente a criação de métodos de predição: matemáticos, geométricos, gráficos, diagramas, maquetes, etc. (BAKER *et al.*, 1993).

Para Lang (1974), na prática projetual, algumas atividades podem ser realizadas através da intuição, algumas de forma consciente e outras a partir de padrões ou normas. E no processo de projeto, os momentos de avaliação têm sido feitos, de um modo geral, através de métodos que englobam: listas de verificação (*checklists*); seleção de padrões e parâmetros; classificação e atribuição de pesos; especificações escritas; índices de confiabilidade e listas de verificação.

Para os requisitos de iluminação natural, surgiram diversos métodos, com foco principalmente na determinação da luz disponível internamente, sua distribuição, a influência das obstruções e das reflexões.

O arquiteto deve estar ciente de todas as implicações em suas escolhas, e no caso particular da janela, a IEA (1999) apresenta as principais considerações que devem ser feitas, relacionando aspectos funcionais e projetuais, conforme apresentado pela Figura 33.



**Figura 29:** Funções e Considerações para o Projeto de Janela e Sistemas de Iluminação Natural (Fonte: IEA SHC TASK 21; 1999)

A própria janela evoluiu, adaptando sua funcionalidade, assim como incorporando as oportunidades tecnológicas e sendo influenciada por aspectos culturais, enriquecendo a trajetória da própria arquitetura. Mas, após a criação da lâmpada fluorescente, a iluminação natural foi relativamente abandonada, enquanto a definição dos aspectos

quantitativos da luz artificial passou a ser quase uma obsessão das pesquisas, em especial na definição das iluminâncias (BAKER *et al.*, 1993; BOYCE, 2003; AMORIM *et al.*, 2011).

Para Baker *et al.* (1993) o processo de projeto arquitetônico tradicional apresenta uma série de incertezas e fases conduzidas quase que somente pela intuição e experiência de um projetista. “Há uma ênfase ao desenho de uma só pessoa, geralmente o titular do escritório”. O esboço inicial do projeto é normalmente elaborado num período muito curto, e isto gera quase sempre uma falta de oportunidade para que especialistas ou o uso de ferramentas possam contribuir nas fases iniciais do processo projetual.

Para Alucci (2006)

*“não existe ganho algum em engessar as decisões de projeto ou prescrever “modelos” que procurem garantir qualidade do espaço construído. Por outro lado, a prática arquitetônica tem mostrado, que mesmo o conhecimento robusto da teoria do conforto ambiental por parte do arquiteto, não implica necessariamente na produção da ‘boa arquitetura’.”*

Aspectos mais específicos da luz natural deveriam ser examinados ainda na fase inicial de projeto, como questões relativas à implantação, forma e orientação da edificação, e caracterização das aberturas, pois condicionam inteiramente a quantidade e qualidade da luz natural no ambiente interior.

Mas a prática demonstra que estes aspectos geralmente têm sido decididos em função de outros fatores (PEREIRA *et al.*, 2005; CUNHA, 2006; DUTRA & YANNAS, 2006; AMORIM, 2007a e 2007b).

Pereira *et al.* (2005) buscaram identificar as barreiras para a consideração da iluminação natural no projeto, e sua relação com as fases diversas fases: partido geral, anteprojeto e detalhamento. Para tal foram analisadas as respostas de questionários aplicados junto a profissionais, professores e alunos de arquitetura. Pôde-se concluir que a principal barreira é a compreensão do fenômeno da luz natural no ambiente construído e dos aspectos a ele relacionados. Para tal, foram considerados os seguintes aspectos:

- Importância atribuída aos métodos e decisões de projeto;
- Importância da luz natural como condicionante do projeto;
- Tipos e fontes de informações climáticas mais buscadas como orientação;
- Importância das ferramentas de apoio ao projeto;
- Importância de diversas estratégias projetuais.

Nas fases iniciais do projeto arquitetônico, o aspecto mais valorizado por todos os entrevistados (alunos, professores e profissionais) foi o domínio da ideia central, ou seja, a existência de um princípio organizador como elemento fundamental para a condução do processo projetual. Outro aspecto relevante diagnosticado, foi a importância que se dá à busca de um referencial pictórico e da consulta à literatura (PEREIRA *et al.*, 2005).

A pesquisa também detectou que na prática, as variáveis de projeto relacionadas com a luz natural (geometria, características, dimensões e localização das aberturas) ganham maior ênfase no anteprojeto e detalhamento. A Figura 34 apresenta as principais variáveis da janela:

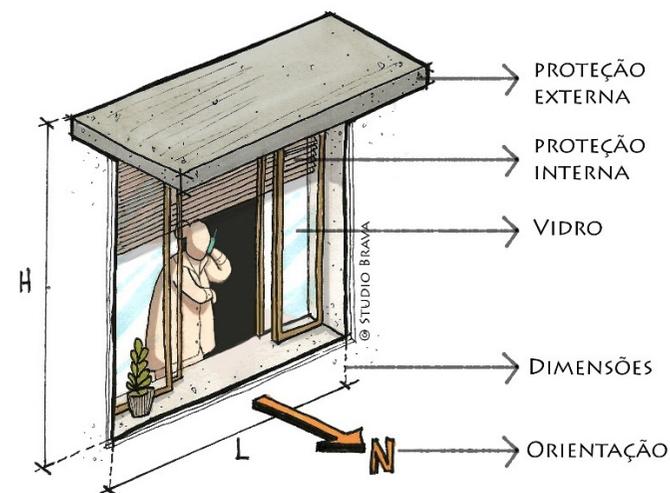


Figura 30: Variáveis da Janela. (Fonte: Elaborada pela Autora. Ilustração: João Felix)

Para Baker *et al.* (1993) as duas formas mais eficazes de contribuir para a melhoria da abordagem da iluminação nos projetos arquitetônicos são: primeiramente evidenciar as possibilidades existentes por meio de estudos de caso exemplares, fornecendo informações e análises descrevendo os aspectos relevantes, e por fim, disponibilizar aos projetistas instrumentos para auxílio no projeto ou análise de projetos.

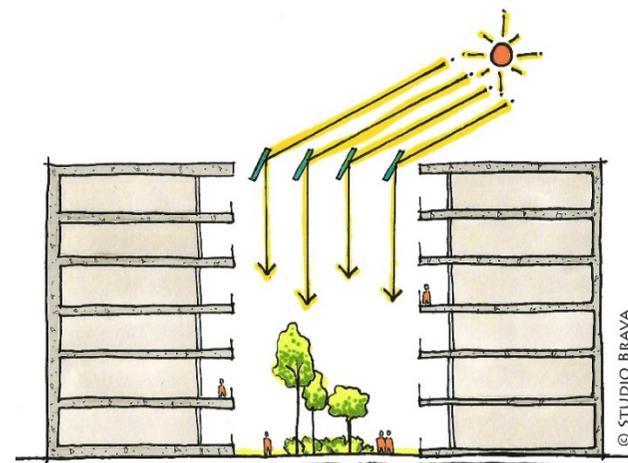
Em sua pesquisa para o desenvolvimento do Diagrama Morfológico, baseado em Baker & Steemers (1998), Amorim (2007a e 2007b) ressalta que alguns autores têm realizado trabalhos buscando reunir repertório de arquitetura exemplar no uso da iluminação natural e da adequação ao contexto climático (LAM, 1986; TORRICELLI *et al.*, 1996; BAKER & STEEMERS, 1998, FONTONUYONT,1998), ou sistematizando o processo de organização deste repertório projetual (BAKER *et al.*, 1993; ROGORA, 1998; OLIVEIRA, 1998).

Em relação aos aspectos de conforto ambiental, Kowaltowski *et al.* (1998) ressaltam que,

*“no processo do projeto arquitetônico, a visualização de aspectos de conforto ambiental é tida como importante instrumento para uma clara transferência de conhecimento das áreas da física, engenharia e psicologia. Vislumbra-se, na área das pesquisas em conforto ambiental, a plena visualização dos conceitos e das sensações dos aspectos de conforto térmico, acústico, lumínico e funcional-ergonômico.”*

Para que a conexão dos indicadores de conforto, oriundos da pesquisa científica, ocorra de fato no projeto, é fundamental visualizar os fenômenos atuantes por meio de imagens estimulantes ao processo criativo, conforme

exemplificado pela Figura 35. Assim, cada aspecto do conforto necessita de tradução específica dos conceitos e indicadores em imagens gráficas adequadas ao processo projetual (KOWALTOWSKI *et al.*, 2006).



**Figura 31:** Exemplo de Imagem ilustrativa de comportamento da luz natural no projeto.  
(Fonte: Elaborada pela Autora. Ilustração: João Felix)

O uso de simulações computacionais e imagens tridimensionais contribuem para facilitar a manipulação de dados científicos, assim como possibilitar resultados gráficos mais amigáveis, como a visualização mais realista das variáveis de projeto. É uma forma de aproximar conceitos técnicos da linguagem gráfica do projetista (IBRAHIM *et al.*, 2011).

As simulações computacionais podem ajudar a estabelecer índices de ofuscamento e distribuição de luminosidade, até certo ponto, mas que

normalmente continuam a ser bastante abstratos para os projetistas (alunos e profissionais) (MADSEN & OSTERHAUS, 2006).

Enquanto as representações gráficas de alguns fenômenos do conforto ambiental, como o calor, movimento de ar e ruído, são complexas, e muitas vezes equivocadas, a luz, enquanto elemento percebido visualmente no espaço, pode ser mais facilmente representada e entendida graficamente pelo arquiteto (KOWALTOWSKI *et al.*, 2006).

*“O processo de projeto também é um processo de aprendizagem, onde o projetista estuda o objeto e seus condicionantes, necessitando do suporte de vários tipos, como sistemas de informação (referências, códigos, manuais, entre outros), desenhos, modelos, cálculos, simulações e discussões (opiniões de cliente, usuário, colaboradores, entre outros). A qualidade desse sistema de suporte reflete diretamente no processo de projeto e (espera-se) na qualidade do produto (projeto)” (KOWALTOWSKI *et al.*, 2006).*

Cabus & Pereira (1997), por exemplo, buscaram apresentar um método de avaliação da distribuição de iluminâncias em ambientes com zenitais, utilizando uma interface visual. O método baseou-se na utilização de mapas com curvas isolux delimitando 3 regiões: com iluminância excessiva, com iluminância suficiente, com iluminância insuficiente. Para os autores “foi

*utilizado uma interface visual, onde a simples observação é suficiente para obtenção de conclusões acerca do desempenho luminoso do ambiente.”*

Para Dutra (2006), os diagramas provaram ser ferramentas úteis na análise de projeto bioclimáticos, pois permitem identificar como diretrizes bioclimáticas podem ser identificadas e podem ser tratadas no processo de projeto.

Em geral, é o resultado de um procedimento analítico que permite captar, para além da mera aparência, uma estrutura que é parte da essência da realidade. Ou seja, esse recurso gráfico é, na maior parte das vezes, entendido como uma espécie de ‘sistema redutor’ que comprime e torna legível certa quantidade de informações (BARKI, 2009).

*“Diagrama é um recurso gráfico de longa história; no entanto, ganhou um papel relevante na arquitetura moderna com Le Corbusier e os pioneiros do De Stijl, do Vkhutemas e da BAUHAUS. Hoje arquitetos como Stan Allen, Rem Koolhaas, Ben van Berkel e Petr Eisenman demonstram seu uso continuado e eficaz” (BARKI, 2009).*

Par Barki (2009), *Diagrama* é uma forma de discurso visual que integra imagem, texto e números. Acrescenta que com os novos desafios de uma sociedade cada vez mais complexa e cuja “agenda retoma algumas das ideias visionárias da arquitetura moderna acerca da ecologia e da técnica,

*principalmente aquelas que se confundem com questões hoje abrigadas por uma terminologia genérica dita sustentável”, o diagrama é uma ferramenta que se mostra mais do que adequada.*

Ikeda (2012) levanta a questão que no processo do projeto arquitetônico, para inserção dos aspectos bioclimáticos, é fundamental, além de identificar as informações que devem ser tratadas, proporcionar orientações para acertos projetuais e minimização de erros.

Em sua busca por métodos de análise e projeto com foco em conforto ambiental e/ou iluminação natural, ficou claro para Ikeda (2012) que existem poucos métodos com esse enfoque. Além disso, ela percebeu que poucos objetivam orientar e contribuir no processo de projeto ainda em sua fase inicial ou ainda para analisar um projeto existente.

Atanasio *et al.* (2007) afirmam que apesar do avanço em pesquisas e aparatos tecnológicos surgidos nas últimas décadas, nota-se que existem barreiras que dificultam a aplicação desse avanço no projeto arquitetônico de modo satisfatório. Estudos recentes têm apontado como uma das principais barreiras à falta de adequada compreensão do fenômeno da luz. *“Esse fato gera um quadro inverso de valores, pois antigamente possuíamos menos tecnologia e os projetistas tomavam mais partido arquitetônico da luz natural.”*

Atualmente a simulação computacional é um dos principais métodos de avaliação da iluminação natural. Hobbs (2003) investigou a simulação como ferramenta prática na concepção do projeto, e acredita que o seu uso na fase inicial do projeto facilitou a compreensão do problema de projeto e melhoria dos resultados.

Mas são necessárias outras ferramentas para o processo de projeto, que complementem a simulação computacional. Hobbs (2003) afirma que o uso de diretrizes baseadas na avaliação de edifícios durante seu uso, com aspectos relacionados à satisfação do cliente e do usuário, pode reduzir a repetição de erros anteriores.

Para Madsen & Osterhaus (2006) a inserção da qualidade da iluminação natural no projeto é complexa e não pode ser avaliado apenas por meio de equações ou regras simples. Por isso, muitas vezes as soluções propostas para o projeto são limitadas a estabelecer e verificar os níveis e distribuição da iluminação.

Os especialistas concordam que satisfazer requisitos de iluminância é importante - mas é apenas uma pequena parte da história. Muitos outros aspectos contribuem para a qualidade da iluminação. Percebe-se que os métodos mais comuns são bastante fáceis de usar, justamente por focarem nessa pequena parte da história. Equilibrar os muitos aspectos da qualidade da iluminação natural, e em diversas vezes, contraditórios aos

aspectos de eficiência, é uma tarefa complexa (MADSEN & OSTERHAUS, 2006).

*“Talvez o futuro veja uma integração mais sofisticada das questões energéticas e não energéticas no projeto de iluminação. Embora tenha sido uma medida conveniente e inicial para estudo da relação da iluminação artificial e o gasto de energia, o "lux" é apenas um indicador aproximado. O que é necessário são métodos quantitativos (e ferramentas de visualização) que possam identificar soluções de projeto com redução do consumo de energia, maximizando a qualidade da iluminação”* (MILLS & BORG, 1999).

Os níveis de luminâncias recomendados são questionados pelo fato de que a maioria das pessoas toleraram índices maiores que os recomendados se existirem condições que apresentam iluminação natural com vista exterior (OSTERHAUS, 2002; MADSEN & OSTERHAUS, 2006).

Parece não haver quase nenhuma dúvida quanto à importância e desejo de vista exterior pelas janelas. E seguindo este raciocínio, Madsen & Osterhaus (2006) questionam:

- Mas quanto de vista e quais as condições desta vista, para que as pessoas diminuam a percepção do ofuscamento?
- Como a qualidade da vista afeta as relações de luminâncias aceitáveis?

Para os autores, a tendência é que as questões da relação de luminâncias e o projeto de iluminação em geral se tornem mais presentes nas discussões técnicas e na tentativa de rebatimento no projeto. Os estudos interdisciplinares estão levando a uma melhor compreensão da qualidade da iluminação e esses resultados podem vir a ser traduzidos em critérios de projeto de iluminação e ferramentas mais adequadas.

### **2.2.1 Ferramentas para auxílio da inserção da iluminação natural no projeto arquitetônico**

Acredita-se que o uso de métodos de suporte à fase de concepção do projeto possa resultar em um processo mais eficiente e com resultados de maior qualidade. Barros (2008) aponta a importância de pesquisas que contribuam para a maneira como o arquiteto recebe as informações necessárias ao projeto, as organiza e sintetiza de modo a evidenciar as relações e implicações que os diversos tipos de informação têm entre si e as devolve na forma de projeto.

*“A busca criativa pela solução de problemas neste processo requer os pensamentos divergente e convergente em equilíbrio. A criatividade projetual pode ser cultivada e uma variedade de ferramentas são bem-vindas como suporte a um processo em*

que regras por si só não conseguem resolver a totalidade dos problemas. Dentro deste contexto, visualiza-se a pertinência de contribuição para a fase da concepção projetual a fim de integrar conhecimento qualitativo e sua sistematização criativa na solução de problemas” (BARROS, 2008).

Assim, foi feita uma seleção de métodos de suporte ao projeto arquitetônico, na fase inicial, escolhidos como base para a tese, em função de seu foco na iluminação natural, com abordagem pictórica ou visual. Entretanto, os métodos selecionados deveriam apresentar informações e parâmetros técnicos, mas continuando a permitir liberdade de projeto para o arquiteto.

#### A. Diagrama Morfológico

O Diagrama pode ser um instrumento efetivo para a criação de um repertório de soluções adequadas de projeto e para a sensibilização na leitura de projetos com especial atenção ao uso da luz natural e aos aspectos ambientais relacionados a conforto ambiental e eficiência energética (AMORIM, 2007a e 2007b).

Baseado no *Morphological Box* de Baker *et al.* (1993), o Diagrama Morfológico (Amorim, 2007a e 2007b), é dividido em três Níveis (Espaço Urbano, Edifício e Ambiente Interno), que são considerados suficientes

para se caracterizar o edifício e suas relações com o entorno. Cada nível apresenta diversos parâmetros, cada um deles podendo ser representado por algumas variáveis, conforme Figura 36.

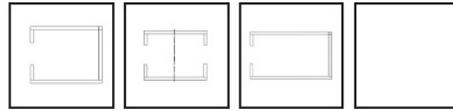
NÍVEL	PARÂMETROS	VARIÁVEIS
I Espaço urbano	A Desenho Urbano B Refletância fachadas C Especularidade fachadas D Ângulo máximo do sol na base do edifício	A1, A2, A3, A4, A5, A6, A7, A8, A9 B1, B2, B3, B4 C1, C2, C3, C4 D1, D2, D3, D4
II Edifício	E Forma e Planta Baixa F Taxa de aberturas G Distribuição de aberturas H Proteções solares nas fachadas I Aberturas Zenitais J Mecanismos de ventilação natural	E1, E2, E3, E4, E5, E6 F1, F2, F3, F4 G1, G2, G3, G4 H1, H2, H3, H4, H5, H6 I1, I2, I3, I4, I5, I6 J1, J2, J3, J4
III Ambiente	K Planta Baixa L Posição do coletor de luz M Área do coletor de luz N Forma do coletor de luz O Controle da entrada de luz P Controle da ventilação natural Q Controle e integração da iluminação artificial	K1, K2, K3, K4 L1, L2, L3, L4, L5, L6 M1, M2, M3, M4, M5, M6 N1, N2, N3, N4, N5, N6 O1, O2, O3, O4, O5, O6 P1, P2, P3, P4, P5, P6 Q1, Q2, Q3, Q4, Q5, Q6

Figura 32: Níveis, Parâmetros e Variáveis do Diagrama Morfológico (Amorim, 2007a)

O “ambiente” ou “espaço” (externo ou interno) é visto como um conjunto de planos formando o piso, as paredes com aberturas, o teto, etc. A combinação de vários planos produz muitos “ambientes” diferentes; os planos que compõem este ambiente são os “PARÂMETROS” do DIAGRAMA MORFOLÓGICO, e as várias possibilidades de configuração de pisos, paredes, janelas são suas “VARIÁVEIS”, representadas por ícones gráficos (AMORIM, 2007a).

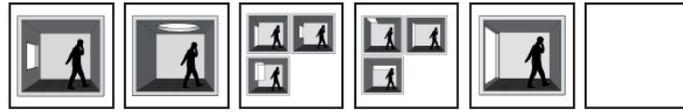
No Nível III, apresentado na Figura 37, as variáveis do ambiente interno são: planta baixa, tipo de coletor de luz, dimensão do coletor de luz, posição do coletor de luz e controle da entrada de luz.

### L - Planta Baixa



L1 Unilateral L2 Bilateral L3 Ambiente profundo L4 Outros

### M - Posição do Coletor de Luz



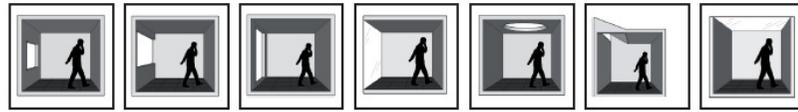
M1 Centro do plano lateral M2 Centro do plano zenital M3 Entre planos M4 Ao longo do canto entre planos M5 Parede Aberta M6 Outros

### N - Dimensão do Coletor de Luz



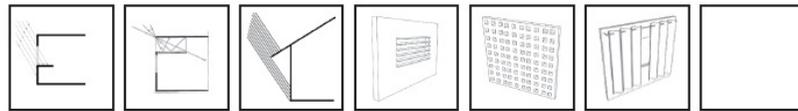
N1 Abertura lateral até 15% N2 Abertura lateral de 15% até 30% N3 Abertura lateral acima de 30% N4 Abertura zenital até 15% N5 Abertura zenital de 15% a 30% N6 Abertura zenital acima de 30%

### O - Posição do Coletor de Luz



O1 Janela intermediária O2 Janela horizontal O3 Janela vertical O4 Cortina de vidro O5 Abertura zenital horizontal O6 Abertura zenital vertical O7 Teto envidraçado

### P - Controle da Entrada de Luz



P1 Peitoris P2 Prateleiras de luz P3 Beirais ou toldos P4 Brises P5 Cobogós P6 Cortina, película ou vidro P7 Outros

Figura 33: Parâmetros e Variáveis do Nível III- Ambiente Interno (Amorim, 2007a)

Ibrahim *et al.* (2011), também baseados no diagrama de Baker *et al.* (1993), propôs uma abordagem dos parâmetros da iluminação natural no projeto, usando a simulação de situações típicas para aperfeiçoar a inserção no projeto arquitetônico. Estabeleceu dois níveis (interno, ver Figuras 38 e 39, e externo, ver Figuras 40 e 41) para organização dos parâmetros, e suas possíveis associações em situações típicas.

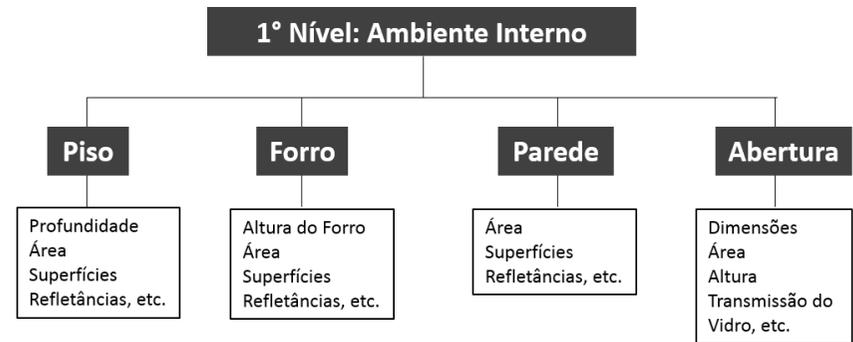


Figura 34: Variáveis do Nível Interno

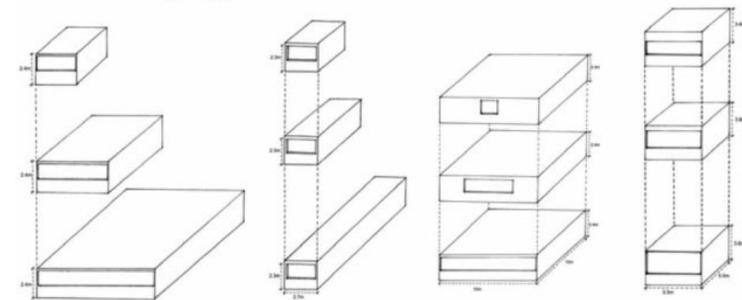


Figura 35: Exemplo de Alterações em Variáveis do Nível Interno

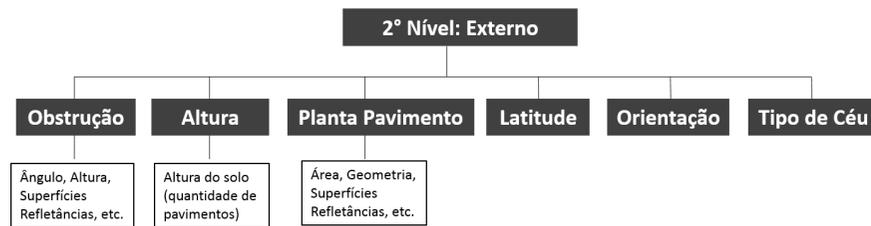


Figura 36: Variáveis do Nível Externo

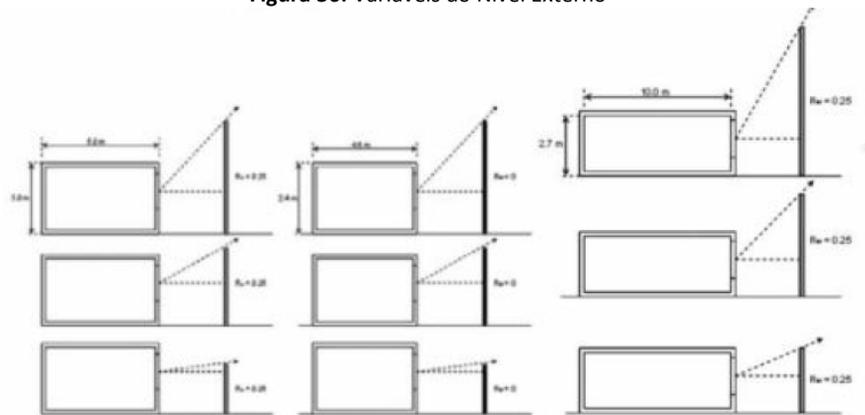


Figura 37: Exemplo de Alterações em Variáveis do Nível Interno

Ibrahim *et al.* (2011) citam as pesquisas de Diepens, Bakker & Zonneveldt (2000) e de Hastings & Wall (2007) como exemplos de avaliações da iluminação natural, por meio de simulações, em diferentes tipos de aberturas laterais, em situações típicas de escritório, apresentadas na Figura 42.

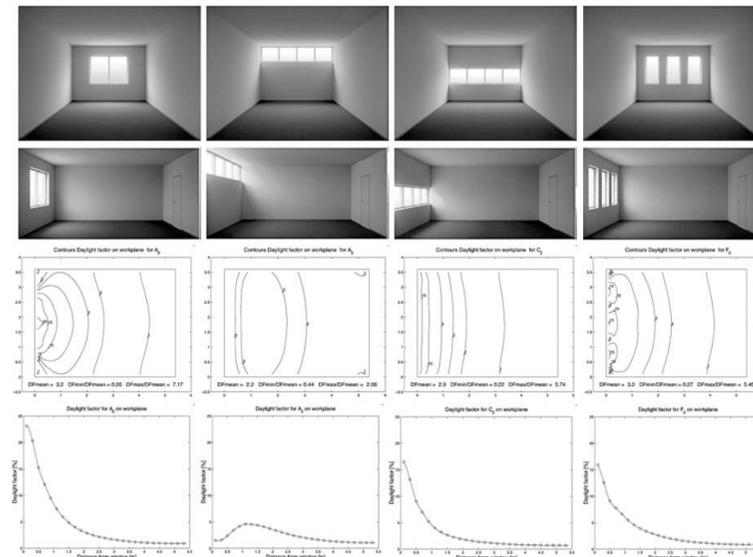


Figura 38: Análise do desempenho da iluminação em situações típicas de ambientes de escritório. (Fonte: Diepens, Bakker & Zonneveldt, 2000)

A ideia dos autores é criar um diagrama que além das informações gráficas para classificação, já forneçam também diagnósticos preliminares como diretrizes de projeto, baseados em simulação computacional.

### B. Linguagem de Padrões / Daylighting Pattern Guide

Várias pesquisas defendem que a inclusão de conhecimento sistematizado no processo de projeto pode contribuir, sem prejuízo à criatividade. Diversos problemas técnicos podem ser organizados em soluções padrões ou diretrizes, que auxiliam o projetista nas diversas fases de projetos.

A *Pattern Language* de Alexander (1977) é formada por uma série de informação chamadas de padrões, que contém informações e diretrizes para solucionar um problema específico de projeto. “Cada padrão é uma regra de três partes, que expressa uma relação entre certo contexto, um problema e uma solução”.

Um padrão deve ser geral o suficiente para poder ser aplicado a uma gama de situações em um particular contexto e o específico suficiente para orientar o projetista nas suas decisões. O padrão é uma solução que pode ser reutilizada de forma mais prática, sem a necessidade de estudos teóricos ou avaliações complexas (ALEXANDER, 1977).

Alexander descreve que o problema a ser resolvido será definido como o surgimento de "forças conflitantes" que se manifestam em situações particulares (exemplo, ambiente precisa ser iluminado, mas não superaquecido no verão) e depois apresenta uma solução e a justificativa para tal solução.

Barros (2008) apresenta como os padrões podem ser estruturados. SE existe uma determina situação recorrente e já diagnosticada, ENTÃO o projetista poderá utilizar uma diretriz já testada, sendo apresentado também um CROQUI ilustrativo. A seguir, na Figura 43, são apresentados exemplos de padrões relacionados à iluminação natural:

Parâmetro	Se	Então	Croqui
POSIÇÃO E LUZ (128-indoor sunlight)	Se os ambientes apropriados estão na face Norte (no hemisfério Sul) a UH é ensolarada e convidativa.	Posicione os ambientes mais importantes ao longo da face Norte, e espalhe a UH no eixo Leste-Oeste: exposição Norte para áreas comuns; Nordeste para quartos; Noroeste para varanda.	
VISTAS (192-windows overlooking life)	Ambientes sem vista exterior são prisões para aqueles que os habitam.	Em cada ambiente, distribua janelas de modo que sua área total esteja conforme ao indicado para sua região, posicionando-as para obtenção das melhores vistas possíveis: atividade da rua, tranquilidade do jardim, algo diferente da cena interior.	
N4-GRADIENTE DAS ABERTURAS	A facilidade de acesso e controle de gradiente de iluminação, ventilação e privacidade pelo usuário contribui para o senso de proteção característico do lar.	Projetar fechamentos para aberturas que sejam de fácil controle pelo usuário e que possibilitem gradação, tais como venezianas sanfonadas ou brises articulados. Luz filtrada permite nuances de luz e sombra, impedindo ofuscamento.	
ALAS PARA LUZ NATURAL (107-wings of light)	Projetos não podem desconsiderar iluminação natural como maior fonte de iluminação.	Subdividir edifício em alas correspondentes aos grupos sociais mais importantes, fazendo cada ala o mais longa e estreita possível: não mais que 7,6m de largura. Perímetro maior aumenta muito pouco o custo total da construção.	
AMBIENTES ILUMINADOS EM DUAS FACES (159-light on two sides)	Pessoas preferem permanecer em ambientes iluminados naturalmente por 2 lados.	Posicione cada cômodo de modo a que pelo menos 2 faces façam divisa com espaço exterior, e abra janelas nestas faces, para que a luz natural entre no cômodo em mais de 1 direção, evitando ofuscamento.	
ILUMINAÇÃO FILTRADA (238-filtered light)	Luz filtrada através de vegetação, cortinas vazadas, etc., é maravilhosa.	Crie rica tapeçaria de luz e sombra para quebrar a luz e suavizá-la.	

**Figura 39:** Exemplos de diretrizes para iluminação natural, favorecendo a qualidade sensorial. Fonte: BARROS (2008) baseada em ALEXANDER (1977)

O objetivo dos padrões não é estabelecer regras fixas, mas sugestões e diretrizes para o projeto.

De forma específica, o *Advanced Buildings*, do *New Buildings Institute*, em parceria com a Universidade de Idaho e Universidade de Washington, desenvolveu o **Daylighting Pattern Guide**.<sup>6</sup> Trata-se de uma ferramenta disponível gratuitamente para o desenho de estratégias de iluminação natural comprovadas em uma variedade de tipos de construção. Estabeleceram 19 padrões, com situações típicas relacionadas ao comportamento da iluminação natural.

Existem padrões que apresentam situações mais comuns de edifícios, como relacionados à Geometria da planta do edifício (Figuras 44), Área da Janela (Figuras 45), Profundidade do Ambiente (Figuras 46), Divisórias das Estações de Trabalho (Figura 47) e Persianas e Cortinas (Figura 48).

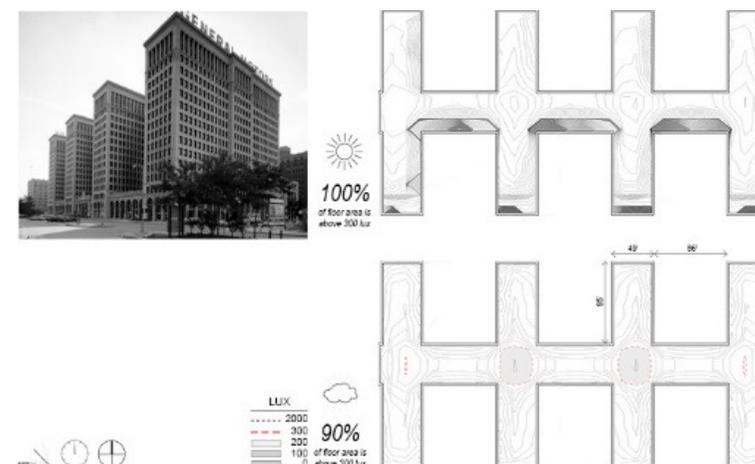


Figura 40: Padrão 1, Geometria da planta do edifício.

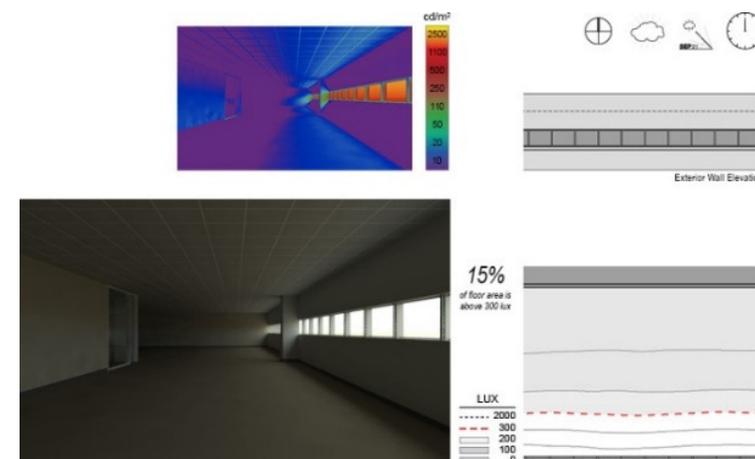


Figura 41: Padrão 2, Área de Janela

<sup>6</sup> Disponível online no site : [www.http://patternguide.advancedbuildings.net/](http://patternguide.advancedbuildings.net/), acesso em 18/09/2014.

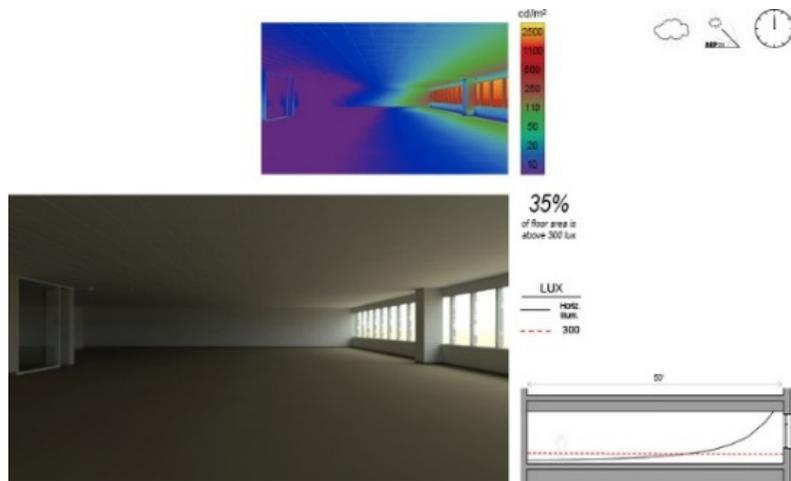


Figura 42: Padrão 3, Profundidade do Ambiente



Figura 43: Padrão 4, Divisórias das Estações de Trabalho

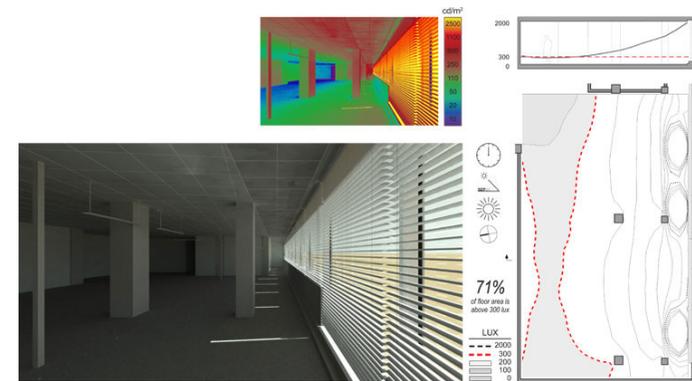


Figura 44: Padrão 8, Persianas e Cortinas

Já outros padrões, como da Figura 49, apresentam situações para tipologias específicas (escritórios, salas de aula, ginásios, edifícios pequeno e com átrios).

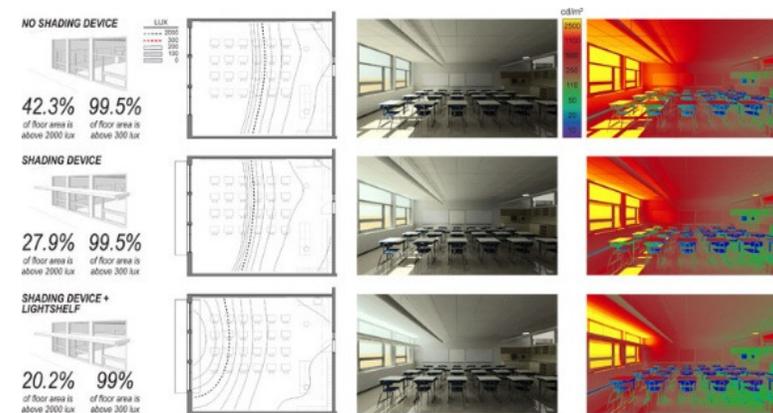


Figura 45: Padrão 19, Orientação para Salas de Aula

Para cada padrão existe um número, título e um link com apresentação de slides com demonstração das alterações que acontecem na avaliação da iluminação natural, com modificações na variável específica. São utilizados como critérios de análise o *Daylight Factor*, *Daylight Autonomy*, *Continuous Daylight Autonomy*, *Useful Daylight Illuminance*, *Daylight Saturation Percentage* e *Glare Analysis*.

O Padrão 2, apresentado na Figura 50, específico para avaliação do impacto da área da janela, apresenta imagens técnicas, gráficos e texto para formular uma descrição holística do padrão. Existem informações sobre o percentual de abertura, o tipo de abertura e resultado de simulações para níveis e distribuição de iluminâncias e luminâncias, para determinada orientação (norte), tipo de céu (encoberto), dia e horário.

A proposta do guia é inovadora, por já propor diretrizes gerais de mais fácil entendimento para o projetista, apresentando com base em exemplos de edifícios os impactos causados em alterações de variáveis específicas. Também é positivo a abordagem simultânea da avaliação das iluminâncias e luminâncias no ambiente. Mas ainda apresenta limitações quanto à abordagem do ofuscamento e a possibilidade de visualizar muitos padrões, a partir da escolha de variáveis diferentes.

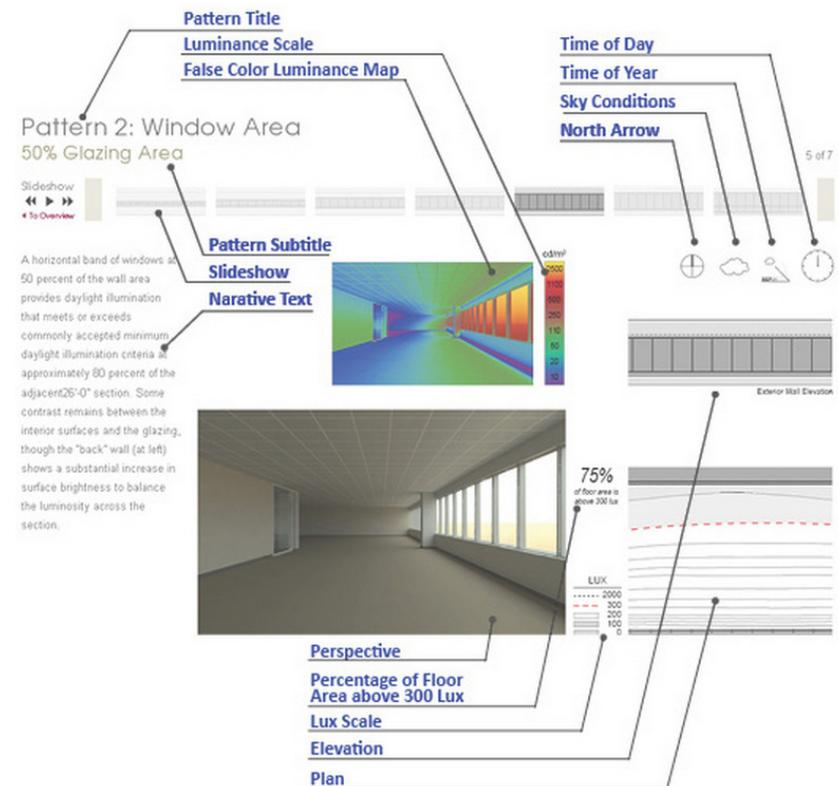
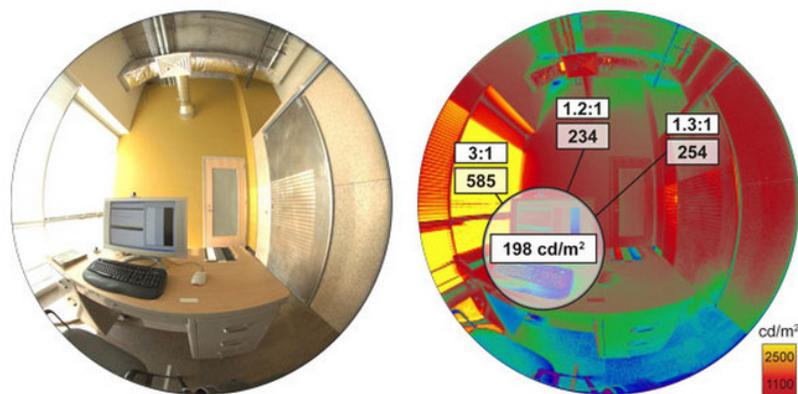


Figura 46: Exemplo do Padrão 2 (Área da Janela). Fonte: *Daylighting Pattern Guide*

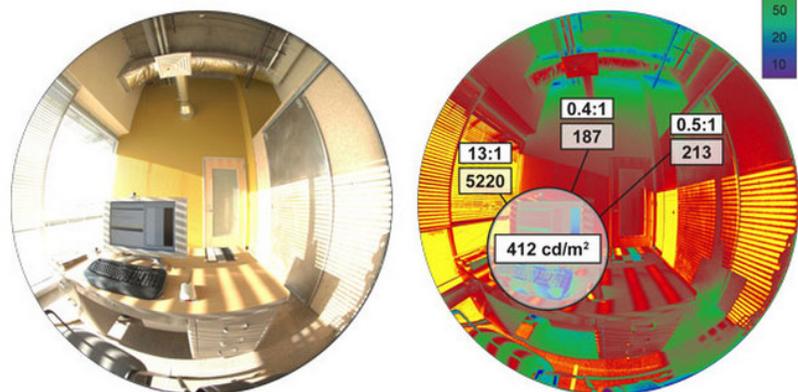
Ainda em desenvolvimento, a parte de ofuscamento do guia ressalta a dificuldade histórica de avaliar as luminâncias e apresenta a comparação de imagem do campo visual com níveis de luminâncias “preferíveis” e com “apenas ofuscamento perturbador”.

A Figura 51 apresenta a avaliação de ofuscamento numa situação “preferível” comparada com uma situação de “ofuscamento perturbador”:

Preferable



Just Disturbing Glare



**Figura 47:** Avaliação de ofuscamento: situação “preferível” e com “apenas ofuscamento perturbador”. Fonte *Daylighting Pattern Guide*

Por sua abordagem ampla, os padrões do *Daylighting Pattern Guide* não são representativos de muitas situações possíveis. A avaliação acaba por ser uma abordagem ainda superficial. No caso dos padrões para janelas, é

avaliado apenas um tipo de geometria de ambiente, para apenas uma orientação e uma condição de céu. Ou seja, não poderiam ser aplicados para condições brasileiras.

Interessante que ressaltam o fato dos métodos computacionais terem evoluído muito, mas que, no entanto, existe pouca orientação para os projetistas melhorarem suas soluções projetuais, pois estas métricas ainda pertencem à uma área de pesquisa emergente, restrita aos especialistas.

### C. Daylighting Dashboard

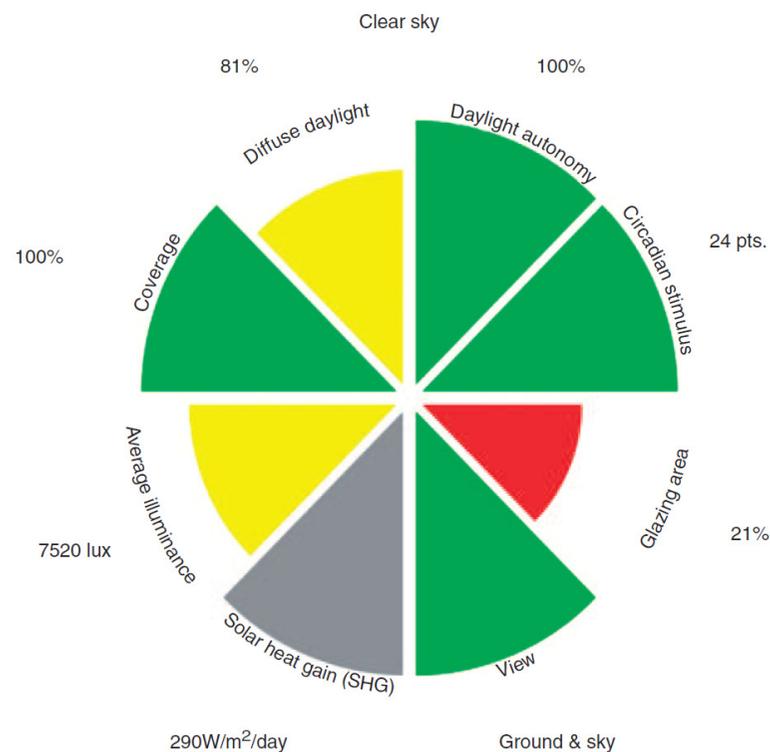
Proposto por Leslie *et al.* (2012), o “*Daylighting Dashboard*” é uma representação visual do potencial de aproveitamento da luz natural na fase inicial do projeto, buscando atender oito principais objetivos, que são priorizados de acordo com a situação.

Para os autores, as decisões mais importantes para aproveitar a iluminação natural nos ambientes internos estão na fase conceitual do projeto, quando definições da configuração do edifício e janela são feitas. Estas decisões afetam a qualidade e quantidade da luz, custos, vista exterior, ganho de calor e uso de energia.

Os oito parâmetros principais para o projeto são:

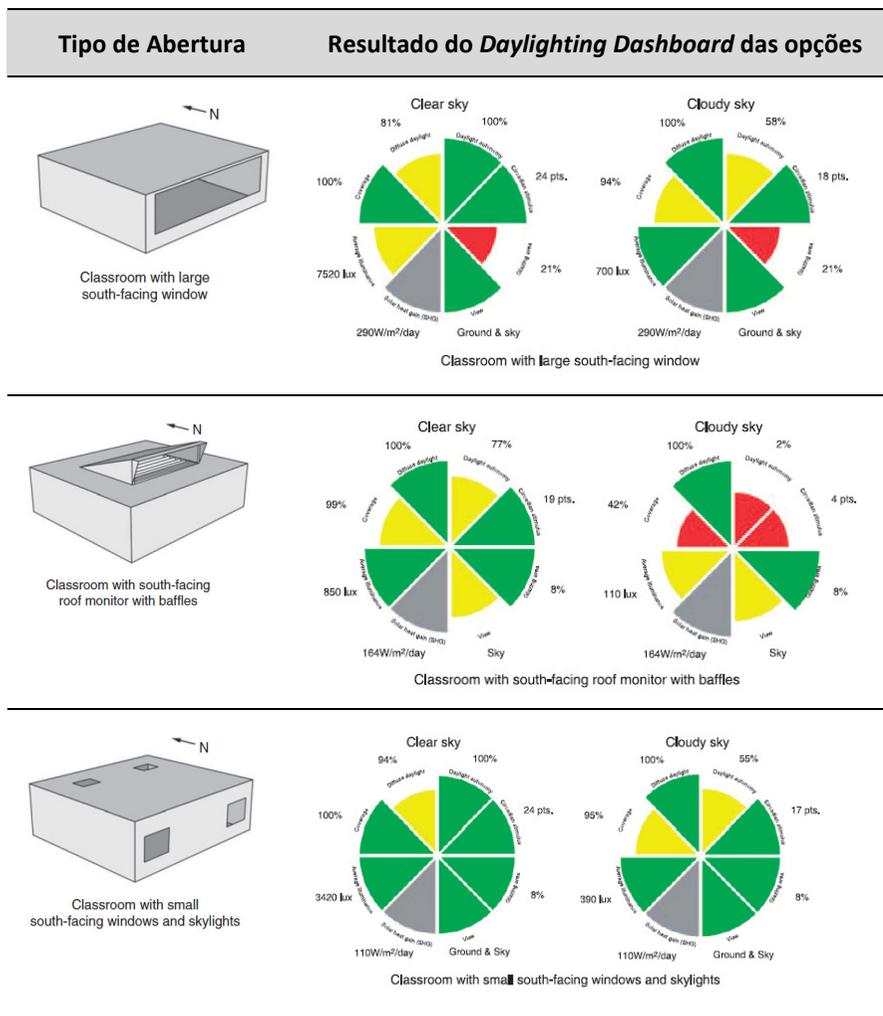
- 1) Iluminância média: fornecer luz natural suficiente para executar tarefas
- 2) Distribuição: distribuir a luz em todo o ambiente
- 3) Luz Natural Difusa: minimizar a radiação direta e controlar o ofuscamento
- 4) Autonomia de Luz Natural: economizar energia
- 5) Estímulo circadiano (CS): promover a estimulação do ciclo circadiano
- 6) Área de Vidros: controlar custos e minimizar área de janelas ou zenitais
- 7) Vista: fornecer vista para o exterior
- 8) Ganho de calor: reduzir o gasto de energia do edifício com condicionamento de ar.

O método utiliza cores (vermelho, amarelo e verde), conforme Figura 52, para indicar um ranking de aspectos positivos e/ou negativos.



**Figura 48:** Representação gráfica em cores, da avaliação simulatânea dos 8 parâmetros (Fonte: Leslie *et al.*, 2012)

Por exemplo, na definição de uma sala, onde estão avaliando 3 tipos diferentes de abertura, poderiam ser comparados os resultados, conforme Figura 53:



**Figura 49:** *Daylighting Dashboard* com avaliação de três opções de abertura para um ambiente. As cores sinalizam os aspectos positivos e negativos de cada opção, em relação aos 8 parâmetros avaliados. (Fonte: Leslie *et al.*, 2012)

Como qualquer sistema de avaliação simplificada, o “*Daylighting Dashboard*” deve usado na fase inicial do projeto. O objetivo é simplesmente dar ao projetista a condição de comparar o potencial das possíveis soluções, atendendo às oito grandes metas da iluminação natural, enquanto existe a oportunidade no processo de projeto de modificar a forma, orientação ou quantidade de vidros (LESLIE *et al.*, 2012).

Os autores alertam que a classificação e avaliações mais precisas, assim como uso de software de simulação ficam em aberto, para uma decisão do próprio projetista. Acreditam que o arquiteto, ainda na fase inicial, sendo alertado de potenciais fraquezas ou erros (sinalizados em vermelho) presta mais atenção a estas questões e pode recorrer a diagnósticos mais precisos e/ou ajuda de especialistas.

#### D. Ambiente Virtual de Aprendizagem para Iluminação Natural

Apesar de não ser uma ferramenta de projeto, Atanasio *et al.* (2007) propuseram a utilização de um modelo analítico para implementar um método inovador para o ensino de iluminação natural em Arquitetura. A proposta consiste na criação e desenvolvimento de um Ambiente Virtual de Aprendizagem (AVA) que visa facilitar o entendimento do fenômeno da luz natural, no que se refere à propagação da luz e às modificações desta geradas pelas principais variáveis arquitetônicas.

O ambiente enfoca o efeito desejado no ambiente e a técnica necessária para gerá-lo, permeando uma gama de soluções dependentes da criatividade do arquiteto, determinada por sua prática e estudos de caso presentes em seu repertório. Com base nessas premissas, o ambiente virtual de aprendizagem possui três formas de navegação principais: (a) através do efeito desejado no projeto; (b) através da técnica/engenharia/ciência necessária para produzir tais efeitos; e, finalmente, (c) através de repertórios pictóricos, com os exemplos reais e virtuais empregados para a fixação e o entendimento do fenômeno (ATANASIO *et al.*, 2007). A Figura 54 apresenta o modelo analítico usado no AVA, por Atanasio *et. al* (2007):



Figura 50: Modelo Analítico usado no AVA (Fonte: Atanasio *et al.*, 2007)

É possível observar a relação de causa e efeito no ambiente interno em modelos obtidos mediante simulações computacionais (*Lightscape Visualization System*). O ambiente configura-se como um simulador de situações preestabelecidas, conforme demonstrado na Figura 5. Para os autores, o estabelecimento de uma interface virtual adequada mostrou-se tão importante quanto a escolha do conteúdo que seria abordado.

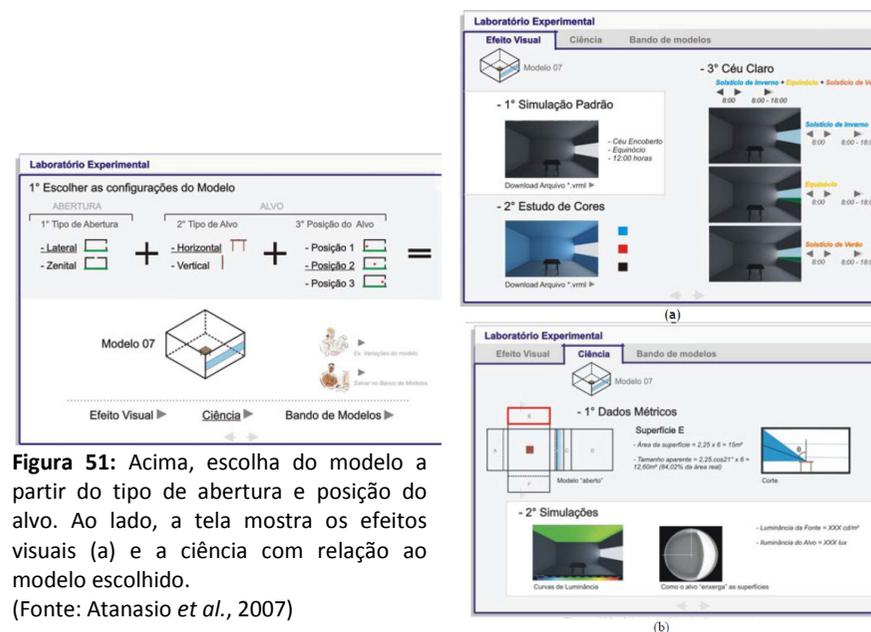


Figura 51: Acima, escolha do modelo a partir do tipo de abertura e posição do alvo. Ao lado, a tela mostra os efeitos visuais (a) e a ciência com relação ao modelo escolhido.

(Fonte: Atanasio *et al.*, 2007)

### E. *Tips for Daylighting with Windows*

Outro exemplo para auxiliar o projetista é a publicação "*Tips for Daylighting with Windows*", de 1997, que apresenta diretrizes de referência para uma

abordagem integrada de projeto. Apresenta onze seções, com ideias-chaves, ferramentas, dicas, regras, ressalvas e problemas na integração, para o projetista se basear na tomada de decisões:

- Seção 1: A Abordagem Integrada
- Seção 2: Viabilidade da Iluminação Natural
- Seção 3: Decisões quanto a envoltória e ambiente
- Seção 4: Escolha dos Vidros
- Seção 5: Estratégia de Sombreamento
- Seção 6: Coordenação dos Sistemas Mecânicos
- Seção 7: Coordenação do Sistema de Iluminação
- Seção 8: Sensores e Controles
- Seção 9: Calibração e Comissionamento
- Seção 10: Manutenção
- Seção 11: Análise custo-benefício

São apresentados desenhos ilustrativos de estratégias, como demonstrado nas Figura 56 a 58, assim como dos impactos que alterações em determinadas variáveis causam na qualidade da iluminação natural.

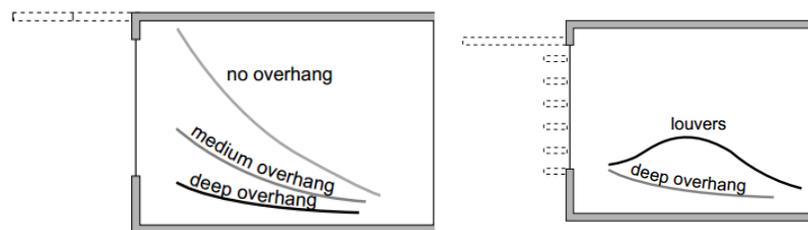


Figura 52: Curva com Níveis de iluminação, com impacto do beiral

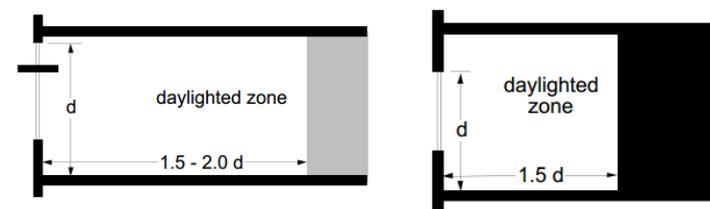


Figura 53: O impacto da profundidade do ambiente

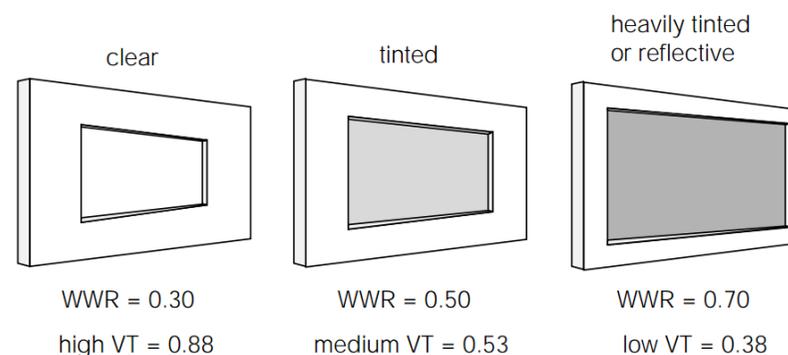


Figura 54: Abertura Efetiva = WWR (percentual de abertura) x VT (Transmissão do Vidro). Nesse exemplo, essas três janelas possuem a mesma Abertura Efetiva.

O guia também sugere que seja feito um cálculo de viabilidade do aproveitamento da iluminação natural, para os “ambientes tipos” do projeto da edificação, seguindo quatro principais passos:

- 1) Calcular o percentual de abertura na fachada (WWF):  
Indica usar 0,35, no mínimo 0,25 e máximo 0,50
- 2) Fazer uma seleção preliminar de vidros:  
Observar a transmissão visível (VT), conforme Figura 59.

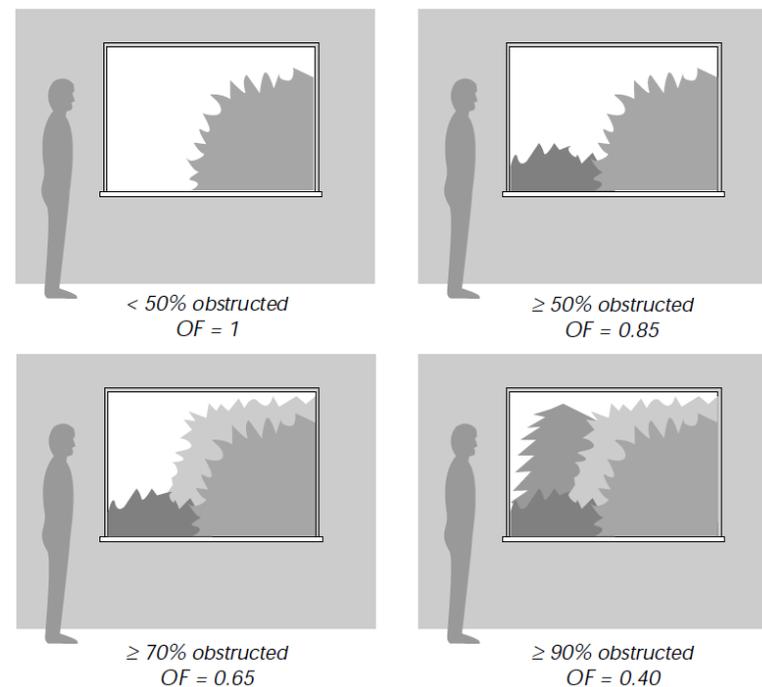
Generic Glazing type (1/4" panes)	Typical VT	Generic Glazing type (1/4" panes)	Typical VT
Single pane clear	0.89	Double pane tint - bronze	0.47
Single pane tint - green or blue-green	0.70	Double pane tint - gray	0.39
Single pane tint - blue	0.57	Double pane light reflective	0.30
Single pane tint - bronze	0.53	Double pane medium reflective	0.20
Single pane tint - gray	0.42	Double pane high reflective	0.10
Single pane tint - extra dark	0.14	Double pane low-E clear	0.70
Single pane light reflective	0.35	Double pane low-E tint - green or blue-green	0.63
Single pane medium reflective	0.25	Double pane low-E tint - blue	0.49
Single pane high reflective	0.12	Double pane low-E tint - bronze	0.45
Double pane clear *	0.80	Double pane low-E tint - gray	0.37
Double pane tint - green or blue-green	0.65	Suspended low-E film products	0.27-0.60
Double pane tint - blue	0.51		

\* Double pane numbers also apply to laminates.

**Figura 55:** seleção de VT para os vidros

3) Calcular o Fator de Obstrução (Estimate the obstruction factor - OF).

Estabelece que deva ser desenhado (fotografado) a elevação da janela e vista exterior, à uma distância de 3,3m da janela, conforme Figura 60.



**Figura 56:** Fator de Obstruções

4) Calcular o Fator de Viabilidade (FV), pela fórmula:  $FV = PAF \times VT \times OF$

Se o  $FV \geq 0,25$ , então a iluminação natural tem um potencial significativo na economia de energia. Já, se for  $FV < 0,25$ , deve-se considerar a possibilidade de remoção de obstruções, aumentando a área de janela, ou aumentando Transmissão Visível dos Vidros (VT). A janela deve ainda ser projetada para fornecer vista exterior e para controlar o ofuscamento.

# capítulo III:

## Discussão Metodológica

### Objetivo do capítulo:

- ✓ Este terceiro capítulo busca apresentar uma discussão sobre a relevância e possíveis métodos para a pesquisa. Para isso, inicia com a importância, as limitações e desafios nas avaliações de ambientes reais, em especial nos Estudos Pessoa-Ambiente (EPA). A partir disso, o texto apresenta os métodos possíveis de avaliação técnica e de avaliação pelo usuário, justificando as definições estabelecidas para esta pesquisa.

### Estrutura do capítulo:

A relação da Pessoa e o Ambiente

- ✓ **Estudos Pessoa-Ambiente (EPA):** percepção ambiental é uma área multidisciplinar, sendo importante estudar de forma integrada, as dimensões sociais, próprias do indivíduo e as dimensões espaciais, específicas do ambiente.
- ✓ **Avaliação de Ambientes Reais:** apresenta diversas limitações e desafios, como controle das variáveis e acesso, mas a experiência pós-ocupação e a impressão diária do usuário é essencial, pois contribui para a clareza do problema estudado.

Métodos de Avaliação pelo Usuário

- ✓ **Avaliação pelo Usuário:** métodos de percepção do usuário (pesquisa de campo), captada por meio de entrevistas, questionários, walkthrough, mapa comportamental, mapa mental, poema dos desejos, etc.

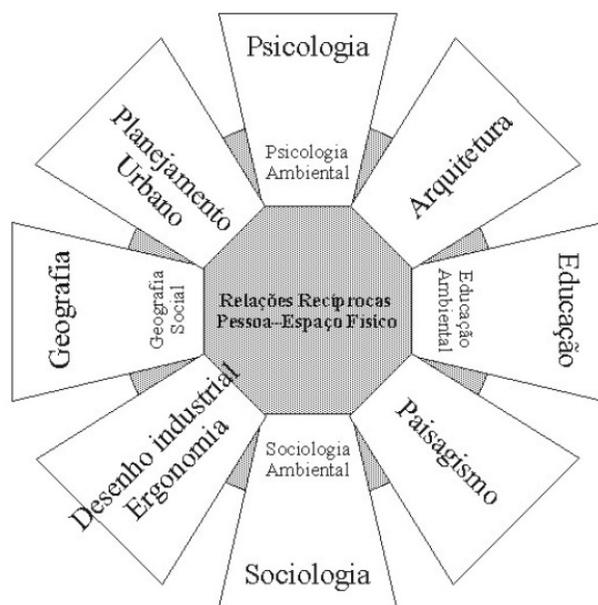
Métodos de Avaliação Técnica

- ✓ **Avaliação Técnica:** métodos científicos, e no caso da tese, destaca-se a avaliação da probabilidade de ofuscamento (simulações computacionais) e avaliação da qualidade da vista exterior (caracterização e classificação por pontuação).

### 3.1 A Pessoa e o Ambiente

*“É um lugar para se experimentar. Arquitetura é uma experiência que deve provocar emoções.”* Arquiteto Massimiliano Fuksas

A relação entre o comportamento humano e o espaço físico é o foco de pesquisas de diversas áreas de conhecimento, como Psicologia, Arquitetura, Urbanismo, Geografia, Desenho Industrial, Ergonomia, Educação, etc. A Figura 61 apresenta a inserção de disciplinas diferentes no campo de EPA:



**Figura 57:** A inserção multilateral de diferentes disciplinas no campo de Estudos Pessoa-Ambiente. (Günther, 2003)

Os objetivos tornam-se específicos, a escala é alterada, mas a intenção maior é entender como o indivíduo modifica seu ambiente e como seu comportamento e experiência são modificados pelo ambiente (GUNTHER, 2003; ORNSTEIN, 2005).

O termo “percepção”, segundo Hartenthal & Ono (2011), significa “agarrar, prender, tomar com ou nas mãos”, e, portanto, está diretamente relacionado aos sentidos (tato, olfato, paladar, visão e audição). “Perceber é ser tocado pela luz, pelo som, pelo gosto.”

*“É nas interseções entre corpo, ‘mundo externo’ e mundo interno que a percepção toma forma. Fundamental para a compreensão da interação com o espaço, a importância do corpo na percepção não pode ser diminuída; com o corpo, atuamos no mundo ‘de fora’, e através dele as coisas chegam ao mundo ‘de dentro’. É por meio do sensorio e também do movimento que o corpo torna possível a compreensão do ambiente que nos envolve”* (HARTENTHAL & ONO, 2011).

Assim, o que é sentido, é interpretado e, portanto, percebido. *“O mundo das ideias é superior ao mundo dos sentidos. O mundo dos sentidos fornece um conhecimento imperfeito da realidade”* (Platão)

Gunther (2003) define a distinção entre espaço físico e ambiente, ressaltando que o primeiro se refere ao cenário físico, enquanto que o

segundo, dentro da Psicologia Ambiental já incorpora a relação indivíduo e espaço.

A Psicologia Ambiental trata do relacionamento recíproco entre comportamento e espaço físico, tanto construído quanto natural. Isto é, qual o impacto de diferentes tipos de ambientes sobre o comportamento e estados subjetivos das pessoas, bem como o impacto destes comportamentos e estados subjetivos sobre os ambientes (GUNTHER, 2003).

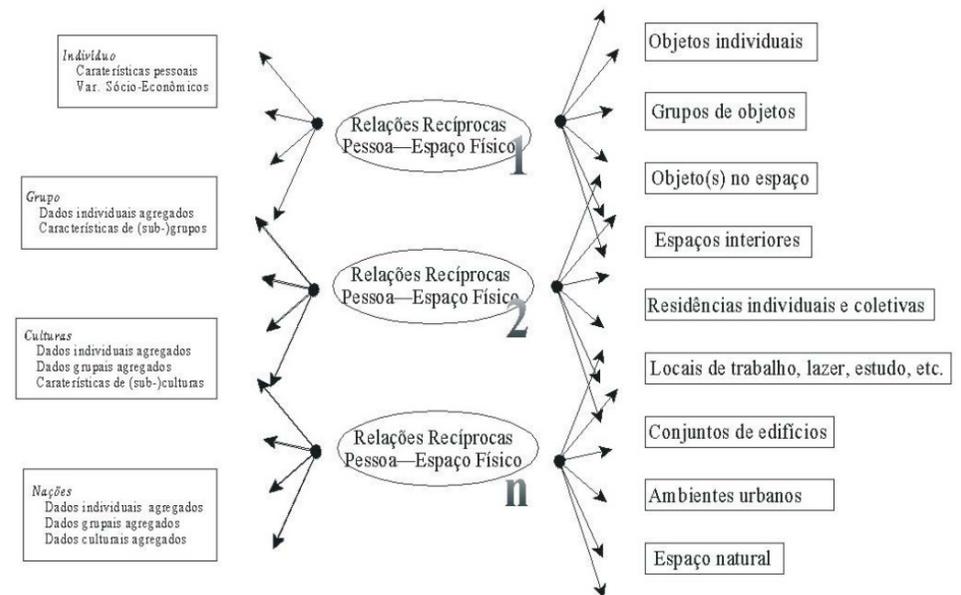
Assim como a abordagem é multilateral, o próprio

*“espaço físico é multifacetado. A percepção dos cenários físicos não somente passa por múltiplos sentidos (visão, audição, etc.), mas registra múltiplos estímulos ao mesmo tempo. Entretanto, dificilmente, responde-se ou se é atingido por apenas um aspecto deste ambiente físico, mas por sua gestalt, composta por múltiplos estímulos”* (GUNTHER, 2003).

O estudo da relação entre pessoa-ambiente é unidirecional, mas dentro de um processo de relações recíprocas entre as dimensões sociais (comportamento e experiências) e as dimensões espaciais. Enquanto que as ciências sociais focam no indivíduo, no campo da arquitetura e urbanismo, o espaço físico é o objeto principal. Mas os impactos causados

entre si (pessoa-ambiente) são, acima de tudo, constantes e mútuos (GUNTHER, 2003).

Os Estudos Pessoa-Ambiente (EPA) focam na relação recíproca, onde o indivíduo modifica o ambiente e o seu comportamento e experiência são modificados pelo ambiente. Existem ao mesmo tempo as Dimensões Sociais, que tratam o comportamento e a experiência e as Dimensões do Espaço Físico, conforme apresentado pela Figura 62.



**Figura 58:** Ao lado esquerdo, as variáveis pessoais e ao lado direito, as variáveis espaciais. No meio, as múltiplas interfaces. Fonte: (GUNTHER, 2003)

Nos estudos de James Gibson, (GUNTHER, 2003; HARTENTHAL & ONO, 2011), destaca-se a de interação entre animais e o entorno. Para ele, a percepção do que nos cerca é fundamental na combinação do movimento e do sensorio. Ele desenvolveu a teoria do *affordance*, “que se refere ao que é oferecido pelo ambiente ao organismo que com ele interage” (GUNTHER, 2003).

Para esta pesquisa é importante então, entender como por meio da visão, como elemento principal da percepção, as pessoas percebem o entorno, passando a compreendê-lo e classifica-lo segundo os estímulos recebidos e seus valores próprios.

O ambiente oferece múltiplos estímulos ao organismo que com ele interage. São incluídas nas *affordances*: o meio (ex: ar, luz); as substâncias (ex: água, matéria sólida); as superfícies e seus traçados; os objetos e outras pessoas e animais. Afirma que “as mais ricas e mais elaboradas *affordances* do ambiente são dadas pelos outros animais, e para nós, pelas outras pessoas”. É importante entender que ao mesmo tempo em que cada indivíduo tem sua consciência e relação com o ambiente, o mesmo tem suas *affordances* independentes do indivíduo (GUNTHER, 2003; HARTENTHAL & ONO, 2011).

Outra abordagem para percepção, é assim apresentada:

*“... diferentemente do que sugere Gibson (1979), que o ambiente é independente e que a percepção é detecção direta, as abordagens atuacionista da cognição e experiencial consideram que o ambiente é atuado por histórias de entrelaçamento, e que a percepção é atuação sensorio-motora, ou seja, é uma ação orientada perceptivamente. Modo como o observador orienta suas ações em situações locais, por meio de sua estrutura sensorio motora; princípios comuns ou conexões lícitas entre os sistemas sensorial e motor que explicam como a ação pode ser orientada perceptivamente em um mundo dependente de um sujeito percipiente” (RHEINGANTZ et al., 2009).*

Além disso, a percepção acontece em função de uma rede entrelaçada de sentidos, cultura, racionalidade e sentimentos, que desafia o conceito tradicional de que a arquitetura é essencialmente visual. Hartenthal & Ono (2011) citam como exemplo, a interpretação pelos usuários de edificações que consideram “frias”, e que esta percepção poderia ser melhor compreendida se forem considerados a multissensoriedade e os significados emocionais que certos materiais, cores e formas adquirem.

*“O conceito de habitus, quando aplicado à teoria da arquitetura, lembra que a percepção do espaço arquitetônico não é a mesma para todos, já que indivíduos com culturas diferentes possivelmente terão percepções diferentes do espaço arquitetônico” (HARTENTHAL & ONO, 2011).*

Dentro dos estudos de conforto ambiental é comum determinar o nível de iluminação medindo o estímulo e não a sensação. Segundo Vianna & Gonçalves (2007), a sensação vai estar ligada à experiência individual de cada um. As leis da psicofisiologia dizem respeito exatamente à relação entre as sensações humanas e estímulos físicos.

Para entender como a mente processa as informações recebidas por meio dos sentidos é necessário compreender a fisiologia humana. Santaella (1998; apud Barbosa 2010) indica que 75% da percepção humana é visual, considerando o estágio atual da evolução. Isto significa que a orientação do ser humano, e conseqüentemente seu poder de defesa e sobrevivência no ambiente que vive, depende principalmente de sua visão. Os outros 20% são relativos à percepção sonora e os 5% restantes a todos os outros sentidos (olfato, paladar e tato). Pesquisas apontam que a predominância da visão e audição talvez seja porque estes sentidos são mais cerebrais, enquanto os outros são corporais.

Segundo Barbosa (2010),

*“Em relação aos estudos que investigam os aspectos perceptivos relacionados com a fisiologia humana, considera-se que a parte experimental é a que tem maior significado, pois revela implicações sensoriais em que são controladas algumas variáveis do meio quando relacionadas em observações, experiências e deduções. Cientificamente há um avanço e uma progressão cada vez maiores no sentido do entendimento do funcionamento do cérebro humano. São também analisadas as relações de interação entre os dados físicos, fisiológicos, e psicológicos na formação das sensações.”*

Os processos cognitivos são responsáveis pela compreensão e melhor entendimento ao ver o mundo, explicando os fenômenos que ocorrem, por meio das operações de reconhecimento, identificação, memória e previsibilidade. Atualmente, o cognitivismo é um pré-requisito para o desenvolvimento de pesquisas de percepção. Não há como separar percepção e conhecimento (BARBOSA, 2010).

O processo visual envolve primeiramente o estímulo físico da luz sobre o olho e num segundo momento, a sensação que esse estímulo provoca. O estímulo é objetivo e a sensação subjetiva. É importante entender que a sensação corresponde ao campo visual, enquanto percepção corresponde

ao mundo visual, sendo elaborada no córtex cerebral. Como o cérebro é o órgão que recebe e trata as informações no nível consciente e inconsciente, este é estimulado por sensações e percepções que, por sua vez, se originam dos órgãos sensitivos e da cognição respectivamente (BAKER *et al.*, 1993).

A maneira como o indivíduo vê o ambiente e seu nível de satisfação será influenciado por sua percepção visual, fruto da relação luz e espaço, que possibilita o entendimento das formas, dos contornos, das escalas, das superfícies, das texturas e cores.

Por isso que muitas vezes, a satisfação do usuário quanto à determinado aspecto é divergente do esperado tecnicamente, por índices ou previsões de especialistas.

A luz deve ser entendida como um elemento da arquitetura que tem forma, quantidade (intensidade) e cor. É um material de construção virtual, um elemento de projeto que tem a capacidade de revelar, valorizar e definir hierarquias. Vários autores falam da luz de forma poética, referindo-se a ela como um elemento que faz cantar, encantar, falar, murmurar ou simplesmente deixar em silêncio elementos sólidos do espaço da arquitetura tais como pisos, paredes e tetos. Luigi Pirandello disse: *Assim é se lhe parece. Ou seja, a luz faz parecer.*

Para Martinez & Paraguay (2003) no estudo sobre satisfação e saúde no trabalho - aspectos conceituais e metodológicos, existe uma evolução das

concepções no tema “Satisfação no Trabalho”. Existem aquelas que consideram o trabalhador apenas como reagindo mecanicamente a fatores externos e a satisfação no trabalho existindo unicamente em função de salários. Outras concepções contemplam a interação entre aspectos psicossociais no trabalho e as subjetividades, gerando níveis de satisfação que influenciam a saúde do trabalhador.

Os autores enfatizam que a associação entre satisfação e saúde no trabalho e, em especial, à saúde mental, tem sido demonstrada por meio de estudos transversais. Porém, são necessários mais estudos longitudinais que confirmem a relação causal destas associações, bem como mais estudos qualitativos que investiguem a dinâmica destas associações.

*“Satisfação no trabalho tem sido definida de diferentes maneiras, dependendo do referencial teórico adotado. As conceituações mais frequentes referem-se à satisfação no trabalho como sinônimo de motivação, como atitude ou como estado emocional positivo havendo, ainda, os que consideram satisfação e insatisfação como fenômenos distintos, opostos”* (MARTINEZ & PARAGUAY, 2003).

Portanto, na avaliação qualitativa da luz, o foco está no usuário do espaço e sua satisfação com as condições existentes.

No estudo da iluminação, existem métricas específicas que têm a vantagem de fornecer informações objetivas do espaço investigado. No entanto, um ambiente luminoso apresenta uma complexidade difícil de ser descrita totalmente com as medidas quantitativas. A investigação da experiência e opinião dos usuários é uma estratégia valiosa para uma melhor compreensão dessa complexidade.

Para atender aos objetivos da pesquisa, a avaliação do usuário estará relacionada à sua satisfação com a qualidade da vista exterior, e como esta pode interferir na sua percepção de ofuscamento. É importante verificar se os padrões previstos para ofuscamento estão de acordo com a experiência do usuário de ambientes reais.

### 3.2 A importância da avaliação de *Ambientes Reais*

*“A experiência não permite nunca atingir a certeza absoluta.  
Não devemos procurar obter mais que uma probabilidade.”*

Bertrand Russell

No estudo de Vasco & Zakrzewski (2010) foi realizado um levantamento das pesquisas sobre *Percepção Ambiental* no Brasil, e detectaram um significativo aumento de estudos a partir de 2000. Cita três enfoques de pesquisa: a) quantitativo (o objetivo de coleta de dados numéricos é realizado em função de categorias de pesquisas determinadas a priori); b)

qualitativo (estudos que levam em consideração aspectos inter-relacionados dos objetos e do contexto pesquisado – não existem intervenção ou controle); c) híbrido (utiliza estratégias quantitativas e qualitativas).

Sánchez (2005) e Ornstein (2005) ressaltam a importância das pesquisas serem interdisciplinares e ainda mais, a necessidade de que se estabeleça cooperação entre as disciplinas. Isto porque podem estabelecer problemas comuns, mas com esforços específicos e métodos de pesquisa/intervenção que produzam resultados que se complementam.

Como o foco desta tese é o estudo de ambientes de escritório, onde ocorrem atividades de trabalho, faz-se necessário o entendimento e os objetivos da área da Ergonomia.

*“A Ergonomia (ou Fatores Humanos) é uma disciplina científica relacionada ao entendimento das interações entre os seres humanos e outros elementos ou sistemas, e à aplicação de teorias, princípios, dados e métodos a projetos a fim de otimizar o bem-estar humano e o desempenho global do sistema” (ABRAHÃO et al., 2009).*

A Ergonomia sustenta-se hoje em dois pilares: um de base comportamental, com foco no estudo das variáveis que determinam o trabalho pelo comportamento; e outro subjetivo, que busca qualificar e

validar resultados. Ambos têm o intuito de elaborar um diagnóstico que visa transformar as condições de trabalho. Objetiva produzir conhecimentos sobre trabalho, as condições e a relação do homem com o trabalho. Ao mesmo tempo, busca formular conhecimentos, ferramentas e princípios suscetíveis de orientar racionalmente a ação de transformação das condições de trabalho, tendo como perspectiva melhorar a relação homem-trabalho (ABRAHÃO & PINHO, 2002).

Nos estudos ergonômicos, é fundamental a avaliação de três critérios: 1) a segurança; 2) a eficiência; 3) o bem-estar dos trabalhadores. Segundo Abrahão & Pinho (2002), *“o enfoque adotado pela Ergonomia, que tem na análise da atividade em situação real o seu fio condutor, possibilita decompor a atividade de trabalho e recompô-la sob novas bases nos seus componentes físicos e cognitivos”*. A Figura 63 evidencia os pressupostos da ergonomia:



**Figura 59:** Pressupostos da Ergonomia (Fonte: ABRAHÃO *et al.*, 2009).

Segundo Sternberg (2000), os psicólogos cognitivos utilizam vários métodos para examinar como os seres humanos pensam. Esses métodos incluem experimentos controlados de laboratório ou outros; pesquisa psicobiológica; auto relatos; estudos de casos; observação naturalista (situações reais) e simulações computacionais / inteligência artificial. Conforme o autor, cada método oferece vantagens e desvantagens características, apresentados no Quadro 7:

**Quadro 7 :** Métodos de avaliação na psicologia cognitiva

Método	Experimentos Laboratoriais Controlados	Estudos de Casos	Observações Naturalistas (situações reais)	Simulações Computacionais e Inteligência Artificial (IA)
Descrição do método	Obter amostras do desempenho, em um dado tempo e lugar	Envolver-se no estudo intensivo de indivíduos únicos, tirando conclusões gerais	Observar situações da vida real, como salas de aula, ambientes de trabalho ou lares	Tentativa para fazer os computadores simularem o desempenho cognitivo humano.
Controle experimental de variáveis independentes	Habitualmente	Altamente improvável	Não	Completo controle das variáveis de interesse
Amostras: tamanho	Podem ter qualquer tamanho	É quase certo ser pequeno	Provavelmente pequeno	Não-aplicável
Amostras: representatividade	Podem ser representativas	Improvável que seja representativo	Pode ser representativo	Não-aplicável
Informação sobre diferenças individuais	Habitualmente não-enfatizada	Sim; informação ricamente detalhada com relação aos indivíduos	Possível, mas a ênfase está nas diferenças ambientais, não nas diferenças individuais	Não aplicável
Vantagens	Facilidade de administração, de avaliação e de	Acesso à informação ricamente detalhada sobre os indivíduos,	Acesso à rica informação contextual, que	Permite exploração de uma ampla gama de possibilidades para

	análise estatística; probabilidade relativamente alta de tirar conclusões causais válidas	inclusive informação sobre os contextos histórico e atual, que pode não ser disponível por outros meios; pode levar a aplicações especializadas para grupos de pessoas	pode não ser disponível por outros meios	modelar os processos cognitivos; permite completa testagem para averiguar se as hipóteses prognosticaram corretamente os resultados; pode levar a uma grande amplitude de aplicações práticas
<b>Desvantagens</b>	Nem sempre é possível generalizar os resultados para além do lugar, tempo e condições específicas da tarefa; discrepâncias entre os comportamentos na vida real e no laboratório	Aplicabilidade a outras pessoas; o pequeno tamanho e a não-representatividade da amostra geralmente limitam as generalizações para a população	Falta de controle experimental; possível influência sobre o comportamento naturalista, devido à presença do observador	Limitações do <i>software</i> : mesmo em simulações envolvendo técnicas sofisticadas de modelagem podem representar imperfeitamente o modo pelo qual o cérebro humano pensa

As "pesquisas de campo" e "pesquisas naturalísticas" são bastante comuns entre antropólogos e sociólogos, que passaram a utilizá-lo na tentativa de diferenciar os estudos conduzidos em "campo", ou seja, no ambiente natural (real) dos sujeitos, daqueles desenvolvidos em situações de laboratório ou ambientes controlados pelo investigador. Na designação "naturalística" também está implícita a ideia de que os sujeitos são observados em seu habitat, de forma não-intervencionista.

Para esta tese, utiliza-se o termo "*ambiente real*" para designar os locais que o indivíduo vivencia diariamente e estabelece suas relações. A expressão "naturalista" ou "ambiente natural", pode denotar a ausência de interferência da arquitetura, levando a crer que o espaço é não-construído, relacionado a pré-existência enquanto meio ambiente e natureza.

Rivlin (2003) ressalta a importância da avaliação do ambiente onde acontece a vida cotidiana e repetida de lugares e eventos, com *settings* e pessoas familiares, uma vez que pode oferecer uma visão de mundo muito diferente daquela proporcionada por uma vivência temporária ou provisória.

