



UNIVERSIDADE FEDERAL DA PARAIBA
CENTRO DE TECNOLOGIA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA CIVIL E AMBIENTAL

AMANDA VIEIRA PESSOA LIMA

ORIENTAÇÃO SOLAR E CONFORTO LUMÍNICO.
Análise das condições ambientais e opinião dos usuários

JOÃO PESSOA - PB
2019

AMANDA VIEIRA PESSOA LIMA

ORIENTAÇÃO SOLAR E CONFORTO LUMÍNICO.

Análise das condições ambientais e opinião dos usuários

Dissertação submetida ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil e Ambiental – PPGECAM, da Universidade Federal da Paraíba, como parte dos requisitos para a obtenção do título de Mestre.

Orientadora: Prof. Dra. Solange Leder

JOÃO PESSOA
2019

Catálogo na publicação
Seção de Catalogação e Classificação

L732o Lima, Amanda Vieira Pessoa.

ORIENTAÇÃO SOLAR E CONFORTO LUMÍNICO. Análise das condições ambientais e opinião dos usuários / Amanda Vieira Pessoa Lima. - João Pessoa, 2019.
122 f.

Dissertação (Mestrado) - UFPB/CT.

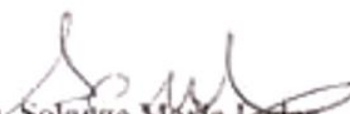
1. Iluminação; Conforto Visual; Ambiente de escritório.
I. Título

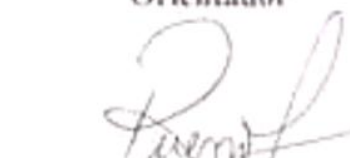
UFPB/BC

"O IMPACTO DA ORIENTAÇÃO NA QUALIDADE E CONFORTO LUMÍNICO. Análise das condições ambientais e opinião dos usuários"

AMANDA VIEIRA PESSOA LIMA
Dissertação aprovada em 30 de agosto de 2019

Período Letivo: 2019.2


Prof. Dra. Solange Maria Leder – UFPB
Orientador


Prof. Dr. Luiz Bueno da Silva – UFPB
Examinador Interno


Prof. Dr. Lucila Chebel Labaki – UNICAMP
Examinador Externo

João Pessoa/PB
2019

Dedico este trabalho a todos que sempre acreditaram na minha capacidade e apoiaram a minha escolha de seguir no caminho da docência, por mais que o mundo aponte para o caminho contrário.

AGRADECIMENTOS

À Professora, **Solange Leder**, pela orientação, paciência, apoio e confiança, cuja orientação desde a graduação tem sido de extrema importância na minha formação acadêmica.

À toda equipe que faz parte do **LabCon/UFPB**, por toda a ajuda e troca de conhecimento, agradeço imensamente pelos oito anos que estive presente no laboratório e por todos os pesquisadores que conheci através dele.

À equipe do laboratório de métodos quantitativos aplicados **LaT – UFPB**, pela disponibilidade e ajuda com equipamentos e métodos estatísticos.

À **Universidade Federal da Paraíba e a CAPES**, responsáveis pela oportunidade de realização desse mestrado.

Aos meus **amigos**, por entenderem os momentos em que estive ausente devido aos estudos e por mesmo assim sempre estarem presentes na minha vida.

À minha **família** pelo incentivo, dedicação, carinho e apoio incondicional em todas as etapas de minha formação.

À **Amaro** que faz de meus sonhos e perspectivas os dele.

Aos demais que, de perto ou longe, contribuíram para minha formação.

RESUMO

Nas edificações, o entorno e as orientações das fachadas influenciam na iluminação e qualidade do ambiente interno. Em ambientes de escritório, a iluminação é uma das condições influentes no conforto visual, na saúde, no bem estar e na produtividade dos trabalhadores. Sob essa ótica, o trabalho objetiva identificar o impacto da orientação da fachada principal nos níveis de iluminação e satisfação dos usuários. Para isso realizaram-se medições em duas edificações com características arquitetônicas semelhantes, a principal diferença entre os dois prédios é a orientação da fachada principal, sendo estes localizados no centro da cidade de João Pessoa, cujo clima predominante é o tropical quente-úmido. No estudo, foram analisadas variáveis relacionadas ao conforto visual e satisfação dos usuários, no total a análise contempla 219 postos de trabalhos medidos, com questionários respondidos por seus respectivos usuários. Os resultados demonstram diferenças significativas entre as duas edificações, onde o edifício orientado para Leste apresenta níveis de iluminância (máximo de 2620 lux) e insatisfação dos usuários (45,58%) com a luz natural, maior que o edifício com orientação Norte e Sul, com 18,07% de usuários insatisfeitos. Foi detectado também que apesar dos benefícios da proximidade à janela no conforto dos trabalhadores, no clima tropical quente-úmido, quando a janela é localizada na fachada Leste, são detectados aspectos negativos no conforto lumínico. Os resultados evidenciam que as fachadas principais voltadas para a orientação Norte e Sul apresentam nos ambientes internos, melhores condições lumínicas.

Palavras-chave: Iluminação; Conforto Visual; Ambiente de escritório.

ABSTRACT

In buildings, the surroundings and the orientations of the façades influence the lighting and the indoor environment quality. In office environments, lighting is one of the influential conditions for visual comfort, health, well-being and worker productivity. From this perspective, the work aims to identify the impact of the orientation of the main façade on lighting levels and user satisfaction. Measurements were made in two buildings with similar architectural characteristics, the main difference between them is the orientation of the main façade, and they are located in the center of João Pessoa, whose predominant climate is the hot-humid. In the study, variables related to visual comfort and user satisfaction were analyzed. In total the analysis includes 219 measured jobs, with questionnaires answered by their respective users. The results show significant differences between the two buildings, where the east-facing building has illuminance levels (maximum 2620 lux) and user dissatisfaction (45.58%) with natural light, higher than the north and south-oriented building, with 18.07%. It was also found that despite the benefits of window proximity in worker comfort, in the hot-humid tropical climate, when the window is located on the east façade, negative aspects in light comfort are detected. The results show that the main façades facing North and South orientation present better indoor lighting conditions.

Keywords: Lighting. Visual comfort. Office environment.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 e 2: Os dois objetos de edifício Leste e Norte/Sul respectivamente	17
Figura 3: Mapas com médias de radiação global nos meses referentes ao período de medição. Fonte: INPE.....	24
Figura 4: Localização dos imóveis, no conjunto do Parque Sólon de Lucena, centro de João Pessoa. Fonte: Google.....	24
Figura 5: Entorno imediato e implantação do edifício A. Fonte: Google.....	25
Figura 6: Vista do edifício Leste, a partir da Av. Getúlio Vargas	25
Figura 7: Entorno imediato e implantação do edifício Norte/Sul. Fonte: Google.	25
Figura 8: Vista do edifício Norte/Sul a partir da Rua Barão do Abiauí	25
Figura 9: Vista das fachadas Leste e Norte.....	26
Figura 10: Vista das fachadas Oeste e Sul.	26
Figura 11: Carta solar fachada Leste	26
Figura 12: Carta solar fachada Oeste	26
Figura 13: Carta solar fachada Sul	27
Figura 14: Carta solar fachada Norte	27
Figura 15: O edifício em 1963, 2009 e 2016. Fonte: Cevada (2009)	27
Figura 16 e 17: Vista das esquadrias da fachada Leste do edifício	28
Figura 18: Módulo da esquadria (fachada leste) em elevação externa. Fonte: Nogueira (2018)	29
Figura 19: Detalhe das cortinas de rolo instaladas	29
Figura 20: Planta baixa (pav. tipo) com indicação da divisão circuitos de iluminação artificial	30
Figura 21: Ambiente interno em 2010	30
Figura 22: Ambiente interno em 2016	30
Figura 23: Setorização dos pavimentos do Edifício Leste	31
Figura 24: Sinalização das áreas dos pavimentos com medições	31
Figura 25: Vista panorâmica de um dos pavimentos da edificação	32
Figura 26 e 27: Edifício Norte/Sul - Vista fachada Sul e Norte, respectivamente	32
Figura 28: Carta solar fachadas Leste	33
Figura 29: Carta solar fachada Oeste	33
Figura 30: Carta solar fachada Sul	33
Figura 31: Carta solar fachada Norte	33
Figura 32: O edifício antes do retrofit e em 2018. Fonte: Tinem (2010).....	34
Figura 33 e 34: Vista fachada Sul edifício Norte/Sul e módulo da esquadria, respectivamente	34
Figura 35: Detalhe das persianas em PVC.....	35
Figura 36: Planta baixa 2º pavimento com indicação das luminárias existentes	35
Figura 37: Vista do forro modular e luminárias padrão	36
Figura 38: Setorização dos pavimentos do Edifício Norte/Sul	36
Figura 39: Sinalização das áreas dos pavimentos com medições	37
Figura 40: Codificação	38
Figura 41: Diagrama Coleta de dados	39
Figura 42: Exemplo de estações móvel e fixa de pesquisas correlatas. Fonte: Heinzerling et al. (2013).....	41
Figura 43: Estação fixa - HOBO U12. Fonte: Lima (2016)	42
Figura 44 e 45: Estrutura móvel para medições e sensores fotométricos (LI-210)	43
Figura 46: Fluke 983 - Contador de partículas. Fonte: Fluke Corporation	44
Figura 47: Esquema de captura das imagens HDR	45
Figura 48 e 49: Esquema medição de refletância e fotografias SLR	46
Figura 50: Imagens HDR calibradas da estação 8.17 - edifício Leste	46
Figura 51: Esquema da metodologia pra obtenção de imagens HDR	47
Figura 52: Gráfico de iluminância do 4º pavimento edifício Leste	54
Figura 53: Gráfico de iluminância do 10º pavimento edifício Leste	54

Figura 54: Gráfico de iluminância do 7º pavimento edifício Norte/Sul	55
Figura 55: Gráfico de iluminância do 10º pavimento edifício Norte/Sul	55
Figura 56: Gráfico dos resultados da iluminância do Plano de trabalho, iluminância média do cubo e votos da percepção da iluminação natural no ambiente de trabalho	56
Figura 57: Gráfico dos resultados da iluminância do Plano de trabalho, iluminância média do cubo e votos da percepção da iluminação natural no ambiente de trabalho	57
Figura 58: Imagens de alto brilho e falsa cor, respectivamente	60
Figura 59 Boxplot da dispersão de material particulado 10 µg/m³ nos pavimentos do edifício Leste	61
Figura 60: Boxplot da dispersão de material particulado 10 µg/m³ nos pavimentos do edifício Norte/Sul	61
Figura 61: Nível de satisfação dos usuários com a iluminação natural	62
Figura 62: Nível de satisfação dos usuários com a iluminação artificial	62
Figura 63 e 64: Mecanismos de adaptação dos usuários	64
Figura 65: Esquema padrões de abertura da cortina Edifício Leste	65
Figura 66: Frequência da posição de abertura das cortinas, durante as medições in loco	66
Figura 67: Esquema padrões de abertura da cortina Edifício Norte/Sul	67
Figura 68: Frequência da posição de abertura das cortinas, durante as medições in loco (Fachada Sul Edifício Norte/Sul)	67
Figura 69: Frequência da posição de abertura das cortinas, durante as medições in loco (Fachada Norte Edifício Norte/Sul)	68
Figura 70: Edifício Leste - Relação dos votos de satisfação (iluminação natural) com valores de iluminância no plano (LUX)	69
Figura 71: Edifício Leste - Relação dos votos de satisfação (iluminação artificial) com valores de iluminância no plano (LUX)	69
Figura 72: Edifício Norte/Sul - Relação dos votos de satisfação (iluminação natural) com valores de iluminância no plano (LUX)	70
Figura 73: Edifício Norte/Sul - Relação dos votos de satisfação (iluminação artificial) com valores de iluminância no plano (LUX)	70

LISTA DE TABELAS

Tabela 1: Quantitativo de nuvens (cobertura do céu) nos dois ciclos de medição.	22
Tabela 2: Especificações dos vidros encontrados na fachada. Fonte: Nogueira (2018)	28
Tabela 3: Especificações dos instrumentos utilizados na pesquisa.....	40
Tabela 4: Faixas de valor de ofuscamento. Fonte: Jakubiec e Reinhart (2012).....	45
Tabela 5: Questões abordadas no módulo A_Dados Pessoais.....	48
Tabela 6: Questões abordadas no módulo C_Sintomas/Saúde.	48
Tabela 7: Questões abordadas no módulo D_Conforto Lumínico.....	49
Tabela 8: Quantificação da coleta de dados.....	51
Tabela 9: Gênero e faixa etária da amostra entrevistada.	52
Tabela 10: Demais respostas das questões do bloco pessoal.	52
Tabela 11: Índices de ofuscamento das cenas do edf. Leste com iluminação natural.	58
Tabela 12: Índices de ofuscamento das cenas do edf. Leste com iluminação artificial.....	59
Tabela 13: Índices de ofuscamento das cenas do edifício Norte/Sul com iluminação artificial.....	59
Tabela 14: Votos de satisfação dos usuários.....	63
Tabela 15: Ajustes adotados para melhoria do conforto lumínico.....	64
Tabela 16: Os sintomas e sua frequência.	71
Tabela 17: Descrição dos testes aplicados e suas respectivas hipóteses.....	72
Tabela 18: resultados dos testes T e F na comparação entre as duas edificações.....	72
Tabela 19: Resultados dos testes T e F na comparação entre pavimentos do edf. Leste (parte 1)	75
Tabela 20: Resultados dos testes T e F na comparação entre pavimentos do edf. Leste (parte 2)	76
Tabela 21: Resultados dos testes T e F na comparação entre pavimentos do edf. Leste (parte 3)	77
Tabela 22: Resultados dos testes T e F na comparação entre pavimentos do edf. Leste (parte 4)	78
Tabela 23: Resultados dos testes T e F na comparação entre pavimentos do edf. Norte/Sul (parte 1).....	79
Tabela 24: Resultados dos testes T e F na comparação entre pavimentos do edf. Norte/Sul (parte 2).....	80
Tabela 25: Resultados dos testes T e F na comparação entre pavimentos do edf. Norte/Sul (parte 3).....	81
Tabela 26: Resultados dos testes T e F na comparação entre pavimentos do edf. Norte/Sul (parte 4).....	82
Tabela 27: Resultados dos testes T e F na comparação entre pavimentos do edf. Norte/Sul (parte 5).....	83
Tabela 28: Resultados dos testes T e F na comparação entre pavimentos do edf. Norte/Sul (parte 6).....	84
Tabela 29: Blocos de variáveis dependentes e independentes das regressões.....	85
Tabela 30: Regressão - Satisfação com a iluminação natural x variáveis independentes.....	86
Tabela 31: Regressão - Satisfação com a iluminação artificial x variáveis independentes.	86
Tabela 32: Regressão - Satisfação com a qualidade da luz x variáveis independentes.	86
Tabela 33: Regressão - Satisfação com a brilho refletido x variáveis independentes.	87
Tabela 34: Regressão - Satisfação com a vista da janela x variáveis independentes.....	87
Tabela 35: Regressão: Liga/Desliga a iluminação x variáveis independentes.....	87
Tabela 36: Regressão: Modificar o monitor x variáveis independentes.	88
Tabela 37: Regressão - Desconforto nos olhos x variáveis independentes.....	88
Tabela 38: Regressão - Desconforto na pele x variáveis independentes.	88
Tabela 39: Regressão - Desconforto nas costas x variáveis independentes.....	88
Tabela 40: Regressão - Dor de garganta x variáveis independentes.....	89
Tabela 41: Regressão - Sensibilidade à luz x variáveis independentes.	89
Tabela 42: Regressão - Fadiga x Variáveis independentes.....	89
Tabela 43: Regressão - Satisfação com a iluminação natural x variáveis independentes.....	90
Tabela 44: Regressão - Satisfação com a vista da janela x variáveis independentes.....	90
Tabela 45: Regressão – Abrir/fechar a cortina x variáveis independentes.	90
Tabela 46: Regressão – Desconforto nos olhos x variáveis independentes.....	90
Tabela 47: Regressão - Coriza x Variáveis independentes.	91
Tabela 48: Regressão – Dor de cabeça x variáveis independentes.	91
Tabela 49: Regressão – Sensibilidade à luz x variáveis independentes.....	91
Tabela 50: Principais resultados encontrados.	92

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

CONAMA – Conselho Nacional do Meio Ambiente

COVS – Compostos Orgânicos Voláteis;

DGI - Índice de Ofuscamento de Luz Natural

DGP - Probabilidade de Ofuscamento da Luz Natural

HDR – Imagem de grande alcance dinâmico;

IAPI – Instituto de Aposentadoria e Pensão dos Industriários;

INAMPS - Instituto Nacional de Assistência Médica da Previdência Social;

INMET - Instituto Nacional de Meteorologia;

INPE - Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais;

LABCON - Laboratório de Conforto Ambiental;

LAT - Laboratório de Análise do Trabalho;

MP - Material particulado;

UFPB – Universidade Federal da Paraíba;

UGR - Índice de ofuscamento unificado;

SUMÁRIO

1 – INTRODUÇÃO.....	15
1.1 – Objetivos	16
1.2 – Os objetos de estudo.....	17
1.3 – Estrutura da Dissertação.....	17
2 – REFERENCIAL TEÓRICO.....	18
2.1 A qualidade do ambiente interno na arquitetura	18
2.2 A Iluminação e o conforto visual	20
2.3 Iluminação em ambientes de trabalho	21
2.4 A modernização de edificações - Retrofit	22
3. OS EDIFÍCIOS AMBIENTES DE TRABALHO	23
3.1 O clima na área de estudo	23
3.2 Localização das edificações	24
3.3 O tombamento do Centro Histórico de João Pessoa	25
3.4 O edifício Leste	25
3.4.1 O retrofit – processo de atualização do Edifício Leste.....	27
3.4.2 A planta em vão livre	30
3.5 - O edifício Norte/Sul.....	32
3.5.1 O retrofit – processo de atualização da edificação do Edifício Norte/Sul.....	33
3.5.2 O Layout dos pavimentos	36
4 – MATERIAIS E MÉTODOS	38
4.1 Organizações das medições no espaço e tempo	38
4.2 O consentimento da pesquisa	39
4.3 As ferramentas de análise e as medições	40
4.4 As medições quantitativas de iluminância	42
4.5 As medições quantitativas de material particulado	43
4.6 As medições quantitativas de luminância	44
4.7 As percepções dos usuários - medições qualitativas	47
4.7.1 – Dados Pessoais – Módulo A.....	47
4.7.2 – Sintomas de Saúde – Módulo C	48
4.7.3 – Dados Pessoais – Módulo D.....	49
4.8 - Tratamento dos dados	49
5 – RESULTADOS.....	51
5.1 Caracterização das medições.....	51
5.2 Análise estatística descritiva	51

5.2.1 Caracterização dos ocupantes.....	52
5.2.2 A iluminância no objeto de estudo	53
5.2.2.1 A iluminância no pavimento	53
5.2.2.2 A iluminância nas estações de trabalho.....	55
5.2.3 A luminância das cenas	58
5.2.4 O Material Particulado	60
5.2.5 Opinião dos usuários e ações de adaptação.....	61
5.2.5 Nível de satisfação lumínica.....	69
5.2.6 A saúde do trabalhador.....	71
5.3 Análise estatística.....	72
5.3.1 Teste de Hipóteses.....	72
5.3.2 Regressão Linear Múltipla	85
6 – DISCUSSÕES.....	93
7 – CONCLUSÕES	93
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	95

1 – INTRODUÇÃO

A cidade não se restringe aos lotes isolados e suas edificações. A interação entre a arquitetura e o meio urbano são de extremamente importância. Assim, obras a serem construídas devem se relacionar com as já existentes, com a infraestrutura e com a paisagem, criando um habitat onde todas as estruturas se inter-relacionem. As constantes mudanças nos cenários urbanos em consequência da ocupação desordenada geram impactos negativos ao meio ambiente e à qualidade de vida das pessoas, à verticalização e ao adensamento desenfreado dos centros urbanos são exemplos de processos de ocupação que vêm modificando a malha urbana e afetando significativamente a qualidade do ambiente interno e a disponibilidade de luz natural nas edificações. A apropriação espacial do meio urbano é regulamentada através de legislações edilícias como o Estatuto das Cidades, o Plano Diretor, o Código de Urbanismo e o Código de Obras. Essas leis são o principal meio de intervenção do Estado na ordenação espacial das cidades, e, por isso, devem considerar os aspectos climáticos e de redução do impacto ambiental gerado pelas edificações, com a intenção de propiciar mais conforto aos usuários dos ambientes internos.

No clima quente e úmido as fachadas leste e oeste recebem maior insolação, apresentando um excesso de luz natural que pode causar o ofuscamento dos usuários, portanto é fundamental que, na implantação das edificações, ambientes de permanência voltados para essas orientações sejam evitados. Apesar disso, o cenário atual mostra que essas considerações são sistematicamente negligenciadas, pois se costuma acreditar que sistemas artificiais podem corrigir facilmente os efeitos da insolação incidente nas fachadas voltadas para essas orientações, mas a realidade é que se afeta negativamente a qualidade dos ambientes.

Na sociedade moderna, grande parte da população passa a maior parte do seu tempo em ambientes internos. (ARIES, 2005; LI e LAM, 2001; WONG, MUI E TSANG, 2018;) Os indivíduos permanecem entre 23 e 24 horas em um clima artificial, seja na sua residência, no ambiente de trabalho, no transporte ou nas horas de lazer (FANGER, 1973). O local de trabalho é o ambiente onde as pessoas permanecem grande parte do dia. Segundo Choz, Loftness e Azis (2012), a qualidade nos locais de trabalho, tem um impacto significativo no desempenho, além de afetar a saúde e a produtividade. Dessa forma, condições adequadas de trabalho influenciam tanto o empregado com o empregador, pois o aumento das taxas de erro, as ausências e a redução da capacidade de trabalho são consequências de um planejamento incorreto do ambiente laboral. Veitch (2011) afirma que potenciais fatores de stress podem ser eliminados quando o ambiente de trabalho é bem projetado propiciando maior concentração e produtividade aos indivíduos.

Em relação aos ambientes internos, quatro parâmetros básicos podem determinar a qualidade do ambiente interno, são eles o conforto térmico, o conforto visual (ou lumínico), a qualidade do ar interior e o conforto auditivo (WONG, MUI, HUI, 2008). Com o aumento de construções para ambientes de escritórios, a utilização de novas tecnologias construtivas e o panorama atual da necessidade de eficiência energética aponta para o estudo desses parâmetros ambientais, a fim de alcançar as condições necessárias de qualidade do ambiente interno.

A investigação dessas quatro variáveis, em razão de sua extensão, não consegue ser apresentada em uma única pesquisa, nesse sentido essa dissertação se desenvolve com o intuito de contribuir para as investigações das condições de iluminação e na percepção de conforto lumínico em ambientes de trabalho, além de abordar o impacto da implantação e orientação das edificações na iluminação, na saúde e na produtividade dos trabalhadores. Outras variáveis são analisadas em pesquisas em desenvolvimento no Laboratório de Conforto Ambiental da Universidade Federal da Paraíba (LabCon/UFPB).

Nesse sentido, com o objetivo de avaliar o impacto da orientação na qualidade lumínica do ambiente interno e a percepção de conforto lumínico dos usuários, foram realizados estudos de caso em edifícios de escritórios localizados no meio urbano de João Pessoa, na Paraíba. Para tanto, a pesquisa foi dividida em dois ciclos de medições, em cada ciclo foi medido um dos objetos de estudo. O **edifício Leste** teve as medições realizadas *in loco* em 2016, durante a realização de outras pesquisas da autora; dando continuidade às investigações, novas medições foram realizadas no

edifício Norte/Sul (segundo ciclo) em 2018. Os resultados foram correlacionados estatisticamente para alcance dos objetivos desse trabalho.

1.1 – Objetivos

Objetivo Geral: A pesquisa tem por objetivo principal avaliar o impacto da orientação da edificação na qualidade luminica de ambientes internos, a partir da comparação entre o resultados das medições de variáveis lumínicas e a percepção de conforto lumínico dos usuários edifícios inseridos no meio urbano no contexto do clima quente e úmido.

Objetivo Específicos: Visando atingir o objetivo principal, o trabalho pretende ainda atender os seguintes objetivos específicos:

- I. Caracterizar as condições de iluminância de estações de trabalho durante o horário em que são utilizadas e sua influência no conforto lumínico dos ocupantes;
- II. Caracterizar a luminância nas estações de trabalho para inserir o ofuscamento como variável de iluminação natural e artificial a partir de equações;
- III. Caracterizar um conjunto de variáveis qualitativas a partir da opinião dos usuários;
- IV. Identificar estratégias utilizadas pelos usuários aspirando melhorar o conforto lumínico;
- V. Fazer uma análise descritiva e explicativa das variáveis medidas, avaliando as correlações existentes entre as variáveis ambientais medidas, as variáveis pessoais e a percepção de conforto lumínico dos usuários.

Com intuito de atingir os objetivos, o trabalho foi dividido em etapas descritas abaixo:

Etapas 1 – Pesquisas Bibliográficas

A primeira etapa do estudo consiste na revisão de literatura sobre temas relevantes para a pesquisa. Buscam-se referências sobre iluminação natural, conforto lumínico, qualidade do ambiente interno e suas variáveis, influência do meio urbano, implantação e orientação nas edificações e ambientes de trabalho a fim de aprofundar o conhecimento e embasar a pesquisa. Buscaram-se, ainda, referências de pesquisas com temática similar, para que fosse possível identificar procedimentos e métodos aplicados que obtiveram sucesso na coleta de dados e aplicação de questionários para posterior escolha de procedimentos de medição. A pesquisa bibliográfica teve início no primeiro ciclo de medições sendo constantemente atualizada até o final da pesquisa.

Etapas 2 – Sistematização das medições

Nessa etapa foi definida a organização do registro e monitoramento das variáveis quantitativas e qualitativas escolhidas, o espaço de tempo e procedimentos para a operação. Aqui todos os equipamentos utilizados passaram por testes para verificação da calibração e funcionamento.

Etapas 3 – Coleta dos dados *in loco*

Etapas destinadas à coleta dos dados qualitativos e quantitativos, onde um conjunto de medições físicas das variáveis de iluminação e a coleta da opinião dos usuários foram realizados. Com base na problemática que orienta a pesquisa e no referencial teórico foram escolhidos os procedimentos e instrumentos utilizados na pesquisa. A coleta dos dados em cada estação de trabalho teve duração de até 15 minutos.

Etapas 4 – Tratamento e análise descritiva dos dados coletados

Tratamento dos dados registrados nas medições, separados e classificados para facilitar na análise e compreensão dos resultados (etapa posterior). Gráficos, tabelas e imagens foram construídos nessa etapa.

Etapas 5 – Análise estatística dos dados

Etapas destinadas ao tratamento e análise estatística dos dados obtidos na pesquisa. Também é o momento em que os resultados obtidos nos dois ciclos de medições serão relacionados e todo material desenvolvido será analisado para obtenção dos resultados da pesquisa e concretização dos objetivos.

1.2 – Os objetos de estudo

Visando realizar análises de ambientes de trabalho em casos reais, tem-se como objeto de estudo dois edifícios de escritórios (Figura 1 e 2), de uso institucional, localizados no meio urbano da cidade de João Pessoa (PB), Brasil. Inseridas no centro da capital paraibana, as edificações foram construídas na década de 1960 e são exemplares da arquitetura moderna na cidade. Os edifícios de multipavimentos sofreram intervenções nos últimos anos, sendo a última um retrofit¹ de suas instalações internas e das instalações prediais. Para fins de análise, escolhemos dois edifícios com implantações e orientações diferentes.

Figura 1 e 2: Os dois objetos de estudo, o edifício **Leste** e **Norte/Sul** respectivamente.



Fonte: Acervo pessoal.

1.3 – Estrutura da Dissertação

Essa dissertação foi estruturada em seis capítulos, no **Capítulo 1** consta a introdução da pesquisa e seus objetivos.

No **capítulo 2** é exposto o referencial teórico, resultado de buscas por referências na literatura existente. Contendo a investigação do tema abordado, a fim de aprofundar os conhecimentos sobre a qualidade lumínica de ambientes internos e o conforto lumínico dos usuários em ambientes laborais.

No **capítulo 3** são apresentados os objetos de estudo e suas principais características físicas, assim como as informações sobre os horários de ocupação das edificações e os aspectos do clima onde estão inseridas.

No **capítulo 4** está descrito o procedimento metodológico aplicado, além do detalhamento dos aparelhos empregados na coleta dos dados. Dentre procedimentos adotados ressalta-se que o registro das variáveis lumínicas e a aplicação dos questionários ocorreram de forma simultânea.

No **capítulo 5** são concentrados os principais resultados obtidos nas análises dos dados quantitativos e qualitativos, assim como a realização de comparativos entre variáveis e suas possíveis correlações.

No **capítulo 6** são apresentadas as conclusões e síntese dos resultados mais relevantes, bem como possíveis orientações para trabalhos futuros.

¹ Qualquer intervenção ou reforma que altere os sistemas de iluminação, condicionamento de ar ou a envoltória da edificação.(BRASIL, 2014).

2 – REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 A qualidade do ambiente interno na arquitetura

A qualidade do ambiente interno influencia diretamente na satisfação e o conforto dos ocupantes, e está relacionado ao modo que os usuários percebem os ambientes (FRONTCHAK et al. 2011; BRAGER E BAKER, 2009; HEERWAGEN 2000). Essa percepção sofre influência do nível de controle do ambiente interno (temperatura, iluminação, umidade e ventilação), a salubridade, a área de trabalho e a redução dos impactos negativos proveniente do ambiente externo. A baixa qualidade gera preocupação significativa atualmente, pois as evidências apontam que a saúde e produtividade dos usuários de edifícios sofre influência do conforto e satisfação dos mesmos (NYMLIAT, 2018).

Segundo Horr et al. (2016) na literatura, conforto apresenta uma definição teórica ampla, sendo o conforto físico que influencia a qualidade interna de um local de trabalho identifica também oito fatores físicos que influenciam a satisfação dos usuários de escritórios, são eles:

- Qualidade do Ar e Ventilação;
- Conforto Térmico;
- Iluminação natural e artificial;
- Ruído e Acústica;
- Layout dos escritórios;
- Biofilia e exposições.
- Aparência e sensação
- Localização e Serviços

Esses fatores, apresentam interações entre si (HORR et al., 2016). A ventilação e a qualidade do ar no ambiente interno são importantes preditores de doenças relacionadas à síndrome do edifício doente (NORHIDAYAH et al., 2013). A incidência de radiação solar proveniente das janelas impacta diretamente o conforto térmico dos usuários de escritórios, essa radiação está intrínseca à luz natural dos ambientes (HORR et al., 2016). É usual o uso de condicionamento artificial para atingir o conforto térmico em escritórios, nesses casos, é comum que as janelas mantenham-se fechadas ocasionando assim efeitos negativos na qualidade do ar, por sua vez a satisfação com a iluminação natural é influenciada pelo acesso a uma janela na própria estação de trabalho (LEDER et al., 2015).

Por sua vez, dentre as variáveis que afetam a produtividade percebida em edifícios indicadas por Learman e Bordass (2010) destacam-se o conforto e controle pessoal e a capacidade de resposta às necessidades dos usuários, os dois conceitos estão estritamente relacionados. O Controle pessoal (capacidade de controlar o ambiente), é apontado em várias pesquisas como fator fundamental para a qualidade do ambiente interno, elevando a produtividade e autoestima dos trabalhadores, sendo requerido pelos mesmos (BURKEE E KELLER, 2010; LEAMAN E BORDASS, 2010; DAY et al. 2019). Em ambientes de escritórios de multiusuário, fornecer o controle das variáveis não é usual, pois se acredita que essa ação gera mais conflitos do que benefícios, por outro lado, vários estudos indicam a importância desse tipo de ação (LASHINA et al. 2019).

As pessoas se tornam mais tolerantes em relação ao conforto quando possuem acesso aos meios de controle, em espaços de escritórios a ausência da possibilidade de ajustar as variáveis pode ser crucial para o conforto e satisfação dos usuários, a possibilidade de alterar a posição do monitor apesar de parecer algo simples, pode ser fundamental. Em contrapartida nem todos os usuários apresentam disposição em procurar e acionar os ajustes (LEAMAN E BORDAS, 2010).

A capacidade de resposta não é definida apenas pelo controle das variáveis ambientais, mas tem relação direta, essa variável está relacionada com a velocidade de adaptabilidade da edificação, os usuários se tornam mais satisfeitos quando suas necessidades são atendidas de forma rápida, seja

com relação a variáveis ambientais ou layout, as pessoas se tornam mais produtivas quando suas demandas são atendidas de maneira eficaz. (LEAMAN E BORDAS, 2010).

“[...] os edifícios modernos fechados brindaram-nos com as necessárias condições para criar um nicho ecológico complexo que se tornou uma possível fonte de doenças para o homem. Nos anos recentes esses modernos edifícios fechados foram e continuam sendo construídos no Brasil, principalmente nos grandes centros urbanos.” (Sterling, Collett e Rumel, 1991, p.57).

Ao estudar a qualidade dos ambientes interno, é necessário entender a “Síndrome do Edifício Doente”. A Organização Mundial da Saúde (OMS) considera essa síndrome como um problema de saúde pública, sendo caracterizada pelo surgimento de sintomas ou doenças associados à permanência nos edifícios. Silva (2017) afirma que mais de 30% dos novos edifícios apresentam problemas na qualidade do ar no interior das edificações, podendo ser associado a defeitos técnicos, nas instalações.

Sterling, Collett e Rumel (1991) identificam que à medida que a estrutura dos edifícios construídos para o uso público, administrativo e comercial aumentou (início do Séc. XX), surgem neles ambientes com grandes volumes de ar que necessitam de grandes equipamentos de aquecimento, resfriamento e sucção de ar externo, criando um meio propício a problemas. Silva (2017) agrupa em quatro grandes grupos os principais fatores relacionados à Síndrome do Edifício Doente, que afetam a qualidade no interior dos ambientes:

- Fatores físicos: ventilação, temperatura, umidade relativa, iluminação, ruído e vibrações.
- Fatores químicos: formaldeídos, COV's, poeira, monóxido de carbono, dióxido de carbono, óxidos de nitrogênio e ozônio.
- Fatores biológicos: bactérias, fungos, esporos, toxinas e ácaros.
- Fatores psicossociais: organização do trabalho, promoção, relações interpessoais, controle das condições ambientais.
- Outros fatores subjetivos: idade do edifício, gênero dos ocupantes e limpeza.

Os sintomas associados ao edifício doente podem aparecer de forma isolada ou em conjunto, cada usuário pode relatar diferentes sintomas com intensidades e frequências divergentes, que estão interligados a experiência pessoal de cada um, portanto ainda há dificuldade em se relacionar o sintoma ao edifício.

Dentre os sintomas que surgem derivados de problemas nas edificações, Sterling, Collett e Rumel (1991) elencam: Dor de cabeça; Problemas nos olhos; Problemas respiratórios; Problemas na garganta; Problemas no tórax; Fadiga e letargia; Anormalidades na pele; Problemas de concentração no trabalho. Dentre os sintomas associados ao edifício doente, as manifestações clínicas aparecem com maior frequência em alguns sistemas do corpo humano (SILVA, 2017):

- Sistema respiratório – Sintomas: Sensação de garganta seca; Tosse seca; Espirros; Rinite Alérgica; Congestão nasal; Hipersensibilidade aos odores; Aumento da incidência de crises asmáticas.
- Sistema ocular – Sintomas: Fotossensibilidade; Ressecamento ocular e ardor; Distúrbios visuais.
- Sistema Dermatológico – Sintomas: Secura e irritação na pele; Dermatite seborreica e Eczemas.
- Sistema Cognitivo – Sintomas: Cefaleias; Fadiga e Letargia; Confusão mental; Baixa concentração; Sonolência; Insônia.
- Sistema Gastrointestinal – Sintomas: Náuseas e Diarreia.

- Outras sistemas – Sintomas: Depressão e Ansiedade

Cada uma das variáveis associadas aos fatores deve ser analisada em diferentes aspectos, por exemplo, no tocante a iluminação, a insuficiência ou excesso de iluminação não é a única característica a ser observada, é necessário identificar a temperatura da cor, o brilho, e o espectro cromático. Todas as características das variáveis ambientais podem influenciar no surgimento dos sintomas.

2.2 A Iluminação e o conforto visual

A luz é fundamental para a nossa visão, pois é com ela que se consegue compreender os espaços, visualizar as cores e formas dos objetos, perceber o entorno e nos orientar no espaço e tempo. Os seres humanos sofrem influência psicologicamente e fisiologicamente pela luz e seus diferentes espectros fornecidos, os padrões de luz e escuridão são um dos fatores que regulam o nosso ritmo circadiano (período onde as atividades do ciclo biológico dos seres vivos se completa), processo fundamental para o nosso organismo, pois influencia funções como: ritmo cardíaco, níveis hormonais, temperatura e produção da vitamina D (EDWARDS E TORCELLINI, 2002; ARIES, 2005).

A iluminação natural é a que mais se aproxima da resposta visual humana (LI e LAM, 2001), é a fonte mais confortável para a nossa visão, tem o melhor índice de reprodução de cores (IRC), contendo todos os comprimentos de onda no espectro visível, somando qualidades lumínicas superiores a qualquer outra fonte. A iluminação proveniente do sol é uma alternativa de luz renovável e gratuita, porém, apesar da disponibilidade de luz natural no ambiente externo, é comum que os ambientes internos sejam iluminados artificialmente (LARR, 2002).

Segundo Omer (2008) para alcançar a eficiência energética, é necessário oferecer condições ambientais adequadas com a quantidade mínima de energia consumida, 40% do consumo anual de energia no mundo é proveniente dos edifícios, a energia é consumida pela iluminação, o ar-condicionado e o aquecimento. Nagy et al. (2015) estima que os edifícios comerciais e residenciais consumam um terço da energia mundial. Com o uso da iluminação natural, é possível reduzir o consumo com a luz artificial em 50% (LI e LAM, 2001; BODART e DE HERDE, 2002).

“A dependência cultural e as tecnologias importadas, assim como a falta de preocupação com o consumo de energia ou com o impacto ambiental, levaram a difundir a ideia de que qualquer projeto arquitetônico poderia ser desenvolvido sem considerar o clima local. (Corbella e Corner, 2011, p.19)”

Além de impactar na energia consumida, o uso da luz natural nos ambientes internos impacta na sua qualidade, a exposição à luz do dia é importante para a saúde e o bem-estar sendo estudada cada vez mais em disciplinas como fotoquímica, fotobiologia e fisiologia humana (KONIS, 2011).