*"Além disso, há a questão sobre o que "real" significa à luz dessas diferenças. "Real" para quem? Em que circunstâncias? De que maneira? Não é verdade que o mesmo local pode ser percebido diferentemente em diferentes momentos?" (RIVLIN, 2003)*

É fundamental refletir as diferenças individuais entre pessoas de diversas culturas, religiões, estágios de vida, gênero, condições econômicas, personalidades e humores. Pessoas com experiências de vida similares podem enxergar o mundo de modo similar, mas não necessariamente idêntico (RIVLIN, 2003).

*“Os sentidos (significados) são manipulados por meio de um processo interpretativo que as pessoas usam ao se depararem com as coisas do mundo no seu dia-a-dia, na vida cotidiana” (RIVLIN, 2003)*

E porque avaliar “ambientes reais” e não ambientes laboratoriais ou controlados?

Para Elali (1997), a Psicologia Ambiental tem como um de seus principais objetos de estudo a avaliação do ambiente construído durante o processo de sua ocupação. A crescente importância do trabalho avaliativo enquanto subsídio a novos projetos, ou em face de programas de reforma/manutenção do espaço construído representa a conscientização de que *“pouco contribuiremos socialmente se continuarmos a enfrentar cada problema de modo isolado, esquecendo que o principal objetivo da edificação (ou conjunto edificado) deve ser garantir a qualidade de vida da população.”*

*“O edifício deve deixar de ser encarado apenas a partir das suas características físicas (construtivas) e passa a ser avaliado/discutido enquanto espaço “vivencial”, sujeito à ocupação, leitura, reinterpretação e/ou modificação pelos usuários [...]. Implica, necessariamente, a análise do uso - enquanto fator*

*que possibilita a transformação de espaços em lugares- e a valorização do ponto de vista do usuário, destinatário final do espaço construído, e, portanto, imprescindível à compreensão da realidade” (ELALI, 1997).*

Essa nova visão é justificada quando se considera que o contato direto e cotidiano de um usuário com um objeto/ambiente transforma esse indivíduo em um crítico severo e abalizado daquele produto. De fato, embora o confronto entre pareceres técnicos e opiniões leigas possa parecer difícil, estes podem complementar-se eficazmente (ELALI, 1997).

Já para a Ergonomia é imprescindível avaliar as situações reais, pois é fundamental a observação sistemática das situações reais de trabalho, onde todos os aspectos da realização da atividade (tarefa) estão presentes, num processo participativo do indivíduo (ABRAHÃO *et al.*, 2009).

Segundo Duarte (2010), os “espaços” transformam-se em “lugares” quando permitem que a pessoa desenvolva afetividade em relação a esse local e isso só é possível através da experiência do espaço. Esse processo ela chama de “moldagem do lugar”.

*“Não existe, contudo, um momento exato em que o espaço ‘se torna’ lugar. Existe sim, um processo contínuo, ininterrupto, no qual o ambiente é modificado, recebe afetos, toma novas*

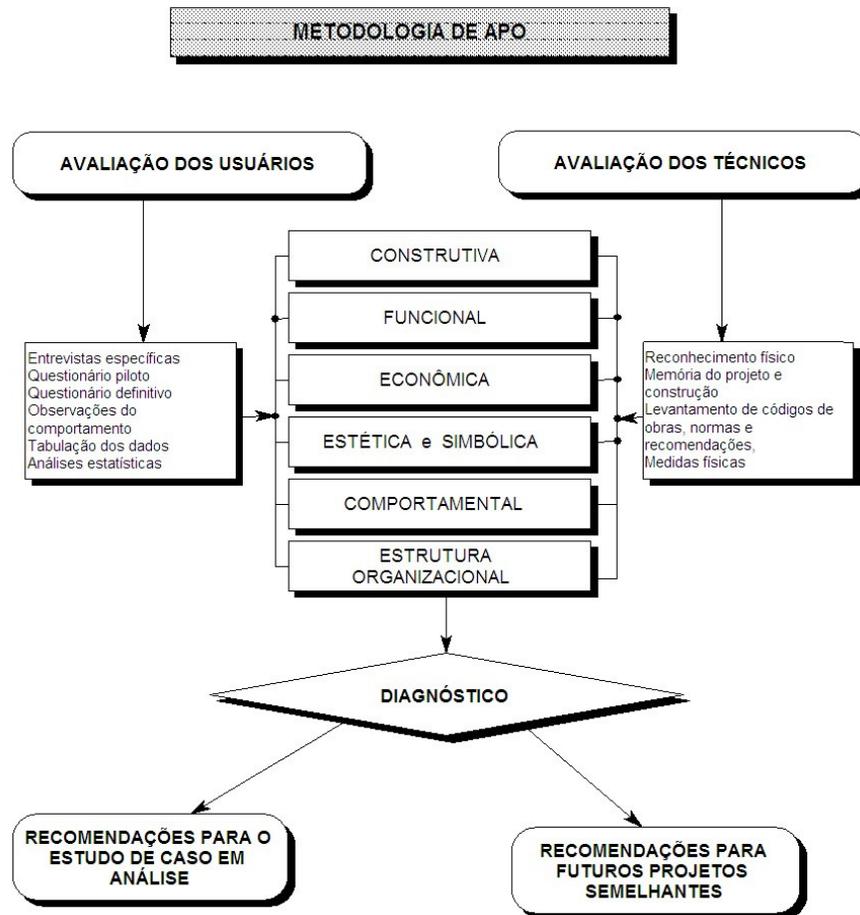
*significações, modifica o indivíduo que o usa e retorna a ser alterado em seus valores e significados a cada momento”* (DUARTE, 2010).

Já Boyce (2003), a respeito de estudos de iluminação em ambientes reais, alerta que os dois tipos de estudos (em laboratório/controlados ou em ambientes reais) são bem diferentes, mas interdependentes, e que na verdade os resultados de cada um complementam a abordagem do outro. Sem os resultados dos estudos controlados, as pesquisas em situações reais podem ser difíceis de serem avaliadas, principalmente para a generalização de resultados. Por outro lado, os estudos controlados têm a dificuldade de fazer predições totalmente confiáveis em relação à experiência real.

Para Gunther (2003), o comportamento humano pode ser avaliado por observações, criar situações artificiais controladas e perguntar às pessoas o que fazem e pensam. Cada uma delas tem suas vantagens distintas, ligadas à qualidade e à utilização dos dados obtidos, podendo citar. A vantagem da *Observação* é o realismo da situação observada, enquanto que o *Experimento* possibilita tanto a randomização de características das pessoas estudadas quanto inferências causais. Já o levantamento de dados por amostragem, ou *survey*, assegura melhor representatividade e permite generalização para uma população mais ampla.

Na área de arquitetura e engenharia, a Análise Pós-Ocupação (APO) busca por meio de um processo interativo, sistematizado e rigoroso, a avaliação de desempenho do ambiente construído, passado algum tempo de sua construção e ocupação. Compara a avaliação técnica com a dos ocupantes e suas necessidades, para avaliar a influência e as consequências das decisões projetuais no desempenho do ambiente considerado, especialmente aqueles relacionados com a percepção e o uso por parte dos diferentes grupos de atores ou agentes envolvidos (RHEINGANTZ *et al.*, 2009).

Para ORNSTEIN & ROMÉRO (2003), o grande trunfo da Avaliação Pós-Ocupação foi justamente propor a inserção dos usuários nos processos tradicionais de avaliação, sem, entretanto, reduzir o papel da avaliação técnica e da bagagem teórica de seus avaliadores. Para os autores, a APO pode ser estruturada conforme a Figura 64.



**Figura 60:** Fluxograma ampliado do método de APO.  
Adaptado de ORNSTEIN e RÓMÉRO (2003)

Para Kowaltowski *et al.* (2006), a participação do cliente e usuário na avaliação dos edifícios existentes contribui significativamente para o

conhecimento melhor do problema a ser resolvido no projeto de arquitetura, com diminuição de erros.

A existência de diferentes pontos de vista entre pesquisadores, especialistas e usuários leigos levou os métodos APO a considerar que ambientes construídos sejam submetidos não só às avaliações comportamentais, mas também a avaliações físicas. Estas últimas utilizam instrumentos técnicos de medição, simulação, ensaios de componentes, protótipos em laboratórios e observações técnicas gerais (KOWALTOWSKI *et al.* 2006).

Na avaliação de “ambientes reais”, o interesse é perceber as evidências positivas e negativas do ambiente físico pela familiaridade que o usuário tem, frente à complexidade de fatores e variáveis presentes no edifício, muitas vezes não identificados em uma observação momentânea ou temporária.

Sabe-se que, principalmente no Brasil, muitas pesquisas de APO não são conduzidas pelo custo na aplicação de questionários e pela necessidade de dispor de equipes e equipamento para as medições técnicas recomendadas. A nova possibilidade de conduzir pesquisas APO à distância deve melhorar esse quadro (KOWALTOWSKI *et al.* 2006).

Kowaltowski *et al.* (2006) ressaltam a importância, na área de arquitetura, de transferir os resultados de APO para o projeto, o que é dificultado em pesquisas com caráter apenas descritivo ou com estudo de objetos específicos e pouco representativos. O uso de métodos estatísticos e representações gráficas contribuem para a melhor adaptabilidade à prática da arquitetura.

Patterson (2010), em seu estudo de integração da Ergonomia e Arquitetura na elaboração de programas arquitetônicos, também reforça a importância de ajustar às intenções de projeto com a realidade e necessidades do trabalhador, enfatizando a importância da coerência entre as aspirações do arquiteto e as expectativas do usuário.

Assim, a presente pesquisa opta pela avaliação da satisfação do indivíduo no “ambiente real” configurado como o Lugar das relações e significados criados na vida diária. O indivíduo avaliado é o usuário do ambiente, com diagnóstico focado na fase de uso do edifício.

A tese parte então, para uma abordagem Quanti-qualitativa ou Quali-quantitativa, que busca traduzir em números as opiniões e informações. As simulações, combinadas com a coleta de dados em ambientes reais (questionários), são a base da estrutura metodológica.

Por ser uma investigação socioambiental, é importante a combinação de procedimentos, pois essa abordagem permite uma visão mais holística, com enfoque múltiplo, fortalece os resultados e permite avaliação de situações mais complexas, com diferentes ângulos de observação (GIL, 1999).

As pesquisas ressaltam que a abordagem com mais de um método é defendida como medida de confiabilidade, visto que cada técnica tem suas deficiências e limitações. Quando os resultados obtidos pela coleta de dados de diferentes métodos convergem para uma implicação comum, existe maior probabilidade de resultados validados. Caso contrário, deve-se ponderar sobre a necessidade de maior aprofundamento na investigação (SOMMER & SOMMER, 2002; VALVERDE, 2014).

Em algumas situações, pesquisas são realizadas justamente para questionar premissas estabelecidas tecnicamente como ideais, em busca de aprimoramentos científicos. Nesta tese, a probabilidade de ofuscamento é comparada com a percepção dos usuários de ambientes reais, ampliando a identificação do problema.

Assim, percebe-se a importância de estruturação da metodologia da pesquisa com base na combinação de métodos diferentes, em função da necessidade específica da geração de dados. As simulações computacionais apresentam a grande vantagem da investigação controlada de diversas

situações e variáveis, mas, ao mesmo tempo, não são representativas quanto à percepção do usuário em ambientes reais.

Neste sentido, parte-se para uma descrição de importantes métodos de avaliação da satisfação do usuário e avaliações técnicas, utilizadas por pesquisadores nos estudos de probabilidade de ofuscamento pela iluminação natural e da qualidade da vista exterior.

### 3.3 Métodos de Avaliação pelo Usuário

*“Cenas da minha janela: nascer do sol, pôr do sol, lua, chuva, vento, buzinas...  
tudo isso me faz viver!”*

Goes

Nesta pesquisa, como o foco principal é a relação do ofuscamento com a qualidade da vista externa, é importante identificar os melhores métodos de avaliação destas variáveis, do ponto de vista técnico, onde o pesquisador utiliza instrumentos, ferramentas e referências normativas e acadêmicas, e do ponto de vista do usuário, que por meio de sua percepção define seu grau de satisfação com o ambiente.

Nas pesquisas realizadas com pessoas, tanto na área da psicologia quanto da arquitetura, é comum a utilização de algumas ferramentas como: entrevistas, questionários, Walkthrough, mapas mentais, poema dos desejos, mapa comportamentais, etc. (ORNSTEIN *et al.*, 1995; GUNTER, 2008; RHEINGANTZ *ET AL.* 2009).

A definição das ferramentas depende dos objetivos da pesquisa, da complexidade do objeto de estudo, do tempo para realização e dos recursos disponíveis. Para a realização de um diagnóstico, é recomendada uma avaliação de longo prazo, com a conjunção de técnicas como visitas exploratórias, entrevistas, medições e comparação com a resposta do usuário (ROMÉRO & ORNSTEIN, 2003; KOWALTOWSKI & MOREIRA, 2008).

Na pesquisa de RHEINGANTZ *et al.* (2009) é feita uma compilação de métodos de APO consolidados na literatura, organizados no Quadro 8:

**Quadro 8:** Principais métodos de avaliação com usuários

Método	Descrição
<b>Entrevista</b>	Relato verbal ou uma conversação voltada para atender a um determinado objetivo, que resulta em um conjunto de informações sobre os sentimentos, crenças, pensamentos, opiniões e expectativas das pessoas. O sucesso da aplicação depende tanto da qualificação e da competência dos pesquisadores, quanto da sua sensibilidade e capacidade de interação com o respondente.
<b>Questionário</b>	Um instrumento de grande utilidade quando se necessita descobrir regularidades entre grupos de pessoas por meio de comparação de respostas relativas a um conjunto de questões, que contém um conjunto de perguntas relacionadas a um determinado assunto ou problema. As perguntas devem ser respondidas sem a presença do pesquisador.
<b>Walkthrough</b>	Originária na Psicologia Ambiental, pode ser definida como um percurso dialogado complementado com fotografias, croquis gerais e gravação de áudio ou vídeo, abrangendo todos os ambientes. É um instrumento de grande utilidade tanto na APO quanto na programação arquitetônica, uma vez que possibilita que os observadores se familiarizem com a edificação em uso, bem como que façam uma identificação descritiva dos aspectos negativos e positivos dos ambientes analisados.
<b>Mapa Comportamental</b>	É um registro gráfico das observações relacionadas com as atividades dos usuários em um determinado ambiente, este instrumento possibilita: identificar os usos, os arranjos espaciais, os fluxos e as relações espaciais observações

<b>Mapa Mental</b>	Consiste na elaboração de desenhos ou relatos de memória representativas das ideias ou da imageabilidade que uma pessoa ou um grupo de pessoas têm um determinado ambiente. Os desenhos tanto podem incorporar a experiência pessoal como outras informações, quanto experiências relatadas por outras pessoas, pela imprensa falada e escrita, ou pela literatura.
<b>Poema dos Desejos</b>	Permite que o usuário de um determinado ambiente declare, por meio de um conjunto de sentenças escritas ou de desenhos, suas necessidades, sentimentos e desejos relativos ao edifício ou ambiente analisado. É um instrumento que se baseia na espontaneidade das respostas de fácil elaboração e aplicação que, de um modo geral, produz resultados ricos e representativos das demandas e expectativas dos usuários.
<b>Seleção Visual</b>	É um instrumento para identificar os valores e os significados agregados pelos usuários aos ambientes analisados. Ele possibilita fazer emergir o imaginário, os símbolos e aspectos culturais de um determinado grupo de usuários, bem como avaliar o impacto causado por determinadas tipologias arquitetônicas, organizações espaciais, cores e texturas sobre a qualidade de vida e o bem-estar das pessoas.

O método mais tradicional de avaliação pelo usuário é o questionário, conceituado como um instrumento de grande utilidade quando a intenção é descobrir regularidades entre grupos por meio de comparação de respostas relativas a um conjunto de questões. Existem recomendações para a elaboração dos questionários, principalmente em relação à elaboração das perguntas, que devem ser simples, precisas e neutras, de modo a não influenciar os respondentes (RHEINGANTZ *et al.*, 2009).

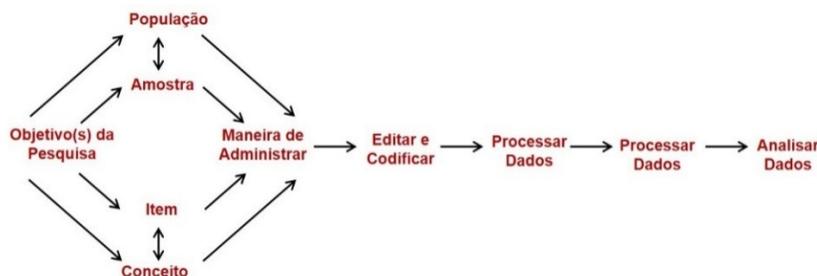
Atualmente o uso da internet para aplicação de questionários online facilita a aplicabilidade e a geração de maior número de resultados, o que é

importante no caso desta tese, que busca confrontar a opinião do usuário e os resultados de simulações realizadas previamente.

Como visto, Gunther (2003) aponta que o levantamento de dados por amostragem, ou survey, assegura melhor representatividade e permite generalização para uma população mais ampla, sendo o questionário a principal ferramenta.

Segundo o autor, na elaboração de um questionário para um “levantamento de dados” deve-se iniciar pelo objetivo da pesquisa em termos dos conceitos a serem pesquisados e da população-alvo e amostra.

A Figura 65 apresenta os estágios principais de um survey:



**Figura 61:** Estágios principais de um survey, segundo Schuman & Kalton (Baseado em Gunther, 2003)

A estrutura lógica de um questionário deve abranger: Introdução, para estabelecer confiança e cooperação; Interação Pergunta-Resposta, reduzindo o custo para responder; Despedidas, reforçando os benefícios da pesquisa. A estruturação deve ser da abordagem mais geral, para a mais

específica e as formas de aplicação apresentam vantagens e desvantagens, como apresentadas na Figura 66.

		<b>Aplicação do Estímulo:</b> Controle da variabilidade na Aplicação do Instrumento	
		Baixo	Alto
<b>Transcrição da Resposta:</b> Controle da variabilidade na transcrição das respostas ao instrumento	Baixo	Entrevista Pessoal	Questionário enviado via correio ou aplicado em grupo
	Alto	Entrevista via Telefone	Questionário enviado via e-mail/internet.

**Figura 62:** Vantagens e Desvantagens das formas de aplicação do questionário (Gunther, 2003)

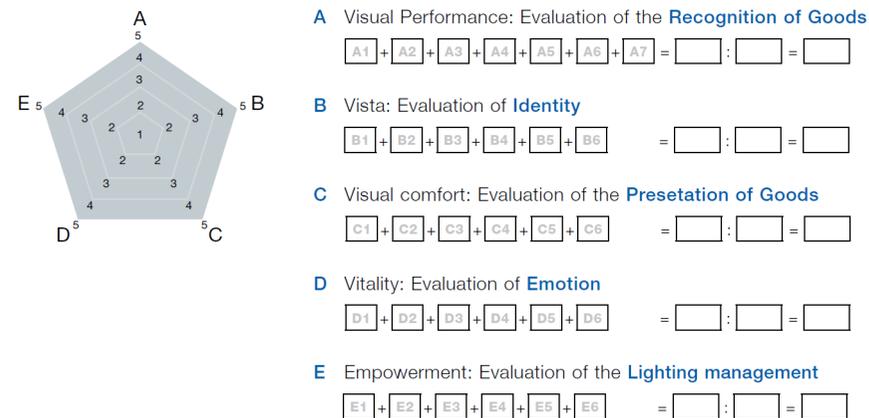
Dentre as referências de métodos de estudo de iluminação natural de ambientes reais, destaca-se o da IEA *Technical Report T50-D3 (Monitoring protocol for lighting and daylighting retrofits)*, que é um protocolo de monitoramento para avaliação do desempenho global de iluminação e/ou o retrofit de iluminação de um edifício. O protocolo está sendo desenvolvido no contexto da IEA SHC Task 50: Advanced Lighting Solutions for Retrofitting Buildings, que foca na avaliação de edifícios não residenciais existentes (IEA, 2014).

São propostos dois tipos de monitoramento (simplificado e completo), com avaliação do retrofit em relação aos custos, eficiência energética, ambiente luminoso e satisfação do usuário.

As métricas referentes ao ambiente luminoso (desempenho visual e conforto visual) têm a vantagem de fornecer informações e dados objetivos, que possibilitam comparação entre os espaços. Mas a investigação da experiência e opiniões dos usuários é uma ferramenta valiosa para uma melhor compreensão da complexidade da iluminação, pois auxilia a detectar ocorrências desagradáveis em locais específicos ou momentos transitórios (IEA, 2014).

O protocolo considera a avaliação da satisfação do usuário com o objetivo de encontrar as situações onde o indivíduo tem sensações agradáveis, resultado de quando a situação à sua volta está a seu contento. Para isso estabelece que deva haver pelo menos 15 respondentes para o monitoramento mínimo e 30 para o monitoramento completo.

Já o questionário do ELI (*Ergonomic Lighting Indicator*) de Dehoof (2010), apresenta a vantagem se ser resumido, objetivo e prático. O resultado final é um gráfico, que já apresenta a avaliação qualitativa dos cinco critérios, conforme exemplificado na Figura 67:



**Figura 63:** Resultado Gráfico da Qualidade da Iluminação, segundo DEHOFF (2010a)

Os cinco critérios são avaliados por meio de perguntas, com possibilidade de respostas em escala de 1 a 5, conforme apresentado na Figura 68:



**Figura 64:** Escala de avaliação do ELI

Na pesquisa de Hellinga (2013), foi utilizado como principal instrumento de coleta de dados um questionário desenvolvido especificamente sobre a qualidade da iluminação e da vista exterior em escritórios.

Primeiramente foi elaborado um questionário teste, aplicado em um edifício piloto. A maioria das perguntas foca no local de trabalho atual do

respondente, mas algumas perguntas questionam as preferências em relação à iluminação e vista exterior.

No questionário teste existiam 76 perguntas são divididas em seis categorias: O clima/tempo/data; Bem-estar pessoal; Informações pessoais; O espaço de escritório; PD. Iluminação Interior; e PE. Vista exterior.

Diferentes referências foram utilizadas para construir o questionário. As perguntas derivam das teses de doutorado Velds (1999) e Aries (2005), dos relatórios IEA 21 (HYGGE & LÖFBERG, 1999) e IEA 31 (BODART, 2004) e de um estudo sobre iluminação natural e vista exterior em edifícios de escritórios (MEERDINK *et al.*, 1988). Também foram selecionadas questões a partir de uma ferramenta de avaliação do holandês Rijksgebouwendienst e Delft University of Technology (LEIJTEN & KURVERS, 2007).

Com base nos resultados do estudo-piloto e discussões com outros pesquisadores, o questionário foi melhorado e reduzido para 50 perguntas, divididas em quatro categorias: informações pessoais; espaço de escritório; clima interior e vista exterior. O estudo principal foi realizado em oito edifícios de escritórios na Holanda (HELLINGA, 2013).

Já o IEA Technical Report T50-D3 (*Monitoring protocol for lighting and daylighting retrofits*), busca obter uma visão abrangente do mercado em relação ao retrofit de iluminação, fomentar a discussão, iniciar a revisão e

consolidação dos programas de regulamentação, certificações e de financiamentos, locais e nacionais (IEA, 2014).

O LACAM/FAU/UnB, faz parte do grupo de pesquisa do IEA, e por isso realizou monitoramentos utilizando o protocolo, para a criação de banco de dados internacional de referências de edifícios.

O referido protocolo é importante por ser uma compilação de ferramentas e métodos internacionalmente validados, além de investigar simultaneamente aspectos da iluminação como eficiência energética, custo, ambiente luminoso e satisfação do usuário.

O protocolo abrange quatro aspectos fundamentais:

- Ambiente luminoso: avaliação objetiva com de medições de critérios
- Satisfação do usuário: uma avaliação subjetiva, por meio de questionários com os usuários
- Eficiência energética: o consumo energético
- Custos: custo total do retrofit de iluminação ou iluminação natural

A satisfação do usuário é avaliada por questionário com 21 questões, organizado para investigação inicial das condições gerais do ambiente e finaliza com aspectos específicos como controles de iluminação, uso de persianas, tamanho da janela, posição da mesa de trabalho e transparência do vidro.

Assim, para esta tese, optou-se pela avaliação da satisfação dos usuários por meio de questionários desenvolvidos com base na avaliação do IEA (2014) e Hellinga (2013), para comparação com os resultados de avaliações técnicas de probabilidade de ofuscamento e qualidade da vista externa, vistos a seguir.

## 3.4 Métodos de Avaliação Técnica

*“Há que sentar-se na beira do poço da sombra  
e pescar luz caída com paciência.”*

Pablo Neruda

### 3.4.1 Avaliação de Ofuscamento

Nesta pesquisa, é feita uma comparação entre a experiência e opinião do usuário (percepção) e as avaliações técnicas (simulações), sendo, portanto, importante identificar os métodos de avaliação da luz natural (desempenho visual e conforto visual) mais viáveis e apropriados. Dentre as diversas possibilidades, estão índices matemáticos prescritivos, medições *in loco*, diagramas de pontos, simulações computacionais, modelos reduzidos, fotografias, etc. Na avaliação da probabilidade de ofuscamento, destacam-se os métodos de medição com Luminômetro, Fotografias HDR e Simulações Computacionais.

#### ▪ Medições com Luminômetro

Tradicionalmente para a avaliação de luminâncias no campo visual (ofuscamento e contraste), em ambientes reais, são recomendadas medições com a utilização de um luminômetro.

A norma NBR 15.215 – Iluminação Natural (ABNT, 2005) estabelece que se deve:

- medir luminâncias na área central de desenvolvimento da atividade visual;
- medir luminâncias nas áreas adjacentes que influenciam no desenvolvimento da atividade visual;
- medir luminâncias de superfícies muito brilhantes mesmo que não estejam dentro do campo visual de 120°;
- determinar as luminâncias mesmo quando a superfície, dentro do ângulo sólido de 60° ou de 120°, estiver em um plano diferente daquele da superfície de trabalho;

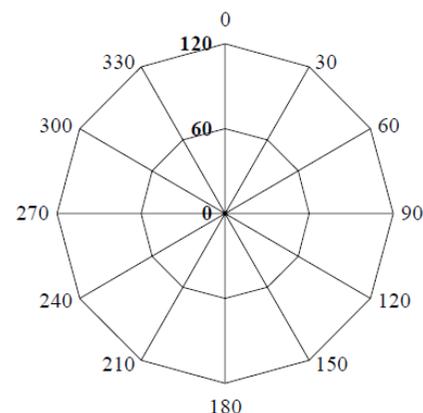
Recomenda-se ainda: direcionar o sensor para a superfície ou objetos em estudo, certificando-se que estejam contidos no ângulo sólido do sensor; certificar-se que o sensor esteja o mais próximo possível do que seria a posição dos olhos do ocupante do posto de trabalho.

Também é importante medir a luminância das paredes e iluminância do teto. Valores de luminância nas paredes laterais devem ser tomados ao nível dos olhos, enquanto sentado e em pé (1,2 e 1,8 m do chão) de uma típica e uma ou duas posições extremas (IEA, 2014).

No campo visual de ambientes de escritório, deve-se medir a luminância pontual da tela do computador em relação à luminância no ergorama e panorama de posições típicas de tarefa. O ergorama é a área localizada dentro de um ângulo de 60° da direção do campo visual central. O

panorama é a área localizada fora do ergorama dentro de um ângulo de 120° (IEA, 2014).

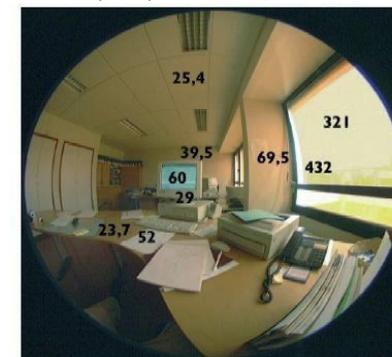
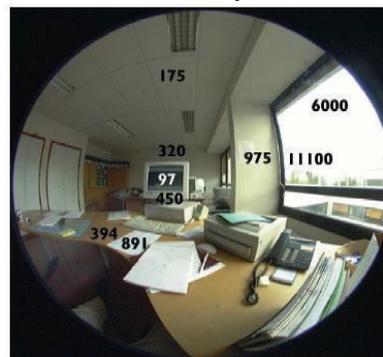
A utilização de fotografias “Olho de Peixe” facilita a visualização do campo visual, como mostra as Figuras 69 a 71:



**Figura 65:** Para medição de luminâncias no Campo Visual. Fonte: NBR ABNT 15.215 – Iluminação Natural



**Figura 66:** Fotografia “Olho de Peixe”, mostrando o ergorama (60°) e panorama (120°). Fonte: IEA, 2014



**Figura 67:** Exemplo de fotografia olho de peixe de um espaço com as medições de luminância sobrepostas. Fonte: IEA, 2014

- **Fotografia HDR**

Com foco na análise da probabilidade de ofuscamentos, atualmente o uso de técnicas digitais tem sido muito difundido no meio acadêmico, em especial a utilização de imagens de grande alcance dinâmico, ou *High Dynamic Range* (HDR). Elas permitem a análise da distribuição de luminâncias no campo visual (INANCINI E GALVIN, 2004; JACOBS, 2007; CAI, 2011).

Souza & Scarazzato (2009) afirmam que vários estudos procuraram tornar a técnica do HDR mais difundida, principalmente com a utilização de câmeras semiprofissionais, com menores custos.

A imagem HDR pode ser transformada em informações fotométricas exatas de uma escala de pixel; isolinhas de luminância; imagem de cores falsas correspondente à escala de distribuição de luminâncias; análise visual ajustando às escalas diferentes; apresentação de resultados (NASCIMENTO, 2008).

As cenas reais encontradas no nosso ambiente visual normalmente têm grande gama dinâmica entre os pontos mais brilhantes e as áreas mais escuras. As câmeras digitais, entretanto, só são capazes de capturar uma parte deste intervalo (JACOBS, 2007).

Assim, para obter uma maior precisão nas imagens, deve-se realizar tomadas de fotografias, (recomendado 5) variando a exposição múltipla

das mesmas, a fim de capturar a ampla variação de luminâncias dentro de uma cena (INANICI e GALVIN, 2004; JACOBS, 2007; DIAS, 2011).

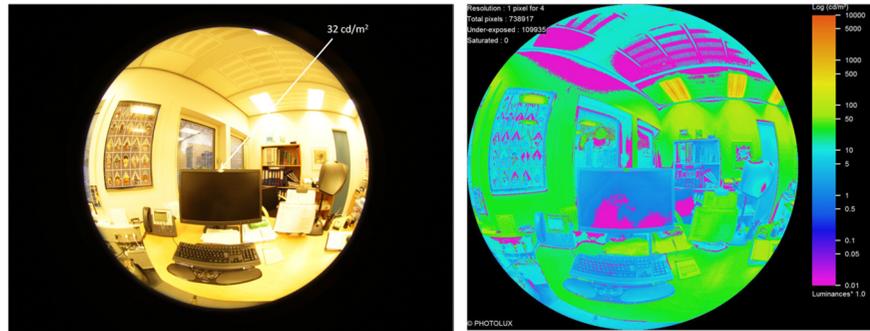
As cenas são transformadas em uma única imagem HDR, com software específico, como Adobe Photoshop, Photomatix, HDRshop, mkHDR entre outros.

A Figura 72 apresenta um exemplo do processo de compilação de várias fotografias numa única imagem HDR, e a transformação desta em dados de iluminância (*falsecolor*):



**Figura 68:** Imagem HDR (tone mapped) e imagem *Falsecolor* obtida com as 4 fotografias. Fonte: JACOBS, 2006

Também é recomendado que as imagens HDR sejam feitas com lente olho de peixe ou grande angular, em situações típicas de trabalho, capturando o campo visual (IEA, 2014), conforme Figura 73.



**Figura 69:** Fotografia HDR de uma tarefa em “Horsens Town Hall”, por Werner Osterhaus, e mapa de cores falsas de luminância na cena. Fonte: IEA, 2014

Em estudos científicos, como nas análises da distribuição das luminâncias dos espaços internos, é fundamental a calibração do equipamento fotográfico, já existindo várias pesquisas que apontam os procedimentos que envolvem a comparação com medições e uso de algoritmos (IEA, 2014, JACOBS, 2006, INANICI e GALVIN, 2004, SOUZA E SCARAZZATO, 2009).

- **Simulação Computacional**

Atualmente, destaca-se, nas pesquisas de avaliação da iluminação natural, o uso das simulações computacionais dinâmicas. Diferente das simulações estáticas, que avaliam uma determinada situação específica de dia/hora/condição de céu, as simulações dinâmicas são baseadas em

---

<sup>7</sup> O *RADIANCE* é um programa de simulação baseado no comportamento físico da luz, desenvolvido nos Estados Unidos, na Universidade da Califórnia. O programa prediz a distribuição de iluminâncias e luminâncias em edificações sob condições de céu definidas.

valores anuais (dados climáticos) e podem ser usadas como indicadores dinâmicos do comportamento da luz natural.

Dentro deste contexto, Reinhart *et al.* (2006) citam vários trabalhos que fornecem um processo de cálculo para prever a quantidade de luz natural em um ambiente e para quantificar as luminâncias e iluminâncias em determinados pontos da edificação.

Os estudos têm demonstrado que o simulador *RADIANCE*<sup>7</sup> combinado com o *Daylight Coefficient* e o Modelo de Céu de Perez calcula de forma confiante a iluminância e luminância no interior do ambiente (REINHART *et al.*, 2006).

Dentre os programas de análise da luz natural que utilizam o algoritmo do *RADIANCE*, o *DAYSIM* foi desenvolvido pelo *National Research Council Canada* (NRCC), para calcular eficientemente as iluminâncias e luminâncias internas de um ambiente no período de um ano (REINHART, 2006). O programa trabalha com dados anuais através de arquivos climáticos, que contém uma série horária de dados solares, convertendo as séries horárias em séries sub-horárias.

Possui um mecanismo baseado no método de cálculo Ray-trace largamente utilizado e aceito na avaliação de iluminação natural em edificações (WARD, 1993; DIDONÉ, 2009).

A simulação é realizada a partir de um modelo tridimensional do ambiente a ser analisado. No modelo são definidas as propriedades ópticas das superfícies, e, do arquivo climático são retirados dados como latitude, longitude e radiação. O programa permite o cálculo do *Daylight Autonomy* (DA) e *Useful Daylight Illuminance* (UDI).

Pesquisas atuais recomendam o uso do DA e UDI em substituição ao tradicional *Daylight Factor* (DF) <sup>8</sup>, mais apropriado para locais com predomínio de céu nublado (REINHART E MORRISON, 2003; NABIL & MARDALJEVIC, 2006; DIDONÉ, 2009).

O *Daylight Autonomy* (DA), ou autonomia da luz natural, é definido como uma porcentagem das horas ocupadas por ano, nas quais um nível mínimo de iluminância pode ser mantido, apenas pela iluminação natural. Avalia, portanto, a autonomia de iluminação natural (REINHART, 2010).

Um alto valor de DA não é uma garantia para a economia de energia elétrica, pois independe do sistema de iluminação artificial instalado e do tipo de controle. Além disto, este índice não permite a identificação de situações onde os níveis de iluminação são excessivamente elevados, podendo provocar efeitos adversos associados ao conforto visual e a carga térmica (DIDONÉ, 2009).

---

<sup>8</sup> O *Daylight Factor* <sup>8</sup> é a razão da iluminância exterior pela interior sob um céu encoberto e desobstruído (medido em um plano horizontal em ambos os locais e expresso como uma porcentagem de lua natural incidente), e é constante mesmo sob mudanças da luminância

O nível de iluminação utilizado pela métrica é de 500 lux e Dietrich (2006) sugere um DA mínimo de 30% para escritórios.

Já Mardaljevic (2013) aponta que 300 lux de iluminação natural seriam suficientes, em razão das vantagens e preferencias identificadas pelos usuários por este tipo de luz.

O *Useful Daylight Illuminances* (UDI), ou iluminância natural útil, é dado pela frequência da iluminância em um determinado tempo de acordo com faixas pré-estabelecidas. O índice permite verificar qual porção do ambiente possui valores úteis (nem muito baixo e nem muito altos) e qual a porcentagem de ocorrência durante um ano. Avalia o limite mínimo de 100 lux e máximo de 2.000lux, para que não possa causar ofuscamento ou ganho de calor (NABIL & MARDALJEVIC, 2006; DIDONÉ, 2009).

Na busca por um novo índice de avaliação do ofuscamento causado pela iluminação natural, Wienold & Christoffersen (2012) explicam a criação de um novo índice, o DGP (*Daylighting Glare Probability*, ver Equação 1), que se apresentou eficaz em uma grande quantidade de possíveis situações com ofuscamento. Para os autores os índices anteriores para avaliação do

absoluta do céu. Isto porque a distribuição em um céu uniforme é constante e não varia com o tempo. A constância do *DF* para uma edificação se aplica apenas para condição de céu encoberto; sob condição de céu claro, o *DF* pode variar de acordo com as mudanças de distribuição de luminância do céu e com a posição do sol (MOORE, 1991).

ofuscamento não tinham uma correlação satisfatória com a experiência que os usuários relatavam.

**Equação 1:**

$$DGP = 5.87 \cdot 10^{-5} \cdot E_v + 9.18 \cdot 10^{-2} \cdot \log\left(1 + \sum_i \frac{L_{s,i}^2 \cdot \omega_{s,i}}{E_v^{1.87} \cdot P_i^2}\right) + 0.16$$

with  $E_v$  as the vertical illuminance at eye level [lux],  $L_s$  is the luminance of the source [cd/m<sup>2</sup>],  $\omega_s$  is the solid angle of the source [sr] and  $P$  as the Guth position index [-].

O método utilizado para o desenvolvimento do DGP foi um ambiente modelo experimental, com três tipos diferentes de fachadas, duas diferentes orientações e vistas, e três diferentes sistemas de proteção solar. O DGP busca ser bem mais representativo das condições reais de escritórios, e por isso, o modelo desenvolvido é baseado em 349 casos com mais de 75 situações diferentes, em dois países. A Figura 74 apresenta os modelos de fachadas desenvolvidos para o estudo do DGP:



**Figura 70:** Ambiente Modelo Experimental, com três tipos de configurações de fachadas. Fonte: Wienold & Christoffersen (2012)

Wienold & Christoffersen (2012) indicam que no futuro, o índice deveria ser ampliado quanto a abordagem de mais sistemas de proteção solar, assim como novos parâmetros, como a qualidade da vista exterior.

Nos experimentos foi registrado uma grande quantidade de dados, contendo as medições das iluminâncias (de dentro e fora), mais de 13.000 imagens de luminâncias e respostas de um questionário bem detalhado, que permitiu analisar, por exemplo, os níveis de contrastes, as reações dos usuários quanto a janela e os dispositivos de sombreamento. A Figura 75 demonstra medições realizadas para o desenvolvimento do DGP:



**Figura 71:** Medições realizadas para desenvolvimento do DGP. Fonte: Wienold & Christoffersen (2012)

O DIVA é um plugin que integra o DAYSIM-RADIANCE/ENERGY PLUS/EVALGLARE para o software de modelagem Rhino. Com o DIVA-FOR-RHINO é possível realizar de forma simultânea avaliações térmicas, de iluminação natural, radiação solar, probabilidade de ofuscamento e eficiência energética (REINHART *et al.*, 2011). A Figura 76 apresenta resultados de luminâncias no campo visual, gerados no software DIVA:

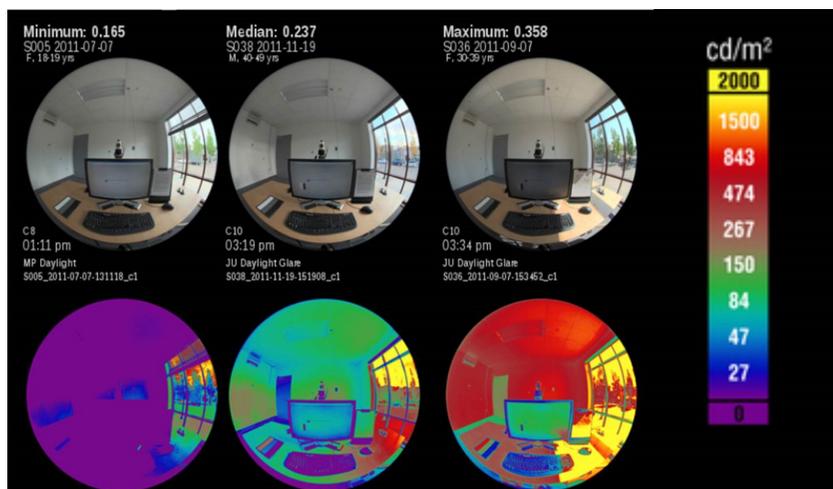


Figura 72: Avaliações geradas no DIVA  
Fonte: Wymelenberg, 2013

Com o DIVA é possível obter como resultados: *Simulations in General, Visualizations, Timelapse Images, Radiation Maps, Point-in-Time Glare, Annual Glare, Daylight Factor and Illuminance, LEED-IEQ-8.1 Compliance, Climate-Based Metrics, CHPS Simulations, Radiation Maps-Grid Based, Thermal Analysis, Load Metrics.*

Destacam-se as avaliações estáticas de ofuscamento no campo visual, obtidas pelo **Point-in-Time Glare**, onde é simulado conforto visual de uma pessoa de um ponto de vista especificado por uma câmera, utilizando o índice *Daylight Glare Probabilidade* (DGP), que considera o brilho geral no campo visual e os contrastes, conforme demonstrado na Figura 77.

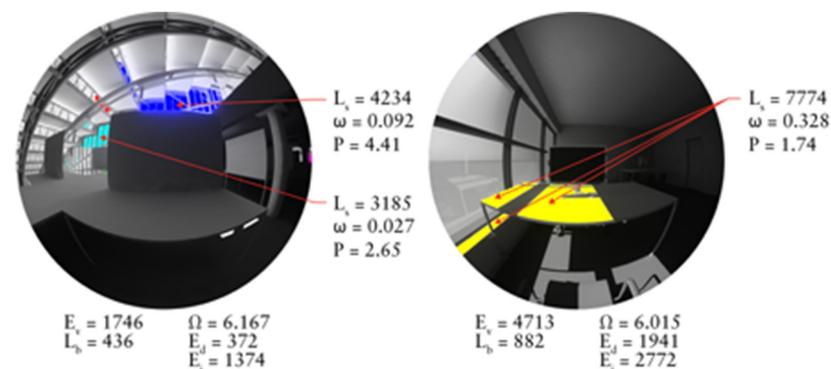


Figura 73: Avaliações geradas no DIVA (Fonte: [www. http://diva4rhino.com/](http://diva4rhino.com/))

Então, pelos resultados do *Point-in-Time Glare*, pode-se fazer análises das saturações (limites) de luminâncias e análises das proporções de contrastes adequados no campo visual.

Já o **Annual Glare**, demonstrado na Figura 78, utiliza o método semelhante ao do *Point-in-Time Glare*, mas analisa as luminâncias em cada ponto do campo visual, para todas às 8.760 horas do ano. Assim, é realizada uma previsão de conforto anual para o ambiente.



Figura 74: Exemplo de resultado do Annual Glare. (Fonte: [www. http://diva4rhino.com/](http://diva4rhino.com/))

O DIVA também possibilita a simulação da iluminação artificial, contribuindo para a reprodução mais fidedigna das situações reais; integração da luz natural e sistemas de iluminação artificial.

Com base nos métodos de avaliação do ofuscamento levantados, é importante ressaltar as vantagens e limitações, na escolha do método a ser empregado.

O uso do Luminâncímetro é dificultado pela necessidade e custo de calibração do aparelho, além da exigência de grande rigor na aplicação do procedimento de medição. Existe grande probabilidade de imprecisões, pois depende da perícia do pesquisador e do ponto exato onde está sendo feito a medição. Fornece um número limitado de dados.

Já as Imagens HDR possuem a vantagem de apresentar a precisão necessária, com o fornecimento de dados de todos os pontos do campo visual, em imagens *“false color”*. A desvantagem é o custo dos equipamentos e a dificuldade de realizar fotos em locais de trabalho, pois é necessário montar tripé e maquina na exata localização que o usuário ocupa, causando incômodos.

Muitas vezes, a movimentação de pessoas nos locais de trabalho compromete a captura das fotos, que ficam com informações diferentes, gerando resultados imprecisos. Por exemplo, quando se tira 3 ou mais fotografias em um ambiente, na mesma posição, e numa das imagens a

pessoas está numa posição e na outra se movimentou, na junção cria-se um *“efeito fantasma”*, que provoca erros nos valores de luminâncias, no resultado da compilação final.

As medições *in loco* (com luminâncímetro e imagens HDR) são sempre dificultadas pela dependência das condições de nebulosidade do dia, da predisposição dos usuários e da possibilidade de acesso aos ambientes vazios para diminuição das interferências.

Já a simulação computacional, apresenta a desvantagem da intensa e complexa capacitação necessária do pesquisador no domínio do software e de todas as implicações no fornecimento de dados, modelagem, configurações e leitura de resultados. Mas como vantagem, está o maior controle das variáveis e possibilidade de realização de maior número de experimentos, com grande geração de dados.

Para esta pesquisa, optou-se pela utilização da simulação computacional no DIVA, do Desempenho Visual (DA e UDI) e Conforto Visual (*Annual Glare e Point-in-time Glare*), utilizando o índice DGP (*Daylighting Glare Probability*).

### 3.4.2 Avaliação da Qualidade da Vista Exterior

Quanto à avaliação da qualidade da vista exterior, as pesquisas apontam que não existem muitos métodos disponíveis. O modelo psicológico e o modelo psicofísico são mais adequados para a avaliação da qualidade da vista exterior, porque eles tentam encontrar uma relação entre as características da paisagem e a preferência (HELLINGA, 2013).

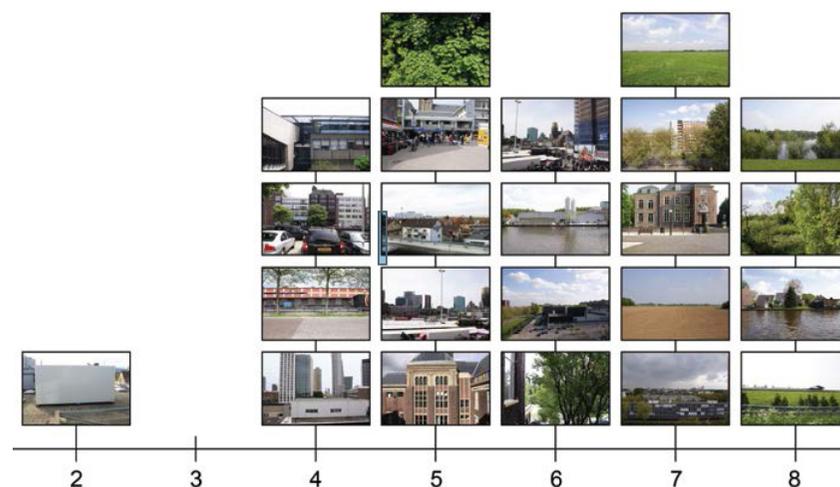
*“O modelo psicológico explora as reações cognitivas e afetivas com as paisagens e tem uma abordagem intuitiva forte. Reconhece-se a complexidade da percepção humana e considera diferentes aspectos. Já o modelo de psicofísica compara a resposta psicológica de uma cena com uma medida física. Para o projetista, este modelo é o preferido, porque combina propriedades físicas objetivamente mensuráveis”* (HELLINGA, 2013).

Foram identificados dois métodos relevantes para a identificação da Qualidade da Vista Exterior, e de forma geral, buscam avaliar o conteúdo visual, amplitude, complexidade e proporção das camadas.

- Daylighting & View (D&V) Analysis Method

Hellinga (2013) desenvolveu um método para avaliação da qualidade da vista exterior da janela, considerando diversas variáveis em ambientes de escritórios. O *D&V Analysis Method* é baseado em perguntas com pontuações referentes às variáveis definidas como determinantes.

A fim de testar a aplicabilidade do novo método para a avaliação da qualidade da vista, a pontuação obtida no questionário de análise de um ambiente é avaliada em função de um ranking de classificação de 23 fotos, conforme Figura 79.



**Figura 75:** Imagens usadas para fazer rankings da qualidade da vista, segundo preferência dos usuários. (Fonte: Hellinga, 2013)

No estudo de Hellinga (2013), trabalhadores de oito edifícios de escritório, de seis organizações diferentes na Holanda classificaram as 23 fotos. Eles foram questionados sobre o que achavam das imagens se elas fossem a visão de seu local de trabalho. A classificação das imagens variava entre (0) vista muito ruim e (10) vista muito boa.

Hellinga (2013) realizou análises com diagrama de pontos e simulações para avaliações dos impactos da condição do céu e radiação, e modelos reduzidos para validar o método. Por meio de regressão múltipla estabeleceu a relação matemática entre a Qualidade da Iluminação e a Vista Exterior.

O resultado da avaliação classificou a qualidade da vista segundo a seguinte pontuação:

- $\geq 8$  pt = alta qualidade da vista
- 5 a 7 pt = média qualidade da vista
- $\leq 4$  pt = baixa qualidade da vista

O método de avaliação da qualidade da vista proposto por Hellinga (2013) combina uma abordagem psicofísica e uma abordagem psicológica. A avaliação baseia-se, em parte, no parecer do avaliador, e por esta razão o método irá ser particularmente útil para a comparação de diferentes pontos de vista.

A autora também sugere que seja feita uma validação adicional do método para explorar a aplicabilidade em habitações, hospitais, escolas etc. São necessárias mais pesquisas para explorar se existem diferenças regionais (localidades) na avaliação da qualidade da vista, e estudar se o método pode também ser aplicável para vistas através de dispositivos de sombreamento.

Hellinga (2013) sugere que pesquisas futuras investiguem uma melhor classificação e validação do método proposto, adicionando ou removendo variáveis, e verificando se os resultados diferem muito em função do avaliador.

A Figura 80 apresenta a sequência de nove perguntas estabelecidas por Hellinga (2013) para a classificação da qualidade da vista, segundo pontuação alcançada.

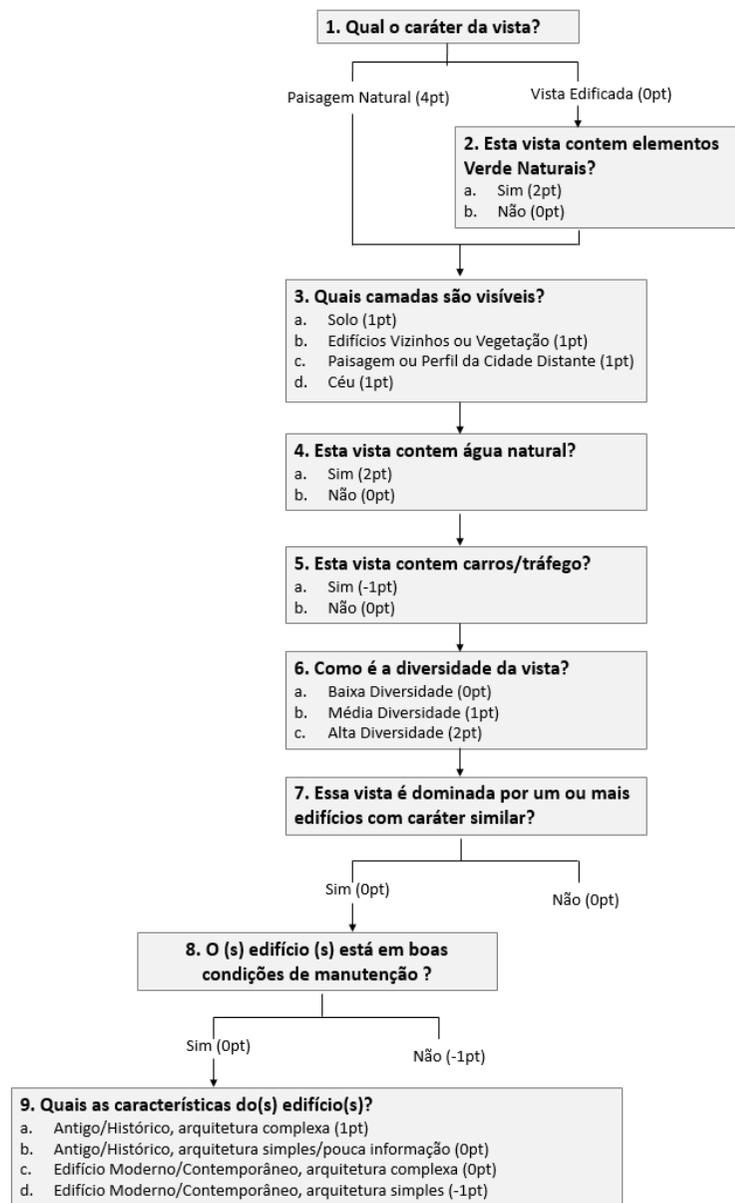


Figura 76: Classificação da Qualidade da Vista exterior (Hellinga, 2013)

▪ IEA SHC Task 50 - Monitoring protocol (versão de set/2014)

Como apresentado no item 3.3, o IEA *Technical Report T50-D3 (Monitoring protocol for lighting and daylighting retrofits, 2014)* foi estruturado para ter uma visão abrangente dos aspectos da iluminação em escritórios, utilizando diversos métodos validados para avaliar simultaneamente a eficiência energética, custo, ambiente luminoso e satisfação do usuário.

Para a avaliação da Qualidade da Vista externa, o protocolo do IEA (2014) sugere que sejam tiradas fotografias a partir de posições importantes e que sejam feitas pequenas descrições da cena vista através da janela.

A largura da vista deve ser registrada com a ajuda de fotografia olho de peixe e a distância aproximada (profundidade) da visão deve ser calculada, com base em desenhos de cortes do edifício e entorno imediato. A distância é medida em relação ao elemento da paisagem mais distante (montanha, edifício alto, etc.)

Além disso, o número de camadas presentes na vista deve ser observado, sendo que as vistas preferíveis contêm três: a camada do céu, da paisagem e do solo. A qualidade da vista é avaliada segundo a CEN WG11 *Daylighting*, que propõem os parâmetros apresentados na Tabela 2:

**Tabela 2:** Parâmetros Quantitativos da qualidade da Vista Exterior.

Parâmetro	Insuficiente	Suficiente	Bom	Excelente
<b>Largura da janela de visualização</b>	< 14°	> 14°	> 28°	> 54°
<b>Distância da vista</b>	< 6 m	> 6 m	> 20 m	> 50 m
<b>Número de camadas:</b> - céu - paisagem (urbana e natural) - solo	Apenas céu ou apenas solo	Camada com paisagem é incluída	Mínimo das camadas é incluído	Tudo das camadas é incluído
<b>Informações Ambientais:</b> - <b>localização</b> (orientação sobre a água, alimentação, calor, luz solar, rotas de fuga, destino) - <b>horário</b> (condições ambientais que se relacionam com os nossos relógios biológicos) - <b>clima</b> (necessidade de roupas, a necessidade de abrigo, de aquecimento / resfriamento, oportunidades para banho de sol) - <b>natureza</b> (a presença de árvores, plantas e animais) - <b>pessoas</b> (a presença de pessoas e suas atividades)	Horário e clima	Horário, clima e localização	Horário, clima, localização e natureza ou pessoas	Todos

Devem ser feitas avaliações de pelo menos três posições: meio do ambiente, posto de trabalho típico e posto de trabalho mais distante da janela.

Uma boa visão deve ter uma largura maior do que 28°, a distância maior do que 20m deve incluir duas camadas no mínimo e garantir o acesso às seguintes informações: tempo, clima, localização e um dos seguintes: a natureza e as pessoas.

Os parâmetros qualitativos são mais difíceis de serem medidos e documentados. O protocolo reconhece que os pontos de vista naturais são preferidos em relação às vistas urbanas, sendo uma das conclusões mais reafirmadas na literatura, e visto no referencial teórico desta pesquisa. (TUAYCHAROEN, 2006; HELLINGA, 2013; IEA, 2014).

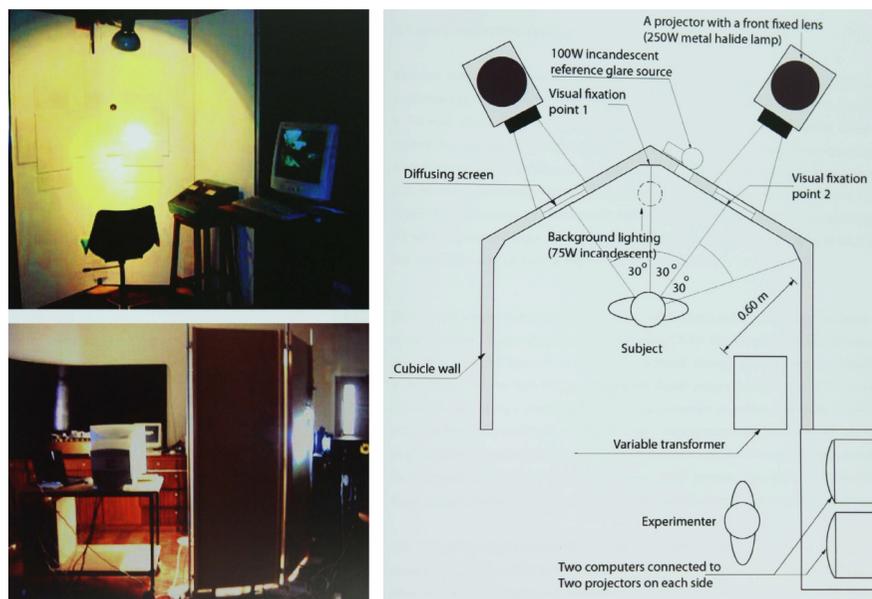
Segundo o Protocolo (IEA, 2014), provavelmente, o parâmetro mais importante da qualidade da vista é a qualidade do motivo (tema) ou a paisagem percebida pelo usuário. Esta é uma medida subjetiva, mas algumas descrições gerais podem ser encontradas na literatura.

Por exemplo, cita que Herzog e Shier (2000, apud IEA, 2014) encontraram uma correlação positiva entre complexidade e preferência, o efeito foi mais forte para edifícios antigos do que para os contemporâneos. Em outro estudo a manutenção de edifícios e elementos naturais foi encontrada como um fator positivo forte por Herzog e Gale (1996, apud IEA, 2014).

A norma EN 14501:2005 proporciona orientações para analisar o contato visual com o exterior, especialmente nas situações em que existe um sistema de sombreamento nas janelas, recomendado pelo protocolo (IEA, 2014).

- Estudos Controlados da Qualidade da Vista em Laboratórios

O estudo de Tuaycharoen (2006) buscou relacionar o Ofuscamento e a Qualidade da Vista e para isso realizou avaliações controladas em laboratório. Foram desenvolvidos três experimentos, conforme Figura 81, utilizando imagens projetadas em monitores, com o controle do brilho das imagens e alteração dos elementos da vista (água, céu, edifícios, etc.).



**Figura 77:** Pesquisa realizada em laboratório com a relação do ofuscamento e vista

Semelhantemente, Shin *et al.* (2012) estudaram a relação da qualidade da vista e ofuscamento em experimento controlado em laboratório. Participaram do experimento 48 indivíduos (24 homens, 24 mulheres), estudantes universitários, entre 20 e 32 anos. Utilizaram imagens de referência, exemplificadas na Figura 82, que apresentavam diversidade em camadas e elementos, além de amplitudes diferentes.

	Natural land	Natural river	Man made	Mixed land	Mixed river
distant					
Near					

**Figura 78:** Imagens utilizadas em experimento laboratorial Shin *et al.* (2012)

Foi desenvolvida uma janela artificial (120 x 120cm), por onde a pessoa simulava a vista exterior, com variações de luminâncias de 0 a 15.000 cd/m<sup>2</sup>, conforme apresentado na Figura 83.



**Figura 79:** Realização de experimento laboratorial para avaliação da qualidade da vista e ofuscamento (SHIN *et al.*, 2012).

Os métodos de avaliação em laboratório apresentaram limitações referentes à diversidade de situações possíveis em relação à janela; os indivíduos não tinham relação de permanência e vivência com o ambiente de análise e não estavam executando atividades/tarefas; não foram alteradas a posição e distância em relação à vista.

Por estas razões, para esta tese optou-se por avaliar tecnicamente a qualidade da vista exterior pelo método de Hellinga (2013) e do IEA (2014), para comparação com a satisfação do usuário quanto à vista exterior de ambientes reais, avaliada por questionário.

# capítulo IV:

## Método da Pesquisa

### Objetivo do capítulo:

- ✓ Este quarto capítulo apresenta método da pesquisa, com detalhamento das etapas, desde a definição do conceito de Qualidade de Iluminação adotada, com o Recorte e Delimitação da Pesquisa, a Classificação da Pesquisa e a Sistematização do Multimétodo.

### Estrutura do capítulo:



- ✓ Em função da complexidade de análise, e principalmente, a impossibilidade de avaliações de ambientes reais em outras cidades, a pesquisa limitou-se a avaliações em Brasília (simulações e levantamentos de campo). Outros recortes da pesquisa referem-se à tipologia das edificações (escritórios open space), o tipo de ambiente (com abertura lateral, janela) e à avaliação pelo usuário, que está relacionado na tese à satisfação com a qualidade da vista externa e percepção de ofuscamento.

- ✓ **Natureza Aplicada:** busca gerar conhecimento para aplicação prática e dirigida à solução de problemas específicos.
- ✓ **Pesquisa Descritiva:** pois visa determinar as características de determinado fenômeno, estabelecendo relações entre variáveis.
- ✓ **Procedimento Multimétodo:** etapas de definição de Qualidade da Iluminação e Variáveis de Estudo; condições para seleção dos Objetos de Estudo; definição do método de avaliações técnicas, avaliações com o usuário e análise estatística.

- ✓ **Multimétodo da pesquisa:** com a sistematização dos procedimentos necessários para alcançar os objetivos propostos, em seis grandes etapas: Definição de Qualidade da Iluminação e Variáveis de Estudo; Pré-teste de métodos (Protocolo IEA); Definição das Condições para Seleção dos Objetos de Estudo; Aplicação dos Métodos de Avaliações Técnicas; Aplicação dos Métodos de Avaliações pelos Usuários; Análise Estatística

#### 4.1. Recorte e Delimitação da Pesquisa

A pesquisa tinha a intenção primária de realizar uma avaliação abrangente da realidade brasileira, quanto à relação da satisfação com a qualidade da vista externa e a percepção de ofuscamento, tendo sido escolhidas inicialmente três cidades representativas de latitudes e condições de céu: Brasília, Florianópolis e Belém. Mas, em função da complexidade de análise, e principalmente, a impossibilidade de avaliações de ambientes reais em outras cidades, a pesquisa limitou-se a avaliações em Brasília (simulações e levantamentos de campo).

Outros recortes da pesquisa referem-se à tipologia das edificações (escritórios *open space*), o tipo de ambiente (com abertura lateral, janela) e à avaliação pelo usuário, que está relacionado na tese à satisfação com a qualidade da vista externa e percepção de ofuscamento.

Com base no referencial teórico e metodológico, percebe-se a complexa interação entre as variáveis que influenciam na qualidade da iluminação natural, independentes (ambientais, do espaço interno e humanas) e dependentes (desempenho visual, conforto visual, qualidade da vista, eficiência energética e satisfação), em escalas de atuação distintas.

A partir disso, foi sistematizada essa rede de influências, deixando clara a delimitação da pesquisa quanto à relação entre a satisfação do usuário com a vista exterior e como esta influencia no Conforto Visual, em particular, na

probabilidade de ofuscamento. A Figura 84 apresenta a delimitação feita para a pesquisa:

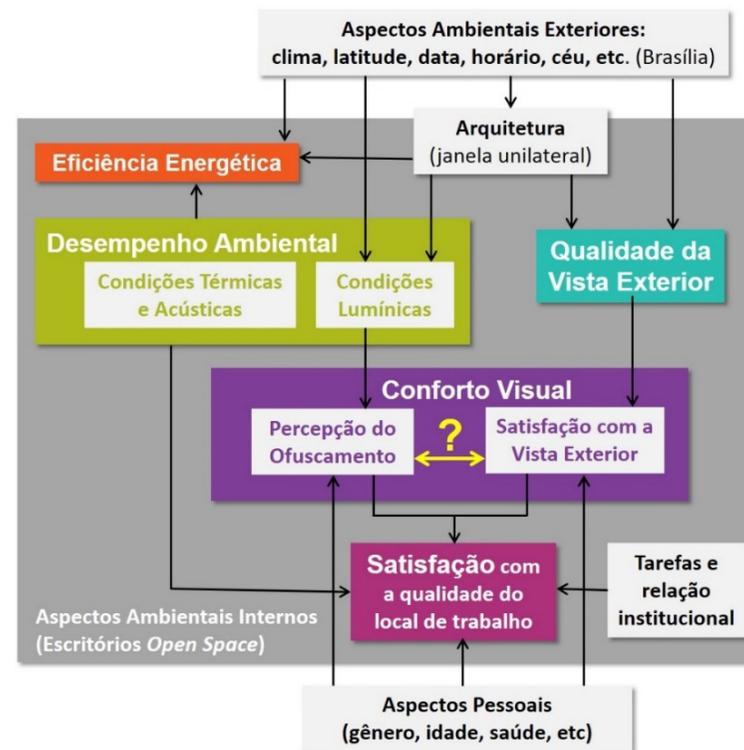


Figura 80: Delimitação da pesquisa, a partir das relações de influência simultânea entre as variáveis da Qualidade da Iluminação Natural (Elaborada pela Autora)

## 4.2. Classificação da Pesquisa

Para a classificação da pesquisa, foi utilizado o padrão estabelecido por Gil (1999). Segundo o autor, a tese pode ser classificada como de natureza aplicada, pois busca gerar conhecimento para aplicação prática e dirigida à solução de problemas específicos. Ou seja, os resultados da tese buscam contribuir para a fase inicial de projeto, identificando a influência da satisfação do usuário com a qualidade da vista externa na percepção do ofuscamento em escritórios.

Já quanto aos seus objetivos, é classificada como uma pesquisa descritiva, pois visa determinar as características de determinado fenômeno, estabelecendo relações entre variáveis.

A tese pode ser definida, em relação aos seus procedimentos, como multimétodos, por combinar dois tipos de métodos de avaliação:

- Métodos do Tipo 1 (Avaliação pelo Usuário), por meio de dois Questionários, que geram dados de caráter qualitativo:
  - a) Questionário 1: presencial, com intuito de realizar uma avaliação direta das condições reais dos ambientes e
  - b) Questionário 2: *online*, para avaliação da preferência do brasileiro em relação à qualidade da vista.
- Métodos do Tipo 2 (Avaliação Técnica), que geram dados quantitativos:

- c) Avaliação de Iluminação Natural: com simulações computacionais no software DIVA, com avaliação do desempenho visual (*Daylight Autonomy-DA*, *Useful Daylight Illuminance-UDI*) e conforto visual (*Annual Glare* e *Point-in-Time Glare*), que permite um estudo controlado das variáveis e
- d) Classificação das vistas: por métodos validados (IEA, 2014 e HELLINGA, 2013).

A importância e justificativa desta combinação quanti-qualitativa pode ser ressaltada em função dos seguintes aspectos: (Gil, 1999)

- A pesquisa quantitativa pode servir como fonte de hipóteses a serem testadas pela pesquisa qualitativa;
- A pesquisa qualitativa pode facilitar a interpretação de relações entre variáveis, principalmente na solução de questões socioambientais;
- Estudos qualitativos contribuem para a construção de instrumentos de coleta e avaliação quantitativos adequados;
- A abordagem qualitativa pode facilitar a definição de escalas e índices para as pesquisas quantitativas.

### 4.3. Sistematização do Multimétodo

Em relação ao referencial teórico (Capítulos I e II) e metodológico (Capítulo III) apresentados, algumas considerações são feitas para a sistematização dos métodos da pesquisa:

- A abordagem quantitativa deve ser o início básico dos estudos, e torna-se crucial a definição dos parâmetros e critérios segundo seus propósitos específicos (GALASIU & VEITCH, 2006).
- A avaliação apenas da incidência de luz nas superfícies não é adequada (iluminâncias na tarefa), uma vez que a percepção do espaço se dá pelo campo visual (BAKER *et al.*, 1993).
- A avaliação de iluminâncias em um escritório é importante no desempenho visual apenas quando os níveis estão muito baixos. Atualmente os usuários de escritórios executam suas atividades muito mais tempo no plano vertical (telas de computador), sendo mais coerente as avaliações de luminâncias no plano vertical (campo visual) (VEITCH & NEWSHAM, 1996).
- É necessário o uso de métodos da psicologia para a avaliação qualitativa da luz, com estudo da satisfação das pessoas quanto aos níveis e critérios estabelecidos em normas e diretrizes técnicas (VEITCH & NEWSHAM, 1996).

- No caso de escritórios, o ofuscamento causado pela visão direta da janela, reflexões e brilhos na tela do computador e aquecimento são apontados com os aspectos mais problemáticos (BODART & DENEYER, 2004; NISSOLA, 2005; KIM & KIM, 2012).
- Em ambientes com iluminação natural, a tolerância à não uniformidade da luz parece ser maior do que em ambientes iluminados apenas por luz artificial (VEITCH & NEWSHAM, 1996; DUBOIS, 2001).
- Atualmente o índice mais confiável para avaliação do Ofuscamento pela Iluminação Natural é o Daylight Glare Probability (DGP) (REINHART, 2010).
- Os índices de ofuscamento atuais poderiam ser melhorados pela adição de informações sobre o interesse quanto a qualidade da vista e percepção do usuário (HELINGA, 2013).

Neste sentido, a abordagem qualitativa dos estudos de iluminação aponta para investigações que integrem diferentes campos de atuação (multidisciplinar e multimétodos), em especial, com Estudos Pessoa-Ambiente (EPA), na busca de identificação da percepção do usuário.

A opção desta tese pela investigação de ambientes reais considera as limitações e desafios inerentes deste tipo de estudo, em especial, a dificuldade de controle das variáveis e de generalização dos resultados.

Mas justifica-se por entender que a experiência diária do usuário o torna um avaliador balizado e também independente;

As duas variáveis de estudo (ofuscamento e qualidade da vista exterior) serão avaliadas dentro de uma abordagem complementar entre as avaliações técnicas [simulações computacionais no software DIVA e classificação da qualidade da vista exterior segundo IEA (2014) e Hellinga (2013)] e a avaliação pelos usuários (questionários).

Assim, foi possível organizar o multimétodo da pesquisa, com a sistematização dos procedimentos necessários para alcançar os objetivos propostos, com uma estrutura organizada em seis grandes etapas detalhadas a seguir e apresentadas na Figura 85:

## sistematização do método da tese

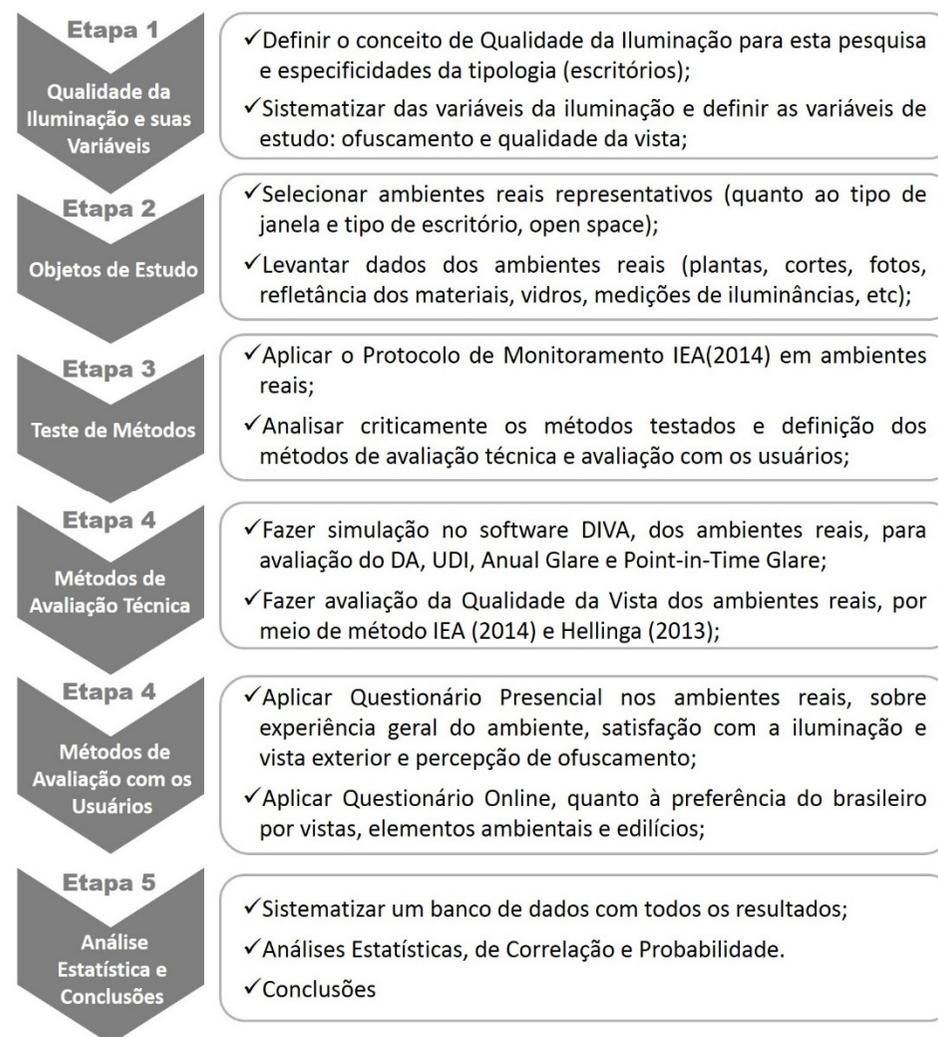


Figura 81: Sistematização do Multimétodo da Tese

### **Etapa1: Definição de Qualidade da Iluminação e Variáveis de Estudo**

Em relação ao referencial teórico estudado (Capítulo I e II), em especial sobre os aspectos quantitativos e qualitativos da iluminação, é claro que existem várias lacunas importantes para pesquisas, especialmente para a realidade brasileira. Estudos de grande escala, concentrando-se na comparação entre os índices normativos, simulações computacionais, medições em edifícios reais e percepção dos usuários se destacam de forma relevante.

Percebe-se que o conceito de Qualidade da Iluminação é complexo e que ainda não há consenso na literatura, principalmente porque algumas pesquisas integram a iluminação natural e artificial, enquanto outras dão prioridade para uma delas.

Em função dos objetivos dessa pesquisa, foi necessário estabelecer o conceito de Qualidade da Iluminação Natural adotado, em especial, definindo parâmetros e critérios específicos.

As discussões quanto a Qualidade da Iluminação são abrangentes e complexas, pela necessidade de avaliação concomitante de grande número de aspectos, tanto da iluminação natural quanto artificial (DEHOFF, 2010a).

Com base na revisão de literatura, em especial na abordagem adotada por Veitch & Newsham (1996), pela IESNA (2000) e Dehoff (2010a), para esta pesquisa, o conceito de Qualidade da Iluminação Natural, ilustrado na

Figura 86, está relacionado à avaliação concomitante de cinco aspectos específicos:

- 1) Desempenho Visual
- 2) Conforto Visual
- 3) Qualidade da Vista Externa
- 4) Eficiência Energética
- 5) Satisfação do Usuário.



**Figura 82:** Conceito de Qualidade da Iluminação adotado nesta Tese.  
(Fonte: Elaborada pela Autora)

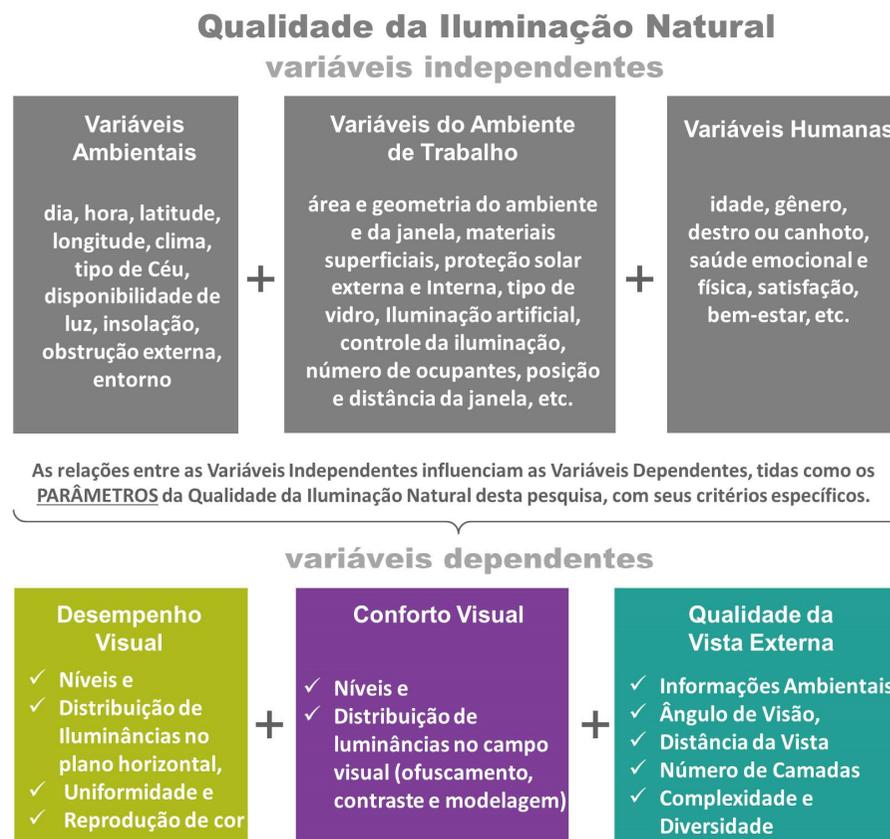
Apesar dos cinco aspectos da Qualidade da Iluminação, a depender da abordagem, cada pesquisa dará um peso maior ou menor em função dos objetivos específicos. No caso desta tese, o foco está na avaliação do

Conforto Visual (probabilidade de ofuscamento no campo visual) e na Qualidade da Vista Externa.

O Desempenho Visual (condições mínimas de iluminâncias para execução das tarefas) é adotado como premissa básica para escolha dos ambientes de estudo. Já a Satisfação do Usuário é abordada no método de avaliação, para inserir a percepção do usuário na identificação do problema. A Eficiência Energética não é abordada nessa pesquisa.

A estruturação dos parâmetros e das variáveis da pesquisa passou então a considerar essa abordagem específica. Entende-se que a relação simultânea entre os aspectos ambientais, do entorno, do espaço interno e do indivíduo interferem na qualidade da iluminação natural, e, portanto, são entendidos como variáveis independentes. A investigação da qualidade da iluminação natural deve partir dos estudos destas variáveis independentes e suas relações.

Sinteticamente pode-se estruturar o conceito geral da qualidade de iluminação natural adotado na pesquisa, segundo a Figura 87:



**Figura 83:** Síntese da abordagem da Qualidade da Iluminação Natural adotada na tese

A partir desse conceito, percebe-se que diversos são os fatores que influenciam na Qualidade da Iluminação Natural de um escritório, e destacam-se as Variáveis Ambientais (dia e Hora, latitude e longitude, clima, tipo de Céu, disponibilidade de luz, insolação, orientação, obstrução externa, vista externa, etc.), Variáveis do Espaço de Trabalho (área e

geometria do ambiente e da janela, materiais superficiais, proteção solar externa e Interna, tipo de vidro, Iluminação artificial, controle da iluminação, número de ocupantes, posição e distância da janela, etc.), e as Variáveis Humanas (idade, gênero, destro ou canhoto, saúde emocional e física, satisfação, bem-estar, etc.).

A partir destas variáveis e dos objetivos desta pesquisa, delimitou-se as variáveis de estudo, conforme apresentado na Figura 88. Isto porque quanto mais variáveis, mais complexa é a pesquisa em relação aos métodos necessários, o controle do experimento em ambientes reais e a quantidade de dados gerados.

Assim, na tese, as variáveis de estudo foram restritas à cidade de Brasília (latitude e longitude, clima, tipo de céu e disponibilidade de luz), características da janela (tipo de janela, percentual de abertura, orientação e proteção solar) e da qualidade da vista exterior (informações ambientais, ângulo de visão, distância da vista, número de camadas, complexidade e diversidade.)

Dessa forma, os ambientes reais, objetos de estudo, foram selecionados em função das características de suas janelas, para que fosse possível avaliar a influência da satisfação com a vista em relação à percepção de ofuscamento.



**Figura 84:** Recorte da Pesquisa: Definição das Variáveis de Estudo, dentro do conceito de Qualidade da Iluminação Natural adotado na tese

Para definição dos métodos de análise, foi necessária uma etapa de teste de procedimentos de medição em ambientes reais, como visto no próximo item.

## **Etapa 2: Pré-teste de métodos (Protocolo IEA)**

A primeira etapa para definição dos métodos de avaliação da tese foi a realização de monitoramento segundo Protocolo IEA (2014) SHC Technical Report T50-D3 (*Monitoring protocol for lighting and daylighting retrofits*).

O protocolo propõe a aplicação simultânea de diversos métodos para medições em ambiente reais, com o objetivo principal de comparar o desempenho antes e depois do retrofit.

A equipe do LACAM/FAU/UnB aplicou o monitoramento mínimo estabelecido pelo protocolo para avaliação de dois edifícios: o Tribunal de Justiça do Distrito Federal e Territórios (TJDFT) e Ministério de Meio Ambiente (MMA).

Para esta tese, a aplicação do protocolo teve o objetivo de verificar na prática os diversos métodos propostos para medições em ambiente reais, assim como sua aplicabilidade, domínio da técnica, replicação e repetição dos procedimentos, tempo e aceitação por parte dos usuários.

No protocolo são estabelecidas condições específicas para cada parâmetro e as análises baseiam-se em referências normativas ou teóricas validadas para avaliação da Eficiência Energética, Ambiente Luminoso e Satisfação do Usuário, conforme apresentado pelo Quadro 9:

**Quadro 9:** Sistematização dos Procedimentos de Monitoramento

<b>Eficiência energética</b>	
Quando monitorar?	Durante os dias de medição da qualidade da iluminação
Parâmetros: O que monitorar? Iluminação elétrica	- Uso do espaço, Área total do espaço, Dados do sistema e projeto de iluminação existente, Condições de operação
Referências p/ Análise	- EN 15193-1:2014 (Cálculo do LENI)
<b>Ambiente Luminoso</b>	
Tempo: quando monitorar?	3 vezes por dia (manhã ou tarde, meio dia, noite) - Dia nublado e Dia claro no equinócio (+- 1 mês)
Parâmetros: O que monitorar? Distribuição	- Refletância das superfícies; Transmitância luminosa do vidro; Luminâncias: Lwall, Lceiling, Lcomputer, Ergorama (Lergo), Panorama (Lpano); Fotografia “olho de peixe” HDR; Luminância de superfície de referência cinza, eventualmente iluminada
Iluminância	- Iluminância global exterior horizontal (Ehg) - Iluminância difusa horizontal exterior (Ehd) - Iluminância vertical do céu (Evgs) - Iluminância horizontal na tarefa (Etask) -- Exitância média das superfícies do ambiente (Mrs)
Ofuscamento	- Observações (padrões de insolação, áreas de iluminância excessiva, reflexos); Fotografia HDR olho de peixe; Luminância da superfície cinza de referência; Iluminância na vertical Evertical eye (quando lentes olho de peixe não estão disponíveis); Detecção de reflexões veladas
Direcionalidade	- Fotografia HDR de uma esfera branca perfeitamente difusora em ambos os lados; Detecção de sombras
Cor	- Temperatura de cor correlata (lâmpadas, etc); Informações técnicas sobre o sistema de iluminação instalado; Cor das superfícies
Cintilância (lâmpadas piscando)	- Observações; Detecção com dispositivo de celular; Informações técnicas sobre o sistema de iluminação
Vista	- Fotografias da vista principal a partir de posições importantes e descrição da cena vista

	- Proporção área de vidro x área de piso e área de vidro x área das paredes internas
Referências p/ Análise	- EN 12464-1 2011, CIBSE 1997 IESNA 2000; CIBSE 1984; CEN WG11; EN 14501:2005
Satisfação do Usuário	
Quantos usuários são necessários?	>15 usuários habituais do espaço > 1 especialista em iluminação
Tempo: quando monitorar?	Durante a avaliação de ambiente luminoso
Parâmetros: O que monitorar? Experiência do Usuário	- Questionário Geral e Entrevistas
Opinião do Especialista	- Laudo
Referências p/ Análise	Richard Küller ; Kelly R. et al

Percebe-se que mesmo o monitoramento mínimo proposto é um processo complexo, que exige grande disponibilização de recursos (equipamentos, equipe de especialistas, tempo, etc.).

O monitoramento é dividido em três etapas principais:

- 1) Escolha do edifício a ser analisado, contendo ambientes com condições distintas, que permitam avaliar a adaptabilidade dos procedimentos e critérios propostos.
- 2) Monitoramento do edifício, em três horários do dia (9, 12 e 15h) realizando medições de iluminância, luminância, direcionalidade, ofuscamento e aplicação de questionários com os usuários.
- 3) Análise e comparação dos resultados obtidos com referências estabelecidas no Protocolo em relação ao Ambiente Luminoso e Satisfação do Usuário.

As medições foram realizadas em duas condições: com as persianas abertas e luz artificial desligada; e na condição real de uso da iluminação do

ambiente, com a iluminação artificial ligada e, em alguns casos, com as persianas fechadas. Foram feitas também medições noturnas, somente com luz artificial.

As medições de luminâncias no campo visual vertical foram realizadas com o luminômetro, marca Konica Minolta, modelo LS-100 (calibrado), em posições típicas do usuário e posições extremas para cada ambiente. Foram utilizadas fotografias “Olho de Peixe” para marcação das luminâncias, conforme demonstrado pela Figura 89:

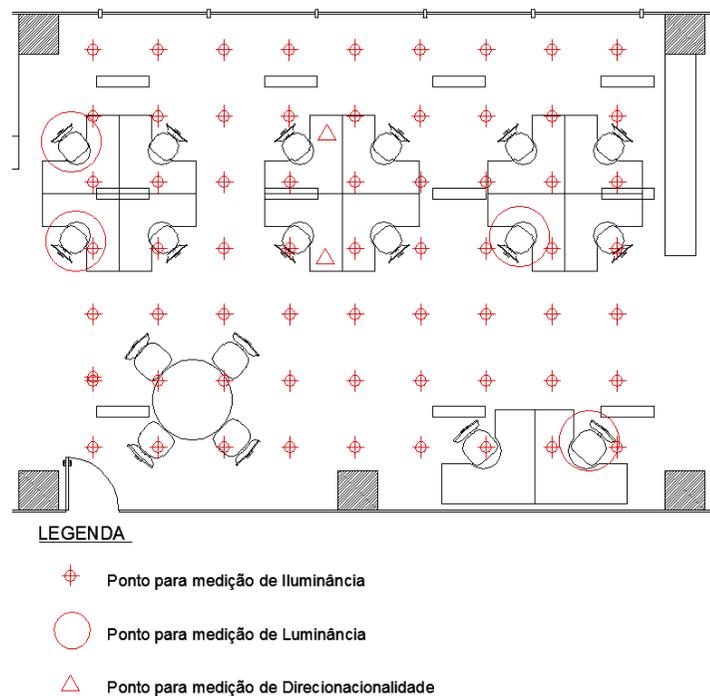


**Figura 85:** Exemplo de fotografia Olho de Peixe com marcação das luminâncias medidas por luminômetro no MMA.

Também foram feitas fotografias HDR no momento da aplicação dos questionários com os usuários, para identificar a existência de ofuscamento.

Foram realizadas medições de iluminância horizontal interna e externa, utilizando-se o luxímetro marca Konica Minolta, modelo T10 (calibrado). Os

pontos de medição da iluminância interna foram determinados por uma malha de pontos na área de trabalho (1 x 1m), conforme Figura 90:



**Figura 86:** Planta Baixa de ambiente do MMA, com marcação de pontos de medição

Os questionários aplicados são autoaplicativos, ou seja, foram entregues aos respondentes para que eles mesmos preenchessem sozinhos. A estrutura do questionário divide-se em três partes principais (Satisfação geral com os aspectos do ambiente; Informações adicionais sobre a situação atual; Dados pessoais) e subtópicos.

Algumas perguntas e opções de respostas foram adaptadas para facilitar a escolha do usuário, que não está familiarizado com termos técnicos de iluminação. Assim, buscou-se por uma linguagem mais simples e agrupamentos das perguntas por assunto. Sendo assim, houve uma adaptação do questionário inicial do IEA para o que foi aplicado no local de medição (MMA).

Para atingir o número mínimo de respondentes, foram entregues questionários em 20 ambientes do 6º e 7º pavimento. A expectativa inicial era de 120 respondentes, requerida no protocolo, porém obteve-se 90 respondentes no total.

Numa avaliação específica do protocolo, algumas observações importantes devem ser feitas. Primeiramente a aplicação simultânea de procedimentos, comparando avaliações técnicas e a satisfação dos usuários, é um grande mérito do protocolo, principalmente por integrar o estudo da luz artificial e natural.

Grande foi o esforço da equipe do IEA (2014) na seleção de métodos validados (na área de iluminação e psicologia) e na compilação de pesquisas e normas importantes na área. Isso permitiu uma maior segurança nos resultados, com diminuição de incertezas e erros. Além disso, com a utilização de um mesmo padrão é possível comparar os resultados de diversas realidades no mundo.

O monitoramento realizado pelo LACAM/FAU/UnB atualmente é o único no Brasil a gerar resultados para este estudo específico do IEA (2014). Como sugestões de melhoria foram apontadas a necessidade de simplificação de certos procedimentos e inclusão de avaliações de radiação direta em função da orientação das fachadas.

A aplicação dos vários métodos foi importante para verificar que a medição em vários horários do dia atrapalha as atividades dos usuários, além de ter diminuído de forma significativa o número de respondentes. Mas, o monitoramento nos dois edifícios foi importante para a definição dos métodos da tese, a partir das seguintes conclusões:

1) *Sobre medições de Luminâncias no Campo Visual:*

A medição com o luminômetro apresentou como principal dificuldade o fato de depender do ponto exato onde cada pesquisador captura o nível de luminância no campo visual. Mesmo tendo sido desenhado e marcado o ponto para medição, não foi possível assegurar coerência em todas as medições, principalmente quando feitas por pesquisadores diferentes.

Apesar das fotografias HDR apresentarem vantagens, conforme apresentadas na metodologia (item 3.4.1 do Capítulo III), para esta pesquisa, os resultados foram descartados, pois a coleta não conseguiu atender a sistemática necessária. Assim, os dados gerados foram imprecisos e não confiáveis, e, portanto, não utilizados. Isto porque para a

elaboração das imagens HDR são necessárias cinco fotos, no mesmo ponto de vista, com exposições diferentes. Como os ambientes avaliados são locais de trabalho, onde os usuários estão exercendo suas atividades, na maioria das situações era inviável fotografar com ausência de pessoas se locomovendo nas fotos.

Assim, as imagens compiladas apresentaram diferenças, causando um efeito “*fantasma*”, o que na transformação em *false color*, geram erros nos níveis de luminâncias.

Outra limitação do uso de fotografias HDR e medições com o luminômetro foi a disponibilidade do usuário para responder o questionário, assim como de autorização para acesso às salas. A intenção era fazer as fotografias HDR e medições com luminômetro no momento em que o usuário estivesse respondendo ao questionário, mas isso não aconteceu, uma vez, em função dos horários e das atividades em desenvolvimento no momento, os usuários tinham ou não disponibilidade.

Assim, os questionários foram respondidos em horários distintos, e por isso, as imagens HDR e medições com luminômetro não estavam representativas do momento de resposta do usuário, e nem do momento mais crítico de ofuscamento. A adoção de simulações dinâmicas anuais e do horário mais crítico do dia em que responderam o questionário, procurou trazer mais representatividade para os dados gerados, com melhor comparação.

### 2) Sobre medições de iluminâncias no plano horizontal:

O protocolo determinava inicialmente a marcação da malha de pontos, de 1 em 1 m, para medição das iluminâncias com luxímetro, em três horários diferentes (9, 12 e 15h). Tal procedimento foi muito complexo em função do tempo gasto para marcação da malha no chão e mobiliário e incômodos causados aos usuários pela repetição das medições.

Outra dificuldade foi o fato de que a malha marcada com fita crepe no piso e nas mesas de trabalho, em diversas situações foi perdida ou retirada pelos usuários, o que causava atrasos e retrabalhos.

Tal fato foi relatado também por outras equipes que aplicavam o monitoramento, o que causou a alteração do procedimento, para medição apenas de uma linha de pontos, no meio da sala e de todas as iluminâncias nas mesas de trabalho, o mais importante na avaliação do desempenho visual.

### 3) Sobre medições os questionários:

Quanto ao questionário do protocolo aplicado, percebe-se que existe uma quantidade grande de perguntas (ao todo 36), o que desestimulou a participação dos usuários, principalmente porque este se encontra em horário de trabalho.

Por mais que se tenha tentado adaptar o questionário para uma linguagem menos técnica, o usuário ainda sentiu dificuldade com alguns termos e em alguns momentos acreditou que determinadas perguntas eram as mesmas.

Inicialmente o protocolo exigia a aplicação de questionário nos três horários do dia (9, 12 e 15h), o que se apresentou como um grande problema para os usuários, por atrapalhar suas atividades. Tal fato foi determinante para a redução no número de questionários entregues.

Portanto, para os métodos da tese, a partir do monitoramento pelo protocolo do IEA (2014), utilizado como pré-teste, foram estabelecidos:

- Para garantir que os ambientes avaliados pela tese tenham desempenho visual mínimo, e que problemas com níveis de iluminâncias não interferissem na avaliação do Conforto Visual, adotou-se a medição de iluminâncias nas mesas de trabalho, com as condições reais do desenvolvimento das atividades (luz natural e artificial);
- Em função das limitações apontadas, foi estabelecida que as avaliações de conforto visual passassem a ser feitas por meio de simulações computacionais dinâmicas (no software DIVA-FOR-RHINO), considerando todas as horas do ano (*Annual Glare*) e os dias das medições, nos horários mais críticos (*Point-in-time- Glare*).
- Necessidade de diminuir a quantidade de perguntas do questionário e simplificação dos termos técnicos.

Após a aplicação do protocolo e análise crítica da viabilidade e aplicabilidade dos métodos aos objetivos da tese, a próxima etapa é a determinação das condições para Seleção dos Objetos de Estudo.

### **Etapa 3: Definição das Condições para Seleção dos Objetos de Estudo**

Numa pesquisa de campo, isolar e controlar as variáveis são processos complexos, e por isso, a escolha dos objetos de estudo deve ser criteriosa, justamente para que os casos estudados não tenham muitos problemas que interfiram na visibilidade do foco do estudo.

A seleção dos ambientes pautou-se principalmente na possibilidade de comparação dos resultados e na representatividade dos modelos. É importante definir uma amostra significativa, que de fato represente os objetivos da pesquisa.

Para fazer comparação dos resultados dos ambientes reais é importante que a amostra não tenha muitos resultados diferentes em muitas variáveis. Caso isso ocorra, é complexa a comparação de tantos dados diferentes, além do que impossibilita ter clareza quanto ao aspecto que realmente está influenciando no resultado final.

Por exemplo, estudar a satisfação do usuário em seu ambiente de trabalho, exige que se tenha cuidado para que aspectos como a estética e manutenção não interfiram na avaliação da iluminação natural.

Além disso, como o objetivo do estudo é avaliar a relação da qualidade da vista e ofuscamento, o desempenho visual (níveis de iluminâncias no plano horizontal) deve estar adequado. Isto porque, quando as condições para realização das tarefas estão ruins, este é o problema mais facilmente detectado pelo usuário. Se os ambientes de estudo tiverem baixos níveis de iluminâncias, é provável que a insatisfação do usuário quanto ao desempenho visual interfira na avaliação de outros aspectos.

Por isso, foram estabelecidas condições para a escolha dos ambientes em relação à possibilidade de comparação dos resultados e quanto à representatividade da amostra.

Para que os resultados de vários ambientes pudessem ser comparados, as condições de seleção buscaram eliminar outros problemas da situação investigada.

Assim, no caso desta pesquisa, que foca no ofuscamento e qualidade da vista exterior, os ambientes reais deveriam apresentar níveis adequados de desempenho visual, conforme norma ISO/CIE 8995 (ABNT, 2013); refletâncias de parede e teto próximas das recomendações; boas condições de manutenção e layout em *open space*, sem divisórias altas que comprometessem a vista da janela.

Já para que fossem representativos do problema investigado, entre os ambientes estudados, deveriam existir situações diferentes das variáveis

relacionadas à janela: tipo, proteção solar, transmissão luminosa do vidro e orientação.

Quanto ao tipo de janela e percentual de abertura, era necessário que houvesse ambientes com janela horizontal e pano de vidro. Quanto à proteção solar, os ambientes deveriam demonstrar situações sem proteção solar, com proteção horizontal, com proteção vertical e com proteção mista. Os vidros das janelas deveriam ter situações com baixa, média e alta transmissão luminosa. Por fim, deveriam existir situações de ambientes para as quatro principais orientações (norte, sul, leste e oeste).

Nota-se que as condições estabelecidas podem ser identificadas primeiramente pelas características da envoltória do próprio edifício (variáveis da janela) e posteriormente relacionadas às condições adequadas do ambiente em si, para minimizar problemas que pudessem interferir nos resultados da pesquisa. Ou seja, após escolher edifícios representativos, era importante selecionar ambientes adequados.

O Quadro 10 apresenta o resumo das oito condições estabelecidas para seleção dos edifícios e dos ambientes de estudo e os métodos para medição *in loco*, de acordo com o pré-teste realizado na etapa anterior:

**Quadro 10:** Condições para escolha dos ambientes de estudo

<b>Condições para a representatividade dos edifícios</b>	
1)	<u>Tipo de Janela:</u> Horizontal (fita) e Pano de Vidro;
2)	<u>Proteção Solar:</u> Sem Proteção, Brise Vertical, Horizontal e Proteção Mista;
3)	<u>Transmissão luminosa do vidro:</u> Baixa (até 35%), Média (36% a 65%) e Alta (acima de 66%);
4)	<u>Orientação Solar:</u> Norte, Sul, Leste e Oeste;
<b>Condições para escolha dos ambientes e possibilidade de comparações dos resultados</b>	
5)	<u>Ambientes de escritório open space:</u> que não apresentem divisórias, ou que estas não obstruam a vista da janela;
6)	<u>Ambientes com níveis adequados para o desempenho visual nas mesas de trabalho:</u> iluminâncias horizontais nas mesas de trabalho, conforme estabelecido pelo protocolo IEA(2014) e norma ISO/CIE 8995 (ABNT, 2013) e simulação de DA e UDI no software DIVA (300 lux em 50% do espaço em 50% do tempo);
7)	<u>Refletâncias adequadas:</u> de paredes (50%) e tetos (70%) dentro ou com níveis próximos das recomendações, com medições com Espectrômetro ALTA II, conforme SANGOI, RAMOS & LAMBERTS (2010), adotado RTQ-C;
8)	<u>Amostra:</u> Possibilidade de aplicar questionário em torno de 30 pessoas do mesmo edifício, conforme recomendado pelo protocolo IEA (2014).

A partir destas condições, foram pré-selecionados 12 edifícios para a fase de avaliações, segundo sua representatividade (tipo de janelas, proteção solar, vidro e orientação). Em função das negociações para acesso e verificação *in loco* das condições dos ambientes de trabalho, foram

selecionados sete edifícios como objetos de estudo da pesquisa, conforme Quadro 11:

**Quadro 11:** Edifícios selecionados para estudos

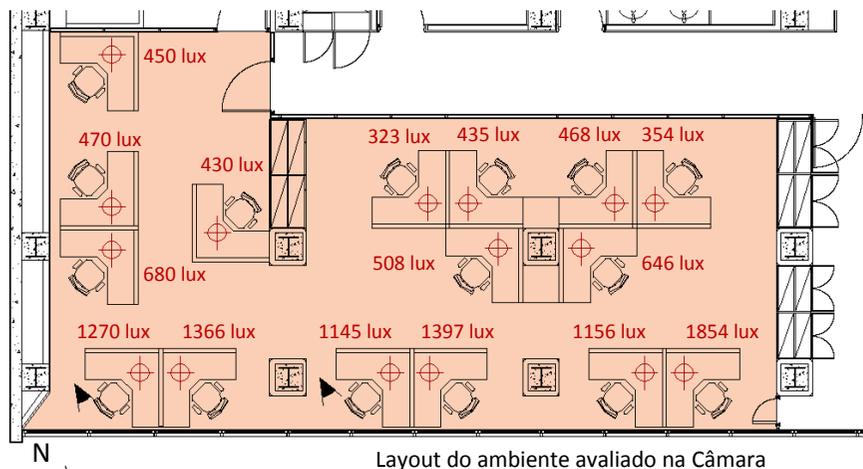
Edifício	Foto	Nome	Tipo de Janela	Tipos de Proteção Solar
Edifício 1		TJDFT	Pano de Vidro	Sem Proteção e Tela
Edifício 2		MMA	Pano de Vidro	Sem Proteção e Brise Vertical
Edifício 3		MME	Pano de Vidro	Sem Proteção e Brise Vertical
Edifício 4		TCU	Pano de Vidro	Sem Proteção e Brise Vertical
Edifício 5		Câmara dos Deputados	Pano de Vidro	Sem Proteção
Edifício 6		CDT (UnB)	Janela Horizontal	Sem Proteção e Brise Horizontal
Edifício 7		Reitoria (UnB)	Janela Horizontal	Sem Proteção

Após a seleção dos edifícios, era importante escolher os ambientes que representassem às condições estabelecidas e neste sentido, foram feitos os seguintes levantamentos:

- Medidas físicas: planta baixa, cortes e vistas, tamanho e posição da janela, dimensões e ângulo da proteção solar, norte (com bússola);
- Layout dos postos de trabalho dos usuários (posição e distância em relação à janela);
- Condições mínimas de iluminâncias dos ambientes: medição de iluminâncias com luxímetro nas mesas de trabalho (500 lux), segundo procedimento estabelecido no protocolo IEA, 2014;
- Medição das refletâncias das superfícies: de piso, parede e teto, com Espectrômetro ALTA II, conforme procedimento de SANGOI, RAMOS & LAMBERTS (2010), adotado RTQ-C;
- Especificação do vidro: transmissão luminosa do vidro;
- Fotografias gerais do ambiente e das vistas exteriores a partir de postos de trabalho representativos da condição dos usuários, segundo procedimento estabelecido no protocolo IEA, 2014;

Para a confirmação dos níveis adequados para o desempenho visual foram feitas medições de iluminâncias nas mesas de trabalho, com luxímetro, de acordo com as condições reais de trabalho, considerando simultaneamente a luz natural e luz artificial. Os valores eram comparados com as recomendações da norma ISO/CIE 8995 (ABNT, 2013), que estabelece iluminâncias de 500 lux para escritórios.

A Figura 91 apresenta um exemplo de como foram desenvolvidos os registros em cada ambiente, com a locação das estações de trabalho, marcação dos pontos de medição das iluminâncias nas mesas e a marcação das fotografias da vista exterior da janela.



**Figura 87:** Exemplo de medição de iluminâncias e ponto de fotografia nos ambientes estudados (Edifício da Câmara dos Deputados)

<sup>9</sup> A refletância de uma superfície varia em função do comprimento de onda da radiação incidente. Por isso, o método considerado mais preciso para identificar a refletância solar de determinada amostra é

Já para a medição das refletâncias dos materiais superficiais<sup>9</sup> (piso, parede e teto) com o Espectrômetro ALTA II (Figura 92) foram seguidos os procedimentos especificados SANGOI, RAMOS & LAMBERTS (2010) e adotados pelo RTQ-C.



**Figura 88:** Espectrômetro ALTA II utilizado para medição das refletâncias das superfícies (piso, parede e teto). O aparelho é protegido por dispositivo preto, para impedir a entrada de luz durante a medição.

O procedimento estabelece que deve-se obter as voltagens para cada comprimento de onda e a voltagem de fundo da amostra a ser analisada

realizar a medição dessa propriedade através de análise espectral (espectroscopia), ou seja, verificar a refletância da amostra ao longo do espectro solar.” SANGOI, RAMOS & LAMBERTS (2010)

(piso, parede e teto dos ambientes) e para uma amostra de referência (folha de papel branco comum 75g/m<sup>2</sup>).

Para cada amostra, inclusive a de referência, devem ser realizadas três leituras de voltagem para cada comprimento de onda, adotando-se o valor médio, em planilha, conforme Figura 93:

AMOSTRA DE REFERÊNCIA (papel branco)				
Dark Voltage:	33	(Apenas uma medição ao estabilizar)		
Comprimento de Onda	1ª medição	2ª medição	3ª medição	Média
Blue 470	820	816	817	817,67
Cyan 525	831	830	833	831,33
Green 560	888	885	885	886,00
Yellow 585	878	878	879	878,33
Orange 600	858	857	858	857,67
Red 645	922	922	919	921,00
Deep Red 700	925	925	926	925,33
IR1 735	946	946	952	948,00
IR2 810	925	921	924	923,33
IR3 880	919	915	916	916,67
IR4 940	841	839	839	839,67
Média total do material				<b>885,91</b>
AMOSTRA ANALISADA				
Dark Voltage	33	(Apenas uma medição ao estabilizar)		
Comprimento de Onda	1ª medição	2ª medição	3ª medição	Média
Blue 470	184	185	183	184,00
Cyan 525	118	118	119	118,33
Green 560	85	85	85	85,00
Yellow 585	78	78	79	78,33
Orange 600	87	87	86	86,67
Red 645	155	155	154	154,67
Deep Red 700	193	193	194	193,33
IR1 735	97	97	98	97,33
IR2 810	497	499	498	498,00
IR3 880	505	507	503	505,00
IR4 940	469	469	466	468,00
Média total do material				<b>224,42</b>
Refletância do Material		Absortância do Material		
ρ=	22,44	%	α=	77,56
				%

**Figura 89:** Imagem da planilha de cálculo das refletâncias, onde são inseridos os valores das três medições de voltagem da amostra de referência (papel branco) e da amostra analisada (piso, parede e teto).

A partir das condições para seleção dos ambientes e dos procedimentos de medição *in loco*, passa-se para a etapa de definição dos métodos de avaliações técnicas e avaliações pelos usuários.

#### **Etapa 4: Aplicação dos Métodos de Avaliações Técnicas**

Após seleção dos objetos de estudos (ambientes reais), e medições necessárias (físicas, fotográficas, iluminâncias nas mesas e refletâncias de superfícies), a primeira fase de avaliações é por meio dos métodos técnicos, realizada pela pesquisadora, com base em referências da área de iluminação. As avaliações foram estruturadas de acordo com a variável em questão.

- **Simulações Computacionais: Probabilidade de Ofuscamento**

Para esta pesquisa, conforme apresentado na Etapa 2 (Pré-teste de métodos), a simulação computacional apresentou-se como um método mais confiável de avaliação da probabilidade de ofuscamento, reproduzindo as condições existentes dos ambientes como: refletâncias das superfícies, geometria do ambiente, tipo de janela e vidro, orientação, proteção solar, padrão de uso, etc.

As simulações foram estruturadas para avaliar as condições anuais e a situação do horário mais crítico no dia em que foi aplicado o questionário, como por exemplo, às 15h para ambiente com orientação Oeste.

As simulações foram feitas no software DIVA, versão 4.0, com modelagem 3D no software Rhinoceros 3D, versão 5.0. A escolha deu-se pela possibilidade de fazer simulação dinâmica da luz (todas as horas do ano), com avaliação de aspectos do desempenho visual (níveis e distribuição de iluminâncias) e conforto visual (probabilidade de ofuscamento e contraste). Os parâmetros analisados nas simulações sintetizados no Quadro 12:

---

**Quadro 12:** Parâmetros das simulações de Iluminação Natural no DIVA-FOR-RHINO

---

**Daylight Autonomy (DA):** é definida como um percentual das horas ocupadas por ano, nas quais um nível mínimo de iluminâncias (lux) pode ser mantido, apenas pela iluminação natural. O DA definido foi de 300 lux, ou seja 60% do exigido em norma (500 lux), considerando a norma DIN 5034. Se, em 50% ou mais do tempo, verifica-se menos de 50% do espaço com a iluminância mínima designada (300 lux), considera-se que tal ambiente atinge um resultado insatisfatório, com pouca iluminação, e, se em 50% ou mais do tempo, verifica-se mais de 50% do espaço com a iluminância mínima (300 lux), considera-se que tal ambiente atinge um resultado satisfatório. Foi utilizado na pesquisa para fazer avaliação previa dos ambientes. Apenas ambientes com DA satisfatório foram avaliados, ou seja, tinham condições mínimas para desempenho visual.

---

---

**Useful Daylight Illuminance (UDI):** definido pela frequência de iluminâncias (lux) em um determinado tempo de acordo com faixas pré-estabelecidas. Este índice permite verificar qual porção do ambiente possui valores úteis (não muito baixos, nem muito altos, que possam causar ofuscamento ou ganho de calor), e qual o percentual de ocorrência desses valores durante um ano inteiro. Se, em 50% ou mais do tempo, verifica-se menos de 50% do espaço com a iluminância dentro dos limites de UDI (100 – 2000 lux), considera-se que tal ambiente atinge um resultado insatisfatório e, se em 50% ou mais do tempo, verifica-se mais de 50% do espaço com essas iluminâncias, considera-se que tal ambiente atinge um resultado satisfatório.

---

**Annual Glare:** índice de avaliação dinâmica da luz natural e mensura as luminâncias no campo visual, através da qual é possível avaliar a possibilidade de ocorrência de desconforto por ofuscamento, em função do índice DGP (Daylight Glare Probability). Se, em 10% ou mais do tempo total, verifica-se a presença do ofuscamento intolerável e/ou perturbador, considera-se que tal ambiente atinge um resultado insatisfatório; se em 90% ou mais do tempo total, verifica-se a presença do ofuscamento perceptível e/ou imperceptível, considera-se que tal ambiente atinge um resultado satisfatório.

---

**Point-in-time Glare:** simulação que produz a imagem de uma vista realista do ambiente (no caso a janela) e aponta, para determinado dia e hora, onde tem ofuscamento e qual foi o tipo de ofuscamento identificado. No caso da pesquisa foi simulado o dia em que foi aplicado o questionário com os usuários, e o pior horário a depender da orientação (10h para leste e 15h para oeste). A imagem do Point-in-time-Glare também fornece os níveis de luminâncias (cd/m<sup>2</sup>) no campo visual, sendo possível verificar os contrastes, de acordo com as tolerâncias recomendadas.

---

Além das avaliações técnicas de probabilidade de ofuscamento, pelas simulações computacionais, foi necessário estabelecer como a qualidade da vista externa dos ambientes reais seria avaliada tecnicamente.

▪ Classificação da Qualidade da Vista Exterior

Para a classificação da Qualidade da Vista Exterior optou-se pela utilização dos métodos apresentados por Hellinga (2013) e IEA (2014).

Segundo Hellinga (2013) a Qualidade da Vista é avaliada conforme os critérios do Quadro 13:

**Quadro 13:** Critérios de avaliação da Qualidade da Vista, segundo Hellinga (2013)

<b>Classificação da Qualidade da Vista</b>	
<b>CARÁTER DA VISTA</b>	Vista Edificada ou Paisagem Natural
<b>ELEMENTOS VERDES NATURAIS</b>	Se contém ou não
<b>CAMADAS VISÍVEIS:</b>	Solo, Edifícios Vizinhos ou Vegetação, Paisagem ou Perfil da Cidade Distante e Céu
<b>ELEMENTOS VISÍVEIS</b>	Água, Carro ou Tráfego, Edifícios com caráter similar,
<b>DIVERSIDADE DA VISTA</b>	Baixa, Média ou Alta
<b>SITUAÇÃO DOS EDIFÍCIOS</b>	Em boa ou má condição de manutenção
<b>CARACTERÍSTICAS DOS EDIFÍCIOS</b>	Edifício Antigo/Histórico com arquitetura complexa; Edifícios Antigo/Histórico com arquitetura simples/pouca informação; Edifício Moderno/Contemporâneo com arquitetura complexa; Edifício Moderno/Contemporâneo com arquitetura simples

Já para o IEA (2014), a qualidade da vista deve ser avaliada em “Insuficiente”, “Suficiente”, “Bom” e “Excelente”, segundo os critérios do Quadro 14:

**Quadro 14:** Critérios de avaliação da Qualidade da Vista, segundo IEA (2014)

<b>Classificação da Qualidade da Vista</b>	
<b>LARGURA DA JANELA DE VISUALIZAÇÃO</b>	Medida da posição do usuário
<b>DISTÂNCIA DA VISTA</b>	Medida da obstrução principal da vista
<b>NÚMERO DE CAMADAS</b>	Considerar a presença de Céu, Paisagem (urbana ou natural) e solo
<b>INFORMAÇÕES AMBIENTAIS</b>	Considerar: - <b>localização</b> (orientação sobre a água, alimentação, calor, luz solar, rotas de fuga, destino) - <b>horário</b> (condições ambientais que se relacionam com os nossos relógios biológicos) - <b>clima</b> (necessidade de roupas, a necessidade de abrigo, de aquecimento / resfriamento, oportunidades para banho de sol) - <b>natureza</b> (a presença de árvores, plantas e animais) - <b>peessoas</b> (a presença de pessoas e suas atividades)

Assim, para a pesquisa optou-se por avaliar as vistas dos ambientes reais segundo os dois métodos, para comparação com a avaliação feita pelos usuários no Questionário 1.

Após a avaliação técnica, com uso de simulações computacionais de probabilidade de ofuscamento e classificação da qualidade da vista, a próxima etapa é a avaliação feita pelos usuários.

### **Etapa 5: Aplicação dos Métodos de Avaliações pelos Usuários**

A definição dos questionários da pesquisa também foi feita após a realização de avaliação prévia nos Edifícios 1 (TJDFT) e 2 (MMA) utilizando o Protocolo de Monitoramento IEA (2014): *Technical Report T50-D3 (Monitoring protocol for lighting and daylighting retrofits)*, em três horários do dia (9h, 12h e 15h), conforme apresentado na Etapa 2 (Pré-tese de Métodos).

A partir desse teste em campo, o questionário foi reduzido e algumas perguntas refeitas para facilitar o entendimento. Assim, para a avaliação final da satisfação e preferência dos usuários, foram desenvolvidos dois Questionários, em função dos objetivos específicos:

- **Questionário 1: Presencial**

O Questionário 1 foi elaborado para ser aplicado presencialmente com os usuários dos ambientes reais, dos 7 edifícios, para identificação da sua percepção de ofuscamento e satisfação com a vista externa.

O instrumento foi desenvolvido com base nos estudos de Helinga (2013), Dehoff (2010a) e IEA (2014). A intenção é comparar os resultados desse questionário, que significam a opinião do usuário quanto ao problema

investigado, com as avaliações técnicas realizadas pela pesquisadora (Etapa 4).

O Questionário 1 (Apêndice 1) está estruturado com perguntas objetivas, organizadas conforme Quadro 15, para ser aplicado em uma amostra de pelo menos 210 respondentes (30 de cada edifício):

**Quadro 15:** Estrutura do Questionário 1 (Aplicação presencial nos ambientes reais)

<b>Tópico</b>	<b>Informações Solicitadas</b>
<b>A. Informações Gerais:</b>	Nome do edifício, ambiente, dia, hora, condição do céu no momento, situação das persianas (abertas ou fechadas), locação do usuário (marcação no layout do ambiente: posição e distância em relação à janela)
<b>B. Informações Pessoais:</b>	Idade, Gênero, Problema de visão (usa óculos ou lente)
<b>C. Informações sobre o Ambiente de Trabalho:</b>	Perguntas gerais sobre as rotinas e condições existentes ao longo do tempo de ocupação. Aspectos Investigados: Como se sente em relação à iluminação geral; Satisfação quanto à janela; Uso das Persianas.
<b>D. Informações sobre o Posto de Trabalho:</b>	Perguntas específicas sobre a condição do usuário no exato momento. Aspectos investigados: se a janela faz parte do campo visual; percepção de Ofuscamento na janela no momento.
<b>E. Informações sobre a Vista Exterior da Janela:</b>	Perguntas específicas sobre a condição do usuário no exato momento, olhando através da janela. Aspectos investigados: Acesso à vista; Obstruções à vista; Impressões da vista; Características da Vista (elementos vistos e agradabilidade em relação a eles)
<b>F. Informações sobre a Preferência de Vista Exterior:</b>	Investigação da preferência de vistas fictícias, para classificação de ranking de imagens de referência. Escolha de vistas exteriores que gostaria de ter ou não a partir da janela de seu local de trabalho.

A aplicação do questionário presencial esteve vinculada a ação conjunta de pesquisadores do LACAM/FAU/UnB, do mestrado e graduação.

- Questionário 2: Online

O Questionário 2 foi elaborado para ser aplicado de forma online, com o maior número possível de pessoas, com a intenção de identificar a preferência de vista exterior do brasileiro de modo geral, um dos objetivos específicos da pesquisa.

Essa investigação fez-se necessária para verificar se as preferências brasileiras por vistas externas coincidem com as análises europeias existentes (HELLINGA, 2013), assim como, verificar se o urbanismo e arquitetura modernistas de Brasília ou a formação de arquitetura alteram as preferências dos usuários.

Esse questionário online foi estruturado no *Google Docs*, para respostas objetivas, já tabuladas automaticamente, com link <sup>10</sup> divulgado por meio de postagens e anúncios pagos em redes sociais. A elaboração, aplicação e análise de resultados do questionário online foram executadas conjuntamente com a pesquisadora de PIBIC, Luísa Viotti, aluna de graduação da FAU/UnB.

A intenção é que a amostra fosse a mais representativa possível da realidade brasileira, com o cuidado de não ser predominantemente de moradores de Brasília e de arquitetos ou estudantes de arquitetura. A princípio, a amostra das primeiras respostas do Questionário 2 (online), em

torno de 600 respondentes, estava muito concentrada em arquitetos e estudantes de arquitetura, moradores do Distrito Federal.

Para ampliar a diversidade de profissionais e localidades, foram colocados anúncios pagos no Facebook, convidando as pessoas a colaborarem com a pesquisa. Foram então estabelecidos que os anúncios do Questionário 2 deveriam aparecer para “Não Arquitetos” e “Não moradores do DF”. Desta forma, a amostra aumentou significativamente para 1.301 respostas, atingindo o objetivo de diversificar o perfil dos respondentes.

Com o número significativo de respostas, além da amostra inicial pretendida (300 respostas), foi possível dividir os resultados em sete cenários diferentes, que são mais representativos e buscam avaliar separadamente a influência dos moradores de Brasília e dos arquitetos e estudantes de arquitetura:

- **Cenário 1:** Geral (1.301 respostas);
- **Cenário 2:** Excluindo arquitetos e estudantes de arquitetura (797 respostas);
- **Cenário 3:** Excluindo respondentes do DF (980 respostas);
- **Cenário 4:** Excluindo arquitetos e estudantes de arq. do DF (620 resp.);
- **Cenário 5:** Apenas respostas do Distrito Federal (321 respostas.);
- **Cenário 6:** Apenas arquitetos e estudantes de arquitetura (504 resp.);
- **Cenário 7:** Apenas arquitetos e estudantes de arq. do DF. (144 resp.)

---

<sup>10</sup> <https://docs.google.com/forms/d/1Tqi0YjWbEzR7OMLqv6WW3g5eTG5GRdUdP05JCKi0wnc/edit>

As imagens utilizadas neste questionário online foram selecionadas com base na avaliação técnica feita pelas pesquisadoras, onde foi criado um banco de imagens, classificadas de acordo com ranking pelo método de Hellinga (2013), conforme Figura 79, no item 3.4.2.

Essa medida foi importante para que fossem utilizadas apenas imagens que tivessem sido previamente classificadas de forma técnica, para posterior avaliação dos resultados e da compatibilidade com as respostas dos usuários.

Para isso foi criado um ranking de 30 imagens representativas de vistas de cidades brasileiras, conforme Figura 94, com o cuidado em apresentar elementos que fossem relacionados à vegetação, urbanismo, arquitetura, clima e cultura do Brasil.

As imagens selecionadas procuraram representar todos os níveis de classificação, tendo o cuidado de utilizar imagens muito próximas dos originais (quanto às camadas e elementos) e imagens dos sete edifícios avaliados em Brasília, incluindo vistas com proteção solar.

Assim, no Questionário *Online* foram utilizadas 6 imagens desse Ranking, para que as pessoas pudessem avaliar a “*Vista que mais Agrada*” (em azul na Figura 94) e 6 imagens para que avaliassem a “*Vista que Menos Agrada*” (em vermelho na Figura 94).

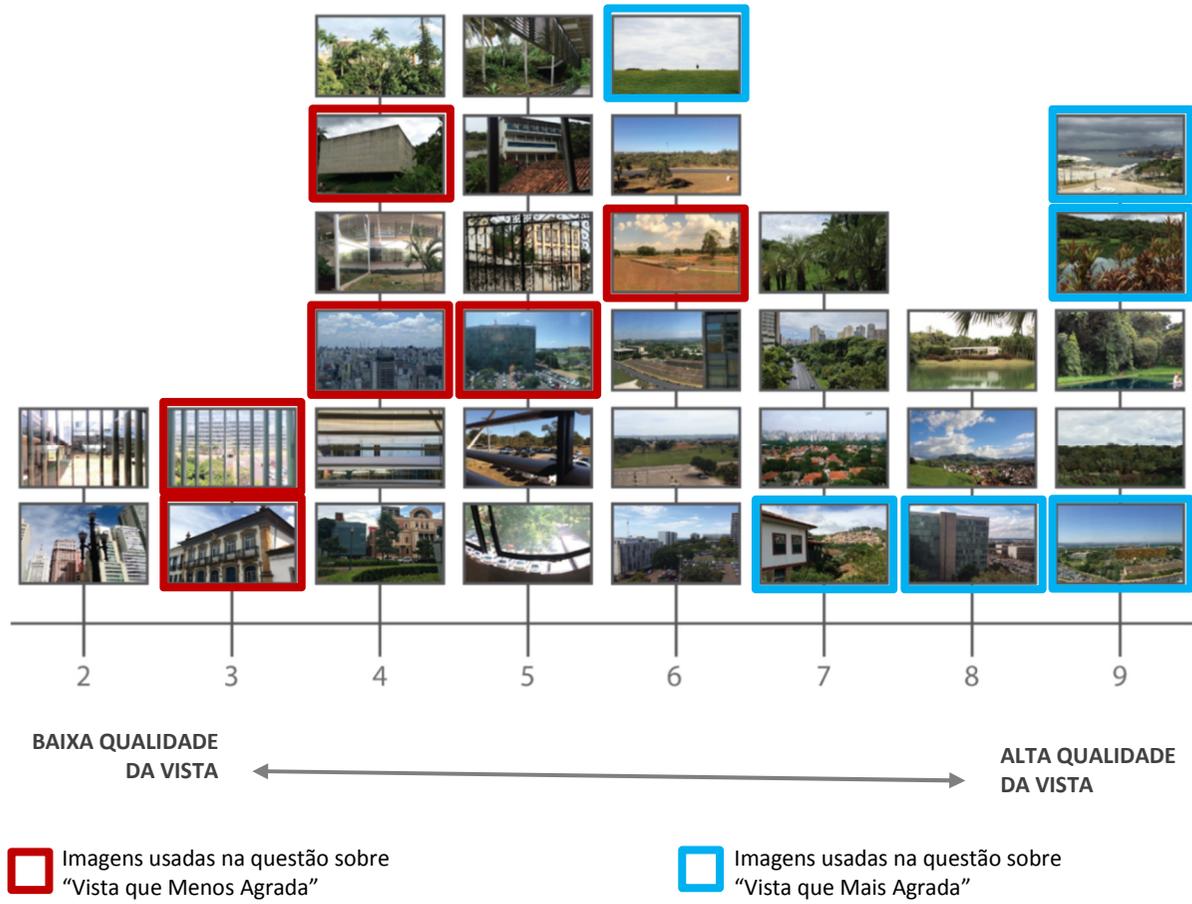


Figura 90: Ranking de 30 imagens representativas de vistas do Brasil, utilizadas para o Questionário 2 (online)

Assim, o Questionário 2 (Apêndice 2) está estruturado com perguntas objetivas, organizadas em 4 seções, conforme o Quadro 16:

**Quadro 16:** Estrutura do Questionário 2 (Aplicação pela internet)

Tópico	Informações Solicitadas
<b>Seção 1: Dados Gerais</b>	Idade, Profissão, Unidade Federativa
<b>Seção 2: Preferência por Vista</b>	Qual vista agrada mais? e Qual vista agrada menos?



1



2



3



4



5



6



1



2



3



4



5



6

**Seção 3: Preferência por Elementos Ambientais**

Classificação dos elementos segundo preferência: Céu, Pessoas, Água, Vegetação, Edifícios, Carros/Tráfego, Paisagem ou Perfil de Cidades Distantes.

**Seção 4: Preferência por Tipos de Edifício**

Arquitetura que agrada mais e Arquitetura que agrada menos: histórica, modernista e contemporânea



Arquitetura Histórica



Arquitetura Modernista



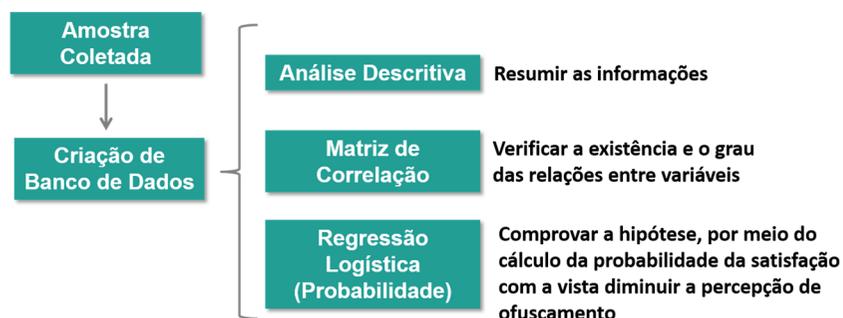
Arquitetura Contemporânea

Após a definição dos métodos de avaliação técnica e pelo usuário, parte-se para a última etapa do multimétodo, com a estruturação das análises estatísticas dos resultados.

## Etapa 6: Análise Estatística

Após a aplicação de todos os métodos de avaliação pelos usuários (Questionários 1 e 2) e métodos técnicos (simulações computacionais de iluminação natural e classificação da Qualidade da Vista), é fundamental organização dos dados gerados para compilação dos resultados.

A partir disso, é possível a utilização da estatística para sistematizar, descrever, analisar e interpretar os dados gerados. A Figura 95 apresenta as etapas estatísticas estabelecidas para esta pesquisa:



**Figura 91:** Análise Estatística. (Elaborada pela autora)

### 1) Análise Descritiva

A partir do Banco de Dados, organizado conforme as variáveis de estudo (quantitativas e qualitativas) e os objetivos da pesquisa, a primeira fase de análise é por meio de Estatística Descritiva.

O objetivo é sistematizar a **Frequência** dos resultados, tanto gerais, de todos os edifícios, quanto específicos, analisando cada edifício individualmente. Para isso optou-se por apresentação tabular e gráfica.

### 2) Correlação

A Correlação é uma ferramenta importante para as diferentes áreas do conhecimento, não somente como resultado final, mas como uma das etapas para a utilização de outras técnicas de análise.

Frequentemente procura-se verificar se existe relação entre duas variáveis, e para isso, na estatística faz-se o estudo da correlação, que verifica a existência e o grau das relações. Uma vez caracterizada, procura-se descrever de forma matemática, por meio de uma função.

A correlação obtida por meio do coeficiente de Pearson é linear, que é a medida de correlação mais conhecida. O outro coeficiente de correlação é o de *Spearman*<sup>11</sup>, utilizado nas situações em que a relação entre os pares

<sup>11</sup> O coeficiente de correlação de postos de Spearman, denominado pela letra grega  $\rho$  (rho), é uma medida de correlação não-paramétrica. Ao contrário do coeficiente de correlação de Pearson não requer a suposição que a relação entre as variáveis é linear, nem requer que as variáveis sejam

quantitativas; pode ser usado para as variáveis medidas no nível ordinal. Nos casos em que os dados não formam uma “nuvem comportada”, com alguns pontos bem distantes dos demais, ou em que parece existir uma relação crescente ou decrescente num formato de curva, o coeficiente de correlação por postos de Spearman é mais apropriado.

de dados não é linear, como é o caso desta pesquisa. Esse tipo de correlação considera as posições que os valores ocupam quando ordenados na forma *crescente* ou *decrecente*.

O valor de correlação varia de -1 a 1, no qual o valor -1 (negativo) indica forte correlação negativa, ou seja, a relação entre duas variáveis é oposta, se uma determinada variável X aumenta então a variável Y diminui. Já o valor 1 (positivo) indica que a relação entre as duas variáveis apresenta mesma direção, ou seja, se uma determinada variável X aumenta, então a variável Y aumenta também.

Na presente pesquisa foram adotados os critérios para a interpretação dos valores de correlação, conforme Tabela 3:

**Tabela 3:** Critérios para a interpretação dos valores de correlação

$0 < r_{xy} < \pm 0,19$	Correlação Muito Fraca
$\pm 0,2 < r_{xy} < \pm 0,39$	Correlação Fraca
$\pm 0,4 < r_{xy} < \pm 0,69$	Correlação Moderada
$\pm 0,7 < r_{xy} < \pm 0,89$	Correlação Forte
$\pm 0,9 < r_{xy} < \pm 1,00$	Correlação Muito Forte

### 3) Regressão Logística

Foi estabelecida como último método de análise estatística, a Regressão Logística, para teste da hipótese da pesquisa, por meio da identificação da

probabilidade de a satisfação com a qualidade da vista interferir na percepção do ofuscamento.

A regressão logística tem por objetivo descrever através de um modelo matemático, a relação existente entre duas ou mais variáveis, a partir de  $n$  observações dessas variáveis.

*“A regressão logística é útil para situações nas quais você deseja poder prever a presença ou ausência de uma característica ou resultado com base em valores de um conjunto de variáveis preditoras. É semelhante a um modelo de regressão linear, mas é adequado para modelos em que a variável dependente é dicotômica. Os coeficientes de regressão logística podem ser usados para estimar razões de chances para cada uma das variáveis independentes no modelo. A regressão logística é aplicável a um intervalo mais amplo de situações de pesquisa do que de análise discriminante.”*

*(IBM® SPSS Statistics, 2016)*

Desse modo, a regressão logística é uma maneira de transformar a relação entre duas variáveis numa equação, na qual uma das variáveis (a variável resposta, ou dependente que, no caso desta tese é a Percepção de Ofuscamento) é dicotômica, isto é, tem apenas duas categorias (Percebe ou Não Percebe). Portanto, a linha de tendência esperada não será uma reta, como no caso de regressão linear simples.

O modelo de regressão logística pode ser escrito da seguinte forma matemática:

$$\ln\left(\frac{p}{1-p}\right) = \beta_0 + \beta_1 x$$

$$Z_i = \beta_0 + \beta_1 X_{1i} + \beta_2 X_{2i} + \beta_3 X_{3i} + \beta_4 X_{4i} + \dots + \beta_n X_{ni}$$

$$p_i = \left(\frac{e^{(Z_i)}}{1 + e^{(Z_i)}}\right) = \left(\frac{1}{1 + e^{-(\beta_0 + \beta_1 x_{1i} + \beta_2 x_{2i} + \dots + \beta_n x_{ni})}}\right)$$

Em que  $X_{ni}$  representam as variáveis explicativas e os  $\beta_i$  os respectivos pesos atribuídos a cada variável explicativa.  $P_i$  são as respectivas probabilidades estimadas.

Em modelos de regressão logística é necessário determinar um subconjunto de variáveis independentes que melhor explique a variável resposta, no caso dessa pesquisa, a Percepção de Ofuscamento.

Ou seja, dentre todas as variáveis explicativas disponíveis, deve-se encontrar um subconjunto de variáveis importantes para o modelo matemático.

Construir um modelo que inclui apenas um subconjunto de variáveis explicativas envolve dois objetivos conflitantes:

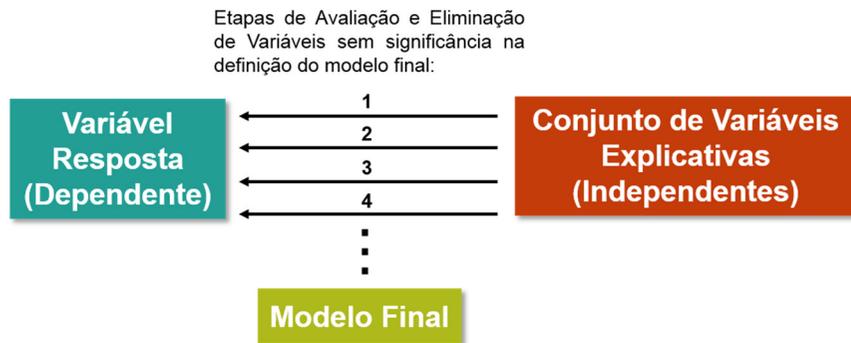
1. Obter o máximo de informação por meio de um modelo com tantas variáveis independentes possíveis;
2. Diminuir a variância da estimativa e o custo da coleta por meio de um modelo com menor número possível de variáveis, com maior significado nas relações existentes.

Desta forma, obter um equilíbrio entre esses dois compromissos é muito importante. Para isto, deve-se definir a melhor forma de seleção das variáveis, para que essa Redução de Dados, estatisticamente, represente:

- A obtenção de uma representação reduzida em volume, mas que produz resultados de análise idênticos ou similares;
- A melhoria do desempenho dos modelos
- E que tenha como principal objetivo, eliminar atributos redundantes ou irrelevantes, e com pouca significância.

Enquanto o “*Método de Seleção de Variáveis Forward*” começa sem nenhuma variável no modelo e são adicionadas variáveis a cada passo, o “*Método Seleção de Variáveis Backward*” faz o caminho oposto, incorporando inicialmente todas as variáveis e depois, por etapas, cada uma pode ser ou não eliminada, a partir de sua significância.

Para essa tese, foi escolhido o “*Método Seleção de Variáveis Backward*”, avaliado no Software SPSS, versão 22, conforme apresentado na Figura 96:



**Figura 92:** Método Seleção de Variáveis Backward. Elaborada pela autora.

Mas a escolha das variáveis não deve ser apenas em relação à amostra da pesquisa, ou feita de forma automática. Deve ser feita com base na literatura relevante da área, uma vez que podem existir discrepâncias pontuais determinadas pelos resultados específicos da amostra.

Segundo Ferreira (2012), a seleção de variáveis é um meio para se chegar a um modelo, mas não é a etapa final. O objetivo é construir um modelo que seja bom para obter predições ou que explique bem o relacionamento entre os dados.

Os métodos de seleção automática têm a vantagem de não necessitar de grande esforço computacional. Mas eles não indicam o melhor modelo respeitando critérios teóricos da pesquisa.

Para Ferreira (2012), se existe um grande número de variáveis, é recomendado usar método de seleção automática para eliminar aquelas com efeitos insignificantes e o conjunto reduzido de variáveis pode então ser investigado pelo método de todos os modelos possíveis.

Para a autora, a escolha do modelo final não é uma tarefa fácil, e além dos critérios formais, ela sugere que sejam consideradas as seguintes questões (FERREIRA, 2012):

- O modelo faz sentido?
- O modelo é útil para o objetivo pretendido?
- Todos os coeficientes são razoáveis, ou seja, os sinais e magnitude dos valores fazem sentido e os erros padrão são relativamente pequenos?
- A adequabilidade do modelo é satisfatória?

Um princípio a ser levado em consideração é o "*princípio da parcimônia*": modelos mais simples devem ser escolhidos aos mais complexos, desde que a qualidade do ajuste seja similar (FERREIRA, 2012).

Considerando o embasamento teórico sobre regressão e as recomendações, o procedimento adotado no software SPSS (versão 22), para esta tese, pode ser resumido nas seguintes etapas:

- 1) Criação de Banco de Dados externo (Apêndice 5), onde as variáveis recebem valores categóricos (Ex: Satisfeito = 1; Neutro = 0; Insatisfeito = -1 ou Grande = 1; Médio = 0; Pequeno = -1);
- 2) Definição da base do Modelo, para cada variável (resposta e explicativas). Optou-se por definir como base os valores intermediários, ou seja, não utilizar as situações extremas (muito positivas ou muito negativas). Foram selecionadas para o modelo, as situações de neutralidade ou categorias médias, representadas por valores 0, para que a regressão mostrasse o comportamento superior e inferior à essa base pré-estabelecida;
- 3) Escolha da *Variável Resposta* e as *Variáveis Explicativas*, em função da literatura pertinente da área e dos objetivos da pesquisa;
- 4) Definição do Método de Seleção das Variáveis, no caso *Backward*;
- 5) Cálculo de regressão, aonde em cada etapa, automaticamente, uma variável vai sendo retirada com base em resultados parciais, onde são calculadas a significância para cada variável;
- 6) Modelo Final, onde ficam apenas as variáveis que apresentaram significância entre si a partir dos dados da amostra e o resultado matemático encontrado.

Na presente pesquisa, a variável resposta (dependente) é a *Percepção de Ofuscamento* pelo usuário, com duas categorias (*Percebe* e *Não Percebe*).

Na coleta de dados com o Questionário 1, foram feitas perguntas diferentes, considerando as duas situações:

1. Percepção de Ofuscamento ao longo do tempo (VAR68)
2. Percepção de Ofuscamento no momento de resposta (VAR69)

Assim, foi identificada a necessidade de criação de dois modelos de regressão, para que pudessem ser consideradas variáveis relativas ao ofuscamento anual (*Annual Glare*) e situações de ofuscamento estático ou momentâneo (*Ponit-in-time-Glare*).

Numa fase preliminar de entendimentos do comportamento dos dados, foram estabelecidos que deveriam ser feitas análises de regressão em modelos Pré-Teste:

- **Modelo A:** com a *Variável Resposta* sendo a *Percepção de Ofuscamento* ao longo do tempo e todas as demais variáveis como explicativas;
- **Modelo B:** com a *Variável Resposta* sendo a *Percepção de Ofuscamento no momento da resposta* e todas as demais variáveis como explicativas;

Como ressaltado na literatura estatística, a quantidade excessiva de variáveis aumenta a magnitude dos erros padrão e diminui a confiabilidade do modelo em ser representativo do fenômeno.

Portanto, a partir dos resultados desses dois modelos Pré-teste, deve-se selecionar apenas as variáveis que apresentarem significância, de modo a diminuir a complexidade da regressão.

Assim, os modelos finais são gerados apenas com as variáveis mais significantes para a variável resposta “*Percepção de Ofuscamento ao longo do tempo*” e a variável resposta sendo a “*Percepção de Ofuscamento no momento da resposta*”.

A regressão logística é o principal método estatístico estabelecido para comprovação direta da hipótese da tese.

A partir da estruturação das etapas da metodologia da tese, que tem como base a aplicação de diversos métodos para atendimento dos objetivos propostos, a seguir são apresentados os resultados referentes às avaliações feitas.

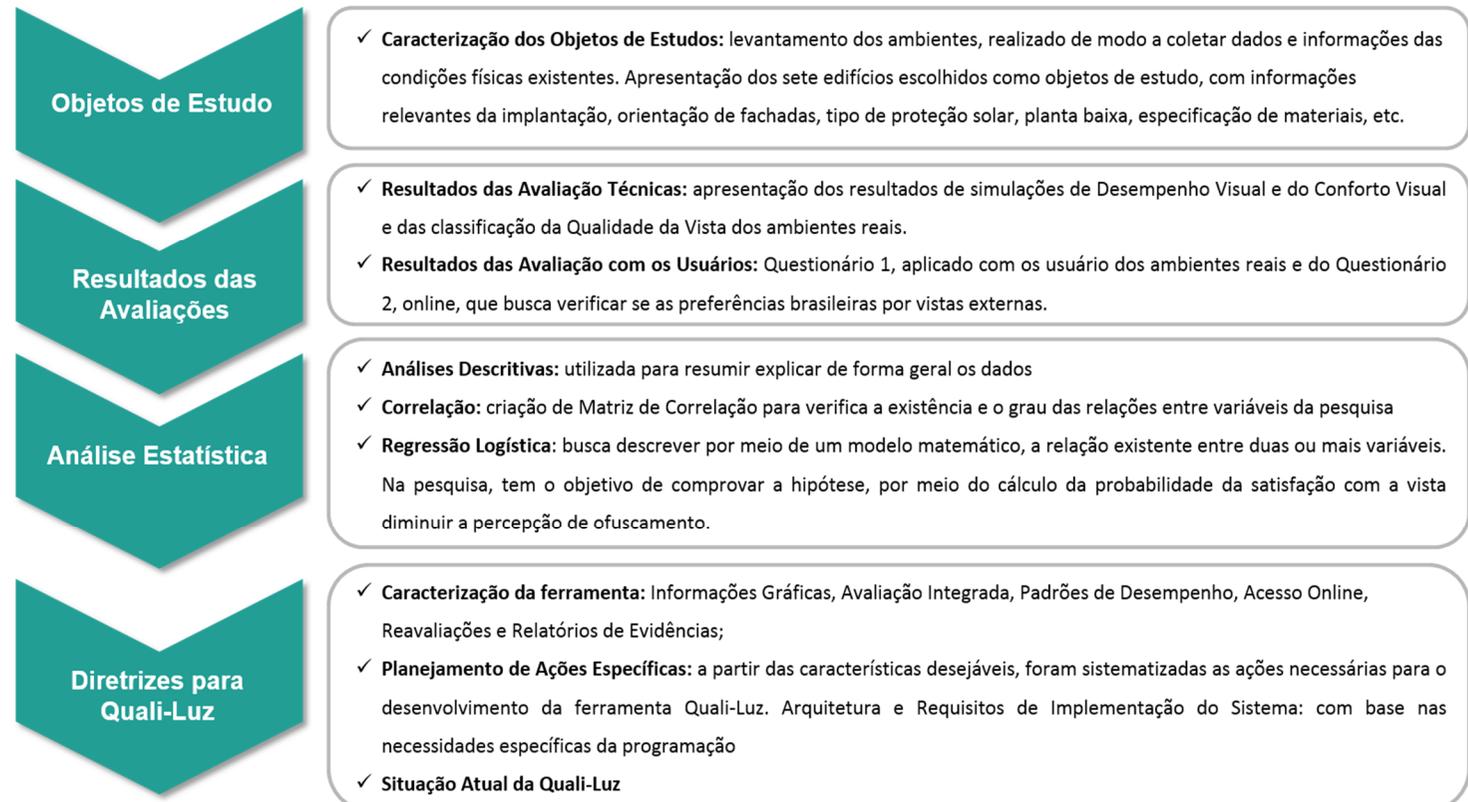
# capítulo V:

## Resultados e Discussões

### Objetivo do capítulo:

- ✓ Este quinto capítulo busca descrever como os estudos foram desenvolvidos, apresentando os resultados de forma organizada, de acordo com os métodos aplicados. Primeiramente caracteriza os objetos de estudo e posteriormente apresenta detalhadamente os resultados das avaliações técnicas (simulações e classificação das vistas) e das avaliações feitas com os usuários (Questionário 1, presencial e Questionário 2, online) e a análise estatística de todos os dados, partindo de uma análise descritiva, que objetiva resumir as informações, passando por análise de correlação de variáveis, para terminar com análise por regressão logística (probabilidade), que tem por finalidade testar a hipótese desta pesquisa. Por fim, apresenta diretrizes para o desenvolvimento da ferramenta Quali-Luz, que auxíliam o projetista nas fases iniciais, apresentando orientações importantes quanto à Qualidade da Iluminação

### Estrutura do capítulo:



## 5.1. Caracterização dos Objetos de Estudo

A primeira etapa da realização dos estudos de caso foi o levantamento dos ambientes, realizado de modo a coletar dados e informações das condições físicas existentes, o que permitiu a realização das simulações e a adaptação do questionário segundo as possíveis especificidades.

Foram levantados em todos os ambientes, conforme estabelecido na Etapa 3 (item 3.5.3):

- Medidas físicas: planta baixa, cortes e vistas, tamanho e posição da janela, dimensões e ângulo da proteção solar, norte (com bússola);
- Layout dos postos de trabalho dos usuários (posição e distância em relação à janela);
- Condições mínimas de iluminâncias dos ambientes: medição de iluminâncias com luxímetro nas mesas de trabalho, segundo procedimento estabelecido no protocolo IEA, 2014;
- Medição das refletâncias das superfícies: de piso, parede e teto, com espectrômetro ALTA II, conforme SANGOI, RAMOS & LAMBERTS (2010), adotado RTQ-C;
- Especificação do vidro: transmissão luminosa do vidro;
- Fotografias gerais do ambiente e das vistas exteriores a partir de postos de trabalho representativos da condição dos usuários, segundo procedimento estabelecido no protocolo IEA, 2014;

Em todos os ambientes foram feitas as medições físicas com trena e bússola, com desenho do layout das mesas de trabalho.

Para a confirmação dos níveis adequados para desempenho visual, conforme previsto na metodologia, foram feitas medições de iluminâncias nas mesas de trabalho com luxímetro de acordo com as condições reais de trabalho, considerando simultaneamente a luz natural e luz artificial. Os valores eram comparados com as recomendações da norma ISO/CIE 8995 (ABNT, 2013), que estabelece iluminâncias de 500 lux para escritórios.

Também foram tiradas fotografias gerais dos ambientes, das principais posições de trabalho e vistas exteriores da janela.

Dessa forma, nos edifícios, alguns ambientes foram descartados, e outros escolhidos justamente por estarem dentro dos padrões mínimos estabelecidos de desempenho visual, refletâncias das superfícies, layout dos escritórios em *open space*, estética e manutenção.

Na pesquisa, esse cuidado foi importante para que não fossem avaliados ambientes com problemas significativos que pudessem interferir nas respostas dos usuários.

A seguir são apresentadas a caracterização de cada edifício e os ambientes avaliados.

### 5.1.1. Edifício 1: TJDF

O edifício do Tribunal de Justiça do Distrito Federal e Territórios (TJDFT), cujo projeto é do arquiteto Siegbert Zanettini, foi inaugurado em 2010 e recebeu em 2011 o 3<sup>a</sup> lugar na categoria de obra pública sustentável do *U.S. Green Building Council (USGBC Brasil)*. Esse fato despertou a curiosidade da comunidade acadêmica de Brasília acerca dos parâmetros de eficiência energética, de qualidade ambiental e de uso da iluminação natural propostos para o projeto e se estes foram efetivamente contemplados após sua ocupação.

A concepção busca uma implantação longitudinal no eixo noroeste-sudeste, com circulação periférica ao edifício, buscando integração com a paisagem do entorno e iluminação natural. A implantação é típica de Brasília, em projeção, ou seja, as edificações ficam distantes e isoladas umas em relação à outra.

Latitude: 15°46' S  
Longitude: 47°54 O  
Data da avaliação de campo: 27/02/2015  
Tipo de céu  
(nebulosidade): 12:00h – 9  
décimos (Céu Encoberto)



Figura 93: Implantação do TJDF

Como proteções solares, utiliza sacadas jardins nos cantos do prédio, combinadas com telas de aço inox, tensionadas nas fachadas principais, que são vedadas com vidros laminados.

A forma em lâmina da planta facilita a iluminação natural bilateral e a ventilação cruzada.

O ambiente avaliado, o Cartório, localiza-se na extremidade do pavimento e tem abertura para as duas fachadas.



Figura 94: Fachada Norte do TJDF



Figura 95: Fachada Sul do TJDF

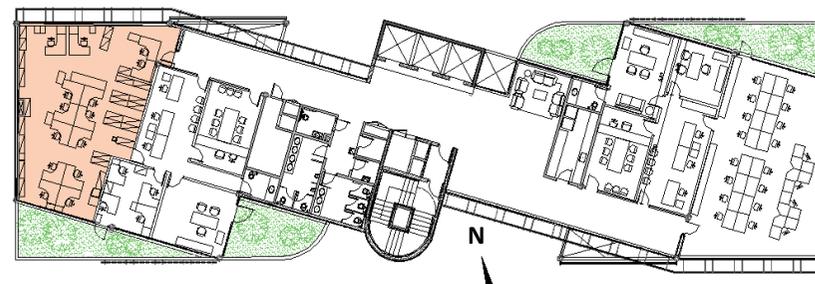


Figura 96: Planta Baixa do 3º Pavimento do TJDF

▪ **Ambiente Estudado: Cartório**

O ambiente avaliado (Cartório) tem um lay out em *open space*, onde trabalham 13 funcionários.

Em decorrência da atividade desenvolvida, a sala possui muitas estantes cheias de material arquivado, além de pilhas de processos em andamento, nas mesas dos funcionários.

O expediente no local inicia no período da tarde e se estende para início da noite. (12-20h)

As condições de manutenção são adequadas e os sistemas de iluminação artificial e de condicionamento de ar (central) funcionam de forma eficiente.

Nas aberturas do ambiente, nas duas fachadas, existem persianas verticais, que funcionam normalmente.



Figura 97: Imagens do ambiente interno do TJDFT

▪ **Materiais:** com uso do espectrômetro portátil Alta II, foram medidas as refletâncias dos materiais superficiais.

- Refletância do Piso: 60%
- Refletância da Parede: 30% e 80%
- Refletância do Teto: 80%
- Transmissão luminosa do Vidro: 63%

▪ **Vistas das Janelas:**

Foi intenção do arquiteto utilizar a tela metálica como proteção, mas de forma não prejudicar à vista exterior.

Assim, em duas fachadas existe a proteção com a tela metálica e na outra, existe a autoproteção, pela sacada jardim. As duas soluções permitem uma visualização ampla da vista exterior.

Para a orientação Nordeste é possível visualizar edifícios, estacionamento e árvores, e no sentido Sudoeste é possível visualizar grande área verde descampada, com horizonte ao fundo.



Figura 98: Vistas da janelas do TJDFT

### 5.1.2. Edifício 2: Ministério do Meio Ambiente (MMA)

Em 1957, Lucio Costa desenhou o Eixo Monumental, definindo a disposição de cada unidade na Esplanada. Determinou que o Ministério da Justiça e o das Relações Exteriores ocupariam os cantos inferiores contíguos ao Congresso Nacional, e que os demais ministérios assumiriam um formato padrão e seriam ordenados em sequência.

Os croquis que acompanham o Relatório do Plano Piloto mostram a disposição desejada. Em 1958, Oscar Niemeyer projetou o ministério modelo a ser reproduzido onze vezes. Trata-se de um edifício de dez pavimentos, executado em estrutura de aço, com planta livre de base retangular.

O Ministério do Meio Ambiente (MMA), localiza-se no lado sul do eixo monumental, o segundo após a Catedral, num eixo de implantação Norte-Sul, como os demais.

**Latitude:** 15°47' S  
**Longitude:** 47°52' O  
**Data da avaliação de campo:**  
27/02/2015  
**Tipo de céu (nebulosidade):**  
12:00h – 9 décimos (Céu Encoberto)



Figura 99: Implantação no Eixo Norte-Sul do MMA

Os Ministérios possuem empenas cegas (Norte e Sul) e fachadas envidraçadas (Leste e Oeste), sendo a voltada para oeste protegida por brise-soleil.

Foram escolhidos dois ambientes, nas fachadas Oeste e Leste, para avaliação e simulação. A disposição dos ambientes na planta é em linha reta, próximos às fachadas, com circulação horizontal ao centro. Áreas molhadas e escadas são dispostas na fachada Oeste.



Figura 100: Fachada Oeste do MMA



Figura 101: Fachada Leste do MMA

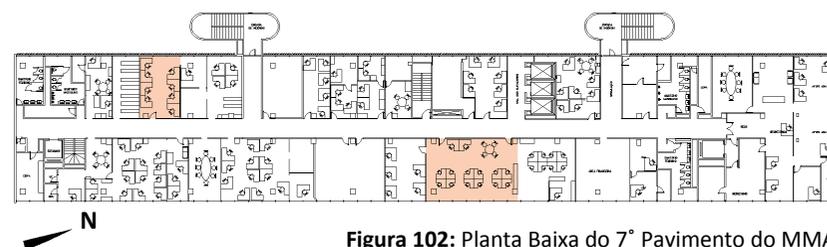


Figura 102: Planta Baixa do 7º Pavimento do MMA

▪ **Ambientes:**

Nos dois ambientes avaliados, no sétimo pavimento, funcionam atividades típicas de escritório, em *open space*.

As condições de manutenção são adequadas. Mas, alguns trechos das fachadas possuem película ou pintura da parte superior dos vidros, na tentativa de diminuir a luminosidade.

Os sistemas de esquadrias permitem abertura superior e inferior para ventilação.

As persianas, apesar de novas, possuem uma cor cinza e transparência que influenciam na cor da luz no ambiente.

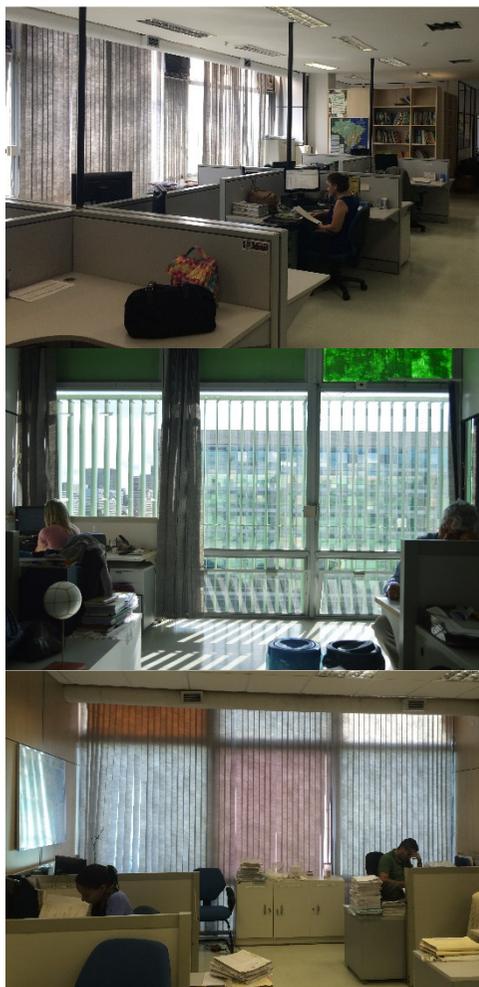


Figura 103: Imagens dos ambientes internos do MMA

▪ **Materiais:** medidos com do espectrômetro portátil Alta II

- Refletância do Piso: 75%
- Refletância da Parede: 75%
- Refletância do Teto: 80%
- Transmissão luminosa do Vidro: 78% Oeste e 33% Leste

▪ **Vistas das Janelas:**

Como o MMA está entre outros dois ministérios, pelas aberturas Leste e Oeste é possível visualizar o edifício vizinho e em alguns ângulos, os estacionamentos, por entre as copas grandes árvores.

À Leste é possível ver a Esplanada, com visão mais ampla. Já à Oeste, a vista é prejudicada pelo brise vertical, e em algumas situações, pela caixa de escada externa de concreto.



Figura 104: Vistas da janelas do MMA

### 5.1.3. Edifício 3: Ministério de Minas e Energia (MME)

Como o MMA, o Ministério de Minas e Energia (MME), faz parte do grupo de ministérios da Esplanada de Brasília. Dispostos ao longo do Eixo Monumental, os edifícios possuem composição formal simples, com disposição continuada, reforçando com a simetria, a importância da Praça dos Três Poderes na hierarquia do conjunto. O projeto segue os princípios modernistas e as proporções utilizadas por Le Corbusier.

O MME localiza-se entre outros dois ministérios, na parte norte do Eixo Monumental, sendo o segundo ministério antes do Ministério da Justiça (Palácio dos Arcos).

Latitude: 15°47' S  
Longitude: 47°52' O  
Data da avaliação de campo: 06/11/2015  
Tipo de céu  
(nebulosidade): 12:00h –  
1,25 décimos  
(Céu Claro)



Figura 105: Implantação no Eixo Norte-Sul do MME



O projeto do MME é diferente do MMA quanto à disposição da escada. Enquanto que no MMA a escada de concreto aparente é externa, no MME, a escada é interna, também na orientação oeste.

A configuração das fachadas segue a padronização nos ministérios, com fachadas envidraçadas, sendo que na orientação leste, não tem proteção solar e na orientação oeste, existem brises verticais.

As fachadas norte e sul são empenas cegas.



Figura 106: Fachada Leste do MME



Figura 107: Fachada Oeste do MME

#### ▪ Planta Baixa do pavimento:

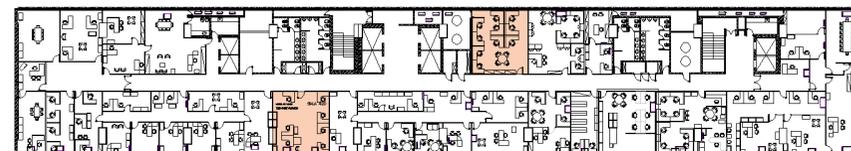


Figura 108: Planta Baixa do Pav. Tipo (4° e 5°)

▪ **Ambientes:**

O layout dos pavimentos também distribui os ambientes de trabalho nas fachadas, com circulação horizontal central. Os ambientes avaliados localizam-se no quarto e quanto pavimentos, um em cada orientação (leste e oeste).

Recentemente o MME passou por retrofit, onde todo o sistema de iluminação foi alterado, incluindo automação.

As divisórias e mobiliário também forma trocados.

As persianas verticais seguem a padronização de cor cinza ou bege.

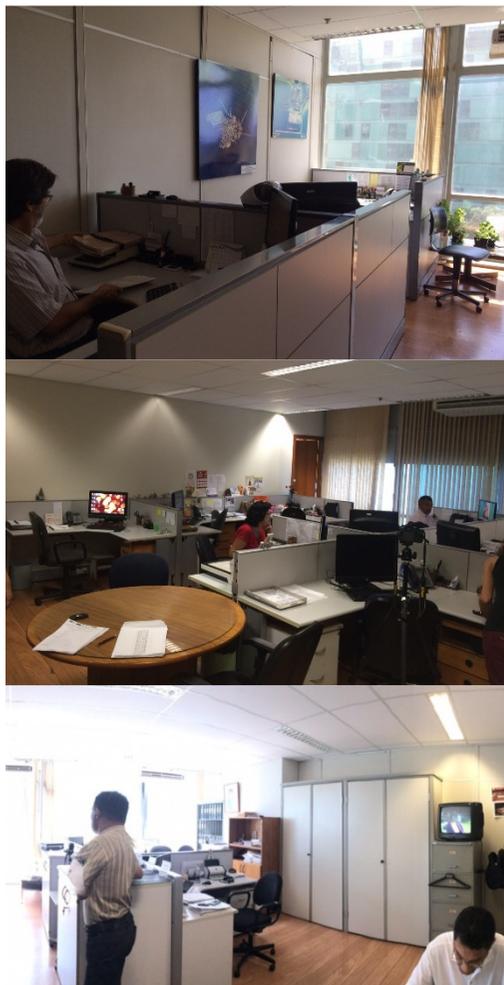


Figura 109: Imagens dos ambientes internos do MME

▪ **Materiais:** medidos com do espectrômetro portátil Alta II

- Refletância do Piso: 40%
- Refletância da Parede: 75%
- Refletância do Teto: 80%
- Transmissão luminosa do Vidro: 33%

▪ **Vistas das Janelas:**

As vistas do MME seguem o padrão dos ministérios, com visualização do edifício vizinho, muitas árvores e estacionamento.

A vista da fachada Oeste também é marcada pelo brise vertical.

Por sua posição, orientação, nas extremidades da fachada Leste, é possível visualizar a Praça dos Três Poderes e trechos do Lago Paranoá.



Figura 110: Vistas da janelas do MME

#### 5.1.4. Edifício 4: Tribunal de Contas da União (TCU)

O complexo do TCU é formado pelo edifício-sede, construído em 1974, com o projeto paisagístico de Roberto Burle Marx, e com os edifícios anexos (projeto de Oscar Niemeyer), construídos no período de 1994 a 1998.

O edifício avaliado foi o Anexo III do TCU, que se localiza mais ao sul do complexo. Os anexos são lâminas de cinco pavimentos, levemente arqueadas na orientação norte.

São interligadas por passarela que os conecta ao edifício-sede do TCU.

O terreno possui grande área verde, mas ainda não consolidada, então o entorno dos anexos não possui vegetação, com grande parte do solo exposto.

A implantação dos anexos é no sentido Leste-Oeste, e entre os blocos a circulação é apenas de pedestres. O estacionamento é localizado lateralmente.



Figura 111: Implantação no Eixo Leste e Oeste do TCU

Latitude: 15°48' S  
Longitude: 47°51' O  
Data da avaliação de campo: 05/11/2015  
Tipo de céu (nebulosidade): 12:00h – 1,25 décimos (Céu Claro)

As fachadas dos anexos do TCU possuem pelo de vidro laminado, cor bronze, com baixa transmissão luminosa e fator solar.

Na orientação Sul, não existe proteção solar, e na orientação norte, existem brises verticais.

Já as fachadas leste e oeste são empenas cegas de concreto.

Os ambientes são dispostos nas fachadas, com circulação horizontal centralizada.

A sala avaliada localiza-se na extremidade do pavimento, com abertura para às duas fachadas.



Figura 112: Fachada Sul do TCU

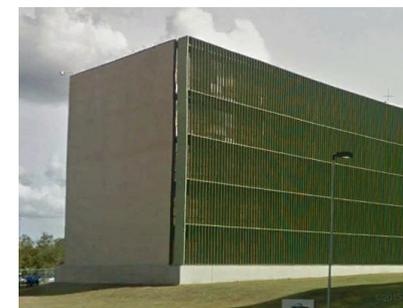


Figura 113: Fachada Sul do TCU

#### ▪ Planta Baixa do pavimento:

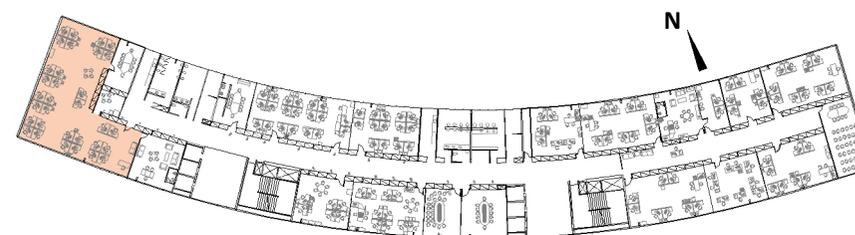


Figura 114: Planta Baixa do Pavimento do TCU

▪ **Ambientes:**

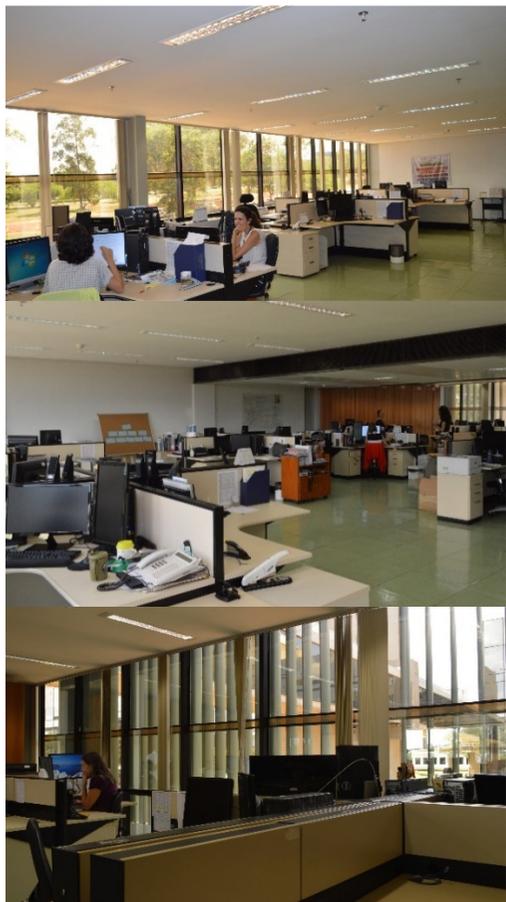
No Anexo III do TCU, o ambiente avaliado foi a Sala 110, do primeiro pavimento.

O edifício é relativamente novo, com boas condições de manutenção. Todos os ambientes são amplos e o layout favorece a circulação.

Os ambientes possuem persianas verticais, com sistemas funcionando normalmente.

Nesta sala, existem 32 postos de trabalho, dispostos em *open space*.

O tipo de vidro usado filtra a grande luminosidade, favorecendo a visibilidade para o exterior.



**Figura 115:** Imagens do ambiente interno do TCU

▪ **Materiais:** medidos com do espectrômetro portátil Alta II

- Refletância do Piso: 33%
- Refletância da Parede: 65%
- Refletância do Teto: 80%
- Transmissão luminosa do Vidro: 21%

▪ **Vistas das Janelas:**

As vistas do Anexo III são marcadas pelas áreas verdes que circulam o edifício.

A vegetação é escassa, com grande quantidade de solo exposto. Assim, apenas da amplitude, os elementos ambientais não são favoráveis, diferente dos jardins do edifício-sede, com jardins e espelhos d'água.

Na orientação norte, os brises interferem na vista exterior. A posição do ambiente, na extremidade do pavimento, cria uma vista direta para a passarela e para o anexo vizinho.



**Figura 116:** Vistas da janelas do TCU

### 5.1.5. Edifício 5: Câmara dos Deputados (CAM)

Projetado em 1958, o Congresso Nacional é o edifício-chave na concepção espacial e simbólica do Eixo Monumental de Brasília e uma das mais importantes obras do arquiteto Oscar Niemeyer.

Sua concepção baseia-se no equilíbrio em a plataforma horizontal, com as duas cúpulas do Senado Federal e Câmara dos Deputados, com seus respectivos anexos, em torres verticais, paralelas, dispostas no eixo Leste-Oeste. O edifício é valorizado por sua altura diferenciada, implantação isolada e sequência dos ministérios ao longo do Eixo Monumental, que direciona o olhar para o Congresso Nacional, centro da composição arquitetônica.

As duas torres verticais são independentes, com passarelas de ligação. A pesquisa foi realizada no Anexo da Câmara nos Deputados, ou seja, na Torre Sul, no 20º pavimento.



Figura 117: Implantação no Eixo Leste e Oeste da Câmara

**Latitude:** 15°47' S  
**Longitude:** 47°51' O  
Data da avaliação de campo: 05/11/2015  
**Tipo de céu**  
**(nebulosidade):** 12:00h – 1,25 décimos (Céu Claro)

A sala avaliada localiza-se na Torre Sul, Anexo da Câmara dos Deputados.

Seguindo linguagem do arquiteto, a fachada é toda envidraçada, com esquadrias moduladas que permitem ventilação superior e inferior.

Enquanto que na torre norte (Senado) a fachada é protegida por brises verticais, na fachada sul (Câmara), os vidros são simples e sem proteção solar.

O pavimento é bem estreito, com posicionamento de áreas molhadas, de serviço e escadas no centro e a maioria dos ambientes úteis na fachada sul.

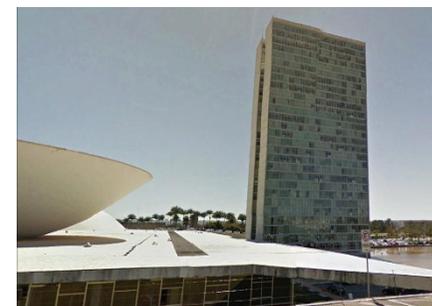


Figura 118: Fachada Sul da Câmara



Figura 119: Detalhe da Fachada da Câmara

#### ▪ Planta Baixa do pavimento:

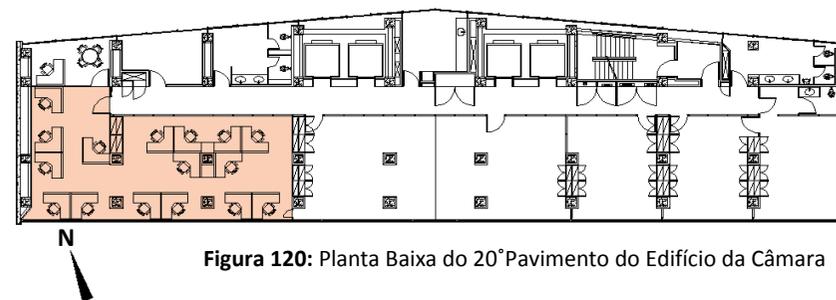


Figura 120: Planta Baixa do 20º Pavimento do Edifício da Câmara

▪ **Ambientes:**

Como patrimônio tombado, as torres do Congresso nacional possuem boas condições de manutenção e padronização de materiais e mobiliário.

O ambiente avaliado, localizado no 20º andar, possui disposição linear em *open space*, acompanhando a fachada sul.

As persianas estão em boas condições de uso, sendo frequentemente deixadas abertas para aproveitamento da luz natural e vista exterior.

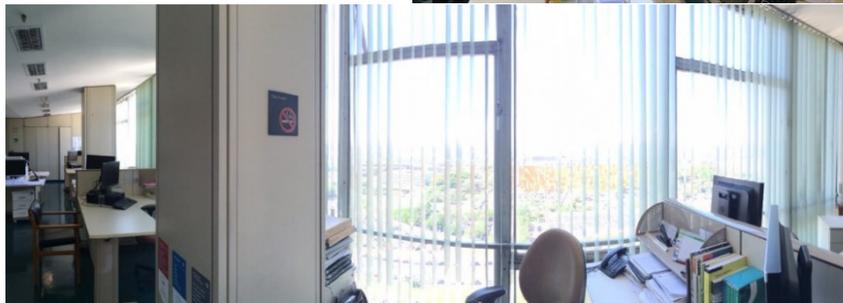


Figura 121: Imagens do ambiente interno da Câmara

▪ **Materiais:** medidos com do espectrômetro portátil Alta II

- Refletância do Piso: 2%
- Refletância da Parede: 44%
- Refletância do Teto: 80%
- Transmissão luminosa do Vidro: 89%

▪ **Vistas das Janelas:**

A vista é privilegiada, pela orientação sul, sem proteção e pela altura. A paisagem é bem estruturada, com forte presença da vegetação e água (Lago Paranoá), além da composição arquitetônica mais importante de Brasília (Praça dos Três Poderes, Itamaraty e Ministérios).



Figura 122: Vista da janelas da Câmara

### 5.1.6. Edifício 6: (CDT)

O Centro de Apoio ao Desenvolvimento Tecnológico da Universidade de Brasília – CDT/UnB é um grande incentivador da inovação tecnológica, e apoia a pesquisa e o empreendedorismo, por meio de laços entre a Sociedade, Empresas e o Governo.

Inaugurada em 2008, a nova Sede do CDT é composta de dois blocos de dois pavimentos, dispostos no eixo Leste-Oeste, com coberturas curvas, interligados por jardim interno. Dessa forma, existem quatro fachadas no edifício, duas externas e duas internas, voltadas para o pátio central.

No edifício, funcionam no térreo, em cada bloco, empresas da Multi-incubadora e do Parque Tecnológico. Já no pavimento superior localizam-se a direção do centro e demais áreas administrativas.

O CDT localiza-se na UnB, em área isolada, permeada pelo cerrado, sem a presença de edifícios vizinhos muito próximos.

**Latitude:** 15°46' S  
**Longitude:** 47°52' O  
**Data da avaliação de campo:**  
13/06/2016  
**Tipo de céu (nebulosidade):**  
12:00h – 1,25 décimos  
(Céu Claro)



Figura 123: Implantação no Eixo Leste e Oeste do CDT

As janelas são em fita, acima de peitoril de alvenaria. Nas fachadas com orientação norte, as aberturas possuem brises horizontais e vidro simples. Já nas fachadas de orientação sul, não existem brises e os vidros possuem película espelhada.



Figura 124: Fachada Sul do CDT

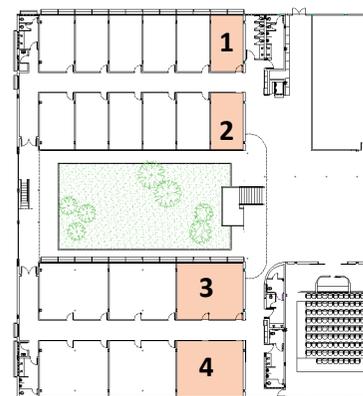


Figura 125: Pátio Interno do CDT



Figura 126: Fachada Norte do CDT

#### Planta Baixa do pavimento:



Foram avaliados 4 ambientes representativos, conforme demonstrado:

Figura 127: Planta Baixa Planta do Térreo do CDT

▪ **Ambientes:**

As salas do CDT seguem a modulação estrutural, a grande maioria em *open space*, voltadas para as fachadas externas ou para o jardim interno, enquanto a circulação é central.