A iluminação natural é muitas vezes integrada em um edifício para economia de energia, no entanto, os benefícios da iluminação natural vão além, é importante considerar os aspectos psicológicos e fisiológicos da luz natural. O projeto de iluminação para ambientes internos deve associar o fator de iluminação natural disponível, o índice de brilho e os valores de iluminância, para obtenção de um sistema adequado. Devem-se considerar também outros fatores que impactam a iluminação, como: a radiação solar; a altitude solar; o posicionamento e detalhes das aberturas; o entorno; o formato e o tamanho da edificação; a orientação da edificação. (Horr, 2016; Muller et al. apud LEDER, 2007)

No clima quente e úmido, quando se fala de iluminação, é comum o entendimento da existência de uma grande disponibilidade de luz natural, Hopkison et al (1975) afirma que nas zonas tropicais, a luz solar é bastante visível em toda a jornada de trabalho, por tanto o aproveitamento dessa iluminação necessita medidas especiais. Em razão disso, são necessários cuidados com sua utilização, uma vez que a iluminação natural pode ocasionar desconforto lumínico. O maior desafio é manter o equilíbrio entre o uso da luz do dia e os desconfortos causados por ela, ajudando a

reduzir o consumo energético e melhorar o conforto dos usuários (Bellia, Pedace e Barbatol, 2014; Nagy et al., 2015 e Horr et al., 2016).

A falta ou excesso de iluminação, bem como a intensidade do brilho, e mesmo o espectro cromático e a temperatura da cor podem provocar alterações do comportamento, afetar a qualidade da visão, proporcionando a ocorrência de acidentes, bem como desconforto visual (fadiga visual, irritabilidade ocular, dores de cabeça, dores musculares, dificuldade de concentração), cansaço, depressão, perda de produtividade e desconforto geral.

Corbella e Yannas (2003, p. 37) afirmam que “com relação ao conforto visual, o bem-estar está relacionado com o ver bem. Ter um bom nível de luz para a tarefa que se deseja realizar é condição necessária [...]. Também é preciso que não haja ofuscamento, nem grandes contrastes, pois estes levam ao desconforto ou cansaço visual”. Em tese é necessário evitar o ofuscamento, escolhendo elementos que reproduzam adequadamente as cores, os contrastes de luminância associando a quantidade, qualidade, intensidade e distribuição de luz apropriada para atingir o conforto visual favorecendo a tarefa a ser cumprida.

2.3 Iluminação em ambientes de trabalho

Como relatado anteriormente, as pessoas passam a maior parte do tempo em ambientes confinados, como os locais de trabalho. Por isso, a qualidade ambiental interna é fator importante para a saúde dos trabalhadores. Proporcionar condições laborais adequadas influencia tanto o empregado como o empregador, pois as ausências, a redução da capacidade de trabalho e o aumento das taxas de erro, são consequências de um planejamento incorreto do ambiente laboral. Segundo Edwards e Torcelli (2002) em edifícios de escritórios com iluminação natural os usuários relataram aumento no bem-estar. Dentre os benefícios encontrados tem-se o aumento da produtividade, melhora na saúde do trabalhador e redução da fadiga ocular, segundo Hemphala (2012) para atingir as melhorias, deve-se considerar três fatores: boas condições de iluminação, boa visibilidade das tarefas e capacidade visual do usuário.

Choi, Beltran e Kim (2012) afirmam que a visão de paisagens naturais a partir da janela com luz do dia é um dos componentes que aumentam significativamente a qualidade do ambiente interno. A janela com vista é uma característica ambiental que ajuda a diminuir o estresse, onde uma vista agradável e o acesso à natureza é facilmente fornecido. Aries, Veitch, e Newsham (2010) afirmam que as pessoas com escritórios cujos pontos de vista são mais atraentes, relataram a diminuição do desconforto e uma melhor qualidade do sono. Edwards e Torcellini (2002) afirmam que trabalhadores que têm acesso a visão exterior e a luz do dia podem classificar a janela como fator não tão importante, porém os trabalhadores que não têm acesso nem a vista exterior nem a luz do dia afirmam a importância das mesmas.

A prática de uma boa iluminação nos ambientes laborais ajuda na visualização da tarefa facilitando sua realização, possibilitando a sensação de bem-estar aos indivíduos, minimizando os impactos decorrentes do nível ou quantidade de luz, contrastes ou luminosidade excessiva e presença de distúrbios visuais ou incômodos.

A NBR 8995-1 (2012) fornece o planejamento dos ambientes e especifica a iluminância, o limite de ofuscamento e a qualidade da cor para diversas tarefas e atividades, para funções como escrever, teclar e processar dados (tarefas típicas de ambientes de escritório) é recomendado para o plano de trabalho uma incidência de 500 lux e que o índice de ofuscamento não supere 19 UGR.

Reinhart (2014) afirma que em ambientes onde é necessário um conforto lumínico adequado, mas os ocupantes não conseguem alterar a localização onde exercem suas funções (como salas de aula e ambientes de escritório), é necessário disponibilizar acesso a controles para adaptar o ambiente interno às suas necessidades. De acordo com Veitch, Chistoffersen e Galasiu (2013), as pessoas que classificam melhor a iluminação incidente são menos propensas a experimentar desconforto físico e visual, um pouco menos propensas a ficar doente e ainda menos propensas a intenção de deixar a organização onde trabalham.

De modo geral, um bom sistema de iluminação que, aproveite a luz natural disponível, evitando ofuscamento e fazendo uso da iluminação artificial, com a escolha adequada de lâmpadas

e luminárias, cores e texturas, permite o contraste suficiente entre os elementos do plano de trabalho, como letras e objetos possibilitando ao trabalhador o desempenho de sua função sem prejuízos à saúde.

As medições físicas podem ser valiosas, mas por si mesmas também precisam ser interpretadas em termos de como elas afetam os ocupantes. Os próprios ocupantes dos edifícios são uma fonte rica, ainda subutilizada, de informações diretas sobre o funcionamento de um prédio (BRAGER E BAKER, 2009).

2.4 A modernização de edificações - Retrofit

O retrofit é uma prática associada a inovação tecnológica, visa melhorar o desempenho operacional e energético de edificações consideradas ultrapassadas, através da atualização dos sistemas do edifício. Esse processo favorece a qualidade do ambiente interno e consequentemente o conforto ambiental dos usuários, proporcionam novos usos a edificação existente, diminuindo o consumo de energia a médio e longo prazo, conseguindo recuperar ou aumentar o valor inicial do edifício.

Estão cada vez mais escassas e caras áreas para construção de novos empreendimentos, com isso a prática do retrofit cresce nos grandes centros urbanos do país, onde muitas das edificações existentes nessas áreas são antigas. Após o processo de modernização, esses edifícios se tornam alvo do setor imobiliário por oferecer uma localização privilegiada, além de sistemas mais modernos. (MOURA apud ESTEVES, 2010, p. 03).

Para a renovação das edificações é necessário identificar quais dos subsistemas construtivos são passíveis de reforma, esses são interdependentes, por isso deve-se analisar a melhor estratégia de intervenção, contemplando em seu processo todas as áreas que fazem parte do sistema, compatibilizando todos os projetos, sejam eles de engenharia, arquitetura ou controle predial. Dentre as classificações de sistemas construtivos encontrados na literatura, Weidle (1995) classifica em dez os subsistemas principais de uma construção:

- Serviços preliminares
- Fundações
- Estrutura
- Cobertura
- Instalações
- Vedações
- Esquadrias
- Revestimentos
- Piso e pavimentações
- Trabalhos complementares

Considerando a modificação dos materiais e sistemas, vale salientar que algumas edificações possuem valor histórico e portanto é necessário que as modificações não ultrapassem os limites descritos pela legislação. As edificações são consideradas únicas se reconhecido o seu valor histórico, as ações de adaptação, como o retrofit, em edifícios tombados por órgão de proteção ao patrimônio, se tornam mais caras e complexas para os proprietários e profissionais. (TINEM, 2010). Considerando que foram construídos múltiplos exemplares de arquitetura moderna no país na década de 40 e 50 (MASCARELLO, 2005), hoje essas edificações existem há mais de seis décadas, tornando-se uma realidade a necessidade de atualizações. Tendo em vista as edificações tombadas: “Pode-se, por exemplo, substituir os componentes antigos por outros tecnologicamente mais apropriados, mantendo-se as características arquitetônicas originais” (Oliveira et al. apud Esteves, 2010 p. 04).

3. OS EDIFÍCIOS AMBIENTES DE TRABALHO

A escolha das edificações analisadas nesta pesquisa originou-se pelas semelhanças entre os dois edifícios, dentre elas, a tipologia e uso, as características arquitetônicas e as recentes reformas para melhoria e eficiência dos prédios. É importante observar que num estudo lumínico a análise deve levar em consideração desde a escala do usuário, para melhor entendimento sobre as sensações e preferências lumínicas, como também a visualização na escala do edifício, observando seu entorno e possíveis impactos do mesmo sobre o conforto dos usuários.

3.1 O clima na área de estudo

As edificações estudadas neste trabalho estão inseridas no centro da cidade de João Pessoa, com coordenadas correspondentes a 7°07' de Latitude Sul e 34°52' de Longitude Oeste. Segundo a classificação climática de Köppen-Geiger, a capital paraibana tem como clima característico o tropical úmido, sendo também classificada na Zona Bioclimática 8 (ABNT 15220-3). Com intuito de identificar as condições de céu e radiação solar externa no período das medições, alguns dados foram levantados.

As normais climatológicas disponibilizadas pelo Instituto Nacional de Meteorologia (INMET) são valores médios de dados climatológicos calculados a partir de um período de 30 anos (consecutivos). Segundo as normais climatológica do Brasil (1981-2010) os valores de insolação total (em horas) ao ano para a cidade de João Pessoa são de 2731h, nos meses referentes aos que foram realizadas as medições tivemos valores de insolação mensal de: 229,7h em março; 222,5h em Agosto e 235,9h em Setembro.

Da base de dados do Inmet foram coletados ainda dados referentes à cobertura da abóbada celeste, no período de medição do **Edifício Leste** (19 de agosto à 20 de setembro de 2016) predominaram os céus com nuvens esparsas (de 3/8 a 4/8 da abóbada celeste) e o nublado (de 5/8 a 7/8 da abóbada celeste), com respectivamente a frequência de 35,15% e 34,05%. No **Edifício Norte/Sul** (05 à 23 de março de 2018) o resultado da frequência da cobertura do céu foi semelhante ao **Edifício Leste**, com 40,38% dos horários de medição com nuvens esparsas e 37,05% de céu nublado, em nenhum dos dois períodos de pesquisa de campo teve-se o registro de céu encoberto (com 8/8 da abóbada celeste coberta com nuvens).

Tabela 1: Quantitativo de nuvens (cobertura do céu) nos dois ciclos de medição.

COBERTURA DO CÉU*	POUCAS 1/8 à 2/8 da abóbada	ESPARSAS 3/8 à 4/8 da abóbada	NUBLADO 5/8 à 7/8 da abóbada	ENCOBERTO 8/8 da abóbada
Edifício Leste* - 19 de agosto à 20 de setembro de 2016.	24,28%	35,15%	34,05%	0%
Edifício Norte/Sul* – 05 à 20 de março de 2018.	19,23%	40,38%	37,83%	0%

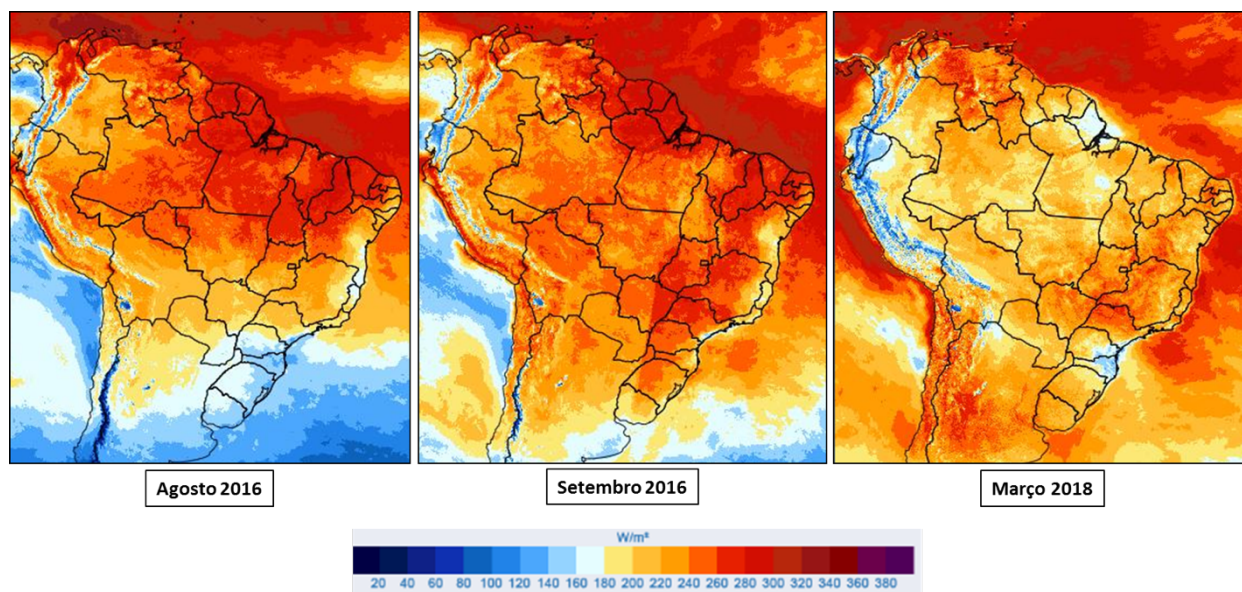
*Dados de frequência relativos aos horários úteis para medição (das 07h às 18h).

*Edifício Leste com 6,52% de horários sem dados registrados

*Edifício Norte/Sul com 2,56% de horários sem dados registrados

O Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais – INPE disponibiliza em seu site mapas com as médias mensais de radiação global (W/m^2) dos últimos anos. No período de medições das duas edificações (agosto e setembro de 2016 e março de 2018) os valores de radiação registrados (Figura 3) para a cidade de João Pessoa variaram entre 220 a 240 (W/m^2).

Figura 3: Mapas com médias de radiação global nos meses referentes ao período de medição.



Fonte: INPE (<http://satellite.cptec.inpe.br/radiacao>) editado pelo autor.

3.2 Localização das edificações

O Parque Sólon de Lucena está localizado na área central da cidade de João Pessoa, no seu entorno encontram-se uma grande concentração de estabelecimentos comerciais e de serviços, como também um alto fluxo de pessoas e transportes (públicos e privados), os dois edifícios estudados estão localizados (Figura 4) nesse entorno.

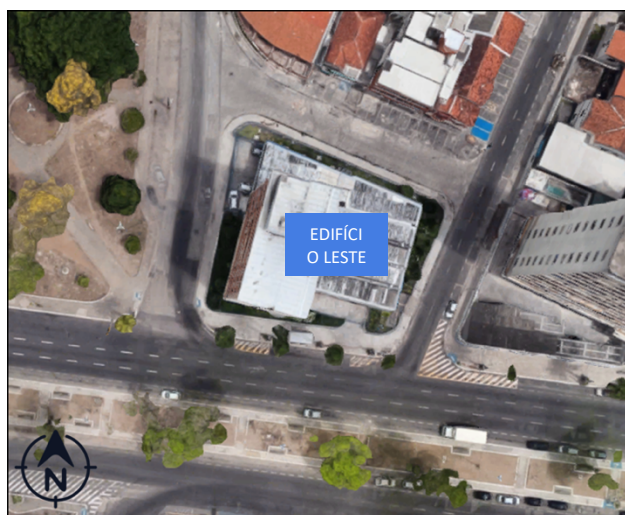
Figura 4: Localização dos imóveis, no conjunto do Parque Sólon de Lucena, centro de João Pessoa.



Fonte: Google, editado pelo autor.

Apesar da distância entre as edificações ser de apenas 700 metros, observa-se que no entorno do **Edifício Norte/Sul** (Figura 7 e 8) existe uma maior concentração de edificações, característica de centros urbanos no país. Enquanto o **Edifício Leste** (Figura 5 e 6) está localizado numa área menos adensada, implantado num lote que abrange uma quadra inteira, mantendo-se isolado de edificações vizinhas e com uma de suas fachadas voltadas para área arborizada do parque Sólon de Lucena.

Figura 5: Entorno imediato e implantação do edifício Leste.



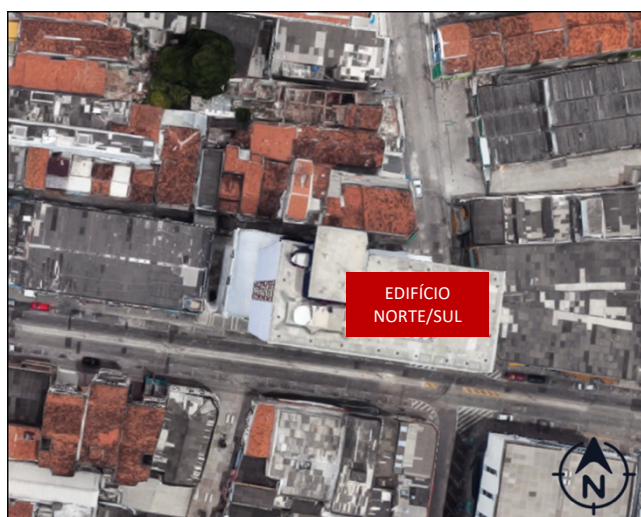
Fonte: Google, editado pelo autor.

Figura 6: Vista do edf. Leste, a partir da Av. Getúlio Vargas.



Fonte: Acervo Pessoal (2016).

Figura 7: Entorno imediato e implantação do edifício Norte/Sul.



Fonte: Google, editado pelo autor.

Figura 8: Vista do edf. Norte/Sul a partir da Rua Barão do Abiaui.



Fonte: Acervo Pessoal (2018).

3.3 O tombamento do Centro Histórico de João Pessoa

Com o Decreto 25.138/2004 do Instituto do Patrimônio Histórico e Artístico do Estado da Paraíba – IPHAEP foi aprovado o Tombamento do Centro Histórico Inicial da Cidade de João Pessoa, classificando os imóveis quanto ao grau de preservação e estabelecendo diretrizes para possíveis intervenções e usos. Pode-se citar também o Decreto 7.819/1978 que fala sobre o Cadastramento e Tombamento dos Bens Culturais, Artísticos e Históricos no Estado da Paraíba. Como os edifícios estão inseridos na Área de Preservação Rigorosa (APR) o tombamento dos mesmos é classificado como Conservação parcial (CP), onde qualquer reforma feita deverá passar pela avaliação do órgão responsável (IPHAEP).

3.4 O edifício Leste

O **Edifício Leste** foi construído na década de 60 e projetado pelo arquiteto Leonardo Stuckert Fialho para sediar a Reitoria da Universidade Federal da Paraíba. Localizada na Avenida Getúlio Vargas, no centro de João Pessoa, a edificação possui dois volumes (um vertical e um horizontal), neste trabalho é analisado apenas o volume correspondente à torre de 13 pavimentos (Figura 9 e 10), com área total de 3.067,56 m².

Analisando sua implantação, as fachadas de maior extensão são orientadas para leste e oeste (tendo uma leve inclinação), no nosso clima essas orientações recebem a maior parte da insolação durante todo o ano. A fachada leste da torre (considerada a principal) é toda revestida por esquadrias de vidro e a iluminação natural que incide sobre a fachada do imóvel é abundante. Para facilitar a análise da insolação foram produzidos diagramas solares (a partir da carta solar de João Pessoa) que identificam os horários e épocas do ano onde cada fachada recebe insolação.

Figura 9: Vista das fachadas Leste e Norte.



Fonte: Acervo pessoal (2016).

Figura 10: Vista das fachadas Oeste e Sul.

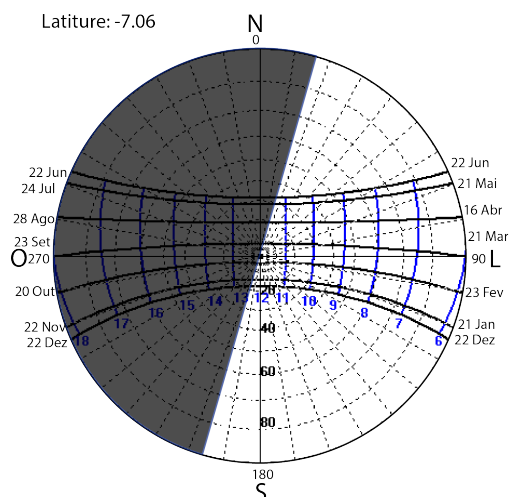


Fonte: Acervo pessoal (2016).

A fachada Leste (Figura 11) tem incidência solar das seis da manhã ao meio dia em quase todos os meses do ano, e, apesar da insolação nascente não ser a pior, pode causar desconforto por ofuscamento. Isto provavelmente ocorre devido à insolação nascente ocorrer perpendicularmente ao prédio e, dessa forma, conseguir penetrar no ambiente interno, já que seu invólucro não contém nenhum tipo de proteção solar externa, uma vez que é constituído por um material não opaco.

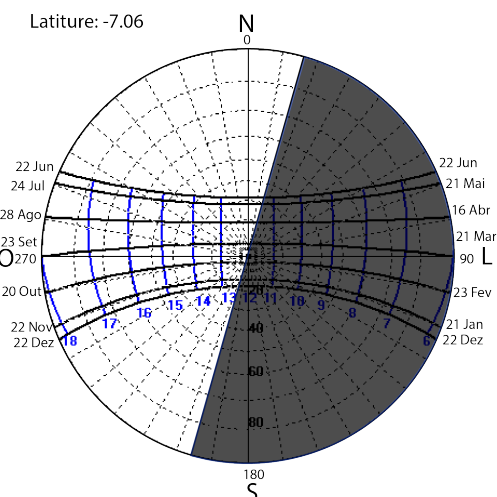
A fachada Oeste (Figura 12) que recebe o sol no poente é considerada a que possui pior insolação e a mais indesejável, com incidência das 13h às 18h durante a maior parte do ano, a fachada também não apresenta nenhum elemento de proteção ou edificação que a sombreie, porém ela não tem grandes aberturas nem ambientes de permanência.

Figura 11: Carta solar fachada Leste.



Fonte: Programa Sol-AR adaptado pela autora.

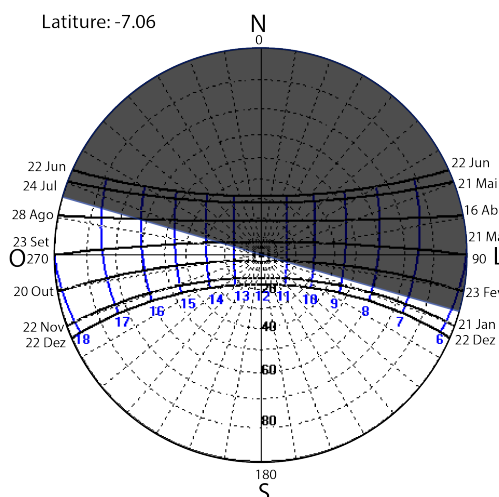
Figura 12: Carta solar fachada Oeste.



Fonte: Programa Sol-AR adaptado pela autora.

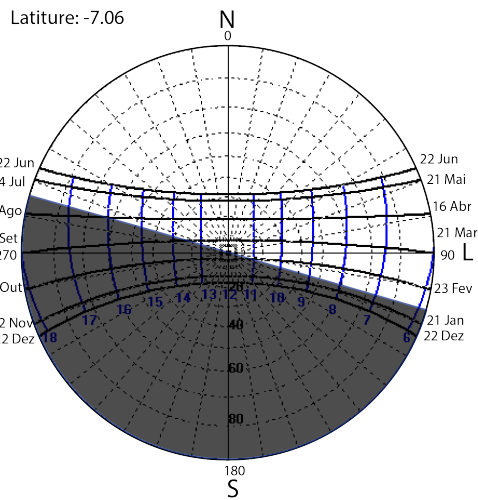
A fachada Sul (Figura 13) nos meses de novembro a janeiro recebe insolação durante todo o dia, de agosto a outubro a insolação incide no período da tarde. Na fachada Norte (Figura 14), a insolação nos meses de maio a julho atinge a fachada por todo o dia, e de fevereiro a abril se tem sol durante a manhã e início da tarde.

Figura 1: Carta solar fachada Sul.



Fonte: Programa Sol-AR adaptado pela autora.

Figura 2: Carta solar fachada Norte



Fonte: Programa Sol-AR adaptado pela autora.

3.4.1 O retrofit – processo de atualização do Edifício Leste

Comumente edificações sofrem alterações (Figura 15) durante sua vida útil, devido à manutenção ou adaptações necessárias, com quase cinco décadas, em julho de 2014 o edifício foi submetido a um retrofit tendo atualizações e modificações nos seus materiais construtivos, nas suas instalações (elétrica, eletrônica e comunicações), onde substituíram-se os materiais e revestimentos (internos e externos), os sistemas de ar-condicionado e iluminação artificial. A fim de melhorar a qualidade dos ambientes internos, o conforto dos usuários e a eficiência energética da edificação, utilizando materiais construtivos mais modernos e eficientes.

Figura 3: O edifício em 1963, 2009 e 2016.



1963



2009



2016

Fonte: Cevada (2009), adaptado pela autora.

O retrofit foi finalizado em fevereiro de 2016, a fachada Leste (Figura 16 e 17) sofreu muitas modificações, retomando elementos como o plano de vidro e a varanda do último pavimento. As esquadrias foram completamente substituídas, o vidro simples deu lugar a um vidro duplo laminado de baixa emissividade, elemento significativo na redução da reflexão de luz visível, do calor e dos ruídos externos, assim como no aumento da eficiência energética do prédio.

Figura 4 e 17: Vista das esquadrias da fachada Leste do edifício.



Fonte: Acervo Pessoal (2016).

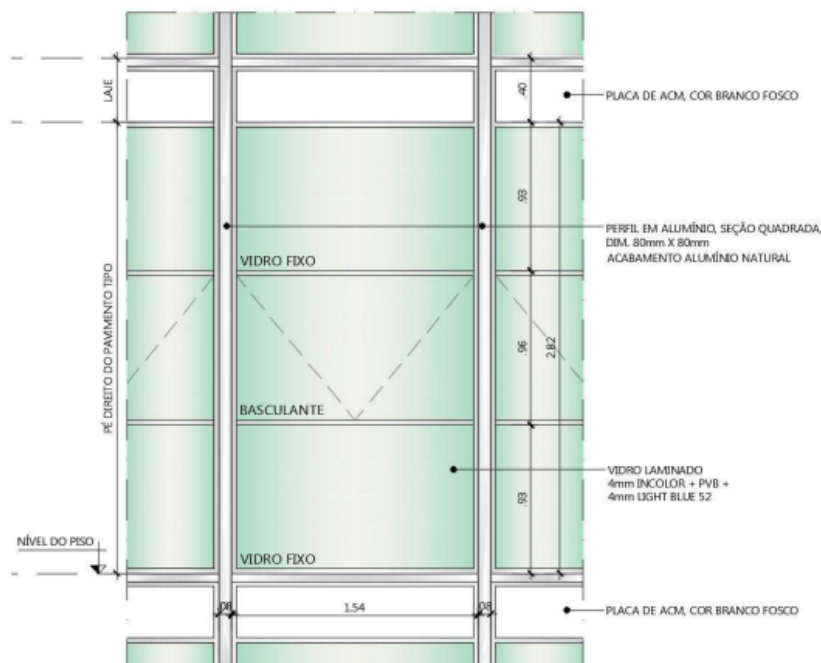
O novo vidro utilizado nas esquadrias (Figura 18) tem sua face externa constituída por uma lâmina de 4mm de vidro de controle solar (Light Blue 52 on clear) e uma lâmina de vidro incolor de 4mm na face interna, unidos por uma camada da resina polivinil butiral (PVB). Comparando o uso do vidro laminado com o do vidro comum (Tabela 2) têm-se uma redução de 22% na transmitância luminosa; de 3% na reflexão externa e de 16% na absorção de calor pelo vidro.

Tabela 1: Especificações do vidro laminado Light Blue 52 on Clear e de um vidro comum.

TIPO DE VIDRO	FATORES LUMINOSOS			
	Transmitância luminosa	Reflexão externa	Reflexão interna	Absorção
Laminado: Light Blue 52 4 mm + On Clear 4mm	66%	11%	7%	36%
Vidro incolor 6mm	88%	8%	8%	15%

Fonte: Nogueira (2018) adaptado pela autora.

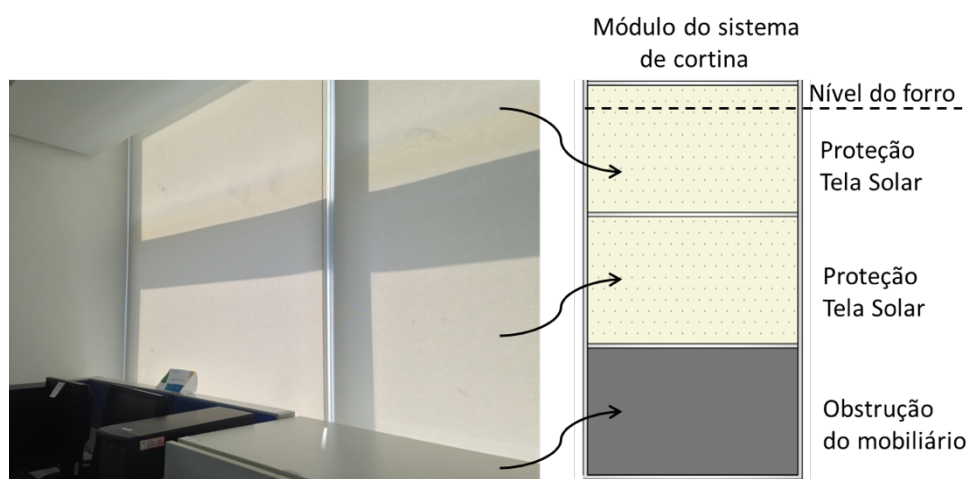
Figura 18: Módulo da esquadria (fachada leste) em elevação externa.



Fonte: Nogueira (2018)

Além das esquadrias, o sistema de cortinas é elemento fundamental no conforto lumínico dos usuários. Através dele os usuários conseguem controlar (reduzindo ou aumentando) a iluminação natural que incide no ambiente pelas janelas. As persianas existentes no edifício foram alteradas pelo sistema de cortina de rolo (Figura 19) com tela solar Thermoscreen, onde seu fator de abertura é de 3%; seu coeficiente de sombreamento é de 46% e podendo bloquear cerca de 90% dos raios UV.

Figura 19: Detalhe das cortinas de rolo instaladas.

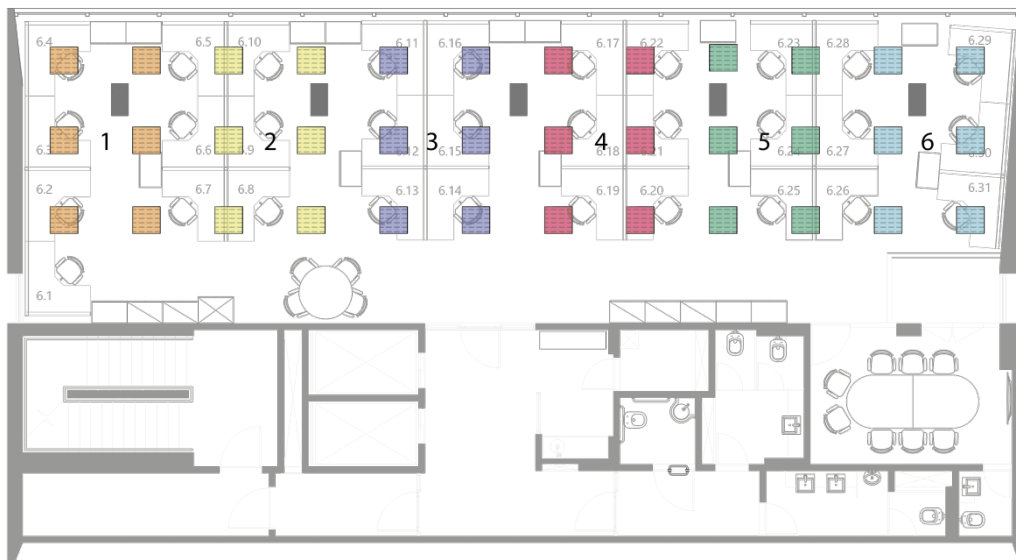


Fonte: Acervo pessoal (2016).

No tocante da iluminação artificial, as lâmpadas fluorescentes foram substituídas por luminárias de embutir para quatro lâmpadas LED tubulares de 16W/20W, com corpo e aletas planas em chapa de aço tratada com acabamento em pintura eletrostática epóxi-pó na cor branca contendo refletor em alumínio de alto brilho, a distribuição dos circuitos considera o layout padrão dos pavimentos (Figura), sendo dividido em seis seções com seis luminárias.

Outras alterações para melhorar a qualidade do ambiente interno (Figura 20) foram realizadas durante a reforma foram: adição de forro modular mineral; substituição do piso de ardósia pelo piso elevado em placas de aço; aquisição de novos mobiliários ergonômicos para as estações de trabalho; substituição dos elevadores e troca do sistema de condicionamento de ar.

Figura 20: Planta baixa (pav. tipo) com indicação da divisão circuitos de iluminação artificial.



Fonte: Lima (2016).

Figura 21: Ambiente interno em 2010.



Fonte: Acervo arquiteta Barbara Nogueira.

Figura 22: Ambiente interno em 2016



Fonte: Acervo pessoal (2016).

3.4.2 A planta em vão livre

Dentre os 13 pavimentos da edificação, apenas oito tem espaços destinados ao vão dos escritórios, no período das medições o prédio comportava cerca de 200 funcionários distribuídos do 3º ao 10º andar, para fins da pesquisa apenas as área de escritórios desses pavimentos serão estudadas. Os demais pavimentos comportam áreas como a recepção, auditório, sala de treinamentos, espaço de convivência e refeitório.

A planta principal é dividida em dois setores (Figura 23), o vão livre de escritório é constituído com layout padrão e mobiliário individual agrupado em ilhas (formato adotado frequentemente em ambientes corporativos) localizado na porção leste da edificação possibilitando acesso direto dos trabalhadores as esquadrias da fachada principal e a visão do exterior. Entre os

pavimentos existem pequenas alterações de layout (Figura 24), para criar salas de gerências e reunião (uso de divisórias de vidro), ademais o mobiliário padrão não ultrapassa a altura de 1,10m, propiciando a sensação de vão único conectado (Figura 25). Na porção Oeste do edifício estão localizados os setores de serviço (banheiros e copa) e as circulações verticais (elevadores e escadas de emergência).

Figura 23: Setorização dos pavimentos do Edifício Leste.



Fonte: Dados da pesquisa.

Figura 24: Sinalização das áreas dos pavimentos com medições.



Fonte: Dados da pesquisa.

Figura 25: Vista panorâmica de um dos pavimentos da edificação.



Fonte: Acervo pessoal.

3.5 - O edifício Norte/Sul

O **Edifício Norte/Sul** foi projetado na década de 60, para sediar o Instituto Nacional de Assistência Médica da Previdência Social (Inamps) e o Instituto de Aposentadoria e Pensão dos Industriários (IAPI). Com área total de 9.754,00 m² distribuídos em seus 15 pavimentos o edifício está localizado na Rua Barão do Abiaí, nº 73, centro de João Pessoa. A pesquisa restringiu o monitoramento das variáveis ambientais aos 10 pavimentos que compreendem o volume vertical do prédio, onde são encontrados os pavimentos “tipo” objeto da comparação entre os edifícios **Leste** e **Norte/Sul**.

A edificação tem orientação Norte/Sul nas fachadas com maior perímetro, o invólucro é formado por painéis modulares de vidro e material opaco nas duas orientações, como citado anteriormente, a iluminação natural incidente nos ambientes internos é proveniente das esquadrias, sempre que possível é interessante que a mesma seja identificada, para isso foram elaborados diagramas solares.

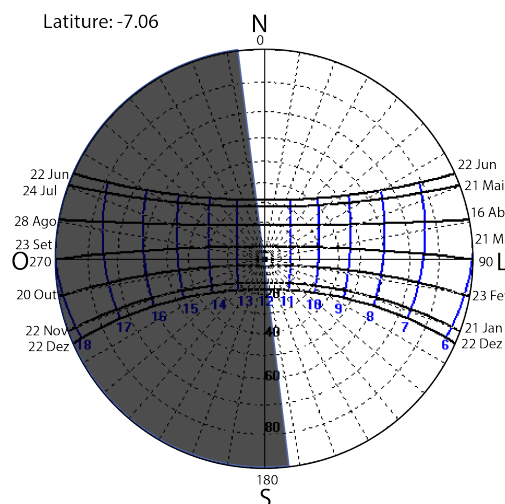
Figura 26 e 27: Edifício Norte/Sul. Vista fachada Sul e Norte, respectivamente.



Fonte: Acervo pessoal.

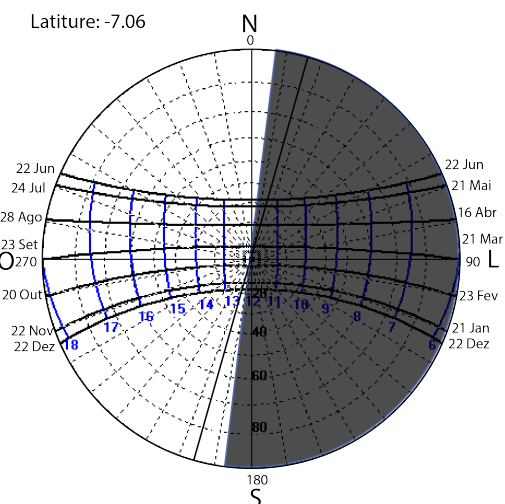
A fachada Leste (Figura 28) tem incidência solar por toda a manhã em quase todos os meses do ano e a fachada Oeste (Figura 29) no período da tarde nos 12 meses. Apesar do nascente e poente terem as maiores insolações, no caso desse edifício isso não se torna um grande problema, pois essas fachadas tem o menor perímetro, com poucas aberturas e, no caso da fachada oeste, a sua porção destinada à ambientes de serviço.

Figura 28: Carta solar fachadas Leste.



Fonte: Programa Sol-AR adaptado pela autora.

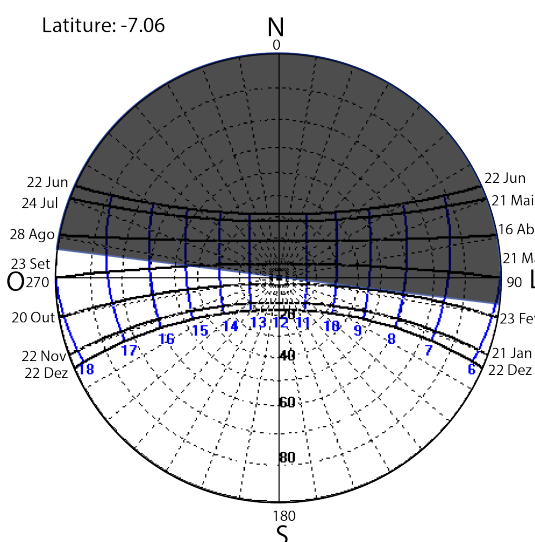
Figura 29: Carta solar fachada Oeste.



Fonte: Programa Sol-AR adaptado pela autora.

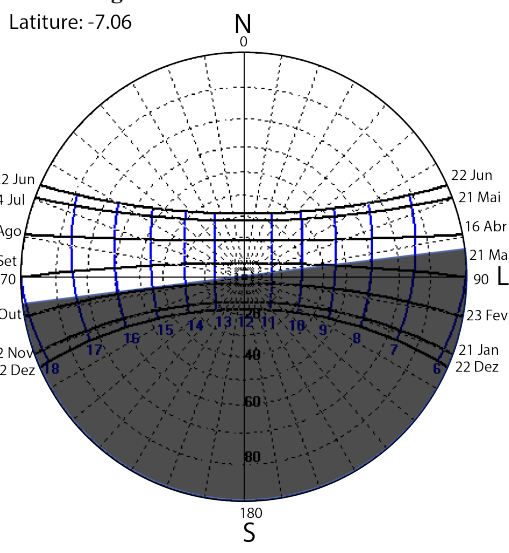
A fachada Sul (Figura 30) recebe insolação durante todo o dia, de outubro a fevereiro e em setembro a insolação incide no período da tarde, os demais meses a insolação não é direta. Na fachada Norte (Figura 31), a insolação acontece de abril a agosto durante todo o dia e em setembro das 10h as 18h.

Figura 30: Carta solar fachada Sul.



Fonte: Programa Sol-AR adaptado pela autora.

Figura 31: Carta solar fachada Norte.



Fonte: Programa Sol-AR adaptado pela autora.

3.4.1 O retrofit – processo de atualização da edificação do Edifício Norte/Sul

Assim como a edificação anterior o **Edifício Norte/Sul** passou pelo processo de retrofit (Figura 32), sendo inaugurado em maio de 2013. Os investimentos para modernização da edificação foram altos, objetivando atender melhores padrões de qualidade do ambiente interno, de conforto

dos usuários, bem como segurança e automação da edificação. Com 40 anos de história, sendo um dos edifícios a ajudar na verticalização de João Pessoa (TINEM, 2010), a estrutura da edificação necessitava reparos internos e externos, dentre as mudanças na estrutura predial tem-se: a troca de todas esquadrias, como também como manutenção dos demais revestimentos internos e externos; substituição da rede elétrica em conjunto com instalação de novos aparelhos de condicionamento artificial (mais eficientes) e de iluminação artificial (luminárias e lâmpadas); troca do piso e forro gesso, bem como dos elevadores e sistemas de combate ao incêndio.

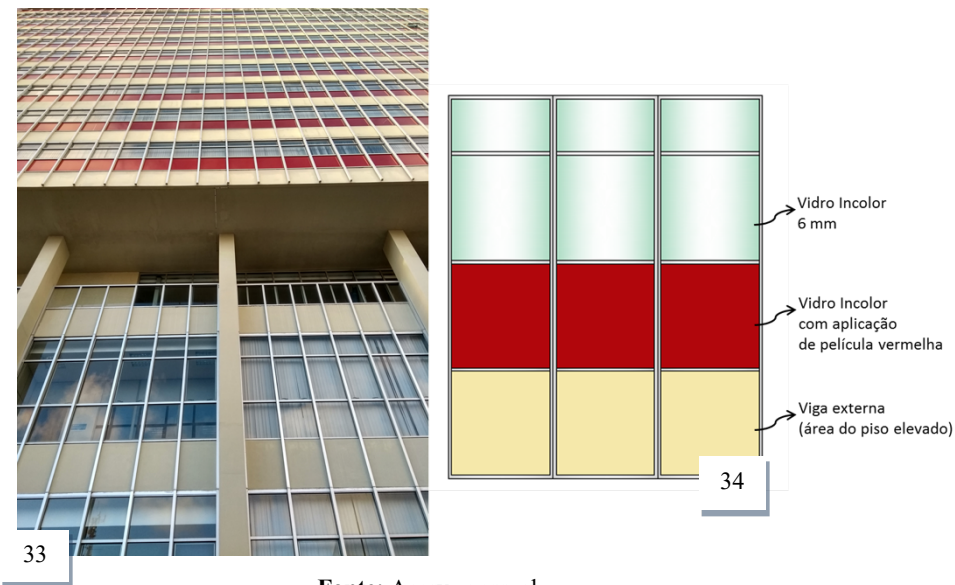
Figura 32: O edifício antes do retrofit e em 2018.



Fonte: Tinem (2010), adaptado pela autora.

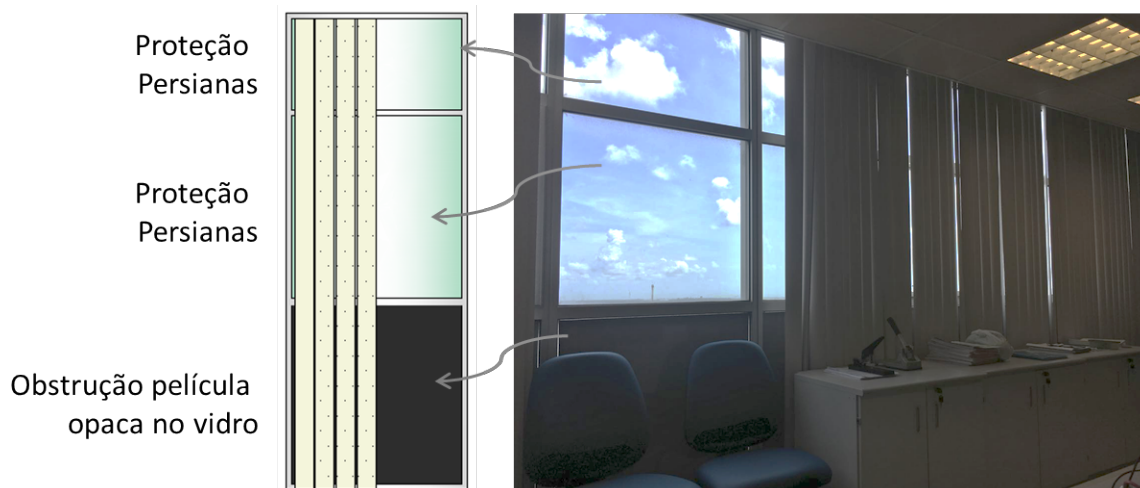
Ainda que o sistema de esquadrias tenha sido completamente renovado, o vidro utilizado nas esquadrias (Figura 33) continua sendo o do vidro incolor comum 6mm (Tabela 1), cuja transmitância luminosa é de 88%. Ao todo são 38 módulos de esquadria na fachada sul e 30 módulos na fachada norte, esses são compostos por quatro segmentos (Figura 34~~Erro! Fonte de referência não encontrada.~~), dois com apenas o vidro, um com o vidro e uma película opaca vermelha e o último equivale às vigas (área de piso elevado) da estrutura predial. As cortinas do **edifício Norte/Sul** são persianas verticais em PVC na cor cinza claro (Figura 35).

Figura 33 e 34: Vista fachada Sul **edifício Norte/Sul** e módulo da esquadria, respectivamente.



Fonte: Acervo pessoal.

Figura 35: Detalhe das persianas em PVC.



Fonte: Acervo pessoal.

A iluminação artificial também é composta por luminárias de embutir com lâmpadas LED, em cada pavimento são encontradas cerca de 80 luminárias. Como se pode observar em planta (Figura 36) a distribuição das luminárias em ambientes internos tende a acompanhar a organização do layout, fornecendo uma distribuição regular para todo o ambiente. Observa-se que existe um padrão nessa distribuição, em algumas áreas é possível identificar arranjos semelhantes e em outros padrões completamente distintos.

O novo forro modular tem papel fundamental na organização das luminárias, os módulos do forro (Figura 37) são compatíveis com as dimensões totais das luminárias, facilitando a alteração dos pontos de luz, acredita-se que com o passar dos anos, as modificações de layout e criação de novas salas impulsionaram a alteração da localização dessas fontes de luz.

Figura 36: Planta baixa 2º pavimento com indicação das luminárias existentes.



Fonte: Dados da pesquisa.

Figura 37: Vista do forro modular e luminárias padrão.



Fonte: Acervo pessoal.

3.4.2 O Layout dos pavimentos

A edificação comporta cerca de 170 funcionários no volume vertical, distribuídos em nove pavimentos com estações de trabalho individuais feitas (mobiliário padrão), mas com layouts diferentes entre os pavimentos. Na porção Oeste dos pavimentos (Figura 38), encontra-se o bloco de serviço com as circulações verticais (elevadores e escadas de emergência), banheiros e copa, esse bloco se repete por todos os andares. As demais áreas dos pavimentos são organizadas por divisórias a fim de separar os setores da instituição, havendo diferenciações na localização das estações de trabalho entre os pavimentos, por essa razão, algumas salas do edifício tinham acesso restrito não sendo possível realizar medições. Na Figura 39 destacam-se as áreas com medições.

Figura 38: Setorização dos pavimentos do **Edifício Norte/Sul**.



Fonte: Dados da pesquisa.

Figura 39: Sinalização das áreas dos pavimentos com medições.



Fonte: Dados da pesquisa.

4 – MATERIAIS E MÉTODOS

Nesta seção são apresentados e descritos os procedimentos e os instrumentos utilizados para a coleta dos dados, fundamentados na problemática que orienta a pesquisa, nos objetivos, e em procedimentos correlatos estudados a partir da pesquisa bibliográfica. Com o objetivo de avaliar o impacto da orientação da edificação na qualidade lumínica de ambientes internos e verificar sua adequação para o desempenho de atividades laborais, prioriza-se a coleta de dados simultânea favorecendo a aproximação das variáveis ambientais medidas e as respostas subjetivas dos usuários, respeitando o uso e operação da edificação e a rotina dos trabalhadores.

4.1 Organizações das medições no espaço e tempo

A pesquisa foi dividida em dois ciclos de medições, em cada ciclo um dos objetos de estudo foi o centro da coleta de dados, as medições das variáveis ambientais (iluminância e material particulado) foram realizadas em simultaneidade a aplicação do questionário entre os participantes da pesquisa, sendo então a principal característica metodológica que rege o estudo. A simultaneidade na coleta dos dados é parte integrante de diversas outras pesquisas que foram utilizadas como referência: Newsham et al. (2009), Newsham et al. (2013), De Vecchi (2013), Schiavo e Altomonte (2013).

O planejamento e esquematização das medições teve papel significativo na pesquisa, foi criada uma rotina de coleta de dados, a fim de facilitar e interferir minimamente na rotina de trabalho dos usuários, assim, a partir de uma análise prévia dos pavimentos das edificações e de sua população definiu-se temporalmente as medições. Os registros e monitoramentos das variáveis ambientais e a aplicação dos questionários ocorreram em semanas consecutivas, considerando que a pesquisa de campo e o acesso aos ambientes em operação eram permitidos mediante autorização prévia, alguns protocolos foram estabelecidos. A prévia codificação de cada estação de trabalho, a fim de auxiliar no controle e armazenamento dos dados, vinculando o questionário aos dados recolhidos e preservando o anonimato do participante da pesquisa. O código (Figura) está presente nas plantas baixas, nos arquivos de medição, nos questionários e foi utilizado desde a coleta até os resultados. O primeiro dígito do código era referente ao pavimento no qual se encontra o posto e os demais dígitos ao número da estação no andar.

Figura 40: Codificação.

O diagrama à esquerda, intitulado 'Planta dos pavimentos', mostra um layout detalhado de um andar de escritório. As salas são numeradas de SALA 1 a SALA 14, além de áreas como COF, COF.2, COF.3, COF.4, COF.5, COF.6, COF.7, COF.8, COF.9, COF.10, COF.11, COF.12, COF.13, COF.14, COF.15, COF.16, COF.17, COF.18, COF.19, COF.20, COF.21, COF.22, COF.23, COF.24, COF.25, COF.26, COF.27, COF.28, COF.29, COF.30, COF.31, COF.32, COF.33, COF.34, COF.35, COF.36, COF.37, COF.38, COF.39, COF.40, COF.41, COF.42, COF.43, COF.44, COF.45, COF.46, COF.47, COF.48, COF.49, COF.50, COF.51, COF.52, COF.53, COF.54, COF.55, COF.56, COF.57, COF.58, COF.59, COF.60, COF.61, COF.62, COF.63, COF.64, COF.65, COF.66, COF.67, COF.68, COF.69, COF.70, COF.71, COF.72, COF.73, COF.74, COF.75, COF.76, COF.77, COF.78, COF.79, COF.80, COF.81, COF.82, COF.83, COF.84, COF.85, COF.86, COF.87, COF.88, COF.89, COF.90, COF.91, COF.92, COF.93, COF.94, COF.95, COF.96, COF.97, COF.98, COF.99, COF.100. As áreas são também rotuladas como COORDENAÇÃO, RECURSOS HUMANOS, FINANÇAS, MARKETING, VENDAS, SERVIÇO DE CLIENTES, SERVIÇO DE TI, SERVIÇO DE SEGURANÇA, SERVIÇO DE LIMPEZA, SERVIÇO DE MANUTENÇÃO, SERVIÇO DE ALIMENTAÇÃO, SERVIÇO DE SAÚDE, SERVIÇO DE TRANSPORTE, SERVIÇO DE ALUGUELO, SERVIÇO DE CONSTRUÇÃO, SERVIÇO DE REFORMA, SERVIÇO DE PINTURA, SERVIÇO DE ELÉTRICA, SERVIÇO DE PLUMBAGEM, SERVIÇO DE GÁS, SERVIÇO DE ÁGUA, SERVIÇO DE SANEAMENTO, SERVIÇO DE ENERGIA, SERVIÇO DE TELEFONEIA, SERVIÇO DE INTERNET, SERVIÇO DE TV, SERVIÇO DE RÁDIO, SERVIÇO DE FAX, SERVIÇO DE CÓPIA, SERVIÇO DE IMPRESSÃO, SERVIÇO DE ARQUIVAMENTO, SERVIÇO DE ORGANIZAÇÃO, SERVIÇO DE ARMAZENAMENTO, SERVIÇO DE DISTRIBUIÇÃO, SERVIÇO DE RECEBIMENTO, SERVIÇO DE ENCAMINHAMENTO, SERVIÇO DE SEGUIMENTO, SERVIÇO DE FEEDBACK, SERVIÇO DE AVALIAÇÃO, SERVIÇO DE MONITORAMENTO, SERVIÇO DE CONTROLE, SERVIÇO DE REGISTRO, SERVIÇO DE ARQUIVAMENTO, SERVIÇO DE ORGANIZAÇÃO, SERVIÇO DE ARMAZENAMENTO, SERVIÇO DE DISTRIBUIÇÃO, SERVIÇO DE RECEBIMENTO, SERVIÇO DE ENCAMINHAMENTO, SERVIÇO DE SEGUIMENTO, SERVIÇO DE FEEDBACK, SERVIÇO DE AVALIAÇÃO, SERVIÇO DE MONITORAMENTO, SERVIÇO DE CONTROLE, SERVIÇO DE REGISTRO.

O formulário à direita, intitulado 'Questionário', contém as seguintes seções:

- Questionário**: Avaliação das condições de conforto térmico e visual. Campos para Data, Hora início / preenchimento questionário e Estação.
- A. DADOS PESSOAIS, HABITOS E PREFERÊNCIAS**: Campos para Nome, Sobrenome, Idade, Sexo, Estado, e perguntas sobre hábitos de trabalho e preferências.
- FICHA DE MEDIÇÃO INDIVIDUAL**: Campos para DATA, PAV., ESTAÇÃO, Gênero ocupante, Hora início, Hora término, e perguntas sobre o momento da medição.
- CHECK LIST EQUIPAMENTOS**: Campos para LICOR, TGD 1 (Reg.), Temp 1, e Temp 2.

Na parte inferior direita, há o texto 'Ficha de medição'.

Fonte: dados da pesquisa.

O **edifício Leste** foi objeto de estudo de outras pesquisas, e, por consequência disso, a coleta de dados aconteceu anteriormente ao início desta. Os dados de iluminação foram analisados descritivamente no trabalho final de graduação de Lima (2016), intitulado “Estudo lumínico em um

edifício de escritórios: estudo de caso em clima quente e úmido”. Os materiais e métodos utilizados no primeiro objeto de estudo foram reproduzidos no segundo ciclo de medições (**edifício Norte/Sul**), os dados coletados anteriormente foram analisados estatisticamente e utilizados para confrontar os resultados da segunda coleta de dados, a fim de alcançar o objetivo e obter respostas.

As medições (Figura 41) aconteceram no período entre 19/08/2016 a 20/09/2016 (**edifício Leste**) e entre 05/03/2018 a 20/03/2018 (**edifício Norte/Sul**). Os dados foram coletados no horário de expediente dos usuários (nos períodos manhã e tarde), alternando os pavimentos por turno, de modo que houvesse registros nos dois turnos para cada andar. No total foram 23 dias de coleta no **edifício Leste** e 12 dias de coleta no **edifício Norte/Sul**.

Figura 41: Diagrama Coleta de dados



Fonte: dados da pesquisa.

Cada estação de trabalho era monitorada por 15 minutos, momento em que foram coletados dados referentes a variáveis ambientais e à aplicação do questionário. Contudo só era possível realizar cerca de seis medições por dia, pois além do tempo efetivo de medições, há o tempo de posicionamento e deslocamento dos equipamentos entre as estações de trabalho, como também a disponibilidade do entrevistado (mesmo que a medição já estivesse agendada). Além disso era pré-requisito que os usuários estivessem há pelo menos 30 minutos em seu local de trabalho, não sendo realizadas medições seguinte a chegada ao edifício ou quando retornava do intervalo do almoço.

A escolha das estações de trabalho e respectivo usuário ocorreram por meio de uma amostragem não probabilística por conveniência, e, por esta se tratar de uma pesquisa em que a participação foi voluntária e a população de cada edificação era finita, decidiu-se por conseguir o máximo possível de voluntários, ou seja, foram selecionados todos os usuários que demonstravam interesse em participar da pesquisa para compor a amostra. As solicitações para participação eram realizadas anteriormente às medições, tendo os horários pré-agendados com o trabalhador, a fim de adequar as medições ao seu horário de trabalho e minimizar possíveis impactos negativos em sua rotina.

O estudo é parte integrante de pesquisas em desenvolvimento no âmbito do Laboratório de Conforto (LABCON) da Universidade Federal da Paraíba (UFPB) envolvendo, além dos parâmetros ambientais estudados nessa pesquisa, outros que não serão abordados no presente estudo. Para melhor execução da pesquisa, pela quantidade de equipamentos a serem manuseados e pela simultaneidade entre as medições e aplicação de questionários, foi necessária a participação de outros pesquisadores do LABCON/UFPB.

4.2 O consentimento da pesquisa

Considerando que o presente estudo inclui a participação de seres humano, em respeito à Resolução 510/2016 do Ministério da Saúde do Brasil, a pesquisa foi submetida ao Comitê de Ética em Pesquisa do Centro de Ciências da Saúde da Universidade Federal da Paraíba CEP/CCS/UFPB.

A submissão foi realizada através da Plataforma Brasil (<http://plataformabrasil.saude.gov.br>), em que todos os documentos necessários, assim como o plano de trabalho inicial, foram anexados. Após análise, a pesquisa obteve aprovação, mediante parecer consubstanciado CAAE 84668618.1.0000.5188 (Anexo 1).

Através do Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE), os participantes foram informados sobre o âmbito da pesquisa; os pesquisadores responsáveis e sua instituição de ensino; os objetivos do trabalho; o sigilo dos dados fornecidos no questionário; e que a participação aconteceria de maneira voluntária com a possibilidade de declínio da participação a qualquer momento, se fosse desejado.

4.3 As ferramentas de análise e as medições

Pode-se encontrar na literatura diversos processos, ferramentas e recomendações usadas em métodos de análise de variáveis ambientais, sejam nas normas brasileiras, ou em outras bibliografias nacionais e internacionais. Ao estudar os métodos e técnicas, é fundamental identificar aqueles que já foram aplicados e cujos resultados são confiáveis, deve-se sempre ponderar o que é pedido nas normas com as experiências de outros laboratórios, construindo, assim, o nosso mecanismo. A seguir são apresentadas as principais metodologias e instrumentos que influenciaram na construção do método dessa pesquisa.

Com a finalidade de analisar a qualidade lumínica dos ambientes internos das edificações, escolheram-se as variáveis ambientais iluminância, luminância e material particulado para coleta de dados in loco nas estações de trabalho, ocorreram ainda medições contínuas de iluminância em um ponto fixo de todos os pavimentos. A coleta de dados de radiação externa e quantidade de nuvens é proveniente de uma estação meteorológica automática localizada em João Pessoa. Adicionalmente as variáveis lumínicas, foram estudadas os resultados da coleta de material particulado, de acordo com os resultados obtidos na pesquisa de Leder (2015) correlações significativas entre os resultados de material particulado e conforto visual, como no âmbito das medições essa variável foi coletada, decidiu-se pela análise de seus resultados.

Os equipamentos utilizados na pesquisa foram disponibilizados pelo Laboratório de Conforto Ambiental (LABCON/UFPB) e pelo Laboratório de Análise do Trabalho (LAT/UFPB), sendo eles previamente verificados através da comparação de dados medidos com os de equipamentos similares calibrados. A tabela 3 exibe as especificações dos instrumentos utilizados na pesquisa. A coleta pode ser dividida em dois procedimentos principais: um fixo, que recolhe dados de uma determinada área do pavimento durante todo o período de medição; e, um móvel, que pretende captar o comportamento da luz nas estações individuais de trabalho, cujo monitoramento é feito durante 15 minutos em cada posto.

Tabela 2: Especificações dos instrumentos utilizados na pesquisa

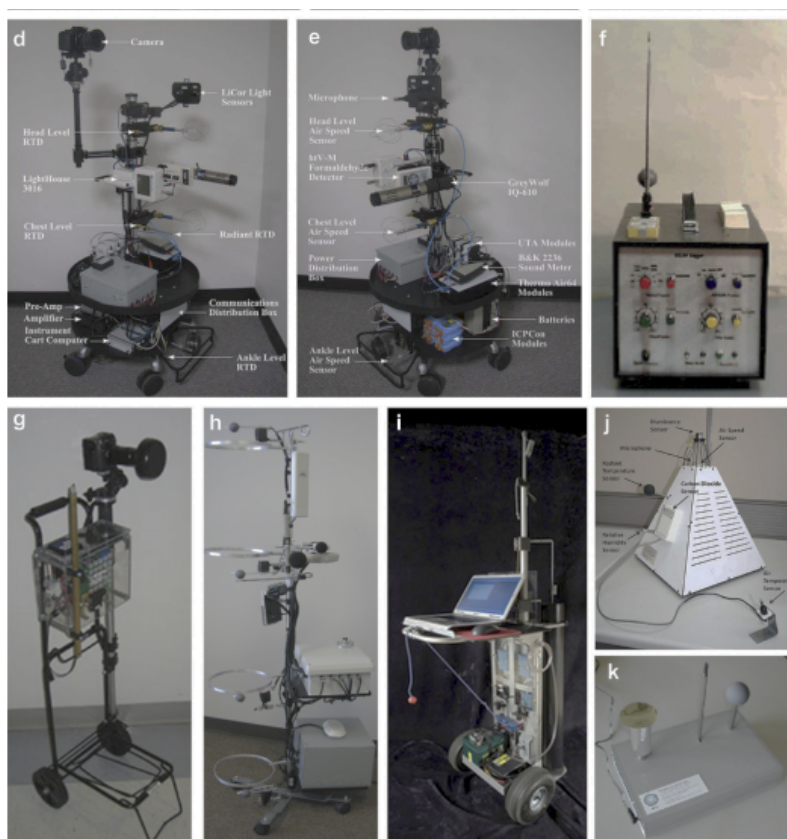
EQUIPAMENTO	LI-210	Hobo U12	FLUKE 983
FABRICANTE	LICOR	On SEt	FLUKE Inc.
VARIÁVEL	Iluminância (LUX)	Iluminância (LUX)	Concentração de partículas no ar
INSTALAÇÃO	Estação móvel - 01 sensor sobre o plano de trabalho, h= 0,75m. - 05 sensores no cubo, h=1,20m.	Estação fixa H=1,10m.	Estação móvel H=1,10m.
FAIXA DE MEDIÇÃO	30 μ A per 100 klux	1 a 3000 lúmens	Faixa de diâmetro das partículas: 0,3; 0,5; 1,0; 2,0; 5,0; 10,0 μ m
PRECISÃO	$\pm$ 5%	-	-

Fonte: Especificações técnicas dos fabricantes.

A criação da estação móvel é baseada em outros modelos desenvolvidos encontrados na literatura (NEWSHAM et al., 2013; HEINZERLING et al., 2013; CHOI, LOFTNESS e AZIZ, 2012) (Figura 42), dentre as principais metodologias que contribuíram como referência para o trabalho, tem-se a de Newsham et al. (2013), realizada no Instituto de pesquisa em Construção do Instituto Nacional de Pesquisa do Canadá (IRC-NRCC) onde foi desenvolvido um estudo tendo como objeto 24 edifícios de escritórios, localizados no norte dos Estados Unidos e no Canadá. O principal objetivo da pesquisa era avaliar a qualidade ambiental de edifícios verdes, a partir de medições físicas (variáveis de iluminação, térmica, qualidade do ar e acústica) e da opinião dos usuários (aplicação de questionários). Para a coleta das variáveis ambientais dois tipos de plataformas (construídas pela equipe) de medição foram utilizados: a estação fixa e a estação móvel.

Na plataforma móvel estavam distribuídos a maior parte dos equipamentos e sensores, dentre eles a LiCor LI-210 (para medir a iluminância) e uma câmera fotográfica profissional (para medir a luminância através das Imagens HDR²). Essa estação mediu cada local de trabalho em um curto período, de 10 a 15 minutos durante o expediente, capturando as condições das estações de trabalho em uso. Na pesquisa de Newsham et al. (2013), um conjunto de seis sensores foi fixado nas faces de um cubo negro, a uma altura de 1.25 metros (eixo). O método apresentado (cubo negro) tem como objetivo reproduzir a cabeça do usuário medindo a iluminância por ele recebida, complementarmente dois outros sensores foram colocados sobre a mesa de trabalho (no lado esquerdo e lado direito), para caracterizar a iluminância sobre o plano.

Figura 42: Exemplo de estações móvel e fixa de pesquisas correlatas.



Fonte: Heinzerling et al. (2013).

² Os termos HDR, DGP, DGI e UGR já foram incorporados, através do Neologismo, portanto serão utilizados durante todo o texto.

A partir das referências desenvolveu-se uma estação móvel específica para essas medições, onde toda a estrutura, localização e altura dos equipamentos foram elaboradas para que o registro das variáveis fosse semelhante à posição de um trabalhador sentado. A estação foi pensada para facilitar a padronização das medições, pois todos os sensores eram fixados a uma estrutura metálica que mantinha o posicionamento dos equipamentos, evitando a variabilidade, facilitando o transporte entre as estações de trabalho e os pavimentos e evitando consecutivas montagens e desmontagens dos equipamentos.

4.4 As medições quantitativas de iluminância

As medições dos níveis de iluminação, segundo a NR17 (2009), “deve ser feita no campo de trabalho onde se realiza a tarefa visual, utilizando-se de luxímetro com fotocélula corrigida para a sensibilidade do olho humano e em função do ângulo de incidência”. Em medições de iluminância em ambientes reais, a NBR 15215-4 (2005, p. 05) recomenda a realização de alguns procedimentos para avaliar os níveis de iluminação, é necessário manter o sensor paralelo às superfícies avaliadas; evitar sombras sobre a fotocélula; expor a fotocélula à luz antes da primeira leitura evitando fontes muito intensas como a dos raios solares; a verificação do nível de iluminação deve ser feita em superfícies de trabalho para verificar falhas no layout e as medições devem ser realizadas em um plano horizontal a 75 cm do piso, quando não é especificada a altura da superfície de trabalho.

As medições fixas foram realizadas com o auxílio de *dataloggers* Hobo U12 (Figura 43), instalados nos ambientes internos (uma unidade por pavimento), que registraram durante 24h (com frequência de 1h) as iluminâncias da sala. Os *dataloggers* foram fixados sobre o mobiliário das estações a uma altura de 1,10cm em relação ao nível do piso. No **edifício Leste** priorizou-se a semelhança na localização dos equipamentos em cada um dos pavimentos, pois facilitaria na comparação dos dados. Isso foi possível porque todos os pavimentos possuem *layout* muito semelhante, com postos de trabalho em contato direto com a fachada leste, considerada a face principal da edificação. No **edifício Norte/Sul**, contudo, devido às diferenciações de *layout* e à necessidade de analisar a insolação proveniente das duas fachadas principais (norte e sul), que têm contato direto com os postos de trabalho, o equipamento de medição fixa foi locado alternadamente entre os pavimentos; quando fixado próximo à fachada norte em um andar, o pavimento superior deveria ter o aparelho instalado na porção sul.

Figura 43: Estação fixa - HOB0 U12

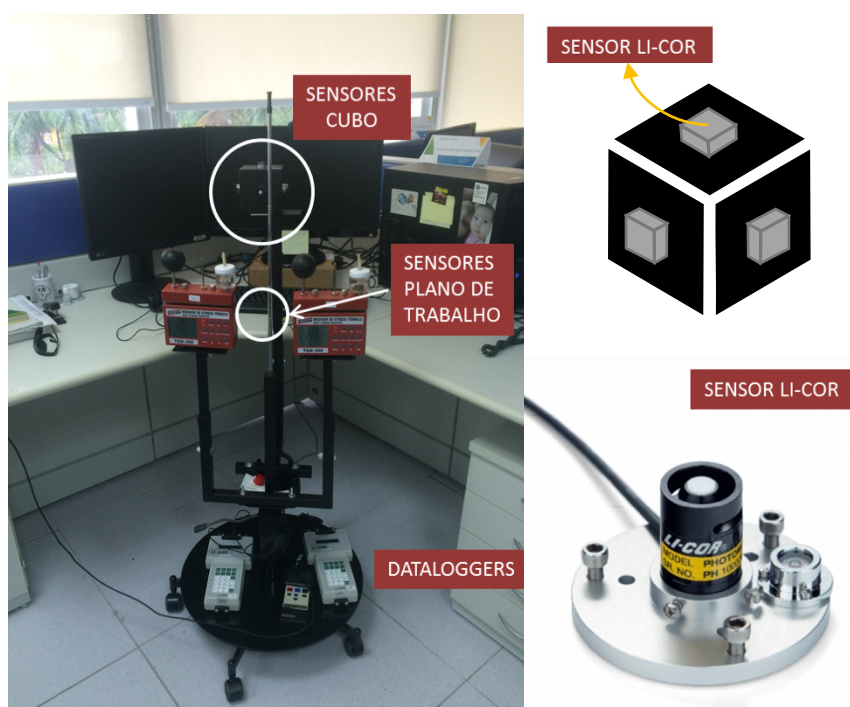


Fonte: Lima (2016).

Para a definição e locação dos equipamentos na estação móvel, foram consideradas as recomendações das normas e referências citadas anteriormente, como também os planos de trabalho e mobiliários existentes, a disponibilidade dos equipamentos a serem instalados e os ocupantes sentados, para que não houvesse interferência nos sensores durante a coleta de dados.

A estação móvel (Figura 44) capta o comportamento da luz nas estações individuais de trabalho e a ferramenta de coleta são sensores fotométricos LI-210 (Figura 45). Ao todo seis sensores foram utilizados, sendo um colocado em cima da mesa de trabalho, seguindo as recomendações da NBR 15215-4 (2005, p. 05). Reproduzindo a metodologia de Newsham et al. (2013), os demais sensores foram dispostos nas faces (frontal, distal, lateral direita, lateral esquerda e superior) de um cubo preto com altura de 1,10m (eixo do sensor), que simula a cabeça do usuário. O cubo foi fixado na estação móvel, posicionada substituindo a cadeira do trabalhador para registrar as condições de iluminação percebidas pelo mesmo. Os sensores registram a cada um minuto, totalizando 15 dados por posto de trabalho que são armazenados no datalogger acoplado ao equipamento.

Figura 44 e 45: Estrutura móvel para medições e sensores fotométricos (LI-210).



Fonte: acervo pessoal e site do fabricante.

4.5 As medições quantitativas de material particulado

Segundo o CONAMA (Resolução nº 382, 2006) material particulado (MP) é “todo e qualquer material sólido ou líquido, em mistura gasosa, que se mantém neste estado na temperatura do meio filtrante...”. Esse tipo de material é classificado segundo sua dimensão, a NBR 13412 (1995) afirma que as partículas em suspensão no ar com diâmetro igual ou inferior a 10 µm são consideradas material particulado inalável. O material particulado pode afetar a saúde da população, causando doenças, prejudicando a qualidade de vida das pessoas, podendo prejudicar atividades do cotidiano.

A coleta das amostras de material particulado foi realizada em conjunto com as demais medições, o equipamento de coleta Fluke 983 (Figura 46) não foi acoplado na estação móvel e, portanto, a coleta era executada por um dos pesquisadores (em pé). Durante os 15 minutos de medições individuais estabeleceu-se alguns protocolos:

- A coleta deveria acontecer com intervalos de cinco minutos, totalizando três medições;

- O sensor do Fluke 983 era posicionado na altura de 1,10 e apontado para a origem do fluxo de ar;
- Antes da primeira coleta diária era necessário a realização do ciclo de limpeza padrão do equipamento, para fins de calibração do mesmo.
- O pesquisador responsável pela coleta do material particulado não deveria estar em movimento no momento de sua realização.

Figura 46: Fluke 983 - Contador de partículas.



Fonte: Fluke Corporation

4.6 As medições quantitativas de luminância

Outra metodologia investigada é a da imagem de grande alcance dinâmico (HDR). Essa imagem possibilita representar toda a gama dinâmica de uma cena, da luz solar direta a sombra profunda. É um método no qual se captura digitalmente e edita todas as luminâncias em uma cena, possibilitando um maior detalhamento da imagem e alcançando maior fidelidade de cor, pois a gama dinâmica é a relação entre a maior e a menor luminância representada por uma imagem. Segundo Inanici (2006), a imagem HDR vem como uma opção para facilitar a captura da variação de luminância, já que outras técnicas necessitam de equipamentos caros e processos de calibração. Na fotografia HDR, é preciso apenas de uma câmera que tivesse a capacidade de obter diferentes tempos de exposição, para que se fosse possível agrupar a sequência de cenas em uma única imagem.

Nesse método predominantemente se utiliza uma câmera profissional (Single-Lens Reflex - SLR) para obtenção das fotos, mas existem pesquisas que testam a metodologia com câmeras mais simples do tipo snapshot (SOUSA E SCARAZZATO, 2009). Usa-se a câmera para mapear as luminâncias nas estações de trabalho, posicionando-a numa altura que simule a visão do observador sentado. As fotografias tiveram de estar centradas na tela do monitor de modo que a imagem compreendesse toda a área de trabalho. Conforme Souza e Scarazzato (2009, p. 443):

O uso de técnicas digitais para estudos de iluminação tem experimentado progressos notáveis e, dentre os muitos avanços, tem merecido atenção de pesquisadores a utilização de imagens de grande alcance dinâmico, ou High Dynamic Range (HDR). (Souza e Scarazzato, 2009, p. 443).

Dividiram-se os processos para obtenção das imagens HDR em três etapas principais, primeiro se mede a luminância ou refletância de um ponto da cena, capturando, em seguida, as imagens. Posteriormente as imagens são geradas em softwares específicos e, por fim, são processadas para obtenção dos índices de ofuscamento. Os índices de ofuscamento são calculados

através de expressões empíricas, e são obtidos por meio da reunião das variáveis que provocam o ofuscamento. Combinadas, as variáveis geram um número que representa o grau de ofuscamento presente no campo visual.

Dentre as equações existentes, a Probabilidade de Ofuscamento da Luz Natural (DGP) e o Índice de Ofuscamento de Luz Natural (DGI) medem o ofuscamento causado pela luz natural, e o índice de ofuscamento unificado (UGR) o ofuscamento pela luz artificial. Segundo a NBR 8995-1 (2012), o método UGR da CIE é o determinador do valor de ofuscamento desconfortável dos sistemas de iluminação. Na norma são especificados ainda os valores máximos permitidos pelo índice, para os diversos tipos de atividades. A escala do UGR é “13 – 16 – 19 – 22 – 25 – 28” (NBR 8995, 2012 p. 15), onde o valor 13 é o ofuscamento menos percebido e 28 o desconforto intolerável.

O DGI foi à primeira métrica criada para medir o ofuscamento causado pela iluminação natural e considera grandes fontes de brilho, como o céu visto através da janela, as escalas de desconforto do DGI vão do quase imperceptível ($DGI < 18$) ao intolerável ($DGI > 31$). A Probabilidade de Ofuscamento da Luz Natural (DGP) aborda o nível da iluminância que chega ao campo de visão do observador, parâmetro que contribui para o desconforto lumínico e considera o usuário, nesse índice os valores $\geq 0,45$ são considerados intoleráveis (indicando o desconforto em 45% das pessoas) e os valores $< 0,3$ indicam um ofuscamento imperceptível. Na Tabela 3 encontra-se as faixas de ofuscamento dos três índices estudados. Os valores provenientes das imagens HDR são classificados nessas faixas e a partir delas se pode realizar a análise do comportamento de luminância em cada estação de trabalho.

Tabela 3: Faixas de valor de ofuscamento.