Nas salas do térreo, funcionam as empresas incubadas ou do Parque Tecnológico, e por isso possuem um layout mais diversificado, mas com as paredes claras e teto e pisos no padrão do edifício.

Já no pavimento superior, as salas são padronizadas. Em todas as salas existem persianas verticais.

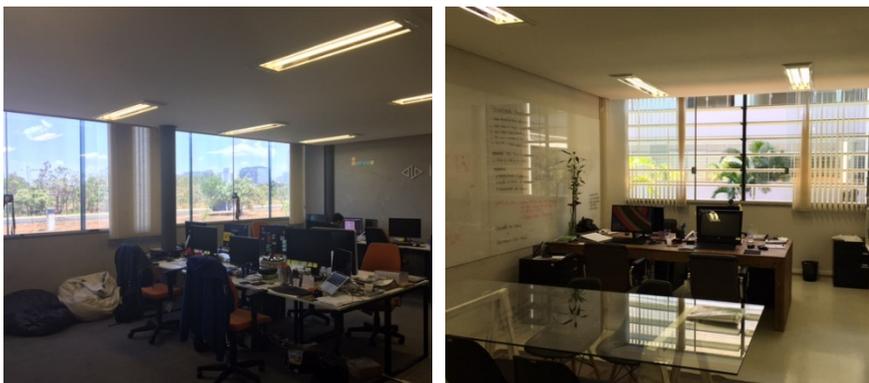


Figura 128: Imagens dos ambientes internos do CDT

▪ **Materiais:**

- Refletância do Piso: 59%
- Refletância da Parede: 85%
- Refletância do Teto: 80%
- Transmissão luminosa do Vidro: 89% e 25%

▪ **Vistas das Janelas:**

As vistas externas das fachadas do CDT são marcadas pela forte presença da vegetação do cerrado e por isso, refletem as situações de seca e chuva, típicas do clima da cidade.

As vistas de orientação norte são marcadas pela presença dos brises horizontais. As salas com orientação norte, voltadas para o jardim interno, deixam o brise horizontal a maior parte do tempo abertos. Já as salas voltadas para fachada exterior norte, voltadas para o estacionamento, deixam o brise na maior parte do tempo fechados.



Figura 129: Vistas Sul das janelas do CDT

Figura 130: Vistas Norte das janelas do CDT

### 5.1.7. Edifício 7: Reitoria da UnB

Inaugurado em 1975, o prédio da Reitoria é uma das obras mais significativas da Universidade de Brasília, tendo sido projetado pelos arquitetos Paulo Zimbres, Vera Braun Galvão e Josué Macedo. O projeto tem forte influência do estilo brutalista, que valoriza o concreto armado, sem acabamento.

*“Mas fui contaminado pela beleza do Cerrado, do céu escancarado de Brasília. Concebemos o prédio olhando para a natureza, com rasgos que miram o horizonte” (Zimbres).*

Com três andares, a construção em dois blocos (A e B) reforça a horizontalidade, com a marcação das fachadas e dos pavimentos em planos sobrepostos. O interior é vazado, dotada de rampas, jardins e espelhos d’água, e pergolados, que favorecem a circulação do ar, iluminação natural e o microclima interno.

A implantação tem forte relação com o Lago Paranoá (Nordeste), a Biblioteca Central (Noroeste) e o Instituto de Ciências Centrais – ICC (Sudoeste).

**Latitude:** 15°45'S  
**Longitude:** 47°52'  
**Data da avaliação de campo:**  
**04/11/2015**  
**Tipo de céu (nebulosidade):**  
15:30h – 7,5 décimos  
(Céu Encoberto)

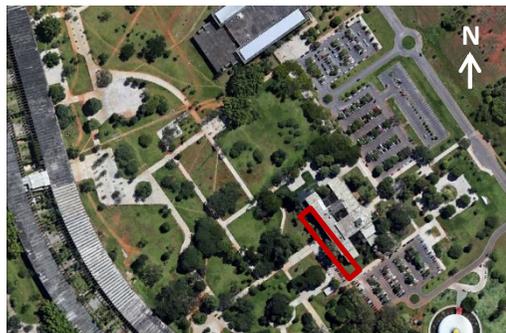


Figura 131: Implantação da Reitoria

O ambiente avaliado localiza-se na fachada sudoeste, voltado para o ICC-Norte. Não existem brises nas fachadas, sendo que os deslocamentos dos pavimentos e grandes beirais promovem a proteção solar adequada.



Figura 132: Fachada Sudoeste da Reitoria



Figura 133: Jardim Interno e Beirais

#### Planta Baixa do pavimento:

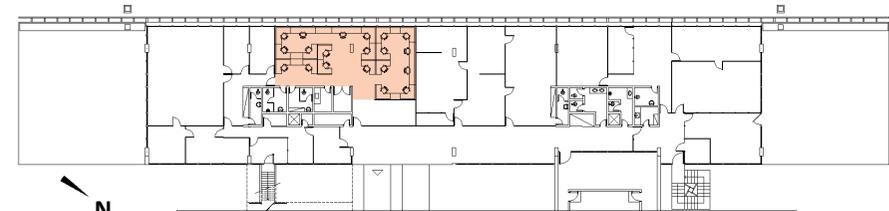


Figura 134: Planta Baixa do 2º Pavimento da Reitoria (Bloco B)

▪ **Ambientes:**

O ambiente avaliado na Reitoria é o SECOM, localizado no segundo pavimento, voltado para a fachada sudoeste, com vista para o ICC-Norte.

O layout do ambiente é em *open space*, com uso de mobiliário e acabamentos padronizados do edifício.

Diferente dos outros ambientes avaliados, na SECOM da Reitoria não existem persianas internas. Além disso, não existem películas nos vidros ou qualquer intervenção do usuário nas janelas para diminuir a claridade ou radiação.

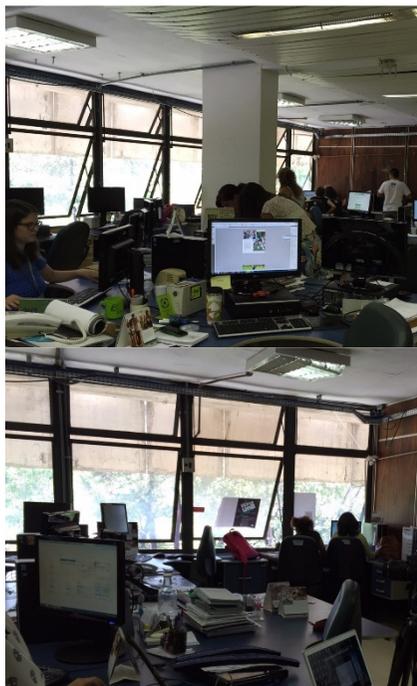


Figura 135: Imagens do ambiente interno da Reitoria

▪ **Materiais:** medidos com do espectrômetro portátil Alta II

- Refletância do Piso: 79%
- Refletância da Parede: 72%
- Refletância do Teto: 80%
- Transmissão luminosa do Vidro: 80%

▪ **Vistas das Janelas:**

A vista das janelas é marcada pelo ritmo das esquadrias basculantes, dispostas acima de parapeito de concreto.

É possível ver grande quantidade de árvores do campus, o caminho de pedestre que leva ao ICC e parte do estacionamento lateral.



Figura 136: Vistas da janela da Reitoria

## 5.2. Resultados das Avaliações Técnicas

Os dados das avaliações técnicas foram sistematizados, segundo previsto pela metodologia, primeiramente com a intenção de organizar e descrever de forma geral dos resultados.

### 5.2.1. Simulação de Desempenho Visual

Os resultados de todas as simulações de iluminação natural dos sete edifícios, com o software DIVA-FOR-RHINO<sup>12</sup>, foram sistematizados em tabelas para visualização geral.

Primeiramente são apresentados os resultados de Desempenho Visual, com avaliação do *Daylight Autonomy* (DA) e *Useful Daylight Illuminance* (UDI). O objetivo dessa análise é verificar se os ambientes escolhidos tinham condições adequadas par execução das tarefas, em particular, níveis e distribuição adequados de iluminâncias no plano horizontal.

As simulações foram realizadas considerando as persianas internas abertas, e os parâmetros de avaliação utilizados, baseados no referencial teórico, foram:

- DA mínimo de 300 lux, em 50% do tempo, em 50% do espaço
- UDI: 100 >DA < 2000, em 50% do tempo, em 50% do espaço

<sup>12</sup> As Simulações foram desenvolvidas conjuntamente com a pesquisadora do LACAM, Márcia Birck, mestranda da FAU/UnB.

Na Tabela 4 são apresentados os resultados compilados de DA e UDI de todas as simulações:

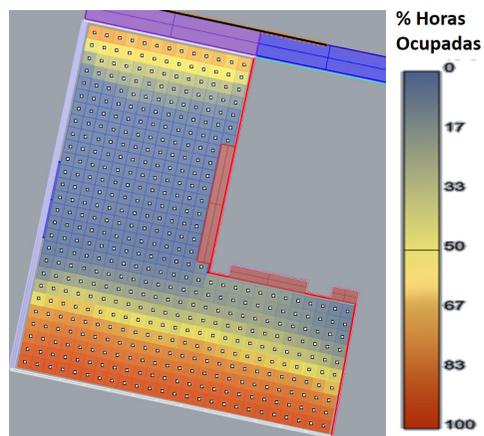
**Tabela 4:** Resultados Médios: *Daylight Autonomy* (DA) e *Useful Daylight Illuminance* (UDI)

Edifício	Ambiente/ Orientação	UDI		
		DA de 300	100 >DA < 2000	DA > 2000
TJDFT	Cartório: Sul	92%	94%	5%
	Cartório: Norte			
MMA	749: Oeste	63%	100%	0%
	724: Leste	99%	99%	1%
MME	535: Oeste	61%	100%	0%
	420: Leste	100%	100%	3%
TCU	110: Norte e Sul	33%	80%	0%
CAM	2009: Sul	90%	91%	9%
CDT	1: Norte Externa	100%	69%	31%
	2: Sul Interna	27%	77%	0%
	3: Norte Interna	100%	89%	8%
	4: Sul Externa	100%	100%	0%
REITORIA	Secom: Oeste	99%	100%	0%

Resultado: Desempenho Adequado Desempenho Inadequado

A maioria dos ambientes simulados está em condições satisfatórias de desempenho visual em relação aos níveis de iluminâncias, em especial quanto ao atendimento do intervalo útil de 100 a 2000lux, conforme resultados apresentados no Apêndice 3.

Observa-se que em alguns ambientes, a iluminância mínima estabelecida (DA de 300 lux, em 50% do tempo, em 50% do espaço) não é alcançada, como a Figura 143, que apresenta o resultado do TCU.



DA de 300 lux (33%)

**Figura 137:** Simulação de DA médio de 33% do TCU

Detectou-se um DA insuficiente no TCU (33%), decorrente da grande profundidade do ambiente associada com baixa transmissão luminosa do vidro (21%). Os pontos com cores azuis representam as áreas do ambiente em que não atingem o DA estabelecido de 50% do tempo em 50% do espaço.

O DA de 27% no CDT, no ambiente voltado para o pátio interno, orientação Sul, também não atingiu o mínimo estabelecido, por causa das obstruções externas, baixa transmissão luminosa do vidro (25%) e profundidade da sala.

No MMA (sala 749) e MME (sala 535) o DA alcançado foi em torno de 62%, abaixo dos outros ambientes, mas ainda assim, dentro do parâmetro estabelecido como adequado. Essa redução da autonomia da luz natural é consequência dos brises verticais nas fachadas oeste e a profundidade dos ambientes.

Também foi possível perceber que a maioria dos ambientes tem menos de 10% do espaço com valores de iluminâncias acima da recomendação (DA > 2000 lux), ou seja, com aumento da probabilidade de ofuscamento.

Apenas o CDT (sala 1- Norte Externa), com orientação Norte, apresentou problemas com excesso de iluminâncias.

Assim, as simulações de iluminação natural comprovaram que os ambientes reais selecionados possuem bom desempenho visual para a realização das tarefas, conforme estabelecido por esta pesquisa, quanto aos aspectos de Daylight Autonomy (DA) e Useful Daylight Illuminance (UDI), não apresentando problemas que inviabilizassem os estudos com os usuários.

Conforme previsto na metodologia, foram feitas medições de iluminâncias nas mesas de trabalho, considerando a luz natural e artificial e as simulações no DIVA para complementar o diagnóstico do desempenho visual. A preocupação era que não houvesse o mascaramento da percepção de conforto visual do usuário por algum problema de baixos níveis de iluminâncias.

## 5.2.2. Simulação de Probabilidade de Ofuscamento

São aqui apresentados os resultados relacionados ao Conforto Visual, também simulados no software DIVA-FOR-RHINO<sup>13</sup>, para avaliação da probabilidade de ofuscamento, com base no índice DGP, por meio do *Annual Glare*, *Point-in-time Glare* e Proporção de Constastes Máximos no Campo Visual.

As simulações foram realizadas considerando as persianas internas abertas, e os parâmetros de avaliação utilizados, baseados no referencial teórico, foram:

- Annual Glare e Point-in-time Glare:
  - Ofuscamento Intolerável:  $DGP \geq 45\%$
  - Ofuscamento Perturbador:  $45\% > DGP \geq 40\%$
  - Ofuscamento Perceptível =  $40\% > DGP \geq 35\%$
  - Ofuscamento Imperceptível =  $35\% > DGP$
- Contrastes Máximos no Campo Visual (Point-in-time Glare)::
  - Contraste Máximo na Tarefa = 3:1
  - Contraste Máximo entre Tarefa e Entorno = 10:1
  - Contraste Máximo no Campo Visual = 40:1

Na Tabela 5 são apresentados os resultados compilados de *Annual Glare*, *Point-in-time Glare* e Proporção de Constastes Máximos no Campo Visual

de todas as simulações. Foi considerada situação de ofuscamento, a soma das horas em Ofuscamento Intolerável, Perturbador e Perceptível:

**Tabela 5:** Resultados de *Annual Glare*, *Point-in-time Glare* e Proporção de Constastes:

Edifício	Ambiente	Annual Glare	Point-in-time	Contraste
TJDFT	Cartório: Sul	<b>Ofuscam. = 0,05%</b> Intol.= 0% Perturb.= 0% Percep.= 0,05% <b>Imperc.= 99,95%</b>	27/02, 15h DGP = 20% <b>Imperceptível</b>	<b>Tarefa = 46:1</b> <b>Entorno= 21:1</b> C. Visual= 32:1
	Cartório: Norte	<b>Ofuscam. = 22,79%</b> Intol.= 3,52% Perturb.= 7,56% Percep.= 11,71% <b>Imperc.= 77,21%</b>	27/02, 15h DGP = 24 % <b>Imperceptível</b>	<b>Tarefa = 13:1</b> <b>Entorno= 35:1</b> <b>C. Visual= 52:1</b>
MMA	749: Oeste	<b>Ofuscam. = 3,54%</b> Intol.= 0,39% Perturb.= 0,09% Percep.= 3,06% <b>Imperc.= 96,46%</b>	27/02, 15h DGP = 22 % <b>Imperceptível</b>	<b>Tarefa = 67:1</b> Entorno= 10:1 C. Visual= 15:1
	724: Leste	<b>Ofuscam. = 14,13%</b> Intol.= 4,73% Perturb.= 4,45% Percep.= 4,95% <b>Imperc.= 85,87%</b>	27/02, 10h DGP = 21 % <b>Imperceptível</b>	<b>Tarefa = 18:1</b> <b>Entorno= 73:1</b> C. Visual= 17:1
MME	535: Oeste	<b>Ofuscam. = 5,87%</b> Intol.= 2,10% Perturb.= 2,21% Percep.= 1,55% <b>Imperc.= 94,13%</b>	06/11, 15h DGP = 25 % <b>Imperceptível</b>	<b>Tarefa = 73:1</b> <b>Entorno= 14:1</b> C. Visual= 14:1
	420: Leste	<b>Ofuscam. = 11,28%</b> Intol.= 4,98% Perturb.= 1,92% Percep.= 4,38% <b>Imperc.= 88,72%</b>	06/11, 10h DGP = 27 % <b>Imperceptível</b>	<b>Tarefa = 18:1</b> Entorno= 6:1 C. Visual= 11:1
TCU	110: Norte	<b>Ofuscam. = 0,0%</b> Intol.= 0% Perturb.= 0% Percep.= 0% <b>Imperc.= 100%</b>	05/11, 15h DGP = 22 % <b>Imperceptível</b>	Tarefa = 3:1 <b>Entorno= 70:1</b> C. Visual= 27:1

<sup>13</sup> As Simulações foram desenvolvidas conjuntamente com a pesquisadora do LACAM, Márcia Birck, mestranda da FAU/UnB.

CAM	110: Sul	<b>Ofuscam. = 0,07%</b> Intol.= 0% Perturb.= 0,02% Percep.= 0,05% <b>Imperc.= 99,93%</b>	05/11, 15h DGP = 21 % <b>Imperceptível</b>	<b>Tarefa = 24:1</b> Entorno= 17:1 C. Visual= 18:1
	2009: Sul	<b>Ofuscam. = 25,21%</b> Intol.= 0,91% Perturb.= 6% Percep.= 18,29% <b>Imperc.= 74,79%</b>	05/11, 10h DGP = 35 % <b>Perceptível</b>	<b>Tarefa = 75:1</b> Entorno= 440:1 C. Visual= 881:1
CDT	1: Norte Externa	<b>Ofuscam. = 41,51%</b> Intol.= 17,31% Perturb.= 6,21% Percep.= 17,99% <b>Imperc.= 58,49%</b>	13/06, 15h DGP = 39 % <b>Perceptível</b>	<b>Tarefa = 11:1</b> Entorno= 11:1 C. Visual= 20:1
	2: Sul Interna	<b>Ofuscam. = 0,0%</b> Intol.= 0% Perturb.= 0% Percep.= 0% <b>Imperc.= 100%</b>	13/06, 15h DGP = 24 % <b>Imperceptível</b>	<b>Tarefa = 77:1</b> Entorno= 94:1 C. Visual= 71:1
	3: Norte Interna	<b>Ofuscam. = 7,10%</b> Intol.= 0,39% Perturb.= 0,43% Percep.= 6,28% <b>Imperc.= 92,90%</b>	13/06, 15h DGP = 39 % <b>Perceptível</b>	<b>Tarefa = 11:1</b> Entorno= 15:1 C. Visual= 14:1
	4: Sul Externa	<b>Ofuscam. = 0,0%</b> Intol.= 0% Perturb.= 0% Percep.= 0% <b>Imperc.= 100%</b>	13/06, 15h DGP = 21 % <b>Imperceptível</b>	<b>Tarefa = 16:1</b> Entorno= 12:1 C. Visual= 13:1
REITORIA	Secom: Oeste	<b>Ofuscam. = 6,0%</b> Intol.= 0,41% Perturb.= 0,89% Percep.= 4,70% <b>Imperc.= 94 %</b>	27/02, 15h DGP = 25 % <b>Imperceptível</b>	<b>Tarefa = 50:1</b> Entorno= 28:1 C. Visual= 30:1

Resultado: Desempenho Adequado Desempenho Inadequado

A Tabela 5 mostra no *Annual Glare* as porcentagens de horas com luz natural (6-18h) em que não existe Ofuscamento (Ofuscamento Imperceptível) e as horas em que existe Ofuscamento para o usuário (soma das horas de Ofuscamento Perceptível, Perturbador e Intolerável).

A maioria dos ambientes simulados está em condições satisfatórias em relação à probabilidade de ofuscamento ao longo do ano. Perceber-se que a maioria dos valores de Ofuscamento Imperceptível está acima de 80%.

Alguns ambientes apresentam Ofuscamento acima de 10%, considerando a soma de Ofuscamento Perceptível, Perturbador e Intolerável, como o TJDFT-Norte (22,79%, Figura 144), MMA-Leste (14,13%), MME-Leste (11,28%), CAM (25,21%), e CDT\_Norte Externa (41,51%).

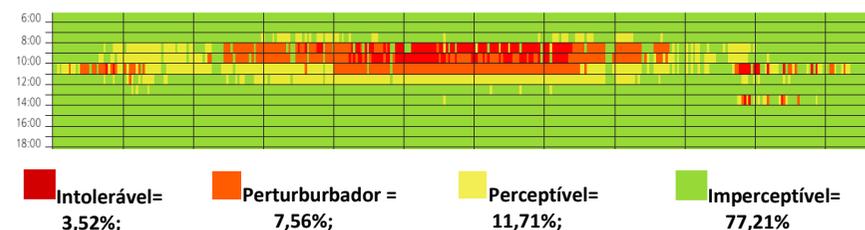
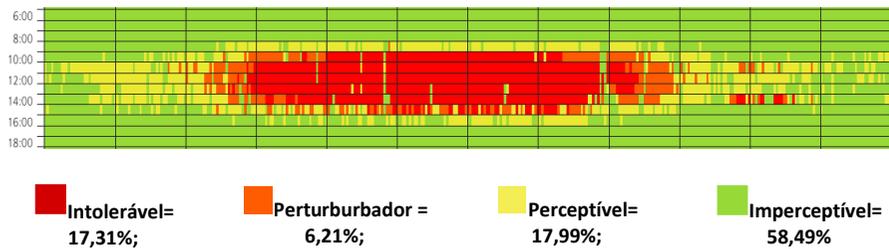


Figura 138: Simulação de *Annual Glare* do TJDFT (Norte), Ofuscamento em 22,79% do tempo

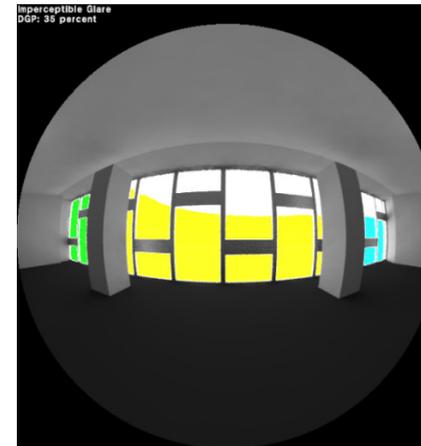
Destaca-se que a maioria dos ambientes não apresentou Ofuscamento Perturbador ou Intolerável acima de 8%. Apenas o ambiente do CDT 1-Norte-Externa (Figura 139) apresentou Ofuscamento Perceptível de 17,99%, Perturbador de 6,21% e Intolerável de 17,31%, como demonstrado na Figura 145, num total de 41,51% do tempo com ofuscamento.



**Figura 139:** Simulação de *Annual Glare* do CDT 1-Norte-Externa, Ofuscamento em 41,51% do tempo

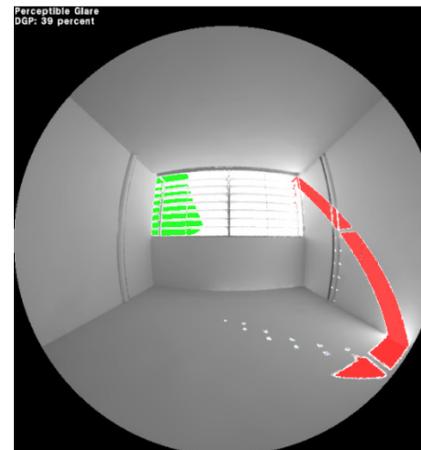
A avaliação do *Point-in-time Glare*, com a simulação realizada no dia da aplicação dos questionários com os usuários dos ambientes reais, no horário mais crítico, confirma o resultado do *Annual Glare*, com a maioria dos ambientes apresentando Ofuscamento Imperceptível, uma vez que o DGP está abaixo de 35%.

Percebe-se na Tabela 5 que três ambientes apresentaram Ofuscamento Perceptível na simulação estática do *Point-in-time Glare* (no dia da aplicação do questionário): o CAM com DGP de 35% (Figura 160), o CDT 1-Norte-Externa (Figura 147) com DGP de 39% e o CDT 3-Norte-Interna, com DGP de 39%.



**Figura 140:** Simulação de *Point-in-time Glare* da CÂMARA (Sul)

**05/11, 10h, DGP = 35 %, Ofuscamento Perceptível**

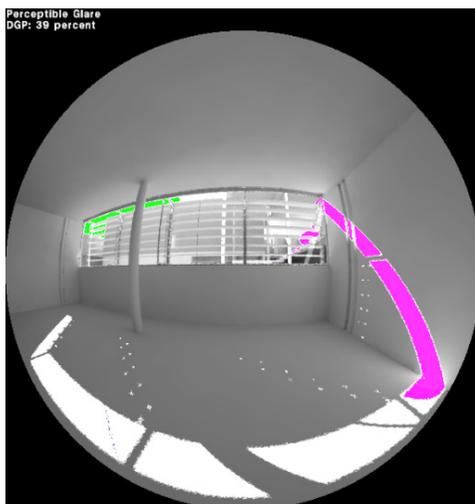


**Figura 141:** Simulação de *Point-in-time Glare* do CDT 1-Norte-Externa

**13/06, 15h, DGP = 39 %, Ofuscamento Perceptível**

Uma das situações simuladas demonstrou a importância de realizar as avaliações ao longo do ano (*Annual Glare*) e em dia específico (*Point-in-time Glare*).

O ambiente do CDT 3-Norte-Interna (Figura 142), apesar de não apresentar problemas de ofuscamento anual, no dia específico da medição/simulação (13/06, 15h), apresentou Ofuscamento Perceptível, com DGP de 39%. Tal fato deve-se ao percurso solar, que nessa época do ano, em função da inclinação do sol, apresenta a falha do brise horizontal, que por não ter fechamento na parte superior, possibilita a passagem da radiação direta para o ambiente.



**13/06, 15h, DGP = 39 %,  
Ofuscamento Perceptível**

**Figura 142:** Simulação de *Point-in-time-Glare* do CDT 3-Norte-Interna

Assim, as análises feitas comprovaram que os ambientes reais selecionados possuem não apresentam problemas graves com ofuscamento ao longo do ano.

Mas, mesmo não havendo problemas significativos de ofuscamento anual, as simulações foram sensíveis em detectar problemas pontuais (em meses

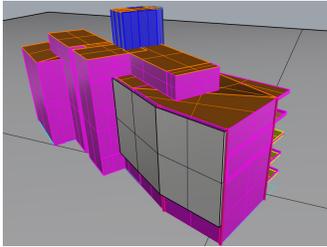
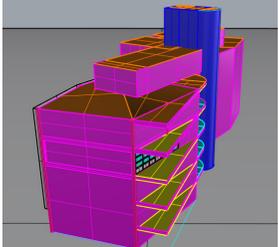
e horários específicos), assim como verificar que a maior parte do ofuscamento dos ambientes reais avaliados não decorre de excessos dos níveis de luminâncias (saturação), mas principalmente dos contrastes inadequados no campo visual dos usuários.

No Apêndice 3 são apresentadas todas as simulações, conforme exemplo apresentado a seguir, do TJDFT.

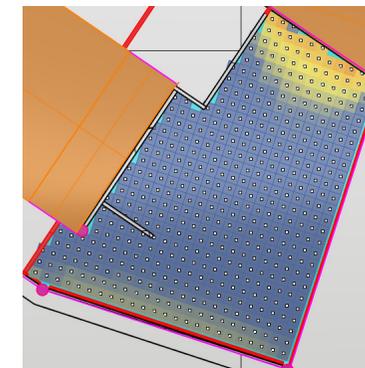
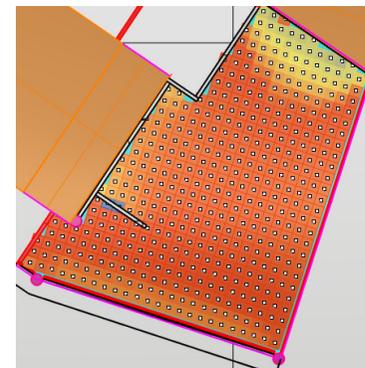
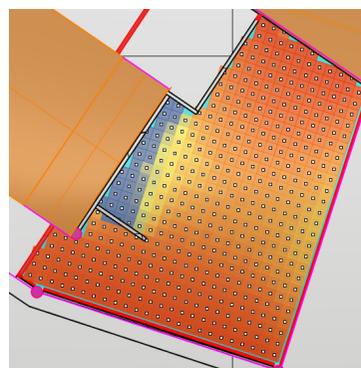
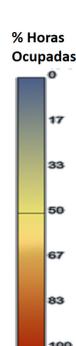
**Exemplo de Resultado das Simulações: Edifício 1: TJDFT** (demais simulações, ver Apêndice 3)

No TJDFT foi simulado um ambiente representativo (Cartório), localizado na extremidade do pavimento, com abertura para as duas fachadas.

▪ **Resultados de Simulação do Ambiente – TJDFT: Cartório**

Condições de Simulação:		Imagens da Modelagem:	
<ul style="list-style-type: none"> <li>– Ambiente: Cartório</li> <li>– Localização: 3º Pavimento</li> <li>– Orientação: Norte e Sul</li> <li>– Dia da simulação: 27/02/2015</li> <li>– Horário: 15h</li> <li>– Nebulosidade (INMET): 12h-9 décimos</li> </ul>	<p> Materiais:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– Refletância Paredes: 30% e 80%</li> <li>– Refletância Piso: 60%</li> <li>– Refletância Teto: 80%</li> <li>– Transmissão Luminosa Vidro: 63%</li> </ul>		
<p><b>Resultados das Simulações de DA e UDI:</b></p>	<p><b>Daylight Autonomy (DA) = 92%</b> DA &gt; 300 lux em 50% do tempo</p>	<p><b>Useful Daylight Illuminance (UDI) = 94%</b> 100 lux &gt; DA &lt; 2000 lux em 50% do tempo</p>	<p><b>Useful Daylight Illuminance (UDI) = 5%</b> DA &gt; 2000 lux em 50% do tempo</p>

O ambiente apresenta 92% do espaço atingindo a iluminância mínima estabelecida (300 lux), em 50% ou mais do tempo. Verifica-se que mais de 94% do espaço possui valores de iluminância dentro dos limites de UDI (100 – 2000 lux), em 50% ou mais do tempo; e que apenas 5% do espaço possui valores de iluminância acima da iluminância máxima recomendada (2000 lux), em 50% ou mais do tempo. Portanto, o desempenho visual do ambiente é satisfatório.



**Resultados das Simulações de Annual Glare:**

**Gráfico de Annual Glare: Orientação NORTE (TJFDFT)**

O ambiente em questão apresenta ofuscamento total de 22,79% das horas do ano, entre Intolerável, Perturbador e Perceptível, em todos os meses, no período das 09:00 h às 14:00 h.

Verifica-se que em 77,21% do tempo apresenta ofuscamento imperceptível.



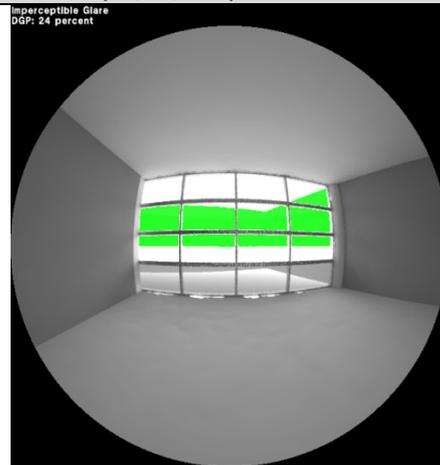
**22, 79% de Ofuscamento**



**Resultados das Simulações de Point-in-time-Glare  
Orientação NORTE (27/02, 15h)**

A vista *Point-in-time Glare* não acusa a probabilidade de ofuscamento intolerável em 27 de fevereiro, às 15:00h (data da medição).

Calcula-se um DGP de 24%, representando um ofuscamento imperceptível. Sendo assim, o conforto visual do ambiente é satisfatório.



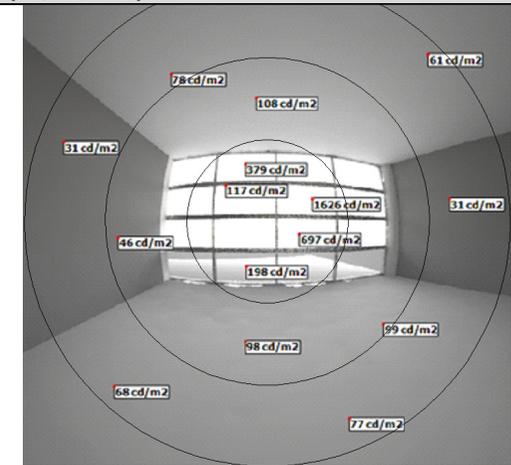
**Tipo de Ofuscamento: Imperceptível  
DGP: 24%**

**Resultados das Simulações de Luminâncias no Campo Visual  
Orientação NORTE (27/02, 15h)**

Na avaliação das relações entre luminâncias no campo visual, detectou-se as seguintes proporções:

- Entre tarefa visual e entorno próximo (limite 3:1) = **13:1**
- Entre tarefa e entorno remoto (limite 10:1) = **35:1**
- Máximo no campo visual (limite 40:1) = **52:1**

Conclui-se que no ambiente a distribuição das luminâncias no campo visual não está adequada, havendo probabilidade de ofuscamento pela alta contraste (diferença do claro-escuro) no campo visual do usuário.



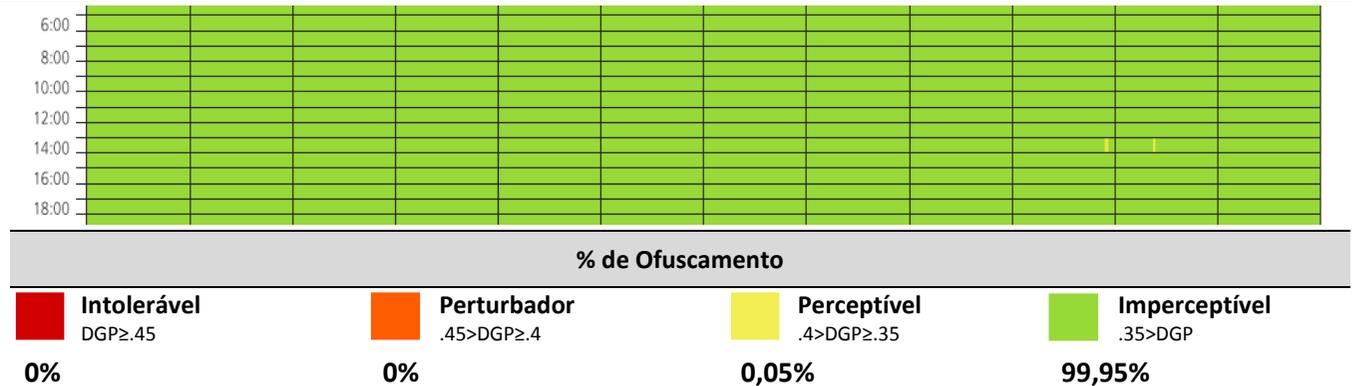
**Luminâncias no Campo Visual (Norte)**

**Resultados das Simulações de Annual Glare:**

**Gráfico de Annual Glare: Orientação SUL (TJDF)**

O ambiente não apresenta ofuscamento intolerável ou perturbador. O gráfico demonstra a presença de um ofuscamento de baixa intensidade (ofuscamento perceptível) em outubro e novembro, das 14:00 h.

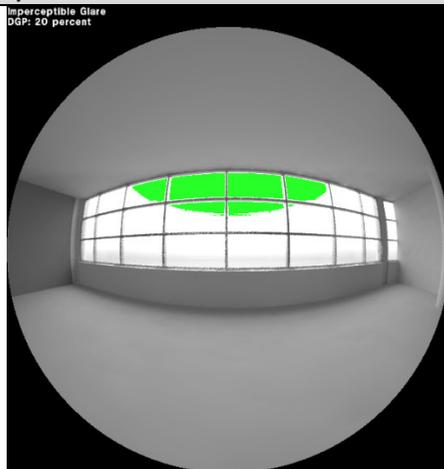
Verifica-se que 99,95% do tempo apresenta ofuscamento imperceptível ou perceptível, sendo assim, o conforto visual do ambiente é satisfatório.



**Resultados das Simulações de Point-in-time-Glare Orientação SUL (27/02, 15h)**

A vista Point-in-time Glare não acusa a probabilidade de ofuscamento intolerável em 27 de fevereiro, às 15:00h (data da medição).

Calcula-se um DGP de 20%, representando um ofuscamento imperceptível. Sendo assim, o conforto visual do ambiente é satisfatório.



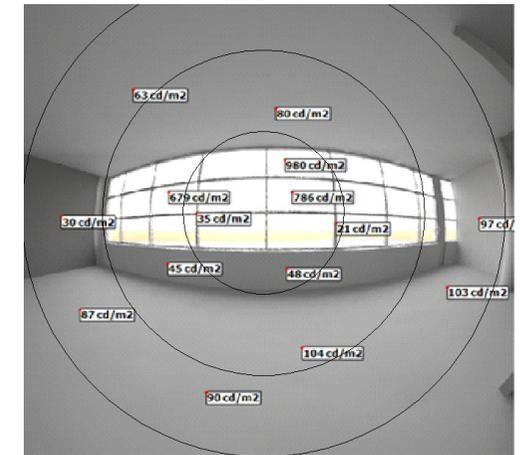
**Tipo de Ofuscamento: Imperceptível  
DGP: 20%**

**Resultados das Simulações de Luminâncias no Campo Visual Orientação SUL (27/02, 15h)**

Na avaliação das relações entre luminâncias no campo visual, detectou-se as seguintes proporções:

- Entre tarefa visual e entorno próximo (limite 3:1) = **46:1**
- Entre tarefa e entorno remoto (limite 10:1) = **21:1**
- Máximo no campo visual (limite 40:1) = **32:1**

Conclui-se que no ambiente a distribuição das luminâncias no campo visual não está adequada, na tarefa e na relação desta com o entorno remoto, havendo probabilidade de ofuscamento pelos contrastes (diferença do claro-escuro) no campo visual do usuário. Já a relação máxima admitida no campo visual está dentro dos limites.



**Luminâncias no Campo Visual (Norte)**

### 5.2.3. Avaliação por Classificação da Qualidade da Vista

Os resultados das avaliações técnicas da Qualidade da Vista<sup>14</sup>, segundo Hellinga (2013) e IEA (2014), foram sistematizados em tabelas para visualização geral.

As vistas dos edifícios foram fotografadas e a qualidade da vista foi avaliada segundo os seguintes critérios:

- Hellinga (2013):
  - $\geq 8$  pt = alta qualidade da vista
  - 5 a 7 pt = média qualidade da vista
  - $\leq 4$  pt = baixa qualidade da vista
- IEA (2014): Insuficiente, Suficiente, Bom e Excelente, conforme Tabela 2, no item 3.4.2:
  - Largura da janela de visualização
  - Distância da vista
  - Número de camadas
  - Informações Ambientais

No Quadro 17 são apresentados os resultados compilados da avaliação da qualidade das vistas dos sete edifícios:

**Quadro 17:** Resultados de *Daylight Autonomy (DA)*, *Useful Daylight Illuminance (UDI)*

Edifício	Amb./Orient.	Imagem	Hellinga (2013)	IEA (2014)
TJDFT	Vista Sul		06 pontos MÉDIA	Visualização: excelente Distância: excelente Camadas: excelente Informações: bom
	Vista Norte		06 pontos MÉDIA	Visualização: excelente Distância: excelente Camadas: excelente Informações: bom
MMA	Vista Oeste		03 pontos BAIXA	Visualização: excelente Distância: excelente Camadas: excelente Informações: insuficiente
	Vista Leste		08 pontos ALTA	Visualização: excelente Distância: excelente Camadas: excelente Informações: bom
MME	Vista Oeste		03 pontos BAIXA	Visualização: excelente Distância: excelente Camadas: excelente Informações: insuficiente
	Vista Leste		05 pontos MÉDIA	Visualização: excelente Distância: excelente Camadas: excelente Informações: bom

<sup>14</sup> A classificação da Qualidade da Vista foi feita conjuntamente com a pesquisadora de PIBIC do LACAM, Luisa Viotti, aluna de graduação da FAU/UnB.

TCU	Vista Norte		<b>02 pontos BAIXA</b>	Visualização: excelente Distância: bom Camadas: bom Informações: insuficiente
	Vista Norte		<b>06 pontos MÉDIA</b>	Visualização: excelente Distância: excelente Camadas: excelente Informações: insuficiente
CAM	2009: Sul		<b>09 pontos ALTA</b>	Visualização: excelente Distância: excelente Camadas: excelente Informações: bom
CDT	Vista Norte Ext.		<b>05 pontos MÉDIA</b>	Visualização: excelente Distância: excelente Camadas: excelente Informações: bom
	Vista Sul Int.		<b>04 pontos BAIXA</b>	Visualização: excelente Distância: suficiente Camadas: suficiente Informações: insuficiente
	Vista Norte Int.		<b>04 pontos BAIXA</b>	Visualização: excelente Distância: suficiente Camadas: suficiente Informações: insuficiente
	Vista Sul Ext.		<b>05 pontos MÉDIA</b>	Visualização: excelente Distância: excelente Camadas: excelente Informações: bom

REITORIA	Vista Oeste		<b>05 pontos MÉDIA</b>	Visualização: excelente Distância: bom Camadas: suficiente Informações: insuficiente
----------	-------------	---	------------------------	---

Resultado: **Alta Qualidade** **Média Qualidade** **Baixa Qualidade**

É possível perceber que das 14 vistas avaliadas, 2 tem *Alta Qualidade* (Câmara e MMA-Leste), 7 tem *Média* e 5 tem *Baixa*, segundo método de Hellinga (2013).

Seguindo a avaliação do IEA (2014), a maioria das imagens analisadas tem uma excelente visualização externa, com ampla vista e uma quantidade boa de camadas (solo, paisagem e céu).

Quando na avaliação segundo IEA (2014) o resultado é “*Excelente*” nos quesitos Visualização, Distância e Número de Camadas e pelo menos “*Bom*” nas Informações Ambientais, os resultados pelo método de Hellinga (2013) apontaram *Média* ou *Alta Qualidade* da Vista.

As vistas classificadas como *Baixa Qualidade* têm em comum a falta de informações suficientes, segundo o IEA (2014). Isso porque nas vistas existem problemas de visualização de informações ambientais diversificadas quanto a localização (orientação sobre a água, alimentação, calor, luz solar, rotas de fuga, destino); horário (condições ambientais que se relacionam com os nossos relógios biológicos); clima (necessidade de

roupas, a necessidade de abrigo, de aquecimento / resfriamento, oportunidades para banho de sol); natureza (a presença de árvores, plantas e animais) e pessoas (a presença de pessoas e suas atividades). Esse é o caso do MMA (Oeste), MME (Leste), TCU (Norte), CDT (Sul interna) e CDT (Norte interna).

A *Baixa Qualidade* também fica evidenciada pelas vistas com pouca distância de visualização, ou seja, com obstruções no cone de visão, como é o caso do CDT, por causa de seu pátio interno, ou o TCU (Norte), com o bloco vizinho.

A aplicação do método do IEA (2014) apresentou muitas dúvidas, pela falta de detalhamento no Protocolo. Em especial, quanto à forma de medir a largura de visualização e a distância da vista. Por exemplo, numa vista com vários níveis de profundidade, a distância deve ser medida da primeira obstrução ou da última? O fato de em determinada vista ter porcentagem maior ou menor de obstrução próxima ou longe, interfere na percepção.

Outra crítica ao método do IEA (2014) é o fato de que após a avaliação dos 4 quesitos (Largura da janela de visualização, Distância da vista, Número de camadas e Informações Ambientais) em *Insuficiente*, *Suficiente*, *Bom* e *Excelente*, não existe uma integração do resultado num único parâmetro, o que dificulta a interpretação.

Já o método de Hellinga (2013) apresentou-se objetivo e prático, com a pontuação final classificando a Qualidade da Vista.

As limitações encontradas no método foram:

- 1) Não considerar obstruções das proteções solares, que interfere e compromete a vista exterior e conseqüentemente deveriam ser inseridas na pontuação;
- 2) Considera como ponto negativo a falta de manutenção dos edifícios, apenas se na vista avaliada os edifícios tiverem caráter similar. Na verdade, acredita-se que a falta de manutenção é um ponto negativo para qualquer tipo de edificação;
- 3) Considera ponto positivo apenas vistas com edifícios Antigo/Histórico, de arquitetura complexa. Já os edifícios Antigos/Históricos, de arquitetura simples/pouca informação e os Edifícios Modernos/Contemporâneos, de arquitetura complexa são avaliados como neutros, ou seja, não recebem pontuação. E por fim, os Edifícios Modernos/Contemporâneos, de arquitetura simples recebem pontuação negativa. Com essa limitação do método, essa pesquisa passou a investigar qual o valor dado pelos brasileiros para o estilo dos edifícios, no Questionário 2 (online).

A aplicação do método de Hellinga (2013) poderia ser facilmente aplicado no processo de projeto, para uma avaliação prévia das vistas de um terreno

ou mesmo para o lançamento de partido arquitetônico e aberturas nas fachadas. A linguagem é simples e de fácil interpretação, diferente do método de avaliação do IEA (2014), que demonstrou ter necessidade de maior conhecimento e explicações técnicas.

No Apêndice 4 são apresentadas todas as avaliações da Qualidade das Vistas dos edifícios, conforme exemplo apresentado a seguir, do TJDFT.

**Exemplo de Resultado das Avaliações da Qualidade da Vista: Edifício 1: TJDFT: demais avaliações, ver Apêndice 3**

**Vista TJDFT-1 (Sul):** é uma vista ampla em função do urbanismo, que delimita a ocupação dos edifícios em projeções e não lotes. Isso determina um grande afastamento entre os edifícios. Pela janela da sala do TJDFT, no segundo pavimento, orientação Sul (Figura 147), é possível visualizar outros edifícios do setor, seus estacionamentos, áreas verdes e uma boa quantidade de céu.

**- Pontuação Total (Helinga, 2013): 06 pontos, Média Qualidade da Vista**



**Figura 143:** Distribuição de Camadas na Vista Sul do TJDFT. (Fonte: Luísa Viotti)

**Quadro 18:** Classificação da Vista Sul do TJDFT (Fonte Luísa Viotti)

PARÂMETROS (IEA, 2014)	Insuficiente	Suficiente	Bom	Excelente
Largura da Janela de Visualização	< 14°	> 14°	> 28°	> 54°m
Distância da Vista	< 6 m	> 6 m	> 20 m	> 50 m
Número de Camadas	1	2	3	Tudo
Informações Ambientais	Horário e Clima	+ Localização	+ Natureza/ Pessoas	Todas as camadas

### 5.3. Resultados das Avaliações pelos Usuários

Os dados das avaliações pelos usuários (Questionários 1 e 2) foram organizados, segundo previsto pela metodologia, primeiramente com a intenção de descrever de forma geral os resultados.

#### 5.3.1. Questionário Presencial

O Questionário 1 (Apêndice 1)<sup>15</sup>, cujo objetivo é avaliar a satisfação e percepção do usuário dos ambientes reais, foi aplicado nos sete edifícios de estudo, com um total de 429 respondentes, conforme Tabela 6:

**Tabela 6:** Quantitativo dos respondentes por edifício e tipo de janela e proteção

Edifício	Foto	Janela/Proteção Solar	Respostas	%
Edifício 1: TJDFT		Pano de Vidro/ Sem Proteção e Tela	24	5,59%
Edifício 2: MMA		Pano de Vidro/ Sem Proteção e Brise Vertical	204	47,55%
Edifício 3: MME		Pano de Vidro/ Sem Proteção e Brise Vertical	67	15,62%
Edifício 4: TCU		Pano de Vidro/ Sem Proteção e Brise Vertical	34	7,93%
Edifício 5: CÂMARA		Pano de Vidro/ Sem Proteção	25	5,83%
Edifício 6: CDT		Janela Horizontal/ Sem Proteção e Brise Horizontal	67	15,62%

<sup>15</sup> A aplicação do Questionário 1 foi executado conjuntamente com pesquisadores de mestrado e graduação do LACAM/FAU/UnB.

Edifício 7: REITORIA		Janela Horizontal/ Sem Proteção	8	1,86%
<b>TOTAL</b>			<b>429</b>	<b>100%</b>

A amostra inicial estabelecida era de 30 respondentes para cada edifício, num total de 210, mas a Reitoria não apresentou quantidade significativa de respostas (8 respostas) e a Câmara (25 respostas) e TJDFT (24 respostas) apresentaram quantidade abaixo de 30, mas bem próximo da amostra esperada. O número baixo de respostas da Reitoria deve-se ao fato de que não foi obtida autorização para avaliação pelos usuários de outros setores/salas e no caso do TJDFT e Câmara, apesar de entregue os questionários, vários usuários optaram por não participar da pesquisa.

Como a intenção era avaliar situações representativas de janelas e proteção solar (pano de vidro, janela horizontal, sem proteção solar, brise vertical e brise horizontal), as respostas obtidas alcançaram o objetivo.

Apesar dos 429 questionários recebidos, nem todas as perguntas foram respondidas em todos os questionários, o que provoca alteração do total de respostas nas análises feitas.

A primeira parte do Questionário 1 tem um carácter informativo, para estabelecer o perfil dos respondentes, quanto a faixa etária e se apresenta problemas visuais.

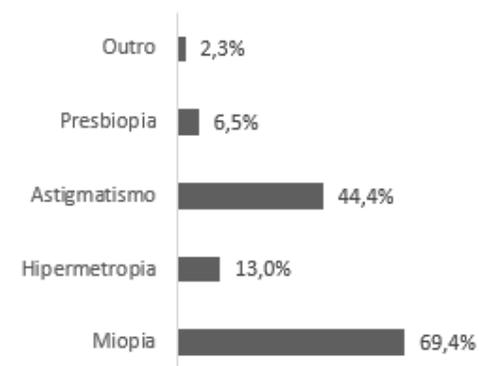
A maioria dos respondentes tem idade entre 20 e quarenta anos (66,75%), coerente com a faixa etária ativa segundo IBGE (2016), conforme Tabela 7:

**Tabela 7:** Faixa etária dos respondentes do Questionário 1

Faixa Etária	Respostas	%
<b>20 a 30 anos</b>	<b>118</b>	<b>28,64%</b>
<b>31 a 40 anos</b>	<b>157</b>	<b>38,11%</b>
41 a 50 anos	65	15,78%
51 a 60 anos	4	0,97%
acima de 61 anos	68	16,50%
<b>Total</b>	<b>412</b>	<b>100,00%</b>

Quanto ao gênero, 57,55% dos respondentes são mulheres (240) e 42,45% são homens (177), também na mesma proporção dos indicadores do IBGE (2016).

Já em relação ao uso de lentes ou óculos, apresentado na Figura 148, 46% *não usam*, 11% *usam às vezes* e 42% *usam sempre*. O maior motivo de uso de lente ou óculos é a Miopia (69%), seguido pelo Astigmatismo (44,4%).



**Figura 144:** Motivo que os respondentes usam lentes ou óculos

A segunda parte do questionário tem o objetivo de diagnosticar as condições gerais do ambiente de trabalho para o usuário. A intenção é identificar como o usuário percebe, em sua rotina diária, importantes aspectos, desde a sua impressão geral da sala, o aproveitamento da luz natural, o uso da luz artificial e persiana e sua satisfação quanto à janela, posição que ocupa, vista exterior e percepção de ofuscamento.

#### A. Impressão Geral da Sala

A impressão geral da sala é uma informação importante no início das análises de satisfação dos usuários, pois a insatisfação com o ambiente de trabalho (por exemplo, aspectos estéticos ou térmicos) pode alterar a percepção e a satisfação com aspectos específicos da luz.

Uma das condições para escolha dos ambientes foi justamente que apresentassem condições adequadas para realização das tarefas, com aspectos positivos quanto à manutenção, mobiliário (ergonomia), estética geral e controle de temperatura.

Assim, pelos questionários aplicados (429 respostas, Figura 149), a maioria dos usuários (71,1%) está satisfeita com seu ambiente de trabalho, uma vez que 58,28% estão “Satisfeitos” e 12,82% estão “Muito Satisfeitos”. Já os “Insatisfeitos” ou “Muito Insatisfeitos” somam apenas 10,48% dos respondentes.

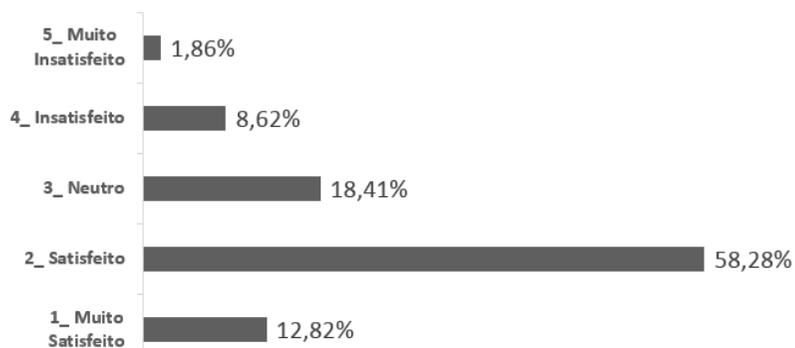


Figura 145: Motivo que os respondentes usam lentes ou óculos

Essa situação é positiva para os objetivos da pesquisa, pois diminuiu a interferência nas respostas específicas da investigação da iluminação natural e qualidade da vista exterior.

Analisando por edificação (Tabela 8), destaca-se que os mais satisfeitos são os usuários da CÂMARA (96%), seguidos do TCU (88,20%) e TJDFT (83,20%). Os menos satisfeitos ainda assim apresentam índice de satisfação alto, que são os usuários do MMA (60,70%) e REITORIA (62,50%), seguidos do CDT (74,5%) e MME (77,60%).

Tabela 8: Respostas da impressão Geral da Sala em cada Edifício

Respostas	TJDFT	MMA	MME	TCU	CÂMARA	CDT	REITORIA	MÉDIA TOTAL
<b>N° Respostas</b>	<b>24</b>	<b>204</b>	<b>67</b>	<b>34</b>	<b>25</b>	<b>67</b>	<b>8</b>	<b>429</b>
<b>Muito Satisfeito</b>	<b>29,1%</b>	<b>9,8%</b>	<b>19,4%</b>	<b>14,7%</b>	<b>16,0%</b>	<b>8,9%</b>	<b>0,0%</b>	<b>12,82%</b>
<b>Satisfeito</b>	<b>54,1%</b>	<b>50,9%</b>	<b>58,2%</b>	<b>73,5%</b>	<b>80,0%</b>	<b>65,6%</b>	<b>62,5%</b>	<b>58,28%</b>
<b>Neutro</b>	<b>12,5%</b>	<b>26,5%</b>	<b>7,4%</b>	<b>5,8%</b>	<b>4,0%</b>	<b>16,4%</b>	<b>37,5%</b>	<b>18,41%</b>
<b>Insatisfeito</b>	<b>4,2%</b>	<b>10,8%</b>	<b>10,4%</b>	<b>5,8%</b>	<b>0,0%</b>	<b>7,4%</b>	<b>0,0%</b>	<b>8,62%</b>
<b>Muito Insatisfeito</b>	<b>0,0%</b>	<b>1,9%</b>	<b>4,48%</b>	<b>0,00%</b>	<b>0,00%</b>	<b>1,49%</b>	<b>0,00%</b>	<b>1,86%</b>

### B. Luz Natural

Em geral, os usuários dos ambientes avaliados estão satisfeitos com a luz natural (Figura 150), num total de 63,17%, considerando os 39,39% “Satisfeitos” e os 23,78% “Muito Satisfeitos”. Já os “Insatisfeitos” ou “Muito Insatisfeitos” somam apenas 16,78% dos respondentes.

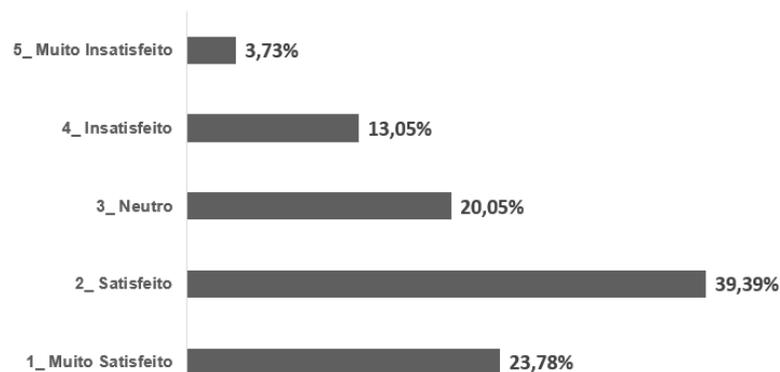


Figura 146: Respostas da Satisfação com a Luz Natural

Conforme a Tabela 9 destaca-se que em todos os edifícios, a maioria dos usuários está *satisfeita* ou *muito satisfeita* com a luz natural, com valores sempre acima de 52%. Destacam-se alguns casos com satisfação muito elevada, como na CÂMARA, com 96% de satisfação, no CDT, com 76,12%, no TJDFT, com 70,16% e no TCU, com 73,53%.

Tabela 9: Respostas da Satisfação com a Luz Natural em cada Edifício

Respostas	TJDFT	MMA	MME	TCU	CÂMARA	CDT	REITORIA	MÉDIA TOTAL
<b>N° Respostas</b>	<b>24</b>	<b>204</b>	<b>67</b>	<b>34</b>	<b>25</b>	<b>67</b>	<b>8</b>	<b>429</b>
<b>Muito Satisfeito</b>	33,33%	13,73%	20,90%	<b>44,12%</b>	<b>60,00%</b>	31,34%	12,50%	<b>23,78%</b>
<b>Satisfeito</b>	<b>45,83%</b>	<b>39,22%</b>	<b>37,31%</b>	29,41%	36,00%	<b>44,78%</b>	<b>50,00%</b>	<b>39,39%</b>
<b>Neutro</b>	12,50%	23,53%	22,39%	20,59%	0,00%	14,93%	37,50%	<b>20,05%</b>
<b>Insatisfeito</b>	8,33%	18,63%	11,94%	5,88%	4,00%	7,46%	0,00%	<b>13,05%</b>
<b>Muito Insatisfeito</b>	0,00%	4,90%	7,46%	0,00%	0,00%	1,49%	0,00%	<b>3,73%</b>

Os menos satisfeitos, ainda assim apresentam índice de satisfação alto, como os usuários do MMA (52,95%), MME (58,21%) e REITORIA (62,50%).

Percebe-se que o percentual de insatisfação com a luz natural foi baixo em todos os prédios, sendo a maior insatisfação no MMA (23,53%) e MMA (19,40%).

Quando perguntados se conseguiriam trabalhar apenas com luz natural (Figura 151), a maioria dos usuários responde que consegue *às vezes* (33,89%) ou *nunca* (20,38%).

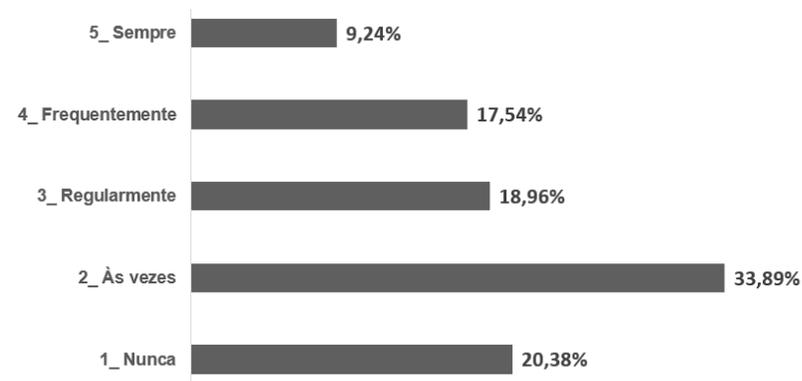


Figura 147: Respostas se conseguiria trabalhar apenas com a luz natural

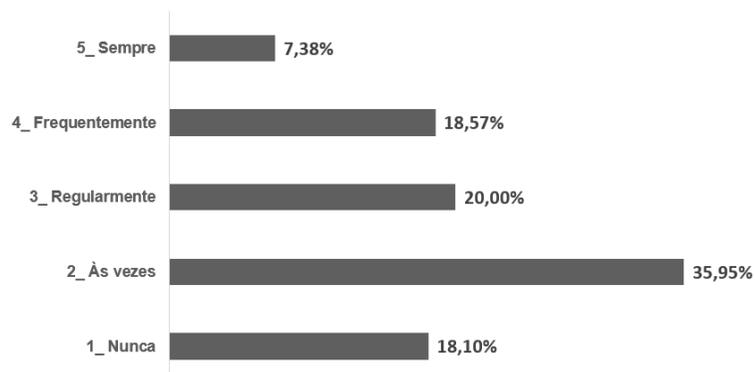
Dentre os edifícios avaliados, a CÂMARA é o que apresenta maior tempo em que os usuários conseguem trabalhar apenas com a Luz Natural (76%), com resposta de 56% para *frequentemente* e 20% para *sempre*, conforme apresentado na Tabela 10.

**Tabela 10:** Respostas se conseguiriam trabalhar apenas com a luz natural

Respostas	TJDFT	MMA	MME	TCU	CÂMARA	CDT	REITORIA	MÉDIA TOTAL
<b>N° Respostas</b>	<b>24</b>	<b>200</b>	<b>66</b>	<b>34</b>	<b>25</b>	<b>65</b>	<b>8</b>	<b>422</b>
<b>Nunca</b>	12,50%	24,50%	22,73%	32,35%	4,00%	10,77%	0,00%	<b>20,38%</b>
<b>Às vezes</b>	<b>45,83%</b>	<b>32,50%</b>	<b>34,85%</b>	<b>32,35%</b>	16,00%	<b>41,54%</b>	25,00%	<b>33,89%</b>
<b>Regularmente</b>	29,17%	19,00%	19,70%	17,65%	4,00%	16,92%	<b>50,00%</b>	<b>18,96%</b>
<b>Frequentem.</b>	8,33%	16,00%	12,12%	14,71%	<b>56,00%</b>	18,46%	12,50%	<b>17,54%</b>
<b>Sempre</b>	4,17%	8,00%	10,61%	2,94%	20,00%	12,31%	12,50%	<b>9,24%</b>

Já no TCU (64,70%), TJDFT (58,33%), MME (57,58%) e MMA (57%) os usuários apontam que *às vezes* ou *nunca* conseguem trabalhar apenas com a luz natural.

Em relação à incidência de radiação solar direta no interior dos ambientes (Figura 152), 35,95% dos usuários disseram que acontece *às vezes* e 18,10% disseram que *nunca* acontece. Já 25,95% apontaram que acontece *sempre* ou *frequentemente*.



**Figura 148:** Respostas se a radiação solar Incide no Interior

A radiação solar é menos percebida (*às vezes* ou *nunca*) na CÂMARA (80%), no TJDFT (75%) e no TCU (64,70%) e mais percebida (*frequentemente* ou *sempre*) no MMA (30,50%) e REITORIA (50%), conforme Tabela 11.

**Tabela 11:** Respostas se a radiação solar Incide no Interior em cada Edifício

Respostas	TJDFT	MMA	MME	TCU	CÂMARA	CDT	REITORIA	MÉDIA TOTAL
<b>N° Respostas</b>	<b>24</b>	<b>200</b>	<b>66</b>	<b>34</b>	<b>25</b>	<b>65</b>	<b>8</b>	<b>420</b>
<b>Nunca</b>	<b>37,50%</b>	12,50%	18,18%	29,41%	20,00%	22,22%	12,50%	<b>18,10%</b>
<b>Às vezes</b>	<b>37,50%</b>	<b>36,50%</b>	<b>34,85%</b>	<b>35,29%</b>	<b>60,00%</b>	25,40%	<b>37,50%</b>	<b>35,95%</b>
<b>Regularmente</b>	16,67%	20,50%	21,21%	14,71%	12,00%	<b>26,98%</b>	0,00%	<b>20%</b>
<b>Frequentem.</b>	8,33%	21,50%	19,70%	11,76%	8,00%	17,46%	<b>37,50%</b>	<b>18,57%</b>
<b>Sempre</b>	0,00%	9,00%	6,06%	8,82%	0,00%	7,94%	12,50%	<b>7,38%</b>

### C. Luz Artificial

A maioria dos usuários (75,52%) está “*Satisfeita*” (56,64%) ou “*Muito Satisfeita*” (18,88%) com a Luz Artificial do seu ambiente de trabalho, conforme Figura 153.

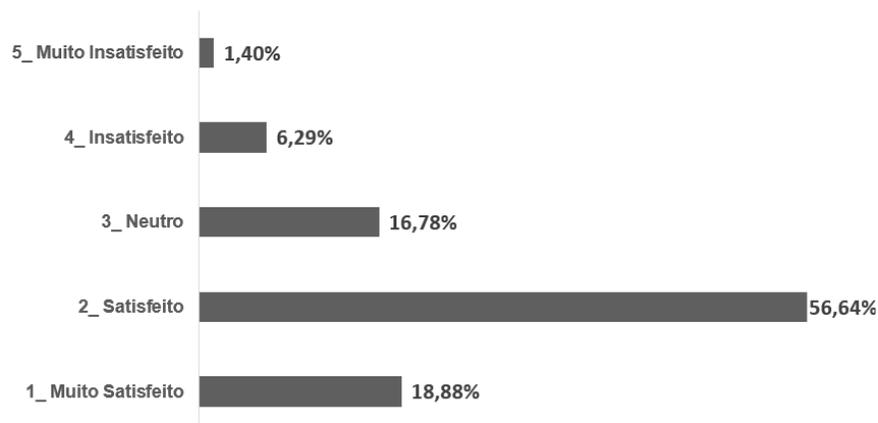


Figura 149: Satisfação com a Luz Artificial

Analisando por edificação (Tabela 12), destaca-se uma satisfação elevada quanto à luz artificial, como no TCU (85,29%), no CDT (80,60%), a CÂMARA (76%), MMA (75,98%) e TJDFT (75%). São edifícios com sistemas novos de iluminação. Já a REITORIA foi o que apresentou maior grau de insatisfação, com 25%.

Tabela 12: Respostas da Satisfação com a Luz Artificial em cada Edifício

Respostas	TJDFT	MMA	MME	TCU	CÂMARA	CDT	REITORIA	MÉDIA TOTAL
<b>N° Respostas</b>	<b>24</b>	<b>204</b>	<b>67</b>	<b>34</b>	<b>25</b>	<b>67</b>	<b>8</b>	<b>429</b>
<b>Muito Satisfeito</b>	29,17%	15,20%	17,91%	26,47%	24,00%	23,88%	0,00%	<b>18,88%</b>
<b>Satisfeito</b>	<b>45,83%</b>	<b>60,78%</b>	<b>49,25%</b>	<b>58,82%</b>	<b>52,00%</b>	<b>56,72%</b>	<b>50,00%</b>	<b>56,64%</b>
<b>Neutro</b>	25,00%	17,16%	16,42%	8,82%	16,00%	16,42%	25,00%	<b>16,78%</b>
<b>Insatisfeito</b>	0,00%	5,39%	14,93%	5,88%	8,00%	0,00%	25,00%	<b>6,29%</b>
<b>Muito Insatisfeito</b>	0,00%	1,47%	1,49%	0,00%	0,00%	2,99%	0,00%	<b>1,40%</b>

Na maioria dos edifícios avaliados (Figura 154), a luz artificial fica ligada (76,7%), entre “Sempre” (59%) e “Frequentemente” (17,77%), sendo que o TCU apresentou 85,39%, seguido do MME (84,85%) e MMA (83%).

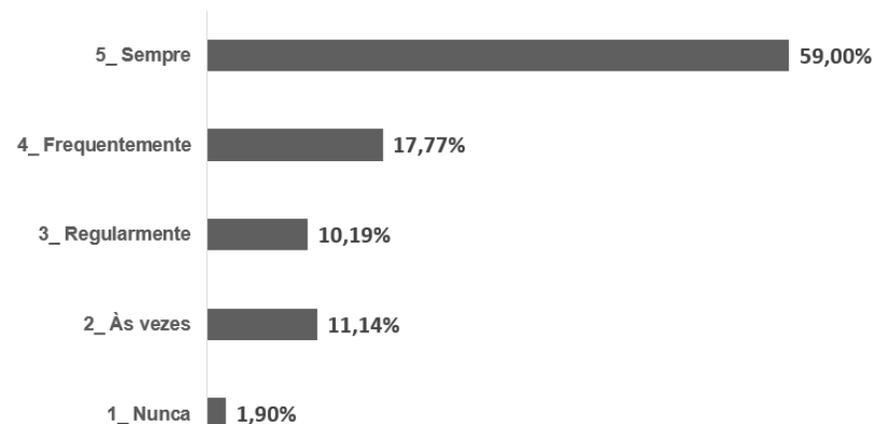


Figura 150: Respostas sobre a frequência que a luz artificial fica ligada

Já a CÂMARA apresentou um comportamento diferente dos demais, já que os usuários apontaram que às vezes ligam a luz artificial (64%), conforme Tabela 13.

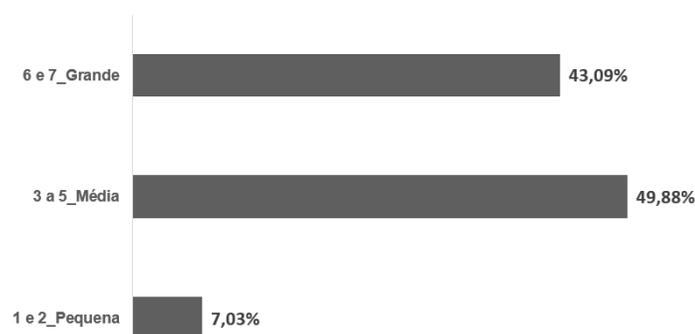
**Tabela 13:** Respostas sobre a frequência que a luz artificial fica ligada em cada Edifício

Respostas	TJDFT	MMA	MME	TCU	CÂMARA	CDT	REITORIA	MÉDIA TOTAL
<b>N° Respostas</b>	<b>24</b>	<b>200</b>	<b>66</b>	<b>34</b>	<b>25</b>	<b>65</b>	<b>8</b>	<b>422</b>
<b>Nunca</b>	0,00%	1,50%	4,55%	2,94%	0,00%	1,54%	0,00%	<b>1,90%</b>
<b>Às vezes</b>	8,33%	6,50%	4,55%	5,88%	<b>64,00%</b>	16,92%	0,00%	<b>11,14%</b>
<b>Regularmente</b>	20,83%	9,00%	6,06%	5,88%	12,00%	13,85%	25,00%	<b>10,19%</b>
<b>Frequentem.</b>	12,50%	15,00%	19,70%	20,59%	16,00%	24,62%	25,00%	<b>17,77%</b>
<b>Sempre</b>	<b>58,33%</b>	<b>68,00%</b>	<b>65,15%</b>	<b>64,71%</b>	8,00%	<b>43,08%</b>	<b>50,00%</b>	<b>59%</b>

#### D. Janela

A percepção do tamanho da janela pelos usuários é importante para relacionar a sua satisfação e a relação com a vista e ofuscamento.

A maioria dos usuários acha a janela “Média” (49,88%) ou “Grande” (43,09%), refletindo o tipo de janela que prevaleceu nos estudos de caso (pano de vidro), conforme Figura 155.



**Figura 151:** Respostas sobre o tamanho da janela

Conforme Tabela 14, nos dois edifícios com janelas horizontais, que ocupam metade da parede (CDT e REITORIA), os usuários também avaliaram as janelas de *Médias* a *Grandes*. Destaca-se que no CDT (48,48%) consideraram as janelas grandes, enquanto que o no TJDFT, com pano de vidro, 75% dos usuários avaliaram como janela de tamanho médio. Já a grande maioria dos usuários da CÂMARA (72%) classificou a janela como *Grande*, coerente com o pano de vidro do edifício.

**Tabela 14:** Respostas sobre o tamanho da janela em cada Edifício

Respostas	TJDFT	MMA	MME	TCU	CÂMARA	CDT	REITORIA	MÉDIA TOTAL
<b>N° Respostas</b>	<b>24</b>	<b>203</b>	<b>67</b>	<b>34</b>	<b>25</b>	<b>65</b>	<b>8</b>	<b>427</b>
<b>Pequena</b>	4,17%	10,34%	8,96%	2,94%	0,00%	1,52%	0,00%	<b>7,03%</b>
<b>Média</b>	<b>75,00%</b>	<b>48,77%</b>	<b>49,25%</b>	<b>52,94%</b>	28,00%	<b>50,00%</b>	<b>62,50%</b>	<b>49,88%</b>
<b>Grande</b>	20,83%	40,89%	41,79%	44,12%	<b>72,00%</b>	48,48%	37,50%	<b>43,09%</b>

Os resultados da pergunta quanto ao tamanho da janela para a vista (Figura 156) coincidiram com a avaliação do tamanho da janela em si, uma vez que a maioria dos usuários apontou a janela “Média” (49,07%) ou “Grande” (42,76%).

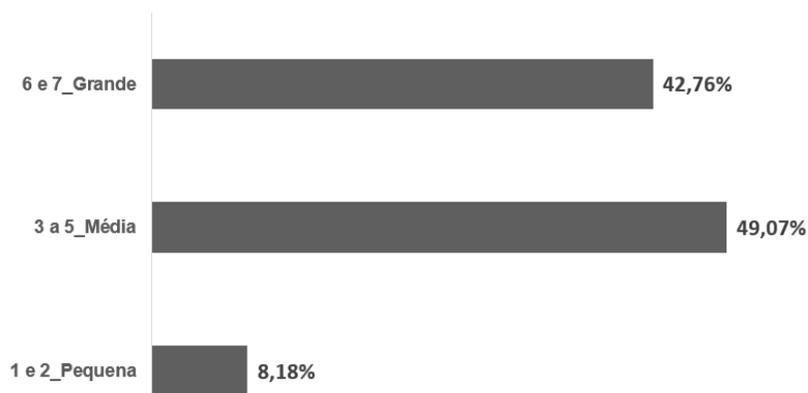


Figura 152: Respostas sobre o tamanho da janela para a vista

Avaliando os edifícios individualmente (Tabela 15), também foi mantida a mesma percepção do tamanho da janela para o tamanho da janela em relação à vista.

Tabela 15: Respostas sobre o tamanho da janela para a vista em cada Edifício

Respostas	TJDFT	MMA	MME	TCU	CÂMARA	CDT	REITORIA	MÉDIA TOTAL
<b>N° Respostas</b>	<b>24</b>	<b>203</b>	<b>67</b>	<b>34</b>	<b>25</b>	<b>65</b>	<b>8</b>	<b>428</b>
<b>Pequena</b>	0,00%	11,82%	10,45%	8,82%	0,00%	1,49%	0,00%	<b>8,18%</b>
<b>Média</b>	<b>62,50%</b>	<b>47,29%</b>	<b>50,75%</b>	<b>47,06%</b>	24,00%	<b>58,21%</b>	<b>50,00%</b>	<b>49,07%</b>
<b>Grande</b>	37,50%	40,89%	38,81%	44,12%	<b>76,00%</b>	40,30%	50,00%	<b>42,76%</b>

Já quanto à satisfação com o tamanho da janela (Figura 157), 74,30% dos usuários estão “*Muito Satisfeitos*” ou “*Satisfeitos*” com o tamanho da janela. Apenas 10,51% estão “*Insatisfeitos*”.

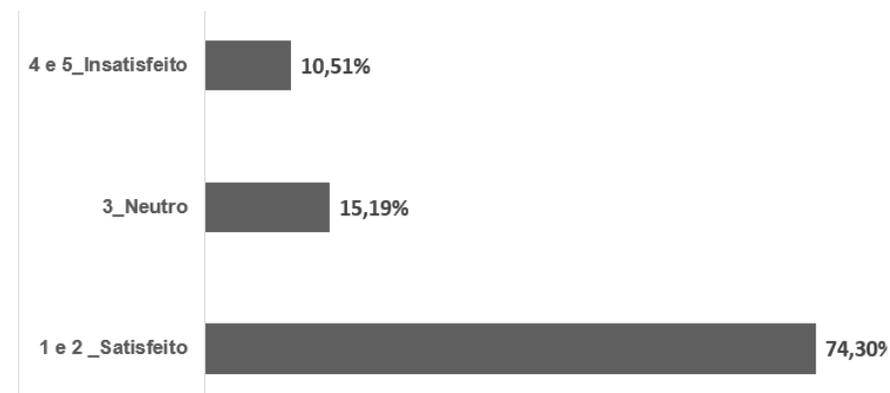


Figura 153: Respostas sobre satisfação com o tamanho da janela

Analisando por edificação (Tabela 16), a satisfação com o tamanho da janela é bem elevada, chegando a 92% na CÂMARA, 88,24% no TCU, 87,5% no TJDFT e 36% no CDT.

Tabela 16: Respostas sobre a satisfação com o tamanho da janela em cada Edifício

Respostas	TJDFT	MMA	MME	TCU	CÂMARA	CDT	REITORIA	MÉDIA TOTAL
<b>N° Respostas</b>	<b>24</b>	<b>203</b>	<b>67</b>	<b>34</b>	<b>25</b>	<b>65</b>	<b>8</b>	<b>428</b>
<b>Satisfeito</b>	<b>87,50%</b>	<b>65,69%</b>	<b>71,64%</b>	<b>88,24%</b>	<b>92,00%</b>	<b>86,36%</b>	<b>62,50%</b>	<b>74,30%</b>
<b>Neutro</b>	12,50%	19,12%	16,42%	8,82%	0,00%	9,09%	37,50%	<b>15,19%</b>
<b>Insatisfeito</b>	0,00%	15,20%	11,94%	2,94%	8,00%	4,55%	0,00%	<b>10,51%</b>

Percebe-se que nesse estudo, a satisfação do usuário teve resultado independentemente do tipo de janela (pano de vidro ou horizontal), já que o CDT (janela horizontal) apresentou 86,36% de “Satisfeitos”, valores bem próximos de outros edifícios com pano de vidro, como TJDFT (87,50%) e TCU (88,24%). A mesma coisa aconteceu com a REITORIA (janela horizontal), onde 62,5% estão “Satisfeitos”, assim como no MMA (65,69%) e MME (71,64%).

Quanto à transparência do vidro (Figura 158), a maioria dos usuários classifica de “Média” (45,56%) a “Alta” (41,12%).

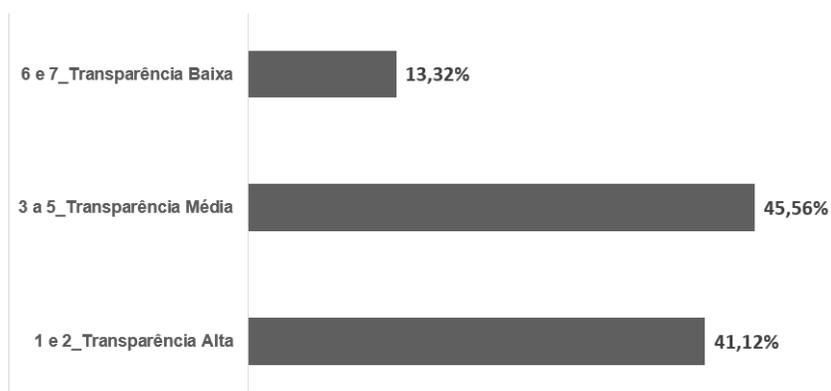


Figura 154: Respostas sobre transparência do vidro

Conforme Tabela 17, a CÂMARA é o edifício em que consideram mais alta a transparência do vidro (84%), sendo que os demais percebem com torno de 40%. O TJDFT foi o edifício em que os usuários mais avaliaram como média a transparência do vidro (70,83%).

Tabela 17: Respostas sobre a transparência do vidro em cada Edifício

Respostas	TJDFT	MMA	MME	TCU	CÂMARA	CDT	REITORIA	MÉDIA TOTAL
N° Respostas	24	203	67	34	25	65	8	428
Alta	20,83%	34,98%	46,27%	44,12%	84,00%	43,28%	50,00%	41,12%
Média	70,83%	49,75%	34,33%	44,12%	16,00%	46,27%	50,00%	45,56%
Baixa	8,33%	15,27%	19,40%	11,76%	0,00%	10,45%	0,00%	13,32%

### E. Persiana

As persianas são elementos de proteção interna, comuns nos ambientes de escritório, e nos edifícios avaliados (Figura 159), os usuários apontaram que estas estão 39,81% do tempo “Sempre” fechadas e 35,07% “Nunca” fechadas.

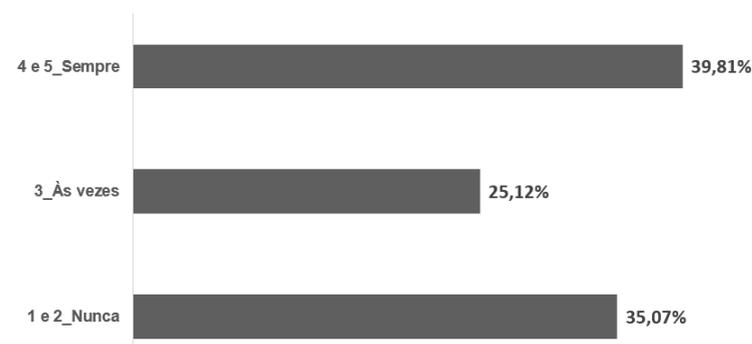


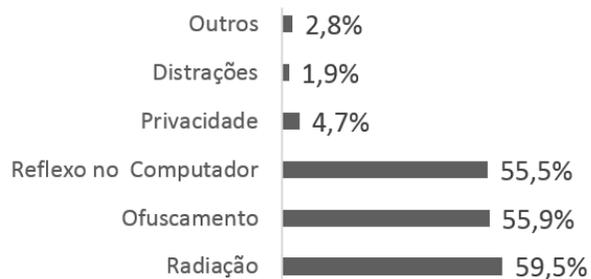
Figura 155: Respostas sobre a frequência que as persianas ficam fechadas

Conforme Tabela 18, no TJDFT os usuários apontaram que “Nunca” (79,17%) fecham as persianas e já no MMA (54,50) e MME (39,39%) apontam que “Sempre” fecham.

**Tabela 18:** Respostas sobre a frequência que as persianas ficam fechadas em cada Edifício

Respostas	TJDFT	MMA	MME	TCU	CÂMARA	CDT	REITORIA	MÉDIA TOTAL
<b>N° Respostas</b>	<b>24</b>	<b>203</b>	<b>67</b>	<b>34</b>	<b>25</b>	<b>65</b>	<b>8</b>	<b>422</b>
<b>Nunca</b>	<b>79,17%</b>	20,00%	27,27%	<b>52,94%</b>	<b>36,00%</b>	<b>55,38%</b>	<b>100,00%</b>	<b>39,81%</b>
<b>Às vezes</b>	16,67%	25,50%	33,33%	20,59%	32,00%	21,54%	0,00%	<b>25,12%</b>
<b>Sempre</b>	4,17%	<b>54,50%</b>	<b>39,39%</b>	26,47%	32,00%	23,08%	0,00%	<b>39,07%</b>

Em todos os edifícios (Figura 160 e Tabela 19), os principais motivos para fecharem as persianas são a Radiação Solar (59,5%), o Ofuscamento (55,9%) e o Reflexo na tela do computador (55,5%). Já as Distrações (1,9%) e Privacidade (4,7%) não são motivos relevantes para os usuários.

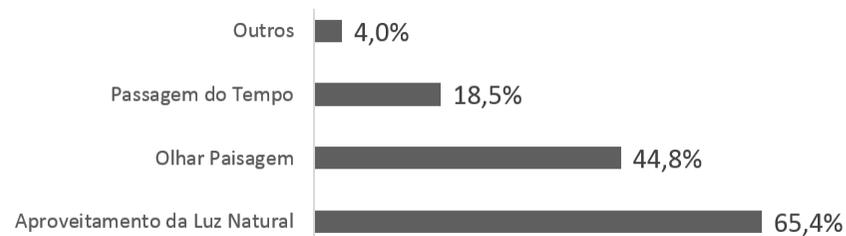


**Figura 156:** Respostas “Sim” para o motivo de fechar as persianas. Era possível escolher mais de um motivo.

**Tabela 19:** Respostas sobre o motivo de fechar as persianas em cada Edifício

Respostas	TJDFT	MMA	MME	TCU	CÂMARA	CDT	REITORIA
<b>Radiação</b>	<b>45,8%</b>	<b>68,0%</b>	<b>69,7%</b>	<b>50,0%</b>	<b>40,0%</b>	<b>47,7%</b>	N/A
<b>Ofuscamento</b>	<b>37,5%</b>	<b>59,5%</b>	<b>54,5%</b>	<b>44,1%</b>	<b>80,0%</b>	<b>56,9%</b>	N/A
<b>Reflexo no Computador</b>	<b>45,8%</b>	<b>52,5%</b>	<b>56,1%</b>	<b>52,9%</b>	<b>72,0%</b>	<b>69,2%</b>	N/A
<b>Privacidade</b>	8,3%	3,0%	0,0%	8,8%	8,0%	10,8%	N/A
<b>Distrações</b>	4,2%	1,5%	0,0%	2,9%	0,0%	4,6%	N/A
<b>Outros</b>	8,3%	3,5%	0,0%	5,9%	4,0%	0,0%	N/A

Da mesma forma, houve consenso entre os edifícios (Figura 161 e Tabela 20) quanto aos motivos para abrirem as persianas: 65,4% apontaram que abrem as persianas para aproveitar a luz natural, 44,8% para olhar a paisagem e 18,5% para acompanhar a passagem do tempo.



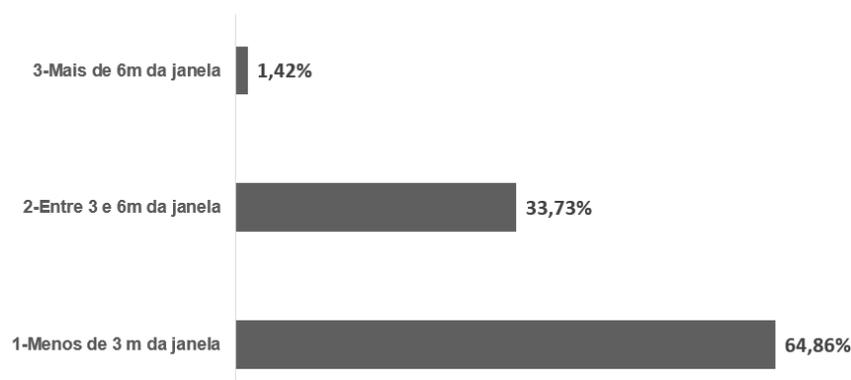
**Figura 157:** Respostas “Sim” para o motivo de abrir as persianas. Era possível escolher mais de um motivo.