	DGI	DGP	UGR
Imperceptível	< 18	$< 0,35$	< 13
Perceptível	18 – 24	0,35-0,40	13 - 22
Desconfortável	24 – 31	0,40 - 0,45	22 – 28
Intolerável	> 31 UGR	$\geq 0,45$	> 28

Fonte: Jakubiec e Reinhart (2012).

Os mapeamentos da luminância nas estações de trabalho ocorreram através da metodologia de imagens HDR (Inanici, 2006), com o auxílio da máquina fotográfica profissional Nikon D90 com lente olho de peixe (Figura 47), um computador com programa de controle da máquina - é recomendado que o disparo da captura fosse feito a distância, para evitar movimento entre fotografias – e um tripé para posicionar a câmera na altura escolhida (1,20 metros).

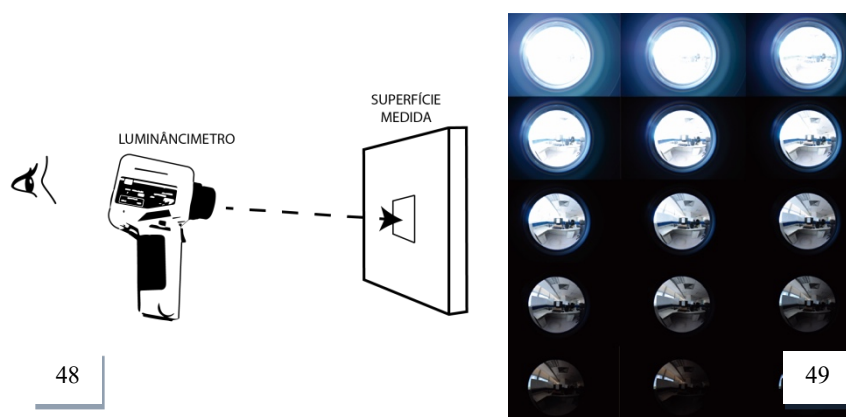
Figura 47: Esquema de captura das imagens HDR.



Fonte: Acervo pessoal.

O procedimento para obtenção e análise das imagens foi dividido em três etapas, primeiro coleta-se o dado de refletância – utilizando um luminômetro – de uma superfície (Figura 48) de referência, que deverá aparecer em todas as cenas capturadas. Essa medida servirá como fator de calibragem para gerar as imagens. A superfície utilizada no **edifício Leste** foi uma folha de papel branca, posicionada no meio do monitor encontrado no posto de trabalho. Em todas as cenas foi utilizada a mesma folha. No **edifício Norte/Sul**, a superfície de calibração utilizada foi um cartão cinza específico para fotografia que é comumente usado como referência para a fotometria. Após a coleta dessa informação, as imagens puderam ser capturadas, sempre levando em consideração que a superfície de referência aparece em todas as fotografias. Foram tomadas 15 fotografias (Figura 49) com diferentes tempos de exposição (de 4 a 1/4000 segundos) e abertura da objetiva fixa (F-4), porém nem todas foram utilizadas, posteriormente serão descartadas as mais claras e mais escuras.

Figura 48 e 49: Esquema medição de refletância e fotografias SLR



Fonte: Lima (2016)

Na segunda etapa, utilizando o programa '*Photosphere*', as imagens capturadas são transformadas em imagens HDR foram escolhidas as que apresentaram melhor definição, descartando as muito claras e muito escuras a partir do valor de RGB. O programa junta todas as imagens selecionadas formando uma única (Figura 50). Nesta última imagem foi inserido o valor de refletância medido na primeira etapa, para obtenção da imagem HDR calibrada, cada ponto da fotografia corresponde a um valor de luminância.

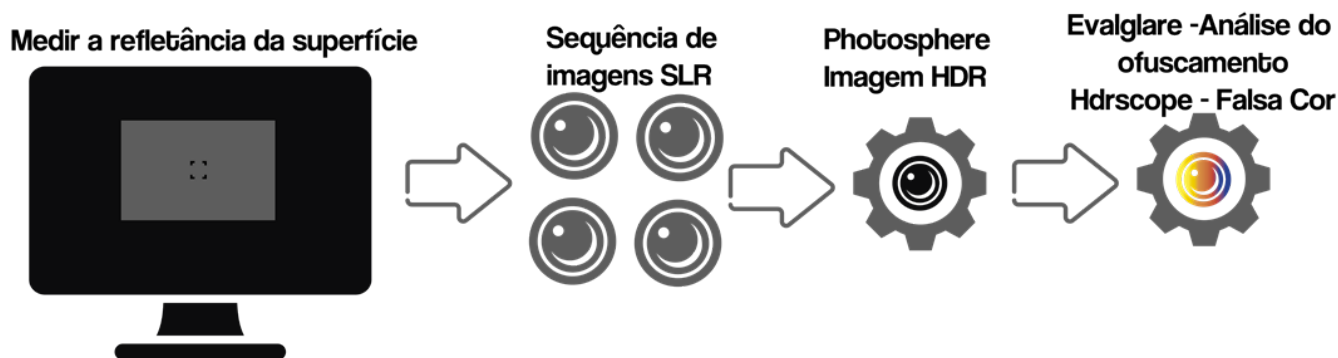
Figura 50: Imagens HDR calibradas da estação 8.17 – edifício Leste.



Fonte: Lima (2016)

O terceiro processo resumiu-se em conseguir os índices de ofuscamento e imagens de alto brilho e “falsa cor”. Com o programa ‘Evalglare’ foi possível tanto descobrir os principais índices de ofuscamento de cada cena – foram utilizados o DGP, DGI e UGR – como também uma imagem com as zonas de maior brilho. A representação de ‘falsa cor’, utiliza uma escala de cores para representar determinada unidade, neste caso as luminâncias da cena, essas imagens foram obtidas por meio do programa ‘Hdrscope’. Ao final desses processos (Figura 51), foi possível reunir as informações necessárias para mapear a luminâncias nas cenas.

Figura 51: Esquema da metodologia pra obtenção de imagens HDR.



Fonte: Acervo pessoal.

4.7 As percepções dos usuários - medições qualitativas

A percepção do usuário e o nível de satisfação com o conforto lumínico dos ambientes estudados foram medidos por meio da aplicação de questionários com os trabalhadores que participaram da pesquisa. A aplicação do questionário foi realizada durante o registro das variáveis de iluminação, pois a simultaneidade ajuda na correlação dos dados qualitativos e quantitativos.

O preenchimento das respostas ocorreu quando o usuário se encontrava no ambiente de trabalho, há no mínimo 30 minutos, para que fossem minimizadas possíveis noções obtidas no ambiente externo antes da sua chegada, não alterando a percepção do ambiente interno. O questionário contempla 33 questões, foram fornecidos em meio impresso e o período médio que o usuário necessitava para responder o questionário correspondeu à duração do monitoramento das variáveis no posto de trabalho (15 minutos), facilitando o processo de coleta simultânea.

Com o intuito de simplificar a análise, as questões foram agrupadas em módulos, levando-se em consideração a existência de diversos temas abordados no questionário, pois as respostas poderão auxiliar futuras pesquisas. Os módulos investigados neste estudo são: A_ **Dados pessoais**; C_ **Saúde do trabalhador**; D_ **Conforto Lumínico**. Há ainda outro módulo relativo a conforto térmico que não é parte integrante desse estudo.

4.7.1 – Dados Pessoais – Módulo A

O **módulo A** (Tabela 5) do questionário aborda informações relativas ao trabalhador, a fim de identificar os seus dados pessoais como gênero, idade e naturalidade para caracterização da amostra. Assim como foram abordadas perguntas relativas à sua rotina e preferências no início do dia, antes da chegada ao edifício, como o horário que se prefere acordar e o meio de transporte utilizado para deslocamento até o trabalho.

Tabela 5: Questões abordadas no módulo A_Dados Pessoais.

ENUNCIADO	ALTERNATIVAS PARA RESPOSTA
A1- Gênero	.Feminino .Masculino
A1- Idade	.Até 29 anos .Entre 30 e 39 anos .Entre 40 e 49 anos .Entre 50 e 59 anos .Mais de 60 anos
A3- Altura A4- Peso A5- Naturalidade A6- A quanto tempo está em João Pessoa?	<i>Questões discursivas</i>
A7- Que horário prefere acordar ?	.Antes das 7:00h; .Entre 7:00h e 9:00h; .Após as 9:00h;
A8 - Qual meio de transporte você utiliza usualmente para chegar ao trabalho?	.Carro com ar-condicionado .Carro sem ar-condicionado .Ônibus .Moto .Bicicleta .A pé
A9 - Que horário usualmente você inicia sua jornada de trabalho ?	.Por volta das 7:00h .Por volta das 8:00h .Por volta das 9:00h .10:00h

Fonte: dados da pesquisa.

4.7.2 – Sintomas de Saúde – Módulo C

O **módulo C** (Tabela 6) foi criado para caracterizar possíveis sintomas de saúde que os trabalhadores podem apresentar, assim como a frequência dos mesmos. O objetivo é compreender e identificar uma possível relação desses sintomas e das condições lumínicas apresentadas nos ambientes. Levantaram-se os principais sintomas apresentados em pesquisas sobre a síndrome do edifício doente e estes foram incluídos no questionário, tem-se: desconforto nos olhos (ardor, coceira, vista cansada ou olhos lacrimejando); desconforto na pele (pele seca, pele irritada); desconforto nos membros superiores (costas, braços); coriza ou congestão nasal; dor de cabeça; dor de garganta ou garganta irritada; sensibilidade a luz e fadiga.

Tabela 6: Questões abordadas no módulo C_Sintomas/Saúde.

ENUNCIADO	ALTERNATIVAS PARA RESPOSTA
C1. Considerando os últimos meses, você sentiu/apresentou algum dos sintomas listados abaixo? Com qual frequência? A- Desconforto nos olhos (ardor, coceira, vista cansada, olhos lacrimejando). B- Desconforto na pele (pele seca, pele irritada). C- Desconforto nas costas, braços. D- Coriza, congestão nasal. E- Dor de cabeça. F- Dor de garganta, garganta irritada. G- Sensibilidade à luz. H- Fadiga.	.Nunca .Uma vez por mês .2-3 vezes por mês .Uma vez por semana .2-4 vezes por semana .Uma vez por dia .Várias vezes por dia .Não é uma opção para mim

Fonte: dados da pesquisa.

4.7.3 – Dados Pessoais – Módulo D

Por fim, o **módulo D** (Tabela 7) apresenta questões referentes ao conforto lumínico. Dentre as questões abordadas, destacam-se as quatro perguntas iniciais, nelas o objetivo é que o usuário classifique a iluminação natural e artificial no ambiente de trabalho, como também a quantidade e a qualidade dessa luz. Foi criada uma escala de sete pontos adaptada do método de Fanger (1973) onde os trabalhadores tinham a opções de classificar positivamente (muito satisfatória, satisfatória e um pouco satisfatória), de forma neutra (neutro) ou negativamente (muito insatisfatória, insatisfatória e um pouco insatisfatória) a iluminação e vista do exterior.

Com o intuito de observar possíveis medidas tomadas pelos indivíduos para melhoria do conforto lumínico, o módulo contou com questões onde os usuários deveriam identificar a frequência em que adotavam ações de ajuste da cortina, acionamento da iluminação artificial e mudança na posição do monitor. Havia ainda duas questões discursivas para que os entrevistados pudessem informar outros problemas ou ações realizadas referentes a iluminação.

Tabela 4: Questões abordadas no módulo D_Conforto Lumínico.

ENUNCIADO	ALTERNATIVAS PARA RESPOSTA
D1. Como você classifica a iluminação natural incidente no seu ambiente de trabalho? D2. Como você classifica a iluminação artificial incidente no seu ambiente de trabalho? D3. Como você classifica a qualidade da luz na sua estação de trabalho? D4. Como você classifica a quantidade de luz ou brilho refletido na tela do computador?	.Muito satisfatória .Satisfatória .Um pouco satisfatória .Neutro .Um pouco insatisfatória .Insatisfatória .Muito Insatisfatória
D5. Com que frequência você adota as seguintes medidas para melhorar o seu conforto visual em sua estação de trabalho? A- Ajusto abertura da cortina para melhorar meu conforto visual. B- Ligo/desligo interruptores do sistema de iluminação artificial para melhorar meu conforto visual. C- Modifico a posição ou a configuração do monitor.	.Nunca .Uma vez por mês .2-3 vezes por mês .Uma vez por semana .2-4 vezes por semana .Uma vez por dia .Várias vezes por dia .Não é uma opção para mim
D6. Há alguma outra ação que você adota para melhorar seu conforto visual? Qual?	Questão discursiva
D8. Como você classifica o seu acesso à vista do lado exterior (através das janelas) da sua estação de trabalho?	.Muito satisfatória .Satisfatória .Um pouco satisfatória .Neutro .Um pouco insatisfatória .Insatisfatória .Muito Insatisfatória
D9. Por favor, descreva qualquer outro problema com relação à luminosidade no seu local de trabalho:	Questão discursiva

Fonte: dados da pesquisa.

4.8 - Tratamento dos dados

Após cada ciclo de medições os dados coletados passam por um processo de sistematização para facilitar as análises. A partir da codificação criada para identificar e relacionar os postos de trabalho, as medições e as respostas dos questionários, foi possível criar uma planilha eletrônica única, onde cada linha representava uma estação de trabalho participante e cada coluna uma variável medida. As apresentações dos dados quantitativos das variáveis ambientais deram-se em valores absolutos, médios, máximos e mínimos, de acordo com o objetivo das análises e sendo apresentados em gráficos e tabelas. No tratamento dos questionários optou-se por criar legendas numéricas referentes às respostas facilitando o processo de análise e elaboração dos gráficos.

Os dados obtidos no período de medições foram avaliados a partir de duas análises. Na primeira etapa, sucedeu-se a uma análise **descritiva**, cujo intuito foi descrever, resumir e caracterizar os dados obtidos nos objetos de estudo. Na segunda etapa os resultados foram

submetidos à análise **estatística**, onde foram aplicados testes de análise de variâncias e de regressão múltipla (stepwise), para avaliar as correlações existentes entre as variáveis ambientais medidas, as variáveis pessoais e a percepção de conforto lumínico dos usuários. Todos os dados utilizados no estudo foram codificados e tabulados em planilha eletrônica (software Microsoft Excel), as análises e testes estatísticos foram realizados com a ajuda de dois softwares, o Microsoft Excel e o IBM® SPSS e serão apresentados neste capítulo.

Para aplicação de diversos testes estatísticos é necessário que inicialmente seja verificada se a amostra tem uma distribuição normal, para isso foram utilizados como base os conceitos propostos por Kline (2015), aceitando a normalidade dos dados quando a mesma apresenta Assimetria com valores entre +3 e -3 e Curtose com valores entre +8 e -8, esse mecanismo também foi utilizado em outros estudos como Leder et al. (2015), Nogueira (2018) e Sousa (2018).

Na sequência foram aplicados os testes de hipótese, que representam um procedimento inferencial onde se analisa possíveis características populacionais a partir de resultados amostrais, através da criação de uma hipótese nula (H_0) e uma hipótese alternativa (H_1), ajudando a afirmar ou rejeitar as previsões. (FIELD; 2009). Segundo Field (2009) faz-se necessário, calcular a probabilidade dos resultados ocorrerem por acaso, indicando como base a escala de Fischer, onde se o valor de significância foi menor que 0,05 ($p\text{-valor} < 0,05$) se pode rejeitar a hipótese nula (H_0), no âmbito desse estudo, se segue essa recomendação.

Por fim, as variáveis coletadas foram analisadas a partir da técnica estatística de regressão múltipla (Stepwise), seguindo procedimento realizado por outros autores como: Leder et al. (2015), Nogueira (2018) e Sousa (2018). Segundo Field (2011) regressão “é uma forma de prever algum tipo de saída (resultado) a partir de uma ou mais variáveis previsoras”. Na regressão múltipla é necessário um modelo preditivo ajustado aos dados coletados da pesquisa com intuito de prever uma variável de saída (dependente - VD), desde várias variáveis explicativas (independentes - VIs).

5 – RESULTADOS

5.1 Caracterização das medições

A pesquisa reuniu um total de 219 estações de trabalho com dados coletados validados (Tabela 8), correspondendo àquelas medições com dados quantitativos e qualitativos adequados aos objetivos da pesquisa. Foram consideradas as estações de trabalho em que os participantes conseguiram responder aos questionários no ambiente onde desempenham suas funções laborais, no intervalo da coleta das variáveis ambientais e quando as medições não apresentaram erros nos equipamentos ou dados coletados.

Tabela 8: Quantificação da coleta de dados.

	EDIFÍCIO	Ocupação Total*		MEDIÇÕES Plano trabalho		MEDIÇÕES Cubo		QUESTIONÁRIOS		IMAGENS HDR	
		A	B	A	B	A	B	A	B	A	B
PAVIMENTO	1	-	13	-	12	-	12	-	13	-	8
	2	-	23	-	12	-	11	-	16	-	8
	3	16	20	15	4	15	2	17	14	5	9
	4	21	20	16	8	16	7	22	10	7	6
	5	24	20	18	7	17	6	24	7	5	6
	6	26	18	17	10	4	10	26	10	7	8
	7	20	12	12	8	-	5	22	8	5	7
	8	28	24	22	19	-	17	29	20	7	8
	9	23	-	17	-	-	-	22	-	5	-
	10	24	12	19	3	15	2	24	3	5	0
Geral		182	162	136	83	67	72	186	101	42	52
Total		344		219		139		287		94	

*Postos de trabalho ocupados no período da pesquisa.

Fonte: dados da pesquisa.

A coleta das variáveis ambientais e aplicação de questionários se sucederam em dois ciclos: o **edifício Leste** teve medições entre os dias 19 de agosto de 2016 e 20 de setembro de 2016 e o **edifício Norte/Sul** entre os dias 05 de março de 2018 e 20 de março 2018. Toda a coleta de dados ocorreu em dias úteis e no horário de expediente das instituições. No período da manhã houve coleta de 8:00h às 12:00h e à tarde de 13:00h às 17:00h; exclusivamente no **edifício Leste**, as imagens coletadas para o estudo da luminância transcorreram nos finais de semana.

5.2 Análise estatística descritiva

Nesta etapa inicial utilizou-se da análise estatística descritiva para apresentar os percentuais das variáveis analisadas, seus valores médios, máximos, mínimos e o desvio padrão. Nesta análise também são apresentadas as respostas dos questionários aplicados, com propósito de: caracterizar um conjunto de variáveis qualitativas a partir da percepção de conforto lumínico dos usuários; identificar as estratégias utilizadas pelos usuários, aspirando melhorar o do conforto lumínico e conhecer o perfil dos usuários desses ambientes.

5.2.1 Caracterização dos ocupantes

As respostas obtidas nos questionários permitem averiguar a percepção dos trabalhadores em relação ao conforto lumínico e à iluminação dos ambientes investigados. Realizaram-se entrevistas com 186 usuários no **edifício Leste** e 101 no **edifício Norte/Sul**. No entanto, como o objetivo da pesquisa é confrontar essas respostas com as medições, só foram explorados os questionários vinculados a estações de trabalho com coleta de dados, totalizando 136 usuários no **edifício Leste** e 83 no **edifício Norte/Sul** (Tabela 9).

A partir das questões é possível caracterizar os ocupantes da amostra, no tocante ao gênero, o **edifício Leste** apresenta 73,53% dos seus entrevistados classificados no gênero ‘*masculino*’ e a faixa etária mais presente é formada por pessoas entre ‘*30 a 39 anos*’ (61,03%), sendo este o retrato dominante dos usuários. As respostas dos questionários do **edifício Norte/Sul** exibem o perfil de usuário com uma maioria ‘*feminina*’, onde 61,45% dos entrevistados se identificam com esse gênero. Em relação à faixa etária, a diferença entre os percentuais de cada faixa nessa edificação não é tão alta como a da edificação anterior, o intervalo de ‘*50 a 59*’ anos foi mais indicado 28,92%, seguidos pelo intervalo de ‘*mais de 60 anos*’ (26,51%). Pode-se afirmar então que há uma distinção de perfil predominante entre as edificações, na primeira (**edifício Leste**) se tem homens de ‘*30 a 39 anos*’ e na segunda (**edifício Norte/Sul**), mulheres acima de 50 anos.

Tabela 5: Gênero e faixa etária da amostra entrevistada.

		EDIFÍCIO LESTE	EDIFÍCIO NORTE/SUL
Nº de questionários*		136	83
Gênero	.Masculino	73,53%	38,55%
	.Feminino	26,47%	61,45%
Idade	.Até 29 anos	11,03%	14,46%
	.30 a 39 anos	61,03%	8,43%
	.40 a 49 anos	13,97%	13,25%
	.50 a 59 anos	12,50%	28,92%
	.Mais de 60 anos	1,48%	26,51%
	.Sem resposta	-	08,43%

*Questionários considerados válidos.

Fonte: dados da pesquisa.

Nas duas edificações a maior parte dos entrevistados (Tabela 10) é natural de cidades com o clima ‘*quente e úmido*’, 56,8% no **edifício Leste** e 41,67% no **edifício Norte/Sul**, assim como a grande maioria afirmou morar em João Pessoa ‘*a mais de 10 anos*’ 56,1% (**edifício Leste**) e 41,67% (**edifício Norte/Sul**). Os demais entrevistados tiveram sua naturalidade dividida em dois outros grupos, os que são originais do ‘*semiárido*’ (37,1% **edifício Leste** e 26,19% **edifício Norte/Sul**) e aqueles cujo local de nascimento tem ‘*outro clima predominante*’ (9,1% **edifício Leste** e 27,38% **edifício Norte/Sul**).

Tabela 6: Demais respostas das questões do bloco pessoal.

		EDIFÍCIO A	EDIFÍCIO B
Naturalidade	.Quente úmido	56,8%	41,67%
	.Semiárido	37,1%	26,19%
	.Outro	09,1%	27,38%
	.Sem resposta	-	4,76%
Tempo que habitam em João Pessoa	.0 a 5 anos	26,5%	14,29%
	.6 a 10 anos	20,5%	3,57%
	.Mais de 10 anos	56,1%	70,24%
	.Sem resposta	-	11,90%
Horário que prefere acordar	.Antes das 7:00h;	58,82%	61,90%
	.Entre 7:00h e 9:00h;	32,35%	35,71%
	.Após as 9:00h;	8,82%	2,38%

Meio de transporte	.Carro com ar-condicionado	75,74%	60,71%
	.Carro sem ar-condicionado	8,82%	5,95%
	.Ônibus	6,62%	23,81%
	.Moto	4,41%	-
	.Bicicleta	3,68%	3,57%
	.A pé	0,74%	1,19%
	.Sem resposta	-	4,76%
Jornada de trabalho	.Por volta das 7:00h	30,15%	46,43%
	.Por volta das 8:00h	36,76%	28,57%
	.Por volta das 9:00h	19,12%	23,81%
	.10:00h	13,24%	0,00%
	.Sem resposta	-	1,19%

*Questionários considerados válidos.

Fonte: dados da pesquisa.

Quando questionados sobre o horário em que preferem acordar 58,82% dos trabalhadores do **edifício Leste** responderam a opção '*antes das 7:00h*', 32,35% '*antes das 8:00h*' e 8,82% '*após as 9:00h*'; no **edifício Norte/Sul** 61,90% dos trabalhadores optaram por '*antes das 7:00h*', seguido de 35,71% dos votos para '*antes das 8:00h*' e apenas 2,38% '*após as 9:00h*'. O horário que os entrevistados preferem acordar, influencia na hora de início da sua jornada de trabalho, no **edifício Leste** os horários com mais votos foram '*por volta das 7:00h*' (30,15%) e '*por volta das 8:00h*' (36,76%), enquanto no **edifício Norte/Sul** 46,43% e 28,57% afirmaram começar a trabalhar por volta de 7:00h e 8:00h, respectivamente.

No que se refere ao meio de transporte que utilizam para chegar ao trabalho, mais da metade dos usuários dos dois edifícios afirmam usar o '*carro com ar-condicionado*' (75,74% no **edifício Leste** e 60,71% no **edifício Norte/Sul**).

5.2.2 A iluminação no objeto de estudo

A iluminação estudada nesta pesquisa foi monitorada em duas situações, a partir de medições gerais no pavimento, por meio das estações fixas (conforme descrito anteriormente) e medições individuais nos postos de trabalho, utilizando a estação móvel.

5.2.2.1 A iluminação no pavimento

Os dados do Hobo concedem-nos um panorama geral do que acontece em algumas áreas de cada pavimento durante todo o dia. As medições foram realizadas continuamente ao longo de todo o período de medições. Como já mencionado, os dados eram coletados em intervalos de uma hora, durante as 24 horas do dia. Com intenção de confrontar os dados com os demais, apenas o horário de 06:00h às 19:00h foi selecionado para análise, pois abrange, além dos horários com insolação, o expediente flexível dos trabalhadores das duas edificações. No **edifício Leste**, as medições fixas tinham os equipamentos locados em área padrão entre todos os pavimentos e apresentaram iluminâncias de até 1762 lux. No **edifício Norte/Sul**, a localização dos Hobos U12 variou entre os pavimentos, divididos em três grupos principais com o objetivo de identificar as diferenças entre as orientações das janelas (fachada leste, norte e sul); a iluminação máxima registrada pelos equipamentos foi de 1580,7 lux.

Nas Figuras 52 e 53, evidenciam-se alguns resultados do **edifício Leste**. Nelas, pode-se perceber que entre 08:00h e 09:00h da manhã obteve-se a maior incidência solar registrada em todos os pavimentos (ver apêndice 01); os picos apareceram no 4º e 10º andar onde foram encontradas iluminâncias de mais de 1700 lux, em outros horários (menor frequência) encontram-se intensidades que extrapolam os 1000 lux recomendados, especificamente 7:00h e 10:00h da manhã. O 3º pavimento foi o ambiente em que, na maior parte dos dias, a incidência não ultrapassou os 600 lux, incluindo os horários considerados de maior incidência solar (08:00h e 09:00h da manhã). O comportamento nos demais horários de todos os pavimentos foram semelhantes: entre 11:00h e 16:00h apresentou um cenário adequado de até 1000 lux; após as 17:00, os níveis caem, podendo alcançar o mínimo de 100 lux.

Figura 52: Gráfico de iluminância do 4º pavimento edifício Leste.

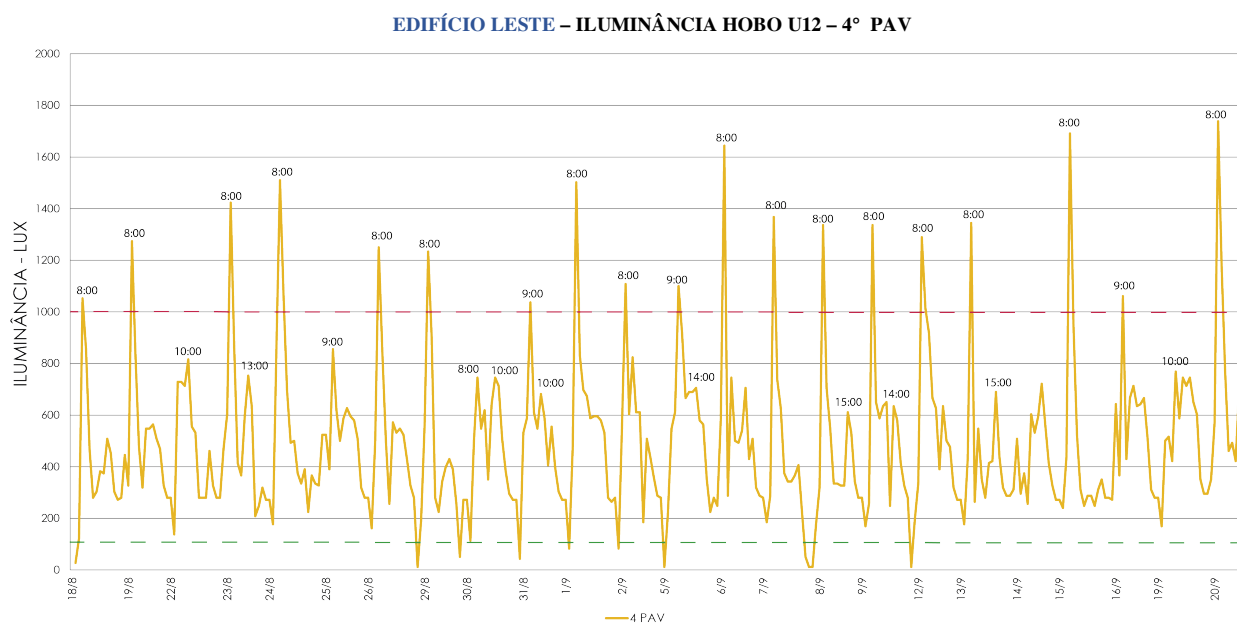
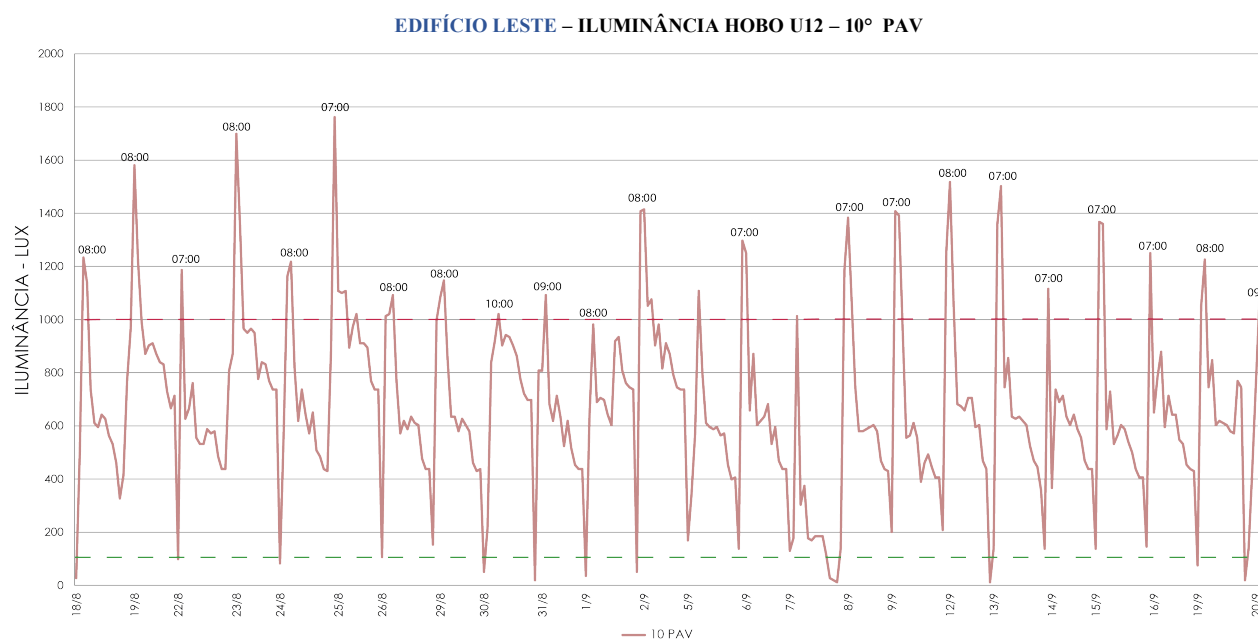


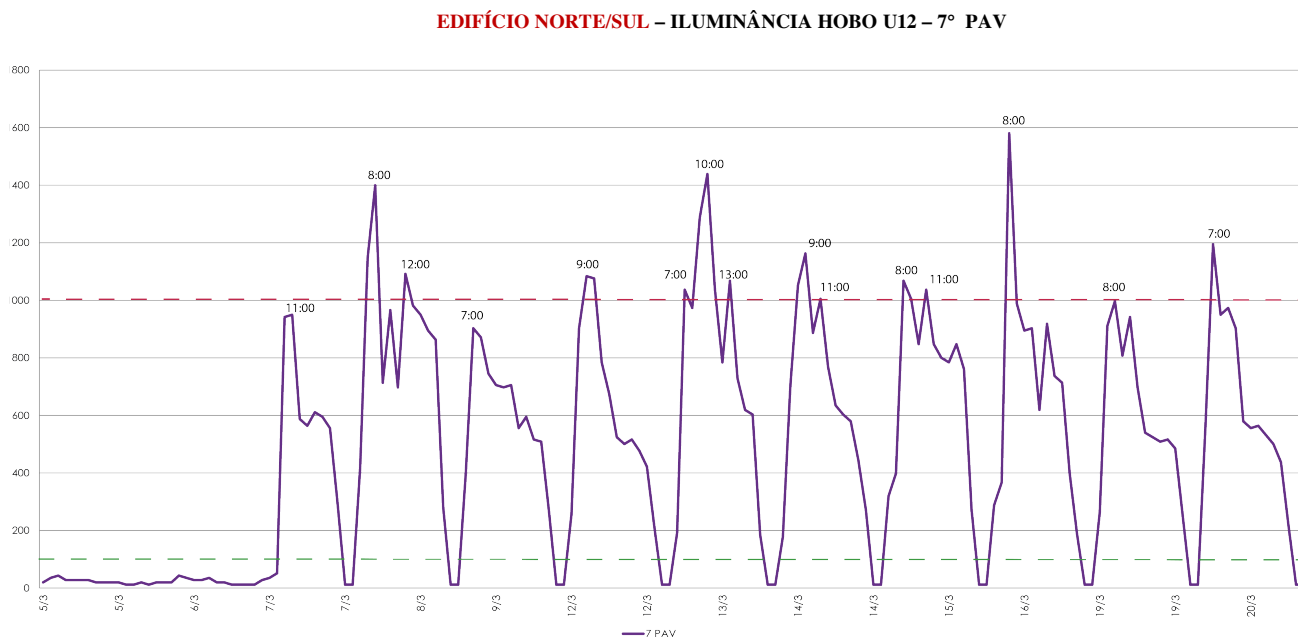
Figura 53: Gráfico de iluminância do 10º pavimento edifício Leste.



No **edifício Norte/Sul** todos os equipamentos estavam fixados próximos às aberturas, no 1º e 2º andar estavam instalados na parte leste da planta; no 3º, 6º e 8º andar, situados na parte sul, e no 4º, 5º, 7º e 10º na parte Norte. Os andares com maiores níveis de iluminância registrados na edificação são o 7º e 10º (Figuras 54 e 55), extrapolaram os 1000 lux recomendados de 08:00h às 12:00h (7º andar) e de 08:00h às 14:00h (10º andar), nesses andares foi necessário o descarte de alguns dados pois a posição inicial do hobo foi modificada, no 7º pavimento os próprios pesquisadores relocaram o objeto e no 10º pavimento por mudanças de layout a localização do hobo foi alterada, por isso só foi considerado para fins de análise os dados a partir do dia 07/03/2018 (7º andar) e antes do dia 12/03/2018 (10º andar). As iluminâncias nos demais pavimentos não ultrapassaram os 500 lux, entre os registros da parte norte o máximo encontrado foi 492,7 lux às

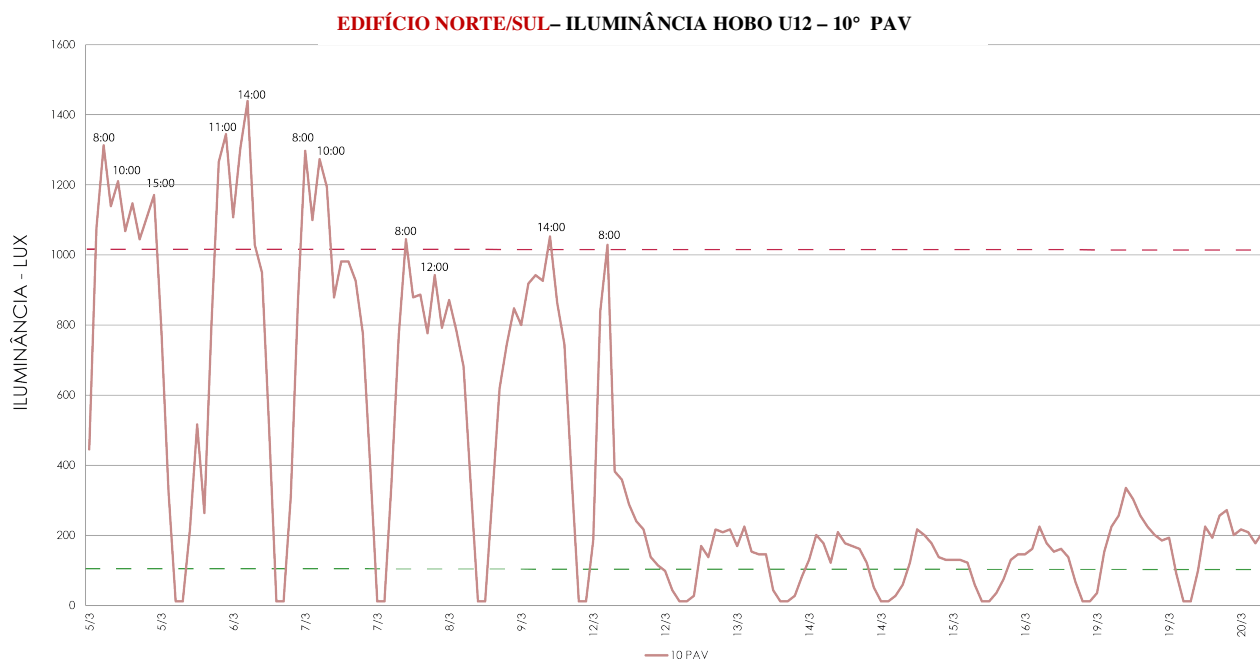
8:00h da manhã (4º andar) e na parte sul a maior iluminância registrada foi de 484,9 lux às 17:00h (8º andar).

Figura 54: Gráfico de iluminância do 7º pavimento edifício Norte/Sul.



Fonte: dados da pesquisa.

Figura 55: Gráfico de iluminância do 10º pavimento edifício Norte/Sul.



Fonte: dados da pesquisa.

5.2.2.2 A iluminância nas estações de trabalho

Nos postos de trabalho de todos os pavimentos das duas edificações foram coletados dois conjuntos de dados, o do sensor sobre o plano de trabalho e o do cubo. Utilizaram-se os valores médios, máximos e mínimos para analisar o comportamento da iluminância no plano de trabalho. Devido a algumas perdas de dados, o número de estações que tiveram registro do cubo é menor que a amostra geral, no **edifício Leste** são 67 medições válidas e no **edifício Norte/Sul** 72 medições. A

avaliação foi feita a partir das médias de todas as faces do cubo. Para melhor compreensão das situações, houve a diferenciação de faixas de iluminância dos dados obtidos, utilizando como referência alguns parâmetros que consideram a variação da luz natural e classificam-nas em níveis. Dentre elas:

—A Exposição anual à luz do sol ASE (IES, 2013), objetiva identificar o limite de a luz solar, apontando o limite de até 1.000 lux nos ambientes internos, para que essa iluminação não seja excessiva.

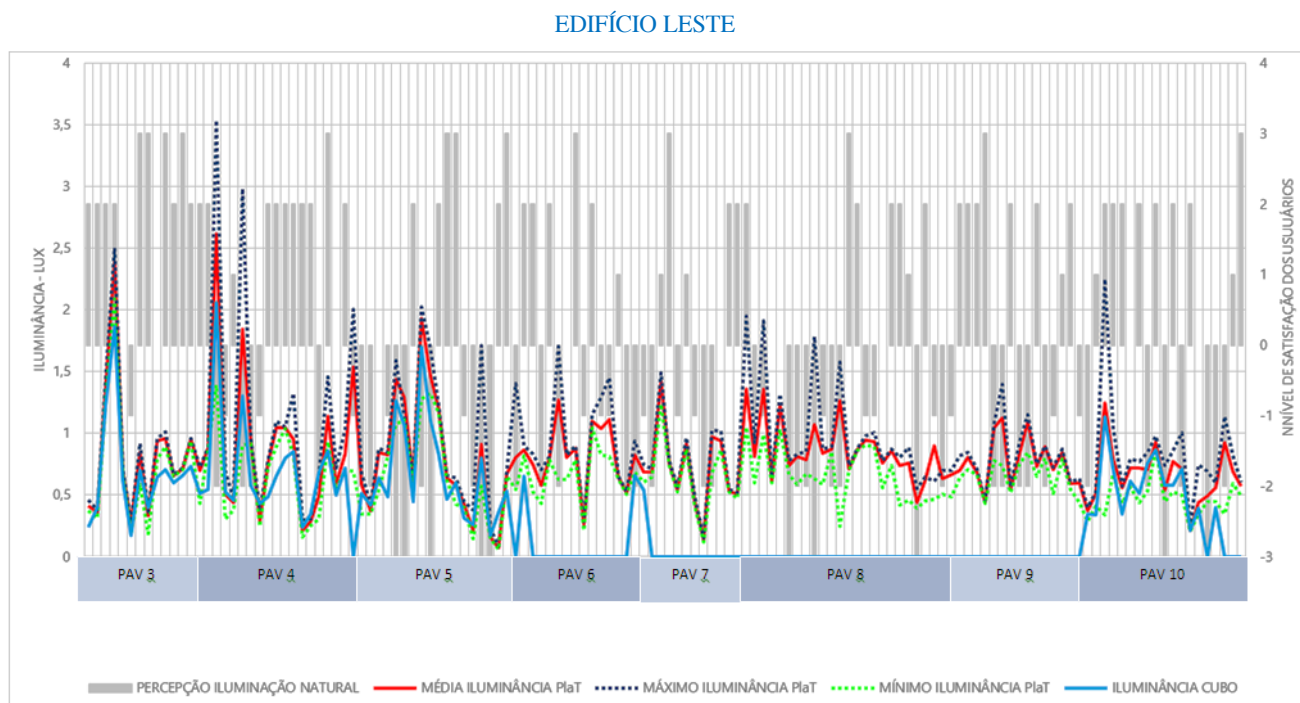
—As Iluminâncias Úteis - UDI (NABIL; MARDALJEVIC, 2005) que preestabelece níveis de iluminância. São eles: Elevado, onde há luz excessiva (> 2.000 lux); Útil ($100 \leq 2.000$ lux) e Baixo, sendo considerados insuficientes (< 100 lux).

—A Autonomia da Luz Natural - DA (REINHART; MORRISON, 2003) determina dois intervalos de iluminância, um nível mínimo e máximo de iluminância, esses níveis só podem ser utilizados na iluminação natural.

A partir da combinação das orientações acima citadas e das exigências das normas brasileiras, foram estabelecidas a classificação das faixas de valores de iluminâncias em quatro: abaixo de 100 lux os resultados são considerados insuficientes, entre 100 e 500 Lux estabelece-se a faixa útil; entre 500 e 1000 lux a faixa adequada; e acima de 1000 lux considera-se iluminação excessiva.

Examinando o gráfico dos resultados do **edifício Leste** (Figura 56 e Apêndice 2), destaca-se que os valores mais altos coincidem com planos de trabalho localizados próximo as janelas da fachada leste e com medições feitas de 08:00h as 10:00h da manhã; estações próximas à janela do lado norte também tiveram valores excessivos; o valor máximo (2620 lux) encontrado dentre todos os pavimentos foi medido às 9:00h (4º andar) numa estação de trabalho adjacente a essa janela Norte. As medições com resultados inferiores a 100 lux representam os postos de trabalho mais distantes das janelas com monitoramento no turno da manhã ou com medições no turno da tarde.

Figura 56: Gráfico dos resultados da iluminância do Plano de trabalho, iluminância média do cubo e votos da percepção da iluminação natural no ambiente de trabalho.



Fonte: dados da pesquisa.

No tocante à variação entre os valores médios, máximos e mínimos registrados, verificou-se resultados similares entre os dados. Pode-se destacar que alguns postos de trabalho atingiram níveis maiores que o recomendado nas ‘máximas’ e níveis muito baixos nas ‘mínimas’. Essas diferenças

identificam estações onde, mesmo que a iluminação seja considerada adequada (pelos valores médios), os usuários podem sentir desconforto em algum horário da sua jornada de trabalho.

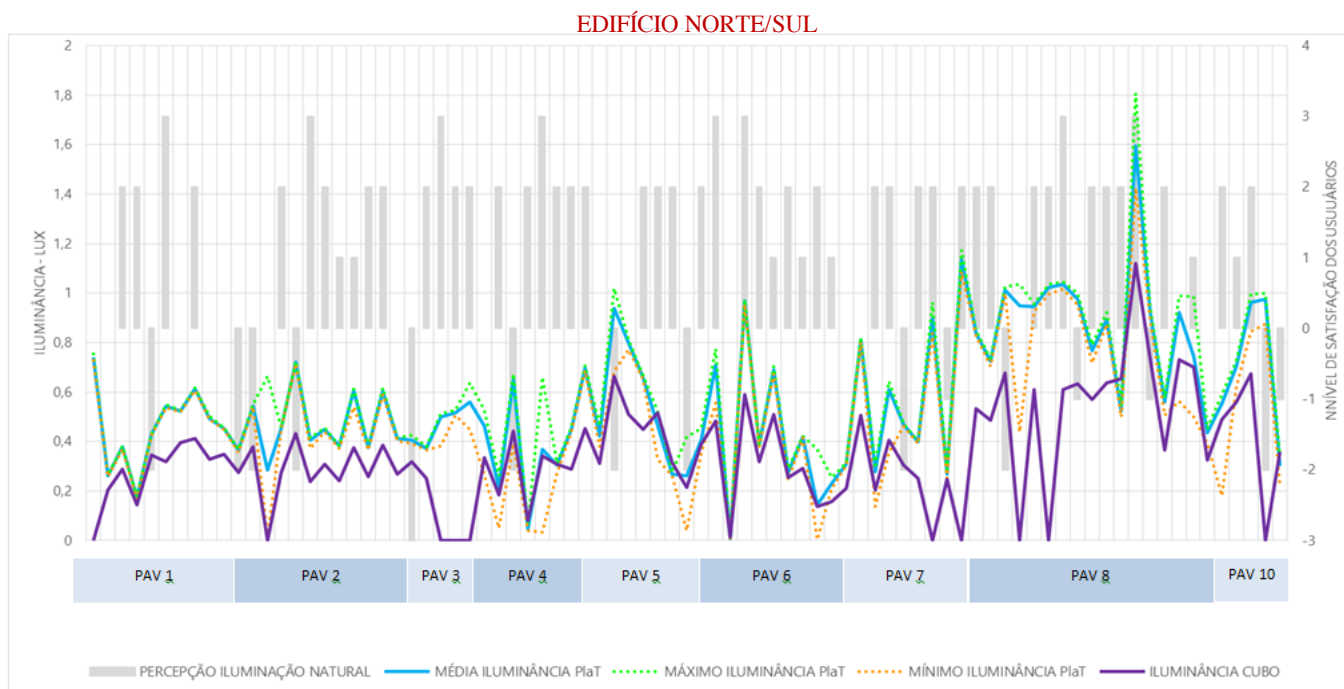
Confrontando as médias do sensor no plano com as médias do cubo (Figura 56), identifica-se que o valor frontal de uma estação próxima a fachada leste no horário entre 08:45h às 09:00h; nas ‘mínimas’ o sensor lateral de uma estação registrou-se o valor de 40 lux no horário entre 17:25h a 17:40h.

Os resultados apresentados na Figura 57 (e apêndice 3) referem-se aos dados do **edifício Norte/Sul**. Pode-se notar que, no geral, as iluminâncias encontradas nesta edificação são inferiores as do **edifício Leste**. Observando as médias do sensor no plano de trabalho das 83 estações monitoradas em toda a edificação, apenas cinco tem valores acima de 1000 lux, onde o máximo foi 1596 lux (8º andar). Dos postos de trabalho com níveis mais elevados, dois se encontram adjacentes às janelas da fachada norte com medições no período da manhã. Um localiza-se vizinho às janelas da fachada sul e tiveram medições no turno da tarde; as demais não estão próximas das aberturas e tiveram monitoramento nos dois turnos. Cerca de 50% das estações medidas tem médias inferiores a 500 lux no plano de trabalho, ou seja, estão abaixo da iluminância recomendada pela NBR 8995 (2012).

Comparando os valores médios, máximos e mínimos coletados no plano de trabalho, pode-se observar que, no geral, eles não apresentam grandes diferenças. Porém, é importante ressaltar que algumas estações monitoradas apresentaram diferenças que chegaram a 600 lux, como é o caso de um posto no 4º andar onde, num período de 15 minutos (período de monitoramento), as iluminâncias oscilaram de 03 lux a 660 lux, e de dois postos no 8º andar com variação de 498 lux a 985 lux e de 440 lux a 1034 lux.

Do mesmo modo das medições da outra edificação, os resultados coletados pelo cubo (médias) são inferiores às médias do plano de trabalho. Contudo, dentre os valores ‘máximos’ do cubo, um posto de trabalho no 8º andar (citado anteriormente como a maior média no plano) registrou 2396 lux em seu sensor lateral direito, apontando para a importância de verificar valores além das médias, de modo a entender possíveis desconfortos sofridos pelos usuários.

Figura 57: Gráfico dos resultados da iluminância do Plano de trabalho, iluminância média do cubo e votos da percepção da iluminação natural no ambiente de trabalho.



Fonte: dados da pesquisa.

Outra variável apresentada nas Figura 56 e 57 é o voto de percepção da iluminação natural incidente no ambiente de trabalho. Observa-se que, no **edifício Leste**, existem muitos votos negativos e esses aparecem quando as iluminâncias são muito elevadas; no **edifício Norte/Sul**, a quantidade desses votos é bem menor, assim como os níveis de iluminância.

5.2.3 A luminância das cenas

Para análise das luminâncias nas estações de trabalho, utilizaram-se os índices de ofuscamento gerados a partir das imagens HDR. Neste sentido, foram adotados o DGI e DGP para condições de iluminação natural e UGR para artificial. No **edifício A**, as imagens foram geradas em 17 estações de trabalho iluminadas exclusivamente pela luz natural e 24 estações onde se faz o uso da luz natural e artificial. As imagens foram coletadas nos finais de semana e, por isso, foi possível acionar (ligar/desligar) a fonte artificial quando necessário. Optou-se por um maior número de fotografias em cenas com fonte artificial, uma vez que este sistema é amplamente acionado durante os horários de expediente.

Com o uso do aplicativo Evalglare, um único valor de cada índice foi extraído das imagens HDR, sendo este representativo de toda cena, não restrito a um ponto específico. Em complemento, as imagens de alto brilho e falsa cor foram empregadas como recurso de análise, indicando, assim, as superfícies mais propensas às condições excessivas de luz.

Nas estações com apenas iluminação natural (Tabela 11) o DGP apontou que o ofuscamento presente é imperceptível para todas as cenas; o DGI, por sua vez, apresentou valores entre 7,37 e 21,025, variando do brilho *'imperceptível'* ao *'perceptível'*. As variáveis de análise do DGP apresentam condições subjetivas como a iluminância vertical referente ao olho do observador. No DGI, tais variáveis não são investigadas, fazendo com que as aberturas e a luminância proveniente do entorno tenham maior relevância, consequentemente aumentando os valores do brilho.

Tabela 11: Índices de ofuscamento das cenas do **edifício Leste** com iluminação natural.

Estação	Adjacente á Janela	DGI	DGP	Estação	Adjacente á Janela	DGI	DGP
3.01	Sim	10,82101	0,15928	6.10	Sim	17,04556	0,23459
3.03	Sim	12,96455	0,19020	7.02	Não	10,66430	0,02151
3.18	Não	13,44789	0,01783	7.06	Não	14,95995	0,07044
4.08	Não	19,435989	0,19781	8.17 A	Sim	13,93890	0,13100
4.23	Sim	20,77297	0,24053	8.17 F	Sim	12,67368	0,05890
4.24	Não	8,42397	0,02281	9.23	Sim	23,71540	0,29977
5.13	Não	19,56040	0,20565	9.31	Não	13,88574	0,05794
5.23	Sim	17,35840	0,23338	10.22	Sim	14,89566	0,19924
6.03	Não	7,37702	0,01435	10.27	Sim	21,02513	0,26724
6.07	Não	20,20877	0,20291				

LEGENDA
Imperceptível
Perceptível
Desconfortável
Intolerável

Fonte: dados da pesquisa.

Nas cenas com a iluminação artificial (Tabela 12), os resultados obtidos para o índice UGR variaram de 13,59 a 30,18 oscilando a classificação do brilho de *'perceptível'* a *'intolerável'*. Foram encontrados valores de UGR acima de 28 em três postos de trabalho, indicando que o brilho captado está na sua pior faixa (intolerável) e outras cinco cenas se enquadram na classificação *'desconfortável'*. Os resultados elevados podem ser consequência da soma da iluminação natural e artificial intensificando o brilho na cena, é importante verificar que as estações de trabalho adjacentes às janelas tendem a ter valores mais elevados nos índices.

Tabela 12: Índices de ofuscamento das cenas do **edifício Leste** com iluminação artificial.

Estação	Adjacente á Janela	UGR	Estação	Adjacente á Janela	UGR
3.12	Não	21,27943	7.22	Sim	16,4867
3.16	Sim	21,70743	7.26	Sim	28,08628
4.01	Sim	23,48612	8.04	Sim	21,4526
4.11	Sim	22,72313	8.19	Não	21,70952
4.21	Não	17,55741	8.26	Não	22,89772
5.01	Sim	27,06792	8.27	Não	20,0569
5.05	Sim	20,77968	9.01	Sim	14,3991
5.31	Não	18,94536	9.04	Sim	19,14288
6.24	Não	14,6102	9.20	Não	30,18113
6.29	Sim	29,70852	10.09	Não	24,41642
6.30	Não	13,59382	10.18	Não	20,32998
7.15	Não	19,04836	10.30	Não	20,42209

LEGENDA
Imperceptível
Perceptível
Desconfortável
Intolerável

Fonte: dados da pesquisa.

No **edifício Norte/Sul** foram fotografados 52 postos de trabalho (Tabela 13), por não se ter acesso ao prédio nos finais de semana, todas as imagens foram coletadas durante os horários de trabalho, então, não foi possível registradas imagens com uso exclusivo de luz natural, uma vez que não era possível desligar a iluminação artificial sem perturbar o exercício das funções laborais dos funcionários. A variação do índice UGR nas cenas captadas foi de 3,57 a 37,22, das 52 estações de trabalho analisadas em apenas 21,15% o índice UGR pode ser considerado imperceptível, 57,7% das imagens apresentaram ofuscamento perceptível; 15,38% ofuscamento desconfortável e 7,69% apontam índices intoleráveis.

Tabela 13: Índices de ofuscamento das cenas do **edifício Norte/Sul** com iluminação artificial.

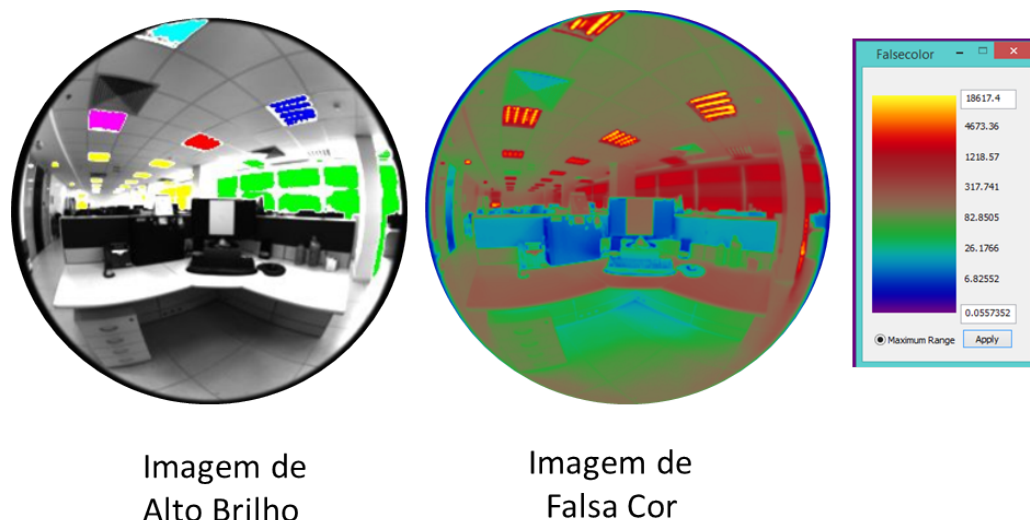
Estação	Adjacente á Janela	UGR	Estação	Adjacente á Janela	UGR	Estação	Adjacente á Janela	UGR
1.05	Não	20,363588	3.23	Sim	13,885159	6.25	Não	8,519835
1.06	Não	15,154383	3.26	Sim	4,858244	7.02	Não	9,981015
1.07	Não	14,151682	4.04	Sim	12,277187	7.07	Não	21,169363
1.09	Não	15,351066	4.11	Não	20,31427	7.09	Sim	25,484423
1.10	Não	22,96451	4.12	Não	35,804672	7.11	Sim	22,648062
1.11	Não	18,860216	5.08	Sim	19,4245	7.25	Não	31,846039
1.12	Não	20,513622	5.09	Não	23,59827	7.26	Não	18,669243
1.17	Não	15,907703	5.21	Não	18,90288	8.02	Não	21,961.645
2.02	Não	18,902512	5.23	Não	8,698127	8.05	Não	23,151857
2.09	Não	21,983631	5.24	Não	27,12127	8.11	Não	21,174717
2.14	Não	17,699749	5.25	Não	16,77801	8.13	Não	21,507391
2.15	Não	19,340815	6.01	Sim	21,63408	8.22	Sim	28,960606
2.27	Sim	23,341612	6.03	Não	37,22928	8.24	Não	15,507943
2.29	Sim	17,634747	6.04	Não	21,22231	8.26	Não	3,574005
2.30	Não	10,731655	6.17	Não	15,00418	10.03	Não	15,46279
2.31	Sim	18,7188987	6.19	Sim	12,15557	10.04	Não	22,14578
2.34	Não	8,015546	6.23	Não	18,36903	10.14	Sim	12,388255
3.21	Sim	11,880597	6.24	Não	19,92396			

LEGENDA
Imperceptível
Perceptível
Desconfortável
Intolerável

Fonte: dados da pesquisa.

Apesar de na maioria das estações de trabalho fotografadas, não apresentarem níveis alarmantes de ofuscamento, é necessário observar as piores situações, por exemplo, a partir da imagem HDR foram geradas as imagens de auto brilho e falsa cor das estações de trabalho, com auxílio dessas imagens, é possível identificar quais as fontes de iluminação causadoras de ofuscamento. Observando a cena do **edifício Leste** com o índice UGR mais elevado (UGR= 30,18), foi possível identificar como fontes de ofuscamento as luminárias presentes na cena e as esquadrias da fachada principal. Corroborando com o estudo de Konis (2011) que dentre os resultados encontrados, ele afirma que as imagens HDR das áreas de trabalho de uma determinada fachada, mostram que as persianas (3% de abertura) e os outros sistemas de controle da iluminação natural foram insuficientes no desconforto do usuário.

Figura 58: Imagens de alto brilho e falsa cor, repectivamente.



Fonte: Dados da pesquisa

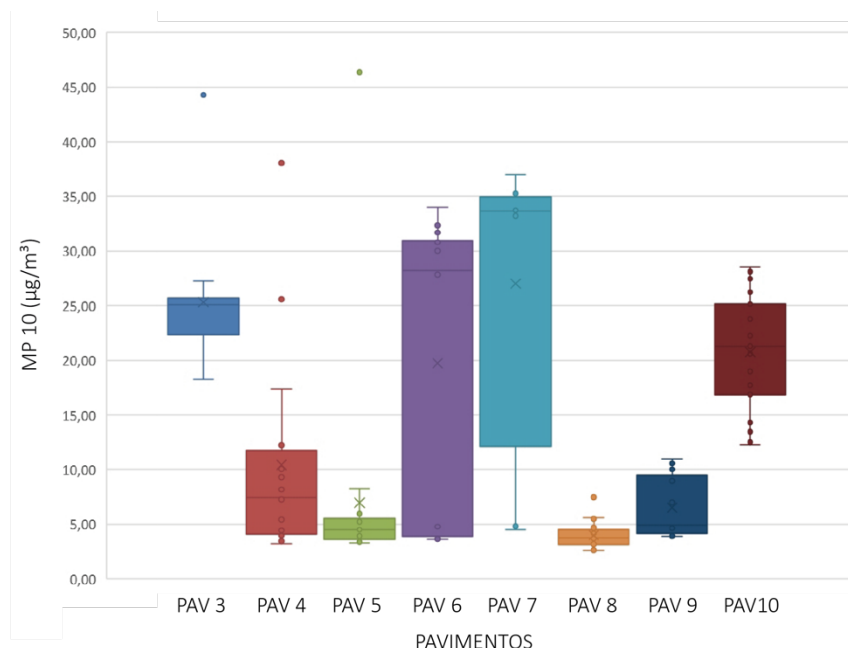
5.2.4 O Material Particulado

No medidor de partículas Fluke 983, os resultados são apresentados considerando os intervalos de massas de concentração. Os diâmetros padrão dos dados de saída do equipamento são de quantidade de partículas maior ou igual a: 0,3; 0,5; 1,0; 2,0; 5,0 e 10,0 μm partículas sólidas suspensas no ar. Com os dados em planilha Excel foi possível realizar a conversão de $\mu\text{g/l}$ para $\mu\text{g/m}^3$ e então as massas de partículas foram agrupadas nos intervalos, menor ou igual a 2,5 $\mu\text{g/m}^3$ (MP25) e menor ou igual a 10 $\mu\text{g/m}^3$ (MP10), padrão utilizado por Leder et al (2015) e Nogueira (2018).

A Resolução nº 9 da ANVISA (BRASIL,2003) apresenta os padrões de referência da Qualidade do Ar Interior em ambientes climatizados de uso público e coletivo, definindo o grau de pureza do ar e a limpeza do ambiente climatizado cujo limite é de 80 $\mu\text{g/m}^3$ de aerodispersóides totais no ar. Observando os resultados das duas edificações, nenhuma das médias ultrapassa o valor limite, no **edifício Leste** o MP2.5 atingiu o valor de 46,08 $\mu\text{g/m}^3$ e o MP10 46,38 $\mu\text{g/m}^3$, ambos valores encontrados no quinto pavimento. Os valores máximos de material particulado encontrados no **edifício Norte/Sul** são referentes a estações de trabalho localizadas no sexto pavimento, MP2.5 registra o máximo de 49,16 $\mu\text{g/m}^3$ e MP10 52,07 $\mu\text{g/m}^3$.

Na Figura 59 observa-se a dispersão de material particulado nos pavimentos do **edifício Leste**, o MP10 no sexto e sétimo pavimento apresentam maiores amplitudes, excluindo os outliers, encontra-se valores de 3,62 $\mu\text{g/m}^3$ a 34,04 $\mu\text{g/m}^3$ e 4,52 $\mu\text{g/m}^3$ a 36,97 $\mu\text{g/m}^3$ respectivamente. As maiores médias são encontradas no 3º, 6º, 7º e 10º pavimentos, enquanto os valores do 5º, 8º e 9º não ultrapassam 10 $\mu\text{g/m}^3$.

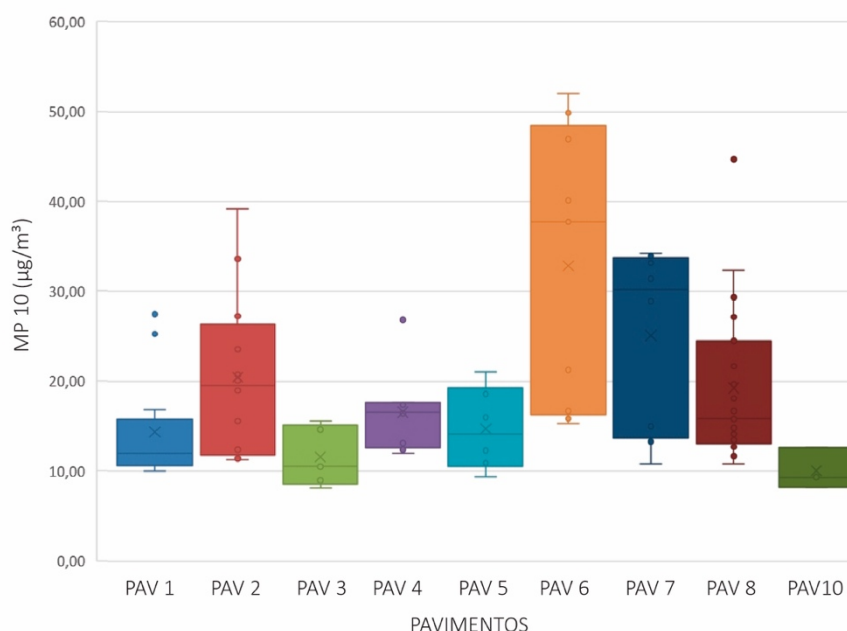
Figura 59: Boxplot da dispersão de material particulado 10 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ nos pavimentos do **edifício Leste**.



Fonte: dados da pesquisa

O sexto pavimento apresenta a maior média 32,88 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, seguido pelo sétimo pavimento 25,12 $\mu\text{g}/\text{m}^3$. Excluindo os outliers, a amplitude dos valores de material particulado medido no 1º, 3º, 4º, 5º e 10º pavimento do **edifício Norte/Sul** estão abaixo de 20 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (Figura 60), próximos a esse valor encontram-se as médias do segundo e oitavo andar, 20,49 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ e 19,29 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ respectivamente.

Figura 60: Boxplot da dispersão de material particulado 10 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ nos pavimentos do **edifício Norte/Sul**.



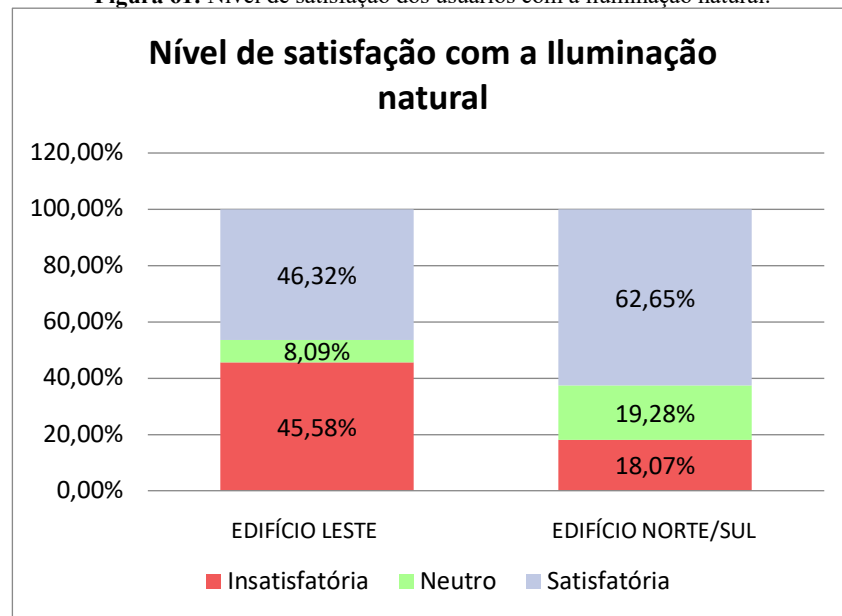
Fonte: dados da pesquisa

5.2.5 Opinião dos usuários e ações de adaptação

A partir da análise das respostas obtidas nos questionários, pôde-se averiguar a percepção dos trabalhadores em relação ao conforto lumínico e iluminação dos ambientes investigados. Quando questionados sobre a iluminação natural (Figura 61), 45,58% dos entrevistados do **edifício Leste** e 18,07% das do **edifício Norte/Sul** apontaram insatisfação com essa fonte de luz, resultados

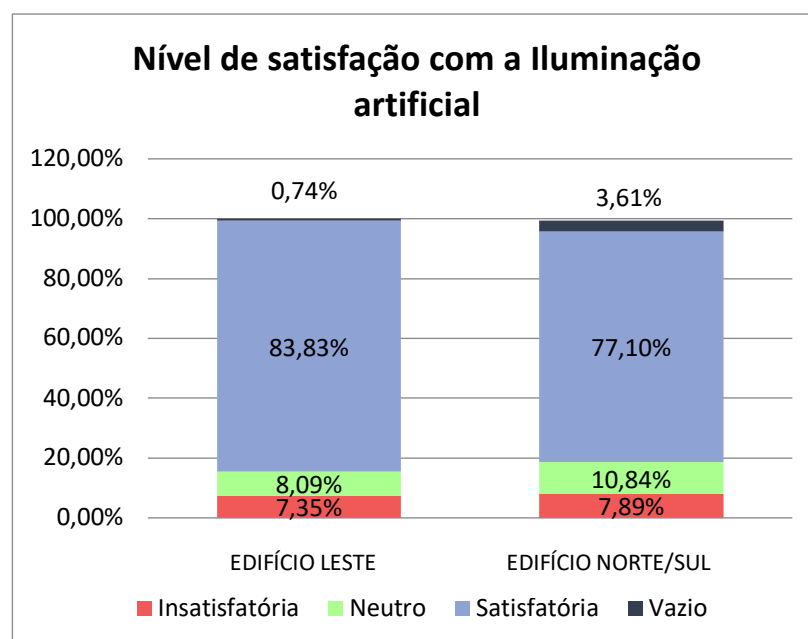
que apontam uma grande diferença entre a opinião do usuário nas duas edificações. O efeito dessas respostas negativas pode indicar um número muito alto de pessoas em desconforto (causado pela iluminação natural) expondo que há um grande impacto negativo desse tipo de fonte no **edifício Leste** que pode ter influência direta da implantação e orientação das principais fachadas da edificação. No que se refere à percepção dos usuários e à iluminação artificial (Figura 62) 83,83% no **edifício Leste** e 77,10% no **edifício Norte/Sul** afirmaram satisfação com essa fonte, apenas 7,35% e 7,89 % dos usuários (**edifício Leste** e **edifício Norte/Sul** respectivamente) consideraram o sistema insatisfatório e nenhum dos trabalhadores assinalou essa iluminação no nível mais alto de desconforto 'muito insatisfatório'.

Figura 61: Nível de satisfação dos usuários com a iluminação natural.



Fonte: dados da pesquisa

Figura 62: Nível de satisfação dos usuários com a iluminação artificial.



Fonte: dados da pesquisa

O questionário apresentava outras três perguntas para identificar a satisfação dos usuários (Tabela 14). Assim, a maioria dos trabalhadores declararam satisfação quanto à *'qualidade da luz incidente no ambiente de trabalho'*: **edifício Leste** (64,71%) e **edifício Norte/Sul** (81,93%); quanto à *'quantidade de luz ou brilho refletido na tela do computador'*: **edifício Leste** (64,70%) e **edifício Norte/Sul** (57,83%); e com relação ao *'acesso à vista do exterior'*: **edifício Leste** (61,76%) e **edifício Norte/Sul** (53,01%). Ao mesmo tempo, também declararam a insatisfação com a *'qualidade da luz'*: 30,15% (**edifício Leste**) e 10,84% (**edifício Norte/Sul**); com a *'quantidade de luz'*: 16,17% (**edifício Leste**) e 16,86% (**edifício Norte/Sul**); e com a *'vista da janela'*: 13,97% (**edifício Leste**) e 15,65% (**edifício Norte/Sul**).

Tabela 7: Votos de satisfação dos usuários

		EDIFÍCIO LESTE	EDIFÍCIO NORTE/SUL
Nº de questionários*		136	83
Qualidade da luz na sua estação de trabalho	Muito satisfatória	13,24%	10,84%
	Satisfatória	44,85%	59,04%
	Um pouco satisfatória	6,62%	12,05%
	Neutro	5,15%	4,82%
	Um pouco insatisfatória	13,97%	8,43%
	Insatisfatória	11,03%	2,41%
	Muito Insatisfatória	5,15%	0,00%
	Vazio	0,00%	2,41%
Quantidade de luz ou brilho refletido na tela do computador	Muito satisfatória	6,62%	3,61%
	Satisfatória	46,32%	46,99%
	Um pouco satisfatória	11,76%	7,23%
	Neutro	19,12%	24,10%
	Um pouco insatisfatória	4,41%	7,23%
	Insatisfatória	5,88%	9,64%
	Muito Insatisfatória	5,88%	0,00%
	Vazio	0,00%	1,30%
Vista do lado exterior (através das janelas)	Muito satisfatória	22,79%	15,66%
	Satisfatória	32,35%	32,53%
	Um pouco satisfatória	6,62%	4,82%
	Neutro	22,79%	27,71%
	Um pouco insatisfatória	2,94%	3,61%
	Insatisfatória	7,35%	6,02%
	Muito Insatisfatória	3,68%	6,02%
	Vazio	1,47%	3,61%

*Questionários considerados válidos.

Fonte: dados da pesquisa

Os trabalhadores ainda responderam sobre possíveis ajustes feitos para melhoria das condições de iluminação e conforto lumínico. As opções das ações estão ligadas a sistemas de acionamento de iluminação artificial, a ajustes de abertura das cortinas e à movimentação da tela do computador (Tabela 15). Dentre as respostas possíveis o usuário deveria identificar a frequência que adotava essas ações através das alternativas *'várias vezes por dia'*, *'1 vez por dia'*, *'2 a 4 vezes por semana'*, *'1 vez por semana'*, *'2 a 3 vezes por mês'*, *'1 vez por mês'*, *'nunca'* e *'não é opção'*.

Mesmo tendo a possibilidade de realização das ações, menos de 50% dos entrevistados nas duas edificações fazem uso destes ajustes, chegando ao máximo de 62,25% das pessoas afirmarem que nunca ajustaram as cortinas (**edifício Norte/Sul**). Somando-se todas as alternativas onde há alguma frequência de ajuste (*2-4 vezes por semana; Uma vez por mês; Uma vez por dia; 2-3 vezes por mês; Várias vezes por dia e Uma vez por semana*), no **edifício Leste**, o sistema de cortina é o mais acessado pelos funcionários com 44,86% de votos, seguido do acionamento do sistema de iluminação artificial 41,18% e do ajuste na posição do monitor 36,03%. Enquanto no **edifício Norte/Sul** as luzes são reguladas por 21,71% dos entrevistados, as cortinas 24,09% e o monitor 28,92%.

Tabela 8: Ajustes adotados para melhoria do conforto lumínico.

		EDIFÍCIO LESTE	EDIFÍCIO NORTE/SUL
Nº de questionários*		136	83
Ajusto abertura da cortina para melhorar meu conforto visual.	Nunca/sem resposta	41,18%	62,65%
	2-4 vezes por semana	5,88%	0,00%
	Uma vez por mês	7,35%	2,41%
	Uma vez por dia	22,06%	6,02%
	2-3 vezes por mês	0,74%	1,20%
	Várias vezes por dia	6,62%	7,23%
	Uma vez por semana	2,21%	7,23%
	Não é uma opção para mim	13,87%	13,25%
Ligo/desligo interruptores do sistema de iluminação artificial para melhorar meu conforto visual	Nunca/sem resposta	51,47%	55,40%
	2-4 vezes por semana	3,68%	1,20%
	Uma vez por mês	3,68%	2,41%
	Uma vez por dia	23,53%	9,64%
	2-3 vezes por mês	1,47%	4,28%
	Várias vezes por dia	5,15%	3,61%
	Uma vez por semana	3,68%	0,00%
	Não é uma opção para mim	7,35%	22,89%
Modifico a posição ou a configuração do monitor	Nunca/sem resposta	57,35%	57,83%
	2-4 vezes por semana	3,68%	2,41%
	Uma vez por mês	8,82%	6,02%
	Uma vez por dia	8,82%	10,84%
	2-3 vezes por mês	0,74%	0,00%
	Várias vezes por dia	4,41%	4,82%
	Uma vez por semana	9,56%	4,82%
	Não é uma opção para mim	6,62%	13,25%

*Questionários considerados válidos.

Fonte: dados da pesquisa

Uma constatação interessante é que alguns trabalhadores criam seu próprio mecanismo de proteção (Figura 63 e 64), ou seja, mesmo que no geral o comportamento dos usuários seja considerado passivo, alguns demonstram ações de adaptação. Por exemplo, nas questões discursivas, houve relatos de uso de óculos de sol nas duas edificações. No **edifício Leste**, os trabalhadores informaram utilizar guarda-chuvas no mobiliário, com o intuito de bloquear os raios solares, e ainda há pessoas que fixaram placa de isopor na divisória da estação de trabalho como meio de ajuste da incidência.

Figura 63 e 64: Mecanismos de adaptação dos usuários.