**Tabela 20:** Respostas sobre o motivo de abrir as persianas em cada Edifício

Respostas	TJDFT	MMA	MME	TCU	CÂMARA	CDT	REITORIA
Aproveitamento da Luz Natural	83,3%	60,5%	62,1%	61,8%	76,0%	83,1%	N/A
Olhar Paisagem	66,7%	42,0%	53,0%	41,2%	80,0%	30,8%	N/A
Passagem do Tempo	20,8%	17,0%	27,3%	17,6%	32,0%	10,8%	N/A
Outros	8,3%	1,5%	0,0%	5,9%	4,0%	13,8%	N/A

#### F. Posição do Usuário

Quanto à posição que os usuários ocupam no ambiente, a maioria dos usuários dos edifícios avaliados (64,86%) sentam próximos à janela (menos de 3m) ou até 6m desta (33,73%), conforme Figura 162 e Tabela 21.

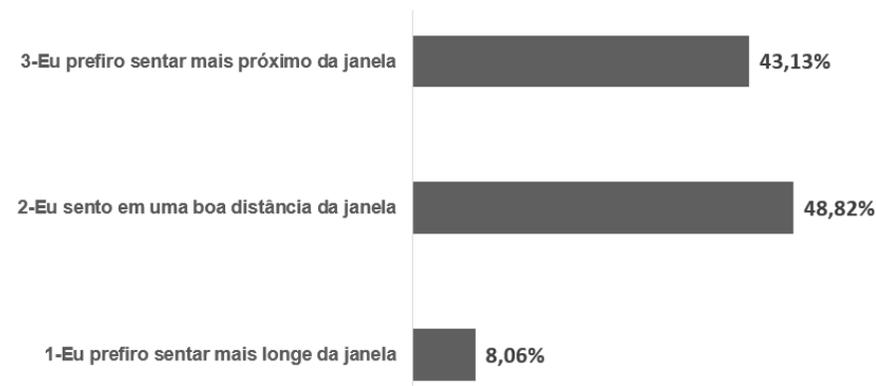


**Figura 158:** Respostas sobre a distância da posição do usuário até à janela

**Tabela 21:** Respostas sobre a distância da posição do usuário até à janela em cada Edifício

Respostas	TJDFT	MMA	MME	TCU	CÂMARA	CDT	REITORIA	MÉDIA TOTAL
N° Respostas	24	199	67	34	25	67	8	424
Menos de 3m	45,83%	66,33%	62,69%	67,65%	56,00%	76,12%	25,00%	64,86%
Entre 3 e 6m	54,17%	32,16%	34,33%	29,41%	44,00%	23,88%	75,00%	33,73%
Mais de 6 m	0,00%	1,51%	2,99%	2,94%	0,00%	0,00%	0,00%	1,42%

Conforme Figura 163 e Tabela 22, os usuários (48,82%) estão satisfeitos com a distância atual de seu posto de trabalho em relação à janela, mas 43,13% dizem que prefeririam sentar mais próximo. Uma quantidade muito pequena de usuários (8,06%) apontou que preferiria se sentar mais longe da janela.



**Figura 159:** Respostas sobre a satisfação com a posição que ocupa

**Tabela 22:** Respostas sobre a satisfação com a posição que ocupa em cada Edifício

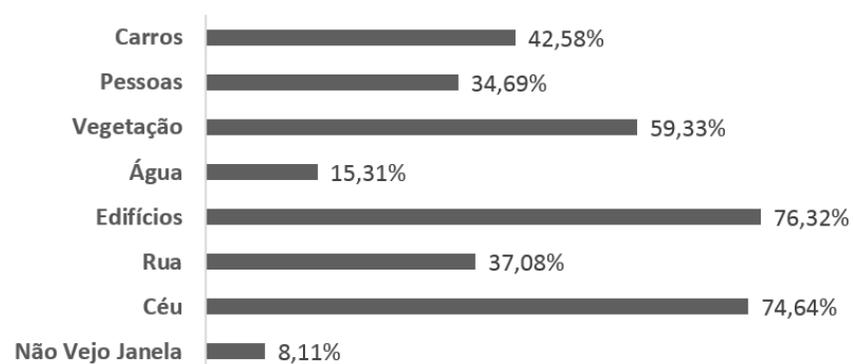
Respostas	TJDFT	MMA	MME	TCU	CÂMARA	CDT	REITORIA	MÉDIA TOTAL
<b>N° Respostas</b>	<b>24</b>	<b>200</b>	<b>66</b>	<b>34</b>	<b>25</b>	<b>65</b>	<b>8</b>	<b>422</b>
<b>Prefiro mais longe da janela</b>	4,17%	6,00%	12,12%	11,76%	8,00%	10,77%	0,00%	<b>8,06%</b>
<b>Sento numa boa posição</b>	<b>66,67%</b>	45,50%	<b>56,06%</b>	<b>44,12%</b>	36,00%	<b>53,85%</b>	37,50%	<b>48,82%</b>
<b>Prefiro mais perto da janela</b>	29,17%	<b>48,50%</b>	31,82%	<b>44,12%</b>	<b>56,00%</b>	35,38%	<b>62,50%</b>	<b>43,13%</b>

Já a terceira parte do Questionário 1, aplicado nos ambientes reais, tem o objetivo de avaliar aspectos relacionados à vista exterior, como caracterização, qualidade e satisfação:

### G. Vista Exterior da Janela

Um dos principais objetivos da pesquisa é avaliar a qualidade da vista pelos usuários dos ambientes reais.

Pelas respostas do Questionário 1 (Figura 164), a maioria dos usuários tem acesso à vista exterior, sendo que apenas 8,11% não veem a janela de seu posto de trabalho. Os principais elementos vistos são os *Edifícios* (76,32%) e o *Céu* (74,64%), seguidos de *Vegetação* (59,33%) e *Carros* (42,58%).



**Figura 160:** Respostas sobre elementos consegue ver pela janela

Avaliando individualmente os edifícios (Tabela 23), a *CÂMARA* é o que apresenta melhor visualização de elementos na vista (permite acima de 50% de visualização de todos os 7 elementos), sendo o único que permite visualização da *Água* (Lago Paranoá). Já o TJDFT permite a visualização acima de 50% de 5 dos 7 elementos. O MMA, MME, TCU e CDT permitem a visualização acima de 50% de 3 elementos principais: *Céu*, *Edifícios* e *Vegetação*. A Reitoria é a situação com menor número de elementos visíveis, sendo enfatizado na vista o *Céu* e a *Vegetação*.

**Tabela 23:** Respostas dos elementos que consegue ver pela janela, em cada Edifício.

Respostas	TJDFT	MMA	MME	TCU	CÂMARA	CDT	REITORIA
<b>Não Vejo Janela</b>	0,0%	14,4%	6,2%	2,9%	0,0%	0,0%	0,0%
<b>Céu</b>	100,0%	69,3%	76,6%	73,5%	92,0%	74,6%	75,0%
<b>Rua</b>	68,2%	32,7%	42,2%	23,5%	76,0%	28,6%	25,0%

<b>Edifícios</b>	72,7%	73,3%	89,1%	82,4%	96,0%	69,8%	25,0%
<b>Água</b>	4,5%	9,4%	26,6%	8,8%	84,0%	4,8%	0,0%
<b>Vegetação</b>	77,3%	47,5%	48,4%	64,7%	100,0%	77,8%	100,0%
<b>Pessoas</b>	45,5%	29,7%	40,6%	26,5%	60,0%	34,9%	37,5%
<b>Carros</b>	63,6%	39,6%	51,6%	32,4%	76,0%	33,3%	0,0%

A maioria dos usuários considera a vista exterior da janela de seu local de trabalho “Diversificada” (44,12%) ou “Neutra” (31,18%), conforme Figura 165.

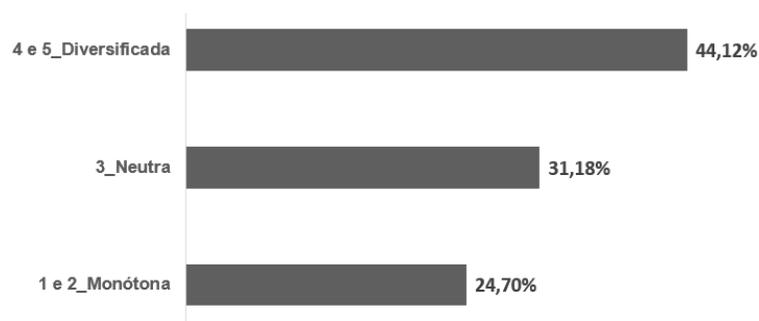


Figura 161: Respostas sobre diversidade da vista

A CÂMARA foi o edifício que apresentou a maior quantidade de elementos visíveis e também a maior classificação como vista *diversificada* (80%). Já o TCU foi o único edifício em que os usuários avaliaram a vista como “Monótona” (38,24%).

Apesar de ser o edifício com menor quantidade de elementos visíveis, a REITORIA (Tabela 24), apresentou uma classificação de vista como “Diversificada” (75%) pelos usuários.

Tabela 24: Respostas sobre diversidade da vista, em cada Edifício.

Respostas	TJDFT	MMA	MME	TCU	CÂMARA	CDT	REITORIA	MÉDIA TOTAL
<b>N° Respostas</b>	<b>24</b>	<b>202</b>	<b>64</b>	<b>34</b>	<b>25</b>	<b>62</b>	<b>8</b>	<b>417</b>
<b>Monótona</b>	13,64%	27,23%	25,00%	<b>38,24%</b>	4,00%	24,19%	0,00%	<b>24,70%</b>
<b>Neutra</b>	<b>45,45%</b>	32,67%	26,56%	35,29%	16,00%	30,65%	25,00%	<b>31,18%</b>
<b>Diversificada</b>	40,91%	<b>40,10%</b>	<b>48,44%</b>	26,47%	<b>80,00%</b>	<b>45,16%</b>	<b>75,00%</b>	<b>44,12%</b>

Em todos os edifícios, a maioria dos usuários classificou a vista como *ampla* (53,59%), conforme Figura 166.

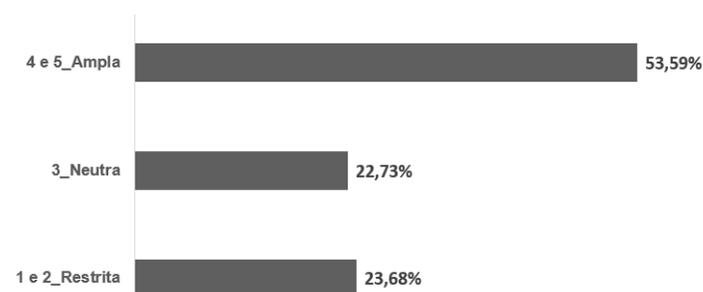


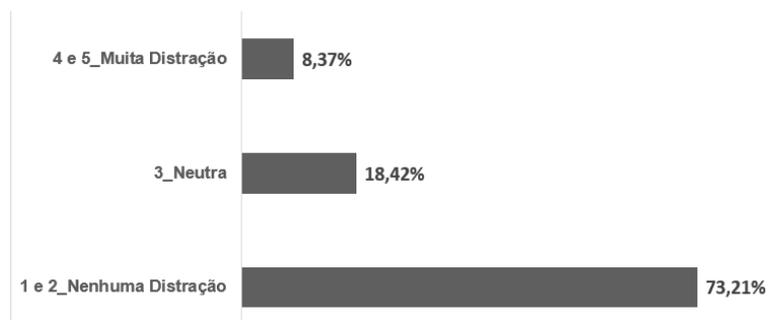
Figura 162: Respostas sobre amplitude da vista

Na Tabela 25, a CÂMARA e a REITORIA, 100% dos usuários avaliaram a vista como ampla. No TJDFT também uma quantidade expressiva (81,82%) dos usuários avaliou a vista como *ampla*.

**Tabela 25:** Respostas sobre amplitude da vista, em cada Edifício.

Respostas	TJDFT	MMA	MME	TCU	CÂMARA	CDT	REITORIA	MÉDIA TOTAL
<b>N° Respostas</b>	<b>22</b>	<b>202</b>	<b>64</b>	<b>34</b>	<b>25</b>	<b>63</b>	<b>8</b>	<b>418</b>
<b>Restrita</b>	0,00%	32,67%	18,75%	23,53%	0,00%	20,63%	0,00%	<b>23,68%</b>
<b>Neutra</b>	18,18%	25,74%	23,44%	32,35%	0,00%	20,63%	0,00%	<b>22,73%</b>
<b>Ampla</b>	<b>81,82%</b>	<b>41,58%</b>	<b>57,81%</b>	<b>44,12%</b>	<b>100,00%</b>	<b>58,73%</b>	<b>100,00%</b>	<b>53,59%</b>

A Figura 167 demonstra que para a grande maioria dos usuários (73,21%), as vistas dos edifícios avaliados não têm *Muita Distração*, o que confirma o reduzido (1,9%) número de pessoas que justificaram o uso de persianas para evitar distrações oriundas da janela.



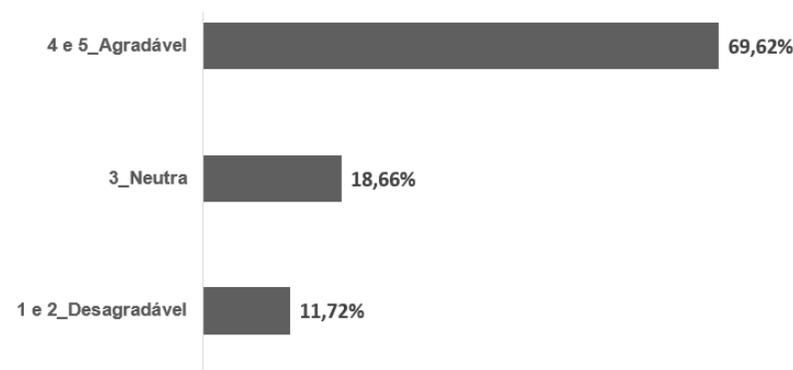
**Figura 163:** Respostas sobre distração da vista

De acordo com a Tabela 26, o TJDFT foi a vista em que os usuários mais classificaram com *“Nenhuma Distração”* (90,91%), seguido pela CÂMARA (88%). A REITORIA foi o edifício em que os usuários mais avaliaram com *“Muita Distração”* (37,5%).

**Tabela 26:** Respostas sobre distração da vista, em cada Edifício

Respostas	TJDFT	MMA	MME	TCU	CÂMARA	CDT	REITORIA	MÉDIA TOTAL
<b>N° Respostas</b>	<b>22</b>	<b>202</b>	<b>64</b>	<b>34</b>	<b>25</b>	<b>63</b>	<b>8</b>	<b>418</b>
<b>Nenhuma Distração</b>	<b>90,91%</b>	<b>74,26%</b>	<b>76,56%</b>	<b>73,53%</b>	<b>88,00%</b>	<b>60,32%</b>	25,00%	<b>73,21%</b>
<b>Neutra</b>	4,55%	18,81%	15,63%	20,59%	8,00%	25,40%	<b>37,50%</b>	<b>18,42%</b>
<b>Muita Distração</b>	4,55%	6,93%	7,81%	5,88%	4,00%	14,29%	<b>37,50%</b>	<b>8,37%</b>

Quanto a *“Agradabilidade da Vista”* (Figura 168), a maioria dos usuários (69,62%) avalia as vistas dos edifícios como *Agradáveis*, sendo muito baixa a proporção dos que acham *Desagradáveis* (11,72%).



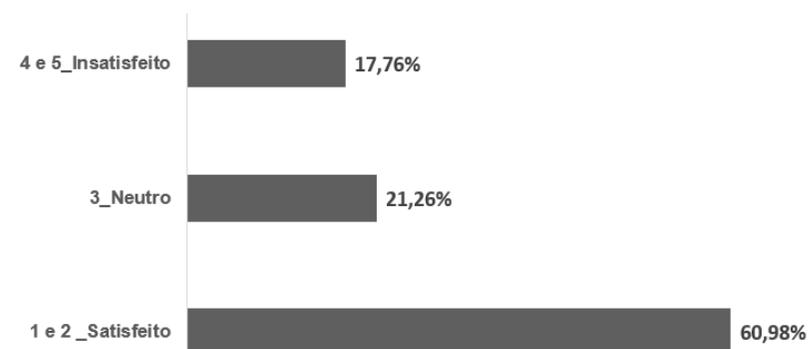
**Figura 164:** Respostas sobre Agradabilidade da Vista

Em três edifícios (TJDFT, CÂMARA e REITORIA), Tabela 27, 100% dos usuários avaliaram a vista como “Agradável”. O TCU foi o edifício como menor número de usuários com avaliação de vista *Agradável* (58,82%) e maior número de avaliações como “Vista Neutra” (35,29%), mas não foi o com maior número de avaliações de “Vista Desagradável” (5,88%). O CDT, com 17,46% foi o edifício com maior proporção de usuários que classificaram a vista como “Desagradável”.

**Tabela 27:** Respostas sobre agradabilidade da vista, em cada Edifício

Respostas	TJDFT	MMA	MME	TCU	CÂMARA	CDT	REITORIA	MÉDIA TOTAL
<b>N° Respostas</b>	<b>22</b>	<b>202</b>	<b>64</b>	<b>34</b>	<b>25</b>	<b>63</b>	<b>8</b>	<b>418</b>
<b>Desagradável</b>	0,00%	12,87%	15,63%	5,88%	0,00%	17,46%	0,00%	<b>11,72%</b>
<b>Neutra</b>	0,00%	23,27%	14,06%	35,29%	0,00%	15,87%	0,00%	<b>18,665%</b>
<b>Agradável</b>	<b>100,00%</b>	<b>63,86%</b>	<b>70,31%</b>	<b>58,82%</b>	<b>100,00%</b>	<b>66,67%</b>	<b>100,00%</b>	<b>69,62%</b>

Pela Figura 169, percebe-se que houve coerência da maioria dos usuários em classificar as vistas como “Agradáveis”, sendo que 60,98% estão satisfeitos com a vista exterior da janela de seus locais de trabalho. Já os usuários que estão “Insatisfeitos” são 17,76% dos respondentes.



**Figura 165:** Respostas sobre satisfação com a vista

Conforme a Tabela 28, a maior satisfação foi detectada na CÂMARA, com 100% de avaliação pelos usuários, seguida pelo TJDFT, com 95,45%. Já o MMA, com 33,12% e o CDT, com 32,76% foram os edifícios em que os usuários mais avaliaram as vistas como neutras e tiveram a menor avaliação de satisfação: MMA com 66,88% e CDT com 67,24% de satisfação.

**Tabela 28:** Respostas sobre satisfação com a vista, em cada Edifício

Respostas	TJDFT	MMA	MME	TCU	CÂMARA	CDT	REITORIA	MÉDIA TOTAL
<b>N° Respostas</b>	<b>22</b>	<b>202</b>	<b>64</b>	<b>34</b>	<b>25</b>	<b>63</b>	<b>8</b>	<b>418</b>
<b>Satisfeito</b>	<b>95,45%</b>	<b>66,88%</b>	<b>79,25%</b>	<b>75,86%</b>	<b>100,00%</b>	<b>67,24%</b>	<b>87,50%</b>	<b>60,98%</b>
<b>Neutra</b>	4,55%	33,12%	20,75%	24,14%	0,00%	32,76%	12,50%	<b>21,26%</b>
<b>Insatisfeito</b>	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	<b>17,76%</b>

#### H. Preferência por elementos na vista

A última pergunta do Questionário 1, sobre a Vista Externa, não se referia a situação vivida pelo usuário no seu ambiente de trabalho, mas a sua preferência por elementos.

Segundo a Tabela 29, os elementos considerados *Mais Agradáveis* de serem vistos pela janela foram o Céu (74,7%), a Vegetação (61,2%) e a Água (44,8%). A maioria dos usuários avaliou as *Pessoas, Edifícios e Ruas* como elementos *Indiferentes a Agradáveis*. Já os *Carros* foram considerados de *Indiferentes a Desagradáveis*.

A maioria dos elementos não teve uma avaliação expressiva como *Muito Desagradável* (Tabela 29), mas somando-se a avaliação de *Desagradável e Muito Desagradável*, os *Carros* foram os de pior classificação, com 20,7% e os Edifícios, com 15,5%.

Tabela 29: Respostas sobre preferência pelos elementos da vista

Céu	Vegetação	Água	Pessoas	Rua	Edifícios Vizinhos	Carros
74,7%	61,2%	44,8%	18,7%	20,5%	15,5%	12,2%
18,3%	22,2%	20,4%	25,5%	26,6%	19,1%	8,8%
5,1%	15,7%	34,1%	51,8%	45,4%	45,4%	58,4%
0,7%	0,5%	0,2%	2,7%	5,4%	5,4%	13,6%
1,2%	0,5%	0,5%	1,2%	2,2%	2,2%	7,1%

Legenda:

Muito Agradável	Agradável	Indiferente	Desagradável	Muito Desagradável
-----------------	-----------	-------------	--------------	--------------------

#### I. Percepção de Ofuscamento

Além da avaliação da Vista Exterior, a percepção de ofuscamento pelo usuário é de suma importância para alcançar os objetivos da pesquisa. Foi questionado como percepção de ofuscamento, se o usuário percebia algum brilho que o incomodava proveniente da janela. O usuário respondia a pergunta em relação às persianas e cortinas abertas, para verificar a pior situação e poder comparar com os resultados das simulações.

Das respostas do Questionário 1, aplicado nos ambientes reais dos sete edifícios, a grande maioria dos usuários (Figura 170) não percebe *nunca* ou *raramente* (79,10%) o ofuscamento proveniente da janela. Apenas 13,3% apontam que percebem *sempre* o ofuscamento pela luz natural em seus locais de trabalho.

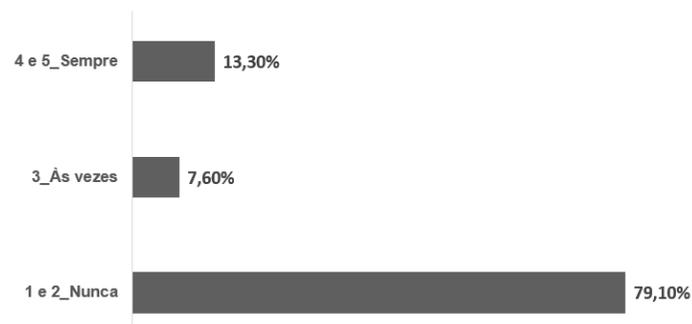


Figura 166: Respostas sobre percepção de ofuscamento

Conforme Tabela 30, no TJDF, a porcentagem de usuários que *Nunca* percebem ofuscamento é a maior (91,67%), seguido do TCU (82,35%), CDT

(8,81%) e MMA (81,50%). Já os usuários da CÂMARA (28%), REITORIA (25%) e MME (16,67%) foram os que mais apontaram que *Sempre* perceberam ofuscamento.

**Tabela 30:** Respostas sobre percepção de ofuscamento, em cada Edifício

Respostas	TJDFT	MMA	MME	TCU	CÂMARA	CDT	REITORIA	
<b>N° Respostas</b>	<b>24</b>	<b>200</b>	<b>66</b>	<b>34</b>	<b>25</b>	<b>64</b>	<b>8</b>	<b>421</b>
<b>Nunca</b>	<b>91,67%</b>	<b>81,50%</b>	<b>68,18%</b>	<b>82,35%</b>	<b>64,00%</b>	<b>82,81%</b>	<b>75,00%</b>	<b>79,10%</b>
<b>Às vezes</b>	4,17%	6,00%	15,15%	11,76%	8,00%	4,69%	0,00%	<b>7,60%</b>
<b>Sempre</b>	4,17%	12,50%	16,67%	5,88%	28,00%	12,50%	25,00%	<b>13,30%</b>

### 5.3.2. Questionário *Online*

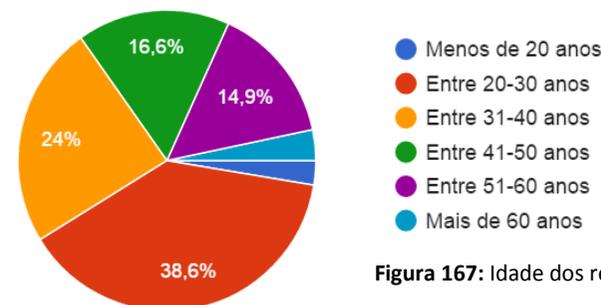
Como apresentado na metodologia, item 3.5.3 (Etapa 5: Aplicação dos Métodos de Avaliações pelos Usuários), o Questionário 2 (Apêndice 2)<sup>16</sup> foi desenvolvido para ser aplicado de forma online, estruturado em 8 questões, distribuídas em 4 seções: Dados Gerais, Preferência por Vistas, Preferência por Elementos da Vista e Preferência por Tipos de Edifícios.

Com o número significativo de respostas, além da amostra inicial pretendida (300), foi possível dividir os resultados em 7 cenários diferentes,

que são mais representativos e buscam avaliar separadamente a influência dos moradores de Brasília e dos arquitetos e estudantes de arquitetura:

- **Cenário 1:** Geral (1.301 respostas);
- **Cenário 2:** Excluindo arquitetos e estudantes de arquitetura (797 respostas);
- **Cenário 3:** Excluindo respondentes do DF (980 respostas);
- **Cenário 4:** Excluindo arquitetos e estudantes de arq. do DF (620 resp.);
- **Cenário 5:** Apenas respostas do Distrito Federal (321 respostas.);
- **Cenário 6:** Apenas arquitetos e estudantes de arquitetura (504 resp.);
- **Cenário 7:** Apenas arquitetos e estudantes de arq. do DF. (144 resp.)

A primeira seção do questionário online objetiva estabelecer o perfil dos respondentes. Quanto à idade (Figura 171), a maioria está na faixa etária de 20 a 40 anos (62,6%), o mesmo perfil dos usuários dos ambientes reais, e da faixa etária ativa segundo o IBGE (2016).



**Figura 167:** Idade dos respondentes

<sup>16</sup> Questionário online foi executado conjuntamente com a pesquisadora de PIBIC do LACAM, Luisa Viotti, aluna de graduação da FAU/UnB.

Quanto à profissão, dos 1.301 respondentes (Figura 172), 419 (32.2%) são de arquitetos e 85 (6,5%) são de estudantes de arquitetura. A amostra foi bem diversificada quanto às profissões, pois 61,3% são distribuídos em profissões como professores, administradores, servidores públicos, advogados, etc.

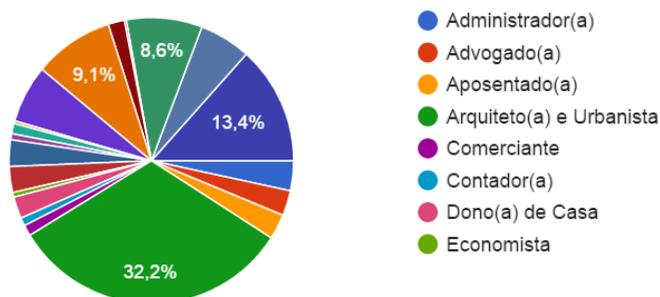


Figura 168: Profissão dos respondentes

A amostra também conseguiu ser bem diversificada quanto à localidade (Figura 173), uma vez que 321 (24,7%) são do Distrito Federal, 219 (16,8%) de São Paulo, 142 (10,9%) de Minas Gerais e o restante (47,6%) distribuído nas demais localidades do país.

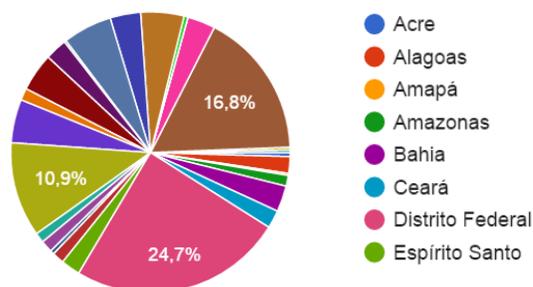


Figura 169: Unidade Federativa dos respondentes

#### A. Preferência por Vistas

A segunda seção do Questionário 2 (online) refere-se a “Vista que Mais Agrada”, e para isso foram utilizadas as 6 vistas (Figura 174) com alta pontuação segundo método Hellinga (2013), do Ranking de 30 imagens criado (Figura 94):



Figura 170: Seis imagens com Alta qualidade de Vista para a pergunta referente à “Vista que Mais Agrada”.

A Tabela 31 apresenta a avaliação dos resultados de acordo com os sete cenários criados. É possível perceber que as Vistas 2 e 3 (com prevalência de água e vegetação, vista ampla e ausência de elementos construtivos) foram as classificadas pelos respondentes do questionário online como as mais agradáveis em todos eles. Estas duas vistas também são as com maior pontuação segundo o método de Hellinga (2013), com 9 pontos. (Figura 80), no Ranking de 30 fotos (Figura 94):

**Tabela 31:** Respostas de Preferência pela “Vista que Mais Agradar”

Cenários	Vista que Agradar Mais		
<b>Cenário 1:</b> Geral (1.301 resp.)	Vista 01	6% - 75	
	Vista 02	35% - 455	
	<b>Vista 03</b>	<b>38% - 499</b>	
	Vista 04	7% - 86	
	Vista 05	3% - 37	
	Vista 06	11% - 149	
<b>Cenário 2:</b> Sem Arq. (797 resp.)	Vista 01	7% - 57	
	<b>Vista 02</b>	<b>37% - 296</b>	
	Vista 03	35% - 278	
	Vista 04	6% - 48	
	Vista 05	4% - 28	
	Vista 06	11% - 90	
<b>Cenário 3:</b> Sem DF (980 resp.)	Vista 01	6% - 56	
	Vista 02	36% - 354	
	<b>Vista 03</b>	<b>39% - 379</b>	
	Vista 04	6% - 60	
	Vista 05	3% - 31	
	Vista 06	10% - 100	
<b>Cenário 4:</b> Sem Arq. DF (620 resp.)	Vista 01	7% - 44	
	<b>Vista 02</b>	<b>39% - 239</b>	
	Vista 03	35% - 218	
	Vista 04	6% - 38	
	Vista 05	4% - 22	
	Vista 06	9% - 59	
<b>Cenário 5:</b> Só DF (321 resp.)	Vista 01	6% - 19	
	Vista 02	32% - 101	
	<b>Vista 03</b>	<b>37% - 120</b>	
	Vista 04	8% - 26	
	Vista 05	2% - 6	
	Vista 06	15% - 49	
<b>Cenário 6:</b> Só Arq. (504 resp.)	Vista 01	4% - 18	
	Vista 02	31% - 159	
	<b>Vista 03</b>	<b>44% - 221</b>	
	Vista 04	7% - 38	
	Vista 05	2% - 9	
	Vista 06	12% - 59	

<b>Cenário 7:</b> Só Arq. DF (144 resp.)	Vista 01	4% - 6	
	Vista 02	31% - 44	
	<b>Vista 03</b>	<b>42% - 60</b>	
	Vista 04	11% - 16	
	Vista 05	0% - 0	
	Vista 06	12% - 18	

Nesta avaliação da “Vista que mais Agradar” houve a alteração da Vista 3 para a Vista 2 quando não são considerados os arquitetos (Cenários 2 e 4). Ou seja, apesar de manter as duas vistas como as mais agradáveis, quando são consideradas as respostas dos arquitetos, a Vista 3, que apresenta mais vegetação, em um paisagismo mais ordenado, é classificada como a mais preferível. Já sem os arquitetos, a Vista 2, mais ampla, com vista para praia passa a ser a mais preferível.

Em todos os cenários, a Vista 5 foi a com menor número de respostas como a “Mais Agradável”, tendo no máximo 4% de preferência.

A segunda pergunta do Questionário 2 (online) refere-se a “Vista que Menos Agradar”, e para isso foram utilizadas 6 vistas (Figura 175) com baixa pontuação segundo método de Hellinga (2013), do Ranking de 30 imagens criado (Figura 94):



**Figura 171:** Seis imagens com Baixa qualidade de Vista para a pergunta referente à “Vista que Menos Agrada”.

O resultado em todos os cenários foi unânime quanto a escolha da Vista 1 (Figura 176), com brise vertical e sem visualização do céu, como a que agrada menos, em concordância com a avaliação técnica feita pelo método de Hellinga (2013), onde das seis vistas utilizadas, esta é a com menor pontuação.



**Figura 172:** Imagem classifica como a “Vista que Menos Agrada”

Esse resultado reforça a necessidade de incluir as proteções soalres na avaliação da qualidade da vista, o que não é previsto nos métodos de Hellinga (2013) e IEA (2014).

Assim, para a comparação dos cenários, foram avaliadas as vistas que em segundo lugar foram avaliadas como “Menos Agradáveis”: a Vista 2 (cenários 2, 3 e 4) e a Vista 6 (Cenários 1, 5, 6 e 7), conforme Tabela 32.

**Tabela 32:** Respostas de Preferência pela “Vista que Menos Agrada”

Cenários	Vista que Agrada Menos		
<b>Cenário 1:</b> Geral (1.301 resp.)	<b>Vista 01</b>	<b>35% - 462</b>	
	Vista 02	18% - 240	
	Vista 03	4% - 54	
	Vista 04	15% - 191	
	Vista 05	8% - 99	
	Vista 06	20% - 255	
<b>Cenário 2:</b> Sem Arq. (797 resp.)	<b>Vista 01</b>	<b>36% - 290</b>	
	Vista 02	22% - 174	
	Vista 03	5% - 43	
	Vista 04	5% - 39	
	Vista 05	15% - 115	
	Vista 06	17% - 136	
<b>Cenário 3:</b> Sem DF (980 resp.)	<b>Vista 01</b>	<b>36% - 352</b>	
	Vista 02	20% - 196	
	Vista 03	5% - 44	
	Vista 04	7% - 72	
	Vista 05	14% - 137	
	Vista 06	18% - 179	
<b>Cenário 4:</b> Sem Arq. DF (620 resp.)	<b>Vista 01</b>	<b>36% - 227</b>	
	Vista 02	23% - 145	
	Vista 03	6% - 35	
	Vista 04	5% - 30	
	Vista 05	14% - 85	
	Vista 06	16% - 98	
<b>Cenário 5:</b> Só DF (321 resp.)	<b>Vista 01</b>	<b>34% - 110</b>	
	Vista 02	14% - 44	
	Vista 03	3% - 10	
	Vista 04	8% - 27	
	Vista 05	17% - 54	
	Vista 06	24% - 76	

<b>Cenário 6:</b> Só Arq. (504 resp.)	<b>Vista 01</b>	<b>34% - 172</b>	
	Vista 02	13% - 66	
	Vista 03	2% - 11	
	Vista 04	12% - 60	
	Vista 05	15% - 76	
	Vista 06	24% - 119	
<b>Cenário 7:</b> Só Arq. DF (144 resp.)	<b>Vista 01</b>	<b>33% - 47</b>	
	Vista 02	10% - 15	
	Vista 03	1% - 2	
	Vista 04	13% - 18	
	Vista 05	17% - 24	
	Vista 06	26% - 38	

Percebe-se pela Tabela 32, que exatamente os cenários onde são consideradas as respostas dos arquitetos (1, 5, 6 e 7) a Vista 06 (mais árida e com solo exposto) é a “Menos Agradável”.

Já nos cenários em que as respostas dos arquitetos são desconsideradas (2, 3 e 4), a Vista 2 (edifício modernista brutalista, de concreto aparente, sem aberturas) é a “Menos Agradável”, o que sugere a influência da opinião dos arquitetos nos resultados. A familiaridade e o fato dos arquitetos reconhecerem e identificarem a tipologia do edifício parece interferir no julgamento da qualidade da vista por esses profissionais.

Portanto, quanto a preferência da vista, as respostas dos questionários refletiram a avaliação técnica feita segundo o método de Hellinga (2013), tanto na “Vista que Mais Agrada”, que foi a de mais alta qualidade com maior pontuação (9 pontos), quanto na “Vista que Menos Agrada”, que foi a de mais baixa qualidade, com menor pontuação (3 pontos).

Também foi possível identificar que a percepção de qualidade de vista dos arquitetos e moradores do DF difere da avaliação das pessoas em geral. Isto porque tanto na avaliação das vistas que mais agrada, quanto nas que menos agrada, os resultados dos cenários, apesar de serem próximos, foram alterados considerando as respostas dos arquitetos e estudantes de arquitetura.

#### B. Preferência por Elementos da Vista

A terceira seção do Questionário 2 foi relacionada à preferência pelos elementos na vista: *Céu, Pessoas, Água, Vegetação, Edifícios, Carros/Tráfego, Paisagem ou Perfil de Cidades Distantes*.

A Tabela 33 apresenta os resultados das preferências por elementos da vista, destacando-se a grande preferência pelos elementos da natureza (céu, vegetação e água):

**Tabela 33:** Síntese de dados coletados no questionário online relativos à preferência de elementos da vista exterior da janela.

CENÁRIOS		Céu	Vegetação	Água	Paisagem OU Perfil Cidade	Pessoas	Rua	Edifícios Vizinhos	Carros
<b>Cenário 1:</b> Geral (1.301 resp.)	Muito agradável	<b>75% - 968</b>	<b>72% - 937</b>	<b>68% - 879</b>	30% - 392	9% - 115	6% - 77	1% - 19	1% - 22
	Agradável	23% - 302	24% - 309	25% - 327	<b>52% - 673</b>	<b>41% - 536</b>	36% - 471	22% - 285	7% - 90
	Indiferente	1% - 18	3% - 35	6% - 76	15% - 192	39% - 501	<b>42% - 547</b>	31% - 398	23% - 297
	Desagradável	1% - 10	1% - 14	1% - 13	3% - 40	10% - 131	14% - 178	<b>39% - 507</b>	<b>45% - 583</b>
	Muito desagradável	0% - 3	0% - 6	0% - 6	0% - 4	1% - 18	2% - 28	7% - 92	24% - 309
<b>Cenário 2:</b> Sem Arq. (797 resp.)	Muito agradável	<b>75% - 593</b>	<b>67% - 536</b>	<b>69% - 549</b>	27% - 216	8% - 67	6% - 49	1% - 12	2% - 17
	Agradável	23% - 184	27% - 281	24% - 190	<b>54% - 427</b>	38% - 303	34% - 269	17% - 136	8% - 64
	Indiferente	1% - 11	3% - 26	6% - 45	16% - 125	<b>42% - 331</b>	<b>43% - 342</b>	31% - 244	24% - 187
	Desagradável	1% - 7	2% - 12	1% - 9	3% - 26	11% - 89	15% - 120	<b>42% - 335</b>	<b>44% - 351</b>
	Muito desagradável	0% - 2	1% - 5	0% - 4	0% - 3	1% - 7	2% - 17	9% - 70	22% - 178
<b>Cenário 3:</b> Sem DF (980 resp.)	Muito agradável	<b>72% - 710</b>	<b>70% - 690</b>	<b>66% - 648</b>	29% - 283	8% - 82	7% - 65	1% - 15	2% - 16
	Agradável	25% - 243	25% - 242	26% - 256	<b>52% - 513</b>	<b>40% - 395</b>	35% - 344	21% - 202	7% - 74
	Indiferente	2% - 16	3% - 29	6% - 57	15% - 149	40% - 388	<b>42% - 416</b>	31% - 301	23% - 222
	Desagradável	1% - 9	1% - 13	1% - 13	3% - 31	10% - 100	14% - 135	<b>40% - 390</b>	<b>45% - 441</b>
	Muito desagradável	0% - 2	1% - 6	1% - 6	1% - 4	2% - 15	2% - 20	7% - 72	23% - 227
<b>Cenário 4:</b> Sem Arq. DF (620 resp.)	Muito agradável	<b>72% - 449</b>	<b>66% - 412</b>	<b>67% - 417</b>	27% - 166	8% - 49	7% - 43	2% - 10	2% - 11
	Agradável	25% - 153	27% - 170	25% - 157	<b>53% - 330</b>	38% - 237	34% - 211	17% - 105	9% - 54
	Indiferente	2% - 10	4% - 22	5% - 33	16% - 100	<b>42% - 262</b>	<b>43% - 265</b>	31% - 193	24% - 147
	Desagradável	1% - 6	2% - 11	2% - 9	3% - 21	11% - 66	14% - 187	<b>42% - 259</b>	<b>45% - 280</b>
	Muito desagradável	0% - 2	1% - 5	1% - 4	1% - 3	1% - 6	2% - 14	8% - 53	20% - 128
<b>Cenário 5:</b> Só DF (321 resp.)	Muito agradável	<b>80% - 258</b>	<b>77% - 247</b>	<b>72% - 231</b>	34% - 109	10% - 33	4% - 12	1% - 4	2% - 6
	Agradável	19% - 59	21% - 67	22% - 71	<b>50% - 160</b>	<b>44% - 141</b>	40% - 127	26% - 83	5% - 16
	Indiferente	1% - 2	2% - 6	6% - 19	13% - 43	35% - 113	<b>41% - 131</b>	30% - 97	23% - 75
	Desagradável	0% - 1	0% - 1	0% - 0	3% - 9	10% - 31	13% - 43	<b>37% - 117</b>	<b>44% - 142</b>
	Muito desagradável	0% - 1	0% - 0	0% - 0	0% - 0	1% - 3	2% - 8	6% - 20	26% - 82
<b>Cenário 6:</b> Só Arq. (504 resp.)	Muito agradável	<b>74% - 375</b>	<b>80% - 401</b>	<b>66% - 330</b>	35% - 176	10% - 48	6% - 28	1% - 7	1% - 5
	Agradável	24% - 118	18% - 91	27% - 137	<b>49% - 246</b>	<b>46% - 233</b>	40% - 202	30% - 149	5% - 26
	Indiferente	1% - 7	2% - 9	6% - 31	13% - 67	34% - 170	<b>41% - 205</b>	31% - 154	22% - 110
	Desagradável	1% - 3	0% - 2	1% - 4	3% - 14	8% - 42	11% - 58	<b>34% - 172</b>	<b>46% - 232</b>
	Muito desagradável	0% - 1	0% - 1	0% - 2	0% - 1	2% - 11	2% - 11	4% - 22	26% - 131
<b>Cenário 7:</b> Só Arq. DF (144 resp.)	Muito agradável	<b>79% - 114</b>	<b>86% - 123</b>	<b>69% - 99</b>	41% - 59	10% - 15	4% - 6	1% - 2	0% - 0
	Agradável	19% - 28	13% - 19	26% - 38	<b>44% - 63</b>	<b>52% - 75</b>	<b>48% - 69</b>	<b>36% - 52</b>	4% - 6
	Indiferente	1% - 1	1% - 2	5% - 7	12% - 18	31% - 44	38% - 54	32% - 46	25% - 35
	Desagradável	0% - 0	0% - 0	0% - 0	3% - 4	6% - 8	7% - 10	29% - 41	<b>49% - 71</b>
	Muito desagradável	1% - 1	0% - 0	0% - 0	0% - 0	1% - 2	3% - 5	2% - 3	22% - 32

Em todos os cenários o Céu foi o elemento considerado mais agradável (em torno de 75% como *Muito Agradável*), sendo que a preferência aumenta quando consideradas as respostas apenas dos moradores de Brasília (80% no Cenário 5) e apenas os arquitetos de Brasília (79% no Cenário 7).

A Vegetação foi o segundo elemento "*Mais Agradável*" segundo todos os cenários, em torno de 72%. Mas os cenários em que são avaliados sem os arquitetos, a preferência diminui para 67%, enquanto que nos resultados apenas das opiniões dos arquitetos, a preferência aumenta para 80% (Cenário 6, só arquitetos) e para 86% (Cenário 7, só arquitetos de Brasília).

A Água é o terceiro elemento "*Mais Agradável*" em todos os cenários, em torno de 68%. Considerando o cenário sem os moradores do DF (Cenário 3) a preferência é de 66%, mas está aumenta para 72% quando consideram as respostas apenas dos moradores do DF (Cenário 5).

Já a vista de Paisagem ou Perfil de Cidade foi considerada "*Agradável*" em torno de 52%. Mas comparando o Cenário 2 (Sem Arquitetos) com os Cenários 6 e 7 (Só Arquitetos), percebe-se que a preferência da Paisagem ou Perfil de Cidade como "*Agradável*" cai de 54% para 44%.

A vista de Pessoas foi considerada "*Agradável*" em torno de 41%, mas a preferência dos arquitetos do DF (Cenário 7) aumenta para 52%. Já quando são desconsideradas as respostas dos arquitetos (Cenários 2 e 4), visualizar pessoas é considerado "*Indiferente*" por 42%.

Quanto a visualização da Rua, a maioria dos cenários classificou como "*Indiferente*", em torno de 42%. Já na avaliação dos arquitetos do DF (Cenário 7), 48% consideram a Rua como elementos "*Agradáveis*" da vista.

Os Edifícios são considerados elementos "*Desagradáveis*" na vista em praticamente todos os cenários, em torno de 48%. Já para os arquitetos do DF, os edifícios são considerados "*Agradáveis*", em torno de 36%.

Os carros foram considerados "*Desagradáveis*" em todos os cenários, sem alterações significativas entre a preferência geral e a dos arquitetos ou moradores do DF.

Assim, como previsto, a sistematização dos resultados do questionário online em cenários diferentes, considerando a opinião geral, e a influência ou não dos moradores do DF e arquitetos foi importante, pois detectou que existem diferenças na preferência dos elementos na vista.

Já a comparação da preferência dos elementos da vista, o Questionário 1, aplicado com os usuários dos ambientes reais, apresentou os mesmos resultados do Questionário 2 (Online): os elementos considerados mais agradáveis são o Céu, a Vegetação e a Água.

### C. Preferência por Tipos de Edifícios

A última seção do questionário online é a avaliação da preferência por tipo de edifício na vista, e para isso, primeiramente foi perguntado qual “*Edifício Agrada Mais*”.

Foram utilizadas três imagens (Figura 177), com estilos diferentes de arquitetura: Histórico, Modernista e Contemporâneo. A escolha das imagens procurou evidenciar características marcantes de cada estilo, em especial àquelas que supostamente agradam ou desagradam mais, como o concreto aparente e volume marcante do edifício modernista e a pele de vidro espelhado do edifício contemporâneo.



**Figura 173:** Imagem classifica como a “*Vista que Menos Agrada*”

A avaliação dos resultados também foi feita de acordo com os sete cenários criados (Tabela 34), sendo que houve preferência geral pela Arquitetura Modernista e a Arquitetura Histórica.

**Tabela 34:** Respostas de Preferência pela “*Edifício que Agrada Mais*”

Cenários	Edifício que Agrada Mais		
<b>Cenário 1:</b> Geral (1.301 resp.)	Arq. Histórica	36% - 465	
	<b>Arq. Modernista</b>	<b>46% - 598</b>	
	Arq. Contemp.	13% - 172	
	Indiferente	5% - 66	
<b>Cenário 2:</b> Sem Arq. (797 resp.)	<b>Arq. Histórica</b>	<b>43% - 340</b>	
	Arq. Modernista	37% - 297	
	Arq. Contemp.	15% - 120	
	Indiferente	5% - 40	
<b>Cenário 3:</b> Sem DF (980 resp.)	Arq. Histórica	39% - 380	
	<b>Arq. Modernista</b>	<b>41% - 405</b>	
	Arq. Contemp.	14% - 141	
	Indiferente	6% - 54	
<b>Cenário 4:</b> Sem Arq. DF (620 resp.)	<b>Arq. Histórica</b>	<b>47% - 292</b>	
	Arq. Modernista	32% - 200	
	Arq. Contemp.	15% - 94	
	Indiferente	6% - 34	
<b>Cenário 5:</b> Só DF (321 resp.)	Arq. Histórica	26% - 85	
	<b>Arq. Modernista</b>	<b>60% - 193</b>	
	Arq. Contemp.	10% - 31	
	Indiferente	4% - 12	
<b>Cenário 6:</b> Só Arq. (504 resp.)	Arq. Histórica	25% - 125	
	<b>Arq. Modernista</b>	<b>60% - 301</b>	
	Arq. Contemp.	10% - 52	
	Indiferente	5% - 26	
<b>Cenário 7:</b> Só Arq. DF (144 resp.)	Arq. Histórica	26% - 37	
	<b>Arq. Modernista</b>	<b>67% - 96</b>	
	Arq. Contemp.	4% - 6	
	Indiferente	3% - 5	

Nos cenários em que são consideradas as respostas dos arquitetos e dos moradores do DF (Cenários 1, 3, 5, 6 e 7), a Arquitetura Modernista é preferida. De forma significativa, a opinião dos moradores do DF e dos arquitetos foi similar. Assim, quando se considera apenas a opinião dos

arquitetos e moradores do DF a preferência pela Arquitetura Modernista aumenta de 41 a 46% para 60 a 67%.

Já os cenários em que são excluídas a opinião dos arquitetos e moradores do DF (Cenários 2 e 4), a preferência é pela Arquitetura Histórica, em torno de 43 a 47%.

Com as mesmas três imagens dos edifícios (Figura 177), a última pergunta do Questionário Online é sobre qual “Edifício Agrada Menos”. Foi unânime a avaliação do Edifício Contemporâneo, com vidro espelhado, como o que agrada menos, em torno de 48%, conforme Tabela 35. Essa avaliação como “Edifício que Agrada Menos” aumenta para 61 a 72% quando considerada apenas a opinião dos arquitetos.

**Tabela 35:** Respostas de Preferência pelo “Edifício que Agrada Menos”

Cenários	Edifício que Agrada Menos		
<b>Cenário 1:</b> Geral (1.301 resp.)	Arq. Histórica	12% - 161	
	Arq. Modernista	17% - 222	
	<b>Arq. Contemp.</b>	<b>48% - 618</b>	
	Indiferente	23% - 300	
<b>Cenário 2:</b> Sem Arq. (797 resp.)	Arq. Histórica	15% - 116	
	Arq. Modernista	24% - 193	
	<b>Arq. Contemp.</b>	<b>39% - 312</b>	
	Indiferente	22% - 176	
<b>Cenário 3:</b> Sem DF	Arq. Histórica	13% - 122	
	Arq. Modernista	19% - 188	
	<b>Arq. Contemp.</b>	<b>44% - 434</b>	

(980 resp.)	Indiferente	24% - 236	
<b>Cenário 4:</b> Sem Arq. DF (620 resp.)	Arq. Histórica	14% - 86	
	Arq. Modernista	26% - 163	
	<b>Arq. Contemp.</b>	<b>38% - 232</b>	
	Indiferente	22% - 139	
<b>Cenário 5:</b> Só DF (321 resp.)	Arq. Histórica	12% - 39	
	Arq. Modernista	11% - 34	
	<b>Arq. Contemp.</b>	<b>57% - 184</b>	
	Indiferente	20% - 64	
<b>Cenário 6:</b> Só Arq. (504 resp.)	Arq. Histórica	9% - 45	
	Arq. Modernista	6% - 29	
	<b>Arq. Contemp.</b>	<b>61% - 306</b>	
	Indiferente	24% - 124	
<b>Cenário 7:</b> Só Arq. DF (144 resp.)	Arq. Histórica	6% - 9	
	Arq. Modernista	3% - 4	
	<b>Arq. Contemp.</b>	<b>72% - 104</b>	
	Indiferente	19% - 27	

Tal resultado evidencia uma situação contraditória, uma vez que essa tipologia, de edifícios envidraçados espelhados, é a mais construída atualmente nas grandes cidades brasileiras, apesar de ser a tipologia que menos agrada, segundo o Questionário Online.

Da mesma forma como nos demais itens avaliados, a preferência pelos tipos de edifícios foi similar em todos os cenários, mas apresentou detalhes que interferiram na avaliação entre as pessoas de modo geral e os arquitetos ou moradores do DF.

## 5.4. Análise Estatística

A análise estática descritiva dos resultados, apresentada nos itens 4.2 *Resultados das Avaliações Técnicas* e 4.3 *Resultados da Avaliações pelos Usuários*, compuseram a etapa inicial, foi utilizada para descrever e resumir os dados. Posteriormente, conforme previsto na metodologia, foram feitas análises<sup>17</sup> de Correlação e Regressão Logística (Probabilidade) das variáveis, e para tal, primeiramente foi realizada a sistematização dos dados, apresentada a seguir.

### 5.4.1. Sistematização dos Dados

A partir dos resultados das avaliações dos ambientes reais (Questionário 1, Simulações e Classificação das Vistas), para a realização da Correlação e Regressão, foi necessária a compilação de todos os dados em planilha única (Apêndice 5), onde foram numeradas Variáveis (VAR), conforme Tabela 36:

**Tabela 36:** Estruturação de Variáveis em planilha para análise estatística

AGRUPAMENTO	NOME DA VARIÁVEL	CÓDIGO
<b>INFORMAÇÕES GERAIS:</b>	Nº Respondente	VAR 001
	Edifício	VAR002
	Data	VAR003
	Sala	VAR004
<b>CONDIÇÕES GERAIS DO AMBIENTE:</b>	Frequência que a luz artificial fica ligada	VAR007
	Conseguiria trabalhar apenas com luz natural	VAR008
	Radiação Solar Incide no Interior	VAR009
	Satisfação com a Luz Natural	VAR010

	Satisfação com a Luz Artificial	VAR011
	Impressão Geral da Sala	VAR012
<b>VARIÁVEL AMBIENTAL:</b>	Tipo de Céu (a partir da nebulosidade)	VAR016
<b>VARIÁVEIS HUMANAS (RESPONDENTES):</b>	Idade	VAR017
	Gênero	VAR018
	Usa Lente ou Óculos:	VAR019
<b>VARIÁVEIS DO AMBIENTE (MATERIAIS):</b>	Refletância Piso%	VAR025
	Refletância Parede%	VAR026
	Refletância Teto %	VAR027
	Transmissão Luminosa do Vidro	VAR028
	Possui Película?	VAR029
	Transparência do Vidro pelo usuário	VAR030
<b>VARIÁVEIS DO AMBIENTE (JANELA E PROTEÇÕES):</b>	Orientação	VAR031
	Tipo de Janela (PAF)	VAR032
	Proteção Solar Externa	VAR033
	Tamanho da Janela	VAR034
	Tamanho da janela para a Vista	VAR035
	Satisfação com o Tamanho da Janela	VAR036
	Frequência que as persianas ficam fechadas	VAR037
<b>VARIÁVEIS DO AMBIENTE (POSIÇÃO):</b>	Distância da Janela	VAR048
	Satisfação com a Posição que ocupa	VAR049
<b>VARIÁVEL DE ESTUDO (QUALIDADE DA VISTA EXTERIOR):</b>	Impressão com a Diversidade da Vista Exterior	VAR058
	Impressão com a Amplitude da Vista Exterior	VAR059
	Impressão com a Distração da Vista Exterior	VAR060
	Ângulo de Visão - Metodologia IEA	VAR061
	Distância da Vista - IEA	VAR062
	Número de Camadas - IEA	VAR063
	Informações Ambientais - IEA	VAR064
	Qualidade da Vista Exterior - Hellinga	VAR065
	Agradabilidade da Vista Exterior	VAR066
	Satisfação com a Vista	VAR067

<sup>17</sup> As análises estatísticas buscaram a integração dos conhecimentos de iluminação da pesquisadora, com o domínio metodológico do estatístico Diogo Picco (CONRE-DF 96930).

<b>VARIÁVEL DE ESTUDO (PROBABILIDADE DE OFUSCAMENTO):</b>	Ofuscamento ao olhar para a janela	VAR068
	Olhando para a janela agora: sente incômodo	VAR069
	DA>2.000 em 50% do tempo	VAR070
	% do tempo Ofuscamento Intolerável	VAR071
	% do tempo Ofuscamento Perturbador	VAR072
	% do tempo Ofuscamento Perceptível	VAR073
	% do tempo Ofuscamento Imperceptível	VAR074
	DGP	VAR078
	Tipo de Ofuscamento Pontual	VAR079
	Proporção de Contraste na Tarefa	VAR082
	Proporção de Contraste entre Tarefa e Entorno	VAR086
	Proporção de Contraste de todo Campo Visual	VAR090

Assim, todos os dados foram organizados por respondente, em situação específica, com suas respostas ao Questionário 1 e os resultados técnicos de de classificação da Qualidade da Vista e simulações da iluminação natural (DA, UDI Annual Glare e Point-in-time-Glare).

A Tabela 37 traz um resumo por edifício e as médias das respostas dos usuários, para um diagnóstico macro da situação:

**Tabela 37:** Resumo dos Resultados, por edifício.

EDIFÍCIO	CONDIÇÕES GERAIS					VIDRO		JANELA E PROTEÇÕES				VARIÁVEIS DE ESTUDO				
	Luz Ligada	Trabalhar c/ Luz Natural	Satisf. Luz Artificial	Satisf. Luz Natural	Sartisf. Sala	Transm. Luminosa	Transpar. do Vidro	Or.	Janela/ Proteção	Satisfação Janela Vista	Persianas Fechadas	Satisfação Vista	Qualid. Vista	Percebe Ofuscam.	% Ofuscam.	Contrastes
<b>TJDFT</b>	70,83%	12,5%	75%	79,16%	54,1%	63%	Média	N/S	Pan.Vidr. S/P e Tela	87,50%	4,17%	95,45%	Média	Nunca: 91,67% Sempre: 4,17%	N=22,79% S=0,05%	Tarefa = 13:1 Entorno= 35:1 C. Visual= 52:1
<b>MMA</b>	83%	24%	75,98%	52,95%	50,9%	33%/78%	Média	L/O	Pan.Vidr. S/P e Vert.	63,69%	54,5%	66,88%	Baixa Alta	Nunca: 81,50% Sempre: 12,50%	L=14,13% O=3,54%	Tarefa = 18:1 Entorno= 73:1 C. Visual= 17:1
<b>MME</b>	84,85%	22,12%	67,16%	58,21%	58,2%	33%/78%	Baixa	L/O	Pan.Vidr. S/P e Vert.	71,64%	39,39%	79,25%	Baixa Média	Nunca: 68,18% Sempre: 16,67%	L=11,28% O=5,87%	Tarefa = 73:1 Entorno= 14:1 C. Visual= 14:1
<b>TCU</b>	85,3%	17,65%	85,29%	73,53%	73,5%	21%	Média	N/S	Pan.Vidr. S/P e Vert.	88,24%	26,47%	75,86%	Baixa Média	Nunca: 82,35% Sempre: 5,88%	N=0,0% S=0,07%	Tarefa = 3:1 Entorno= 70:1 C. Visual= 27:1
<b>CÂMARA</b>	24%	76%	76%	96%	65,6%	89%	Alta	S	Pan.Vidr. S/P	92%	32%	100%	Alta	Nunca: 64% Sempre: 28%	S=25,21%	Tarefa = 75:1 Entorn= 440:1 C. Visual= 881:1
<b>CDT</b>	67,7%	30,92%	80,60%	76,12%	62,5%	25%/89%	Média	N/S	Horiz. S/P e Horiz.	86,36%	23,08%	67,24%	Baixa Média	Nunca: 82,81% Sempre: 12,50%	N=41,51% S=0%	Tarefa = 77:1 Entorno= 94:1 C. Visual= 71:1
<b>REITORIA</b>	75%	25%	50%	62,5%	62,5%	89%	Média	O	Horiz. S/P	62,50%	0%	87,50%	Média	Nunca: 75% Sempre: 25%	O=6%	Tarefa = 50:1 Entorno= 28:1 C. Visual= 30:1

Legenda dos Resultados: Desempenho Adequado

Desempenho Intermediário

Desempenho Inadequado

Dados Descritivos

A Tabela 37 demonstra que os ambientes investigados refletem a realidade de grande quantidade de escritórios, que usam a maior parte do tempo a luz artificial, apesar dos usuários atestarem que estão satisfeitos com a iluminação natural.

A Satisfação do Usuário com o tamanho da janela é alta em todos os prédios. Apesar de nas entrevistas e observações *in loco* ter sido percebido que as persianas ficam em grande parte do tempo fechadas, nos questionários de todos os edifícios, os usuários apontaram que as fecham a menor parte do tempo.

Houve coerência dos resultados de Satisfação com a Vista Exterior apontada pelos usuários com os resultados da avaliação técnica da Qualidade da Vista. Percebe-se que em todos os edifícios a satisfação é alta, acima de 62%. Mas, nos casos em que pelo menos uma das vistas foi classificada como de Baixa Qualidade, o percentual de satisfação do usuário diminuiu, como é o caso do MME, TCU e CDT.

Segundo a percepção de ofuscamento pelo usuário, os edifícios apresentam-se em grande parte do tempo sem ofuscamento (Respostas “*Nunca Percebem Ofuscamento*” acima de 64%, com média 79%), o que também foi apontado pelas simulações de *Annual Glare*, com porcentagem baixa (apenas no ambiente do CDT-Norte, apresenta 41,51%).

Mas o principal ofuscamento detectado não foi causado por saturação (luminâncias excessivas), e sim pelas proporções inadequadas de contraste no campo visual (tarefa, entorno e geral). E isso também está coerente com a resposta do usuário, que não apontou problemas significativos de ofuscamento. Isso porque os problemas de contrastes, que causam ofuscamento, são difíceis de ser detectados, uma vez que o sistema de visão humano se adapta constantemente. Os problemas para o usuário acabam sendo indiretos como: dores de cabeça, cansaço visual, etc.

Após essa primeira análise descritiva e organização dos resultados em um Banco de Dados, a análise estatística passou para a fase de correlação e regressão logística.

### 5.4.2. Correlação

A segunda etapa da análise estatística foi a Correlação, com o intuito de verificar se existe inter-relacionamento entre as variáveis. Seguiu-se a padronização da análise de acordo com um intervalo fechado de -1 a 1, em que -1 indica perfeita correlação negativa ou inversa e 1 indica perfeita correlação positiva ou direta. A correlação negativa indica que o crescimento de uma das variáveis implica, em geral, no decréscimo da outra. A correlação positiva indica, em geral, o crescimento ou decréscimo concomitante das duas variáveis consideradas.

Os critérios de interpretação dos valores de correlação adotados são apresentados na Tabela 38:

**Tabela 38:** Critérios para a interpretação dos valores de correlação

$0 < r_{xy} < \pm 0,19$	Correlação Muito Fraca
$\pm 0,2 < r_{xy} < \pm 0,39$	Correlação Fraca
$\pm 0,4 < r_{xy} < \pm 0,69$	Correlação Moderada
$\pm 0,7 < r_{xy} < \pm 0,89$	Correlação Forte
$\pm 0,9 < r_{xy} < \pm 1,00$	Correlação Muito Forte

A primeira etapa foi a criação de uma Matriz de Correlação completa, com todas as 70 variáveis da pesquisa, conforme apresentado na Tabela 36, na fase de sistematização dos dados. A intenção dessa primeira matriz era ter avaliação geral de todas as variáveis e a intensidade das relações. A partir disso, era necessário restringir às variáveis com relações relevantes à pesquisa. Por isso, para a Matriz de Correlação final, foram eliminadas as

variáveis que apresentaram apenas relação *muito fraca* e selecionadas as variáveis segundo esses critérios:

- 1) Ser uma das variáveis de estudo (Satisfação com Vista e Percepção de Ofuscamento);
- 2) Ser uma das variáveis relacionada à avaliação do usuário à qualidade da vista e ofuscamento
- 3) Ser uma variável relacionada às avaliações técnicas de qualidade da vista e ofuscamento;
- 4) Ser uma variável da janela relevante nas avaliações de qualidade da vista e ofuscamento

Neste sentido, a Tabela 39 apresenta as 22 variáveis que foram selecionadas para a Matriz de Correlação final:

**Tabela 39:** Variáveis definidas para a Matriz de Correlação

Variáveis do Edifício	Variáveis do Usuário	Variáveis Técnicas
VAR28: Transm. Vidro VAR31: Orientação VAR32: Tipo de Janela VAR33: Proteção Solar	VAR10: Satisf. c/ Luz Natural VAR36: Satisf. Tam. Janela VAR60: Distração da Vista VAR67: Satisfação da Vista VAR68: Percep. Ofusc. Anual VAR69: Percep. Ofusc. Agora	VAR58: Diversidade da Vista VAR59: Amplitude da Vista VAR65: Qualidade da Vista VAR70: UDI (DA>2000) VAR78: DGP (Point-in-time-Glare) VAR79: Annual Glare VAR82: Contrastes Tarefa VAR86: Contrastes Entorno VAR90: Contrastes Campo Visual

Assim, a Tabela 40 apresenta a Matriz de Correlação final, com as principais variáveis da pesquisa:

Tabela 40: Matriz de Correlação das Variáveis

	Transm. Vidr.	Orientação	Tipo de Janela	Proteção	Satisf. Luz Natural	Satisf. Tamanho da Janela	Distração Vista	Satisfação Vista	Perc. Ofusc. Anual	Perc. Ofusc. Agora	Divers. Vista	Ampl. Vista	Qualidade Vista	(UDI) DA>2000	DGP estático	Annual Glare	Prop. Contr. Tarefa	Aval. Contr. Tarefa	Prop. Contr. Entorn.	Aval. Contr. Entorn.	Prop. Contr. C. Visual	Aval. Contr. C. Visual
Transm. Vdr.	1,00																					
Orientação	,198**	1,00																				
Tipo Janela	,452**	-,41**	1,00																			
Proteção	-,51**	,034	-,085	1,00																		
Satisf. Luz Nat.	0,00	,286**	-,114	-,073	1,00																	
Sat. Tam. Jan.	,066	,265**	-,105	-,005	,411	1,00																
Distração Vista	,012	-,014	,179	,066	-,012	-,032	1,00															
Satisf. Vista	,101*	,200**	-,023	-,19	,432	,314	-,019	1,00														
Perc. Ofusc. Anual	,047	,050	-,026	,011	-,020	,156	,060	-,42	1,00													
Perc. Ofusc. Agora	-,014	,039	-,011	,034	,004	-,15	,030	-,15	,22	1,00												
Divers. Vista	-,075	-,085	,043	,272	-,21	-,15	,205	-,32	,004	,115	1,00											
Ampl. Vista	-,092	-,230**	,086	,275	-,26	-,17	,208	-,38	,013	,077	,630	1,00										
Qualidade Vista	,636**	,200**	,231	-,77	,113	,076	-,004	,50	,008	-,007	-,27	-,29	1,00									
(UDI) DA>2000	,54**	-,401**	-,121	,291	-,075	-,108*	-,037	-,15**	,008	,069	,175**	,188**	-,70**	1,00								
DGP estático	,394**	,103	,168	-,042	,019	,034	-,024	,075	,016	,27	-,001	-,094	,106*	,080	1,00							
Annual Glare	,238**	,429**	,102	,184	,032	,084	-,017	-,26	,008	,005	,143**	,100*	-,44**	,248**	,401**	1,00						
Prop. Contr. Tarefa	-,38**	-,388	-,107	,413	-,15	-,098*	-,018	-,15**	,006	,053	,122*	,130**	-,70**	,514**	-,019	-,093	1,00					
Aval. Contr. Tarefa	-,14	-,528**	,277	,137	-,21	-,118*	,051	-,14**	,001	,069	,071	,135**	-,41**	,241**	-,30**	-,13**	,790**	1,00				
Prop. Contr. Entorn.	-,27**	-,291**	-,32	,110	-,12	-,075	-,067	-,14**	,033	,005	,055	,101*	-,42**	,214**	,065	-,25**	,771**	,493**	1,00			
Aval. Contr. Entorn.	,333**	-,512**	,314	,043	-,25	-,16**	-,003	-,24**	,027	,046	,191**	,337**	-,17**	,026	-,065	,109*	,202**	,297**	,251**	1,00		
Prop. Contr. C. Visual	-,24**	-,547**	,051	,088	-,14	-,14**	-,045	-,17**	,026	,090	,180**	,229**	-,47**	,900**	,217**	,228**	,376**	,188**	,160**	,246**	1,00	
Aval. Contr. C. Visual	,467**	-,181	,203	-,46	-,092	-,063	-,040	-,018	,088	,110*	-,018	,034	-,49**	-,006	,318**	,011	-,32**	-,23**	-,18**	,128**	,369**	,318**



A partir da Matriz de Correlação (Tabela 40), verifica-se que existe coerência dos resultados com os estudos de iluminação natural, pois as relações detectadas, mesmo que fracas (azul), confirmam que os dados coletados estão de acordo com o comportamento esperado. Por exemplo, o aumento da transmissão luminosa do vidro tem relação direta positiva com o aumento do ofuscamento anual. Em algumas situações, quando a correlação calculada não corresponde ao fenômeno avaliado, significa que a amostra pode não ser representativa desse fenômeno.

Isso é importante, pois a Matriz de Correlação foi estruturada com uma amostra derivada de métodos diferentes e com dados quantitativos e qualitativos, o que poderia apresentar divergências ou contradições significativas nas correlações. Mas, a Matriz de Correlação apresentou algumas relações bem relevantes, destacando-se as de intensidade moderada, forte e muito forte.

Por exemplo, a VAR79-Annual Glare, que avalia o ofuscamento anual, possui relações positivas, ou seja, apresenta a mesma direção que as seguintes variáveis:

- Transmissão Luminosa do Vidro = 0,238 (Correlação Fraca)
- Orientação = 0,429 (Correlação Moderada)
- UDI (DA>2000) = 0,248 (Correlação Fraca)
- DGP Estático (*Point-in-Time-Glare*) = 0,401 (Correlação Moderada)

Na amostra, o *Annual Glare* tem relação moderada direta com a Orientação e com o *Point-in-Time-Glare*. Já em relação à VAR65-Qualidade da Vista, a VAR79-*Annual Glare* tem relação moderada negativa, ou seja, apresentam direção oposta uma em relação à outra.

A VAR10-Satisfação com a Luz Natural tem relação moderada positiva, ou seja, direta, com a VAR36– Tamanho da Janela (0,411) e com a VAR67-Satisfação com a Vista (0,432).

A VAR28-Transmissão Luminosa do Vidro tem relação moderada positiva (direta) com a VAR32-Tipo de Janela (0,452), com a VAR65 – Qualidade da Vista (0,636) e com a VAR91-Contraste no Campo Visual (0,67). Já apresenta relação moderada negativa com a VAR33-Proteção Solar (-0,51) e com VAR-UDI (DA>2000, -0,54).

A VAR33-Proteção Solar tem relação moderada negativa com a VAR91-Contraste no Campo Visual (-0,46) e relação forte negativa com a VAR65-Qualidade da Vista (-0,77).

A única correlação forte apresentada foi positiva, com valor 0,9, entre a VAR70-UDI (DA>2000) e a VAR90- Proporção de Contraste no Campo Visual. Ou seja, na medida em que são detectados maiores problemas com o UDI (valores acima de 2000), as proporções de contraste no campo visual também aumentam. A força da relação é explicada justamente porque as duas variáveis derivam do mesmo método, da simulação computacional no software DIVA.

Uma das principais variáveis da pesquisa, a VAR65-Qualidade da Vista apresenta relação moderada negativa com diversas variáveis relacionadas ao ofuscamento: VAR79-*Annual Glare* (-44), VAR83-Avaliação de Contraste na Tarefa (-0,41) e VAR91-Contraste no Campo Visual (-0,49). Já com a VAR-UDI (DA>2000) e a VAR82-Proporção Contraste na Tarefa, apresentam relação forte negativa.

A única variável com que a VAR65-Qualidade da Vista tem relação moderada positiva é com a VAR67-Satisfação com a Vista (0,5), o que reforça que a comparação entre a avaliação feita pelo usuário e o método de Hellings (2013) foi coerente.

A relação entre a VAR68-Percepção de Ofuscamento Anual e VAR67-Satisfação com a Vista foi identificada como moderada negativa, com valor -0,42, demonstrando que nas respostas dos usuários, quando a satisfação com a vista aumenta, a percepção do ofuscamento anual diminui.

Essa constatação reforça a hipótese da pesquisa, de que a satisfação com a vista exterior interfere na percepção do ofuscamento. Pela relação identificada, as variáveis têm comportamentos opostos.

Portanto, é importante identificar com maior clareza essa relação, em especial se quantificar a probabilidade de diminuição da percepção de ofuscamento em relação à satisfação com a vista exterior. Para isso, a análise estatística dos dados foi direcionada para a regressão, que verifica a relação entre muitas variáveis simultaneamente.

### 5.4.3. Probabilidade por Regressão Logística

Conforme estabelecido na metodologia desta pesquisa, a última fase de análise estatística foi feita por regressão logística, no software SPSS (versão 22), para determinação da probabilidade da satisfação com a vista exterior diminuir a percepção de ofuscamento.

A variável resposta (dependente) é a *Percepção de Ofuscamento pelo usuário*, com duas categorias (*Percebe e Não Percebe*), considerando as duas situações: *Percepção de Ofuscamento ao longo do tempo* (VAR68) e *Percepção de Ofuscamento no momento de resposta* (VAR69).

Por esse motivo, foram feitos dois modelos matemáticos de regressão, utilizando o método de seleção de variáveis *Backward*, que na etapa inicial utiliza todas as variáveis, e, em cada etapa, automaticamente exclui a variável sem significância. No modelo final ficam apenas as variáveis que apresentaram significância entre si, a partir dos dados da amostra, e o resultado matemático encontrado.

Como visto na definição da metodologia, quanto menor a quantidade de variáveis, mais confiável é o modelo matemático. Por isso, a primeira fase de regressão foi o teste das variáveis. Foram feitos dois modelos, A (VAR 68) e B (VAR69), onde se percebeu que o comportamento dos dados da amostra e identificou-se as variáveis que estavam sendo excluídas

automaticamente, e, portanto, não deveriam ser consideradas nos modelos finais.

- **Modelo A:** com a *Variável Resposta* sendo a *Percepção de Ofuscamento ao longo do tempo* (VAR68) e todas as demais variáveis como explicativas;
- **Modelo B:** com a *Variável Resposta* sendo a *Percepção de Ofuscamento no momento da resposta* (VAR69) e todas as demais variáveis como explicativas;

Assim, a partir dos resultados desses dois modelos de teste, foi feita a seleção das variáveis que apresentaram significância, de modo a diminuir a complexidade da regressão.

Após a fase de teste, foram estabelecidas dois modelos principais de análise, com as variáveis respostas *Percepção de Ofuscamento ao longo do tempo* (VAR68) relacionado com o *Annual Glare* (VAR79) e a *Percepção de Ofuscamento no momento de resposta* (VAR69) relacionada com o *Point-in-time-Glare* (VAR78).

Além desses dois modelos, também se buscou investigar a relação da *Percepção de Ofuscamento do usuário no momento da resposta* (VAR69), com as variáveis relativas ao ofuscamento causado pelas proporções inadequadas de contrastes na tarefa, entorno e campo visual. Isso porque, nos resultados de simulação, conforme item 4.2.2., este foi a principal causa de ofuscamento detectado nos edifícios estudados.

Os resultados aqui descritos são somente os considerados relevantes à investigação foco da pesquisa, uma vez que a quantidade de variáveis é grande, e na regressão logística é possível gerar uma enorme quantidade de combinações e interpretações.

A seguir, são apresentados os resultados dos 3 modelos de regressão realizados.

No Modelo 1 (Figura 178), a variável resposta é a *Percepção do Ofuscamento Anual* (VAR68) e as variáveis explicativas são: *Annual Glare* (VAR79), considerados valores acima de 10%, a *Satisfação com a Vista Exterior* (VAR67), a *Qualidade da Vista* (VAR 65), *Orientação* (VAR31), *Tipo de Proteção* (VAR33), *Tipo de Janela* (VAR32) e *Transmissão Luminosa do vidro* (VAR28).



Figura 174: Modelo 1 de Regressão no Software SPSS versão 22

No modelo 1 foram colocadas todas as variáveis inicialmente supracitadas e a cada passo foram retiradas as variáveis que pouco contribuíam para a discriminação entre “*Percepção de Ofuscamento Anual*” e “*Não Percepção*”

de *Ofuscamento Anual*". O critério adotado para remover a variável foi p-valor acima de 0,15.

Após a regressão, o modelo 1 final é:

$$Z_i = 4,338 - 0,398 * Satisfação com a qualidade da vista - 0,95 \\ * Orientação leste + 0,765 * Ofuscamento (var79) - 1,88 \\ * Proteção Tela - 0,933 * Proteção Horizontal$$

$$p_i = \left( \frac{e^{(Z_i)}}{1 + e^{(Z_i)}} \right) = \left( \frac{1}{1 + e^{-Z_i}} \right)$$

Os resultados de probabilidade do Modelo 1 são:

- Perceber ofuscamento anual em relação à satisfação com a vista:  
 $e^{-0.398} = 0.6716$  : A Probabilidade do usuário perceber ofuscamento diminui 32,84% quando está satisfeito com a vista em relação à quando ele não está satisfeito (insatisfeito ou neutro).

Ou seja, esse resultado confirma a hipótese da tese, de que a satisfação da vista interfere na percepção de ofuscamento, e ainda determina matematicamente que existe uma probabilidade de 32,84% de diminuição da percepção do ofuscamento ao longo do tempo (anual).

- Perceber ofuscamento anual em relação à orientação:  
 $e^{-0.95} = 0.3867$  : A Probabilidade do usuário perceber ofuscamento diminui 61,33% quando está na orientação leste em relação as demais orientações.

Nesse modelo, a fachada Norte foi utilizada como base de comparação dos resultados. Na amostra, a orientação leste foi a única que o modelo apresentou relação de significância, quando comparada à orientação norte. Os edifícios analisados que possuem fachadas com orientação Leste são os Ministérios (MME e MMA), onde foram obtidas mais respostas dos usuários, com fachadas panos de vidro e onde a presença da película nos vidros contribuiu para a diminuição da percepção do ofuscamento. Esse resultado apenas é um demonstrativo do comportamento dessa amostra específica e não representa um comportamento típico.

- Perceber ofuscamento anual em relação ao *Annual Glare* calculado:  
 $e^{0.795} = 2.1489$ : A Probabilidade do usuário perceber ofuscamento aumenta em 114,89% quando o ofuscamento anual calculado (*Annual Glare*-VAR79) também aumenta.

Nessa constatação, com o aumento dos valores de *Annual Glare*, (Ofuscamentos Perceptível, Inabilitador e Intolerável ao longo do ano), o usuário passa a ter uma percepção maior do fenômeno, ou seja, uma maior facilidade de identificar o problema, em torno de 114,89%.

Os usuários relataram que não percebiam ofuscamentos naquele momento, olhando para a janela, mas registraram que existia ofuscamento em determinados momentos do ano, pois se lembravam da sensação e do desconforto, apenas dele não estar acontecendo no momento da aplicação do questionário. Neste sentido, o resultado demonstra uma consistência dos modelos em relação à avaliação feita pelo usuário e os resultados derivados de simulação computacional. Isto porque, nas simulações, o ofuscamento anual foi mais detectado do que nas simulações de ofuscamento instantâneo (Point-in-time-Glare), pois nos dias que foram realizados questionários e simulações pontuais, não foram registradas situações relevantes de ofuscamento.

- Perceber ofuscamento anual em relação à proteção solar de tela:

$e^{-1.88} = 0.1526$  : A probabilidade do usuário perceber ofuscamento diminui 84,74% quando o edifício tem proteção de tela em relação à proteção vertical ou mesmo a ausência de proteção.

Esse resultado é decorrente da tela, proteção do tipo mista, utilizada no edifício do TJDFT, em relação aos resultados dos outros edifícios. A Tela apresentou melhor resultado em relação à diminuição da percepção de ofuscamento.

- Perceber ofuscamento anual em relação à proteção solar horizontal:

$e^{-0.933} = 0.3933$  : A probabilidade do usuário perceber ofuscamento diminui 60,66% quando o edifício tem proteção horizontal em relação a proteção vertical ou mesmo a ausência de proteção.

Um dos motivos para esse resultado pode ser o fato das proteções solares horizontais (presentes no edifício CDT, orientação norte) serem maiores, com maior afastamento entre as aletas, com bloqueio eficiente da radiação solar direta, bloqueio da visualização do sol e serem de cor clara, permitindo melhor distribuição da luz. Além disso, a profundidade dos ambientes é menor, resultando em menor contraste da luz no ambiente. Nas situações com proteções solares verticais (MMA, MME e TCU), as proteções são escuras, com aletas muito próximas e forte contraste da luz no ambiente.

A constatação de que os usuários percebem menos ofuscamento nas situações com proteções horizontais também é reforçada pelo comportamento dos usuários, que deixam os brises verticais quase que permanentemente fechados pelo excesso de luz e radiação, particularmente pois estarem na orientação oeste (MMA e MME), enquanto que no CDT (orientação norte) os brises horizontais ficam frequentemente abertos.

Para a elaboração do Modelo 2, o número de variáveis foi diminuído após a detecção de que algumas variáveis estavam sendo descartadas nas etapas iniciais do modelo 1 (Orientação, Tipo de Proteção, Tipo de Janela e Transmissão Luminosa do Vidro). A diminuição do número das variáveis, torna o modelo mais simples e significativo, com diminuição da soma das probabilidades de erros nas relações.

Portanto, o Modelo 2 foi estruturado (Figura 179) com a variável resposta sendo a Percepção do Ofuscamento no Momento (VAR69) e as variáveis explicativas: *Point-Time-Glare* (VAR78), UDI (DA>2000, VAR70), a Satisfação com a Vista Exterior (VAR67) e a Qualidade da Vista (VAR 65).



Figura 175: Modelo 2 de Regressão no Software SPSS versão 22

Após a regressão, o modelo 2 final é:

$$Z_i = 3,504 - 5,598 * DGP - 0,892 * Satisfação com a vista$$

$$p_i = \left( \frac{e^{(Z_i)}}{1 + e^{(Z_i)}} \right) = \left( \frac{1}{1 + e^{-(Z_i)}} \right)$$

Os resultados de probabilidade do Modelo 2 são:

- Perceber ofuscamento no momento em relação ao *Point-in-time-Glare*:

$e^{5,598} = 0,003705$  : A probabilidade de o usuário perceber ofuscamento aumenta em 99,63% quando o DGP do *Point-in-time-Glare* aumenta em uma unidade

Assim como no modelo 1, em que a percepção do usuário aumentou significativamente, com o aumento do *Annual Glare*, no modelo 2, a percepção do usuário também aumenta em relação ao aumento do DGP pelo *Point-in-time-Glare*. O resultado demonstra uma consistência dos modelos em relação à avaliação feita pelo usuário e os resultados derivados de simulação computacional.

- Perceber ofuscamento no momento em relação à satisfação com a vista:

$e^{-0,0892} = 0,409835$  : A probabilidade do usuário perceber ofuscamento no modelo 2 diminui 59,02% quando está satisfeito com a vista em relação a quando não está satisfeito (insatisfeito ou neutro).

É importante resgatar que o Modelo 1 refere-se aos dados de ofuscamento anual (simulações e questionários), enquanto que o Modelo 2, os dados são do ofuscamento no momento. Nos dois casos foi feita a probabilidade

da percepção de ofuscamento em relação à satisfação com a vista. Neste sentido, esse resultado, assim como no Modelo 1, confirma a hipótese de que a satisfação da vista interfere na percepção de ofuscamento.

Na situação de percepção do ofuscamento do momento (modelo 2), a probabilidade da satisfação da vista diminuir a percepção é de 59,02%, enquanto que na avaliação de ofuscamento anual (modelo 1), a diminuição de percepção é de 32,84%. Esse resultado deve-se ao fato de que o usuário está sendo mais influenciado pela qualidade da vista quando perguntado sobre o ofuscamento no momento da resposta, tanto que a probabilidade de perceber ofuscamento ao longo do tempo diminui em 32,84% no modelo 1 e 59,02% no modelo 2.

O Modelo 3 (Figura 180) foi definido para confirmar as relações da percepção de ofuscamento no momento em relação à satisfação da vista e aos dados de proporção de contrastes no campo visual. Esse modelo fez-se necessário por ter sido a proporção inadequada de contrastes o principal problema detectado nas simulações (item 4.2.2.)

Portanto, a variável resposta continua sendo a *Percepção do Ofuscamento no Momento* (VAR69), mesma do modelo 2, e as variáveis explicativas passam a ser: Avaliação de Contraste na Tarefa (VAR83), Avaliação de Contraste no Entorno (VAR87), Contraste no Campo Visual (VAR91), Satisfação com a Vista Exterior (VAR67) e a Qualidade da Vista (VAR 65).



Figura 176: Modelo 2 de Regressão no Software SPSS versão 22

Após a regressão, o modelo 3 final é:

$$Z_i = 1,993 + 0,488 * Entorno excessivo - 0,928 * Satisfação com a vista$$

$$p_i = \left( \frac{e^{(z_i)}}{1+e^{(z_i)}} \right) = \left( \frac{1}{1+e^{-(z_i)}} \right)$$

Os resultados de probabilidade do Modelo 3 são:

- Perceber ofuscamento no momento em relação aos contrastes:

$e^{0.488} = 1.629055$  : A probabilidade do usuário perceber ofuscamento aumenta 62,91% quando há contrastes excessivo no entorno da tarefa, em relação ao contraste adequado.

- Perceber ofuscamento no momento em relação à satisfação com a vista:

$e^{-0.928} = 0.395344$ : A probabilidade do usuário perceber ofuscamento diminui 60,47% quando está satisfeito com a vista em relação a quando não está satisfeito (insatisfeito ou neutro).

Os resultados dos três modelos de regressão logística confirmam a hipótese de que a satisfação com a vista exterior diminui a percepção de ofuscamento.

Enquanto que o modelo 1 (ofuscamento anual), apresentou uma probabilidade de diminuição da percepção de 32,84%, nos modelos 2 e 3 (ofuscamento momentâneo), houve coerência dos resultados, com diminuição em torno de 60% (59,02% e 60,47%). Esse resultado deve-se ao fato de que o usuário está sendo mais influenciado pela qualidade da vista quando perguntado sobre o ofuscamento no momento da resposta. Ou seja, ele percebe menos o ofuscamento quando perguntado sobre o ofuscamento naquele momento e olha para a janela e gosta do que vê.

As análises de regressão logística feitas foram significativas para as conclusões da tese, em especial pela comprovação direta da hipótese em todos os modelos avaliados.