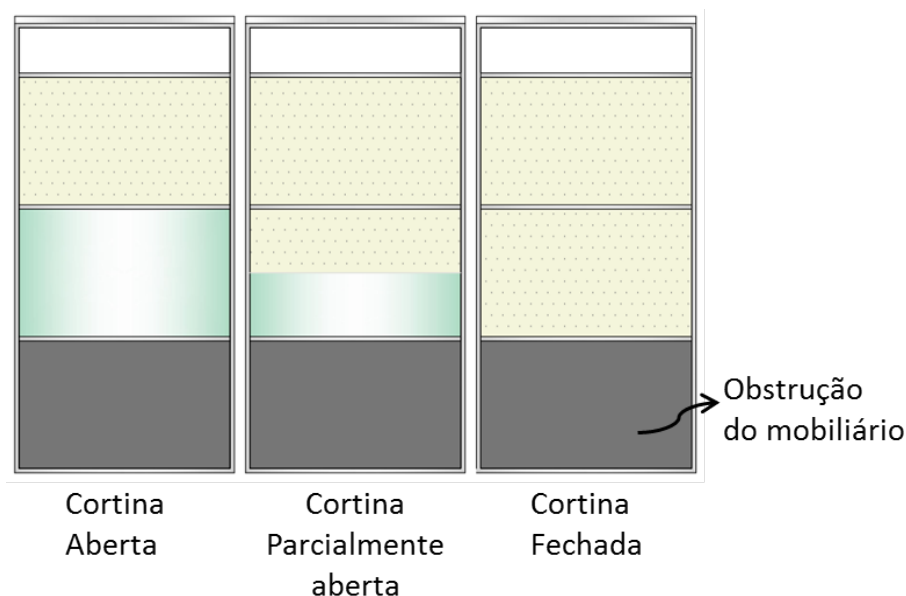
Fonte: Acervo pessoal

O controle da iluminação natural que entra no ambiente é feito majoritariamente pelas cortinas, como citado anteriormente muitos dos entrevistados afirmaram que não realizam esse tipo de ajuste. No **edifício Leste** cerca de 33% dos postos de trabalho existentes estão localizados adjacentes à janela, dos entrevistados 38,24% ocupam parte desses espaços, já no **edifício Norte/Sul** as estações existentes próximas as esquadrias somam pouco mais de 20%, parte delas com ocupação de 17,65% dos entrevistados. Nos dois casos os controles para ajuste de abertura da cortina se encontram conectados as mesmas, ou seja, os usuários dos postos de trabalho próximos a esse sistema tem fácil acesso ao mecanismo, tendo maior disponibilidade para manuseá-lo ajustando a sua necessidade, pode-se relacionar então que o baixo índice de ajustes também tem como causa o grande percentual de postos de trabalho distantes desses controles.

Com intenção de analisar os padrões de uso do sistema de cortinas, durante as medições in loco, registrou-se a posição de abertura em que se encontravam cada módulo de cortinas, nos dois objetos de estudo as cortinas tem altura igual a do pé direito dos ambientes e a parte inferior (próxima do piso) é sempre obstruída, no **edifício Leste** pelo mobiliário padrão e no **edifício Norte/Sul** por uma película adesiva opaca. Levando em consideração que nas áreas obstruídas a iluminação natural não consegue adentrar o ambiente, apenas foram analisadas as partes das esquadrias que não tinham obstruções, não sendo analisadas as áreas sem medições e aplicação de questionários ou aquelas em que não era possível acessar o ambiente.

No **edifício Leste**, o sistema de proteção é feito a partir de uma tela solar com largura equivalente ao módulo da esquadria, no total tem-se 14 módulos por pavimento, cada módulo dividido em três partes, foram registrados os padrões de abertura dos dois módulos superiores, dentre as opções encontradas: cortina fechada, cortina aberta e cortina parcialmente aberta (Figura 65).

Figura 65: Esquema padrões de abertura da cortina **Edifício Leste**.



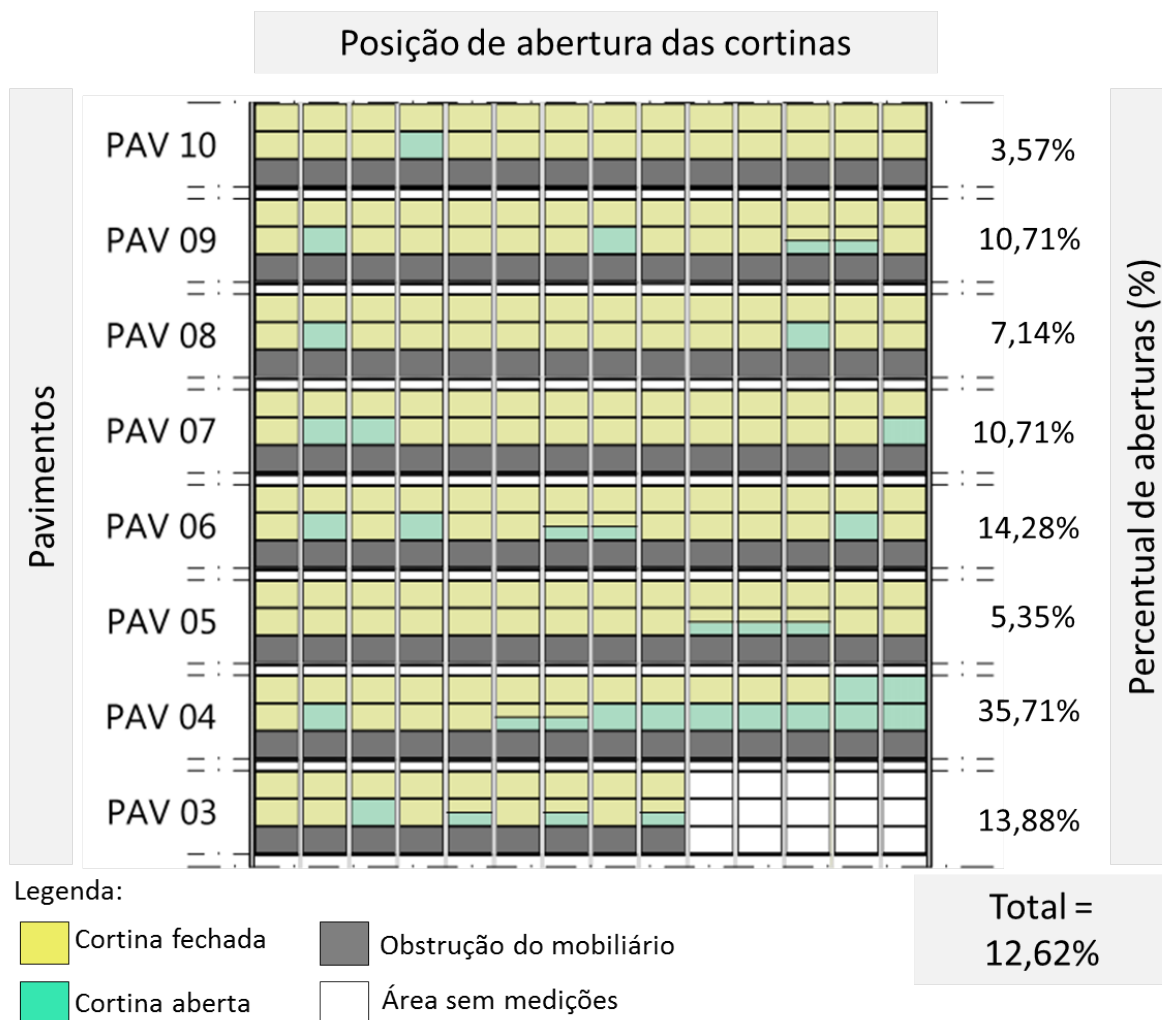
Fonte: Dados da pesquisa.

Analisando a frequência de abertura das cortinas por pavimentos no período de medições (Figura 66), dentre todas as esquadrias da fachada Leste, apenas 12,62% não permanecem protegidas com a tela solar, no 4º andar encontram-se 35,71% das esquadrias com as cortinas abertas, sendo este o pavimento com maior percentual. Em contrapartida, o 10º andar tinha apenas um dos módulos com a cortina aberta, sendo o pavimento com menor percentual de abertura (3,57%). Vale ressaltar que a tela solar não é totalmente opaca, permitindo que a luminosidade externa atinja o ambiente mesmo que a cortina esteja fechada.

Considerando os 44,86% dos usuários que afirmaram acionar o sistema de ajuste da cortina para melhorar o conforto lumínico, 49,18% estão acomodados em estações adjacentes à janela e

50,82% em estações centrais. Em contrapartida, quando se selecionam apenas os usuários que tem frequência diária de ajuste (28,68%), a proporção de votos de trabalhadores é alterada para 61,54% (estações adjacentes à janela) e 38,46% (estações centrais), evidenciando que em curto prazo os trabalhadores com acesso direto ao sistema de abertura, tendem a usá-la com maior frequência.

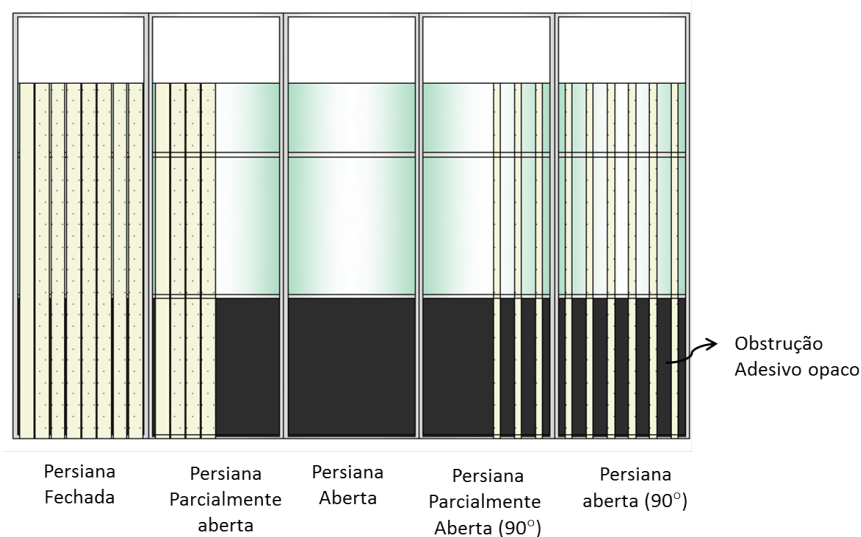
Figura 66: Frequência da posição de abertura das cortinas, durante as medições in loco.



Fonte: Dados da pesquisa.

No **edifício Norte/Sul**, a proteção solar é feita através de persianas verticais, apesar das esquadrias do edifício apresentar os módulos divididos em três partes, foram registrados os padrões de abertura dos dois módulos superiores, dentre as opções encontradas: *persiana fechada*; *persiana aberta*; *persiana parcialmente aberta*; *persiana aberta com inclinação*; *persiana parcialmente aberta com inclinação*. (Figura 67).

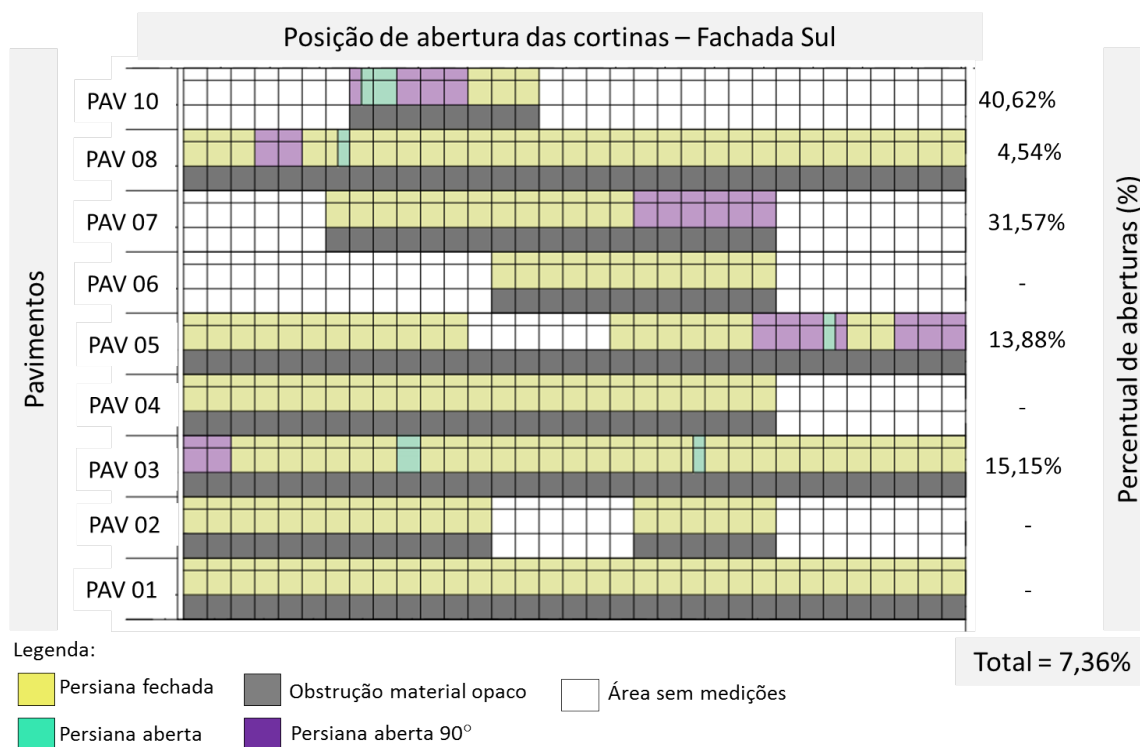
Figura 67: Esquema padrões de abertura da cortina **Edifício Norte/Sul**.



Fonte: Dados da pesquisa.

Nesta edificação as duas fachadas principais (Norte e Sul) são constituídas de esquadrias, como falado anteriormente, não foi possível ter acesso a todas as áreas da edificação, portanto, existem módulos das esquadrias onde não foi possível realizar o levantamento da frequência de abertura das persianas. O maior percentual de persianas abertas (Figura 68) é encontrado no 10º andar (40,62%) em contrapartida, este pavimento também é o que menos se teve acesso as áreas de escritório, tendo então o registro de apenas 24,24% dos módulos de esquadria, representando uma única sala. Em sequência, o 7º andar apresenta o percentual de 31,57%; o 3º andar com 15,15%; o 5º andar com 13,88%; e o 8º andar com 4,54%, nos demais pavimentos todas as áreas acessadas apresentavam persianas fechadas, totalizando 7,36% de abertura.

Figura 68: Frequência da posição de abertura das cortinas, durante as medições in loco (Fachada Sul **Edifício Norte/Sul**).



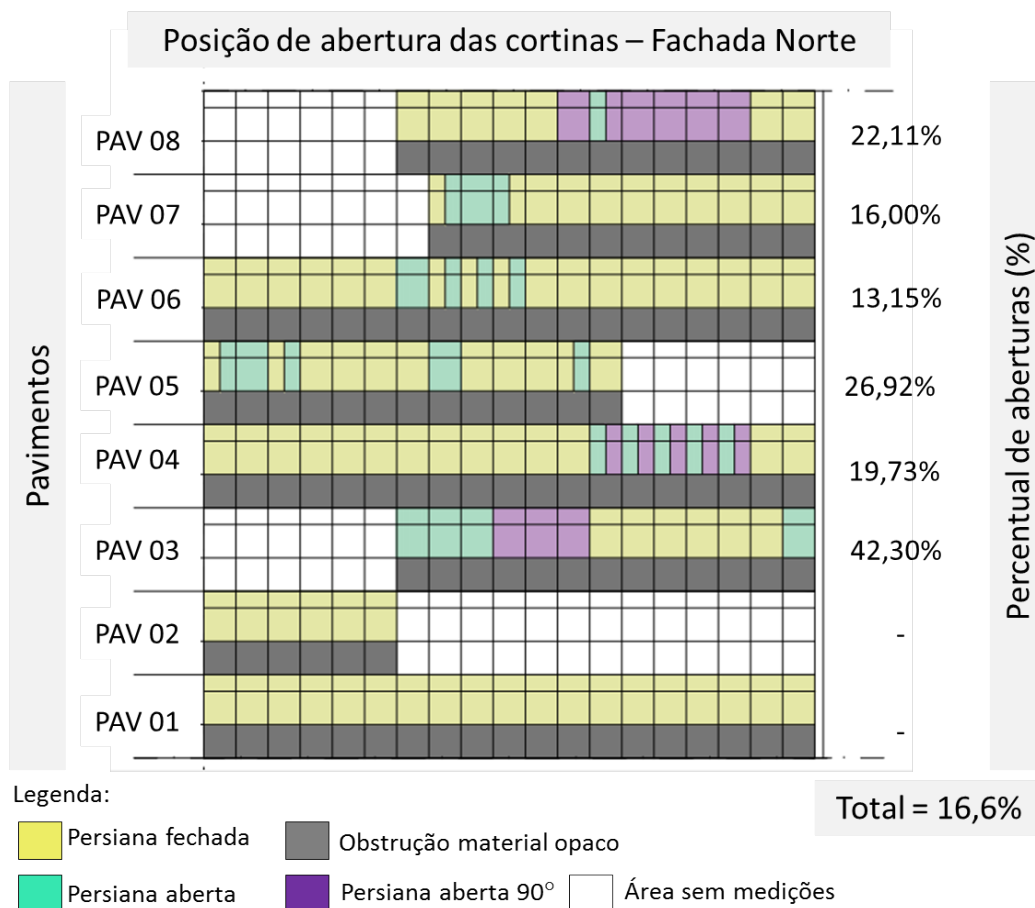
Fonte: Dados da pesquisa.

Na Figura 69 apenas 19 módulos da fachada Norte são apresentados, as demais esquadrias são referentes a áreas de circulação e serviços, portanto não fazem parte da análise. Observando os resultados, no 3º pavimento foram encontradas 42,30% das cortinas abertas, tendo o maior percentual dessa fachada; seguido pelo 5º andar (26,92%); 8º andar (22,11%); 4º andar (19,73%); 7º andar (16%) e 6º andar (13,15%). Assim como na fachada Sul, alguns pavimentos apresentaram todas as persianas fechadas, no total encontram-se 16,6% das cortinas da fachada Norte abertas.

Apenas 24,09% dos trabalhadores entrevistados relataram nos questionários a opção de “abrir/fechar” as cortinas com intuito de melhor o conforto lumínico, a maioria (71,43%) tem sua estação de trabalho não adjacente às janelas, enquanto 28,57% estão localizados próximos às esquadrias dos pavimentos. Contudo esse resultado tem influência direta da proporção de trabalhadores com áreas de trabalho adjacentes às janelas, apenas 17,65% são encontrados nessa posição, enquanto 82,35% estão localizados em áreas centrais.

Analisando por essa ótica, se separados os usuários de acordo com sua localização, 40% dos usuários com área de trabalho adjacente as janelas afirmam ajustar as cortinas e 21,41% dos usuários sentados em áreas centrais fazem esse tipo de ajuste. Os resultados, assim como no **edifício Leste**, apontam que os usuários com acesso aos controles dos sistemas de cortina tendem a fazê-lo com maior frequência, corroborando com resultados encontrados por Day et al. (2019), que afirma que na análise dos dados qualitativos de sua pesquisa os ocupantes afirmaram o desejo de controle dos sistemas de construção.

Figura 69: Frequência da posição de abertura das cortinas, durante as medições in loco (Fachada Norte **Edifício Norte/Sul**).



Fonte: Dados da pesquisa.

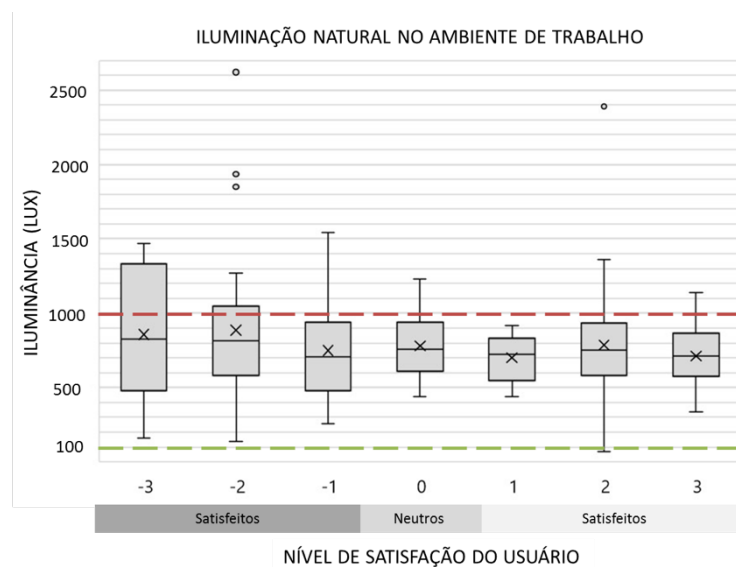
5.2.5 Nível de satisfação lumínica

Através de gráficos Boxplot os registros de iluminância no plano de trabalho e os votos de satisfação lumínica dos trabalhadores foram relacionados, dentre eles, a classificação da iluminação natural e artificial do ambiente e a qualidade da luz na estação de trabalho.

No **edifício Leste**, as médias dos votos de iluminação natural (Figura 70) estão em faixas de iluminância parecidas (entre 700 e 800 lux), apesar disso a amplitude dos votos positivos de satisfação (+1 a +3) aparecem no intervalo de 550 a 960 lux (iluminação considerada adequada), enquanto os votos de insatisfação (-3 a -1) tiveram amplitude muito maior, sendo encontrados na faixa de iluminação excessiva (acima de 1000 lux).

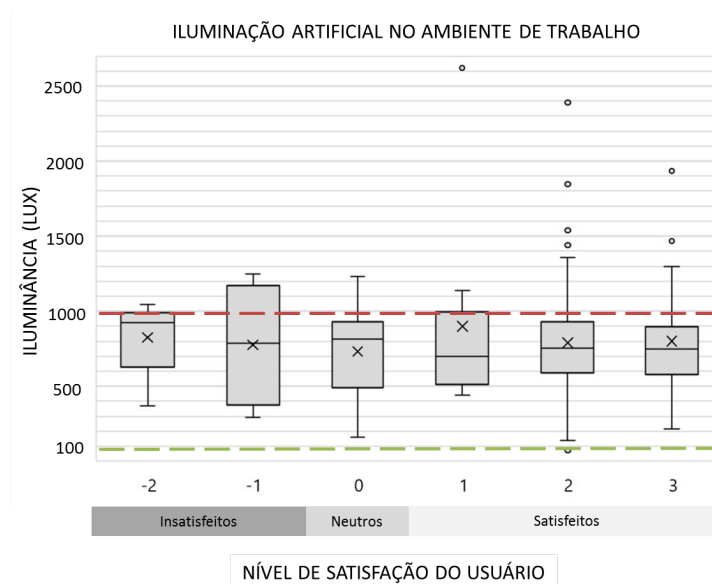
Na análise de satisfação em relação à iluminação artificial (Figura 71), identificou-se que a média dos votos neutros é em torno de 700 lux, um pouco mais baixa que as demais, o resultado no geral foi semelhante ao da iluminação natural, as médias dos votos positivos de satisfação estão um pouco acima dos de insatisfação, porém sua amplitude se mantém na faixa adequada de iluminância, enquanto os votos de insatisfação apresentam alguns valores acima de 1000 lux.

Figura 70: Edifício Leste - Relação dos votos de satisfação (iluminação natural) com valores de iluminância no plano (LUX).



Fonte: dados da pesquisa

Figura 71: Edifício Leste - Relação dos votos de satisfação (iluminação artificial) com valores de iluminância no plano (LUX).

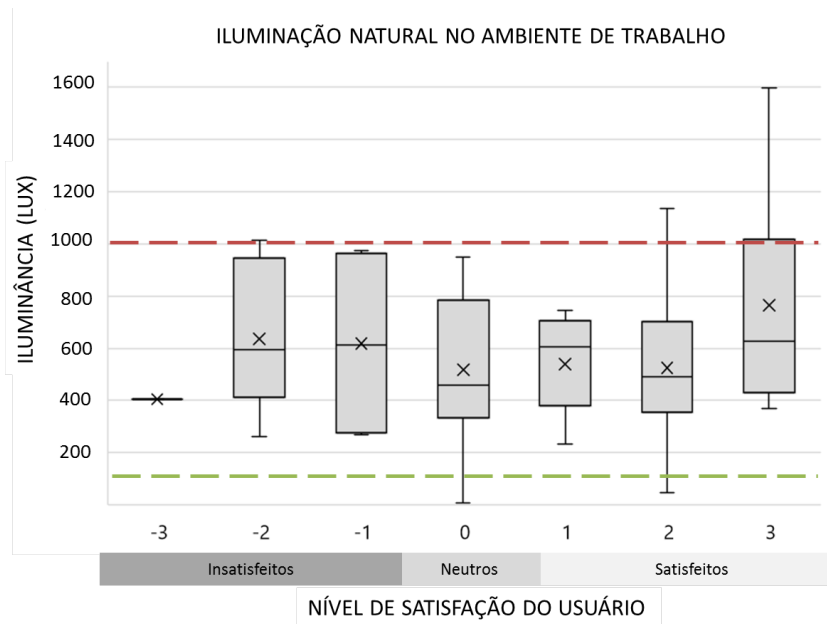


Fonte: dados da pesquisa (2016)

Conforme gráfico Boxplot (Figura 72) no **edifício Norte/Sul**, no geral a maior parte dos votos relativos à iluminação natural está em condições acima de 300 e abaixo de 1000 lux, os votos neutros ocorreram no intervalo de 260 a 1002 lux, os de satisfação de 170 a 1600 lux e a insatisfação de 140 a 940 lux. Analisando apenas a amplitude, nos níveis abaixo de 300 lux, os usuários consideraram a iluminação um pouco insatisfatória.

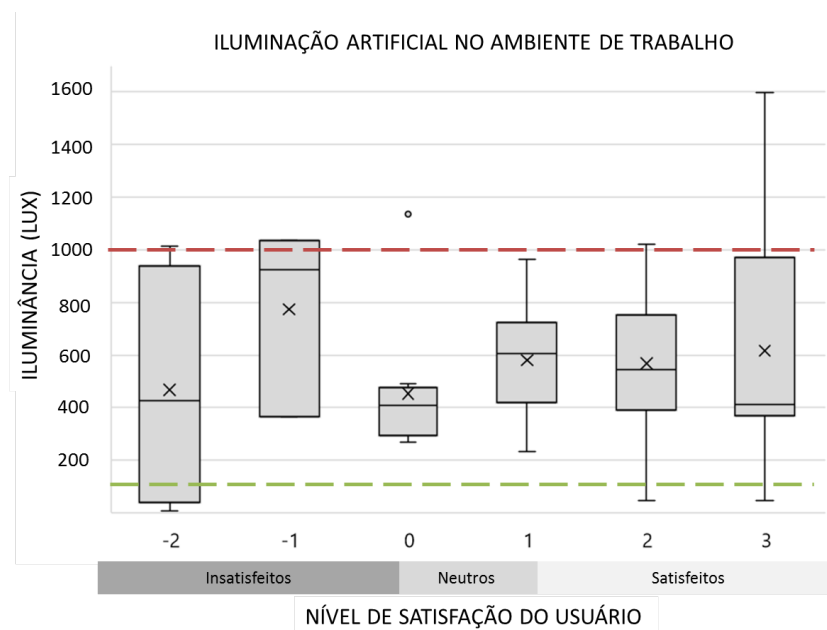
Observando o gráfico da relação entre as iluminâncias e os votos dos usuários e a iluminação artificial (Figura 73), observa-se que a menor amplitude encontrada é a dos votos de neutralidade (270 a 490 lux), enquanto a maior de 10 lux a 1014 lux abrange os votos de insatisfação. Apesar de serem encontrados votos neutros com iluminâncias abaixo de 350 lux, a faixa onde ocorrem os votos satisfatórios é de 350 a 1000 lux.

Figura 72: Edifício Norte/Sul - Relação dos votos de satisfação (iluminação natural) com valores de iluminância no plano (LUX).



Fonte: dados da pesquisa (2016)

Figura 73: Edifício Norte/Sul - Relação dos votos de satisfação (iluminação artificial) com valores de iluminância no plano (LUX).



Fonte: dados da pesquisa (2016)

É possível identificar que os votos neutros e de satisfação no **edifício Leste** são encontrados em sua maioria na faixa entre 500 e 1000 lux, corroborando com os índices ASE e UDI, já no **edifício Norte/Sul** as médias foram no geral inferiores, revelando níveis mínimos de satisfação dos usuários quando se tem níveis abaixo de 300 lux (considerados inadequados).

5.2.6 A saúde do trabalhador

Tendo em vista que os trabalhadores permanecem grande parte do dia em seus locais de trabalho, é de fundamental importância um ambiente bem projetado que elimine potenciais fatores de stress e demais danos à saúde, e que propicie a essas pessoas um ambiente favorável à concentração. O questionário aplicado no estudo apresentava questões relacionadas à saúde do trabalhador, a fim de identificar possíveis problemas decorrentes do meio e suas condições ambientais, abordou-se sobre sintomas e sua frequência de manifestação.

Tabela 9: Os sintomas e sua frequência.

		NUNCA		RARAMENTE		MENSAL		SEMANAL		DIÁRIO		Semanal + Diário	
EDIFÍCIO		Leste	Norte Sul	Leste	Norte Sul	Leste	Norte Sul	Leste	Norte Sul	Leste	Norte Sul	Leste	Norte Sul
SINTOMAS	Desconforto nos olhos	28,68%	27,71%	25,74%	28,92%	8,09%	4,82%	18,38%	25,30%	19,12%	13,25%	37,50%	38,55%
	Desconforto na pele	54,41%	49,40%	22,06%	24,10%	5,88%	4,82%	8,82%	6,02%	8,82%	15,66%	17,64%	21,68%
	Desconforto nas costas e braços.	23,53%	33,74%	27,21%	24,10%	19,12%	7,23%	16,91%	19,28%	13,24%	15,66%	30,15%	35,49%
	Coriza e congestão Nasal	35,29%	32,53%	28,68%	38,55%	18,38%	9,64%	12,50%	9,64%	5,15%	9,64%	17,65%	19,28%
	Dor de Cabeça	27,94%	37,35%	30,88%	37,35%	20,59%	10,84%	16,91%	12,05%	3,68%	2,41%	20,59%	14,46
	Dor de Garganta	35,29%	37,34%	40,44%	43,37%	20,59%	12,05%	6,62%	6,02%	3,68%	1,20%	10,30%	7,22%
	Sensibilidade à luz	31,62%	45,57%	27,94%	34,94%	8,09%	4,82%	18,38%	2,41%	19,12%	13,25%	33,82%	15,66%
	Fadiga	30,88%	34,94%	27,94%	33,73%	20,59%	8,43%	14,71%	14,46%	5,15%	8,43%	19,86%	22,89%

Fonte: dados da pesquisa.

Com intuito de verificar as frequências mais recorrentes de cada sintoma (Tabela 16) os resultados das respostas semanal e diário foram somados. Nas duas edificações, o sintoma ‘desconforto nos olhos’ foi apontado por um maior número de trabalhadores, no **edifício Leste** 37,50% e no **edifício B** 38,55% afirmaram apresentar (‘semanalmente’ ou ‘diariamente’) esse sintoma, que pode ser causado, inclusive, por uma iluminação excessiva ou inadequada, desencadeando um desconforto lumínico nos usuários.

Na sequência 33,82% dos entrevistados do **edifício Leste** afirmaram ter ‘sensibilidade à luz’; 30,15% ‘desconforto nas costas e braços’; e 20,59% ‘dor de cabeça’. No **edifício Norte/Sul** os sintomas ‘desconforto nas costas e braços’ (35,49%), ‘fadiga’ (22,89%), e ‘desconforto na pele’ (21,68%) também apresentaram relatos mais frequentes. As opções que apresentaram os sintomas ‘dor de garganta’ e ‘coriza e congestão nasal’ foram menos identificadas pelos participantes.

5.3 Análise estatística

5.3.1 Teste de Hipóteses

Com intuito de avaliar se as variáveis medidas nos dois edifícios estudados são significativamente diferentes, optou-se pela aplicação do teste *T-student*. Segundo Dalgaard (2002) mesmo que se possa executar um *teste T* sem analisar as variâncias de duas amostras, os resultados de um *teste F* apontam se as variâncias não são significativamente diferentes. No presente trabalho (Tabela 17), para aplicação do *teste T*, foram considerados os resultados do *teste F*, a fim de definir se as variâncias das amostras são consideradas equivalentes ou distintas, onde: A hipótese nula é que a variância da amostra 01 (**edifício Leste**) é equivalente à variância da amostra 02 (**edifício Norte/Sul**); A hipótese alternativa afirma que a variância da amostra 01 é diferente da variância da amostra 02.

Tabela 10: Descrição dos testes aplicados e suas respectivas hipóteses.

TESTES APLICADOS	DESCRIÇÃO	Hipótese nula	Hipótese alternativa
TESTE F	Teste para inferência de duas variâncias	H_0 : variância da amostra 01 = variância da amostra 02	H_1 : variância da amostra 01 $\neq$ variância da amostra 02
TESTE T	Teste para inferência de duas médias com variância iguais ou equivalentes (a partir do resultado do teste F)	H_0 : média da amostra 01 = média da amostra 02	H_1 : média da amostra 01 $\neq$ média da amostra 02

Fonte: dados da pesquisa.

Os testes F e T foram aplicados em duas etapas, primeiramente foram verificadas as diferenças de variância e médias entre as duas edificações (Tabela 18), foram utilizados os dados coletados de todas as estações de trabalho consideradas válidas. Depois se aplicou os testes para identificar variações entre os pavimentos de uma mesma edificação, com intuito de identificar possíveis diferenças significativas.

Analisando os resultados do *teste F*, tem-se sete variáveis com p-valor $< 0,05$, detectando diferença na variância das variáveis medidas entre as duas edificações, são elas: *A iluminância no plano de trabalho; o gênero e a idade dos ocupantes; a satisfação com a iluminação natural; a qualidade da luz no ambiente de trabalho; o sintoma 'sensibilidade à luz' e o nível de material particulado 2.5*. As demais variáveis apresentaram p-valor $> 0,05$ evidenciando variâncias equivalentes.

Tabela 11: resultados dos testes T e F na comparação entre as duas edificações.

		TEST F p-valor	TEST T p-valor			TEST F p-valor	TEST T p-valor
VARIÁVEIS	Iluminação plano de trabalho	0,003816867	7,36365E-07	VARIÁVEIS	Fadiga	0,433033384	0,417942928
	Iluminação Hobo	0,453712896	8,4834E-15		Satisfação Ilu. Natural	0,026884651	0,000657451
	Gênero	0,101993299	1,52317E-06		Satisfação Ilu. Artificial	0,75884299	0,075602309
	Idade	3,49697E-06	5,31036E-10		Qualidade da luz	2,1237E-05	0,001188216
	Desconforto Olhos	0,10966602	0,179981206		Quantidade de brilho	0,234144751	0,956880572
	Desconforto Pele	0,631148291	0,016353092		Abertura da cortina	0,188771888	0,573703506
	Desconforto Costas	0,791911315	0,20232654		Acionamento da luz	0,008781099	0,104554234
	Coriza	0,617860776	0,212775384		Modificação do monitor	0,386384831	0,554633411
	Dor de cabeça	0,191791169	0,442503155		Vista da janela	0,892220613	0,298934041
	Dor de Garganta	0,091450224	0,458188167		Material partícula 2.5	0,094645126	0,001951188
	Sensibilidade a luz	0,038527368	0,044083571		Material partícula 10	0,173971394	0,001013174

Fonte: dados da pesquisa.

Os resultados do teste *T* apontam dez variáveis com *p*-valor < 0,05, evidenciando que os níveis de iluminância medidos entre as duas edificações são diferentes, tanto nos valores do plano de trabalho, como nos valores do pavimento (HOB0), assim como: *o gênero; a idade; a opinião dos usuários sobre a iluminação natural; sobre a qualidade da luz; o desconforto na pele; a sensibilidade a luz; o material particulado 2.5 e material particulado 10*, podendo ter relação com a orientação das aberturas nas edificações e consequentemente a incidência solar sobre elas.

Destaca-se ainda que em média, a maioria dos sintomas (*Desconforto nos Olhos, Desconforto nas Costas, Coriza, Dor de cabeça, Dor de Garganta, Fadiga*) e ações de adaptação (*abertura das cortinas, acionamento da iluminação artificial e ajuste da posição do monitor*) é equivalente nos dois edifícios. Como pode ser observado in loco, as características físicas, de uso e soluções construtivas são parecidas, evidenciando possíveis sintomas relacionados à síndrome do edifício doente.

No **edifício Leste**, quando se compara o terceiro pavimento (Tabela 19) com os demais, os testes detectaram 14 variáveis que apresentam *p*-valor abaixo de 0,05, significando que estatisticamente as amostras apresentam médias diferentes, dentre essas variáveis destaca-se a idade dos ocupantes, a qual apresentou média diferente entre quase todos os pavimentos, a exceção do 4º andar, em sequência encontra-se:

- O 6º andar apresentou mais variáveis com médias diferentes, um total de oito, enquanto o 4º pavimento apresentou a menor variabilidade quando comparado ao 3º andar.
- As variáveis '*Iluminância do plano de trabalho*' e a '*Coriza*' variaram em relação a outros três andares, enquanto a '*Iluminância do hobo*', o '*Material particulado 2.5*' e '*Material particulado 10*' variaram entre quatro andares.
- Dentre as ações de adaptação, apenas a opção '*acionamento da luz*' exibiu *p*-valor inferior a 0,05 no teste com o 6º e 7º pavimentos.
- *Em geral, os sintomas na saúde não tiveram grandes variações, a variável 'Coriza'* (citada anteriormente) e a variável '*dor de cabeça*' foram as únicas que apresentaram variação significativa.
- A variância apresentou *p*-valor menor que 0,05 em todos os sete testes relativos ao terceiro pavimento, destes cinco também apresentaram variabilidade significativa na opinião sobre a vista da janela, indicando possível relação entre as variáveis.

Relativo aos resultados da comparação do quarto pavimento (Tabela 20) as variáveis '*iluminação no plano de trabalho*' e '*iluminação no pavimento*' apresentaram variação de médias de pelo menos outros três pavimentos (7º 8º e 9º), no entanto as ações de adaptação e sintomas na saúde são bem parecidas com os demais pavimentos, esses resultados apontam que as modificações nos sistemas de controle e a saúde do trabalhador sofrem influência por outras variáveis além da iluminação. Destaca-se ainda:

- Os testes da variável satisfação com a '*qualidade da luz*' rejeitaram a hipótese nula em quase todas as comparações, exceto na relativa ao terceiro pavimento.
- Embora em média os testes apontem que as idades são equivalentes, na variância o mesmo não ocorre, isso sugere que algum dos andares possui dados com uma maior distribuição.
- Dentre os 28 testes realizados para verificar a variância da opinião do usuário sobre o '*brilho refletivo na tela do computador*', apenas seis indicam rejeição da hipótese nula (3º/5º; 4º/5º; 4º/6º; 4º/7º; 4º/8º; 4º/9º) dos quais cinco incluem o quarto pavimento no teste.

O quinto e o sexto (Tabela 21 e 22) pavimento tem a maioria dos resultados dos testes onde não é possível rejeitar a hipótese nula das médias, o *p*-valor abaixo de 0,05 aparece em duas ou três variáveis (dentre as 22) no comparativo entre dois pavimentos, inclusive nos testes entre o 5º e 7º andares todas as médias podem ser consideradas equivalentes. A variável '*iluminância do*

pavimento (hobo)’ por sua vez apresentam diferenças no teste *T* entre os pavimentos sexto, oitavo, nono e décimo andares. Fugindo da regra, os sintomas ‘*Coriza*’, ‘*dor de cabeça*’ e ‘*dor de garganta*’ tiveram sua hipótese nula rejeitada nos testes entre os pavimentos seis e oito.

Nas figuras 23 a 38, são apresentados os resultados dos testes de hipótese referentes ao **Edifício Norte/Sul**, das 36 comparações da variável iluminação no plano de trabalho 15 apresentaram resultado onde a média é diferente entre pavimentos e 31 apontam *p*-valor menor que 0,05 nos testes de variância. Portanto a iluminância medida nas estações de trabalho nos dois testes, muitos resultados que rejeitam a hipótese nula a ela vinculada, apontando para uma grande variação entre os pavimentos.

A iluminância do pavimento captada pelo hobo apresenta *p*-valor inferior a 0,05 em apenas seis resultados do teste *T*, deles cinco pertencem a comparações com o segundo pavimento (2°/5°; 2°/6°; 2°/7° e 2°/10° pavimentos), implicando na rejeição da hipótese nula, indicando que os valores médios encontrados para essa variável no segundo pavimento são diferentes dos demais. Observando os demais resultados da pesquisa, o segundo pavimento tem níveis inferiores de iluminância, dentre as possíveis causas destaca-se que durante as medições, todas as persianas se encontravam fechadas, reduzindo a entrada de iluminação natural, assim como é válido afirmar que por ser um dos andares mais baixos, o entorno pode impactar diretamente na disponibilidade de luz natural dos ambientes.

Assim como a variável anterior, a ‘*idade*’ dos entrevistados apresenta *p*-valor capaz de rejeitar a hipótese nula em apenas cinco casos, porém em todos temos os resultados do sexto pavimento incluídos (comparações: 1°/6°; 2°/6°; 6°/7°; 6°/8° e 6°/10°), nesse pavimento todos os entrevistados se encontram nas duas opções de faixas etárias mais elevadas, entre ‘*50 e 59 anos*’ e ‘*acima de 60 anos*’. Enquanto na variável demográfica *gênero* nenhum dos testes de variação da média rejeitaram a hipótese nula.

Quanto aos sintomas na saúde, as sete variáveis associadas exibem resultados onde não é possível descartar a hipótese de médias equivalentes em 23 dos 32 testes, algumas exceções ocorrem, por exemplo:

- ‘*Desconforto no olho*’ *p*-valor de 0,04 no teste *T* entre 4°/5°;
- ‘*Desconforto na pele*’ *p*-valor de 0,03 e 0,04 no teste *T* entre 1°/2° e 2°/3° respectivamente;
- ‘*Dor de cabeça*’ com *p*-valor 0,02 no teste *T* entre o 2°/4° e 4°/10°, 0,03 na comparação de 4°/7°;
- ‘*Sensibilidade à luz*’ com cinco casos de *p*-valor abaixo de 0,05 todos em comparações com o primeiro pavimento, 1°/4° (0,02); 1°/5° (0,01); 1°/6° (0,01); 1°/7° (0,01) e 1°/8° (0,02);

Relativo às ações de adaptação, os testes das variáveis ‘*ajustes da cortina*’ e ‘*ajustes no monitor*’ tiveram resultados parecidos, com teste *T* rejeitando a hipótese nula na comparação entre o quarto andar a outros seis (1°, 3°, 5°, 7°, 8°, 10° pavimentos), a variável ‘*ajuste da iluminação artificial*’ não rejeitou *H0* em nenhum dos 36 testes, o que indica que as médias entre todos os pavimentos são similares, vale ressaltar que 55,40% de todos os usuários dessa edificação revelam que nunca acionam o sistema de iluminação artificial. Por fim, assim o material particulado em suas duas concentrações (‘*MP 2.5*’ e ‘*MP10*’) apresentam resultados semelhantes, na afirmação e negação das hipóteses.

Em resumo, assim como na análise entre os dois edifícios, as variáveis que apresentam o maior índice de médias equivalentes são as dos sintomas de saúde e ações de adaptação. A ‘*iluminação no plano de trabalho*’ e ‘*material particulado*’ foram as variáveis que mais variaram quando observados os resultados dos testes, inclusive o nono andar apresenta média da iluminância do plano de trabalho estatisticamente diferente de todos os outros pavimentos. Os dois tamanhos de material particulado por sua vez apresentaram diferenças e semelhanças relativas aos mesmos pavimentos, demonstrando que as duas dimensões têm comportamento parecido.

Tabela 19: Resultados dos testes T e F na comparação entre pavimentos do edifício Leste (parte 1)

Edifício Leste – Pavimentos		3ºe 4ºpav		3ºe 5ºpav		3ºe 6ºpav		3ºe 7ºpav		3ºe 8ºpav		3ºe 9ºpav		3ºe 10ºpav	
TESTE		T	F	T	F	T	F	T	F	T	F	T	F	T	F
VARIÁVEIS	Iluminação plano de trabalho	0,011	0,007	0,185	0,842	0,189	0,016	0,799	0,495	0,755	0,132	0,012	0,000	0,011	0,000
	Iluminação Hobo	0,507	0,835	0,938	0,963	0,005	0,833	0,099	0,507	0,000	0,842	0,000	0,633	0,002	0,240
	Gênero	0,974	0,382	0,081	0,056	0,903	0,792	0,938	0,734	0,124	0,070	0,565	0,332	0,060	0,046
	Idade	0,214	0,735	0,004	0,000	0,008	0,001	0,027	0,056	0,000	0,000	0,000	0,001	0,019	0,009
	Desconforto Olhos	0,671	0,132	0,988	0,361	0,866	0,972	0,612	1,000	0,804	0,759	0,588	0,870	0,645	0,219
	Desconforto Pele	0,930	0,361	0,335	0,759	0,704	0,668	0,996	0,734	0,247	0,466	0,318	0,391	0,898	0,391
	Desconforto Costas	0,946	0,168	0,907	0,105	0,836	0,541	0,972	0,542	0,756	0,837	0,985	0,505	0,783	0,168
	Coriza	0,202	0,308	0,313	0,760	0,032	0,892	0,049	0,676	0,838	0,939	0,473	0,632	0,039	0,206
	Dor de cabeça	0,202	0,763	0,169	0,231	0,023	0,340	0,220	0,848	0,962	0,467	0,132	0,082	0,445	0,037
	Dor de Garganta	0,860	0,567	0,984	0,630	0,078	0,346	0,450	0,434	0,479	0,840	0,447	0,486	0,443	0,555
	Sensibilidade à luz	0,463	0,005	0,343	0,117	0,190	0,131	0,824	0,620	0,645	0,038	0,234	0,247	0,177	0,054
	Fadiga	0,266	0,095	0,727	0,056	0,358	0,401	0,566	0,380	0,706	0,417	0,455	0,192	0,882	0,087
	Satisfação Ilu. Natural	0,113	0,030	0,027	0,000	0,088	0,005	0,153	0,013	0,118	0,000	0,078	0,006	0,047	0,007
	Satisfação Ilu. Artificial	0,150	0,658	0,431	0,082	0,026	0,014	0,348	0,944	0,916	0,339	0,671	0,055	0,214	0,508
	Qualidade da luz	0,535	0,535	0,046	0,040	0,310	0,557	0,409	0,778	0,193	0,227	0,210	0,643	0,153	0,467
	Quantidade de brilho	0,136	0,809	0,045	0,026	0,211	0,444	0,234	0,786	0,278	0,522	0,185	0,161	0,173	0,176
	Abertura da cortina	0,213	0,483	0,147	0,796	0,317	0,560	0,968	0,447	0,209	0,101	0,436	0,927	0,708	0,717
	Acionamento da luz	0,182	0,225	0,105	0,960	0,047	0,041	0,016	0,143	0,400	0,169	0,096	0,567	0,306	0,521
	Modificação do monitor	0,709	0,663	0,994	1,000	0,041	0,313	0,356	0,626	0,259	0,557	0,153	0,320	0,930	0,674
	Vista da janela	0,083	0,043	0,033	0,020	0,245	0,216	0,186	0,129	0,040	0,095	0,051	0,007	0,187	0,032
	Material partícula 2.5	0,067	0,000	0,042	0,000	0,002	0,154	0,004	0,671	0,000	0,000	0,006	0,000	0,689	0,025
	Material partícula 10	0,076	0,000	0,047	0,000	0,003	0,145	0,004	0,668	0,000	0,000	0,005	0,000	0,663	0,025

Tabela 20: Resultados dos testes T e F na comparação entre pavimentos do edifício Leste (parte 2)

Edifício Leste – Pavimentos		4ºe 5ºpav		4ºe 6ºpav		4ºe 7ºpav		4ºe 8ºpav		4ºe 9ºpav		4ºe 10ºpav		5ºe 6ºpav	
TESTE		T	F	T	F	T	F	T	F	T	F	T	F	T	F
VARIÁVEIS	Iluminação plano de trabalho	0,153	0,005	0,162	0,348	0,011	0,019	0,008	0,050	0,000	0,540	0,939	0,042	0,996	0,016
	Iluminação Hobo	0,534	0,862	0,001	0,659	0,027	0,388	0,000	0,929	0,000	0,498	0,000	0,200	0,003	0,776
	Gênero	0,071	0,004	0,875	0,240	0,913	0,245	0,110	0,004	0,536	0,057	0,052	0,003	0,095	0,094
	Idade	0,086	0,000	0,149	0,000	0,233	0,038	0,000	0,000	0,003	0,000	0,281	0,005	0,797	0,748
	Desconforto Olhos	0,643	0,464	0,788	0,134	0,908	0,182	0,829	0,185	0,909	0,108	0,984	0,740	0,847	0,375
	Desconforto Pele	0,284	0,173	0,633	0,161	0,938	0,235	0,202	0,065	0,351	0,953	0,823	0,070	0,550	0,862
	Desconforto Costas	0,961	0,830	0,886	0,038	0,978	0,475	0,804	0,164	0,928	0,444	0,831	0,916	0,922	0,019
	Coriza	0,753	0,482	0,356	0,496	0,419	0,721	0,099	0,216	0,548	0,563	0,415	0,774	0,203	0,914
	Dor de cabeça	0,939	0,180	0,283	0,277	0,974	0,681	0,137	0,779	0,816	0,069	0,554	0,034	0,298	0,955
	Dor de Garganta	0,869	0,905	0,103	0,606	0,547	0,769	0,359	0,626	0,552	0,866	0,549	0,959	0,063	0,524
	Sensibilidade a luz	0,838	0,194	0,552	0,248	0,647	0,027	0,735	0,248	0,641	0,122	0,535	0,434	0,683	0,954
	Fadiga	0,410	0,980	0,829	0,398	0,116	0,354	0,391	0,269	0,692	0,642	0,295	0,774	0,539	0,350
	Satisfação Ilu. Natural	0,509	0,080	0,911	0,508	0,953	0,725	0,902	0,106	0,860	0,512	0,697	0,613	0,576	0,242
	Satisfação Ilu. Artificial	0,466	0,058	0,000	0,022	0,678	0,665	0,128	0,197	0,055	0,047	0,996	0,833	0,002	0,834
	Qualidade da luz	0,152	0,136	0,689	1,000	0,800	0,792	0,499	0,536	0,516	0,924	0,410	0,865	0,289	0,141
	Quantidade de brilho	0,001	0,024	0,007	0,493	0,010	0,906	0,009	0,573	0,005	0,158	0,005	0,163	0,410	0,144
	Abertura da cortina	0,873	0,555	0,782	0,128	0,255	0,816	0,909	0,286	0,615	0,357	0,346	0,723	0,654	0,297
	Acionamento da luz	0,809	0,125	0,514	0,257	0,182	0,794	0,533	0,878	0,753	0,025	0,696	0,468	0,669	0,006
	Modificação do monitor	0,702	0,650	0,089	0,095	0,550	0,327	0,463	0,242	0,283	0,113	0,759	0,986	0,035	0,279
	Vista da janela	0,689	0,740	0,528	0,357	0,753	0,634	0,736	0,782	0,826	0,468	0,611	0,912	0,293	0,217
	Material partícula 2.5	0,859	0,299	0,163	0,031	0,208	0,001	0,000	0,015	0,000	0,120	0,017	0,001	0,202	0,003
	Material partícula 10	0,847	0,304	0,162	0,031	0,200	0,001	0,000	0,015	0,000	0,128	0,019	0,001	0,207	0,003

Tabela 21: Resultados dos testes T e F na comparação entre pavimentos do edifício Leste (parte 3)

Edifício Leste – Pavimentos		5°e 7°pav		5°e 8°pav		5°e 9°pav		5°e 10°pav		6°e 7°pav		6°e 8°pav		6°e 9°pav	
TESTE		T	F	T	F	T	F	T	F	T	F	T	F	T	F
VARIÁVEIS	Iluminação plano de trabalho	0,144	0,463	0,241	0,120	0,000	0,000	0,159	0,000	0,147	0,074	0,246	0,153	0,000	0,501
	Iluminação Hobo	0,079	0,475	0,000	0,883	0,000	0,567	0,001	0,191	0,350	0,425	0,599	0,422	0,351	0,619
	Gênero	0,116	0,146	0,737	0,816	0,228	0,344	0,913	0,956	0,974	0,917	0,147	0,117	0,639	0,467
	Idade	0,748	0,021	0,002	0,091	0,150	0,555	0,486	0,063	0,930	0,068	0,001	0,347	0,096	1,000
	Desconforto Olhos	0,585	0,420	0,779	0,518	0,556	0,296	0,984	0,740	0,715	0,976	0,942	0,783	0,697	0,842
	Desconforto Pele	0,363	0,910	0,884	0,634	0,043	0,223	0,375	0,497	0,719	0,971	0,438	0,802	0,154	0,198
	Desconforto Costas	0,941	0,352	0,839	0,095	0,885	0,315	0,866	0,735	0,873	0,218	0,924	0,354	0,811	0,179
	Coriza	0,260	0,838	0,175	0,674	0,764	0,881	0,242	0,343	0,969	0,799	0,008	0,846	0,124	0,818
	Dor de cabeça	0,971	0,407	0,106	0,050	0,871	0,570	0,490	0,482	0,348	0,520	0,008	0,147	0,388	0,590
	Dor de Garganta	0,439	0,681	0,443	0,713	0,433	0,772	0,427	0,866	0,371	0,830	0,007	0,364	0,282	0,716
	Sensibilidade a luz	0,515	0,316	0,565	0,753	0,784	0,742	0,427	0,866	0,371	0,327	0,318	0,819	0,895	0,716
	Fadiga	0,364	0,285	0,989	0,220	0,668	0,614	0,828	0,764	0,159	0,950	0,525	0,885	0,855	0,674
	Satisfação Ilu. Natural	0,511	0,192	0,393	0,665	0,622	0,245	0,770	0,191	0,871	0,789	0,805	0,359	0,948	1,000
	Satisfação Ilu. Artificial	0,814	0,159	0,439	0,295	0,209	0,907	0,548	0,061	0,002	0,082	0,014	0,091	0,063	0,667
	Qualidade da luz	0,298	0,128	0,378	0,304	0,420	0,129	0,504	0,186	0,912	0,801	0,794	0,544	0,798	0,926
	Quantidade de brilho	0,487	0,103	0,253	0,078	0,458	0,359	0,449	0,315	0,972	0,692	0,803	0,862	0,934	0,544
	Abertura da cortina	0,185	0,477	0,770	0,085	0,494	0,679	0,253	0,872	0,367	0,151	0,854	0,010	0,817	0,573
	Acionamento da luz	0,248	0,477	0,365	0,097	0,937	0,409	0,511	0,447	0,432	0,343	0,187	0,356	0,732	0,001
	Modificação do monitor	0,343	0,617	0,239	0,541	0,139	0,306	0,932	0,660	0,333	0,600	0,270	0,559	0,515	1,000
	Vista da janela	0,497	0,446	0,952	0,553	0,856	0,701	0,345	0,636	0,796	0,708	0,327	0,557	0,389	0,096
	Material partícula 2.5	0,256	0,000	0,000	0,219	0,000	0,841	0,009	0,000	0,977	0,173	0,000	0,000	0,000	0,001
	Material partícula 10	0,252	0,000	0,000	0,222	0,000	0,858	0,009	0,000	0,993	0,165	0,000	0,000	0,000	0,001

Tabela 22: Resultados dos testes T e F na comparação entre pavimentos do edifício Leste (parte 4)

Edifício Leste – Pavimentos		6ºe 10ºpav		7ºe 8ºpav		7ºe 9ºpav		7ºe 10ºpav		8ºe 9ºpav		8ºe 10ºpav		9ºe 10ºpav	
TESTE		T	F	T	F	T	F	T	F	T	F	T	F	T	F
VARIÁVEIS	Iluminação plano de trabalho	0,169	0,001	0,577	0,448	0,032	0,002	0,011	0,000	0,003	0,003	0,008	0,000	0,000	0,001
	Iluminação Hobo	0,799	0,078	0,139	0,125	0,074	0,628	0,232	0,545	0,636	0,151	0,787	0,006	0,480	0,146
	Gênero	0,071	0,078	0,177	0,185	0,647	0,577	0,090	0,125	0,343	0,438	0,649	0,769	0,183	0,310
	Idade	0,670	0,177	0,001	0,057	0,104	0,027	0,772	0,562	0,107	0,204	0,000	0,317	0,036	0,123
	Desconforto Olhos	0,763	0,223	0,749	0,786	0,990	0,885	0,919	0,276	0,731	0,635	0,804	0,305	0,921	0,175
	Desconforto Pele	0,786	0,636	0,277	0,793	0,359	0,280	0,902	0,655	0,021	0,119	0,276	0,762	0,226	0,094
	Desconforto Costas	0,948	0,034	0,799	0,615	0,956	0,993	0,823	0,504	0,725	0,575	0,977	0,168	0,755	0,474
	Coriza	0,892	0,361	0,016	0,633	0,168	0,927	0,934	0,567	0,308	0,536	0,010	0,165	0,149	0,408
	Dor de cabeça	0,084	0,514	0,159	0,425	0,858	0,195	0,565	0,123	0,078	0,011	0,362	0,003	0,399	0,953
	Dor de Garganta	0,260	0,634	0,132	0,441	0,952	0,898	0,943	0,814	0,113	0,514	0,106	0,601	0,991	0,908
	Sensibilidade a luz	0,991	0,700	0,851	0,155	0,381	0,521	0,309	0,174	0,392	0,505	0,299	0,821	0,883	0,446
	Fadiga	0,402	0,482	0,343	0,937	0,209	0,613	0,463	0,406	0,661	0,528	0,808	0,332	0,516	0,806
	Satisfação Ilu. Natural	0,779	0,883	0,962	0,259	0,825	0,791	0,679	0,900	0,751	0,363	0,577	0,284	0,831	0,884
	Satisfação Ilu. Artificial	0,001	0,052	0,350	0,466	0,170	0,129	0,725	0,550	0,566	0,291	0,206	0,158	0,097	0,038
	Qualidade da luz	0,670	0,868	0,730	0,424	0,735	0,876	0,625	0,696	0,991	0,493	0,851	0,671	0,870	0,801
	Quantidade de brilho	0,925	0,577	0,796	0,784	0,968	0,349	0,961	0,370	0,735	0,403	0,719	0,431	0,992	0,948
	Abertura da cortina	0,498	0,290	0,259	0,541	0,491	0,339	0,759	0,615	0,666	0,048	0,357	0,170	0,659	0,609
	Acionamento da luz	0,284	0,064	0,058	0,931	0,280	0,009	0,091	0,330	0,333	0,019	0,814	0,376	0,469	0,134
	Modificação do monitor	0,041	0,102	0,990	1,000	0,710	0,630	0,376	0,349	0,672	0,581	0,269	0,253	0,157	0,126
	Vista da janela	0,885	0,365	0,535	0,847	0,607	0,253	0,894	0,671	0,905	0,329	0,384	0,841	0,455	0,362
	Material partícula 2.5	0,000	0,792	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,149	0,000	0,002	0,000	0,000	0,013	0,000
	Material partícula 10	0,000	0,772	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,147	0,000	0,002	0,000	0,000	0,012	0,000

Tabela 23: Resultados dos testes T e F na comparação entre pavimentos do edifício Norte/Sul (parte 1)

Edifício Norte/Sul – Pav.		1ºe 2ºpav		1ºe 3ºpav		1ºe 4ºpav		1ºe 5ºpav		1ºe 6ºpav		1ºe 7ºpav	
TESTE		T	F	T	F	T	F	T	F	T	F	T	F
VARIÁVEIS	Iluminação plano de trabalho	0,0595	0,2827	0,9422	0,3998	0,4109	0,0014	0,5817	0,0203	0,0001	0,0000	0,0001	0,0001
	Iluminação Hobo	0,4422	0,7315	0,3973	0,5277	0,3335	0,3297	0,1239	0,4822	0,0477	0,5611	0,0352	0,2935
	Gênero	0,2206	0,2191	0,4708	0,3104	0,5304	0,5590	0,4718	0,3871	0,3539	0,3482	0,5304	0,5590
	Idade	0,3565	0,5913	0,5486	0,0527	0,3474	0,0009	0,2104	0,0052	0,0329	0,0001	0,9612	0,0201
	Desconforto Olhos	0,7130	0,7830	0,9984	0,1756	0,7175	0,8182	0,0599	0,0368	0,9894	0,8095	0,9170	0,7506
	Desconforto Pele	0,0355	0,2323	0,6954	0,6570	0,6294	0,1744	0,7791	0,2429	0,9482	0,9192	0,2501	0,3804
	Desconforto Costas	0,4675	0,3467	0,2301	0,1521	0,9008	0,3096	0,6979	0,2322	0,9552	0,8332	0,5199	0,5201
	Coriza	0,9629	0,4153			0,7045	0,4905	0,5413	0,6196	0,5525	0,6501	0,1406	0,2218
	Dor de cabeça	0,2650	0,2143	0,8647	0,4073	0,1386	0,1862	0,5513	0,0962	0,8407	0,4152	0,3178	1,0000
	Dor de Garganta	0,4067	0,4411	0,6461	0,1830	0,8747	0,3131	0,8690	0,8845	0,2608	0,0658	0,0314	0,1408
	Sensibilidade a luz	0,0960	0,8963			0,0271	0,9002	0,0167	0,2645	0,0126	0,0539	0,0148	0,1861
	Fadiga	0,6398	0,0757	0,3582	0,0920	0,7443	0,6984	0,7870	0,2715	0,9338	0,0317	0,6595	0,9032
	Satisfação Ilu. Natural	0,8567	0,5291	0,4044	0,1078	0,8930	0,2024	0,7067	0,8250	0,1750	0,0862	0,9549	0,5250
	Satisfação Ilu. Artificial	0,6072	0,8525	0,8929	1,0000	0,0216	0,0632			0,1307	0,1453	0,5517	0,8525
	Qualidade da luz	0,2618	0,3024	0,8000	0,0216	0,0395	0,0727	0,3003	0,4121	0,0611	0,2611		
	Quantidade de brilho	0,5783	0,8062	0,9686	0,8623	0,8020	0,5426	0,2450	0,0600	0,3507	0,1131	0,2681	0,1514
	Abertura da cortina			0,7783	0,3863	0,0047	0,0869	0,8332	0,4450	0,3422	0,9799	0,9020	0,3689
	Acionamento da luz	0,2633	0,3618	0,8802	0,5448	0,3754	0,4848	0,6269	0,8242	0,9041	0,5699	0,6496	0,3986
	Modificação do monitor	0,1970	0,0633	0,4448	0,5661	0,0015	0,0104	0,9652	0,3211	0,2588	0,1709	0,7153	0,9625
	Vista da janela	0,9270	0,3446	0,0476	0,0164	0,5314	0,0297	0,5694	0,0323	0,6341	0,2485	0,4138	0,0195
	Material partícula 2.5	0,1310	0,0548	0,2358	0,2886	0,6717	0,3504	0,4820	0,7896	0,0041	0,0065	0,0780	0,0061
	Material partícula 10	0,1191	0,0549	0,3191	0,3218	0,6551	0,3740	0,5052	0,7946	0,0023	0,0071	0,0740	0,0057

Tabela 24: Resultados dos testes T e F na comparação entre pavimentos do edifício Norte/Sul (parte 2).

	Edifício Norte/Sul – Pav.	1º e 8º pav		1º e 10º pav		2º e 3º pav		2º e 4º pav		2º e 5º pav		2º e 6º pav	
	TESTE	T	F	T	F	T	F	T	F	T	F	T	F
VARIÁVEIS	Iluminação plano de trabalho	0,0166	0,0000	0,414	0,201	0,170	0,039	0,397	0,000	0,292	0,025	0,010	0,000
	Iluminação Hobo	0,0851	0,0001	0,031	0,346	0,152	0,640	0,105	0,427	0,031	0,436	0,010	0,685
	Gênero	0,2631	0,6516	0,974	0,629	0,917	0,838	0,661	0,574	0,781	0,874	0,823	0,805
	Idade	0,6685	0,0294	0,312	0,000	0,244	0,061	0,109	0,002	0,060	0,009	0,005	0,001
	Desconforto Olhos	0,3816	0,9567	0,825	0,932	0,817	0,197	0,499	0,636	0,089	0,037	0,747	0,618
	Desconforto Pele	0,1573	0,1534	0,181	0,350	0,049	0,316	0,176	0,456	0,141	0,007	0,054	0,286
	Desconforto Costas	0,5896	0,7792	0,754	0,632	0,347	0,268	0,439	0,759	0,907	0,035	0,500	0,549
	Coriza	0,0807	0,1789					0,681	0,185	0,572	0,786	0,586	0,219
	Dor de cabeça	0,8698	0,2645	0,191	1,000	0,601	0,158	0,024	0,017	0,165	0,795	0,243	0,087
	Dor de Garganta	0,2580	0,1655	0,999	0,581	0,908	0,328	0,588	0,628	0,624	0,393	0,661	0,149
	Sensibilidade a luz	0,0244	0,0162					0,446	0,834	0,317	0,188	0,310	0,044
	Fadiga	0,9227	0,7030	0,358	0,602	0,461	0,474	0,467	0,062	0,517	0,014	0,618	0,410
	Satisfação Ilu. Natural	0,4698	0,1746	0,532	0,536	0,350	0,286	0,776	0,500	0,825	0,768	0,136	0,318
	Satisfação Ilu. Artificial	0,7324	0,7776	0,995	0,510	0,852	0,887	0,052	0,096			0,048	0,128
	Qualidade da luz	0,6434	0,5877	0,516	0,937	0,272	0,001	0,225	0,407	0,048	0,187	0,005	0,128
	Quantidade de brilho	0,4439	0,4683	0,825	0,020	0,722	0,696	0,818	0,660	0,107	0,036	0,157	0,069
	Abertura da cortina	0,4449	0,8783	0,983	0,765								
	Acionamento da luz	0,6121	0,7162	0,419	0,486	0,470	0,946	0,887	0,866	0,660	0,521	0,340	0,125
	Modificação do monitor	0,8395	0,1915	0,466	0,321	0,067	0,044	0,018	0,221	0,261	0,666	0,975	0,655
	Vista da janela	0,2130	0,0199			0,052	0,360	0,583	0,160	0,619	0,156	0,575	0,714
	Material partícula 2.5	0,1203	0,0912	0,273	0,227	0,050	0,048	0,107	0,300	0,077	0,158	0,139	0,037
	Material partícula 10	0,1207	0,0899	0,297	0,225	0,068	0,054	0,095	0,283	0,077	0,159	0,106	0,033

Tabela 25: Resultados dos testes T e F na comparação entre pavimentos do edifício Norte/Sul (parte 3).

Edifício Norte/Sul – Pav.		2º e 7º pav		2º e 8º pav		2º e 10º pav		3º e 4º pav		3º e 5º pav		3º e 6º pav	
TESTE		T	F	T	F	T	F	T	F	T	F	T	F
VARIÁVEIS	Iluminação plano de trabalho	0,000	0,000	0,864	0,000	0,971	0,005	0,566	0,037	0,713	0,010	0,001	0,029
	Iluminação Hobo	0,007	0,225	0,017	0,000	0,008	0,319	0,970	0,855	0,691	0,399	0,539	0,985
	Gênero	0,661	0,574	0,775	0,039	0,480	0,789	0,820	0,546	0,906	0,763	0,951	0,705
	Idade	0,481	0,023	0,546	0,016	0,796	0,796	0,849	0,134	0,640	0,454	0,248	0,058
	Desconforto Olhos	0,692	0,909	0,645	0,689	0,966	0,778	0,806	0,194	0,098	0,575	0,991	0,158
	Desconforto Pele	0,649	1,000	0,377	0,762	0,598	0,578	0,475	0,153	0,580	0,627	0,675	0,615
	Desconforto Costas	0,918	0,898	0,814	0,440	0,968	0,922	0,218	0,506	0,341	0,021	0,231	0,217
	Coriza	0,152	0,055	0,098	0,018			0,073	0,335	0,198	0,020	0,183	0,105
	Dor de cabeça	0,975	0,340	0,152	0,617	0,550	0,499						
	Dor de Garganta	0,093	0,531	0,835	0,548	0,657	0,890	0,761	0,671	0,780	0,165	0,653	0,832
	Sensibilidade a luz	0,329	0,155	0,543	0,036								
	Fadiga	0,411	0,126	0,686	0,124	0,461	0,474	0,299	0,091	0,312	0,039	0,348	0,960
	Satisfação Ilu. Natural	0,835	0,959	0,364	0,581	0,605	0,346	0,486	0,614	0,305	0,227	0,486	0,622
	Satisfação Ilu. Artificial	0,876	0,853	0,369	0,629	0,793	0,381	0,086	0,098			0,319	0,345
	Qualidade da luz			0,109	0,126	0,880	0,484	0,048	0,011	0,598	0,253	0,302	0,475
	Quantidade de brilho	0,116	0,098	0,189	0,340	0,601	0,008	0,879	0,502	0,394	0,205	0,499	0,301
	Abertura da cortina							0,006	0,091	0,676	0,831	0,309	0,306
	Acionamento da luz	0,558	0,058	0,436	0,144	0,775	0,846	0,570	0,950	0,788	0,677	0,955	0,286
	Modificação do monitor	0,118	0,090	0,217	0,543	0,885	0,893	0,001	0,089	0,540	0,241	0,097	0,107
	Vista da janela	0,458	0,115	0,254	0,231			0,096	0,759	0,097	0,695	0,032	0,476
	Material partícula 2.5	0,699	0,307	0,927	0,726	0,115	0,076	0,394	0,051	0,542	0,132	0,009	0,003
	Material partícula 10	0,714	0,303	0,882	0,718	0,122	0,078	0,521	0,067	0,659	0,166	0,010	0,003

Tabela 26: Resultados dos testes T e F na comparação entre pavimentos do edifício Norte/Sul (parte 4).

Edifício Norte/Sul – Pav.		3ºe 7ºpav		3ºe 8ºpav		3ºe 10ºpav		4ºe 5ºpav		4ºe 6ºpav		4ºe 7ºpav	
TESTE		T	F	T	F	T	F	T	F	T	F	T	F
VARIÁVEIS	Iluminação plano de trabalho	0,013	0,000	0,101	0,000	0,466	0,554	0,831	0,000	0,002	0,353	0,000	0,000
	Iluminação Hobo	0,453	0,257	0,745	0,002	0,277	0,159	0,602	0,251	0,416	0,875	0,332	0,134
	Gênero	0,820	0,546	0,935	0,092	0,595	0,725	0,902	0,738	0,827	0,755	1,000	1,000
	Idade	0,555	0,749	0,384	0,835	0,202	0,088	0,758	0,300	0,291	0,962	0,373	0,301
	Desconforto Olhos	0,939	0,332	0,597	0,081	0,848	0,242	0,044	0,031	0,764	1,000	0,839	0,648
	Desconforto Pele	0,207	0,242	0,166	0,102	0,147	0,261	0,876	0,024	0,687	0,218	0,496	0,577
	Desconforto Costas	0,391	0,227	0,304	0,135	0,400	0,251	0,649	0,064	0,955	0,480	0,485	0,726
	Coriza	0,532	0,214	0,328	0,116			0,386	0,287	0,388	0,759	0,100	0,686
	Dor de cabeça							0,429	0,002	0,210	0,628	0,032	0,348
	Dor de Garganta	0,116	0,579	0,791	0,528	0,757	0,578	0,987	0,299	0,386	0,464	0,052	0,960
	Sensibilidade a luz							0,813	0,386	0,875	0,159	0,882	0,347
	Fadiga	0,277	0,142	0,372	0,123	1,000	0,101	0,976	0,534	0,824	0,037	0,908	0,839
	Satisfação Ilu. Natural	0,453	0,292	0,653	0,361	0,254	0,099	0,654	0,390	0,272	0,846	0,654	0,547
	Satisfação Ilu. Artificial	0,776	1,000	0,743	0,851	0,930	0,542			0,001	0,018	0,088	0,060
	Qualidade da luz			0,963	0,059	0,458	0,080	0,008	0,096	0,001	0,067		
	Quantidade de brilho	0,423	0,355	0,603	0,725	0,827	0,062	0,225	0,044	0,309	0,070	0,245	0,098
	Abertura da cortina	0,722	0,900	0,396	0,235	0,875	0,706	0,012	0,035	0,034	0,047	0,009	0,022
	Acionamento da luz	0,832	0,178	0,853	0,318	0,496	0,848	0,769	0,647	0,456	0,201	0,679	0,105
	Modificação do monitor	0,675	0,643	0,320	0,119	0,283	0,273	0,003	0,328	0,020	0,121	0,001	0,043
	Vista da janela	0,117	0,624	0,116	0,786			0,984	0,929	0,319	0,389	0,856	0,867
	Material partícula 2.5	0,035	0,006	0,051	0,068	0,742	0,534	0,775	0,496	0,008	0,014	0,068	0,056
	Material partícula 10	0,049	0,007	0,073	0,074	0,686	0,513	0,817	0,524	0,005	0,014	0,063	0,050

Tabela 27: Resultados dos testes T e F na comparação entre pavimentos do edifício Norte/Sul (parte 5).

Edifício Norte/Sul – Pav.		4ºe 8ºpav		4ºe 10ºpav		5ºe 6ºpav		5ºe 7ºpav		5ºe 8ºpav		5ºe 10ºpav	
TESTE		T	F	T	F	T	F	T	F	T	F	T	F
VARIÁVEIS	Iluminação plano de trabalho	0,272	0,000	0,684	0,154	0,001	0,000	0,001	0,000	0,187	0,000	0,601	0,005
	Iluminação Hobo	0,637	0,000	0,202	0,078	0,812	0,371	0,678	0,668	0,870	0,013	0,395	0,349
	Gênero	0,819	0,236	0,690	0,910	0,939	0,953	0,902	0,738	0,946	0,126	0,634	0,896
	Idade	0,201	0,107	0,112	0,010	0,470	0,195	0,236	0,784	0,113	0,380	0,067	0,018
	Desconforto Olhos	0,257	0,807	0,687	0,933	0,070	0,029	0,066	0,089	0,129	0,008	0,193	0,025
	Desconforto Pele	0,515	0,633	0,265	0,921	0,829	0,223	0,424	0,043	0,421	0,007	0,238	0,063
	Desconforto Costas	0,545	0,355	0,713	0,792	0,690	0,205	0,854	0,074	0,966	0,112	0,968	0,146
	Coriza	0,055	0,869			0,961	0,322	0,366	0,058	0,464	0,045		
	Dor de cabeça	0,153	0,018	0,022	0,628	0,688	0,022	0,188	0,224	0,612	0,377	0,117	0,329
	Dor de Garganta	0,448	0,952	0,928	0,849	0,417	0,060	0,059	0,177	0,492	0,166	0,921	0,516
	Sensibilidade a luz	0,773	0,148			0,918	0,658	0,918	1,000	0,576	0,792		
	Fadiga	0,670	0,469	0,299	0,465	0,858	0,012	0,889	0,437	0,720	0,146	0,312	0,213
	Satisfação Ilu. Natural	0,648	0,730	0,501	0,176	0,124	0,218	0,703	0,745	0,124	0,403	0,730	0,520
	Satisfação Ilu. Artificial	0,010	0,016	0,103	0,016								
	Qualidade da luz	0,016	0,014	0,552	0,113	0,541	0,775			0,474	0,668	0,281	0,575
	Quantidade de brilho	0,384	0,251	0,721	0,012	0,789	0,694	0,930	0,678	0,546	0,177	0,679	0,564
	Abertura da cortina	0,013	0,026	0,031	0,266	0,536	0,364	0,931	0,915	0,703	0,282	0,886	0,795
	Acionamento da luz	0,580	0,239	0,721	0,761	0,708	0,455	0,933	0,294	0,876	0,564	0,604	0,535
	Modificação do monitor	0,002	0,062	0,126	0,180	0,311	0,930	0,796	0,366	0,839	0,958	0,469	0,859
	Vista da janela	0,726	0,464			0,356	0,375	0,845	0,944	0,723	0,418		
	Material partícula 2.5	0,104	0,452	0,368	0,051	0,007	0,008	0,050	0,031	0,075	0,244	0,454	0,096
	Material partícula 10	0,100	0,428	0,403	0,053	0,006	0,009	0,051	0,031	0,081	0,241	0,478	0,100

Tabela 28: Resultados dos testes T e F na comparação entre pavimentos do edifício Norte/Sul (parte 6).