Os dados foram devidamente testados pela sua significância e os erros ou falta de representatividade dos modelos identificados, justamente porque a amostra não apresenta escalas expressivas do problema estudado em todos os resultados coletados.

O fato dos resultados terem sido gerados por diferentes métodos, em especial considerando avaliações com o usuário e simulações computacionais, se apresentou como um risco para os modelos estatísticos de regressão. Estes poderiam demonstrar que essa opção multimétodos de coleta de dados (qualitativa e quantitativa) poderia não ser adequada e os modelos gerados não se apresentassem representativos.

Entretanto, todas as análises estatísticas feitas (descritivas, correlação e regressão logística) demonstraram a coerência e significância entre as variáveis da avaliação pelo usuário e as avaliações técnicas (medições e simulações), o que resultou na comprovação da hipótese testada.

Assim, a partir dos resultados analisados, apresenta-se a última etapa da pesquisa, onde foi feita a estruturação de diretrizes para uma ferramenta que auxilie o arquiteto a incorporar conceitos da Qualidade da Luz no processo de projeto.

## 5.5. Diretrizes para Ferramenta de Projeto (Quali\_luz)

### 5.5.1. Sistematização das Características da ferramenta

A partir do referencial teórico, metodológico e análise dos resultados da pesquisa, a fase final foi a elaboração de diretrizes para uma ferramenta de auxílio ao projeto arquitetônico, denominada Quali-Luz.

Apesar de não ser o objetivo principal da tese, a criação dessas diretrizes apresentou-se como importante para a futura estruturação de um instrumento prático, objetivo e amigável para o processo de projeto do arquiteto, em especial para as fases iniciais (estudo preliminar e anteprojecto).

Assim, a primeira etapa foi a Sistematização das Referências de modo a identificar as seis principais características desejadas para a Quali-Luz:

#### *1º. Característica: Informações Gráficas*

Como visto no referencial teórico, a forma mais adequada de gerar diretrizes para o projeto arquitetônico, que possa rapidamente ser assimilado pelo arquiteto, é o uso da linguagem gráfica, em particular o uso de croquis, transpondo ao máximo as informações técnicas para exemplos de edifícios ou situações reais.

Não é intenção na fase inicial de projeto o uso de métodos complexos, uma vez que é um momento de decisões de partido que sintetizam soluções das

diversas dimensões, expectativas, que a arquitetura se propõe a resolver (Funcionalidade, Estética, Bioclimatismo, Relação Custo-Benefício, Sustentabilidade, etc.).

#### *2º. Característica: Avaliação Integrada*

Outra característica importante considerada, é que a ferramenta Quali-luz deve ser a avaliação conjunta dos principais fatores da Qualidade da Luz.

Isso porque, é comum na área de conforto ambiental e na iluminação também, que a solução adequada para determinado aspecto gere problemas em outros. Então é importante que se detecte o desempenho geral, considerando vários aspectos da Qualidade da Luz, e que seja o arquiteto o definidor da solução ou da priorização de um dos aspectos.

O fundamental é que a solução arquitetônica seja fruto de uma análise crítica e consciente do problema, e não apenas por uma visão parcial ou empírica.

A avaliação de vários aspectos reforça a necessidade de simplificação da ferramenta, para que os muitos resultados não tornem inviável o entendimento ou aplicação.

Assim, o conceito de Qualidade da Iluminação adotado na tese passa a ser o eixo estruturante da ferramenta Quali-Luz, ou seja, visão integrada entre: Desempenho Visual, Conforto Visual, Qualidade da Vista, Eficiência Energética e Satisfação do Usuário.

É importante que o arquiteto tenha a visibilidade da avaliação individual de cada aspecto, ao mesmo tempo em que tenha o resultado geral da Qualidade da Iluminação avaliado.

### *3º. Característica: Padrões de Desempenho*

A partir do referencial teórico, percebe-se que as avaliações de iluminação natural são complexas. Em especial, o uso de simulações que ainda não fazem parte da prática de projeto. E quando se considera a necessidade de avaliação dinâmica, considerando todas as horas do ano, tanto do Desempenho Visual (Iluminâncias no plano Horizontal), quanto de Conforto Visual (Luminâncias no Campo Visual), a complexidade aumenta.

Assim, acredita-se que seja necessário que a Quali-Luz adote a o uso de *Padrões*, como no *Daylighting Pattern Guide do Advanced Buildings*, onde diversos problemas técnicos podem ser organizados em soluções padronizadas ou diretrizes, que auxiliam o projetista.

A intenção é que o *Padrão* seja significativo, de forma a ser aplicado em situações específicas para orientar o projetista nas suas decisões iniciais de projeto.

Lembrando que, segundo Alexander (1977), o “*padrão é uma solução que pode ser reutilizada de forma mais prática, sem a necessidade de estudos teóricos ou avaliações complexas*”.

As avaliações mais detalhadas devem ser feitas em etapas posteriores no processo de projeto, justamente porque demandam recursos e conhecimento específico que inviabiliza na etapa inicial do partido arquitetônico.

No caso específico da iluminação natural, os padrões podem ser gerados a partir de análises de situações típicas de escritório (e futuramente outras tipologias), por meio de combinações das variáveis, demonstrando o desempenho típico.

### *4º. Característica: Acesso Online*

Para facilitar o acesso dos usuários em diversos locais, assim como criar um Banco de Dados dos resultados gerados, para futuras análises, é importante que a Quali-Luz seja uma ferramenta Online.

A ideia é que o usuário se cadastre com e-mail e senha e possa ter acesso à todas as avaliações feitas por ele, em área restrita.

Esse cadastro de profissionais pode ser um importante levantamento de contato de profissionais, arquitetos e estudantes de arquitetura, que utilizam a ferramenta, e principalmente se interessam pela melhoria da qualidade da luz em seus projetos. Futuras pesquisas ou melhorias da ferramenta podem contar com a colaboração desses profissionais.

#### *5º. Característica: Reavaliações*

A terceira característica identificada para a ferramenta Quali-Luz foi a necessidade que o arquiteto tem de fazer reavaliações e comparativos entre possíveis soluções de projeto. Durante o processo deve ser possível comparar resultados atuais com anteriores, e para isso, é interessante que os resultados possam ser salvos.

Neste sentido, a ferramenta precisa ser estruturada com um Banco de Dados de armazenamento, por usuário específico.

#### *6º. Característica: Relatórios de Evidência*

É comum no processo de projeto, que o arquiteto tenha dificuldade em argumentar ou demonstrar para outros profissionais, ou mesmo para seu cliente, problemas ou soluções técnicas, geralmente de domínio dos especialistas.

No caso da iluminação natural, por mais que o conhecimento teórico ou as soluções propostas estejam corretas, falta ao arquiteto evidências técnicas, provas que consolidem seus argumentos e decisões de projeto.

Como por exemplo, a influência da orientação, tamanho de aberturas ou proteção solar. São informações comumente abordadas pelos projetistas, mas de forma muito superficial, generalizada, sem identificação quantitativa da influência dessas variáveis. Isso faz com que o discurso do

arquiteto na defesa de suas estratégias adotadas se torne frágil e de fácil contestação.

Neste sentido, passa a ser interessante que a Quali-Luz possibilite a geração de um Relatório de Avaliação, com a formatação didática e com design gráfico atrativo. Esse relatório pode por exemplo, ser salvo e impresso, fazendo parte do memorial do projeto, ou mesmo sendo como evidência das considerações feitas quanto ao aproveitamento da luz natural.

A partir da identificação dessas seis principais características desejáveis para a Quali-Luz, a próxima etapa é a de planejamento da ferramenta, identificando o que é necessário para a execução da ferramenta.

### 5.5.2. Planejamento do desenvolvimento

O planejamento para o desenvolvimento da ferramenta Quali-Luz parte das necessidades específicas que cada uma das seis características desejáveis gera,

Assim, estrutura-se o Quadro 19, onde cada característica é analisada, determinando ações específicas de planejamento:

**Quadro 19:** Características desejáveis e ações específicas para planejamento da Quali-Luz

Caraterísticas desejáveis	Ações Específicas
<b>1ª) Informações Gráficas</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Fazer coletânea de referências de desenhos existentes em livros e material técnico que possam ser transformados ou aproveitados como croquis de projetos;</li> <li>- Adaptar e criar croquis de diretrizes</li> </ul>
<b>2ª). Avaliação Integrada</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Identificar os melhores métodos de avaliação de cada aspecto da Qualidade da Iluminação. Importante que sejam métodos confiáveis e práticos.</li> <li>- Criar planilhas de cálculo para cada um dos métodos escolhidos.</li> <li>- Determinar a forma de apresentação dos resultados específicos e dos resultados gerais da Qualidade da Iluminação.</li> </ul>

<b>3ª) Padrões de Desempenho</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Determinar as principais variáveis da avaliação do Desempenho Visual e Conforto Visual;</li> <li>- Quantificar todas as combinações possíveis para as variáveis;</li> <li>- Fazer simulações dinâmicas (Software DIVA) de <i>Daylight Autonomy (DA)</i> e <i>Useful Daylight Illuminance (UDI)</i>, <i>Annual Glare</i> e <i>Poin-in-time-Glare</i>;</li> <li>- Organizar os resultados em padrões gráficos, com apresentação de planta baixa, cortes, gráficos e visualização do campo visual;</li> <li>- Profissional especialista para as simulações.</li> </ul>
<b>4ª) Acesso Online</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Providenciar domínio quali-luz.com.br</li> <li>- Prover Servidor para armazenamento da ferramenta online;</li> <li>- Programador para execução da ferramenta, em versão preliminar, e posteriormente a validação, com a alimentação completa dos dados.</li> </ul>
<b>5ª) Reavaliações</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Criar Banco de Dados para armazenamento das informações geradas pelos usuários;</li> <li>- Criar acesso individual para os usuários.</li> </ul>
<b>6ª) Relatórios de Evidência</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Criar relatórios dinâmicos em função dos padrões escolhidos em cada avaliação.</li> <li>- Possibilitar a geração de arquivos PDF e download.</li> </ul>

A partir do Quadro 19, de planejamento das ações necessárias, percebe-se que grande parte depende da ação direta de um especialista em iluminação natural, um arquiteto para os desenhos e croquis, um simulador no software DIVA e um programador.

A parte mais complexa é justamente o desenvolvimento das simulações computacionais para criação dos Padrões de Desempenho Visual e Conforto Visual. Uma quantificação prévia das variáveis e possíveis combinações (Tabela 41) demonstra que são necessárias 69.984 simulações de ambientes de escritório para cada localidade (cidade).

**Tabela 41:** Quantificação Prévia das simulações, por tipologia e localidade

Variáveis para simulação	Variações	Detalhamento
Tipologia	1	Escritório
Localidades	1	Brasília
Geometria	3	Profundo, Isométrico, Largo
Iluminância alvo	3	100, 300 e 500
Refletâncias	3	80-80-20; 80-40-20; 40-40-20
Abertura	3	PAF = 20%, 50% e 80%
Tipo de Abertura	3	Pano de Vidro, Horizontal e Espaçada
Proteção Externa	4	Sem Proteção, Horizontal, Vertical e Mista
Vidro: Fator Solar/Transm. Luminosa	3	Transmissão Luminosa baixa, média e alta
Orientações	8	N, S, L, O, NE, SE, NO, SO
Padrão de uso	1	8 às 18h
Posição do Usuário	1	Frontal em relação à Janela
Distância do Usuário à janela	3	Médio (3 a 6m)
<b>Total</b>	<b>69.984</b>	<b>Simulações necessárias</b>

Se forem consideradas outras localidades representativas e outras tipologias, a quantidade de simulações aumenta significativamente.

Assim, as simulações para a criação dos Padrões é a parte que exige mais tempo e maiores recursos (financeiros e de pessoal).

A coletânea e criação de croquis de estratégias de projeto também apresenta-se como uma etapa que exige maior tempo e envolvimento de profissional capacitado.

As demais ações foram identificadas como viáveis para início ainda nesta pesquisa. Ou seja, optou-se por fazer uma versão preliminar da ferramenta Quali-Luz, determinando-se sua estrutura e programação em plataforma online, para futura alimentação dos dados de resultados.

### 5.5.3. Estrutura da ferramenta Quali-Luz

A estrutura preliminar da ferramenta Quali-Luz é baseada nos módulos necessários para a realização das funções previstas, desde aspectos ligados à funcionalidade quanto aos cálculos e resultados técnicos.

Para o desenvolvimento da ferramenta, o domínio <http://qualiluz.com.br/> foi adquirido e contratado o servidor *Digital Ocean* para armazenamento.

Com o programador responsável<sup>18</sup> e a partir das seis características desejáveis estabelecidas nesta pesquisa, estruturou-se a “*Arquitetura e Requisitos de Implementação do Sistema*”, conforme esses itens:

- O sistema deve possuir interface intuitiva e de fácil utilização, deverá ser multiplataforma (Windows, Linux, MAC OS).
- Acesso remoto: o acesso remoto por meio da internet ocorrerá por meio dos principais navegadores disponíveis no mercado (*cross browser*) como Internet Explorer, Mozilla Firefox, Opera, Safari, Chrome etc.
- Servidor da aplicação com disponibilidade 24 por 7.
- Rotinas automatizadas de backups
- Principais características técnicas: *PHP Framework ZendFramework 2, PostgreSQL 9, ORM Doctrine 2.0* e Utilização de *JQuery, Twiteer Bootstrap*.

As funcionalidades estabelecidas são:

- *Login*
- Cadastro de usuários
- Desempenho Visual
- Conforto Visual
- Qualidade da Vista
- Eficiência Energética
- Satisfação do Usuário
- Relatórios

Além disso, para preservar a integridade dos dados e controle, o sistema deve possuir área de *Administrador*, onde em área específica e restrita, mantém em segurança as informações gravadas e possibilita edição e adequação do sistema.

A partir das características desejáveis definidas pela pesquisa e da *Arquitetura e Requisitos de Implementação do Sistema*, definidos pelo programador, deu-se início a estruturação gráfica da Quali-Luz em sua versão preliminar.

---

<sup>18</sup> Walquírio Saraiva Rocha

#### 5.5.4. Situação atual da ferramenta Quali-luz

Para a implementação da versão preliminar da ferramenta Quali-Luz, foi desenvolvida planilha do Excel (Apêndice 6) com os cálculos de três dos cinco módulos: Qualidade da Vista, Eficiência Energética e Satisfação do Usuário.

A partir da planilha base de cálculo e da programação gráfica definida das páginas e módulos (item 5.4.2), a programação foi feita e a ferramenta atualmente encontra-se estruturada, em versão preliminar (Apêndice 7), com os cálculos sendo feitos, com exceção dos módulos de Desempenho Visual e Conforto Visual, que dependem das simulações computacionais dos Padrões.

Uma estratégia importante adotada na programação foi a implementação desde o início de um banco de Dados, que a princípio onera e traz complexidade para a execução, mas permite com que a ferramenta seja ampliada com maior facilidade. Além disso, já permite que o usuário acesse área restrita e salve suas avaliações, o que não é comum em muitas ferramentas online.

Acredita-se que o planejamento e a estruturação inicial da ferramenta já sejam grandes incentivos e evidências na demonstração das vantagens e benefícios da Quali-Luz. Pode-se pensar em pleitear futuros

financiamentos ou mesmo integrações com outras pesquisas, que busquem consolidar e validar a ferramenta.

A intenção maior da pesquisa era apresentar o conceito inicial da Quali-Luz, que tem potencial para ampliação em relação à diversas tipologias, como residências, escolas, comércio e hospitais.

Além disso, a ferramenta pode ser flexível e, em cada tipologia, abordar referências normativas importantes. Neste sentido, nas recomendações de Desempenho Visual e Conforto Visual, por exemplo, podem ser consideradas às exigências das normas pertinentes de iluminação, assim como na tipologia residencial, por exemplo, considerar exigências da Norma de Desempenho (ABNT NBR 15.575).

Dessa forma, as diretrizes de projeto sintetizam recomendações pertinentes da literatura e as recomendações normativas, possibilitando ao arquiteto a aplicação direta no processo de projeto.

Os resultados alcançados na estruturação da ferramenta Quali-Luz ultrapassaram as expectativas iniciais de apenas definir diretrizes. Foi possível implementar a versão preliminar, permitindo que a consolidação e validação da ferramenta passe a ser uma intenção viável.

# conclusões

Abordagem metodológica e  
comprovação da hipótese

Discussão de  
resultados específicos

Principais  
Conclusões

Futuros  
Encaminhamentos

## O fim das discussões e os novos começos...

*“Nem todo ponto final indica fim de história, pode ser só o começo de um novo parágrafo”*

William Rafael Dimas

O presente trabalho teve como base o contexto específico da Qualidade da Iluminação, tema de grande relevância nas atuais discussões na área. Ressalta-se a necessidade intrínseca de inserir esse conceito na prática projetual dos arquitetos, uma vez que eles são definidores de elementos e composições que impactam diretamente no desempenho visual e conforto visual dos espaços.

Desde o início desta tese, buscou-se trazer o usuário para o centro do debate, justamente por ser o objetivo final, tanto dos estudos de iluminação, quanto do próprio projeto arquitetônico, estabelecer condições de conforto, bem-estar físico e emocional para as pessoas.

Neste sentido, o início do texto apresentou a evolução das pesquisas da área de iluminação, que partiram de uma abordagem quantitativa para uma qualitativa.

Inicialmente, o foco dos estudos eram as iluminâncias no plano horizontal e valorização do uso de métodos inovadores e especializados. Atualmente, se defende a visão integrada das diversas relações entre as necessidades

humanas e os aspectos econômicos e ambientais, com a própria arquitetura, além de avaliações multimétodos e interdisciplinares.

Nesse sentido, a iluminação tem um caráter acima de tudo contextual, ou seja, depende de aspectos específicos relacionados ao espaço (interno e externo), ao indivíduo e às diferenças climáticas e culturais.

Para isso, essa pesquisa teve como um dos objetivos contribuir para a discussão brasileira sobre o que buscar conceitualmente e aprimorar tecnicamente, em relação à “*nossa*” abordagem de Qualidade da Iluminação. Assim, as pesquisas brasileiras poderão cooperar com dados e informações relevantes internacionalmente, participando diretamente com seus resultados específicos. É importante diminuir as incertezas e dúvidas quanto à adoção de conclusões vindas dos grandes centros de pesquisas da área, concentrados na investigação da realidade norte americana e europeia, que avaliam climas e condições de iluminação natural muito distantes de nossa realidade.

Conforme foi apresentado no texto, a investigação quantitativa deve ser o início básico dos estudos, e torna-se crucial a complementação da visão qualitativa, segundo os critérios e propósitos específicos.

O conceito de Qualidade de Iluminação adotado parte da integração do Desempenho Visual, Conforto Visual, Qualidade da Vista Exterior, Eficiência Energética e Satisfação do Usuário.

A tese faz um recorte claro dentro de todos estes aspectos, sendo, no entanto, fundamental estabelecer o contexto onde o estudo estava inserido. Apesar da pesquisa focar na relação da Qualidade da Vista Exterior e Conforto Visual, a Satisfação do usuário foi utilizada como um dos métodos, assim como o Desempenho Visual foi utilizado como premissa na definição dos ambientes de estudo.

Neste sentido, defende-se a visão geral da Qualidade da Iluminação nos estudos. O objetivo de uma pesquisa pode ser a investigação de um dos parâmetros, mas não entender a influência de um em relação aos outros pode produzir resultados parciais, levando a conclusões simplistas ou equivocadas.

O presente trabalho focou na luz natural, pela carência de estudos sobre a qualidade da iluminação no Brasil e por essa estar diretamente relacionada às decisões do projeto arquitetônico.

Enquanto que os pesquisadores investigam e compreendem os diversos aspectos da qualidade da iluminação, são os arquitetos que projetam os espaços, mas são os usuários que recebem os impactos diretos, positivos ou negativos. Ou seja, é fundamental que as pesquisas busquem a integração dessas visões, tanto para aumentar a eficiência e aproveitamento da luz natural, quanto para capacitar o arquiteto na geração de melhores soluções. Mas, acima de tudo, os resultados devem

focar no atendimento das expectativas físicas e emocionais das pessoas nos ambientes reais.

A definição de uma janela carrega em si muitos aspectos técnicos, como: dimensão, posição, mecanismo de abertura, orientação, proteção solar, materiais, etc. Mas, além disso, ela está diretamente relacionada ao partido e linguagem de projeto, desde o início, assim como é o elemento definidor da relação do usuário como o exterior.

As janelas definem a parcela de visão do céu, além das condições de admissão da luz natural no ambiente interno, ou seja, contribui significativamente no desempenho e conforto visual. As pessoas são atraídas pelas janelas, pela qualidade da luz, pela vista exterior, pela passagem para o mundo externo, para o momento de “*fuga*” da realidade interna e descanso mental e emocional. A maioria dos usuários aponta a preferência por posições em que possam ver através da janela, em especial, afirmam que a vista exterior é um grande atrativo.

Apesar de parecer senso comum, que a vista externa seja positiva para os usuários, poucas pesquisas focam nessa variável, e principalmente, poucas buscam mensurar os atributos de agradabilidade da vista. Em ambientes de escritórios, o ofuscamento causado pela visão direta da janela (com parcela significativa do céu ou radiação excessiva), não uniformidade da luz, reflexões nas telas dos computadores e aquecimento são apontados como os principais problemas relacionados à iluminação natural. Várias

pesquisas tratam da tolerância maior ao ofuscamento quando aumenta a qualidade da vista exterior da janela. Mas ainda são poucas as pesquisas que buscam identificar numericamente relação dessas variáveis, em especial quanto à realidade brasileira.

Essa pesquisa buscou justamente entender a relação da qualidade da vista exterior com o ofuscamento causado pela luz natural em janelas de escritórios. A tese comprovou a hipótese levantada inicialmente, de que a satisfação do usuário com a qualidade da vista exterior proporcionada pela janela pode alterar suas tolerâncias quanto à probabilidade de ofuscamento no campo visual.

Para isso, foi importante estabelecer desde o princípio, a diferença entre a avaliação técnica do especialista e a avaliação pelo usuário, conforme estabelecido em análise de pós-ocupação. Enquanto que o pesquisador calcula a probabilidade de ofuscamento, com base em índices matemáticos (tanto em simulações quanto em ambientes reais), o usuário percebe o ofuscamento de acordo com sua realidade. Enquanto o pesquisador classifica a qualidade da vista externa quanto a características pré-determinadas, o usuário opina quanto à sua satisfação em relação a ela.

A clareza dessas diferenças foi necessária para a definição do próprio método da pesquisa, das limitações e recortes necessários, assim como a abordagem da análise dos resultados.

### **Síntese da abordagem metodológica e comprovação da hipótese**

A discussão teórica levantada sobre a Qualidade da Iluminação e a intenção de uma avaliação por vários métodos, exigiu uma profunda investigação de possíveis procedimentos, suas vantagens e restrições.

O maior desafio da pesquisa foi sem dúvida a definição da abordagem multimétodos nos estudos de caso em ambientes reais, que gerou ao mesmo tempo resultados quantitativos das avaliações técnicas e qualitativos dos questionários com os usuários.

Uma das preocupações foi o controle das muitas variáveis e para isso, foram estabelecidas condições para escolha dos ambientes e comparação dos resultados.

Foi dedicado um grande período aos testes de métodos, escolha de objetos de estudos e análise crítica da representatividade dos resultados preliminares.

A aplicação do Protocolo do IEA (2014), na fase pré-teste, foi importante, na verificação da viabilidade de vários métodos, na inserção da equipe de pesquisa na realidade dos ambientes, contribuindo para o entendimento peculiar do trabalho direto com os usuários.

Por exemplo, as medições da luz natural em três horários no dia, os questionários com muitas perguntas e termos técnicos e as fotografias HDR

não se apresentaram apropriados para essa pesquisa, por razões distintas, mas contribuíram para redefinições estratégicas da tese.

As premissas para escolha dos objetos de estudo foram importantes para representatividade dos resultados. Durante a etapa de seleção dos ambientes, foram feitas medições dos níveis de iluminâncias nas mesas de trabalho (500 lux conforme norma *NBR ISO/CIE 8995-1*) e posteriormente simulações de desempenho visual da iluminação natural (DA mínimo de 300 lux em 50% do tempo e 50% do espaço e UDI entre 100 e 2000 lux, em 50% do tempo e 50% do espaço).

Os métodos técnicos utilizados foram eficientes e comprovaram que os ambientes reais selecionados possuem bom desempenho da luz natural para a realização das tarefas, não apresentando problemas que inviabilizassem os estudos com os usuários.

Apenas dois ambientes apresentaram *Daylighting Autonomy* insuficiente em função da baixa transmissão luminosa do vidro e profundidade dos ambientes. Mas essas situações não significavam problemas no desempenho das tarefas, uma vez que essas são executadas com a luz artificial acesa.

A preocupação era que houvesse o mascaramento da percepção de conforto visual do usuário por algum problema de baixos níveis de iluminâncias, por exemplo.

A partir desses resultados é que os ambientes foram avaliados em relação ao foco da pesquisa: ofuscamento e qualidade da vista exterior.

A avaliação técnica do ofuscamento foi feita por simulações computacionais dinâmicas no software DIVA e a qualidade da vista avaliada pelos métodos de Hellinga (2013) e IEA (2014). Já as avaliações pelo usuário foram feitas por meio de questionários sobre a percepção do ofuscamento e satisfação com a vista.

Os resultados das simulações de conforto visual demonstraram que o principal problema com ofuscamento nos ambientes reais avaliados não decorre de saturação (altos níveis de luminâncias), mas principalmente dos contrastes inadequados no campo visual dos usuários. Apenas 3 ambientes apresentaram *Annual Glare* acima de 25%. Já em relação aos contrastes, todos os ambientes apresentaram problemas, sejam em relação à proporção de luminâncias na tarefa, ente esta e o entorno ou no campo visual de forma geral.

As simulações dinâmicas também se apresentaram com um método viável, em especial por permitir a avaliação anual e momentânea da probabilidade de ofuscamento.

Essa abordagem permitiu detectar que apesar dos ambientes simulados apresentarem baixa probabilidade de ofuscamento ao longo do ano, com grande parte dos horários com Ofuscamento Imperceptível, existem problemas de ofuscamento, não decorrente de altos níveis de luminâncias,

mas principalmente de contrastes inadequados no campo visual dos usuários.

Desta constatação emerge a discussão sobre a abordagem mais completa do problema a ser investigado. O ofuscamento é mais facilmente detectado por meio da saturação dos níveis de luminâncias. Por isso, é comum que problemas em escritórios sejam logo sanados pelo uso de proteções internas, especificação de vidros ou películas com baixa transmissão luminosa., que lateram o ambiente luminoso para as preferências dos usuários.

O fato do sistema ocular humano estar constantemente em adaptação, faz com que o usuário não tenha essa percepção clara desse ofuscamento por contraste, mesmo que este exista e seja causador de males como dores de cabeça, irritação nos olhos ou perda de visibilidade, por exemplo.

Segundo a percepção de ofuscamento pelo usuário, resultado dos questionários, os edifícios apresentam grande parte do tempo sem ofuscamento (Respostas “*Nunca Percebem Ofuscamento*” acima de 64%, com média 79%).

Portanto, o método de avaliação pelos usuários (questionários) foi condizente com as simulações das condições anuais (*Annual Glare*), uma vez que as pessoas apontaram que na maioria do tempo não percebem situações de ofuscamento.

Mas os questionários não foram eficientes para diagnosticar com precisão a percepção de ofuscamento por contraste, em especial devido à influência da qualidade da vista. Essa limitação foi superada pelos resultados das simulações do *Point-in-time-Glare*, o que comprovou a eficácia de realizar avaliações complementares (técnicas e pelos usuários).

Quanto às análises da qualidade da vista, a utilização dos métodos de avaliação do IEA (2014) e Hellinga (2013) permitiu verificar suas limitações e vantagens. A maioria das vistas foi classificada como “*Média Qualidade*”, segundo o método de Hellinga (2013), com uma excelente visualização externa, ampla vista e boa visualização de camadas (solo, paisagem e céu), segundo o IEA (2014).

A aplicação do método do IEA (2014) apresentou muitas dúvidas, pela falta de detalhamento no Protocolo e por não ter uma conclusão síntese da avaliação.

Já o método de Hellinga (2013) apresentou-se bem objetivo e prático, com a pontuação final classificando a Qualidade da Vista. Concluiu-se que poderia ser facilmente aplicado no processo de projeto, para uma avaliação prévia das vistas de um terreno ou mesmo para o lançamento de partido arquitetônico e aberturas nas fachadas. A linguagem é simples e de fácil interpretação.

Mesmo assim, apresentou limitações por:

- 1) Não considerar obstruções das proteções solares;
- 2) Considerar como ponto negativo para a vista, se nesta existirem edifícios com caráter similar em condições ruins de manutenção. Na verdade, acredita-se que seja ponto negativo a falta de manutenção de qualquer tipo de edifício, não apenas de conjuntos com caráter similar.
- 3) Considerar ponto positivo apenas vistas com edifícios Antigo/Histórico, de arquitetura complexa.

Houve coerência dos resultados dos questionários de Satisfação com a Vista Exterior, com os resultados da avaliação técnica da Qualidade da Vista.

Percebe-se que em todos os edifícios a satisfação é alta, com uma média acima de 80%. Mas, nos casos em que pelo menos uma das vistas foi classificada como de “*Baixa Qualidade*”, o percentual de satisfação diminuiu para uma média de 60%.

A aplicação do questionário presencial foi desafiadora pela necessidade de adaptação da linguagem e dos conceitos técnicos e por depender da disposição e possibilidade do usuário em responder.

Os resultados dos questionários foram bem coerentes com as avaliações técnicas, o que endossa a importância da visão do usuário. Apesar de muitos especialistas terem dúvida quanto à sensibilidade do usuário ao problema, ou mesmo se as condições gerais podem interferir no problema

específico estudado, as avaliações do usuário nesta pesquisa demonstraram grande representatividade.

Destaca-se que houve confirmação do que apontado por outras pesquisas, de que os usuários preferem posições próximas às janelas, em especial para aproveitar a luz natural e ter vista exterior. Outra constatação foi de que os ambientes investigados refletem a realidade de grande quantidade de escritórios: usam a maior parte do tempo a luz artificial, por comodidade e rotina, apesar dos usuários atestarem que estão satisfeitos com a iluminação natural. A satisfação do usuário com o tamanho da janela é alta em todos os prédios, independentemente do tipo de janela (pano de vidro ou horizontal).

Uma importante conclusão sobre a abordagem metodológica, com vários procedimentos e etapas, foi detectar que a magnitude do estudo exigia a integração e colaboração de outros pesquisadores, desde o levantamento in loco e aplicação de questionários, desenvolvimento de simulações e por fim nas análises estatísticas.

Não seria possível alcançar os objetivos esperados, caso a pesquisa não fosse integrada num grupo de pesquisa, ou mesmo que se optasse por executar todos os procedimentos.

Conclui-se que a abordagem multimétodo adotada, apesar de complexa, apresentou-se eficaz, especialmente por permitir a validação dos dados

qualitativos dos questionários, pela comparação com os resultados quantitativos das avaliações técnicas.

Uma das grandes etapas da pesquisa foi a compilação dos dados gerados, em especial, a necessidade de visão crítica quanto à organização e possibilidade de comparações, de modo a atender aos objetivos da pesquisa.

Além disso, era fundamental diferenciar os dados gerados de uma avaliação anual e de uma avaliação do momento, e para isso, os resultados passaram por sistematização criteriosa, para que houvesse diferenciação entre essas análises.

A estatística primeiramente, permitiu a apresentação dos dados gerais, em forma de descrição das situações investigadas. No segundo momento analisou-se os resultados para certificar quanto à coerência entre os dados levantados e à teoria de iluminação, por meio de uma matriz de correlação.

Por fim, foi possível comprovar a hipótese da pesquisa por meio do cálculo de probabilidade, utilizando modelos de regressão logística, com foco nas variáveis de estudo: percepção de ofuscamento e satisfação com a vista exterior.

A hipótese foi testada em relação à percepção de ofuscamento anual e momentânea. A probabilidade de o usuário perceber ofuscamento ao longo do tempo (dados anuais) diminuiu 32,84% quando está satisfeito com

a vista em relação à quando ele não está satisfeito (insatisfeito ou neutro). Já em relação à percepção de ofuscamento no momento, a probabilidade de o usuário perceber ofuscamento diminuiu em torno de 60% quando está satisfeito com a vista;

É importante destacar, que essa diminuição da percepção do ofuscamento, em relação à satisfação com a vista exterior, é maior quando está sendo feita a avaliação do momento. Ou seja, as pessoas quando vão responder se percebem ofuscamento no momento, ao olharem para a vista, são mais influenciadas, do que quando questionadas sobre suas lembranças de problemas com ofuscamento ao longo do tempo.

Além da comprovação da hipótese, objetivo principal da pesquisa, é importante ressaltar os resultados específicos e seus direcionamentos.

## Discussão de resultados específicos

As limitações encontradas no método de Hellinga (2013) e as respostas do questionário presencial, ampliaram a investigação da pesquisa, que passou a inserir em seus objetivos específicos, a investigação das preferências dos brasileiros pelas vistas exteriores, pelas tipologias dos edifícios e o impacto das proteções.

Por esses motivos, uma etapa da investigação, foi um questionário online sobre qualidade da vista, onde se obteve uma amostra diversificada quanto à localidade e profissão do respondente, com 1.301 respostas. As análises foram feitas em 7 cenários, justamente para identificar as peculiaridades de preferências dos moradores de Brasília e dos arquitetos.

Os resultados confirmaram que os brasileiros também têm preferência pela visualização do céu, vegetação e água na vista exterior da janela, assim como apontaram que não gostam da vista com ruas e carros.

Os brasileiros de modo geral apontaram como “*não agradável*” a vista de edifícios pela janela, o que não corresponde à preferência dos arquitetos de modo geral, que classificaram os edifícios como elementos indiferentes na vista e os arquitetos de Brasília, que classificaram os edifícios como elementos agradáveis da vista.

Enquanto que maioria dos brasileiros prefere edifícios com arquitetura histórica, os moradores de Brasília e os arquitetos preferem edifícios modernistas.

Já quanto ao tipo de edifício que menos agrada, os resultados foram unânimes em relação aos edifícios contemporâneos com pele de vidro espelhada. Uma contradição com a prática de mercado atual nas grandes cidades brasileiras, onde os edifícios com pele de vidro são construídos ou edifícios são reformados adotando essa linguagem.

Assim, pelo questionário online, detectou-se que a percepção do morador de Brasília é diferente dos demais brasileiros, influenciada pelo urbanismo e arquitetura modernistas da cidade, com implantação isolada dos edifícios e possibilidade de vista ampla do horizonte.

Do mesmo modo, confirmou-se que a formação em arquitetura interfere na satisfação quanto à qualidade da vista, uma vez que em todas as questões foi possível identificar alguma particularidade na opinião dos arquitetos.

Outra constatação específica da pesquisa foi quanto à importância de inserção prática de diretrizes de iluminação no processo de projeto. Os novos métodos de avaliação e abordagem da Qualidade da Iluminação (desempenho visual, conforto visual, eficiência energética e qualidade da vista dos edifícios), trazem novas possibilidades e necessidades de soluções projetuais.

Nos edifícios avaliados, identificou-se que alguns problemas de conforto visual detectados, como ofuscamento e contrastes, ocorreram tanto em edifícios antigos da década de 60 (Câmara, MMA, MME) quanto nos

edifícios contemporâneos (CDT e TJDFT). E percebe-se que foram adotadas algumas soluções específicas para radiação solar (proteções e vidros), sem um estudo mais detalhado em relação à iluminação natural.

Por exemplo, para Brasília, é comum que os projetistas em Brasília, ao se depararem com situações de implantação para orientação sul ou leste (nascente), partam da premissa de que são orientações que não precisam de grandes preocupações com proteção solar. Mas esquecem, ou não possuem conhecimento específico necessário, de que os problemas da iluminação natural não são apenas relacionados à radiação direta.

Prova disso, foi o ofuscamento apresentado pelo Edifício da Câmara, com orientação sul, sem proteção e com vidro de alta transmissão luminosa. O desempenho foi pior do que orientações oeste de outros edifícios, em que foram adotados brises verticais e baixa transmissão luminosa nos vidros. O mesmo pode ser apontado para os resultados nas fachadas leste, sem proteção, do MMA e MME, que apresentaram maiores problemas de ofuscamento do que as situações de orientação oeste do edifício, com proteção e vidro de melhor desempenho.

Da mesma forma, alerta-se para a importância do detalhamento correto dos elementos de projeto, com a certeza sobre seu desempenho. No CDT, por exemplo, apesar do arquiteto ter especificado brises horizontais nas fachadas com orientação norte, o fato de não ter fechamento superior após a última aleta, estratégia simples de projeto, causa os piores

problemas de ofuscamento detectados pela pesquisa, tanto no *Annual Glare* (41,51%) quanto no *Point-in-time-glare* (39%).

Portanto, esses resultados reforçam a importância da análise de muitas variáveis e da ampliação da visão do arquiteto, para não adotar diretrizes básicas de iluminação sem verificações específicas do contexto.

Esses problemas de projeto identificados nos edifícios, somados ao referencial teórico e metodológico, reforçaram a intenção de estruturar diretrizes para uma ferramenta de auxílio ao projeto, baseada na Qualidade da Iluminação.

A Quali-Luz se encontra em versão preliminar, e buscou sintetizar os principais aspectos que o arquiteto deve se preocupar nas fases iniciais de projeto (estudo preliminar e anteprojeto). A intenção é apresentar resultados e diretrizes gráficas baseadas no desempenho de padrões de ambientes, onde variáveis pré-estabelecidas (dimensões, proteção solar, orientação, tipo de vidro, tipo de janela, etc.) podem ser combinadas para a apresentação de uma situação modelo.

Um dos intuitos da organização e planejamento da Quali-Luz, é a possibilidade de ampliação para novas tipologias, localidades e até mesmo vínculo com o atendimento de regulamentos e normas pertinentes.

Por fim, são apresentadas as principais conclusões da pesquisa e os futuros encaminhamentos.

## Principais conclusões

Levando-se em consideração os objetivos e a hipótese levantada pela tese, entende-se que a pesquisa alcançou os resultados esperados. A hipótese levantada era de que a satisfação do usuário com a qualidade da vista exterior proporcionada pela janela pode alterar suas tolerâncias quanto à probabilidade de ofuscamento no campo visual, o que realmente foi comprovado.

Diante das ponderações feitas, algumas conclusões importantes podem ser apresentadas:

- Os estudos de iluminação devem prever uma abordagem quantitativa e qualitativa, e para essa pesquisa, o conceito de Qualidade de Iluminação, passou a ser entendido como a integração do Desempenho Visual, Conforto Visual, Qualidade da Vista Exterior, Eficiência Energética e Satisfação do Usuário;
  - Acredita-se que os especialistas e acadêmicos da área podem contribuir para a melhoria do processo de projeto. Em especial, na transposição do conhecimento científico, em constante evolução, para a prática do arquiteto, de forma objetiva, simplificada e de preferência com uso de linguagem gráfica;
  - As métricas de iluminação natural contribuem para a visão objetiva do espaço investigado. No entanto, um ambiente luminoso apresenta uma complexidade difícil de ser descrita apenas pelas medidas quantitativas.
- A experiência de vivência do usuário no ambiente contribui de forma significativa para a melhor compreensão do problema estudado;
- A abordagem multimétodos é eficiente, desde que se tenha clareza quanto aos melhores métodos de acordo com cada foco de investigação. O cuidado no tratamento dos dados também é essencial para a diminuição dos erros e discrepâncias;
  - A pesquisa conseguiu, pelo método estruturado, que finalizou com regressão logística, provar que a satisfação do usuário com a vista externa interfere para a redução da percepção do ofuscamento;
  - A probabilidade de o usuário perceber ofuscamento ao longo do tempo (dados anuais, modelo de regressão 1) diminui 32,84% quando está satisfeito com a vista em relação à quando ele não está satisfeito (insatisfeito ou neutro). Já em relação à percepção de ofuscamento no momento (dados pontuais, modelo de regressão 2), a probabilidade de o usuário perceber ofuscamento diminui em torno de 59% quando está satisfeito com a vista. É importante resgatar que o Modelo 1 refere-se aos dados de ofuscamento anual (simulações e questionários), enquanto que o Modelo 2, os dados são do ofuscamento no momento. Nos dois casos foi feita a probabilidade da percepção de ofuscamento em relação à satisfação com a vista. Esse resultado deve-se ao fato de que o usuário está sendo mais influenciado pela qualidade da vista quando perguntado sobre o ofuscamento no momento da resposta,

tanto que a probabilidade de perceber ofuscamento ao longo do tempo diminui em 32,84% no modelo 1 e 59,02% no modelo 2.

- Com o aumento dos valores de *Annual Glare*, (Ofuscamento Perceptível, Inabilitador e Intolerável ao longo do ano), o usuário passa a ter uma percepção maior do fenômeno, ou seja, uma maior facilidade de identificar o problema, em torno de 114,89% na amostra dessa pesquisa. Os usuários relataram que não percebiam ofuscamentos naquele momento, olhando para a janela, mas registraram que existia ofuscamento em determinados momentos do ano, pois se lembravam da sensação e do desconforto, apenas dele não estar acontecendo no momento da aplicação do questionário. Neste sentido, o resultado demonstra uma consistência dos modelos em relação à avaliação feita pelo usuário e os resultados derivados de simulação computacional. Isto porque, nas simulações, o ofuscamento anual foi mais detectado do que nas simulações de ofuscamento instantâneo (Point-in-time-Glare), pois nos dias que foram realizados questionários e simulações pontuais, não foram registradas situações relevantes de ofuscamento.
- Os estudos de influência da qualidade da vista da percepção, não devem ser entendidos como tentativas de mascarar o problema do ofuscamento. Pelo contrário, servem de alerta para que as conclusões de pesquisas muito restritas podem não estar sendo representativas da realidade avaliada;

- O ofuscamento causado por contrastes inadequados no campo visual também é problemático, apesar de nem sempre ser abordado em pesquisas ou percebido pelos usuários;
- As preferências brasileiras por vistas externas são similares às europeias detectadas na pesquisa de Hellinga (2013), quanto à percepção positiva dos elementos ambientais: água, vegetação, céu e paisagem;
- Para os arquitetos, a visualização de edifícios como vista exterior da janela é considerada agradável, diferente do público em geral, que aponta como um elemento desagradável na vista;
- A maioria das pessoas prefere vistas de paisagens naturais, confirmada pela pesquisa no questionário online com 1.300 brasileiros. A preferência dos arquitetos também é por paisagens, mas com uma vegetação mais organizada.
- A preferência por vistas com edifícios modernistas parece ser uma característica dos moradores de Brasília e dos arquitetos, enquanto que para os demais usuários o edifício histórico é preferível;
- É consenso de que as proteções solares interferem na qualidade da vista e, dependendo da forma como são utilizadas, são apontadas como desagradáveis. Neste sentido, as avaliações da qualidade da vista devem inserir este parâmetro;
- É consenso que os edifícios envidraçados espelhados são os que menos agradam quando presentes na vista exterior, uma contradição em

relação ao mercado imobiliário que atualmente adotou a tipologia em grande parte dos edifícios comerciais e de escritórios.

- Há necessidade de alertar os arquitetos quanto à adoção de “regras” e princípios consolidados na área de iluminação, sem análise crítica das muitas variáveis envolvidas no projeto específico. Muitos problemas são gerados por equívocos de projeto, justamente por serem em situação muito fáceis de serem resolvidas. Nos edifícios avaliados, por exemplo, as piores situações encontradas, decorrentes de decisões diretas dos projetos, foram em fachadas tradicionalmente “fáceis” de serem resolvidas (sul e leste);
- Foram detectadas seis características desejáveis para uma ferramenta de auxílio ao projeto: ter informações gráficas simplificadas e objetivas; permitir uma avaliação integrada dos aspectos da qualidade da iluminação; ser baseada em padrões de desempenho; oferecer acesso online; permitir reavaliações e por fim, gerar relatórios como evidências técnicas para o arquiteto.

Os resultados são importantes para futuros direcionamentos na área de iluminação, em especial, com foco na realidade brasileira e na consideração da qualidade da vista como variável de pesquisas e projetos.

## **Limitações da pesquisa**

A pesquisa foi realizada dentro de condições específicas, sendo importante destacar suas as limitações, em especial, por se tratar de estudo em ambientes reais, onde o controle das variáveis é limitado:

- Disponibilidade de Luz estudada foi da cidade de Brasília;
- Tipo de Céu: não foi estabelecida condição de céu específica para a realização dos estudos in loco, uma vez que optou-se por simulação estática do dia de aplicação do questionário e simulação anual;
- Horários: em função das autorizações de acesso, as respostas dos usuários aos questionários foram feitas em diversos horários. Por isso, as simulações realizadas foram feitas para o dia das respostas dos questionários, no horário mais crítico, dependendo da orientação da fachada;
- Obstruções externas: não foi estabelecida condição específica de obstrução externa para escolhas dos edifícios. A realidade do entorno dos edifícios que causava algum impacto na iluminação foi considerada na simulação;
- Tipologia: as avaliações foram feitas apenas em escritórios do tipo open space;
- Condições de manutenção dos ambientes: só foram escolhidos ambiente sem condições adequadas para o bom desenvolvimento das atividades e que tivesse controle das temperaturas;

- Geometria dos Ambientes: não foi definido pré-requisito para escolha dos ambientes de acordo com sua profundidade ou largura. O estudo avaliou ambientes com geometrias diferentes;
- Materiais superficiais: em ambientes que apresentavam refletâncias de piso, parede e teto dentro de condições adequadas pré-estabelecidas;
- Tipo de Aberturas: laterais (janelas em pele de vidro e horizontal);
- Proteções solares: não foi estabelecida uma condição específica da proteção solar externa (tamanho e eficiência do ângulo de sombreamento). Apenas foram escolhidos edifícios que apresentavam situações com proteção (vertical, horizontal e mista) e sem proteção externa. Em relação à proteções internas, não foi determinado nenhum pré-requisito específico para o uso ou não de persianas e cortinas. A intenção foi avaliar a situação real do ambiente. Nas simulações, foram avaliadas as piores situações em relação ao horário e ausência de persianas. No questionário, o usuário foi questionado em relação ao ofuscamento da janela sem proteção.
- Tipo de vidro: não foi definido critério específico do vidro para escolha dos ambientes, e por isso, no estudo, foram avaliadas várias condições diferentes de transmissão luminosa dos vidros;
- Iluminação artificial: não foi determinada condição para escolha dos ambientes em relação à iluminação artificial. Apenas foi estabelecido que os ambientes deveriam ter níveis de iluminâncias adequados para o desempenho visual.
- Usuário: não foi definida restrição quanto aos usuários quanto ao gênero ou idade. Apenas era importante ter familiaridade com o ambiente de trabalho.
- Posição do usuário: foi avaliado a pior situação do usuário em relação ao ofuscamento pela luz natural, por isso, as simulações foram feitas de postos de trabalho de frente para a janela;

## Sugestões para estudos futuros

O estudo realizado nessa pesquisa pode ser aprimorado e estendido de diversas formas, a partir de lacunas e oportunidades detectadas, tais como:

- Ampliar a abordagem da Qualidade da Iluminação para outras tipologias, como residências, comerciais, escolas e hospitais;
  - Verificar os resultados em outras localidades, abrangendo maiores situações de ambientes reais representativos da realidade brasileira;
  - Integração dos estudos de desempenho visual e conforto visual com a área de eficiência energética, acrescentando as análises de qualidade da vista e prevendo métodos comparativos entre resultados técnicos e pautados nos usuários;
  - Ampliar a integração com a Psicologia Ambiental, na realização de estudos multidisciplinares na área de conforto ambiental;
  - Avaliar criticamente as diretrizes, códigos de obra e normas, em especial, com base numa visão qualitativa da luz, por meio da validação das premissas técnicas com a realidade dos ambientes reais;
  - Criação de padrões brasileiros pautados em avaliações da qualidade da iluminação, com intenção de melhoria de desempenhos dos projetos;
  - Realizar simulações dos padrões e realizar estudos de casos reais para alimentação do banco de dados da Quali-Luz;
- Ampliar as tipologias incorporadas na Quali-Luz, em especial, para os edifícios residenciais, incorporando às exigências da Norma de Desempenho (15.575);
  - Aperfeiçoar os índices de ofuscamento com base na percepção do usuário e satisfação com a vista exterior, em especial, buscando a adaptabilidade quanto ao clima;

## REFERÊNCIAS

### A

- ABALOS, I. *O que é a paisagem?* ARQUITEXTOS, Vitruvius, 049.00, ano 05, maio, 2004.
- ABRAHÃO, J.; FERREIRA, L.L.; LACOMBLEZ, M. *Ergonomic Work Analysis, Learning and Design*. IEA World Conference, Rio de Janeiro, 1995.
- ABRAHÃO, J.; PINHO, D. *As transformações do trabalho e desafios teórico-metodológicos da Ergonomia*. Estudos de Psicologia 7, p. 45-52, 2002.
- ABRAHÃO, J.; SZNELWAR, L.; SILVINO, A.; SARMET, M.; PINHO, D. *Introdução à Ergonomia – da prática à teoria*. Editora Edgar Blucher, São Paulo, 2009.
- AIZENBERG, J.B. *Hollow light guides: 50 years of research, development, manufacture and application – a retrospective and looking to the future*. Proceedings of CIE Centenary Conference “Towards a New Century of Light”. CIE-Paris, Abril, 2013.
- AFONSO, S. *Ideia, Método e Linguagem: considerações a respeito da própria experiência sobre o tema*. ARQ827, FAUUSP, 1985.
- ALEXANDER, C. *A Pattern Language: Towns, Buildings, Construction*, 1977.
- ALUCCI, M. P. *Uma Metodologia para Implantação de Edificação: Ênfase no Desempenho Térmico, Acústico, Luminoso e Eficiência Energética*. São Paulo: TAO/FAUUSP, 2006.
- AMORIM, C.N.D. *Diagrama Morfológico Parte I – Instrumento de análise e projeto ambiental com uso da luz natural*. In: PARANOÁ: cadernos de arquitetura e urbanismo. Ano 6, n.3 (agosto 2007), Brasília: PPG/FAU/UnB, 2007a.
- \_\_\_\_\_. *Diagrama Morfológico Parte II – Instrumento de análise e projeto ambiental com uso da luz natural*. In: PARANOÁ: cadernos de arquitetura e urbanismo. Ano 6, n.3 (agosto 2007), Brasília: PPG/FAU/UnB, 2007b.
- \_\_\_\_\_. *Estruturação e desenvolvimento de pesquisas da área de Luz Natural para colaboração com a Etiquetagem de Eficiência Energética de Edificações*. Proposta para Convênio Eletrobrás desenvolvimento de pesquisa. Brasília: UnB, 2010
- AMORIM, C.N.D.; SCARAZZATO, P.S., VIEIRA, R. G., PEREIRA, F.O.R. *Comparison of International Standards and Regulations: subsidies to the discussion of new Brazilian Lighting Standard*, África do Sul: CIE, 2011
- ANDRADE, M. L. V. X.; RUSCHEL, R. C.; MOREIRA, D. C. *O processo e os métodos*. In: *O processo de projeto em arquitetura – da teoria à tecnologia*, São Paulo: FAPESP, 2011.
- ARGAN, G.C. *El conceto del espacio arquitectónico*. Buenos Aires: Nueva Visión, 1973.
- ARAJI, M. T. *Balancing human visual comfort and psychological wellbeing in private offices*. Tese, University of Illinois, 2008.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. *NBR 5413: Iluminância de interiores*. Rio de Janeiro, 1992.
- \_\_\_\_\_. *NBR 15.220-3: Desempenho térmico de edificações Parte 3: Zoneamento bioclimático brasileiro e diretrizes construtivas para habitações unifamiliares de interesse social*. Rio de Janeiro, 2003.
- \_\_\_\_\_. *NBR 15.215-1: Iluminação natural – Parte 1: Conceitos básicos e definições*. Rio de Janeiro, 2005.

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

\_\_\_\_\_. *NBR 15215-3: Iluminação natural - Parte 3: Procedimentos de Cálculo para a Determinação da Iluminação Natural em Ambientes Internos*. Rio de Janeiro, 2005 b.

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

\_\_\_\_\_. *NBR 15575-1: Edifícios habitacionais – Desempenho Parte 1: Requisitos Gerais*. Rio de Janeiro, 2008.

\_\_\_\_\_. *NBR ISO/CIE 8995-1: Iluminação de ambientes de trabalho. Parte 1: Interior*. Rio de Janeiro, 2013.

ARIES, M.B.C., *Human lighting demands: Healthy lighting in an office environment*. Technical University of Eindhoven, Faculty of Architecture, Building and Planning, 2005.

ARIES, M.B.C.; VEITCH, J.A.; NEWSHAM, G.R. *Windows, view, and office characteristics predict physical and psychological discomfort*. Journal of Environmental Psychology 30, p. 533-541, 2010.

ATANASIO, V.; PEREIRA, F.O.R.; PEREIRA, A. T. C. *Utilização de um modelo analítico para a implementação de um método inovador para o ensino de iluminação natural em Arquitetura*. Ambiente Construído, Porto Alegre, v. 7, n. 3, p. 129-142, jul./set. 2007.

AVIANI, F. L. *Espaço e Conforto: Influências nas condições de trabalho de um centro de referência em saúde do trabalhador*. Tese, Psicologia/UnB, 2007.

## B

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

BAKER, N.; STEEMERS, K. *Daylight design of buildings*. London: James and James Editors, 1998.

BARBATO, G.; BELLIA, L. et al. *Subjective responses to different light sources. A study on light preferences and comparison of standard light measures with human individual estimates*. Proceedings of CIE Centenary Conference "Towards a New Century of Light". CIE-Paris, Abril, 2013.

BARBOSA, C. V.T. *Percepção da Iluminação no Espaço da Arquitetura: Preferências Humanas em Ambientes de Trabalho*. Tese, FAU/USP, 2010.

BARKI, J. *Diagrama como discurso visual: uma velha técnica para novos desafios*. 8 DOCOMOMO BRASIL Sessão 3, setembro de 2009.

BARROS, R.R.M.P. *Habitação coletiva: a inclusão de conceitos humanizadores no processo de projeto*. Tese, UNICAMP, 2008.

BASTIE, J. *One hundred years of CIE and evolution of lighting*. Proceedings of CIE Centenary Conference "Towards a New Century of Light". CIE-Paris, Abril, 2013.

BEGEMANN, S.H.A., VAN DEN BELD, G.J., TENNER, A.D. *Daylight, artificial light and people in an office environment, overview of visual and biological responses*. International Journal of Industrial Ergonomics, Vol. 20, No. 3, 1997, p. 231-239, 1997.

BELL, J.; BURT, W. *Designing buildings for daylight*. London: BRE, CIBSE, 1995. 95 p.

- BENNET, C.A. *Discomfort Glare: concentrated sources – parametric study of angularly small sources*. IES, 1977.
- BERGEN, A. S.J. *A practical method of comparing luminous intensity distributions*. Proceedings of 27th Session of the CIE . CIE-South Africa, p. 178, July, 2011.
- BERSON, D.M., DUNN, F.A., TAKAO, M. *Phototransduction by retinal ganglion cells that set the circadian clock*, Science, Vol. 295, No. 5557, p. 1070-1073, 2002.
- BIRO, A.; BIANCHI, C. *Light as a motor for innovation and wellbeing*. Proceedings of CIE Centenary Conference “Towards a New Century of Light”. CIE-Paris, Abril, 2013.
- BITTENCOURT, L.; OITICICA, M.L.G.R.; PADUA, A.; FONTAN, R. *Influência da localização, dimensão e forma das janelas nos níveis de iluminação natural produzidos por céus encobertos*. ENCAC, Gramado, 1995.
- BLUMENSCHNEIN, Raquel Naves. *A Sustentabilidade na Cadeia Produtiva da Indústria da Construção*. Tese – Universidade de Brasília. Centro de Desenvolvimento Sustentável, 2004.
- BLUYSSSEN, P.M.; ARIES, M.; VAN DOMMELEN, P. *Comfort of workers in office buildings: the European HOPE project*. Journal of Environmental Psychology 46, 280-288, 2011.
- BODART, M., DENEYER, A., *Analyse of the survey on the office workers’ interest in windows*, IEA 31, Subtask A, working document, 2004.
- BOGO, A.J.; PEREIRA, F.O.R.; CLARO, A. *Controle solar e admissão de luz natural em aberturas com proteção solar*. ENCAC NATAL, 2009.
- BOUBEKRI, M., *Daylighting, Architecture and Health: Building design strategies*. Oxford: Architectural Press, Elsevier, 2008.
- BOUBEKRI, M., *An overview of the current state of daylight legislation*. Journal of the Human-Environmental System, Vol. 7, n. 2, p. 57-63, 2004.
- BOURGEOIS, D.; REINHART, C.F.; WARD, G. *A standard daylight coefficient model for dynamic daylighting simulations*. Building Research & Information 36:1 pp. 68-82, 2008.
- BOYCE, P. *Illuminance Selection Based on Visual Performance – and Other Fairy Stories*. Journal of the Illuminating Engineering Society 25.2, 562-577, 1996.
- \_\_\_\_\_. *Human factors in lighting*. Londres: Taylor & Francis, 2003
- \_\_\_\_\_. *Lighting quality and office work: two field simulation experiments*. Lighting Res. Technol, 38,3 , p. 191-223, 2006.
- \_\_\_\_\_. *Editorial: What does it take to change a metric?* Lighting research and technology, p. 491, 2014.
- BOYCE, P. CUTTLE, C. *Determinations of Lighting quality I: state of the science*. Journal of the Illuminating Engineering Society, 1998.
- BOYCE, P.; HUNTER, C.; HOWLETT, O. *The Benefits of Daylight through Windows*. U.S. Department of Energy, Lighting Research Center, New York, 2003.
- BOYCE, P.R., VEITCH, J.A., NEWSHAM, G.R., MYER, M., HUNTER, C., *Lighting quality and office work: A field simulation study*, 2003.
- BRASIL. Instituto Nacional de Metrologia, Normalização e Qualidade Industrial (INMETRO). *Requisitos Técnicos da Qualidade para o Nível de Eficiência Energética de Edifícios Comerciais, de Serviços e Públicos (RTQ-C)*. Rio de Janeiro, 2010.

BRINGSLIMARK, T.; HARTIG, T.; PATIL, G.G. *The psychological benefits of indoor: a critical review of the experimental literature*. Journal of Environmental Psychology 29, 422-433, 2009.

BUSON, M.A. *Porque minha janela tem 1m2?* Dissertação de Mestrado para FAUUnB, Brasília, 1998.

BUTERA, F.M. *Da caverna à casa ecológica: história do conforto e da energia*. 1.ed. São Paulo: Nova Tecnica Editorial, 2009

BUTLER, D.L., STEUERWALD, B.L., *Effects of view and room size on window size preferences made in models*, Environment and Behavior, Vol. 23, No. 3, p. 334-358, 1991.

## C

CABUS, R.C. PEREIRA, F.O.R. *Avaliação através de método gráfico da distribuição de iluminâncias em ambientes*. ENCAC, 1997.

CAI, H. *High Dynamic Range Photogrammetric Techniques: A New Tool for Lighting Quality Assessment*. CIE, África do Sul, 2011.

CANTIN, F.; DUBOIS, M-C. *Daylighting metrics based on illuminance, distribution, glare and directivity*. Lighting Re. Technol., 43, p. 291-307, 2011.

CAVALCANTE, S.; ELALI, G.A.; (orgs). *Temas Básicos em Psicologia Ambiental*. Vozes, Petrópolis, 2011.

CEOTTO, L. H. *A sustentabilidade como valor estratégico para a Tishman Speyer*. Em Encontro Internacional de Sustentabilidade na Construção, org CTE (Centro de Tecnologia de Edificações). São Paulo, 2008.

CHAO, W.C. et. Al. *A Study on developing veiling glare rating according to characteristics of reflected images on screens and human responses*. Proceedings of CIE Centenary Conference "Towards a New Century of Light". CIE-Paris, Abril, 2013.

CHOI, J-HO, VIVIAN LOFTNESS, V., AZIZ, A. *Post-occupancy evaluation of 20 office buildings as basis for future IEQ standards and guidelines*. Energy and Buildings 46, p. 167-175, 2012.

CHUNG, T.M. & NG, R.T.H. *A study on daylight glare in cellular offices using High Dynamic Range (HDR) photography*. CIE-China, 2012.

CIE - INTERNATIONAL COMMISSION ON ILLUMINATION. *Discomfort Glare in the Interior Working Environment*. CIE Publications 55. Paris, 1983.

\_\_\_\_\_. CIE DS 011.1/E-2001. *Spatial distribution of daylight - CIE standard general sky*, Draft standard, CIE Central Bureau Vienna, 2001.

CINTRA, M.S. *Arquitetura e Luz Natural. A influência da profundidade de ambientes em edificações residenciais*. Dissertação, Brasília: FAU/UnB, 2011.

COELHO, C.T.; ALVES, L.C. *Realization of the candela at Inmetro*. Proceedings of CIE Centenary Conference "Towards a New Century of Light". CIE-Paris, Abril, 2013.

COLLINS, B.L. *Review of the psychological reaction to Windows*. Lighting Research and Technology, 1976.

COOPER, I. *Barriers to the exploration of Daylighting in Building Design*: U.K. Experience. Energy and Building 6, 127-132, 1984.

CORBELLA, O. D.; YANNAS, S. *Em busca de uma arquitetura sustentável para os trópicos: conforto ambiental*. Rio de Janeiro: Revan, 2003.

CORREIA, A.G.U. *Avaliação Pós-Ocupação da Iluminação Natural das salas dos setores de aula teóricas da UFRN*. Dissertação, UFRN, 2008.

CRANO, William D. *Principles of Research in Social Psychology*. McGraw-Hill, United States of America, 1942.

CREMONINI, L. *Luce. Luce Naturale, Luce Artificiale*. Alinea Ed., Firenze, Itália, 1992.

CROSS, N. *Engineering design methods: strategies for product design*. 2 ed. London: Wiley, 1994, 179p.

CUNHA, E. G. da. *Elementos de Arquitetura de Climatização Natural*. Porto Alegre - RS: Masquatro Editora, 2006.

## D

DEHOFF, P. A., *The balance between energy efficiency and human aspects in lighting*. Proceedings of CIE 2010 "Lighting Quality and Energy Efficiency, 2010a.

\_\_\_\_\_. *Quality Criteria as part of the European standardization – the revision of EN 12464-1 "Lighting of Interior Workplaces"*. Light & Engineering 18, n.3, p. 30-31, 2010b.

\_\_\_\_\_. *A Standard for Workplaces: the Revised European Standard EN 12464-1 "Lighting of Interior Workplaces"*. Proceedings of 27th Session of the CIE . CIE-South Africa, July, p. 404, 2011.

\_\_\_\_\_. *Standards and regulation as drivers for energy efficiency and light quality – some European experiences*. CIE-China, 2012.

DEUBLE, M. P.; DE DEAR, R.J. *Green occupants for green buildings: The missing link?* Building and Environment 56, p. 21-27, 2012.

DIAS, M.V.D. *Iluminação Natural em Setores de Produção de Edifícios Industriais*. Estudos de Caso na Região Metropolitana de Campinas. Dissertação , UNICAMP, 2011.

DIDONÉ, E. L.; BITTENCOURT, L. S. *Avaliação do desempenho de diferentes configurações de protetores solares na iluminação natural de salas de aula*. In: ENTAC, Florianópolis, 2006. Anais. Florianópolis/SC: 2006

DIDONÉ, E. L. *A influência da luz natural na avaliação da eficiência energética de edifícios contemporâneos de escritórios em Florianópolis/SC*. Dissertação de Mestrado, UFSC, 2009.

DIETRICH, U., *Daylight - Characteristics and Basic Design Principles, Lighting Design: Principles, Implementation, Case Studies*, p. 16-41, 2006.

DIETZ, A.G.H.; LAM, W.M.C.; HALLENBECK, R.F. *An approach to Design of the Luminous Environment*. State University Construction Fund, New York, 1976.

DJOKIC, L. KOSTIC, M.B. *Subjective impressions as quality indicators of ambient lighting*. Proceedings of CIE Centenary Conference "Towards a New Century of Light". CIE-Paris, Abril, 2013.

DONN, M. *Relevant Daylight design tool for pre-design*. CIE-China, 2012.

PAULA, D. *Fenestra: Intervenção Urbana e a Imagem de síntese in situ*. Universidade Federal de Uberlândia – UFU, 2013.

DUARTE, R.B. *Psicologia e Arquitetura: uma integração acadêmica pela construção perceptiva do ambiente*. Simpósio Nacional sobre Geografia, Percepção e Cognição do Meio Ambiente. Londrina, 2005.

DUARTE, C. R. S. *Cultura, Subjetividade e experiência: dinâmicas contemporâneas na arquitetura*. NANPARQ, Rio de Janeiro, 2010.

DUBOIS, M. *Impact of shading devices on daylight quality in offices - Simulations with Radiance*. Lund Institute of Technology, Department of Construction & Architecture, 2001.

DUTRA, L. YANNAS, S. *Análise de Processo de Projeto Bioclimático*. XI ENTAC, Florianópolis-SC. 2006.

## E

EBLE-HANKINS, M. *Subjective impression of discomfort glare from sources of non-uniform luminance*. PHD thesis of Nebraska, Lincoln, USA, 2008.

EDWARDS, L.; TORCELLINI, P. *A Literature Review of the Effects of Natural Light on Building Occupants*. Technical Report. National Renewable Energy Laboratory, Colorado-Us, 2002.

EGAN, M. David & OLGAY, V. W. *Architectural lighting*. 2ª Edição. Boston: McGraw-Hill, 2002.

EJHED, J. *Minutes / CIE Division 3 Meeting*. África do Sul, 2011.

ELALI, G. A. *Psicologia e Arquitetura: a busca do lócus interdisciplinar*. Estudos de Psicologia 2, 1997.

ENGER, J. *Viavision – A web guide for efficient lighting design by understanding of visual perception*. CIE-China, 2012.

S ESCUYER, S.; FONTOYNONT, M. *Lighting controls: a field study of office workers' reactions*. Lighting Research and Technology, 33: 77, 2001.

ESPERIDIÃO, M.A.; BOMFIM, L.B. *Avaliação de satisfação de usuários: considerações teórico-conceituais*. Cad. Saúde Pública, Rio de Janeiro, 22(6):1267-1276, jun, 2006.

## F

FARIA, J. R. G. de. *Análises de distribuição de luminâncias através de imagens hdr compostas por fotos de câmeras snapshot*. Ouro Preto: IX Encontro Nacional e V Latino Americano de Conforto no Ambiente Construído, 2007.

FARIA, J.R.; RHEINGANTZ, P.A. *Cognição e Comportamento Ambiental no Ambiente de Escritório*. Anais do NUTAU, São Paulo: FAUUSP, 2004.

FARLEY, K.M.J., VEITCH, J.A., *A room with a view; a review of the effects of windows on work and well-being*. Research Report, Institute for Research in Construction, NRC-CNRC, 2001.

FAVERO, F. *Natural Light Lighting Qualities for the Design of Future Spaces*. Development of a Methodology. Proceedings of 27th Session of the CIE . CIE-South Africa, p. 482, July, 2011.

FEIJÓ, M.A. de S. 2009. *Diretrizes para implantação de uma regulamentação energética para a iluminação natural de edifícios de escritórios*. FAU/USP/Brazil, 350p., 2009.

FERNANDES, Júlia T. *Código de obras e edificações do DF: inserção de conceitos bioclimáticos, conforto térmico e eficiência energética*. Dissertação, Brasília: PPG-FAU/UnB, Brasília, 2009.

FERNANDES, J.T. ;AMORIM, C.N.D. *Lighting and Daylighting Quality: critical review of criteria and recommendations and its insertion in brazilian context*. Proceedings of CIE Centenary Conference “Towards a New Century of Light”. CIE-Paris, Abril, 2013.

FERNANDES, J.T. ;AMORIM, C.N.D. *Qualidade da Iluminação Natural e a Satisfação do Usuário*. III ENANPARQ, São Paulo, 2014.

FERREIRA, Ariane. Seleção de Variáveis. Apostila da Disciplina de Modelos de Regressão, UERJ, 2012.

FIELD, A. *Descobrendo a estatística usando o SPSS*. Artmed, Porto Alegre, 2009.

FIGUEIRO, M.G., REA, M.S., STEVENS, R.G., REA, A.C., *Daylight and productivity – a possible link to circadian regulation, Light and Human Health*, Proceedings of EPRI/LRO 5th International Lighting Research Symposium, Palo Alto, p. 185-193, 2002.

FILETOTH, L. *Daylight design tool for architects*. Proceedings of CIE Centenary Conference “Towards a New Century of Light”. CIE-Paris, Abril, 2013.

FONSECA, J.F.; RHEINGANTZ, P.A. *O ambiente está adequado? Prosseguindo com a discussão*. In: Produção, v. 19, n.3, set/dez 2009, p. 502-513, 2009

FONSECA, R.W.; PEREIRA, F.O.R.; CLARO, A. *Iluminação natural: a contribuição de suas reflexões no interior do ambiente construído*. Pós v.17 n.28, São Paulo, dezembro, 2010.

FONTENELLE, E. C. *Estudos de Caso sobre a gestão do projeto em empresas de incorporação e construção*. Dissertação, Politécnica da Universidade de São Paulo, 2002.

FONTOYNONT, M. *Daylighting performance in buildings*. London: James and James, 1998.

FONTOYNONT, M., *Perceived performance of daylighting systems: lighting efficacy and agreeableness*, Solar Energy, Vol. 73, No. 2, p 83-94, 2002. (www.sciencedirect.com)

FONTOYNONT, M.; LARSEN, D. S.; ANDERSEN, L.; ROIEN, M. G. *Proposal of simple daylighting performance indices for regulations: validation with on-site measurement campaign*. Proceedings of CIE Centenary Conference “Towards a New Century of Light”. CIE-Paris, Abril, 2013.

FRONTCZAK, M.; WARGOCKI, P. *Literature survey on how different factors influence human comfort in indoor environments*. Building and Environment 46, 922-937, 2011.

FURTADO, C.S.B. *A luz de Capricórnio: reflexões da luz na arquitetura brasileira*. Tese, FAU/USP, 2005.

## G

GALASIU, A.D.; VEITCH, J.A. *Occupant preferences and satisfaction with the luminous environment and control systems in daylight offices: a literature review*. Energy and Buildings 38, pp 728–742, 2006

GARCIA-HANSEN, V. R.; COWLEY, M., SMITH, S.; ISOARDI, G. *Testing the accuracy of luminance maps acquired by smart phone cameras*. Proceedings of CIE Centenary Conference “Towards a New Century of Light”. CIE-Paris, Abril, 2013.

GARROCHO, J. S. *Luz natural e projeto de arquitetura: estratégias para iluminação zenital em Centros de Compras*. Dissertação, FAU/UnB, 2006.

GHISI, E.; TINKER, J. A.; IBRAHIM, S. H. *Área de janela e dimensões para iluminação natural e eficiência energética: literatura versus simulação computacional*. In.: Ambiente Construído. V.5, n.4, p. 81-93. ANTAC, Porto Alegre: 2005.

GIL, A. C. *Métodos e técnicas de pesquisa social*. 4. ed. São Paulo: Atlas, 1999.

GODOY, A.S. Introdução à Pesquisa Qualitativa e suas Possibilidades. Uma revisão *histórica dos principais autores e obras que refletem esta metodologia de pesquisa em Ciências Sociais*. Revista de Administração de Empresas. São Paulo, v. 35, n. 2, p. 57-63, 1995.

GONÇALVES, J.C., VIANNA, MOURA, N.C. *Iluminação Natural e Artificial*. PROCEL EDIFICA, Rio de Janeiro, 2011.

GOODMAN, T. *The Physics of Perception: Measurement of natural-ness*. Proceedings of 27th Session of the CIE . CIE-South Africa, p.29, July, 2011.

GUNTHER, H. *A abordagem multimétodos em Estudos Pessoa-Ambiente (EPA): características, definições e implicações*. Laboratório de Psicologia Ambiental, Série: Texto de Psicologia Ambiental, n. 23, Brasília: UnB, 2004.

GUNTHER, H.; GUZZO, R.S.L.; PINHEIRO, J.Q. (orgs). *Psicologia Ambiental: entendendo as relações do homem com seu ambiente*. Editora Alínea, Campinas-SP, 2004.

GUNTHER, H.; ROZESTRATEN, R.A. *Psicologia Ambiental: Algumas Considerações sobre sua Área de Pesquisa e Ensino*. Laboratório de Psicologia Ambiental, Série: Textos de Psicologia Ambiental, nº 10, 2005.

GUNTHER, H. *Pesquisa qualitativa versus pesquisa quantitativa; esta é a questão?* Série: textos de Psicologia Ambiental, n. 7, Laboratório de Psicologia, UnB, Brasília, 2006.

GUNTHER, H. *The environmental psychology of research*. *Journal of Environmental Psychology* 29, p. 358-365, 2009.

## H

HAN, T.; ZHANG, X. *Research on easy evaluation method of building's side daylighting*. CIE-China, 2012.

HARTENTHAL, M.W.V.; ONO, M. M. *O espaço percebido: em busca de uma definição conceitual*. ARQUITETURA REVISTA, v.7, n.1, p. 2-8, UNISINOS, jun, 2011.

HEERWAGEN, J.H., ORIAN, G.H., *Adaptations to Windowlessness: A Study of the Use of Visual Décor in Windowed and Windowless Offices*. Environment and Behavior, Vol. 18, No. 5, p. 623-639, 1986.

HELLINGA, H. *Daylight and View: the Influence of Windows on the Visual Quality of Indoor Spaces*. Tese, TU Delft – Delft University of Technology, Netherlands, 2013.

HELLINGA, H.; HORDIJK, T. *The D&V analysis method: a method for the analysis of daylight access and view quality*. Building and Environment 79, 101-114, 2014.

HESCHONG, L. *Daylighting and Human Performance*. Ashrae Journal, Junho, 2002.

HESCHONG MAHONE GROUP. *Windows and offices: A study of office worker performance and the indoor environment*, Technical Report for the California Energy Commission, 2003.

HIRNING, M.B.; ISOARDI, G.L.; COYNE, S.; GARCIA HANSEN, V.R.; COWLING, I. *Post occupancy evaluations relating to discomfort glare: A study of green buildings in Brisbane*. Building and Environment 59, 349-357, 2013.

HYGGE, S., LÖFBERG, H.A., *Post occupancy evaluation of daylight in buildings*, Report of IEA, Task 21/Annex 29, 1999.

HOLANDA, F. & KOHLSDORF, G. *Arquitetura como Situação Relacional*. Brasília: Fau-UnB, 1995.

HOLANDA, *Arquitetura Sociológica*. R.B. Estudos Urbanos e Regionais, v.9, n.1, maio, 2007.

HOBBS, D.; MORBITZER, C.; SPIRES, B.; STRACHAN, P. ; WEBSTER, J. *Experience of using building simulation within the design process of an architectural practice*. Eighth International IBPSA Conference, Building Simulation, Netherlands, August, 2003

HOPKINSON, R. G.; PETHERBRIDGE, P.; LONGMORE, J. *Iluminação Natural*. Fundação Calouste Gulbenkian. Lisboa. 1966. Tradução do original inglês intitulado: Daylighting. London 1975.

I

IBGE\_Indicadores IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística – IBGE, 2016.

IBRAHIM, N.L; HAYMAN, S.; HYDE, R. *A typological approach to daylighting analysis*. In: *Architectural Science Review*. 54, 2011.

IEA -International Energy Agency. *Daylighting Design Tools*. Results of Subtask C. IEA SHC TASK 21 / IEA ECBCS ANNEX 29: Daylight in Buildings, 1999.

\_\_\_\_\_. *Monitoring Procedures for the Assessment of Daylighting Performance of Buildings*. Technical Report IEA SHC Task 21 / ECBCS ANNEX 29, fevereiro, 2001.

\_\_\_\_\_. SHC Task 50. *Monitoring protocol for lighting and daylighting retrofit*, Technical Report T50.D3, julho, 2014.

IESNA - ILLUMINATING ENGINEERING SOCIETY OF NORTH AMERICA - *The IESNA Lighting handbook Reference & Application*. 9. ed. New York, 2000.

IKEDA, D. F. R. *Análise de Projeto com foco em Iluminação Natural: aprimoramento e validação de um método*. Dissertação, Brasília: FAU/UnB, 2012.

INANICI, M. N.; GALVIN, J. *Evaluation of High Dynamic Range photography as a luminance mapping technique*. Paper LBNL-57545. Lawrence Berkeley National Laboratory, Berkeley (CA), 2004.

INOUE, Y., Maruyama, H. *Study on Illuminance Balance Between Working Area and Ambient - Effects of the Distribution of Luminous Intensity of Task Lighting and the Supplementary Lighting to Front Wall* - CIE, África do Sul, 2011.

INOUE, Y. *Study on Illuminance balance between working area and ambient – Effects of the distribution of luminous intensity of task lighting and the supplementary lighting to front wall*. Proceedings of 27th Session of the CIE . CIE-South Africa, p. 1116, July, 2012.

T. IWATA, T.; OSTERHAUS, W.; ITOH, H. *Assessment of Discomfort Glare from windows with Veteian Blinds Using Luminance Distribution Images*. Proceedings of 27th Session of the CIE . CIE-South Africa, p. 751, July, 2011.

## J

JACOBS, A.; BROTAS, L. *Imagens HDR na Luminância de Espaços*. CIES 2006, Lisboa, 2006.

JACOBS, A. *High Dynamic Range Imaging and its Application in Building Research*. Advances in Building Energy Research, James & James, London, Vol.1, No.1, 2007.

JAKUBIEC, J.A.; REINHART, C.F. *The “adaptive zone”- A concept for assessing discomfort glare through daylight spaces*. Lighting Res. Technol., 44, p. 149-170, 2012.

JORGE, L.A. *O desenho da Janela*. São Paulo: ANNABLUME, 1995.

## K

KAPLAN, R. *The role of nature in the context of the workplace, Landscape and Urban Planning*. Vol. 26, No. 1-4, p. 193-201, 1993.

KAPLAN, R. *The Nature of the View from Home: Psychological Benefits*. Environment and Behavior, 33: 507, 2001.

KATO, M. *Research on preferable luminance contrast of windows and wall at daytime*. Proceedings of CIE Centenary Conference “Towards a New Century of Light”. CIE-Paris, Abril, 2013.

KAWAMOTO, R. *et al. Relation Between Light Environment Evaluation and Personal Attributes*. Proceedings of 27th Session of the CIE . CIE-South Africa, p. 1076, July, 2012.

KEIGHLEY, E.C. *Visual requirements and reduced fenestration in offices — A study of multiple apertures and window area*. Building Science, Vol. 8, No. 4, p. 321-331, 1973.

KELLY, R., PAINTER, B., MARDALJEVIC, J., IRVINE, K. *Capturing the user experience of electrochromic glazing in an open plan office*. In Proceedings of the CIE Centenary Conference, Paris, 2013.

KILIC, D.K.; HASIRCI, D. *Daylighting Concepts for University Libraries and Their Influences on Users' Satisfaction*. The Journal of Academic Librarianship, Volume 37, Number 6, p. 471–479, 2011.

KIM, J.J., WINEMAN, J. *Are windows and views really better?* Taubman College of Architecture and Urban Planning, University of Michigan, 2005.

KIM, H.; CHO, S. *Lighting Quality versus Energy Efficiency*. Proceedings of CIE Centenary Conference “Towards a New Century of Light”. CIE-Paris, Abril, 2013.

KIM, J.; DE DEAR, R. *Workspace satisfaction: The privacy-communication trade-off in open-plan offices*. Journal of Environmental Psychology 36, 18-26, 2013.

KIM, W.; AHN, H.A.; KIM, J.T. *A fist approach to discomfort glare in the presence of non-uniform luminance*. Building and Environment 43, p. 1953-1960, 2008.

KIM, W.; KIM, J.T. *A distribution chart of glare sensation over whole visual field*. Building and Environment 45, p. 922-928, 2010.

KIM, W.; KIM, J.T. *A prediction method to identify the glare source in a window with non-uniform luminance distribution*. Energy and Buildings 46, p. 132-138, 2012.

KIRSCH, R. VOLKER, S. *Lighting Quality versus energy Efficiency*. Proceedings of CIE Centenary Conference “Towards a New Century of Light”. CIE-Paris, Abril, 2013.

KLEINDIENST, S. ANDERSEN, M. *The adaptation of Daylight Glare Probability to Dynamic Metric in a Computational Setting*.

KOHLSDORF, G. & KOHLSDORF M. E. *A Avaliação do Desempenho Morfológico na Arquitetura e Urbanismo*. UNIEURO, Brasília. 2006.

KOZAKI, M. *et al. A proposal of predictive equation for “Spatial Brightness” considering the effects of looking around and its application to real project*. Proceedings of CIE Centenary Conference “Towards a New Century of Light”. CIE-Paris, Abril, 2013.

KOWALTOWSKI, D. K.; LABAKI, L. *O projeto arquitetônico e o conforto ambiental: necessidade de uma metodologia*. In: ENTAC – ENCONTRO NACIONAL DE TECNOLOGIA DO AMBIENTE CONSTRUÍDO, Anais, p. 785-794, São Paulo, 1993.

KOWALTOWSKI, D. K.; LABAKI, L. C.; PINA, S. M. G.; BERTOLLI, S. R. A. *Visualização do conforto ambiental no projeto arquitetônico*. In: Encontro de Tecnologia do Ambiente Construído e Qualidade no Processo Construtivo, p. 371-379, Florianópolis- SC, 1998.

KOWALTOWSKI, D. K.; CELANI, M.; MOREIRA, D.; PINA, S.; RUSCHEL, R.; SILVA, V.; LABAKI, L. *Reflexão sobre metodologias de projeto arquitetônico*. Ambiente Construído, Porto Alegre, v. 6, n. 2, p. 07-19, junho, 2006.

KOWALTOWSKI, D. C. C. K.; MOREIRA, D. C. *O Programa de Necessidades e a Importância da APO no Processo de Projeto*. In: Encontro Nacional De Tecnologia no Ambiente Construído, 12., 2008.

KOWALTOWSKI, D. K.; MOREIRA, D.C.; PETRECHE, J.R.D. *O processo de projeto em arquitetura – da teoria à tecnologia*. Oficina de Textos, São Paulo, 2011.

KRONQVIST, Annika. *Review of office lighting research*. Proceedings of CIE Centenary Conference “Towards a New Century of Light”. CIE-Paris, Abril, 2013.

KULLER, R.; Wetterberg, L. *The subterranean work environment: impact on well-being and health*. Environment International, Vol. 22, No. 1, pp. 33-52, 1996.

KULLER, R. *The Influence of Light on Circadian Rhythms in Humans*. Journal of Physiological Anthropology and Applied Human Science, 2002.

## L

LAM, W.M.C. *Perception and lighting as formgiver for architecture*. New York: McGraw Hill, 1977.

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

LAMBERTS, R., DUTRA, L.; PEREIRA, F. O. *Eficiência Energética nas Arquiteturas*. São Paulo – SP: UFSC/Procel/Eletróbrás, 2014.

LANG, J. T. *Design for human behavior: architecture and behavioral sciences*. Dowden, Hutchinsons & Ross, Pennsylvania, 1974.

LAY, M. C. D. ; REIS, A.T.L. *Análise quantitativa na área de estudos ambiente-comportamento*. Ambiente Construído, Porto Alegre, v. 5, n. 2, p. 21-36, abr./jun. 2005.

LAWSON, Bryan. *Como arquitetos e designers pensam*. Tradução: Maria Beatriz Medina. São Paulo: Oficina de Textos, 2011.

LEDER, S. M.; PEREIRA, F. O. R.; CLARO, A. *Janela de Céu Preferível: proposição de um parâmetro para controle de acesso à luz natural no meio urbano*. In: ENCONTRO NACIONAL DE CONFORTO NO AMBIENTE CONSTRUÍDO, 9, Ouro Preto, 2007. Anais... Ouro Preto: ANTAC, 2007.

LEDER, S. M. *Ocupação Urbana e Luz Natural: proposta de parâmetro de controle da obstrução do céu para garantia da disponibilidade à luz natural*. Tese de Doutorado, UFSC, 2007.

LESLIE, R.P.; RADETSKY, L.C.; SMITH, A.M. *Conceptual design metric for daylighting*. Lighting Res. Technol., 44, 277-290, 2012.

LEVIN, J.; FOX, J.A.; FORDE, D.R. *Estatística para ciências humanas*. Pearson Education do Brasil, São Paulo, 2012.

LI, S. Y; CHEN, Y.C. *The Analysis of Daylight Glare Factors for Printed-Text Reading*. Proceedings of 27th Session of the CIE . CIE-South Africa, p. 853, July, 2012.

LIM, Y.W.; KANDAR, M. H.; OSSEN, D.R. *Building façade design for daylighting quality in typical government office building*. Building and Environment 57, p. 194-204, 2012.

LIMA, M. *Percepção Visual aplicada a Arquitetura e Iluminação*. Editora Ciência Moderna, Rio de Janeiro, 2010.

LIMA, T. B.S. *Qualidade Ambiental e Arquitetônica em Edifícios de Escritórios: diretrizes para projetos em Brasília*. Tese FAU/UnB, Brasília, 2010.

LIN, E. *et al. The New Chinese Daylighting design standard for buildings*. CIE-China, 2012.

LIU, A. W.; OLIVEIRA, L. A.; MELHADO, S. B. *A gestão do processo de projeto em arquitetura*. In: O processo de projeto em arquitetura – da teoria à tecnologia. FAPESP, São Paulo, 2011.

LIU, Y.; MOU, T. *Evaluation of window lighting considering the circadian effect*. Proceedings of CIE Centenary Conference “Towards a New Century of Light”. CIE-Paris, Abril, 2013.

LESLIE, R.P.; RADETSKY, L.C.; SMITH, A.M. *Conceptual design metrics for daylighting*. Lighting Res. Technol. 44: 277–290, 2012.

LOGADÓTTIR, A.; IVERSEN, A.; MARKVART, J.; CORELL, D.D.; THORSETH, A.; DAM-HANSEN, C. *Comparison of user satisfaction with four different lighting concepts*. Proceedings of CIE Centenary Conference “Towards a New Century of Light”. CIE-Paris, Abril, 2013.

LUCHIARI, M. T. D. P. *A (re)significação da paisagem no período contemporâneo*. In: CORRÊA, Roberto Lobato. ROSENDAHL, Zeny (orgs). Paisagem, imaginário e espaço. Rio de Janeiro: EdUERJ, 2001.

LYNES, J. A. *Principles of natural lighting*. Nova York: Elsevier Publishing Company, 1968.

## M

MADSEN, M.; OSTERHAUS, W. *Exploring Simple Assessment Methods for Lighting Quality with Architecture and Design Students*. Centre for Building Performance Research, School of Architecture, Victoria University of Wellington, New Zealand, 2006.

MARANS, R.W., BROWN, M.A. *Occupant evaluation of Commercial office lighting: preliminar levels analysis*. Oak Ridge, 1987.

MARDALJEVIC, J. *Simulation of annual daylighting profiles for internal illuminance*. Lighting Research & Technology, 32(2), 111-118, 2000.

MARDALJEVIC, J.; HESCHONG, L.; LEE, E. *Daylight metrics and energy savings*. Light Res. Technol., 41, p. 261-283, 2009.

MARDALJEVIC, J. *A Roadmap of upgrading National/EU Standards for Daylight in buildings*. Proceedings of CIE Centenary Conference "Towards a New Century of Light". CIE-Paris, Abril, 2013.

MARQUES, F.M.; SALGADO, M. S. *Padrões de sustentabilidade aplicados ao processo de projeto*, 2008.

MARTAU, B. T. *A luz além da visão: iluminação e sua relação com a saúde e bem-estar de funcionárias de loja de rua e shopping centers em Porto Alegre*. Tese, UNICAMP, Campinas, 2008.

MARTINEZ, A. C. *Ensaio sobre o projeto*. Brasília, UnB, 2000.

MARTINEZ, M. C., & PARAGUAY, A. I. B. B. *Satisfação e saúde no trabalho – aspectos conceituais e metodológicos*. Cadernos de Psicologia Social do Trabalho, 6, 59-78, 2003.

MASCARÓ, J. L. MASCARÓ, L R. *Incidência das variáveis projetivas e de construção no consumo energético dos edifícios*. Sagra, Porto Alegre, 1992.

MATUSIAK, B. *How to avoid glare from translucent façades?* Proceedings of 27th Session of the CIE . CIE-South Africa, p. 653, July, 2011.

MELHADO, S. B. *Gestão, cooperação e integração para um novo modelo voltado à qualidade do processo de projeto na construção de edifícios*. Tese Escola Politécnica da Universidade de São Paulo. São Paulo, 2001.

MENZIES, G.F., WHERRETT, J.R. *Windows in the workplace: examining issues of environmental sustainability and occupant comfort in the selection*

*of multi-glazed Windows*. Energy and Buildings, Volume 37, Issue 6, p. 623-630, 2005.

MERLIN, J.R. *Território do Projeto*. Livro: O lugar do Projeto – PROARQ / FAU/UFRJ, 2007.

MILLS, E. BORG, N. *Trends in Recommended Lighting levels: an international comparison*. P. 225-237, 1999.

MOORE, F. *Concept and practice of architectural daylighting*. New York : Van Nostrand Reinhold Company, 1985.

MOORE, T. ; CARTER, D.J.; SLATER, A.L. *A qualitative study of occupant controlled office Lighting*. Lighting Res. Technol. 35,4, pp. 297–317, 2003.

MOREIRA, D. C.; KOWALTOWSKI, D. K. *O programa Arquitetônico*. In: *O processo de projeto em arquitetura – da teoria à tecnologia*, FAPESP, São Paulo, 2011.

MOSER, G. *Psicologia Ambiental e Estudos Pessoas Ambiente: que tipo de colaboração multidisciplinar?* Psicologia USP, 16(1/2), 131-140, 2005.

MUELLER, C. M. *Espaços de ensino-aprendizagem com qualidade ambiental: o processo metodológico para elaboração de um anteprojeto*, Dissertação, FAU/USP, 2007.

MULLER, R. *Integrated Façade and Dynamic Light Concept*. Proceedings of 27th Session of the CIE . CIE-South Africa, p. 316, July, 2011.

## N

NABIL, A.; MARDALJEVIC, J. *Useful daylight illuminances: a replacement for daylight factors*. Energy and Buildings 38, p. 905-913, 2006.

NAGAYOSHI, K *et al.* *View Contact and Illuminance Distribution Provided by Blid Control for Glare-Gree Daylit Environment*. Proceedings of 27th Session of the CIE . CIE-South Africa, p. 747, July, 2011.

NAGY, B.V.; BARBONI, M.T.; OLIVEIRA, J.G.; VENTURA, D.F. *The Effect of Ambient Illumination spectrum on visual performance*. Proceedings of CIE Centenary Conference “Towards a New Century of Light”. CIE-Paris, Abril, 2013.

NAKAMUARA, Y.; *et al.* *Lighting Design Method Applicable Both to Day Lighting and to Electric Lighting Using Luminance Image*, CIE, África do Sul, 2011.

NAKAMURA, Y. *Just sufficient lighting condition under hybrid-lighting of real daylight and artificial light*. Proceedings of CIE Centenary Conference “Towards a New Century of Light”. CIE-Paris, Abril, 2013.

NASCIMENTO, D. N.do. *Avaliação do uso de imagens HDR no estudo de iluminação*. Dissertação, UEP, Bauru, SP, 2008.

NAVES, C. *et al.* *Architectural Variables and its impact in Daylighting: use of dynamic simulation in Brazilian Context*. Proceedings of 27th Session of the CIE . CIE-South Africa, p. 376, July, 2011.

NAZZAI, A.A. *New daylight glare evaluation method. Introduction of the monitoting protocol and calculation method*. Energy and Building, p. 257, 2001.

NE'EMAN, E.; R. G.HOPKINSON. *Critical minimum acceptable window size: a study of window design and provision of view*. 1970

NE'EMAN, E., SWEITZER, G., VINE, E., *Office worker response to lighting and daylighting issues in workspace environments: a pilot stud.*, Energy and Buildings, No. 6, p. 159–171, 1984.

NÉMETH, Z. *et al.* *How to choose simulation parameters to improve accuracy?* Proceedings of CIE Centenary Conference “Towards a New Century of Light”. CIE-Paris, Abril, 2013.

NETO, E. P. *Cor e Iluminação nos Ambientes de Trabalho*. Liv. Ciência e Tecnologia, São Paulo, 1980.

NEVES, L. P. *Adoção do Partido na Arquitetura*. EDUFBA, 3ª Ed., Salvador, 2012.

NEWSHAM, G.R.; VEITCH, J.A. *Lighting quality recommendations for VDT offices: a new method of derivation*. Lighting Res. Technol. 33,2, pp. 97–116, 2001.

NEWSHAM, G.R.; VEITCH, J.A.; ARSENAULT, C.; DUVAL, C. *Effect of dimming control on office worker satisfaction and performance*. IESNA Conference, 2004.

NEWSHAM, G.R.; ARIES, M.B.; MANCINI, S.; FAYE, G. *Individual Control of Electric Lighting in a Daylit Space*. Lighting Research & Technology, 40, (1), pp. 25-41, March 01, 2008.

NGAI, P.; BOYCE, P.R. *The effect of the overhead glare on visual discomfort*. Journal of the Illuminating Energy Society, p.29, 2000.

NICOL, F., WILSON, M., CHIANCARELLA, C., *Using field measurements of desktop illuminance in European offices to investigate its dependence on outdoor conditions and its effect on occupant satisfaction, and the use of lights and blinds*. Energy and Buildings, Vol. 38, No. 7, p. 802-813, 2006.

NIEDLING, Mathias. *Influence of glare sources spectrum on discomfort and disability glare under mesopic conditions*. Proceedings of CIE Centenary Conference “Towards a New Century of Light”. CIE-Paris, Abril, 2013.

NISSOLA, L.J. *A influência da Luz Natural na probabilidade de ofuscamento em ambientes com terminais de vídeo*. Dissertação UFSC, 2005.

## O

O'BRIEN, W. *Occupant-proof buildings: can we design buildings that are robust against occupant behaviour?* Proceedings of BS2013: 13th Conference of International Building Performance Simulation Association, Chambéry, France, August 26-28, 2013.

OLGYAY, V. *Design with climate – bioclimatic approach to architectural regionalism*. Universidade de Princeton, Nova Jersey. 3a. ed.,1975.

OLIVEIRA, Paulo Marcos. *O céu estrelado ou firmamento: uma ambiência luminosa de referência*. Cadernos Eletrônicos da Pós, FAU-UnB, 2000.

ORNSTEIN, S. W.; BRUNA, G.; ROMÉRO, M. *Ambiente construído & comportamento: avaliação pós-ocupação e a qualidade ambiental*. Studio Nobel, São Paulo, 1995.

ORNSTEIN, S.; ROMÉRO, M. de A. (colaborador). *Avaliação Pós-Ocupação do Ambiente Construído*, Porto Alegre: ANTAC, 2003

ORNSTEIN, S.W. *Arquitetura, Urbanismo e Psicologia Ambiental: Uma Reflexão Sobre Dilemas e Possibilidades da Atuação Integrada*. Psicologia USP, 16(1/2), 155-165, 2005.

OSTERHAUS, W. *Office Lighting: A Review of 80 Years of Standards and Recommendations*. In: Windows and Daylighting Group, Building Technologies Program, Energy and Environment Division, Lawrence Berkeley Laboratory, Berkeley, CA 94720 U.S.A, 199?.

OSTERHAUS, W. *Brightness as a simple indicator for discomfort glare from large are glare source*. Proceeding of the 1th CIE Symposium on Lighting Quality, 1998.

\_\_\_\_\_. *Recommended Luminance Ratios and their Application in the Design of Daylighting Systems for Offices*. In: The Modern Practice of Architectural Science: From Pedagogy to Andragogy, Deakin University Australia, 2002.

\_\_\_\_\_. *Discomfort glare assessment and prevention for daylight applications in office environments*. *Solar Energy* 79, p. 140-158, 2005.

\_\_\_\_\_. *Design Guidelines for Glare-free Daylit Work Environments*, 2009.

OSTERHAUS, W.; BAILEY, I.L. *Large Area Glare Sources and Their Effect on Discomfort and Visual Performance at Computer Workstations*. In: Proceedings of the IEE Industry Applications, 1992.

OSTERHAUS, W.; DONN, M. *Is the Obvious not Obvious Enough? Towards Daylight and View Requirements for Workplaces in Australia and New Zealand*. In: Proceedings of the 43rd Annual Conference of the Illuminating Engineering Society of Australia and New Zealand, 1998.

OSTERHAUS, W.; VEITCH, J. *Discomfort Glare*. Workshop 4 Outline. Proceedings of 27th Session of the CIE . CIE-South Africa, July, p. 523, 2011.

OZDEMIR, A. *The effect of window views' openness and naturalness on the perception of rooms' spaciousness and brightness: A visual preference study*, Scientific Research and Essay, Vol.5, No. 16, 2010, p. 2275-2287, 2010.

## P

PAINTER, B. *Capturing the user experience of electrochromic glazing in an open plan office*. Proceedings of CIE Centenary Conference "Towards a New Century of Light". CIE-Paris, Abril, 2013.

PATTERSON, C.B. *Ergonomia e Arquitetura: interface na elaboração de programas arquitetônicos*. Dissertação, Psicologia, Universidade de Brasília, 2010.

PAUL, W.L.; TAYLOR, P.A. *A comparison of occupant comfort and satisfaction between a green building and a conventional building*. Building and Environment 43 (2008) 1858–1870, 2008.

PAULA, D. *Fenestra: Intervenção Urbana e a Imagem de Síntese in situ*. MediaLab, UFG, 2014.

PELLEGRINO, A. *et al. Climate-Based Metrics for Daylighting and Impact of Building Architectural Features on Daylight Availability*. Proceedings of 27th Session of the CIE . CIE-South Africa, p. 82, July, 2011.

\_\_\_\_\_. *CIE Division 3, Interior Environment and Lighting Design, Associate Director's Report – Daylighting*, CIE Division 3 Webex Meeting, June 2012.

PELLEGRINO, A. *et al. A climate-based graphical tool to predict the daylight availability within a room at the earliest design stages*. Proceedings of CIE Centenary Conference “Towards a New Century of Light”. CIE-Paris, Abril, 2013.

PEREIRA, F. O. R. *Luz solar direta: tecnologia para melhoria do ambiente lumínico e economia de energia na edificação*. In: ENCAC, 1993.

PEREIRA, F.O.R.; LOPES, A.C.L.; MARQUES, A.; TEODORO, E.; BATISTA, J.O.; SANTANA, M.V.; FONSECA, R.W.; ATANASIO, V. *Uma investigação sobre a consideração da iluminação natural nas diferentes etapas de projeto*. ENCAC, Maceió, 2005.

PEREIRA, B. C. *Diretrizes para a inserção de critérios de sustentabilidade à fase de concepção de projetos arquitetônicos*. Dissertação de Mestrado PPG/FAU/UnB, 2010.

PICCOLO., A. SIMONE, F. "Effect of switchable glazing on discomfort glare from windows." Building and Environment 44:10, 2009.

POP, M.; POP, F. CHINDRIS, M. *A quality approach of the lighting instalations*. RIGHT LIGHT, 2002

PORTO, M.M.; SILVÉRIO, C.S.; SILVA, A.PF. *O Projeto de Iluminação na Análise Ergonômica do Trabalho*. UFRJ, COPPE - Eng. de Produção.

PINHEIRO, J.Q. *Psicologia Ambiental: a busca de um ambiente melhor*. Estudos de Psicologia, 2 (2), p. 377-398, 1997.

PINON, H. *Teoria do projeto*. Porto Alegre. Livraria do Arquiteto, 2006.

## R

RAMOS, F.G.V. *Arquitetura: Os Planos de Propostas, Criação, Representação e Informação*, In: O lugar do Projeto – PROARQ / FAU/UFRJ, 2007.

REINHART, C.; MARDALJEVIC, J.; ROGERS, Z. *Dynamic Daylight Performance Metrics for Sustainable Building*. In: LEUKOS, Volume 3, Issue 1, 2006.

REINHART, C.; SELKOWITS, S. *Daylighting – light, form and people*. Guet Editorial, Energy and Building 38, p. 715-716, 2006.

REINHART C F, & ANDERSEN M. *Development and validation of a Radiance model for a translucent panel*. Energy and Buildings, 38(7), 890-904, 2006.

REINHART, C. *The Use of Glare Metrics in the Design of Daylit Spaces: Recommendations for Practice*, 9th International Radiance Workshop; September 20-21, 2010.

REINHART, C. *Tutorial on the use of Daysim Simulations for Sustainable Design*. Harvard University Graduate School of Design, 2010.

REINHART, C. *Effects of Interior Design on the Daylight Availability in Open Plan Offices*.

REINHART, C. F.; WEISSMAN, D.A. *The Daylit Area and Correlating Architectural Student Assessments with Current and Emerging Daylight Availability Metrics*. Building and Environment 50, 155-164, 2012.

REIS, A. T.; LAY, M. C. D. *Avaliação da qualidade de projetos – uma abordagem perceptiva e cognitiva*. Ambiente Construído, Porto Alegre, v. 6, n. 3, p. 21-34, jul./set. 2006.

RHEINGANTZ, P.A.; AZEVEDO, G.A.; BRASILEIRO, A.; QUEIROZ, M. *Observando a qualidade do lugar: procedimentos para a avaliação pós-ocupação*. Coleção PRO/ARQ, FAU/UFRJ, 2009.

RIVLIN, L.G. *Olhando o passado e o futuro: revendo pressupostos sobre as interações pessoa-ambiente*. Estudos de Psicologia 8(2), 215-220, 2003.

ROBBINS, C. *Daylighting. Design and analyses*. New York : Van Nostrand Reinhold C, 1986.

ROCHE, L., DEWEY, E., LITTLEFAIR, P., SLATER, A., *Daylight in offices: occupant assessments*, Proceedings of Lux Europa 2001, Reykjavik, Iceland, 2001, p. 435-440

ROGORA, A. *Luce naturale e progetto*. Rimini: Maggioli Editori, 1997.

ROMERO, M.A.B., *Princípios Bioclimáticos para o Desenho Urbano*, ProEditores, São Paulo, 2000.

ROMERO, M. de A.; ORNSTEIN, S. W. (editores e coordenadores) *Avaliação Pós-Ocupação. Métodos e técnicas aplicados à habitação social*. Porto Alegre: ANTAC, 294p. (Coleção HABITARE/ FINEP), 2003.

ROSSI, A. *Diálogos de arquitetura*. Siciliano, São Paulo, 1997

ROSSI, G. et al. *A comparison between Different Light Sources Induced Glare on Perceived Contrast*. Proceedings of 27th Session of the CIE . CIE-South Africa, p. 557, July, 2011.

RUSSELL, S. *The Architecture of Light*. Conceptnine, 2008

## S

SÁNCHEZ, E. *A Psicologia Ambiental e suas possibilidades de interdisciplinaridade*. Psicologia USP, 16 (3), 195-206, 2005.

SANGOI, RAMOS & LAMBERTS. *Análise das medições de absortância através do espectrômetro Alta II*. ENTAC, 2010.

SANTOS, C.M.L.. *O projeto de iluminação para edifícios de escritórios: influência das variáveis arquitetônicas no comportamento da luz natural e conforto visual*. Dissertação, UFRJ, 2007.

SARAJI, R.; SAFADI, M.Y. *Effects of partitions on daylight penetration in open plan office space*. CIE-China, 2012.

SATER, M. *Preference for level of light at the work table and for the complementary ambient light*. Proceedings of 27th Session of the CIE . CIE-South Africa, p. 1127, July, 2011.

\_\_\_\_\_. *Lighting Design based on human principles*. Proceedings of CIE Centenary Conference “Towards a New Century of Light”. CIE-Paris, Abril, 2013.

SACARAZZATO, P. S. *O conceito do Dia de Projeto Aplicado à Iluminação Natural. Dados referenciais para localidades brasileiras*. Tese de doutorado, USP, São Paulo, 1995.

SCARAZZATO, P. S., SOUZA, D. F. *HDR Images in the Study of Sky Vault Luminance Distribution and Identification of Prevailing Sky Types*. CIE, 2011.

SHIN, J.Y.; YUN, G.Y.; KIM, J.T. *View types and luminances effects on discomfort glare assessment from windows*. Energy and Buildings 46, p. 139–145, 2012

SCHMID, A.L. *A Ideia de conforto: reflexões sobre o ambiente construído*. Pacto Ambiental, Curitiba, 2005.

SCHUSTER, H.G. *The Influence of Daylight Design in Office Buildings on the Users Comfort*. PLEA2006 - The 23rd Conference on Passive and Low Energy Architecture, Geneva, Switzerland, 6-8 September 2006.

SERRA, G.G. *Pesquisa em Arquitetura e Urbanismo*. EdUsp, Editora Mandarim, 2006.

SOMMER, B. SOMMER, R. *Practical guide to behavioral research: tools and techniques*. Ed 5, Oxford University Press, New York, 2002.

SOUSA, J.A.B. *Iluminação Natural em Edificações Residenciais: dimensionamento de aberturas laterais (Janelas) no contexto do Distrito Federal*, Dissertação de Mestrado, FAU/UnB, 2014.

SOUZA, D. F.; SCARAZZATO, P. S. *Estudos e Avaliações Pós-Ocupação da Iluminação no Espaço Construído através de Imagens HDR e Câmeras Digitais Compactas*. PRO Prática Profissional e Tecnologias Digitais, 2009.

SUGAO, S. NAKAMURA, Y. *Generation of Discomfort Glare Image using wavelet transform*. Proceedings of 27th Session of the CIE . CIE-South Africa, p. 286, July, 2011.

SUGAO, S.; NAKAMURA, Y. *Applications of glare image to visual environment design of residence*. CIE-China, 2012.

SUK, J.; SCHILER, M. *Investigation of Evalglare software, daylight glare probability and high dynamic range imaging for daylight glare analysis*. Lighting Res. Technol., 0, p. 1-14, 2012.

SUZUKI, N. *et al. A study on the permissible range of non-uniformity by ambient lighting in a workplace*. Proceedings of CIE Centenary Conference “Towards a New Century of Light”. CIE-Paris, Abril, 2013.

STERNBERG, Robert J. *Psicologia Cognitiva*. Porto Alegre: Artes Médicas Sul, 2000.

## T

TABET AOUL, K. A. *Visual Requirement and window design in office buildings – a study of window size, shape, climatic and cultural impacts*. CIE-China, 2012.

\_\_\_\_\_. *Windows Functions and Design: daylighting, visual comfort and well being*. CIE-China, 2012.

TRALAU, B.; DEHOFF, P.; SCHIERZ. *Extension of Lighting Quality Criteria and Their Evaluation for Different Application Areas*. Proceedings of 27th Session of the CIE . CIE-South Africa, p. 624, July, 2011.

TSIKALOUDAKI, K. *et al. Assesment of daylight conditions in office buildings with the integration of external blinds*. Proceedings of CIE Centenary Conference "Towards a New Century of Light". CIE-Paris, Abril, 2013.

TOLEDO, B. G. *Integração de Iluminação Natural e Artificial: Métodos e Guia Prático para Projeto Luminotécnico*. Dissertação de Mestrado. Brasília: PPG/FAU/UnB; 2008.

TORRICELLI, M.C; SALA, M.; SECCHI, S. *La luce del giorno. Tecnologie e strumenti per la progettazione*. Firenze: Alinea Editrice, 1996.

TUAYCHAROEN, N. *The reduction of discomfort glare from windows by interesting views*. PhD Thesis. Sheffield: The University of Sheffield, 2006.

## U

UCHIDA, T. ; OHNO, Y. *Effect of High Luminance sources to peripheral adaptation state in mesopic range*. Proceedings of CIE Centenary Conference "Towards a New Century of Light". CIE-Paris, Abril, 2013.

## V

VALVERDE, J.V.L. *A influência do conforto luminoso na satisfação dos profissionais que atuam no ginásio do Centro de Reabilitação Infantil de Natal-RN*. Dissertação, UFRN, 2014.

VAN BOMMEL, W.J.M., *Non-visual biological effect of lighting and the practical meaning for lighting for work*, Applied Ergonomics, Vol. 37, No 4, p. 461-466, 2006.

VAN DEN BELD, G. VAN BOMMEL, W. *Industrial lighting, productivity, health and well-being*, 2002.

VASCO, A.P.; ZAKRZEWSKI, S.B.B. *O Estado da arte das pesquisas sobre a Percepção Ambiental no Brasil*. In: PERSPECTIVA, Erechim, v. 34, n.125, p.17-28, março, 2010.

VELARDE, M.D., FRY, G., TVEIT, M., *Health effects of viewing landscapes – Landscape types in environmental psychology*. Urban Forestry & Urban Greening, Vol. 6, p. 199-212, 2007.

VEITCH, J.A., GIFFORD, R. *Assessing beliefs about lighting effects on health, performance, mood, and social behavior*, Environment and Behavior, Vol. 28, No. 4, p. 446–470, 1996.

VEITCH, J.A; NEWSHAM, G.R. *Determinants of Lighting Quality I: research and recommendations*. Toronto, 1996.

\_\_\_\_\_. *Determinants of Lighting Quality II: research and recommendations*. Toronto, 1996.

VEITCH, J.A. *Psychological process influencing lighting quality*. Journal of the Illuminating Engineering Society. V.30, n. 1. P. 124-140, 2001.

\_\_\_\_\_. *What's new in lighting research? The broad view*. Internationa Symposium on Workplace Lighting, Dublin, 2006.

VEITCH, J.A.; CHARLES, K.E.; FARLEY, K.M.J.; NEWSHAM, G.R. *A model of satisfaction with open-plan office conditions: COPE field findings*. Journal of Environmental Psychology 27, p.177–189, 2007.

VEITCH, J.A.; GALASIU, A.D. *The Physiological and Psychological Effects of Windows, Daylight, and View at Home: review and research agenda*. National Research Council Canada – NRC-IRC Research Report RR-325, Ottawa, 2012.

VEITCH, J.A.; CHRISTOFFERSEN, J.; GALASIU, A.D. *What we know about windows and well-being and what we need to know*. Proceedings of CIE Centenary Conference “Towards a New Century of Light”. CIE-Paris, Abril, 2013.

VIANNA, N. S., GONÇALVES, J. C. *Iluminação e Arquitetura*. São Paulo: d Geros Ltda, 2007.

VIDOVSK-NEMETH, A. SCHANDA, J. *Brightness. Visual Comfort and Task Performance*. Proceedings of 27th Session of the CIE . CIE-South Africa, p. 488, July, 2011.

\_\_\_\_\_. *Individual changes of brightness perception*. Proceedings of CIE Centenary Conference “Towards a New Century of Light”. CIE-Paris, Abril, 2013.

VILLA, C. LABAYRADE, R. *A New Methodology to Obtain Optimal Tradeoffs Between energy Efficiency and Visual Comfort for Office Light Design*. Proceedings of 27th Session of the CIE . CIE-South Africa, p. 387, July, 2011.

\_\_\_\_\_. *Multi-objective optimisation of lighting installations taking into account user preferences – a pilot study*. Lighting Res. Technol., 45: 176–196, 2013.

\_\_\_\_\_. *Suitable Luminous Environment for various activities in shared office*. Proceedings of CIE Centenary Conference “Towards a New Century of Light”. CIE-Paris, Abril, 2013.

VILLAR, J. D. *O conforto pleno como referencial no processo de projeto arquitetônico*. Tese, Unicamp, 2009.

## Y

YAMADA, T.; KOHKO, S. *Glare evaluation system using imaging photometry*. Proceedings of CIE Centenary Conference “Towards a New Century of Light”. CIE-Paris, Abril, 2013.

YLDIRIM, K.; AKALIN-BASKAYA, A.; CELEBI, M. *The effects of window proximity, partition height, and gender on perceptions of open-plan offices*. Journal of Environmental Psychology 27, p.154–165, 2007.

YIN, R. K. *Case Study Research – Design and Methods*. SAGE Publications, 1988.

## W

WANG, N. *In broad daylight: An investigation of the multiple environmental factors influencing mood, preference and performance in a Sunlit Workplace*. Dissertação, University of Illinois, 2009.

WANG, N., BOUBEKRI, M., *Investigation of declared seating preference and measured cognitive performance in a sunlit room*. Journal of Environmental Psychology, Vol. 30, No. 2, p. 226-238, 2010.

WIENOLD, J.; CHRISTOFFERSEN, J. *Towards a new daylight glare rating*. LUX Europa Proceedings, 2005.

WIENOLD, J. *et al. Quantification of age effects on contrast and glare perception under daylight conditions*. CIE-China, 2012.

WYMELENBERG, K.V.; INANICI, M. *A Study of Luminance Distribution Patterns and Occupant Preference in Daylit Offices*. PLEA2009 - 26th Conference on Passive and Low Energy Architecture, Quebec City, Canada, 22-24 June, 2009.

WYMELENBERG, K.V. *Luminance-based Metrics for Evaluating Human Visual Preference*. In: 12<sup>o</sup> International RADIANCE Workshop, National Renewable Energy Laboratory, Golden-Colorado, 2013.

## Z

ZUBE, E.H., BRUSH, R.O., FABOS, J.GY. *Landscape assessment: values, perceptions, and resources*, Stroudsburg: Dowden, Hutchinson & Ross, 1975.

# apêndices

**Apêndice 1:  
Questionário Presencial**

**Apêndice 2:  
Questionário Online**

**Apêndice 3:  
Simulações**

**Apêndice 4:  
Qualidade da Vista**

**Apêndice 5:  
Banco de Dados**

**Apêndice 6:  
Planilha Quali-Luz**

**Apêndice 7: Versão  
Preliminar da Quali-Luz**

## Apêndice 1: Questionário 1 (Presencial)



### IEA SHC Task 50: Soluções avançadas de iluminação para retrofit de edifícios Subtarefa D3 – Estudos de caso

Estes questionários são parte de projeto de pesquisa, no qual a Faculdade de Arquitetura e Urbanismo da Universidade de Brasília participa com outras instituições internacionais. Visa identificar a opinião dos usuários sobre a iluminação (natural e artificial) do ambiente de trabalho. Desta forma, sua opinião é muito importante. As respostas serão fornecidas de forma anônima. No final de cada seção, há espaço para comentários adicionais.

Edifício: \_\_\_\_\_ Fachada: \_\_\_\_\_ Sala: \_\_\_\_\_ Data: \_\_\_\_/\_\_\_\_/\_\_\_\_ Hora: \_\_\_\_:\_\_\_\_:\_\_\_\_

#### SATISFAÇÃO GERAL COM ASPECTOS DO AMBIENTE

	Muito satisfeito	Satisfeito	Neutro	Insatisfeito	Muito insatisfeito
1. Luz natural	<input type="checkbox"/>				
2. Luz artificial	<input type="checkbox"/>				
3. Nível de ruído	<input type="checkbox"/>				
4. Odor/Cheiro	<input type="checkbox"/>				
5. Ventilação	<input type="checkbox"/>				
6. Temperatura	<input type="checkbox"/>				
7. Tamanho da janela	<input type="checkbox"/>				
8. Privacidade	<input type="checkbox"/>				
9. Tamanho do espaço	<input type="checkbox"/>				
10. Vista	<input type="checkbox"/>				
11. Impressão geral da sala	<input type="checkbox"/>				

12. Como você avaliaria o tamanho total de todas as janelas nesta sala?

Muito pequena       Muito grande

13. Como você avaliaria o tamanho total dessas janelas com relação a visão para o exterior?

Muito pequena       Muito grande

14. Como você classificaria a transparência do vidro da janela com relação à visão para o exterior?

Muito transparente       Pouco transparente

15. Como você classificaria a transparência do dispositivo (s) de proteção solar (cortinas, persianas, brises, telas) com relação a visão para o exterior?

Muito transparente       Pouco transparente

16. Condições Gerais de seu ambiente de trabalho:

	Nunca	As vezes	Regulamente	Frequentemente	Sempre
A iluminação artificial fica ligada?	<input type="checkbox"/>				
1	1	2	3	4	5
Conseguiria trabalhar apenas com a iluminação natural existente?	<input type="checkbox"/>				
1	1	2	3	4	5
Com que frequência as persianas ficam fechadas?	<input type="checkbox"/>				
1	1	2	3	4	5
A partir de sua mesa de trabalho, você se incomoda com ofuscamento pela luz natural (muito brilho) quando olha para a janela?	<input type="checkbox"/>				
1	1	2	3	4	5
A radiação solar incide no interior do ambiente?	<input type="checkbox"/>				
1	1	2	3	4	5

17. Por que vocês geralmente fecham as persianas? (Marque quantas julgar aplicáveis)

- Bloquear a radiação solar direta (calor)
- Prevenir que o ofuscamento incomode (raios de luz ou muito brilho)
- Prevenir reflexão na tela do computador
- Evitar que as pessoas de fora consigam olhar dentro do ambiente (privacidade)
- Evitar distrações exteriores: movimentos de pedestres, carros, etc.
- Outros: \_\_\_\_\_ (especifique)

18. Por que vocês geralmente abrem as persianas?

- Para aumentar o nível de iluminação, aproveitando a luz natural
- Para olhar a paisagem externa
- Para perceberem a passagem do tempo e das horas ao longo do dia.
- Outros: \_\_\_\_\_ (especifique)

19. Qual a sua preferência em relação à distância da sua mesa à janela?

- Eu prefiro sentar mais longe da janela
- Eu sento em uma boa distância da janela
- Eu prefiro sentar mais próximo da janela

20. Olhando agora para a janela, você sente algum incômodo por ofuscamento (muita luz ou brilho excessivo)?

- Sim
- Não

21. Sentido à sua mesa, quais dos elementos abaixo você consegue ver pela janela?

- Não vejo a janela do meu posto de trabalho
- O céu
- A rua
- Edifícios
- Água (fontes, lagos, espelhos d'água, rios, etc)
- Vegetação (plantas, árvores, grama, etc)
- Pessoas
- Carros (nas ruas e em estacionamentos)

22. O quanto você considera agradável ver estes elementos através da janela?

	Muito Desagradável	Desagradável	Indiferente	Agradável	Muito Agradável
O céu	<input type="checkbox"/> 1	<input type="checkbox"/> 2	<input type="checkbox"/> 3	<input type="checkbox"/> 4	<input type="checkbox"/> 5
A rua	<input type="checkbox"/> 1	<input type="checkbox"/> 2	<input type="checkbox"/> 3	<input type="checkbox"/> 4	<input type="checkbox"/> 5
Edifícios	<input type="checkbox"/> 1	<input type="checkbox"/> 2	<input type="checkbox"/> 3	<input type="checkbox"/> 4	<input type="checkbox"/> 5
Água	<input type="checkbox"/> 1	<input type="checkbox"/> 2	<input type="checkbox"/> 3	<input type="checkbox"/> 4	<input type="checkbox"/> 5
Vegetação	<input type="checkbox"/> 1	<input type="checkbox"/> 2	<input type="checkbox"/> 3	<input type="checkbox"/> 4	<input type="checkbox"/> 5
Pessoas	<input type="checkbox"/> 1	<input type="checkbox"/> 2	<input type="checkbox"/> 3	<input type="checkbox"/> 4	<input type="checkbox"/> 5
Carrões	<input type="checkbox"/> 1	<input type="checkbox"/> 2	<input type="checkbox"/> 3	<input type="checkbox"/> 4	<input type="checkbox"/> 5

23. Qual é sua impressão da vista exterior da janela?

	Desagradável	Agradável
<b>Agradabilidade:</b>	<input type="checkbox"/> 1	<input type="checkbox"/> 5
<b>Diversidade de informações:</b>	<input type="checkbox"/> 1	<input type="checkbox"/> 5
<b>Amplitude da Vista:</b>	<input type="checkbox"/> 1	<input type="checkbox"/> 5
<b>Distração causada pela vista exterior:</b>	<input type="checkbox"/> 1	<input type="checkbox"/> 5

24. Qual a distância do seu posto de trabalho até a janela?

- Menos de 3 metros de distância     Entre 3 e 8 metros de distância     Mais de 8 metros de distância

25. Como é a posição da sua estação de trabalho:

- Eu me sento de frente para a janela     Eu me sento de lado para a janela     Eu me sento de costas para a janela

26. Qual a sua idade? \_\_\_\_\_ anos

27. Sexo     Feminino     Masculino

28. Você usa lentes de contato ou óculos para trabalhar?     Sim, sempre     Sim, as vezes     Não

Em caso afirmativo, qual o motivo de usar lentes ou óculos?

- Miopia     Hipermetropia     Astigmatismo     Presbiopia     Outro: \_\_\_\_\_

Observações a mais que julgar necessário:

---



---



---

Seu e-mail: \_\_\_\_\_

Caso possa continuar nos ajudando, pois a segunda etapa da pesquisa será realizada por um questionário online!

Muito obrigada! 😊

Todas as informações aqui registradas são confidenciais e tratadas com sigilo pela pesquisa.

Qualquer dúvida ou sugestão, entre em contato conosco pelo e-mail [julia@fermandesassanema.com.br](mailto:julia@fermandesassanema.com.br)

## Apêndice 2: Questionário 2 (Online)



Seção 1 de 4

### Qualidade da Vista Exterior da Janela

Essa pesquisa faz parte do Programa de Iniciação Científica (PIBIC) da aluna Luísa Viotti, do curso de Arquitetura e Urbanismo da Universidade de Brasília (UnB), inserida no grupo de pesquisas do Laboratório de Conforto Ambiental da FAU-UnB (LACAM), coordenado pela professora Cláudia Amorim e, em complemento à tese de doutorado de Júlia Fernandes sobre Qualidade da Iluminação Natural.

Tem como principal objetivo a criação de DADOS BRASILEIROS sobre a QUALIDADE DA VISTA EXTERIOR na percepção do USUÁRIO e, exatamente por isso, cada resposta se torna um dado essencial para os resultados dos trabalhos.

Serão apenas algumas perguntas com respostas objetivas.

Desde já, agradecemos a participação.

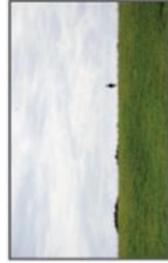
- **Idade:**
- **Profissão**
- **Unidade Federativa**

Seção 2 de 4

### Preferência por Vistas

Qual vista lhe agrada mais?

Qual vista lhe agrada menos?



1



2



3



4



5



6

## Preferência por Elementos da Vista

Como você classificaria os Elementos abaixo, vistos através da janela??

Céu	Pessoas	Vegetação	Água
<input type="radio"/> Muito Agradável			
<input type="radio"/> Agradável	<input type="radio"/> Agradável	<input type="radio"/> Agradável	<input type="radio"/> Agradável
<input type="radio"/> Indiferente	<input type="radio"/> Indiferente	<input type="radio"/> Indiferente	<input type="radio"/> Indiferente
<input type="radio"/> Desagradável	<input type="radio"/> Desagradável	<input type="radio"/> Desagradável	<input type="radio"/> Desagradável
<input type="radio"/> Muito Desagradável			

Edifícios Vizinhos	Carros/Tráfego	Paisagem ou Perfil da Cidade	Rua
<input type="radio"/> Muito Agradável			
<input type="radio"/> Agradável	<input type="radio"/> Agradável	<input type="radio"/> Agradável	<input type="radio"/> Agradável
<input type="radio"/> Indiferente	<input type="radio"/> Indiferente	<input type="radio"/> Indiferente	<input type="radio"/> Indiferente
<input type="radio"/> Desagradável	<input type="radio"/> Desagradável	<input type="radio"/> Desagradável	<input type="radio"/> Desagradável
<input type="radio"/> Muito Desagradável			

## Preferência por Tipos de Edifícios

Qual edifício lhe agrada mais?

Qual edifício lhe agrada menos?



Arquitetura Histórica



Arquitetura Modernista

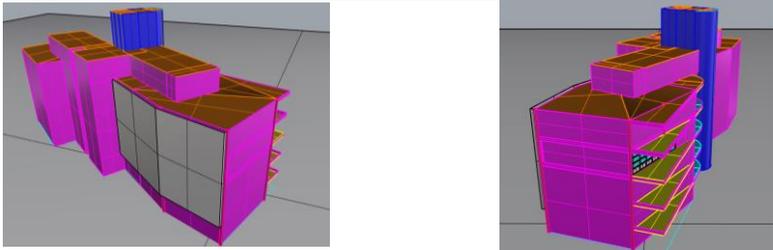


Arquitetura Contemporânea

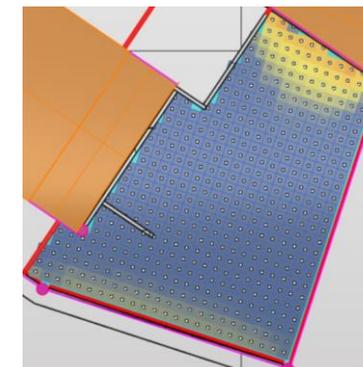
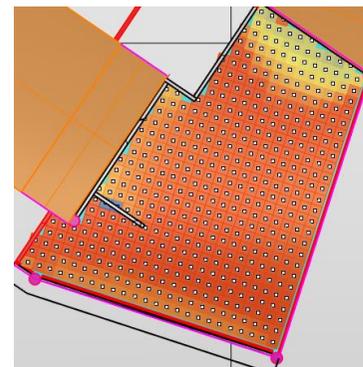
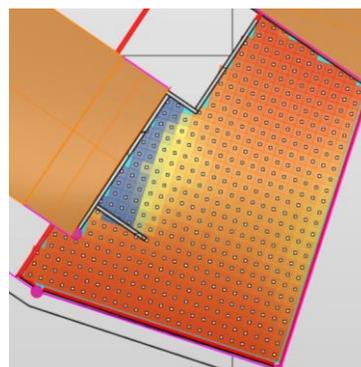
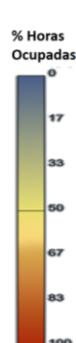
## Apêndice 3: Simulações

### Edifício 1: TJDF (Sala do Cartório-Norte e Sul)

#### Resultados de Simulação do Ambiente – TJDF: Cartório

Condições de Simulação:	Imagens da Modelagem:		
<ul style="list-style-type: none"><li>- Ambiente: Cartório</li><li>- Localização: 3º Pavimento</li><li>- Orientação: Norte e Sul</li><li>- Dia da simulação: 27/02/2015</li><li>- Horário: 15h</li><li>- Nebulosidade (INMET): 12h-9 décimos</li></ul>	<p>Imagens da Modelagem:</p> 	<p>Materiais:</p> <ul style="list-style-type: none"><li>- Refletância Paredes: 30% e 80%</li><li>- Refletância Piso: 60%</li><li>- Refletância Teto: 80%</li><li>- Transmissão Luminosa Vidro: 63%</li></ul>	
<b>Resultados das Simulações de DA e UDI:</b>	<b>Daylight Autonomy (DA) = 92%</b> DA > 300 lux em 50% do tempo	<b>Useful Daylight Illuminance (UDI) = 94%</b> 100 lux > DA < 2000 lux em 50% do tempo	<b>Useful Daylight Illuminance (UDI) = 5%</b> DA > 2000 lux em 50% do tempo

O ambiente apresenta 92% do espaço atingindo a iluminância mínima estabelecida (300 lux), em 50% ou mais do tempo. Verifica-se que mais de 94% do espaço possui valores de iluminância dentro dos limites de UDI (100 – 2000 lux), em 50% ou mais do tempo; e que apenas 5% do espaço possui valores de iluminância acima da iluminância máxima recomendada (2000 lux), em 50% ou mais do tempo. Portanto, o desempenho visual do ambiente é satisfatório.



**Resultados das Simulações de Annual Glare:**

**Gráfico de Annual Glare: Orientação NORTE**

O ambiente em questão apresenta ofuscamento total de 22,79% das horas do ano, entre Intolerável, Perturbador e Perceptível, em todos os meses, no período das 09:00 h às 14:00 h.

Verifica-se que em 77,21% do tempo apresenta ofuscamento imperceptível.



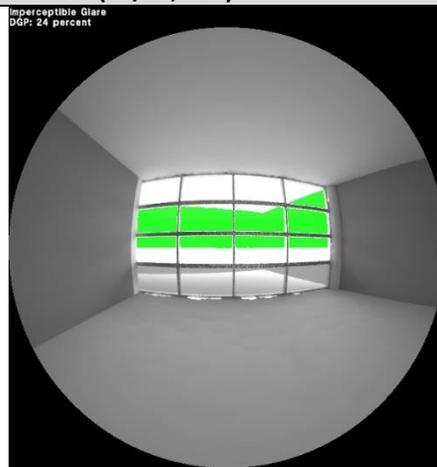
**22, 79% de Ofuscamento**

<b>Intolerável</b> DGP ≥ .45	<b>Perturbador</b> .45 > DGP ≥ .4	<b>Perceptível</b> .4 > DGP ≥ .35	<b>Imperceptível</b> .35 > DGP
<b>3,52%</b>	<b>37,56%</b>	<b>11,71%</b>	<b>77,21%</b>

**Resultados das Simulações de Point-in-time-Glare  
Orientação NORTE (27/02, 15h)**

A vista Point-in-time glare não acusa a probabilidade de ofuscamento intolerável em 27 de fevereiro, às 15:00h (data da medição).

Calcula-se um DGP de 24%, representando um ofuscamento imperceptível. Sendo assim, o conforto visual do ambiente é satisfatório.



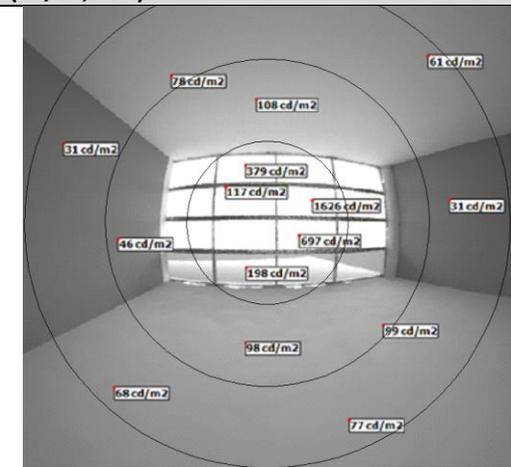
**Tipo de Ofuscamento: Imperceptível  
DGP: 24%**

**Resultados das Simulações de Luminâncias no Campo Visual  
Orientação NORTE (27/02, 15h)**

Na avaliação das relações entre luminâncias no campo visual, detectou-se as seguintes proporções:

- Entre tarefa visual e entorno próximo (limite 3:1) = **13:1**
- Entre tarefa e entorno remoto (limite 10:1) = **35:1**
- Máximo no campo visual (limite 40:1) = **52:1**

Conclui-se que no ambiente a distribuição das luminâncias no campo visual não está adequada, havendo probabilidade de ofuscamento pela alta contraste (diferença do claro-escuro) no campo visual do usuário.



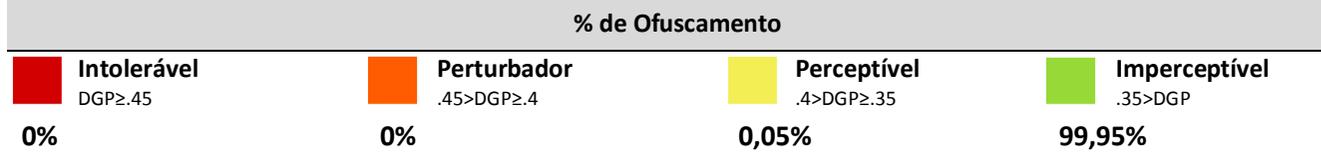
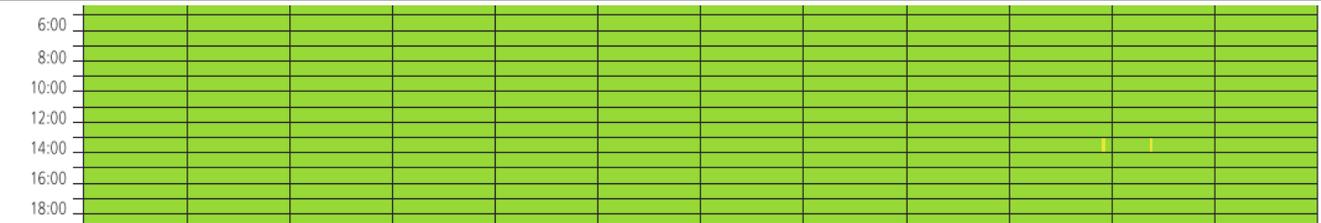
**Luminâncias no Campo Visual (Norte)**

### Resultados das Simulações de Annual Glare:

O ambiente em questão não apresenta ofuscamento intolerável ou perturbador. O gráfico demonstra a presença de um ofuscamento de baixa intensidade (ofuscamento perceptível) em outubro e novembro, no período das 14:00 h.

Verifica-se que 99,95% do tempo apresenta ofuscamento imperceptível ou perceptível, sendo assim, o conforto visual do ambiente é satisfatório.

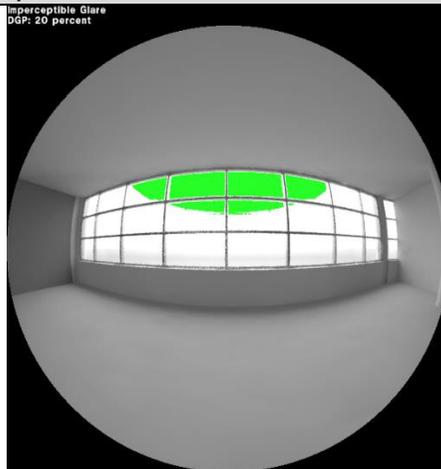
### Gráfico de Annual Glare: Orientação SUL



### Resultados das Simulações de Point-in-time-Glare Orientação SUL (27/02, 15h)

A vista Point-in-time glare não acusa a probabilidade de ofuscamento intolerável em 27 de fevereiro, às 15:00h (data da medição).

Calcula-se um DGP de 20%, representando um ofuscamento imperceptível. Sendo assim, o conforto visual do ambiente é satisfatório.



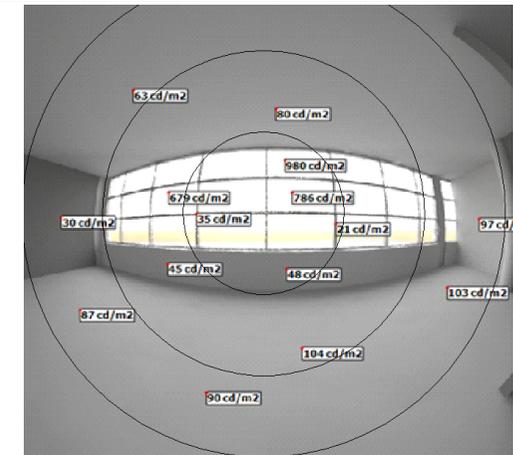
**Tipo de Ofuscamento: Imperceptível**  
**DGP: 20%**

### Resultados das Simulações de Luminâncias no Campo Visual Orientação SUL (27/02, 15h)

Na avaliação das relações entre luminâncias no campo visual, detectou-se as seguintes proporções:

- Entre tarefa visual e entorno próximo (limite 3:1) = **46:1**
- Entre tarefa e entorno remoto (limite 10:1) = **21:1**
- Máximo no campo visual (limite 40:1) = **32:1**

Conclui-se que no ambiente a distribuição das luminâncias no campo visual não está adequada, na tarefa e da relação desta com o entorno remoto, havendo probabilidade de ofuscamento pela alta contraste (diferença do claro-escuro) no campo visual do usuário. Já a relação máxima admitida no campo visual está dentro dos limites.

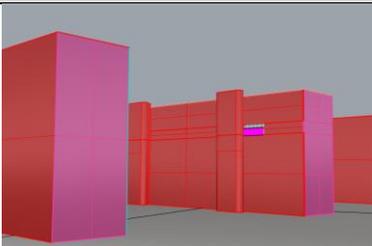
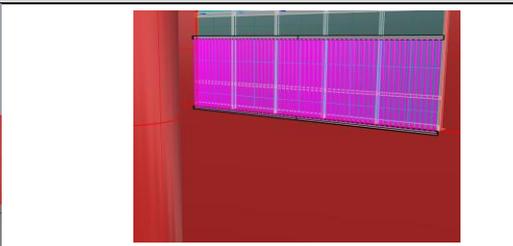


**Luminâncias no Campo Visual (Norte)**

## Edifício 2: MMA (Sala 749-Oeste)

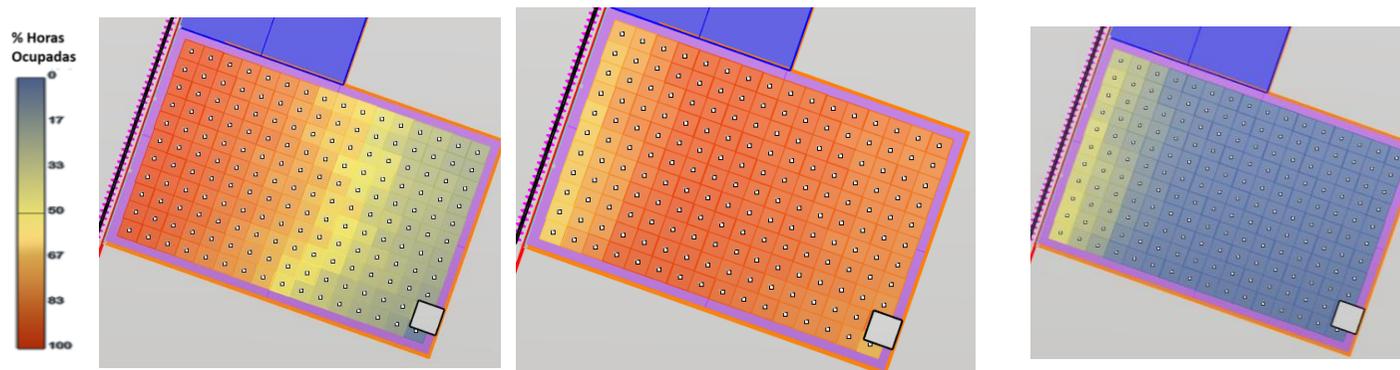
No MMA foram simulados dois ambientes, uma para orientação leste e outro para oeste.

### Resultados de Simulação do Ambiente – MMA-749-Oeste

Condições de Simulação:	Imagens da Modelagem:		
<ul style="list-style-type: none"> <li>- Ambiente: Sala 749</li> <li>- Localização: 7º Pavimento</li> <li>- Orientação: Oeste</li> <li>- Dia da simulação: 27/02/2015</li> <li>- Horário: 15h</li> <li>- Nebulosidade (INMET): 12h-9 décimos</li> </ul>	<p> Materiais:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Refletância Paredes: 75%</li> <li>- Refletância Piso: 75%</li> <li>- Refletância Teto: 80%</li> <li>- Transmissão Luminosa Vidro: 78%</li> </ul>		
<p><b>Resultados das Simulações de DA e UDI:</b></p>	<p><b>Daylight Autonomy (DA) = 63%</b> DA &gt; 300 lux em 50% do tempo</p>	<p><b>Useful Daylight Illuminance (UDI) = 100%</b> 100 lux &gt; DA &lt; 2000 lux em 50% do tempo</p>	<p><b>Useful Daylight Illuminance (UDI) = 0%</b> DA &gt; 2000 lux em 50% do tempo</p>

O ambiente apresenta 63% do espaço atingindo a iluminância mínima estabelecida (300 lux), em 50% ou mais do tempo.

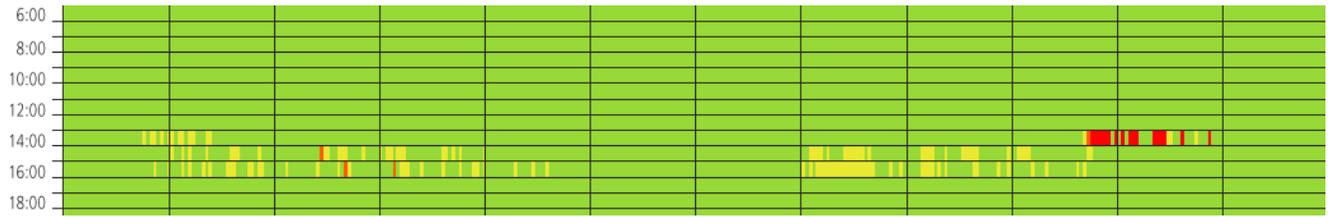
Verifica-se que mais de 50% do espaço possui valores de iluminância dentro dos limites de UDI (100 – 2000 lux), em 50% ou mais do tempo; e que menos de 50% do espaço possui valores de iluminância acima da iluminância máxima recomendada (2000 lux), em 50% ou mais do tempo. Portanto, o desempenho visual do ambiente é satisfatório.



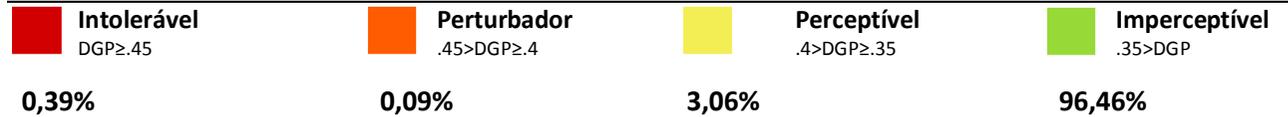
**Resultados das Simulações de Annual Glare:**

O ambiente em questão apresenta ofuscamento intolerável nos meses de outubro e novembro no período das 14:00 h. O gráfico acima demonstra a presença de um ofuscamento de baixa intensidade (ofuscamento perceptível) nos meses de agosto, setembro, outubro, novembro, janeiro, fevereiro, março, abril e maio, no período das 14:00 h às 16:00 h. Verifica-se que 99,46% do tempo apresenta ofuscamento imperceptível, sendo assim, o conforto visual do ambiente é satisfatório.

**Gráfico de Annual Glare: MMA-OESTE**

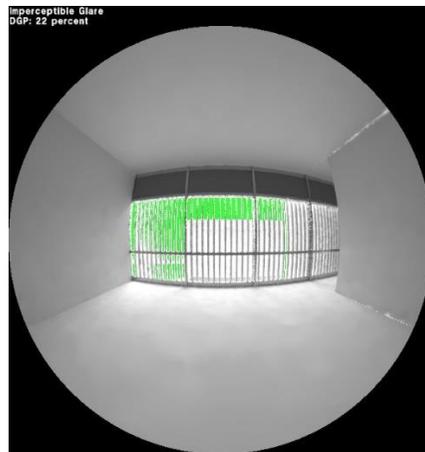


**3,54% de Ofuscamento**



**Resultados das Simulações de Point-in-time-Glare  
Orientação OESTE (27/02, 15h)**

A vista Point-in-time glare não acusa a probabilidade de ofuscamento intolerável em 27 de fevereiro, às 15:00h (data da medição). Calcula-se um DGP de 22%, representando um ofuscamento imperceptível. Sendo assim, o conforto visual do ambiente é satisfatório.



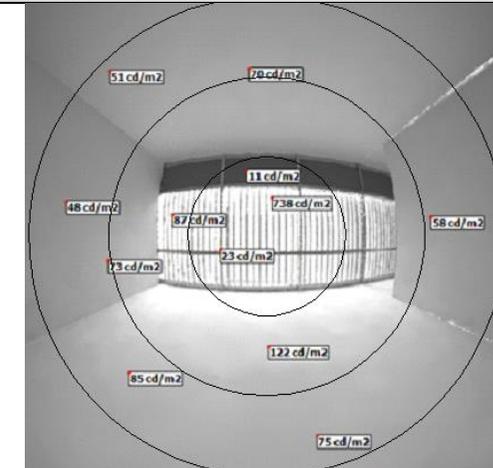
**Tipo de Ofuscamento: Imperceptível  
DGP: 22%**

**Resultados das Simulações de Luminâncias no Campo Visual  
Orientação OESTE (27/02, 15h)**

Na avaliação das relações entre luminâncias no campo visual, detectou-se as seguintes proporções:

- Entre tarefa visual e entorno próximo (limite 3:1) = **67:1**
- Entre tarefa e entorno remoto (limite 10:1) = **10:1**
- Máximo no campo visual (limite 40:1) = **15:1**

Conclui-se que no ambiente a distribuição das luminâncias no campo visual não está adequada, havendo probabilidade de ofuscamento pela alta contraste (diferença do claro-escuro) no campo visual do usuário.



**Luminâncias no Campo Visual (Oeste)**

## Edifício 2: MMA (Sala 724-Leste)

### Resultados de Simulação do Ambiente – MMA-Leste

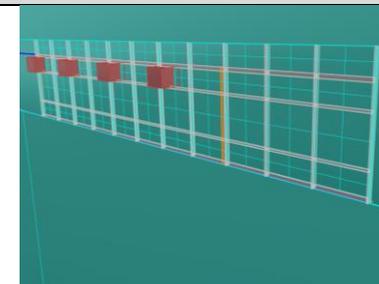
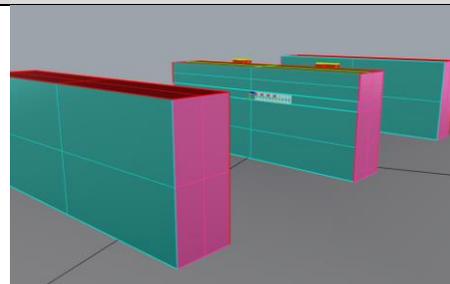
#### Condições de Simulação:

- Ambiente: Sala 724
- Localização: 7º Pavimento
- Orientação: Leste
- Dia da simulação: 27/02/2015
- Horário: 10h
- Nebulosidade (INMET): 12h-9 décimos

#### Materiais:

- Refletância Paredes: 75%
- Refletância Piso: 75%
- Refletância Teto: 80%
- Transmissão Luminosa Vidro: 33%

#### Imagens da Modelagem:



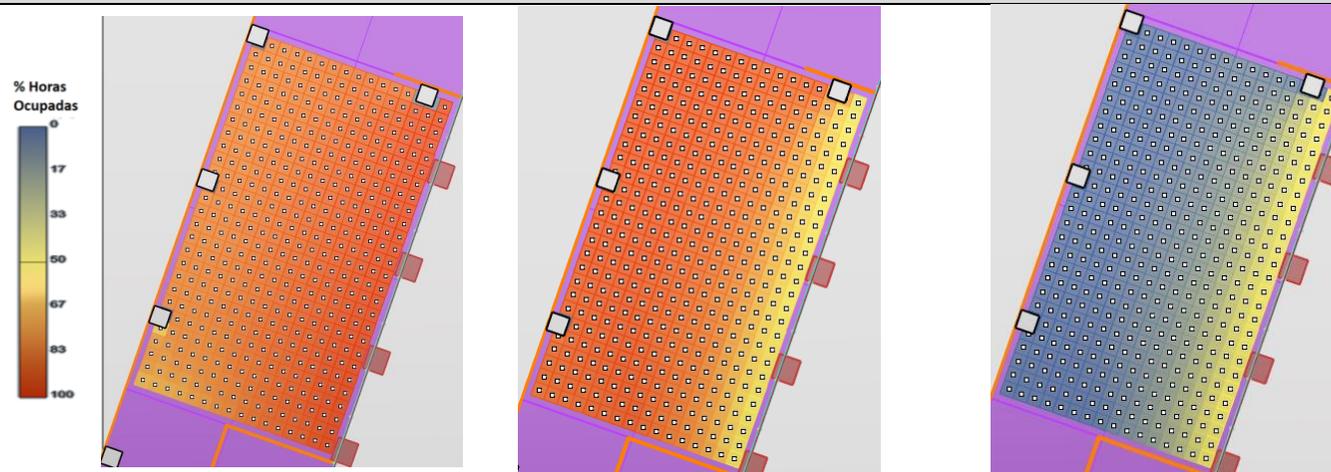
#### Resultados das Simulações de DA e UDI:

**Daylight Autonomy (DA) = 99%**  
DA > 300 lux em 50% do tempo

**Useful Daylight Illuminance (UDI) = 99%**  
100 lux > DA < 2000 lux em 50% do tempo

**Useful Daylight Illuminance (UDI) = 1%**  
DA > 2000 lux em 50% do tempo

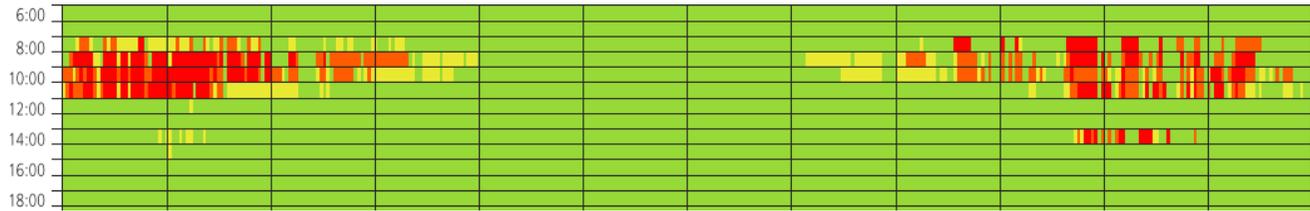
O ambiente apresenta 99% do espaço atingindo a iluminância mínima estabelecida (300 lux), em 50% ou mais do tempo. Verifica-se que mais de 50% do espaço possui valores de iluminância dentro dos limites de UDI (100 – 2000 lux), em 50% ou mais do tempo; e que menos de 50% do espaço possui valores de iluminância acima da iluminância máxima recomendada (2000 lux), em 50% ou mais do tempo. Portanto, o desempenho visual do ambiente é satisfatório.



**Resultados das Simulações de Annual Glare:**

**Gráfico de Annual Glare: MMA-LESTE**

O ambiente em questão apresenta ofuscamento intolerável nos meses de setembro a março, no período das 08:00 h às 14:00 h. O gráfico acima demonstra a presença de um ofuscamento de baixa intensidade (ofuscamento perceptível) nos meses de agosto a abril, no período das 08:00 h às 15:00 h.



**14,13% de Ofuscamento**

Verifica-se que 85,87% do tempo apresenta ofuscamento imperceptível, sendo assim, o conforto visual do ambiente é satisfatório.

**Intolerável**  
DGP ≥ .45  
**4,73%**

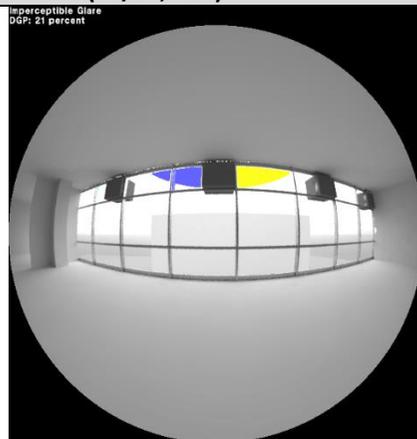
**Perturbador**  
.45 > DGP ≥ .4  
**4,45%**

**Perceptível**  
.4 > DGP ≥ .35  
**4,95%**

**Imperceptível**  
.35 > DGP  
**85,87%**

**Resultados das Simulações de Point-in-time-Glare**  
**Orientação LESTE (27/02, 10h)**

A vista Point-in-time glare não acusa a probabilidade de ofuscamento intolerável em 27 de fevereiro, às 10:00h (data da medição). Calcula-se um DGP de 21%, representando um ofuscamento imperceptível. Sendo assim, o conforto visual do ambiente é satisfatório.



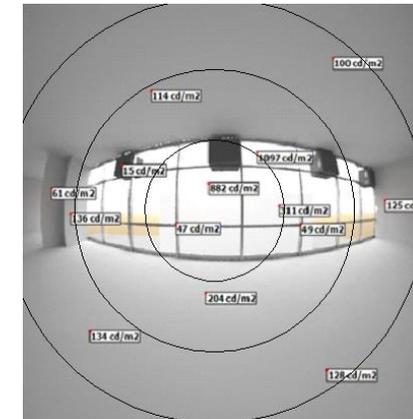
**Tipo de Ofuscamento: Imperceptível**  
**DGP: 21%**

**Resultados das Simulações de Luminâncias no Campo Visual**  
**Orientação LESTE (27/02, 10h)**

Na avaliação das relações entre luminâncias no campo visual, detectou-se as seguintes proporções:

- Entre tarefa visual e entorno próximo (limite 3:1) = **18:1**
- Entre tarefa e entorno remoto (limite 10:1) = **73:1**
- Máximo no campo visual (limite 40:1) = **17:1**

Conclui-se que no ambiente a distribuição das luminâncias no campo visual não está adequada, havendo probabilidade de ofuscamento pela alta contraste (diferença do claro-escuro) no campo visual do usuário.

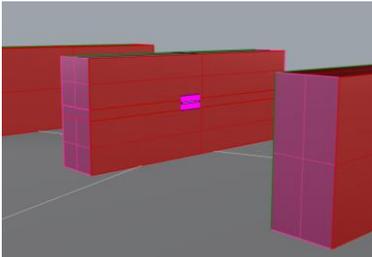
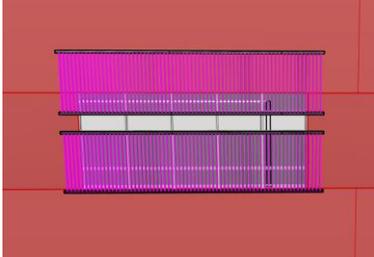
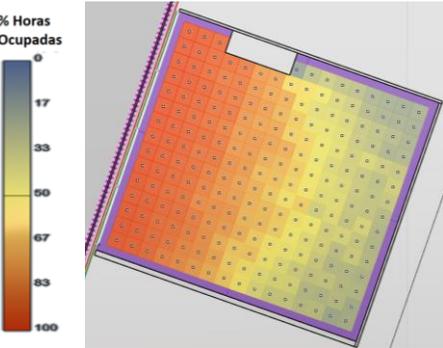
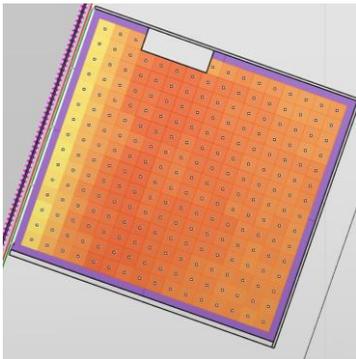
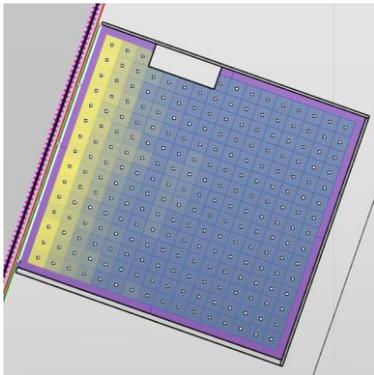


**Luminâncias no Campo Visual (Leste)**

### Edifício 3: MME (Sala 535-Oeste)

No MME foram simulados dois ambientes, uma para orientação leste e outro para oeste.

#### Resultados de Simulação do Ambiente – MME-Oeste

Condições de Simulação:		Imagens da Modelagem:		
<ul style="list-style-type: none"><li>- Ambiente: Sala 535</li><li>- Localização: 5º Pavimento</li><li>- Orientação: Oeste</li><li>- Dia da simulação: 06/11/2015</li><li>- Horário: 15h</li><li>- Nebulosidade (INMET): 12h-1,25 décimos</li></ul>	<p> Materiais:</p> <ul style="list-style-type: none"><li>- Refletância Paredes: 75%</li><li>- Refletância Piso: 40%</li><li>- Refletância Teto: 80%</li><li>- Transmissão Luminosa Vidro: 78%</li></ul>			
<b>Resultados das Simulações de DA e UDI:</b>	<b>Daylight Autonomy (DA) = 61%</b> DA > 300 lux em 50% do tempo	<b>Useful Daylight Illuminance (UDI) = 100%</b> 100 lux > DA < 2000 lux em 50% do tempo	<b>Useful Daylight Illuminance (UDI) = 0%</b> DA > 2000 lux em 50% do tempo	
<p>O ambiente apresenta 61% do espaço atingindo a iluminância mínima estabelecida (300 lux), em 50% ou mais do tempo. Verifica-se que mais de 50% do espaço possui valores de iluminância dentro dos limites de UDI (100 – 2000 lux), em 50% ou mais do tempo; e que menos de 50% do espaço possui valores de iluminância acima da iluminância máxima recomendada (2000 lux), em 50% ou mais do tempo. Portanto, o desempenho visual do ambiente é satisfatório.</p>				

**Resultados das Simulações de Annual Glare:**

**Gráfico de Annual Glare: Orientação OESTE**

O ambiente em questão apresenta ofuscamento intolerável nos meses de abril a novembro, no período das 14:00 h às 16:00 h. O gráfico acima demonstra a presença de um ofuscamento de baixa intensidade (ofuscamento perceptível) nos meses de fevereiro a outubro, no período das 14:00 h às 16:00 h.

Verifica-se que 94,13% do tempo apresenta ofuscamento imperceptível, sendo assim, o conforto visual do ambiente é satisfatório.



**5, 87% de Ofuscamento**

**Intolerável**  
DGP ≥ .45

**Perturbador**  
.45 > DGP ≥ .4

**Perceptível**  
.4 > DGP ≥ .35

**Imperceptível**  
.35 > DGP

**2,10%**

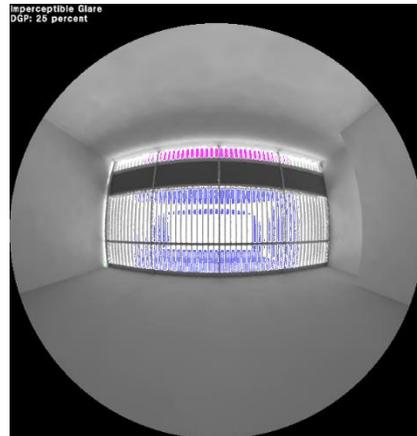
**2,21%**

**1,55%**

**94,13%**

**Resultados das Simulações de Point-in-time-Glare  
Orientação OESTE (06/11, 15h)**

A vista Point-in-time glare não acusa a probabilidade de ofuscamento intolerável em 06 de novembro, às 10:00h (data da medição). Calcula-se um DGP de 25%, representando um ofuscamento imperceptível. Sendo assim, o conforto visual do ambiente é satisfatório.



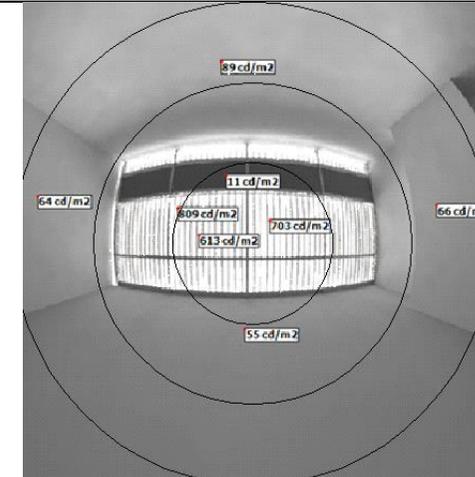
**Tipo de Ofuscamento: Imperceptível  
DGP: 25%**

**Resultados das Simulações de Luminâncias no Campo Visual  
Orientação OESTE (06/11, 15h)**

Na avaliação das relações entre luminâncias no campo visual, detectou-se as seguintes proporções:

- Entre tarefa visual e entorno próximo (limite 3:1) = **73:1**
- Entre tarefa e entorno remoto (limite 10:1) = **14:1**
- Máximo no campo visual (limite 40:1) = **14:1**

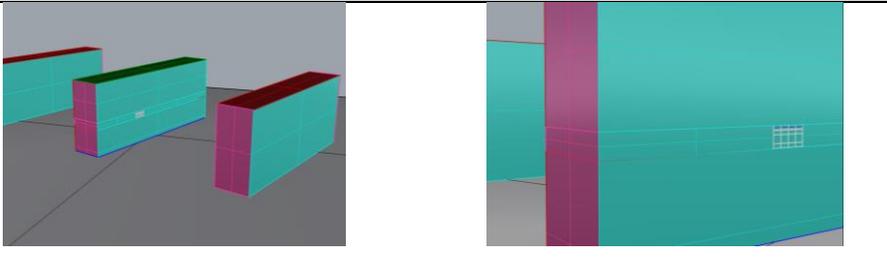
Conclui-se que no ambiente a distribuição das luminâncias no campo visual não está adequada, havendo probabilidade de ofuscamento pela alta contraste (diferença do claro-escuro) no campo visual do usuário.



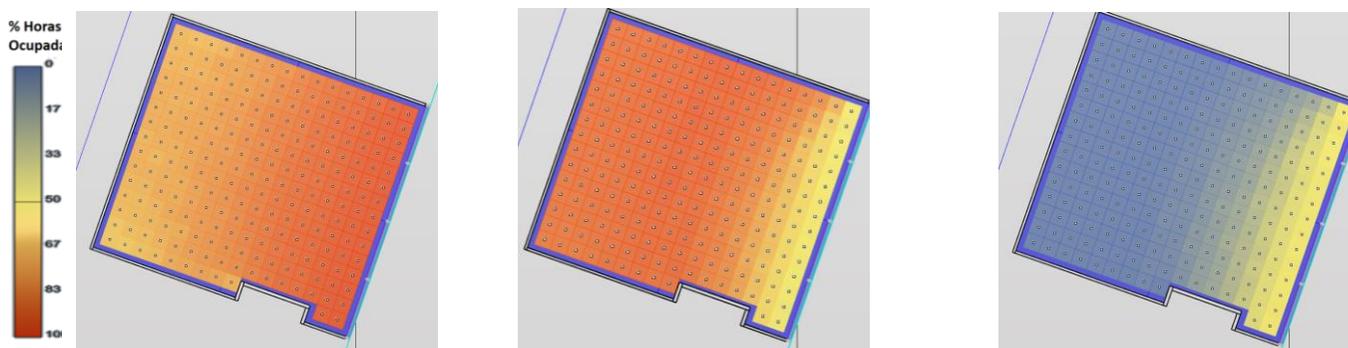
**Luminâncias no Campo Visual (Oeste)**

### Edifício 3: MME (Sala 420-Leste)

▪ Resultados de Simulação do Ambiente – MME-Leste:

Condições de Simulação:	Imagens da Modelagem:	
<ul style="list-style-type: none"> <li>- Ambiente: Sala 420</li> <li>- Localização: 4º Pavimento</li> <li>- Orientação: Leste</li> <li>- Dia da simulação: 06/11/2015</li> <li>- Horário: 10h</li> <li>- Nebulosidade (INMET): 12h-1,25 décimos</li> </ul>	<p> Materiais:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Refletância Paredes: 75%</li> <li>- Refletância Piso: 40%</li> <li>- Refletância Teto: 80%</li> <li>- Transmissão Luminosa Vidro: 78%</li> </ul>	
<p><b>Resultados das Simulações de DA e UDI:</b></p>	<p><b>Daylight Autonomy (DA) = 100%</b> DA &gt; 300 lux em 50% do tempo</p>	<p><b>Useful Daylight Illuminance (UDI) = 100%</b> 100 lux &gt; DA &lt; 2000 lux em 50% do tempo</p>

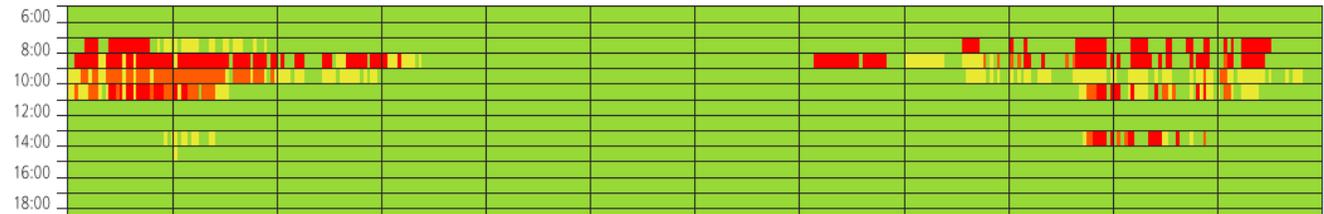
O ambiente apresenta 100% do espaço atingindo a iluminância mínima estabelecida (300 lux), em 50% ou mais do tempo. Verifica-se que mais de 50% do espaço possui valores de iluminância dentro dos limites de UDI (100 – 2000 lux), em 50% ou mais do tempo; e que menos de 50% do espaço possui valores de iluminância acima da iluminância máxima recomendada (2000 lux), em 50% ou mais do tempo. Portanto, o desempenho visual do ambiente é satisfatório.



**Resultados das Simulações de Annual Glare:**

**Gráfico de Annual Glare: Orientação LESTE**

O ambiente em questão apresenta ofuscamento intolerável nos meses de agosto a abril, no período das 08:00 h às 14:00 h. O gráfico acima demonstra a presença de um ofuscamento de baixa intensidade (ofuscamento perceptível) nos meses de setembro a abril, no período das 08:00 h às 15:00 h.



**11, 28% de Ofuscamento**

Verifica-se que 88,72% do tempo apresenta ofuscamento imperceptível ou perceptível, sendo assim, o conforto visual do ambiente é satisfatório.

**Intolerável**  
DGP ≥ .45  
**4,98%**

**Perturbador**  
.45 > DGP ≥ .4  
**1,92%**

**Perceptível**  
.4 > DGP ≥ .35  
**4,38%**

**Imperceptível**  
.35 > DGP  
**88,72%**

**Resultados das Simulações de Point-in-time-Glare  
Orientação LESTE (06/11, 10h)**

A vista Point-in-time glare não acusa a probabilidade de ofuscamento intolerável em 06 de novembro, às 10:00h (data da medição). Calcula-se um DGP de 27%, representando um ofuscamento imperceptível. Sendo assim, o conforto visual do ambiente é satisfatório.



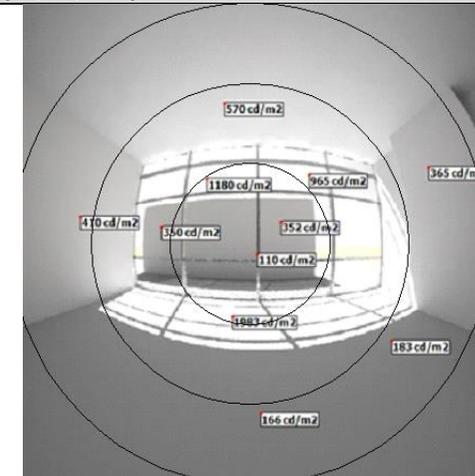
**Tipo de Ofuscamento: Imperceptível  
DGP: 27%**

**Resultados das Simulações de Luminâncias no Campo Visual  
Orientação LESTE (06/11, 10h)**

Na avaliação das relações entre luminâncias no campo visual, detectou-se as seguintes proporções:

- Entre tarefa visual e entorno próximo (limite 3:1) = **18:1**
- Entre tarefa e entorno remoto (limite 10:1) = **6:1**
- Máximo no campo visual (limite 40:1) = **11:1**

Conclui-se que no ambiente a distribuição das luminâncias no campo visual não está adequada, havendo probabilidade de ofuscamento pela alta contraste (diferença do claro-escuro) no campo visual do usuário.

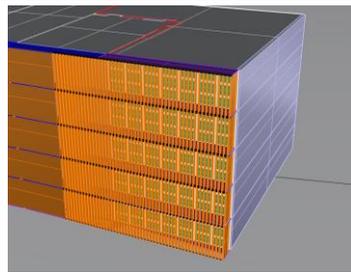
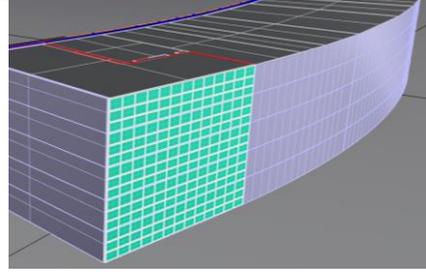
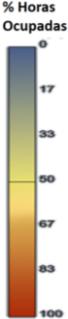
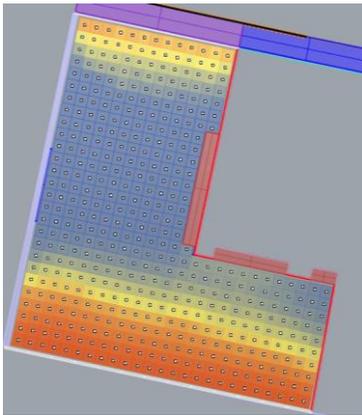
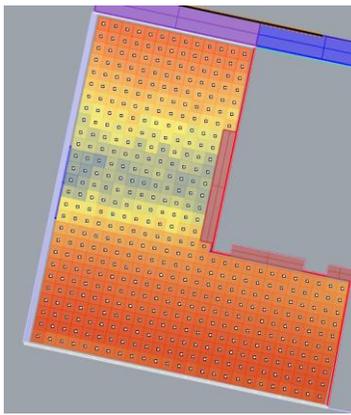
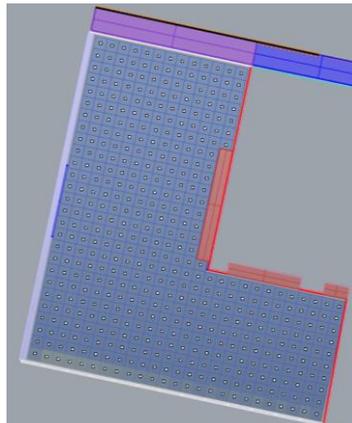


**Luminâncias no Campo Visual (Leste)**

## Edifício 4: TCU (Sala 110-Norte e Sul)

No TCU foi simulado um ambiente representativo (Sala 110), localizado na extremidade do pavimento, com abertura para as duas fachadas.

### Resultados de Simulação do Ambiente – TCU-Norte e Sul:

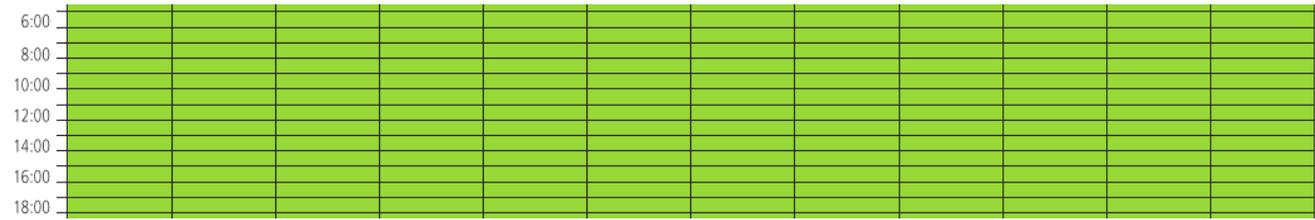
Condições de Simulação:		Imagens da Modelagem:		
<ul style="list-style-type: none"> <li>- Ambiente: Sala 110</li> <li>- Localização: 1º Pavimento</li> <li>- Orientação: Norte e Sul</li> <li>- Dia da simulação: 05/11/2015</li> <li>- Horário: 14h</li> <li>- Nebulosidade (INMET): 12h-1,25 décimos</li> </ul>	<p> Materiais:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Refletância Paredes: 65%</li> <li>- Refletância Piso: 33%</li> <li>- Refletância Teto: 80%</li> <li>- Transmissão Luminosa Vidro: 21%</li> </ul>			
Resultados das Simulações de DA e UDI:		Daylight Autonomy (DA) = 33%	Useful Daylight Illuminance (UDI) = 80%	Useful Daylight Illuminance (UDI) = 0%
<p>O ambiente apresenta 33% do espaço atingindo a iluminância mínima estabelecida (300 lux), em 50% ou mais do tempo. Ou seja, o ambiente tem pouca iluminação para a função de escritório. Verifica-se que mais de 50% do espaço possui valores de iluminância dentro dos limites de UDI (100 – 2000 lux), em 50% ou mais do tempo; e que menos de 50% do espaço possui valores de iluminância acima da iluminância máxima recomendada (2000 lux), em 50% ou mais do tempo. Sendo assim, existe pouca possibilidade de haver ofuscamento. Portanto, tendo em vista que os valores de UDI e da DA excessivo estão adequados, mas o ambiente não atinge a iluminância mínima estabelecida (300 lux), o desempenho visual do ambiente é insatisfatório.</p>		DA > 300 lux em 50% do tempo	100 lux > DA < 2000 lux em 50% do tempo	DA > 2000 lux em 50% do tempo
				

**Resultados das Simulações de Annual Glare:**

**Gráfico de Annual Glare: TCU NORTE**

O ambiente em questão não apresenta ofuscamento.

Verifica-se que 100% do tempo apresenta ofuscamento imperceptível, sendo assim, o conforto visual do ambiente é satisfatório.



**0,0% de Ofuscamento**

**Intolerável**  
DGP ≥ .45  
**0,0%**

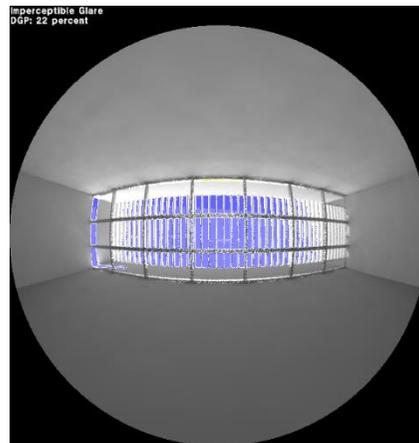
**Perturbador**  
.45 > DGP ≥ .4  
**0,0%**

**Perceptível**  
.4 > DGP ≥ .35  
**0,0%**

**Imperceptível**  
.35 > DGP  
**100%**

**Resultados das Simulações de Point-in-time-Glare**  
**Orientação NORTE (05/11, 14h)**

A vista Point-in-time glare não acusa a probabilidade de ofuscamento intolerável em 05 de novembro, às 14:00h (data da medição). Calcula-se um DGP de 22%, representando um ofuscamento imperceptível. Sendo assim, o conforto visual do ambiente é satisfatório.



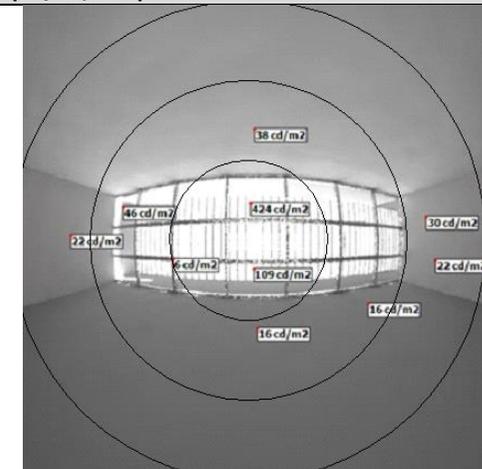
**Tipo de Ofuscamento: Imperceptível**  
**DGP: 22%**

**Resultados das Simulações de Luminâncias no Campo Visual**  
**Orientação NORTE (05/11, 14h)**

Na avaliação das relações entre luminâncias no campo visual, detectou-se as seguintes proporções:

- Entre tarefa visual e entorno próximo (limite 3:1) = **3:1**
- Entre tarefa e entorno remoto (limite 10:1) = **70:1**
- Máximo no campo visual (limite 40:1) = **27:1**

Conclui-se que no ambiente a distribuição das luminâncias no campo visual não está adequada, havendo probabilidade de ofuscamento pela alta contraste (diferença do claro-escuro) no campo visual do usuário.

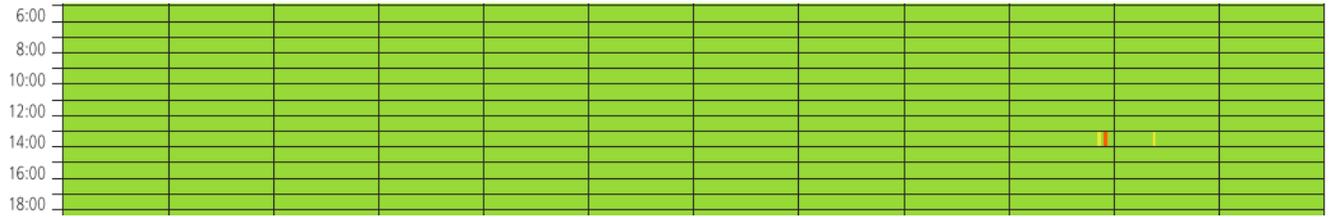


**Luminâncias no Campo Visual (Norte)**

**Resultados das Simulações de Annual Glare:**

**Gráfico de Annual Glare: TCU SUL**

O ambiente em questão apresenta ofuscamento perturbador no mês de outubro, no período das 14:00 h. O gráfico acima demonstra a presença de um ofuscamento de baixa intensidade (ofuscamento perceptível) nos meses de outubro e novembro, no período das 14:00 h.



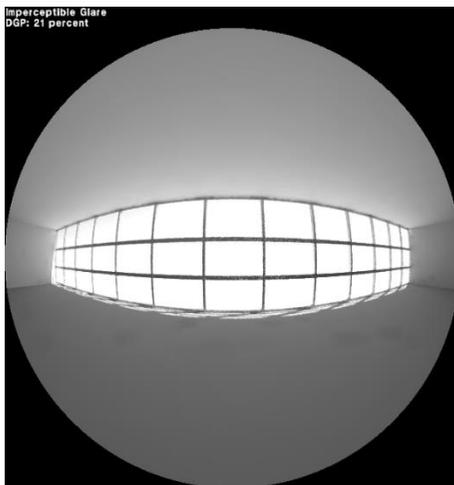
Verifica-se que 99,93% do tempo apresenta ofuscamento imperceptível ou perceptível, sendo assim, o conforto visual do ambiente é satisfatório.

**0,07% de Ofuscamento**



**Resultados das Simulações de Point-in-time-Glare**  
**Orientação SUL (05/11, 14h)**

A vista Point-in-time glare não acusa a probabilidade de ofuscamento intolerável em 05 de novembro, às 14:00h (data da medição). Calcula-se um DGP de 21%, representando um ofuscamento imperceptível. Sendo assim, o conforto visual do ambiente é satisfatório.



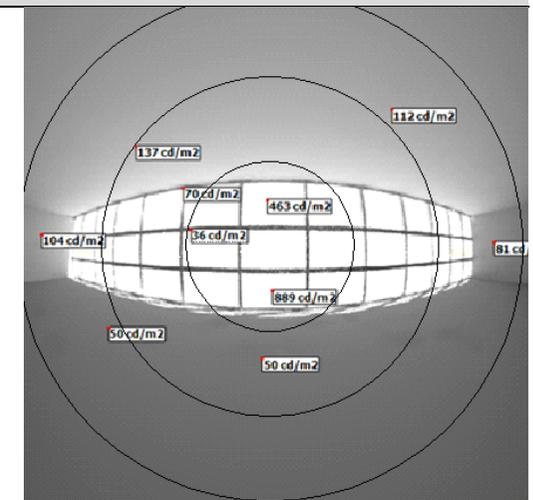
**Tipo de Ofuscamento: Imperceptível**  
**DGP: 21%**

**Resultados das Simulações de Luminâncias no Campo Visual**  
**Orientação SUL (05/11, 14h)**

Na avaliação das relações entre luminâncias no campo visual, detectou-se as seguintes proporções:

- Entre tarefa visual e entorno próximo (limite 3:1) = **24:1**
- Entre tarefa e entorno remoto (limite 10:1) = **17:1**
- Máximo no campo visual (limite 40:1) = **18:1**

Conclui-se que no ambiente a distribuição das luminâncias no campo visual não está adequada, na tarefa e da relação desta com o entorno remoto, havendo probabilidade de ofuscamento pela alta contraste (diferença do claro-escuro) no campo visual do usuário. Já a relação máxima admitida no campo visual está dentro dos limites.

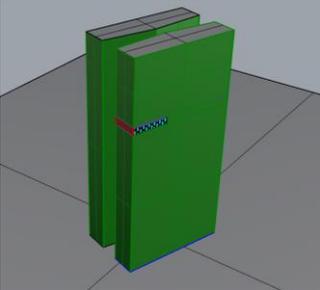
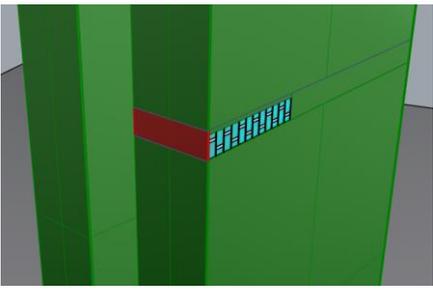
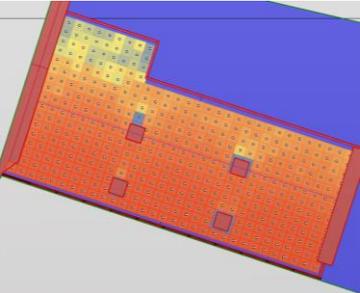
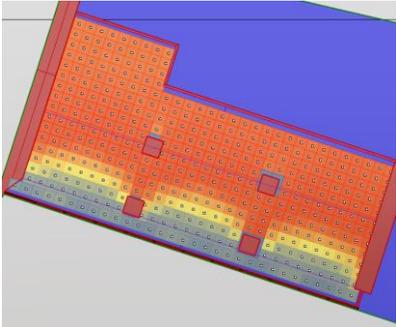
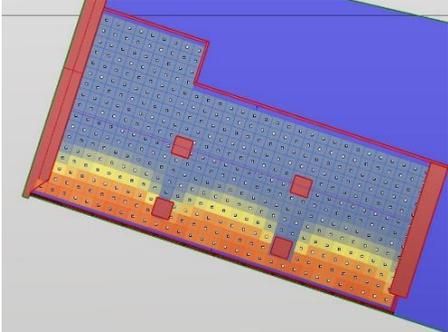


**Luminâncias no Campo Visual (Sul)**

## Edifício 5: CÂMARA (Sala 2009-Sul)

Na Câmara, foi simulado um ambiente representativo (Sala 2009), localizado na fachada sul.

### Resultados de Simulação do Ambiente – CÂMARA-SUL:

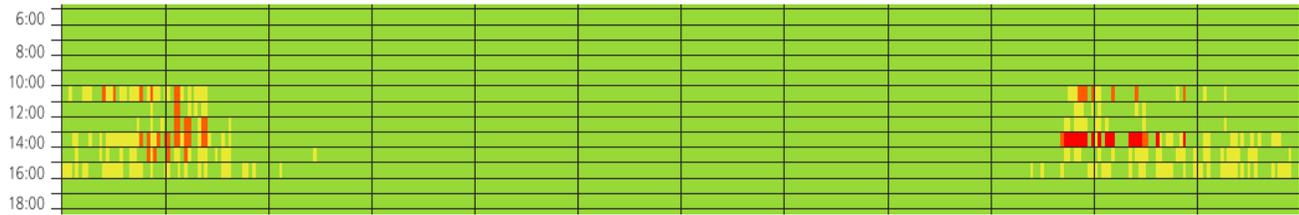
Condições de Simulação:		Imagens da Modelagem:		
<ul style="list-style-type: none"> <li>- Ambiente: Sala 2009</li> <li>- Localização: 20° Pavimento</li> <li>- Orientação: Sul</li> <li>- Dia da simulação: 05/11/2015</li> <li>- Horário: 10h</li> <li>- Nebulosidade (INMET): 12h-1,25 décimos</li> </ul>	<p> Materiais:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Refletância Paredes: 44%</li> <li>- Refletância Piso: 2%</li> <li>- Refletância Teto: 80%</li> <li>- Transmissão Luminosa Vidro: 89%</li> </ul>			
Resultados das Simulações de DA e UDI:		Daylight Autonomy (DA) = 90%	Useful Daylight Illuminance (UDI) = 91%	Useful Daylight Illuminance (UDI) = 9%
<p>O ambiente apresenta 90% do espaço atingindo a iluminância mínima estabelecida (300 lux), em 50% ou mais do tempo.</p> <p>Verifica-se que mais de 50% do espaço possui valores de iluminância dentro dos limites de UDI (100 – 2000 lux), em 50% ou mais do tempo; e que menos de 50% do espaço possui valores de iluminância acima da iluminância máxima recomendada (2000 lux), em 50% ou mais do tempo.</p> <p>Portanto, o desempenho visual do ambiente é satisfatório.</p>		<p>DA &gt; 300 lux em 50% do tempo</p> 	<p>100 lux &gt; DA &lt; 2000 lux em 50% do tempo</p> 	<p>DA &gt; 2000 lux em 50% do tempo</p> 

**Resultados das Simulações de Annual Glare:**

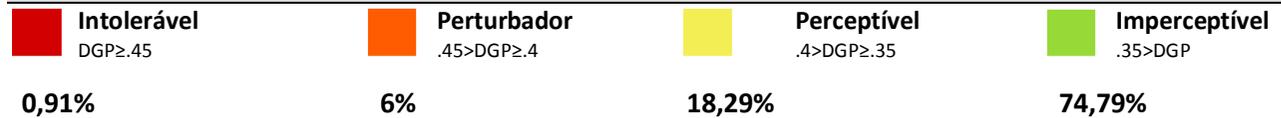
**Gráfico de Annual Glare: CÂMARA-SUL**

O ambiente em questão apresenta ofuscamento intolerável nos meses de outubro e novembro, no período das 15:00 h. O gráfico acima demonstra a presença de um ofuscamento de baixa intensidade (ofuscamento perceptível) nos meses de janeiro, fevereiro, março, outubro, novembro e dezembro, no período das 11:00 h às 16:00 h.

Verifica-se que 74,79% do tempo apresenta ofuscamento imperceptível ou perceptível, sendo assim, o conforto visual do ambiente é satisfatório.

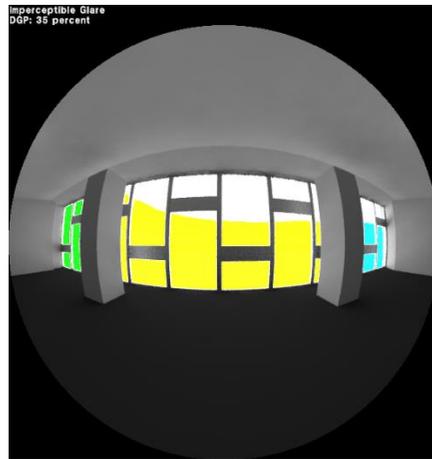


**25, 21% de Ofuscamento**



**Resultados das Simulações de Point-in-time-Glare  
Orientação SUL (05/11, 10h)**

A vista Point-in-time glare não acusa a probabilidade de ofuscamento intolerável em 05 de novembro, às 10:00h (data da medição). Calcula-se um DGP de 35%, representando um ofuscamento imperceptível. Sendo assim, o conforto visual do ambiente é satisfatório.



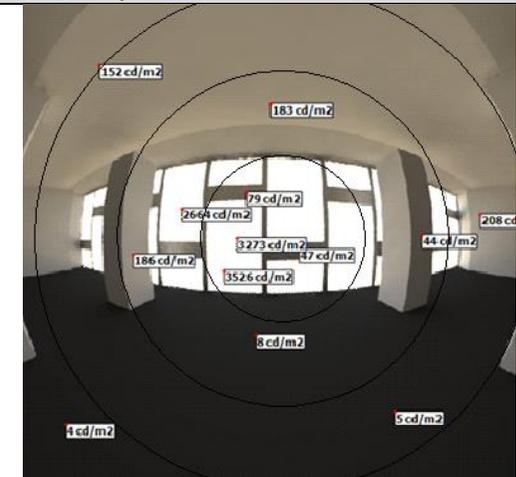
**Tipo de Ofuscamento: Perceptível  
DGP: 35%**

**Resultados das Simulações de Luminâncias no Campo Visual  
Orientação SUL (05/11, 10h)**

Na avaliação das relações entre luminâncias no campo visual, detectou-se as seguintes proporções:

- Entre tarefa visual e entorno próximo (limite 3:1) = **75:1**
- Entre tarefa e entorno remoto (limite 10:1) = **440:1**
- Máximo no campo visual (limite 40:1) = **881:1**

Conclui-se que no ambiente a distribuição das luminâncias no campo visual não está adequada, havendo probabilidade de ofuscamento pela alta contraste (diferença do claro-escuro) no campo visual do usuário.

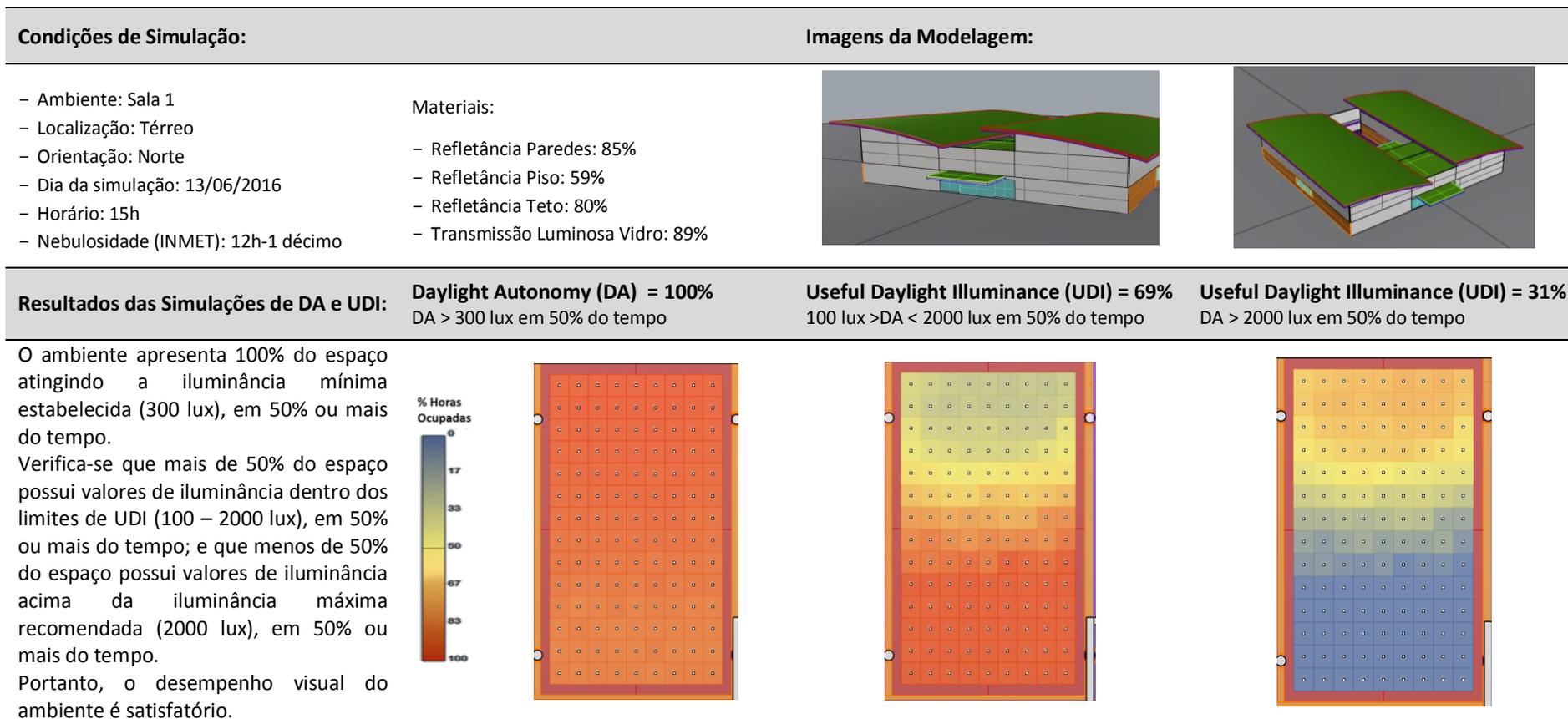


**Luminâncias no Campo Visual (Sul)**

## Edifício 6: CDT (Sala 1-Norte Externa)

No CDT foram avaliados quatro ambientes, localizados nas fachadas externas (norte e sul) e nas fachadas internas, voltadas para o pátio interno.

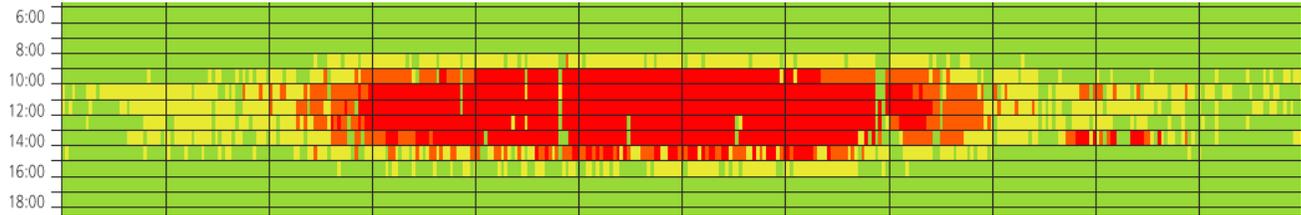
### Resultados de Simulação do Ambiente – Norte-Externa



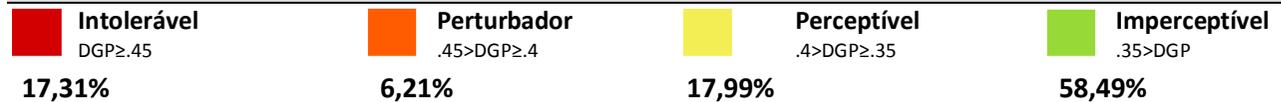
**Resultados das Simulações de Annual Glare:**

**Gráfico de Annual Glare: CDT-NORTE EXTERNA**

O ambiente em questão apresenta ofuscamento intolerável ou perturbador nos meses de março a novembro, no período das 09:00 h às 15:00 h. O gráfico acima demonstra a presença de um ofuscamento de baixa intensidade (ofuscamento perceptível) em todos os meses, no período das 09:00 h às 16:00 h.



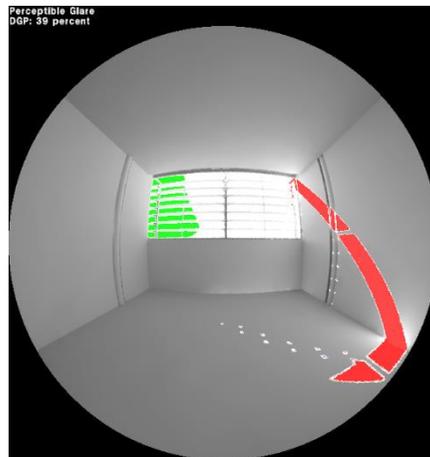
**41,51% de Ofuscamento**



Verifica-se que 58,49% do tempo apresenta ofuscamento imperceptível ou perceptível, sendo assim, o conforto visual do ambiente é insatisfatório.

**Resultados das Simulações de Point-in-time-Glare**  
**Orientação NORTE (13/06, 15h)**

A vista Point-in-time glare não acusa a probabilidade de ofuscamento intolerável em 13 de junho, às 15:00h (data da medição). Calcula-se um DGP de 39%, representando um ofuscamento perceptível. Sendo assim, o conforto visual do ambiente é satisfatório.



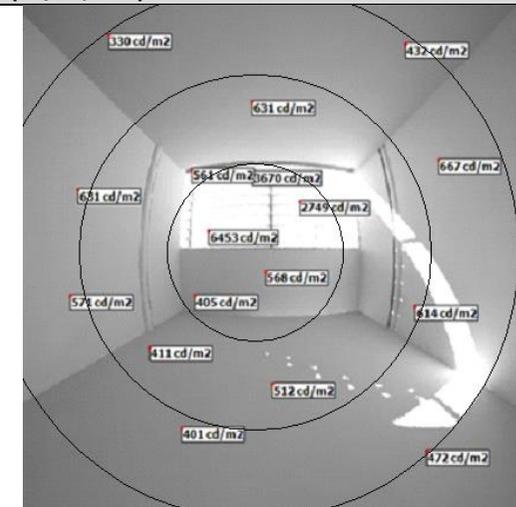
**Tipo de Ofuscamento: Perceptível**  
**DGP: 39%**

**Resultados das Simulações de Luminâncias no Campo Visual**  
**Orientação NORTE (13/06, 15h)**

Na avaliação das relações entre luminâncias no campo visual, detectou-se as seguintes proporções:

- Entre tarefa visual e entorno próximo (limite 3:1) = **11:1**
- Entre tarefa e entorno remoto (limite 10:1) = **11:1**
- Máximo no campo visual (limite 40:1) = **20:1**

Conclui-se que no ambiente a distribuição das luminâncias no campo visual não está adequada, havendo probabilidade de ofuscamento pela alta contraste (diferença do claro-escuro) no campo visual do usuário.



**Luminâncias no Campo Visual (Norte)**

## Edifício 6: CDT (Sala 2-Sul Interna)

### Resultados de Simulação do Ambiente – Sul-Interna

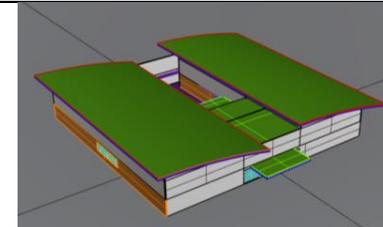
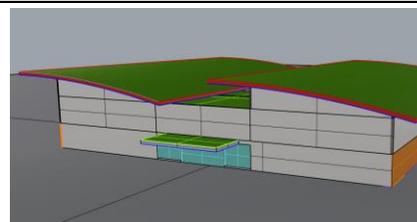
#### Condições de Simulação:

- Ambiente: Sala 2
- Localização: Térreo
- Orientação: Sul
- Dia da simulação: 13/06/2016
- Horário: 15h
- Nebulosidade (INMET): 12h-1 décimo

#### Materiais:

- Refletância Paredes: 85%
- Refletância Piso: 59%
- Refletância Teto: 80%
- Transmissão Luminosa Vidro: 25%

#### Imagens da Modelagem:



#### Resultados das Simulações de DA e UDI:

**Daylight Autonomy (DA) = 27%**

DA > 300 lux em 50% do tempo

**Useful Daylight Illuminance (UDI) = 77%**

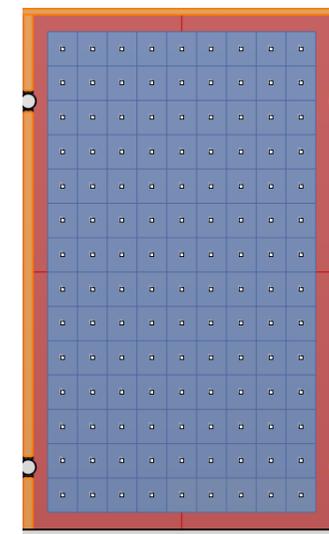
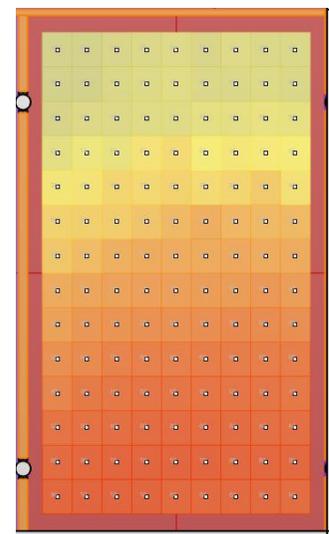
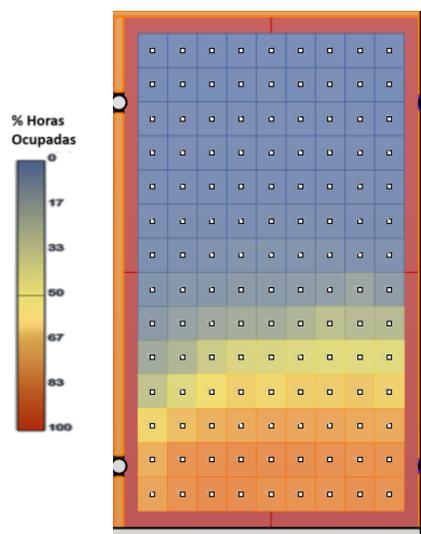
100 lux > DA < 2000 lux em 50% do tempo

**Useful Daylight Illuminance (UDI) = 0%**

DA > 2000 lux em 50% do tempo

O ambiente apresenta 27% do espaço atingindo a iluminância mínima estabelecida (300 lux), em 50% ou mais do tempo. Ou seja, o ambiente tem pouca iluminação para a função de escritório.

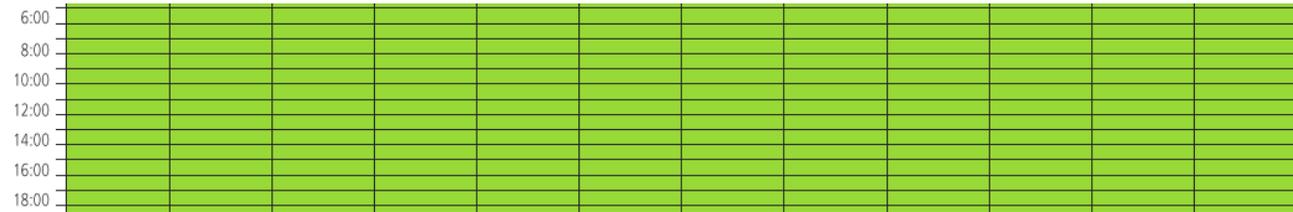
Verifica-se que mais de 50% do espaço possui valores de iluminância dentro dos limites de UDI (100 – 2000 lux), em 50% ou mais do tempo; e que menos de 50% do espaço possui valores de iluminância acima da iluminância máxima recomendada (2000 lux), em 50% ou mais do tempo. Sendo assim, existe pouca possibilidade de haver ofuscamento. Portanto, tendo em vista que os valores de UDI e da DA excessivo estão adequados, mas o ambiente não atinge a iluminância mínima estabelecida (300 lux), o desempenho visual do ambiente é insatisfatório.



**Resultados das Simulações de Annual Glare:**

**Gráfico de Annual Glare: CDT-Sul Interna**

Verifica-se que 100% do tempo apresenta ofuscamento imperceptível, sendo assim, o conforto visual do ambiente é satisfatório.



**0,0% de Ofuscamento**

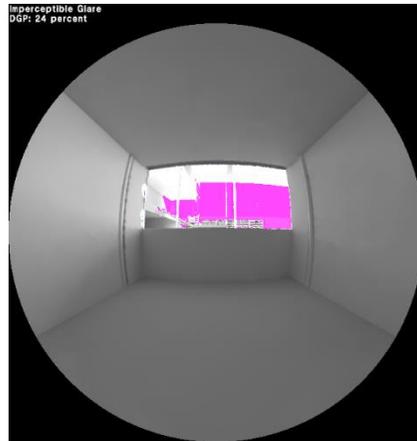


**Resultados das Simulações de Point-in-time-Glare  
Orientação SUL (13/06, 15h)**

A vista Point-in-time glare não acusa a probabilidade de ofuscamento intolerável em 13 de junho, às 15:00h (data da medição).

Calcula-se um DGP de 24%, representando um ofuscamento imperceptível.

Sendo assim, o conforto visual do ambiente é satisfatório.



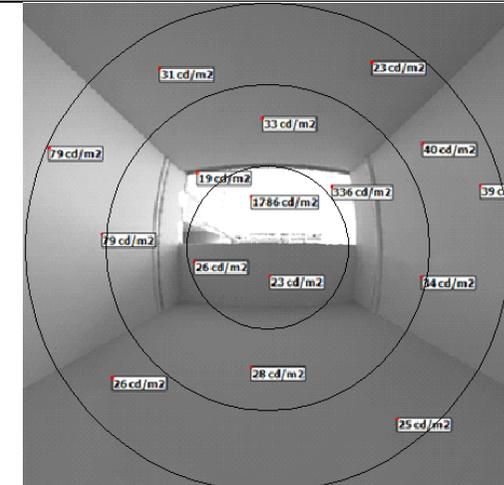
**Tipo de Ofuscamento: Imperceptível  
DGP: 24%**

**Resultados das Simulações de Luminâncias no Campo Visual  
Orientação SUL (13/06, 15h)**

Na avaliação das relações entre luminâncias no campo visual, detectou-se as seguintes proporções:

- Entre tarefa visual e entorno próximo (limite 3:1) = **77:1**
- Entre tarefa e entorno remoto (limite 10:1) = **94:1**
- Máximo no campo visual (limite 40:1) = **71:1**

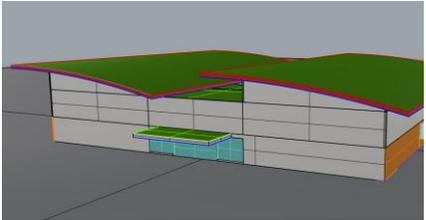
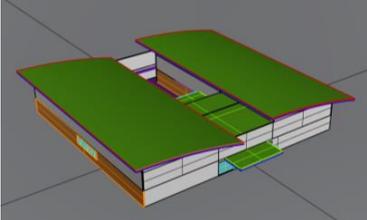
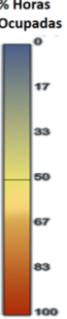
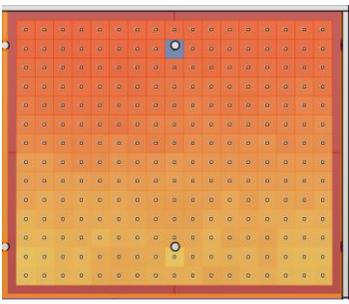
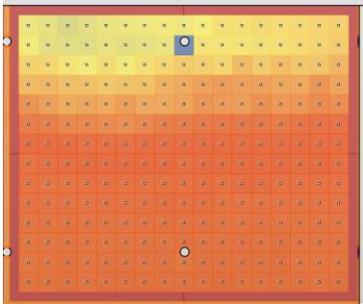
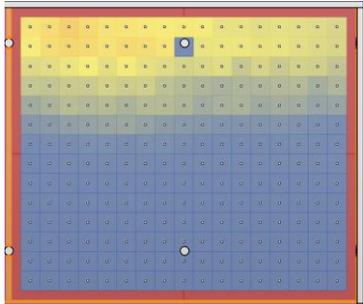
Conclui-se que no ambiente a distribuição das luminâncias no campo visual não está adequada, havendo probabilidade de ofuscamento pela alta contraste (diferença do claro-escuro) no campo visual do usuário.



**Luminâncias no Campo Visual (Sul)**

## Edifício 6: CDT (Sala 3-Norte Interna)

### Resultados de Simulação do Ambiente – Norte-Interna

Condições de Simulação:		Imagens da Modelagem:		
<ul style="list-style-type: none"> <li>- Ambiente: Sala 3</li> <li>- Localização: Térreo</li> <li>- Orientação: Norte</li> <li>- Dia da simulação: 13/06/2016</li> <li>- Horário: 15h</li> <li>- Nebulosidade (INMET): 12h-1 décimo</li> </ul>	<p>Materiais:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Refletância Paredes: 85%</li> <li>- Refletância Piso: 59%</li> <li>- Refletância Teto: 80%</li> <li>- Transmissão Luminosa Vidro: 89%</li> </ul>			
<b>Resultados das Simulações de DA e UDI:</b>	<b>Daylight Autonomy (DA) = 100%</b> DA > 300 lux em 50% do tempo	<b>Useful Daylight Illuminance (UDI) = 89%</b> 100 lux > DA < 2000 lux em 50% do tempo	<b>Useful Daylight Illuminance (UDI) = 8%</b> DA > 2000 lux em 50% do tempo	
<p>O ambiente apresenta 1000% do espaço atingindo a iluminância mínima estabelecida (300 lux), em 50% ou mais do tempo.</p> <p>Verifica-se que mais de 50% do espaço possui valores de iluminância dentro dos limites de UDI (100 – 2000 lux), em 50% ou mais do tempo; e que menos de 50% do espaço possui valores de iluminância acima da iluminância máxima recomendada (2000 lux), em 50% ou mais do tempo.</p> <p>Portanto, o desempenho visual do ambiente é satisfatório.</p>	   			

**Resultados das Simulações de Annual Glare:**

**Gráfico de Annual Glare: CDT Norte Interna**

O ambiente em questão apresenta ofuscamento intolerável ou perturbador nos meses de agosto, setembro, outubro, novembro, janeiro, fevereiro, março e abril, no período das 11:00 h às 14:00 h. O gráfico acima demonstra a presença de um ofuscamento de baixa intensidade (ofuscamento perceptível) nos meses de janeiro a novembro, no período das 11:00 h às 15:00 h.

Verifica-se que 99,59% do tempo apresenta ofuscamento imperceptível ou perceptível, sendo assim, o conforto visual do ambiente é satisfatório.

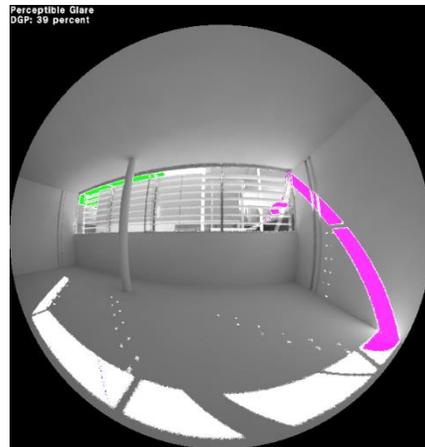


**7,10% de Ofuscamento**

<b>Intolerável</b> DGP ≥ .45	<b>Perturbador</b> .45 > DGP ≥ .4	<b>Perceptível</b> .4 > DGP ≥ .35	<b>Imperceptível</b> .35 > DGP
<b>0,39%</b>	<b>0,43%</b>	<b>6,28%</b>	<b>92,90%</b>

**Resultados das Simulações de Point-in-time-Glare  
Orientação NORTE (13/06, 15h)**

A vista Point-in-time glare não acusa a probabilidade de ofuscamento intolerável em 13 de junho, às 15:00h (data da medição). Calcula-se um DGP de 39%, representando um ofuscamento perceptível. Sendo assim, o conforto visual do ambiente é satisfatório.



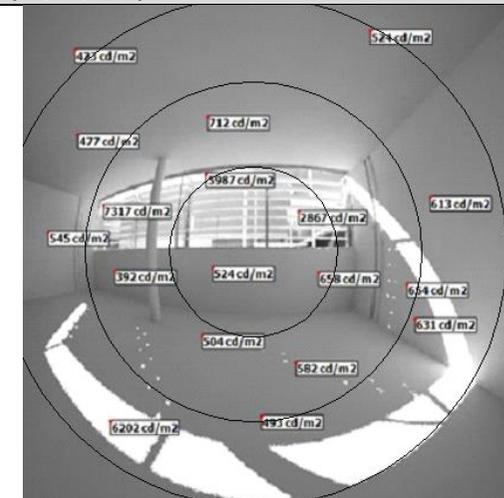
**Tipo de Ofuscamento: Perceptível  
DGP: 39%**

**Resultados das Simulações de Luminâncias no Campo Visual  
Orientação NORTE (13/06, 15h)**

Na avaliação das relações entre luminâncias no campo visual, detectou-se as seguintes proporções:

- Entre tarefa visual e entorno próximo (limite 3:1) = **11:1**
- Entre tarefa e entorno remoto (limite 10:1) = **15:1**
- Máximo no campo visual (limite 40:1) = **14:1**

Conclui-se que no ambiente a distribuição das luminâncias no campo visual não está adequada, havendo probabilidade de ofuscamento pela alta contraste (diferença do claro-escuro) no campo visual do usuário.



**Luminâncias no Campo Visual (Norte)**

## Edifício 6: CDT (Sala 4-Sul Externa)

### Resultados de Simulação do Ambiente – Sul Externa

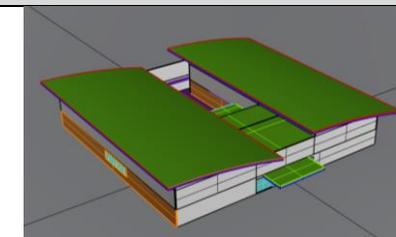
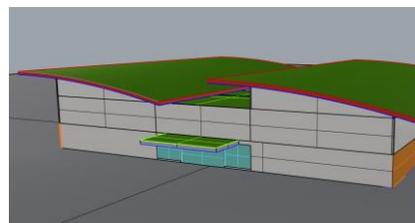
#### Condições de Simulação:

- Ambiente: Sala 4
- Localização: Térreo
- Orientação: Sul
- Dia da simulação: 13/06/2016
- Horário: 15h
- Nebulosidade (INMET): 12h-1 décimo

#### Materiais:

- Refletância Paredes: 85%
- Refletância Piso: 59%
- Refletância Teto: 80%
- Transmissão Luminosa Vidro: 25%

#### Imagens da Modelagem:



#### Resultados das Simulações de DA e UDI:

**Daylight Autonomy (DA) = 100%**  
DA > 300 lux em 50% do tempo

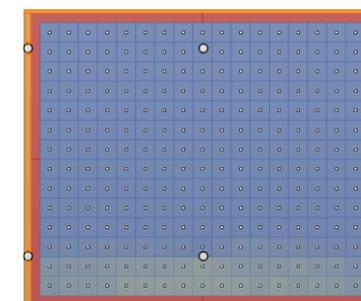
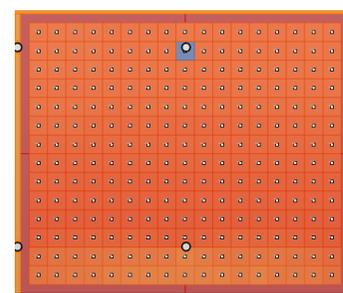
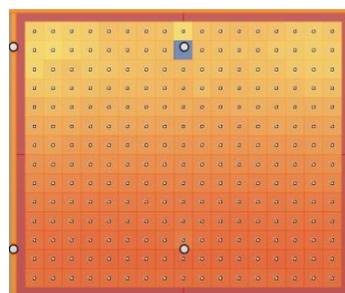
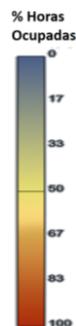
**Useful Daylight Illuminance (UDI) = 100%**  
100 lux > DA < 2000 lux em 50% do tempo

**Useful Daylight Illuminance (UDI) = 0%**  
DA > 2000 lux em 50% do tempo

O ambiente apresenta 100% do espaço atingindo a iluminância mínima estabelecida (300 lux), em 50% ou mais do tempo.

Verifica-se que mais de 50% do espaço possui valores de iluminância dentro dos limites de UDI (100 – 2000 lux), em 50% ou mais do tempo; e que menos de 50% do espaço possui valores de iluminância acima da iluminância máxima recomendada (2000 lux), em 50% ou mais do tempo.

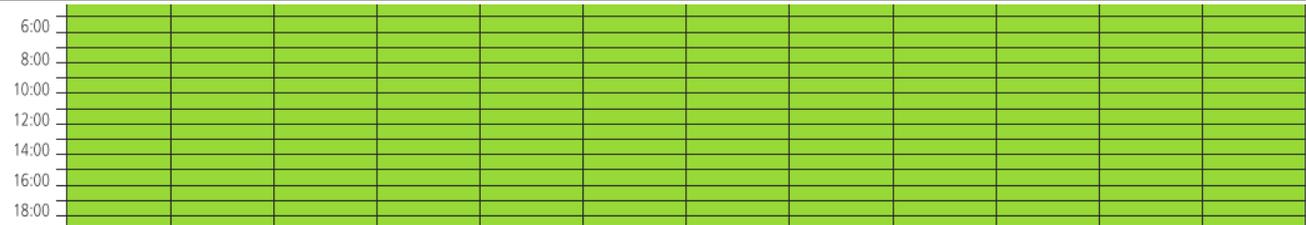
Portanto, o desempenho visual do ambiente é satisfatório.



**Resultados das Simulações de Annual Glare:**

**Gráfico de Annual Glare: CDT SUL EXTERNA**

Verifica-se que 100% do tempo apresenta ofuscamento imperceptível, sendo assim, o conforto visual do ambiente é satisfatório.



**0,0% de Ofuscamento**

**Intolerável**  
DGP ≥ .45

**Perturbador**  
.45 > DGP ≥ .4

**Perceptível**  
.4 > DGP ≥ .35

**Imperceptível**  
.35 > DGP

**0,0%**

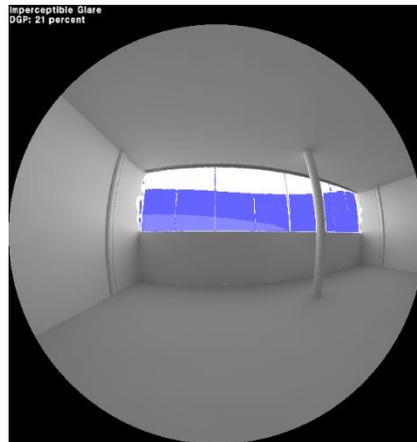
**0,0%**

**0,0%**

**100%**

**Resultados das Simulações de Point-in-time-Glare  
Orientação SUL (13/06, 15h)**

A vista Point-in-time glare não acusa a probabilidade de ofuscamento intolerável em 13 de junho, às 15:00h (data da medição). Calcula-se um DGP de 21%, representando um ofuscamento imperceptível. Sendo assim, o conforto visual do ambiente é satisfatório.



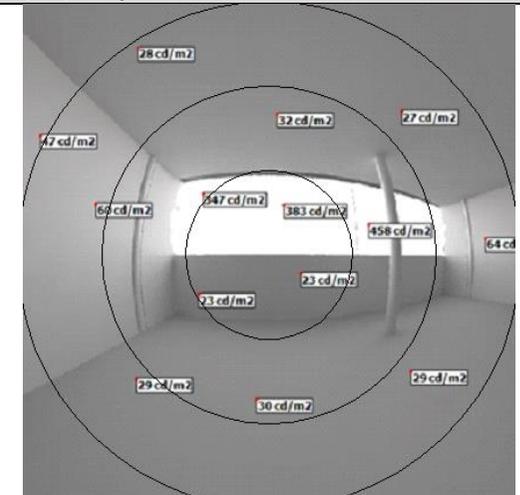
**Tipo de Ofuscamento: Imperceptível  
DGP: 21%**

**Resultados das Simulações de Luminâncias no Campo Visual  
Orientação SUL (13/06, 15h)**

Na avaliação das relações entre luminâncias no campo visual, detectou-se as seguintes proporções:

- Entre tarefa visual e entorno próximo (limite 3:1) = **16:1**
- Entre tarefa e entorno remoto (limite 10:1) = **12:1**
- Máximo no campo visual (limite 40:1) = **13:1**

Conclui-se que no ambiente a distribuição das luminâncias no campo visual não está adequada, havendo probabilidade de ofuscamento pela alta contraste (diferença do claro-escuro) no campo visual do usuário.

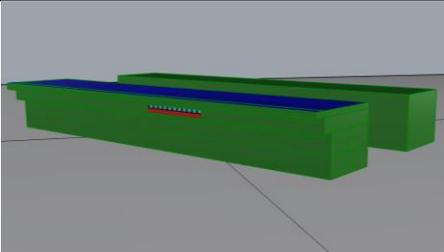
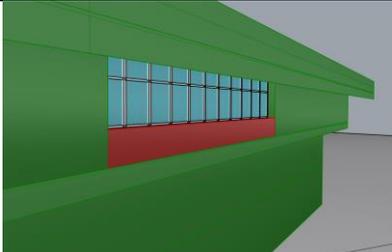
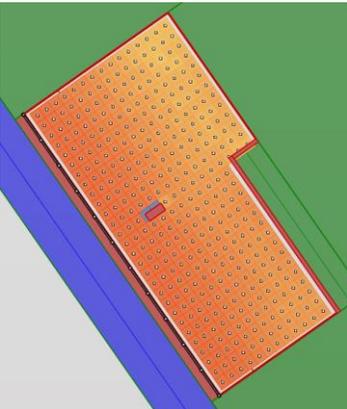
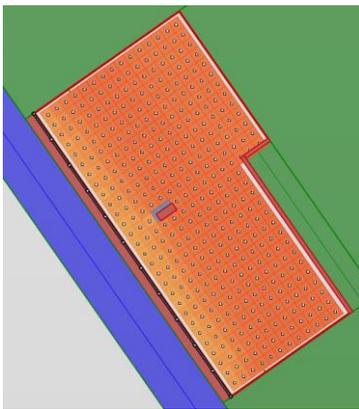
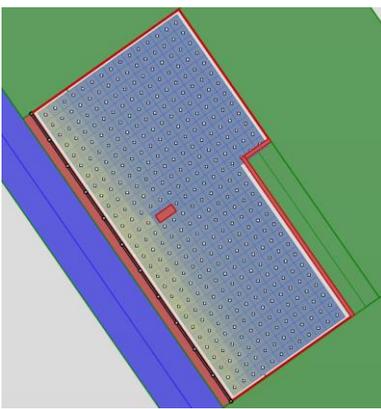


**Luminâncias no Campo Visual (Sul)**

## Edifício 7: REITORIA (Sala SECOM-Oeste)

Na REITORIA foi simulado um ambiente representativo, com abertura para o Oeste.

### Resultados de Simulação do Ambiente – SECOM-Oeste

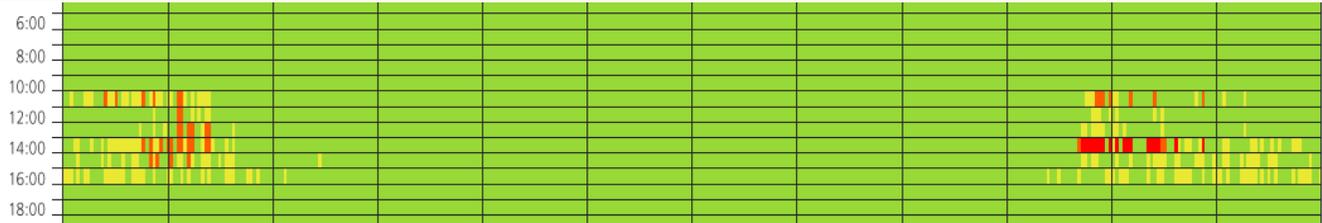
Condições de Simulação:		Imagens da Modelagem:		
<ul style="list-style-type: none"> <li>- Ambiente: SECOM</li> <li>- Localização: 2º Pavimento</li> <li>- Orientação: Oeste</li> <li>- Dia da simulação: 04/11/2015</li> <li>- Horário: 15h</li> <li>- Nebulosidade (INMET): 12h-7,5 décimos</li> </ul>	<p> Materiais:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Refletância Paredes: 72%</li> <li>- Refletância Piso: 79%</li> <li>- Refletância Teto: 80%</li> <li>- Transmissão Luminosa Vidro: 89%</li> </ul>			
<b>Resultados das Simulações de DA e UDI:</b>	<p><b>Daylight Autonomy (DA) = 99%</b> DA &gt; 300 lux em 50% do tempo</p>	<p><b>Useful Daylight Illuminance (UDI) = 100%</b> 100 lux &gt; DA &lt; 2000 lux em 50% do tempo</p>	<p><b>Useful Daylight Illuminance (UDI) = 0%</b> DA &gt; 2000 lux em 50% do tempo</p>	
<p>O ambiente apresenta 99% do espaço atingindo a iluminância mínima estabelecida (300 lux), em 50% ou mais do tempo.</p> <p>Verifica-se que mais de 50% do espaço possui valores de iluminância dentro dos limites de UDI (100 – 2000 lux), em 50% ou mais do tempo; e que menos de 50% do espaço possui valores de iluminância acima da iluminância máxima recomendada (2000 lux), em 50% ou mais do tempo.</p> <p>Portanto, o desempenho visual do ambiente é satisfatório.</p>				

**Resultados das Simulações de Annual Glare:**

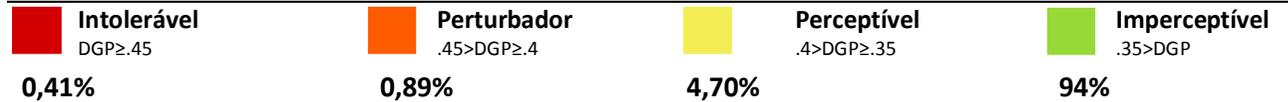
**Gráfico de Annual Glare: REITORIA-OESTE**

O ambiente em questão apresenta ofuscamento intolerável nos meses de outubro e novembro, no período das 14:00 h. O gráfico acima demonstra a presença de um ofuscamento de baixa intensidade (ofuscamento perceptível) nos meses de janeiro, fevereiro, outubro, novembro e dezembro, no período das 11:00 h às 16:00 h.

Verifica-se que 94% do tempo apresenta ofuscamento imperceptível ou perceptível, sendo assim, o conforto visual do ambiente é satisfatório.

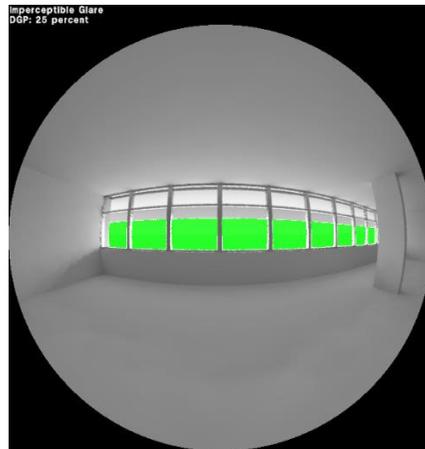


**6,0% de Ofuscamento**



**Resultados das Simulações de Point-in-time-Glare  
Orientação OESTE (04/11, 15h)**

A vista Point-in-time glare não acusa a probabilidade de ofuscamento intolerável em 04 de novembro, às 15:00h (data da medição). Calcula-se um DGP de 25%, representando um ofuscamento imperceptível. Sendo assim, o conforto visual do ambiente é satisfatório.



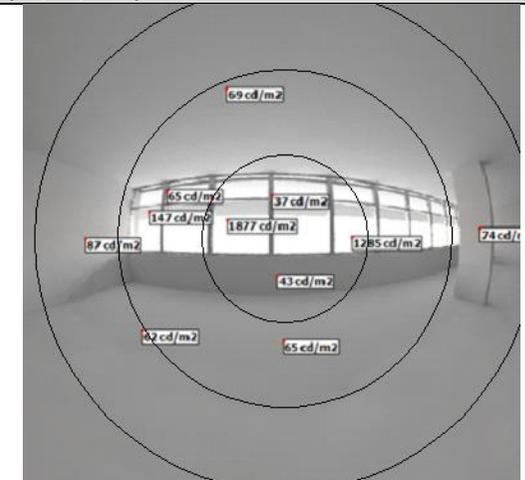
**Tipo de Ofuscamento: Imperceptível  
DGP: 25%**

**Resultados das Simulações de Luminâncias no Campo Visual  
Orientação OESTE (04/11, 15h)**

Na avaliação das relações entre luminâncias no campo visual, detectou-se as seguintes proporções:

- Entre tarefa visual e entorno próximo (limite 3:1) = **50:1**
- Entre tarefa e entorno remoto (limite 10:1) = **28:1**
- Máximo no campo visual (limite 40:1) = **30:1**

Conclui-se que no ambiente a distribuição das luminâncias no campo visual não está adequada, havendo probabilidade de ofuscamento pela alta contraste (diferença do claro-escuro) no campo visual do usuário.



**Luminâncias no Campo Visual (Oeste)**

## Apêndice 4: Avaliações da Qualidade das Vistas dos edifícios

### Edifício 1: TJDFT: Qualidade da Vista

#### ▪ Vista TJDFT (Sul):

- Pontuação Total (Helinga, 2013): 06 pontos, Média Qualidade da Vista



Figura: Distribuição de Camadas na Vista Sul do TJDFT. (Fonte: Luisa Viotti)

Quadro: Classificação da Vista Sul do TJDFT (Fonte Luisa Viotti)

PARÂMETROS (IEA, 2014)	Insuficiente	Suficiente	Bom	Excelente
Largura da Janela de Visualização	< 14°	> 14°	> 28°	> 54°m
Distância da Vista	< 6 m	> 6 m	> 20 m	> 50 m
Número de Camadas	1	2	3	Tudo
Informações Ambientais	Horário e Clima	+ Localização	+ Natureza/ Pessoas	Todas as camadas

#### ▪ Vista TJDFT (Norte):

- Pontuação Total (Helinga, 2013): 06 pontos, Média Qualidade da Vista



Figura: Distribuição de Camadas na Vista Norte do TJDFT. (Fonte: Luisa Viotti)

Quadro: Classificação da Vista Norte do TJDFT (Fonte Luisa Viotti)

PARÂMETROS (IEA, 2014)	Insuficiente	Suficiente	Bom	Excelente
Largura da Janela de Visualização	< 14°	> 14°	> 28°	> 54°m
Distância da Vista	< 6 m	> 6 m	> 20 m	> 50 m
Número de Camadas	1	2	3	Tudo
Informações Ambientais	Horário e Clima	+ Localização	+ Natureza/ Pessoas	Todas as camadas

### Edifício 2: MMA: Qualidade da Vista

▪ **Vista MMA (Leste):**

- Pontuação Total (Helinga, 2013): 08 pontos, Alta Qualidade da Vista



**Figura:** Distribuição de Camadas na Vista Leste do MMA. (Fonte: Luisa Viotti)

**Quadro:** Classificação da Vista Leste do MMA (Fonte Luisa Viotti)

PARÂMETROS (IEA, 2014)	Insuficiente	Suficiente	Bom	Excelente
Largura da Janela de Visualização	< 14°	> 14°	> 28°	> 54°m
Distância da Vista	< 6 m	> 6 m	> 20 m	> 50 m
Número de Camadas	1	2	3	Tudo
Informações Ambientais	Horário e Clima	+ Localização	+ <b>Natureza/ Pessoas</b>	Todas as camadas

▪ **Vista MMA (Oeste):**

- Pontuação Total (Helinga, 2013): 03 pontos, Baixa Qualidade da Vista



**Figura:** Distribuição de Camadas na Vista Oeste do MMA. (Fonte: Luisa Viotti)

**Quadro:** Classificação da Vista Oeste do MMA (Fonte Luisa Viotti)

PARÂMETROS (IEA, 2014)	Insuficiente	Suficiente	Bom	Excelente
Largura da Janela de Visualização	< 14°	> 14°	> 28°	> 54°m
Distância da Vista	< 6 m	> 6 m	> 20 m	> 50 m
Número de Camadas	1	2	3	Tudo
Informações Ambientais	Horário e Clima	+ Localização	+ <b>Natureza/ Pessoas</b>	Todas as camadas

### Edifício 3: MME: Qualidade da Vista

- **Vista MME (Oeste):**

- Pontuação Total (Helinga, 2013): 03 pontos, Baixa Qualidade da Vista



Figura: Distribuição de Camadas na Vista Oeste do MME. (Fonte: Luisa Viotti)

Quadro: Classificação da Vista Oeste do MME (Fonte Luisa Viotti)

PARÂMETROS (IEA, 2014)	Insuficiente	Suficiente	Bom	Excelente
Largura da Janela de Visualização	< 14°	> 14°	> 28°	> 54°m
Distância da Vista	< 6 m	> 6 m	> 20 m	> 50 m
Número de Camadas	1	2	3	Tudo
Informações Ambientais	Horário e Clima	+ Localização	+ Natureza/ Pessoas	Todas as camadas

- **Vista MME (Leste):**

- Pontuação Total (Helinga, 2013): 05 pontos, Média Qualidade da Vista



Figura 1: Distribuição de Camadas na Vista Leste do MME. (Fonte: Luisa Viotti)

Quadro: Classificação Vista Leste do MME (Fonte Luisa Viotti)

PARÂMETROS (IEA, 2014)	Insuficiente	Suficiente	Bom	Excelente
Largura da Janela de Visualização	< 14°	> 14°	> 28°	> 54°m
Distância da Vista	< 6 m	> 6 m	> 20 m	> 50 m
Número de Camadas	1	2	3	Tudo
Informações Ambientais	Horário e Clima	+ Localização	+ Natureza/ Pessoas	Todas as camadas

## Edifício 4: TCU: Qualidade da Vista

### ▪ Vista TCU (Norte):

- Pontuação Total (Helinga, 2013): 02 pontos, Baixa Qualidade da Vista



Figura: Distribuição de Camadas na Vista Sul do TCU. (Fonte: Luisa Viotti)

Quadro: Classificação da Vista Sul do TCU (Fonte Luisa Viotti)

PARÂMETROS (IEA, 2014)	Insuficiente	Suficiente	Bom	Excelente
Largura da Janela de Visualização	< 14°	> 14°	> 28°	> 54°m
Distância da Vista	< 6 m	> 6 m	> 20 m	> 50 m
Número de Camadas	1	2	3	Tudo
Informações Ambientais	Horário e Clima	+ Localização	+ Natureza/ Pessoas	Todas as camadas

### ▪ Vista TCU (Sul):

- Pontuação Total (Helinga, 2013): 06 pontos, Média Qualidade da Vista



Figura: Distribuição de Camadas na Vista Sul do TCU (Fonte: Luisa Viotti)

Quadro: Classificação da Vista Sul do TCU (Fonte Luisa Viotti)

PARÂMETROS (IEA, 2014)	Insuficiente	Suficiente	Bom	Excelente
Largura da Janela de Visualização	< 14°	> 14°	> 28°	> 54°m
Distância da Vista	< 6 m	> 6 m	> 20 m	> 50 m
Número de Camadas	1	2	3	Tudo
Informações Ambientais	Horário e Clima	+ Localização	+ Natureza/ Pessoas	Todas as camadas

## Edifício 5: CÂMARA: Qualidade da Vista

### ▪ Vista CÂMARA (Sul):

- Pontuação Total (Helinga, 2013): 09 pontos, Alta Qualidade da Vista

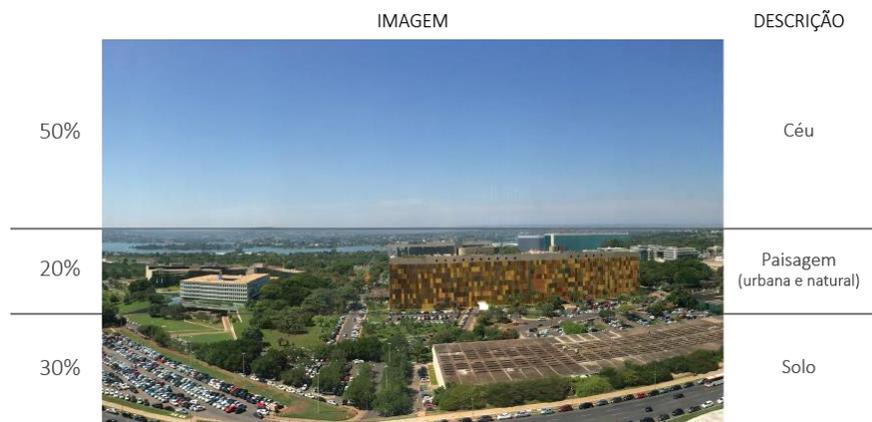


Figura: Distribuição de Camadas na Vista Sul da Câmara. (Fonte: Luisa Viotti)

Quadro: Classificação da Vista Sul da Câmara (Fonte Luisa Viotti)

PARÂMETROS (IEA, 2014)	Insuficiente	Suficiente	Bom	Excelente
Largura da Janela de Visualização	< 14°	> 14°	> 28°	> 54°m
Distância da Vista	< 6 m	> 6 m	> 20 m	> 50 m
Número de Camadas	1	2	3	Tudo
Informações Ambientais	Horário e Clima	+ Localização	+ Natureza/ Pessoas	Todas as camadas

## Edifício 7: REITORIA: Qualidade da Vista

### ▪ Vista REITORIA (Oeste):

- Pontuação Total (Helinga, 2013): 05 pontos, Média Qualidade da Vista



Figura: Distribuição de Camadas na Vista Oeste da Reitoria. (Fonte: Luisa Viotti)

Quadro: Classificação da Vista Oeste da Reitoria (Fonte Luisa Viotti)

PARÂMETROS (IEA, 2014)	Insuficiente	Suficiente	Bom	Excelente
Largura da Janela de Visualização	< 14°	> 14°	> 28°	> 54°m
Distância da Vista	< 6 m	> 6 m	> 20 m	> 50 m
Número de Camadas	1	2	3	Tudo
Informações Ambientais	Horário e Clima	+ Localização	+ Natureza/ Pessoas	Todas as camadas

## Edifício 6: CDT: Qualidade da Vista

### ▪ Vista CDT (Norte-Externa):

- Pontuação Total (Helinga, 2013): 05 pontos, Média Qualidade da Vista



Figura: Distribuição de Camadas na Vista Norte Externa do CDT. (Fonte: Luisa Viotti)

Quadro: Classificação da Vista Vista Norte Externa do CDT (Fonte Luisa Viotti)

PARÂMETROS (IEA, 2014)	Insuficiente	Suficiente	Bom	Excelente
Largura da Janela de Visualização	< 14°	> 14°	> 28°	> 54°m
Distância da Vista	< 6 m	> 6 m	> 20 m	> 50 m
Número de Camadas	1	2	3	Tudo
Informações Ambientais	Horário e Clima	+ Localização	+ Natureza/ Pessoas	Todas as camadas

### ▪ Vista CDT (Sul-Externa):

- Pontuação Total (Helinga, 2013): 06 pontos, Média Qualidade da Vista



Figura: Distribuição de Camadas na Vista Sul Externa do CDT. (Fonte: Luisa Viotti)

Quadro: Classificação da Vista Sul Externa do CDT (Fonte Luisa Viotti)

PARÂMETROS (IEA, 2014)	Insuficiente	Suficiente	Bom	Excelente
Largura da Janela de Visualização	< 14°	> 14°	> 28°	> 54°m
Distância da Vista	< 6 m	> 6 m	> 20 m	> 50 m
Número de Camadas	1	2	3	Tudo
Informações Ambientais	Horário e Clima	+ Localização	+ Natureza/ Pessoas	Todas as camadas

## Edifício 6: CDT: Qualidade da Vista

### ▪ Vista CDT (Norte-Interna):

- Pontuação Total (Helinga, 2013): 04 pontos, Baixa Qualidade da Vista



**Figura:** Distribuição de Camadas na Vista Nortel Interna do CDT. (Fonte: Luisa Viotti)

**Quadro:** Classificação da Vista Nortel Interna do CDT (Fonte Luisa Viotti)

PARÂMETROS (IEA, 2014)	Insuficiente	Suficiente	Bom	Excelente
Largura da Janela de Visualização	< 14°	> 14°	> 28°	> 54°m
Distância da Vista	< 6 m	> 6 m	> 20 m	> 50 m
Número de Camadas	1	2	3	Tudo
Informações Ambientais	Horário e Clima	+ Localização	+ <b>Natureza/ Pessoas</b>	Todas as camadas

### ▪ Vista CDT (Sul-Interna):

- Pontuação Total (Helinga, 2013): 04 pontos, Baixa Qualidade da Vista



**Figura:** Distribuição de Camadas na Vista Sul Interna do CDT. (Fonte: Luisa Viotti)

**Quadro:** Classificação da Vista Sul Interna do CDT (Fonte Luisa Viotti)

PARÂMETROS (IEA, 2014)	Insuficiente	Suficiente	Bom	Excelente
Largura da Janela de Visualização	< 14°	> 14°	> 28°	> 54°m
Distância da Vista	< 6 m	> 6 m	> 20 m	> 50 m
Número de Camadas	1	2	3	Tudo
Informações Ambientais	Horário e Clima	+ Localização	+ <b>Natureza/ Pessoas</b>	Todas as camadas

## Apêndice 5: Banco de Dados dos Resultados

O Banco de Dados gerado em planilha Excel para análise estatística dessa tese, com todos os resultados das avaliações nos ambientes reais (Questionários, Simulações e Avaliações da Qualidade da Vista), pode ser acessado no link abaixo:

[https://drive.google.com/open?id=0B7\\_lrhbYMIzaWklQLXhDUUtjR1k](https://drive.google.com/open?id=0B7_lrhbYMIzaWklQLXhDUUtjR1k)

Em função do tamanho da planilha, não é possível fazer a impressão, de forma legível, em formato A4.

## Apêndice 6: Planilha Excel Base para Quali-Luz



**1. Desempenho Visual** **3,00**

**2. Conforto Visual** **2,00**

INFORMAÇÕES AMBIENTAIS:	Respostas:
Localidade (Cidade)	Brasília
Tipo de Céu	Parcialmente Encoberto

AMBIENTE INTERNO:	Respostas:
Uso do Ambiente:	Escritório
Geometria do Ambiente:	Profundo
Orientação da Janela:	Norte

JANELA:	Respostas:
Tipo de Janela	Horizontal
Percentual de Abertura (PAF)	20%
Tipo de Proteção Solar Externa	Sem Proteção

MATERIAIS:	Respostas:
Transmissão Luminosa do Vidro	Baixa (20%)
Refletância das Piso	Cor Clara (80%)
Refletância do Parede	Cor Clara (80%)
Refletância do Teto	Cor Clara (80%)

## 2. Qualidade da Vista = 4,45

CARACTERÍSTICA DA VISTA: IEA		Respostas:	20%
Largura da Janela de Visualização:	>14"	Resultado Médio ou Su	2,25
Distância da Vista:	>50m	Resultado Médio ou Su	
Camadas Visíveis:	Camada com paisagem natural ou edificada	Resultado Médio ou Su	
Informações Ambientais:	Horário e clima	Resultado Baixo ou Ins	

QUALIDADE DA VISTA: HELINGA		Respostas:	80%
1. Caráter da Vista	Paisagem Natural	Resultado Médio ou Su	5,00
	Não	Resultado Baixo ou Ins	
3. Quais Camadas são Visíveis?			5,00
	Solo	Resultado Baixo ou Ins	
	Edifícios Vizinhos ou Vegetação	Resultado Médio ou Su	
	Paisagem ou Perfil da Cidade Distante	Resultado Médio ou Su	
	Céu	Resultado Baixo ou Ins	
4. Contém Água Natural?	Sim	Resultado Médio ou Su	
5. Contém Tráfego/Carros?	Não	Resultado Médio ou Su	
6. Como é a diversidade da Vista?	Baixa	Resultado Baixo ou Ins	
7. Essa vista é dominada por um ou mais edifícios com caráter similar?	Sim	Resultado Médio ou Su	
8. O(s) Edifício(s) está(ão) em boas condições de manutenção?	Sim	Resultado Médio ou Su	
9. Quais as características do(s) edifício(s)?	Antigo/Histórico, arquitetura simples/pouca informação	Resultado Baixo ou Ins	

Legenda:

- Resultado Baixo ou Ins
- Resultado Médio ou Su
- Resultado Alto ou Excel

## 3. Eficiência Energética = 3

ETIQUETA FINAL

Uso do Ambiente	Escritório	
Total de Potência Instalada de Iluminação Artificial (W)	1300	Eficiência da Potência Instalada (W) no C
Área Útil do ambiente (m2)	100	Limite de Potência (W) para ser nível A+
		1070
Fileira de Luminárias próxima à janela tem acionamento (interruptor) independente?	Sim	Atendimento aos Pré-requisitos
O ambiente possui acionamento (interruptor) visível e acessível?	Sim	
Para ambiente com mais de 250m2: Possui desligamento automático do sistema de iluminação?	Não se aplica (ambiente com menos de 250m2)	

Legenda:

- Resultado Baixo ou Ins
- Resultado Médio ou Su
- Resultado Alto ou Excel

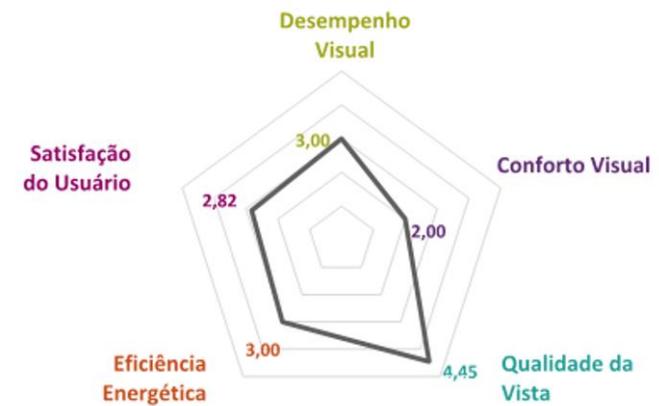
Não Cumpriu Pré-requi  
Pré-requisitos obrigató

4. Satisfação do Usuário = **2,82**

Tipo de Projeto:	Projeto Inicial (Expectativas)
<b>Respostas Usuários</b>	
Luz natural	Satisfeito
Luz artificial	Muito Insatisfeito (Muito Ruim)
Tamanho da janela	Muito Insatisfeito (Muito Ruim)
Vista Exterior da Janela	Muito Satisfeito (Muito Bom)
Transparência do Vidro	Neutro
Cores do Teto, Paredes e Piso	Muito Satisfeito (Muito Bom)
Mobiliário	Neutro
Posição que ocupa no ambiente	Muito Insatisfeito (Muito Ruim)
Tamanho do espaço	Muito Insatisfeito (Muito Ruim)
Privacidade	Muito Insatisfeito (Muito Ruim)
Impressão geral da sala	Muito Insatisfeito (Muito Ruim)
A iluminação artificial fica ligada?	Regularmente
Consegue trabalhar apenas com a iluminação natural existente?	Regularmente
Com que frequência as persianas ficam fechadas?	Nunca
Se existe proteção solar na janela (brise), com que frequência fica aberto?	Nunca
Você se incomoda com ofuscamento pela luz natural (muito brilho) quando olha para a janela?	Nunca
A radiação solar incide no interior do ambiente?	Nunca



**Quali-Luz**



## Apêndice 7: Versão Preliminar da Quali-Luz

### A. Diretrizes Iniciais

A versão preliminar da Quali-Luz busca sintetizar todas as características desejáveis identificadas pela pesquisa, em concordância com os aspectos necessários para a programação.

O partido inicial da ferramenta é a própria síntese do Conceito de Qualidade da Iluminação dessa tese, onde os cinco principais aspectos são relacionados: Desempenho Visual, Conforto Visual, Qualidade da Vista, Eficiência Energética e Satisfação do Usuário.

Com base na ferramenta ELI (*Ergonomic Lighting Indicator*), de Dehoff (2010), optou-se pela síntese dos resultados em gráfico “Teia de Aranha” (ou Polar ou Radar). A intenção é que haja uma leitura rápida dos resultados dos cinco aspectos, a partir dos resultados das avaliações específicas.

Portanto, cria-se um gráfico síntese (Figura 2), onde cada aspecto é classificado dentro de um intervalo de 0 (resultado pior) a 5 (resultado melhor). A relação dos cinco resultados é facilmente visualizada, enfatizando as melhores e piores situações.

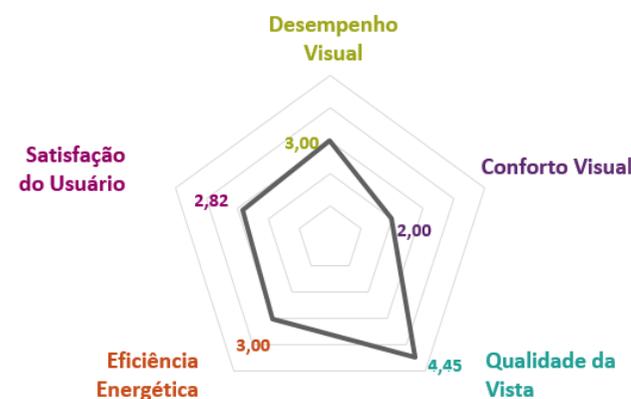


Figura 2: Gráfico Síntese dos resultados da ferramenta Quali-Luz.  
(Fonte: Elaborada pela Autora)

A partir dessa intenção de sintetizar os resultados, surge a própria linguagem gráfica da ferramenta, onde cada aspecto avaliado recebe uma cor específica e ícone visual, facilitando as avaliações e navegação pela plataforma online. (Figura 3)



Figura 3: Aspectos avaliados pela Quali-Luz: cores e ícones  
(Fonte: Elaborada pela Autora)

Assim, o gráfico síntese é customizado com os ícones e cores, transformando-se na própria logomarca da ferramenta (Figura 4)<sup>1</sup>.



**Figura 4:** Logomarca da ferramenta  
(Fonte: Elaborada pela Autora)

A partir dessas diretrizes e definições iniciais a interface e os módulos são definidos.

### **B. Interface e Módulos**

A principal preocupação é que a ferramenta tenha uma interface amigável e intuitiva para um arquiteto. Neste sentido, a primeira página de acesso da Quali-luz já é bem explicativa e permite que o usuário realize de forma objetiva as avaliações ou busque as informações que deseje.

Desse modo, na página inicial (Figura 5) o usuário pode:

- 1) Realizar *login*, que permite acesso restrito aos módulos de avaliação da Qualidade da Luz e às suas avaliações prévias e relatórios;
- 2) Acessar à descrição detalhada da ferramenta, desde os aspectos de como ela foi desenvolvida, até às dicas de funcionamento e vídeo demonstrativo do uso;
- 3) Acessar recomendações de projeto, criadas com base no referencial teórico e estruturadas conforme Diagrama Morfológico (IKEDA e AMORIM, 2012), onde as diretrizes para a iluminação natural são apresentadas como desenhos ilustrativos em todas as escalas (Urbana, Edifício e Ambiente);
- 4) Acessar Estudos de Casos baseados em edifícios ou projetos que apresentem soluções representativas de estratégias eficientes para a qualidade da iluminação;
- 5) Fazer contato com o administrador da ferramenta, por meio de e-mail;
- 6) Acessar texto explicativo de cada aspecto da Qualidade da Iluminação, clicando no seu ícone correspondente na imagem central da página.

---

<sup>1</sup> A linguagem gráfica foi desenvolvida pela pesquisadora, com posterior ajustes pela Design Gráfica Isah Araújo.





Os dois primeiros módulos, *Desempenho Visual* e *Conforto Visual*, são calculados conjuntamente, justamente porque utiliza os mesmos dados, conforme Figura 7.

The image shows the Quali-Luz web application interface. At the top, there is a navigation bar with the Quali-Luz logo and a user profile icon labeled 'Julia'. Below the navigation bar, there are four main modules: 'Desempenho Visual' (green), 'Conforto Visual' (purple), 'Qualidade da Vista' (teal), 'Eficiência Energética' (orange), and 'Satisfação do Usuário' (pink). The 'Desempenho Visual' and 'Conforto Visual' modules are currently active and expanded, showing a form for data entry. The form is divided into four sections: 'Localidade', 'Ambiente Interno', 'Janela', and 'Materiais'. Each section contains several input fields, mostly dropdown menus, with information icons next to them. A button labeled 'Desempenho Visual e Conforto Visual' is positioned below the form. The 'Localidade' section includes fields for 'Nome do Edifício', 'Localidade (Cidade/UF)', and 'Tipo de Céu: Parcialmente Encoberto'. The 'Ambiente Interno' section includes 'Uso do Ambiente', 'Geometria do Ambiente', and 'Orientação da Janela'. The 'Janela' section includes 'Tipo de Janela', 'Percentual de Abertura (PAF)', and 'Proteção Solar Externa'. The 'Materiais' section includes 'Transmissão Luminosa do Vidro', 'Refletância das Paredes', and 'Refletância do Piso'.

**Figura 7:** Inserção dos dados para avaliação do Desempenho Visual e Conforto Visual (Fonte: Elaborada pela Autora)

As informações solicitadas referem-se às variáveis da iluminação natural que foram estabelecidas para a geração dos padrões que devem ser simulados.

Assim, a cada combinação escolhida pelo usuário, um Padrão diferente é apresentado como resultado e com diretrizes de projeto específicas.

A intenção desses dois módulos iniciais é transpor conhecimentos específicos da área de iluminação, que são restritos aos especialistas, para a prática de projeto. Para isso, os resultados das simulações são explicados de forma mais didática, vinculados à croquis que sugerem exemplos de soluções.

Mesmo não sendo a simulação exata do ambiente projetado, o arquiteto passa a ter acesso a informações importantes para o projeto, a partir dos resultados do Padrão escolhido.

É importante também, porque o arquiteto pode perceber que existem definições que, mesmo não sendo dessa etapa inicial, provocaram impactos nos resultados da iluminação natural, como por exemplo, a especificação de matérias (vidro e cor das superfícies internas).





O quarto módulo é o de *Eficiência Energética*, baseado na Etiqueta PBE Edifica do sistema de iluminação, com inserção de dados, conforme Figura 193:

**Figura 191:** Inserção dos dados para avaliação da Eficiência Energética (Fonte: Elaborada pela Autora)

Os resultados da Eficiência Energética são apresentados conforme figura 194:

**Figura 192:** Resultados da Eficiência Energética (Fonte: Elaborada pela Autora)

O quinto módulo, *Satisfação do Usuário*, é pouco considerado no processo de projeto. A ideia é que a ferramenta Quali-Luz levante e traga para o centro das decisões do arquiteto, a opinião do usuário, uma vez que nessa tese pode-se perceber que os resultados das suas avaliações são válidos e coerentes com as avaliações técnicas.

Os usuários passam a ser incorporados nas diretrizes de projeto, seja pela sua avaliação do ambiente existente (no caso de projeto de *retrofit*), ou por suas expectativas para o futuro (projeto inicial).

As questões (Figura 195) podem ser respondidas também pelo arquiteto, permitindo inclusive a comparação entre os resultados e melhor definição das diretrizes.

As questões são de fácil marcação, com níveis que variam de *Muito Insatisfeito* (Muito Ruim) à *Muito Satisfeito* (Muito Bom).

As questões abordam aspectos que foram tratados nesta pesquisa, desde à satisfação quanto à luz natural, artificial, tamanho da janela, vista, transparência do viro, posição que ocupa, impressão geral da sala, etc.

Também são feitas perguntas em relação à frequência de percepção do ofuscamento, uso de persianas, radiação solar, etc.

Quali-Luz

Home | Quali-Luz | Recomendações para Projetos | Contato | Meus Relatórios

**Satisfação do Usuário**

Projeto Inicial  
Expectativas do Usuário
  Projeto de Reforma/Retrofit  
Satisfação/Percepção do Ambiente Existente

A Satisfação do Usuário é avaliada em ambientes existente, para gerar diretrizes para Projeto de Reforma/Retrofit, a partir da percepção dos seguintes aspectos:

	Muito Insatisfeito (Muito Ruim)	Insatisfeito	Neutro	Satisfeito	Muito Satisfeito (Muito Bom)
Luz natural	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Luz artificial	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Tamanho da janela	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Vista Exterior da Janela	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Transparência do Vidro	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Posição que ocupa no ambiente	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Tamanho do espaço	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Privacidade	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Impressão geral da sala	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

	Nunca	Às vezes	Regularmente	Frequentemente	Sempre
A iluminação artificial fica ligada?	<input type="radio"/>				
Consegue trabalhar apenas com a iluminação natural existente?	<input type="radio"/>				
Com que frequência as persianas ficam fechadas?	<input type="radio"/>				
Se existe proteção solar na janela (brise), com que frequência fica aberto?	<input type="radio"/>				
Você se incomoda com ofuscamento pela luz natural (muito brilho) quando olha para a janela?	<input type="radio"/>				
A radiação solar incide no interior do ambiente?	<input type="radio"/>				

Satisfação do Usuário

**Figura 193:** Inserção dos dados para avaliação da Satisfação do Usuário (Fonte: Elaborada pela Autora)



Apenas os módulos de *Desempenho Visual e Conforto Visual* não podem ter sua pontuação mensurada de forma simplificada, uma vez que são muitas as variáveis interferindo nos resultados dos padrões.

Nesse caso, é importante o desenvolvimento de pesquisa específica, inclusive com regressão e identificação dos parâmetros que deveriam ser pontuados e os níveis adequados para simplificação dos resultados dentro de um intervalo de 0 a 5.

Mas, para esta pesquisa, o objetivo é gerar as diretrizes para a ferramenta Quali-Luz, e não a apresentar validada. Portanto, o resultado final é a pontuação alcançada em cada módulo (0 a 5 pontos) e a representação no gráfico síntese (Figura 197).

Assim como nos módulos específicos, onde foram apresentadas recomendações de projeto, a ideia é que, na etapa final, também sejam apresentadas recomendações referentes à síntese da *Qualidade da Iluminação*, considerando a interações dos cinco aspectos.

As recomendações finais também sintetizam a análise integrada, apontando os principais pontos negativos e positivos da avaliação feita.

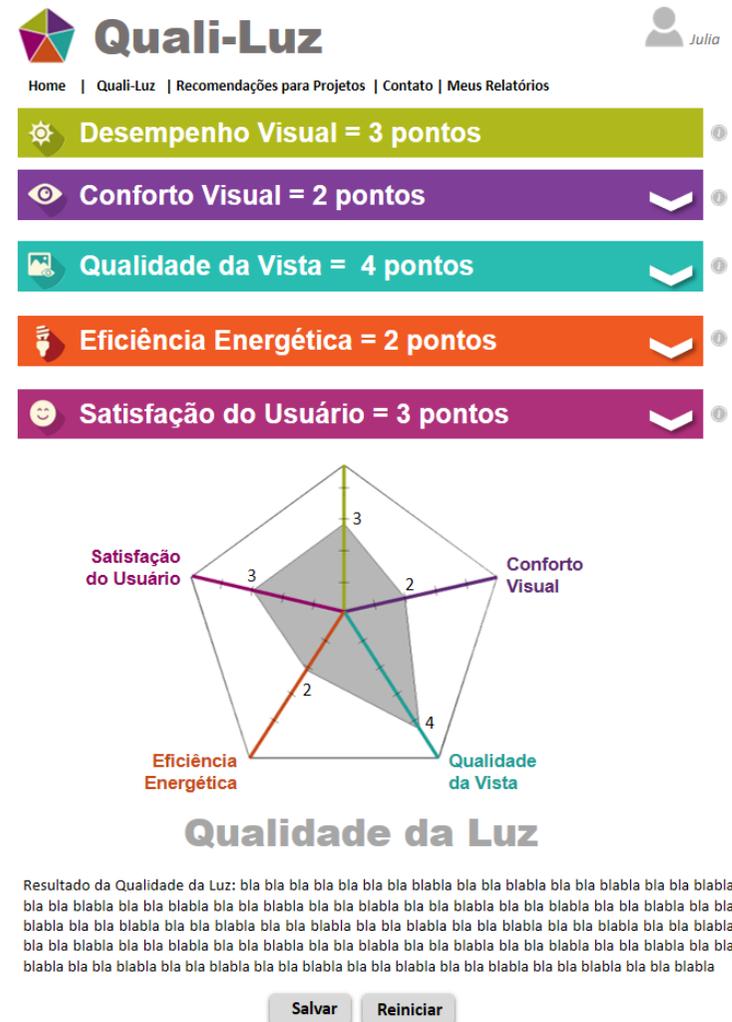


Figura 8: Resultados finais da Qualidade da Luz (Fonte: Elaborada pela Autora)



## JÚLIA TEIXEIRA FERNANDES

Tese de Doutorado apresentada como requisito obrigatório para a obtenção do grau de Doutor pelo Programa de Pesquisa e Pós-Graduação em Arquitetura e Urbanismo da Faculdade de Arquitetura e Urbanismo da Universidade de Brasília (PPG-FAU/UnB)

### **Orientadora:**

Prof.<sup>a</sup> Dr.<sup>a</sup> Claudia Naves David Amorim