Edifício Norte/Sul – Pav.		6°e 7°pav		6°e 8°pav		6°e 10°pav		7°e 08°pav		7°e 10°pav		8°e 10°pav	
TESTE		T	F	T	F	T	F	T	F	T	F	T	F
VARIÁVEIS	Iluminação plano de trabalho	0,000	0,000	0,010	0,000	0,072	0,000	0,000	0,001	0,030	0,000	0,905	0,000
	Iluminação Hobo	0,830	0,195	0,610	0,000	0,466	0,134	0,471	0,049	0,573	0,552	0,274	0,556
	Gênero	0,827	0,755	0,982	0,096	0,578	0,921	0,819	0,236	0,690	0,910	0,565	0,353
	Idade	0,046	0,272	0,012	0,021	0,011	0,121	0,772	0,566	0,373	0,060	0,425	0,067
	Desconforto Olhos	0,935	0,624	0,464	0,798	0,826	0,926	0,431	0,657	0,789	0,754	0,862	0,943
	Desconforto Pele	0,287	0,435	0,217	0,211	0,193	0,380	0,830	0,822	0,463	0,644	0,381	0,793
	Desconforto Costas	0,528	0,689	0,613	1,000	0,741	0,760	0,779	0,619	0,921	1,000	0,942	0,708
	Coriza	0,333	0,349	0,402	0,467			0,662	0,605				
	Dor de cabeça	0,281	0,547	0,942	0,061	0,170	0,641	0,214	0,395	0,593	1,000	0,136	0,529
	Dor de Garganta	0,194	0,350	0,769	0,293	0,484	0,389	0,109	0,895	0,094	0,722	0,570	0,832
	Sensibilidade a luz	0,997	0,626	0,603	0,747			0,622	0,771				
	Fadiga	0,740	0,073	0,863	0,043	0,348	0,261	0,589	0,672	0,277	0,598	0,372	0,766
	Satisfação Ilu. Natural	0,241	0,345	0,399	0,513	0,133	0,059	0,587	0,656	0,533	0,334	0,294	0,126
	Satisfação Ilu. Artificial	0,071	0,193	0,339	0,157	0,471	0,676	0,366	0,798	0,731	0,454	0,872	0,646
	Qualidade da luz			0,001	0,409	0,174	0,513			0,275	0,476	0,411	0,702
	Quantidade de brilho	0,853	0,959	0,930	0,323	0,788	0,343	0,601	0,384	0,713	0,356	0,898	0,087
	Abertura da cortina	0,457	0,299	0,931	0,895	0,572	0,690	0,605	0,213	0,929	0,736	0,695	0,640
	Acionamento da luz	0,745	0,784	0,933	0,733	0,454	0,265	0,945	0,504	0,561	0,154	0,526	0,296
	Modificação do monitor	0,165	0,209	0,796	0,863	0,874	0,862	0,553	0,235	0,379	0,368	0,506	0,813
	Vista da janela	0,240	0,315	0,845	0,579			0,900	0,000				
	Material partícula 2.5	0,349	0,271	0,050	0,008	0,045	0,002	0,614	0,156	0,092	0,037	0,118	0,095
	Material partícula 10	0,284	0,248	0,051	0,033	0,043	0,002	0,595	0,147	0,098	0,036	0,129	0,094

5.3.2 Regressão Linear Múltipla

Para realização das regressões fez-se necessário cumprir alguns pressupostos, além da normalidade (curtose e assimetria) já verificada nos teste de hipóteses, são eles: a independência dos resíduos (Durbin-Watson), homocedasticidade, os valores de outliers (Valor padrão e resíduo padronizado), a multicolinearidade, a relação linear e a normalidade dos resíduos, apenas os resultados que cumpriram os pressupostos serão apresentados. Como ferramentas de modelagem das regressões, foram utilizados os programas Excel e SPSS.

A partir de uma expectativa teórica da existência de relação entre as variáveis coletadas, bem como o considerável número de dados da pesquisa, as análises foram separadas em três blocos (Tabela 29), o primeiro tem como variáveis dependentes os votos de satisfação dos usuários: *Satisfação com a iluminação natural; Satisfação com a iluminação artificial; Satisfação com a qualidade da luz; Satisfação com o brilho refletido; Satisfação com a vista da janela*. Foram incluídas para análise as variáveis independentes: *Iluminação no plano de trabalho (licor); Iluminação do pavimento (hobo); Material particulado (2.5); Material particulado (10); Gênero dos ocupantes; Idade dos ocupantes; Horário que acorda; Jornada de trabalho; Transporte; Naturalidade e Proximidade à janela*.

O Segundo bloco contém os votos de ações de adaptação dos entrevistados: *Ajustar a abertura da cortina; ligar/desligar a iluminação e modificar a posição do monitor*. No terceiro são encontrados os sintomas na saúde dos trabalhadores: *Desconforto nos olhos; Desconforto na pele; Desconforto nas costas, braços; Coriza, congestão nasal; Dor de cabeça; Dor/Irritação na garganta e Sensibilidade à luz*. Para as regressões do segundo e terceiro bloco, além das variáveis independentes contidas no primeiro bloco, foram incluídas as variáveis de satisfação do usuário como variáveis independentes, são elas: *Satisfação com a iluminação natural; Satisfação com a iluminação artificial; Satisfação com a qualidade da luz; Satisfação com o brilho refletido e Satisfação com a vista da janela*.

Tabela 29: Blocos de variáveis dependentes e independentes das regressões.

Blocos	Variáveis dependentes	Variáveis Independentes
Bloco 1: Votos de satisfação	Satisfação com a iluminação natural (CV_INat) Satisfação com a iluminação artificial (CV_IArt) Satisfação com a qualidade da luz (CV_Quali_luz) Satisfação com o brilho refletido (CV_Bref) Satisfação com a vista da janela (CV_Vist)	Iluminação no plano de trabalho (CV_Ilu_Plan); Iluminação do pavimento (CV_PN_Ilu); Material particulado 2.5 (Est_MP2.5); Material particulado 10 (Est_MP10); Gênero dos ocupantes (Ocp_Gen); Idade dos ocupantes (Ocp_Id); Horário que acorda (Ocp_Aco); Jornada de trabalho (Ocp_Jor); Tempo em JP (Ocp_Temp); Naturalidade (Ocp_Nat); Proximidade à janela (Est_Jan).
Bloco 2: Votos ações de adaptação	Ajustar a abertura da cortina (CV_Fre_Cort) Ligar/desligar a iluminação (CV_Fre_Ilu) Modificar a posição do monitor (CV_Fre_Mon)	Todas as variáveis independentes do Bloco 01 somadas à:
Bloco 3: Sintomas na saúde	Desconforto nos olhos (SD_Desc_Olh) Desconforto na pele (SD_Desc_Pel) Desconforto nas costas, braços (SD_Desc_Cos) Coriza, congestão nasal (SD_Cor_Cong) Dor de cabeça (SD_Dor_Cab) Dor/Irritação na garganta (SD_Dor_Garg) Sensibilidade à luz (SD_Sens_Luz)	Satisfação com a iluminação natural (CV_INat) Satisfação com a iluminação artificial (CV_IArt) Satisfação com a qualidade da luz (CV_Quali_luz) Satisfação com o brilho refletido (CV_Bref) Satisfação com a vista da janela (CV_Vist)

Fonte: Dados da pesquisa

Bloco 01 – Edifício Leste

Partindo das análises do **edifício Leste**, tem-se a variável da satisfação com a iluminação natural (Tabela 30), onde se pode identificar três modelos estatisticamente significativos resultantes da regressão, na qual as variáveis preditoras são: *‘idade’*, *‘proximidade à janela’* e *‘material particulado 2.5’*. Comparando os modelos, o terceiro apresenta todas as variáveis independentes e R^2 ajustado maior que os demais (0,176) indicando que esse modelo prevê melhor os resultados, explicando 19,5% da variação, destaca-se que a variável idade do ocupante foi a única que apareceu nos três modelos. Na Tabela 31, são apresentados os resultados da regressão de satisfação com a iluminação artificial, apenas a variável *‘Jornada de trabalho’* aparece como preditora, explicando apenas 3% da variação, outras variáveis como a *‘iluminação no plano de trabalho’*, a *‘iluminância medida no pavimento’* e a *‘proximidade com a janela’* não foram significativas.

Tabela 30: Regressão - Satisfação com a iluminação natural x variáveis independentes.

Variável Dependente	Variável Independente	Modelo	R	R ² Total	R ² Ajustado	Alteração do R ²	Sig. Alteração de F	Sig. (anova)
CV INat (N=133)	Ocp_Id	01	0,323	0,104	0,098	0,104	0	0
	Ocp_Id; Est_Jan	02	0,401	0,161	0,148	0,057	0,004	0
	Ocp_Id; Est_Jan; Est_MP2.5	03	0,441	0,195	0,176	0,034	0,019	0

Variáveis excluídas: CV_Ilu_Plan; CV_PN_Ilu; Est_MP10; Ocp_Gen; Ocp_Aco; Ocp_Jor; Ocp_Temp; Ocp_Nat.

Fonte: Dados da pesquisa

Tabela 31: Regressão - Satisfação com a iluminação artificial x variáveis independentes.

Variável Dependente	Variável Independente	Modelo	R	R ² Total	R ² Ajustado	Alteração do R ²	Sig. Alteração de F	Sig. (anova)
CV IArt (N=133)	Ocp_Jorn	01	0,175	0,031	0,23	0,31	0,043	0,043

Variáveis excluídas: CV_Ilu_Plan; CV_PN_Ilu; Est_MP10; Ocp_Gen; Ocp_Aco; Ocp_Jor; Ocp_Trp; Ocp_Nat.

Fonte: Dados da pesquisa

Na análise sobre a satisfação com a qualidade da luz (Tabela 32) as variáveis integrantes do modelo 02 são a *‘proximidade à janela’* e a *‘jornada de trabalho’*, que explica 68% da variação. A *‘proximidade da janela’* também aparece como preditora na regressão de satisfação com o brilho refletido (Tabela 33), assim como os dois tamanhos de material particulado, um em cada modelo. Com uma pequena diferença, o modelo 02 dessa regressão apresenta o melhor resultado, explicando apenas 7% da variação. Considerando a variável dependente satisfação com a vista através da janela (Tabela 34), foram encontradas duas variáveis preditoras, a *‘proximidade da janela’* e o *‘material particulado 2.5’*, em conjunto elas explicam 5,7% da variação e são integrantes do modelo 02 dessa regressão.

Tabela 32: Regressão - Satisfação com a qualidade da luz x variáveis independentes.

Variável Dependente	Variável Independente	Modelo	R	R ² Total	R ² Ajustado	Alteração do R ²	Sig. Alteração de F	Sig. (anova)
CV_Quali_Luz (N=133)	Est_Jan	01	0,194	0,038	0,031	0,038	0,024	0,019
	Est_Jan; Ocp_Jorn	02	0,26	0,68	0,054	0,03	0,041	0,008

Variáveis excluídas: CV_Ilu_Plan; CV_PN_Ilu; Est_MP2.5; Est_MP10; Ocp_Gen; Ocp_Id; Ocp_Aco; Ocp_Temp; Ocp_Nat.

Fonte: Dados da pesquisa

Tabela 33: Regressão - Satisfação com a brilho refletido x variáveis independentes.

Variável Dependente	Variável Independente	Modelo	R	R ² Total	R ² Ajustado	Alteração do R ²	Sig. Alteração de F	Sig. (anova)
CV_Bref (N=133)	Est_Jan	01	0,203	0,041	0,034	0,041	0,019	0,019
	Est_Jan; Est_MP2.5	02	0,267	0,071	0,057	0,03	0,043	0,008
	Est_Jan; Est_MP10	03	0,265	0,07	0,056	0,029	0,046	0,009

Variáveis excluídas: CV_Ilu_Plan; CV_PN_Ilu; Ocp_Gen; Ocp_Id; Ocp_Aco; Ocp_Jorn Ocp_Temp; Ocp_Nat.

Fonte: Dados da pesquisa

Tabela 34: Regressão - Satisfação com a vista da janela x Variáveis independentes.

Variável Dependente	Variável Independente	Modelo	R	R ² Total	R ² Ajustado	Alteração do R ²	Sig. Alteração de F	Sig. (anova)
CV_Vist (N=133)	Est_Jan	01	,203	0,041	,034	,041	,019	,019
	Est_Jan; Est_MP2.5	02	,267	0,057	,057	,030	,043	,008

Variáveis excluídas: CV_Ilu_Plan; CV_PN_Ilu; Est_MP10; Ocp_Gen; Ocp_Id; Ocp_Aco; Ocp_Trp; Ocp_Nat.

Fonte: Dados da pesquisa

Refletindo sobre os resultados encontrados nas regressões sobre a satisfação do usuário com a iluminação, a variável *'proximidade à janela'* aparece como preditora em quatro das cinco regressões desse bloco, confirmando a importância dessa variável na satisfação do trabalhador. Assim como pode-se destacar a variável *'material particulado'*, preditora em três regressões, corroborando com resultados encontrados por Leder et al. (2015).

Bloco 02 – Edifício Leste

Adentrando na análise das ações dos usuários, encontra-se que a variável *satisfação com a qualidade da luz, iluminação do pavimento e 'proximidade à janela'* são estatisticamente significativas na previsão da ação de *'ligar ou desligar o sistema de iluminação artificial'* (Tabela 35), explicando 34,9% dos resultados (modelo 03, com todas as variáveis predictoras). Foi encontrada também a significância na relação entre a ação de *'modificar a posição do monitor'* (Tabela 36) com a satisfação dos usuários sobre a iluminação artificial e sua *'jornada de trabalho'*, as variáveis independentes em conjunto (modelo 02) explicam 9,8% da variação. A regressão que analisa a ação de abrir ou fechar as cortinas não atendeu a todos os pressupostos por isso não é apresentada nos resultados.

Tabela 35: Regressão: Liga/Desliga a iluminação x variáveis independentes.

Variável Dependente	Variável Independente	Modelo	R	R ² Total	R ² Ajustado	Alteração do R ²	Sig. Alteração de F	Sig. (anova)
CV_Fre_Ilu (N=133)	CV_Quali_Luz	01	0,216	0,047	0,039	0,047	0,013	0,013
	CV_Quali_Luz CV_PN_Ilu;	02	0,294	0,087	0,072	0,04	0,019	0,003
	CV_Quali_Luz CV_PN_Ilu; Est_Jan	03	0,349	0,122	0,102	0,036	0,025	0,001

Variáveis excluídas: CV_Ilu_Plan;; Est_MP2.5; Est_MP10; Ocp_Gen; Ocp_Id; Ocp_Aco; Ocp_Jor; Ocp_Trp; Ocp_Nat; CV_INat; CV_IArt; CV_Bref; CV_Vist.

Fonte: Dados da pesquisa

Tabela 36: Regressão: Modificar o monitor x variáveis independentes.

Variável Dependente	Variável Independente	Modelo	R	R ² Total	R ² Ajustado	Alteração do R ²	Sig Alteração de F	Sig. (anova)
CV_Fre_Mon (N=133)	CV_IArt	01	0,216	0,047	0,039	0,047	0,013	0,013
	CV_IArt; Ocp_Jorn	02	0,313	0,098	0,084	0,051	0,008	0,003

Variáveis excluídas: CV_Ilu_Plan; CV_PN_Ilu; Est_MP25; Est_MP10; Ocp_Gen; Ocp_Id; Ocp_Aco; Ocp_Trp; Ocp_Nat; Est_Jan; CV_INat; CV_Quali_luz; CV_Bref; CV_Vist.

Fonte: Dados da pesquisa

Bloco 03 – Edifício Leste

O último bloco analisa os sintomas na saúde do trabalhador, dentre os resultados significativos: O 'gênero' dos ocupantes prediz em cerca de 5% o 'desconforto nos olhos' (Tabela 37) e o 'desconforto na pele' (Tabela 38), dentre os resultados obtidos através dos questionários, temos que 27,78% das mulheres e 16,00% dos homens afirmam que apresentam esse sintoma diariamente. Na regressão de 'desconforto nas costas' (Tabela 39) outras variáveis além do 'gênero' aparecem como preditoras, são elas, a 'idade' e a 'satisfação com a qualidade da iluminação', explicando 10% da variação (modelo 03).

Tabela 37: Regressão - Desconforto nos olhos x variáveis independentes.

Variável Dependente	Variável Independente	Modelo	R	R ² Total	R ² Ajustado	Alteração do R ²	Sig Alteração de F	Sig. (anova)
SD_Desc_Olh (N=132)	Ocp_Gen	01	0,225	0,051	0,043	0,051	0,009	0,009

Variáveis excluídas: CV_Ilu_Plan; CV_PN_Ilu; Est_MP25; Est_MP10; Ocp_Gen; Ocp_Id; Ocp_Aco; Ocp_Jor; Ocp_Temp; Ocp_Nat; Est_Jan; CV_INat; CV_IArt; CV_Quali_luz; CV_Bref; CV_Vist.

Fonte: Dados da pesquisa

Tabela 38: Regressão - Desconforto na pele x variáveis independentes.

Variável Dependente	Variável Independente	Modelo	R	R ² Total	R ² Ajustado	Alteração do R ²	Sig Alteração de F	Sig. (anova)
SD_Desc_Pel (N=135)	Ocp_Gen	01	0,236	0,056	0,047	0,054	0,007	0,007

Variáveis excluídas: CV_Ilu_Plan; CV_PN_Ilu; Est_MP25; Est_MP10; Ocp_Id; Ocp_Aco; Ocp_Jor; Ocp_Temp; Ocp_Nat; Est_Jan; CV_INat; CV_IArt; CV_Quali_luz; CV_Bref; CV_Vist.

Fonte: Dados da pesquisa

Tabela 39: Regressão - Desconforto nas costas x variáveis independentes.

Variável Dependente	Variável Independente	Modelo	R	R ² Total	R ² Ajustado	Alteração do R ²	Sig Alteração de F	Sig. (anova)
SD_Desc_Cos (N=132)	Ocp_Gen	01	0,2	0,04	0,033	0,04	0,021	0,021
	Ocp_Gen; Ocp_Id	02	0,271	0,073	0,059	0,033	0,032	0,007
	Ocp_Gen; Ocp_Id; CV_Quali_luz;	03	0,33	0,109	0,088	0,036	0,025	0,002

Variáveis excluídas: CV_Ilu_Plan; CV_PN_Ilu; Est_MP25; Est_MP10; Ocp_Aco; Ocp_Jor; Ocp_Trp; Ocp_Nat; Est_Jan; CV_INat; CV_IArt; CV_Bref; CV_Vist.

Fonte: Dados da pesquisa

Observando as três últimas regressões do bloco, encontra-se a satisfação com a *‘qualidade da iluminação’* como preditora de todas, exibindo a sua relevância. Ela é também a única variável presente nos modelos sobre a *‘dor de garganta’* (Tabela 40) e *‘fadiga’* (Tabela 42), representando respectivamente, 8,3% e 5,9% da variação desses sintomas. Como esperado, a variável *‘sensibilidade à luz’* (Tabela 41) apresenta em seus modelos as variáveis preditoras: *‘proximidade à janela’*, *‘satisfação com a iluminação natural’* e *‘satisfação com a qualidade de iluminação’*, no modelo 03 elas aparecem em conjunto e explicam 27,6% da variação desse sintoma.

Tabela 40: Regressão - Dor de garganta x variáveis independentes.

Variável Dependente	Variável Independente	Modelo	R	R ² Total	R ² Ajustado	Alteração do R ²	Sig. Alteração de F	Sig. (anova)
SD_Dor_Garg (N=132)	CV_Quali_Luz	01	0,288	0,083	0,076	0,083	0,001	0,001

Variáveis excluídas: CV_Ilu_Plan; CV_PN_Ilu; Est_MP25; Est_MP10; Ocp_Gen; Ocp_Id; Ocp_Aco; Ocp_Jor; Ocp_Temp; Ocp_Nat; Est_Jan; CV_INat; CV_IArt; CV_Quali_luz; CV_Bref; CV_Vist.

Fonte: Dados da pesquisa

Tabela 41: Regressão - Sensibilidade à luz x variáveis independentes.

Variável Dependente	Variável Independente	Modelo	R	R ² Total	R ² Ajustado	Alteração do R ²	Sig. Alteração de F	Sig. (anova)
SD_Sens_luz (N=132)	CV_Quali_Luz	01	0,423	0,179	0,173	0,179	0	0
	CV_Quali_Luz; Est_Jan	02	0,497	0,247	0,235	0,068	0,001	0
	CV_Quali_Luz; Est_Jan; CV_Inat	03	0,525	0,276	0,259	0,029	0,024	0

Variáveis excluídas: CV_Ilu_Plan; CV_PN_Ilu; Est_MP25; Est_MP10; Ocp_Gen; Ocp_Id; Ocp_Aco; Ocp_Jor; Ocp_Trp; Ocp_Nat; CV_INat; CV_IArt; CV_Bref; CV_Vist.

Fonte: Dados da pesquisa

Tabela 42: Regressão - Fadiga x Variáveis independentes.

Variável Dependente	Variável Independente	Modelo	R	R ² Total	R ² Ajustado	Alteração do R ²	Sig. Alteração de F	Sig. (anova)
SD_Fadg (N=132)	CV_Quali_Luz	01	0,244	0,059	0,052	0,059	0,005	0,005

Variáveis excluídas: CV_Ilu_Plan; CV_PN_Ilu; Est_MP25; Est_MP10; Ocp_Gen; Ocp_Id; Ocp_Aco; Ocp_Jor; Ocp_Temp; Ocp_Nat; Est_Jan; CV_INat; CV_IArt; CV_Bref; CV_Vist.

Fonte: Dados da pesquisa

Bloco 01 – Edifício Norte/Sul

No **edifício Norte/Sul**, a quantidade de regressões que obedeceu a todos os pressupostos e apresentou significância estatística foi menor se comparado ao **edifício Leste**. A relação entre *‘satisfação com a iluminação natural’* (Tabela 43) e a *‘idade’* dos ocupantes é estatisticamente significativa, há um modelo único que explica 5,5% dessa variação, o R positivo sugere que quanto mais velho o usuário, maior o nível de satisfação com a iluminação natural. A variável *‘idade’* aparece também na regressão de satisfação com a vista da janela (Tabela 44), juntamente com o tempo que os usuários habitam em João Pessoa, as variáveis têm percentuais de explicação da variação de 21,9%.

Tabela 43: Regressão - Satisfação com a iluminação natural x variáveis independentes.

Variável Dependente	Variável Independente	Modelo	R	R ² Total	R ² Ajustado	Alteração do R ²	Sig. Alteração de F	Sig. (anova)
CV_INat (N=78)	Ocp_Id	01	0,234	0,055	0,042	0,055	0,039	0,039

Variáveis excluídas: CV_Ilu_Plan; CV_PN_Ilu; Est_MP25; Est_MP10; Ocp_Gen; Ocp_Id; Ocp_Aco; Ocp_Jor; Ocp_Temp; Ocp_Nat; Est_Jan; CV_INat; CV_IArt; CV_Quali_luz; CV_Bref; CV_Vist.

Fonte: Dados da pesquisa

Tabela 44: Regressão - Satisfação com a vista da janela x variáveis independentes.

Variável Dependente	Variável Independente	Modelo	R	R ² Total	R ² Ajustado	Alteração do R ²	Sig. Alteração de F	Sig. (anova)
CV_Vist (N=133)	Ocp_Id	01	,405	0,164	,150	,164	,001	,001
	Ocp_Id; Ocp_Temp	02	,468	0,219	,193	,055	,043	,001

Variáveis excluídas: CV_Ilu_Plan; CV_PN_Ilu; Est_MP25; Est_MP10; Ocp_Gen; Ocp_Aco; Ocp_Jor; Ocp_Nat; Est_Jan; CV_INat; CV_IArt; CV_Quali_luz; CV_Bref; CV_Vist.

Fonte: Dados da pesquisa

Bloco 02 – Edifício Norte/Sul

No bloco de ações de adaptação apenas a frequência que os usuários ajustam as cortinas (Tabela 45) apresentou significância, como variável preditora encontra-se a satisfação com a qualidade da luz, ela explica 7,6% da variável dependente.

Tabela 45: Regressão – Abrir/fechar a cortina x variáveis independentes.

Variável Dependente	Variável Independente	Modelo	R	R ² Total	R ² Ajustado	Alteração do R ²	Sig. Alteração de F	Sig. (anova)
CV_Fre_Cort (N=63)	CV_Quali_Luz	01	0,276	0,076	0,061	0,076	0,029	0,029

Variáveis excluídas: CV_Ilu_Plan; CV_PN_Ilu; Est_MP25; Est_MP10; Ocp_Gen; Ocp_Id; Ocp_Aco; Ocp_Jor; Ocp_Nat; Ocp_Temp; Est_Jan; CV_INat; CV_IArt; CV_Bref; CV_Vist.

Fonte: Dados da pesquisa

Bloco 03 – Edifício Norte/Sul

O bloco de sintomas na saúde obteve o maior número de regressões válidas, o modelo 02 explica 18,02% da variação no *‘desconforto nos olhos’* dos trabalhadores e as variáveis independentes que fazem parte da regressão são a *‘idade’* e a *‘satisfação com a qualidade da luz’*, essa última variável é preditora também na regressão do sintoma na saúde *‘Coriza’*, com taxa de explicação de 12,1%. A quarta regressão com significância estatística apresenta a variável dependente *dor de cabeça*, onde no modelo 02, cujas variáveis preditoras são *‘idade’* e *‘iluminação no plano de trabalho’*, tem resultado de 18,2%. Para finalizar a análise, encontra-se relação entre as respostas dos usuários sobre *‘satisfação da iluminação natural e artificial’* e o *‘material particulado 2.5’*, o modelo que apresenta as três variáveis preditores é o segundo com taxa de explicação de 29,7%.

Tabela 46: Regressão – Desconforto nos olhos x variáveis independentes.

Variável Dependente	Variável Independente	Modelo	R	R ² Total	R ² Ajustado	Alteração do R ²	Sig. Alteração de F	Sig. (anova)
SD_Desc_Olh (N=56)	CV_Quali_Luz	01	0,316	,100	0,086	,100	,018	,018
	CV_Quali_Luz; Ocp_Id	02	0,427	,182	,151	,083	,025	,005

Variáveis excluídas: CV_Ilu_Plan; CV_PN_Ilu; Est_MP25; Est_MP10; Ocp_Gen; Ocp_Aco; Ocp_Jor; Ocp_Nat; Ocp_Temp; Est_Jan; CV_INat; CV_IArt; CV_Bref; CV_Vist.

Fonte: Dados da pesquisa

Tabela 47: Regressão - Coriza x variáveis independentes.

Variável Dependente	Variável Independente	Modelo	R	R2 Total	R2 Ajustado	Alteração do R2	Sig Alteração de F	Sig. (anova)
SD_Cor_Cong (N=63)	CV_Quali_Luz	01	0,348	0,121	0,106	0,121	0,0206	0,006

Variáveis excluídas: CV_Ilu_Plan; CV_PN_Ilu; Est_MP25; Est_MP10; Ocp_Gen; Ocp_Id; Ocp_Aco; Ocp_Jor; Ocp_Nat; Ocp_Temp; Est_Jan; CV_INat; CV_IArt; CV_Bref; CV_Vist.

Fonte: Dados da pesquisa

Tabela 48: Regressão – Dor de cabeça x variáveis independentes.

Variável Dependente	Variável Independente	Modelo	R	R2 Total	R2 Ajustado	Alteração do R2	Sig Alteração de F	Sig. (anova)
SD_Dor_Cab (N=57)	Ocp_Id	01	,423	,179	,164	,179	,001	,001
	Ocp_Id; CV_Ilu_Plan	02	,491	,242	,213	,063	,039	,001

Variáveis excluídas: CV_PN_Ilu; Est_MP25; Est_MP10; Ocp_Gen; Ocp_Aco; Ocp_Jor; Ocp_Nat; Ocp_Temp; Est_Jan; CV_INat; CV_IArt; CV_Quali_luz; CV_Bref; CV_Vist.

Fonte: Dados da pesquisa

Tabela 49: Regressão – Sensibilidade à luz x variáveis independentes.

Variável Dependente	Variável Independente	Modelo	R	R2 Total	R2 Ajustado	Alteração do R2	Sig Alteração de F	Sig. (anova)
SD_Sen_Luz (N=60)	CV_IArt	01	,402	,162	,147	,162	,001	,001
	CV_IArt; CV_INat	02	,491	,241	,215	,079	,018	,000
	CV_IArt; CV_INat; Est_MP25	03	,545	,297	,259	,056	,040	,000

Variáveis excluídas: CV_Ilu_Plan; CV_PN_Ilu; Est_MP10; Ocp_Gen; Ocp_Aco; Ocp_Jor; Ocp_Nat; Ocp_Temp; Est_Jan;; CV_Quali_luz; CV_Bref; CV_Vist.

Fonte: Dados da pesquisa

As variáveis ‘*satisfação com a iluminação natural*’, ‘*satisfação com a vista exterior*’, ‘*desconforto nos olhos*’ e ‘*sensibilidade a luz*’ são variáveis dependentes nos dois edifícios. Dentre todos os resultados encontrados no **edifício Leste**, se pode destacar as regressões de ‘*satisfação com a iluminação natural*’, ‘*acionamento do sistema de iluminação*’ e ‘*sensibilidade à luz*’, cujos resultados apresentaram os maiores percentuais de explicação das variáveis. Em contrapartida no **edifício Norte/Sul** as regressões da ‘*sensibilidade à luz*’, ‘*satisfação com a vista da janela*’, ‘*dor de cabeça*’ e ‘*desconforto nos olhos*’ foram as que apresentaram os melhores resultados. Observa-se então que nas duas edificações a ‘*sensibilidade à luz*’ aparece entre os principais resultados, nos dois casos as variáveis preditoras fazem parte das questões sobre ‘*satisfação com a iluminação*’, apontando relação entre esse sintoma e a opinião do usuário.

6 – DISCUSSÕES

A partir das primeiras análises efetuadas, consegue-se observar a existência de diferenças entre os resultados das duas edificações, o **edifício Leste** apresentou maiores níveis de iluminância no plano (máximo de 2620 lux adjacente às janelas) e uma taxa muito alta (45,58%) de insatisfação dos usuários com a iluminação natural. O **edifício Norte/Sul** por sua vez teve no geral valores de iluminância e insatisfação mais baixos, onde apenas cinco das estações medidas apresentaram valores superiores a 1000 lux e a população insatisfeita com a luz natural era de 18,07%, percentual muito abaixo do encontrado no **edifício Leste**. Os testes de hipótese reafirmam as situações descritas acima, onde os níveis de iluminância e a opinião dos usuários sobre a iluminação natural são diferentes em seus resultados.

Em contrapartida, alguns dos resultados encontrados são similares, dentre eles a opinião dos usuários sobre a iluminação artificial, sobre a quantidade de luz no ambiente e a vista do exterior, onde mais da metade dos usuários relataram satisfação. Foi detectado que nos dois edifícios têm-se um alto índice de usuários que não fazem uso de sistemas mecânicos de ajuste, mais de 50% afirma que não é uma opção, isso é evidenciado também pelo baixo nível de cortinas abertas durante as medições nas duas edificações (menos de 20%), levando os usuários a criação de mecanismos próprios de proteção, assim como apresentado na pesquisa de Konis (2013).

Tabela 50: Principais resultados encontrados.

	EDIFÍCIO LESTE	EDIFÍCIO NORTE/SUL
Principais resultados encontrados		
Caracterização dos ocupantes	Homens de 30 a 30 anos	Mulheres acima de 50 anos
	Naturais de cidades com clima quente e úmido	Naturais de cidades com clima quente e úmido
	Locomoção até o trabalho em carros com ar-condicionado	Locomoção até o trabalho em carros com ar-condicionado
Opinião dos Usuários	45,58% insatisfeitos com a iluminação natural	18,07% insatisfeitos com a iluminação natural
	83,83% satisfeitos com a iluminação artificial	77,10% satisfeitos com a iluminação artificial
	41,18% não ajustam a cortina	62,65% não ajustam a cortina
Medições de Iluminância	Maior Incidência solar entre 08:00 e 10:00 horas em estações adjacentes a fachada Leste.	Maior incidência solar no período da manhã em estações adjacentes a fachada Norte.
Teste de Hipótese	Níveis de iluminância e opinião do usuário diferentes Sintomas e ações de adaptação equivalentes	
Regressões Múltiplas	A variável Sensibilidade a luz aparece nos principais resultados	

Fonte: Dados da pesquisa

7 – CONCLUSÕES

Este trabalho apresenta uma avaliação do desempenho lumínico de duas edificações de escritórios localizadas no centro de João Pessoa que possuem padrões semelhantes de uso e ocupação, estilo arquitetônico e soluções construtivas. A distinção entre os dois edifícios é dada fundamentalmente pela orientação das fachadas principais, assim como o entorno e a implantação no lote, essas diferenças nortearam o objetivo da pesquisa, se tornando o principal critério de análise, pois impactam diretamente na qualidade de iluminação nos ambientes internos e consequentemente no conforto lumínico.

Com intuito de identificar o impacto da orientação da fachada na qualidade da iluminação natural em escritórios, foram analisados dados coletados em medições in loco, totalizando 219 estações individuais medidas nos dois edifícios.

Ao se analisar o nível de satisfação com a iluminação natural e a posição da estação de trabalho do usuário, encontra-se que no **edifício Leste** 61,54% dos trabalhadores sentados próximos às janelas estão insatisfeitos com a iluminação natural, enquanto no **edifício Norte/Sul** 73,33% dos usuários com acesso direto as janelas declararam satisfação com a iluminação natural. Essa diferença no percentual de resposta entre as duas edificações, aponta que a iluminação natural tem comportamento diferente nos dois edifícios e divergindo, especialmente no **edifício Leste**, de estudos anteriores que evidenciam a proximidade das janelas como fator promotor do desempenho, saúde e bem-estar dos usuários (Konis, 2013; Veitch, 2011), ou ainda, como, o acesso a janela em ambientes laborais melhora a satisfação com a iluminação (Veitch et al., 2005; Galasiu & Veitch, 2006; Frontczak et al., 2012).

Dentre os resultados da pesquisa sobre a proximidade à janela, destaca-se ainda que nas regressões múltiplas com os dados do **edifício Leste**, a variável (proximidade à janela) aparece como variável independente em quatro das cinco regressões de satisfação do usuário ou ação de adaptação. Esses resultados embasados nas referências, indicam que a posição da estação de trabalho do usuário em relação à janela é sim fator influente na opinião de satisfação dos trabalhadores. Porém, apesar de desejável, estar adjacente às esquadrias não é garantia de satisfação ou pior, pode ser um fator indesejável.

Sobre a saúde dos trabalhadores, o único sintoma que apresentou diferenças significativas entre as edificações (testes de hipóteses) foi a sensibilidade a luz, os demais apresentam médias e variâncias equivalentes e o sintoma apontado com maior frequência nas duas edificações foi o desconforto nos olhos. Os sintomas apresentados na pesquisa são comumente estudados em trabalhos sobre a síndrome do edifício doente, Sterling (1991) afirma em seu trabalho que edifícios fechados podem ser hostis aos seus ocupantes, porém devido à multicausalidade de fatores geradores das reações fisiológicas, não existe uma solução simples e única para esses problemas.

No tocante a orientação das fachadas, é senso comum afirmar que no clima quente e úmido a população considera a fachada Oeste como pior orientação, a qual deve se evitar a locação de ambientes de permanência e grandes aberturas, necessitando uma maior proteção solar. Por outro lado, a orientação Leste torna-se almejada, sendo preferida por muitos. A verdade é que relativo à iluminação natural, as fachadas orientadas para Leste apresentam resultados desfavoráveis relativos à quantidade de iluminação no plano de trabalho e a satisfação do usuário, se comparada as fachadas Norte e Sul.

Os resultados encontrados nos testes de hipóteses apontam diferenças entre as variáveis quantitativas e qualitativas relacionadas diretamente ao conforto lumínico, como a iluminação medida no plano de trabalho, o sintoma sensibilidade à luz, a satisfação do usuário com a iluminação natural e a qualidade da luz apresentaram médias distintas entre as duas edificações. Pode-se afirmar que as diferenças nos níveis de iluminância entre os dois edifícios está diretamente relacionada à orientação da edificação e sua implantação no meio urbano, já que mesmo com uso de materiais construtivos mais tecnológicos, como o vidro duplo laminado e a tela solar, os resultados encontrados no **edifício Leste** se mostraram piores quando comparados ao **edifício Norte/Sul**.

Há hipóteses que os arquitetos modernistas dominavam o conhecimento das questões climáticas, aplicando os conceitos em sua arquitetura. Mascarello (2005) considera que a utilização dos princípios da arquitetura moderna beneficia a integração do meio ambiente e conforto dos usuários. Em contrapartida, dentre os resultados encontrados, destaca-se que um dos exemplares da arquitetura moderna em João Pessoa, analisado nessa pesquisa, apresentou resultados negativos em relação ao conforto lumínico e a satisfação dos usuários, podendo indicar que nem todas as soluções construtivas integrantes nesse tipo de arquitetura, beneficiam o conforto do usuário.

Em geral, foi possível observar evidências que apontam impactos significativos no conforto lumínico relacionados à orientação e a proximidade dos trabalhadores das janelas. No clima tropical quente e úmido, apesar de desejada, a proximidade à janela passa a ter aspectos negativos no conforto lumínico quando associada a fachadas Leste e Oeste, pois os níveis de iluminâncias atingem níveis acima do recomendado. Portanto o fato evidente nos resultados da pesquisa é que as orientações Norte e Sul (para as maiores fachadas) implicam em melhores condições lumínicas para ambientes internos.

Visto isso, é imprescindível afirmar que o impacto da orientação da edificação no conforto lumínico deve ser considerado no desenho urbano das cidades, pois é a partir da malha urbano e disposição dos lotes que se desenvolve a implantação da edificação e a orientação de suas fachadas. O traçado urbano que resulta em lotes mais profundos, apesar de maior viabilidade econômica, apresenta a desvantagem de induzir a edificação a uma forma que, inevitavelmente para alguns lotes, resulta na orientação leste-oeste das maiores fachadas. Essa problemática deve ser amenizada através de mecanismos regulatórios, os índices: taxa de ocupação, índice de aproveitamento, gabarito (presentes no plano diretor) bem como, recomendações do código de edificações poderiam ser indutores de soluções mais adequadas e inibidores das soluções inadequadas.

REFERÊNCIAS

- ABNT – Associação Brasileira de Normas Técnicas. **ABNT NBR 13412**: Material particulado em suspensão na atmosfera - determinação da concentração de partículas inaláveis pelo método do amostrador de grande volume acoplado a um separador inercial de partículas. Rio de Janeiro: ABNT, 1995. 8 p.
- ABNT – Associação Brasileira de Normas Técnicas. **ABNT NBR 15220-3**: Desempenho térmico de edificações. Parte 3: Zoneamento bioclimático brasileiro e diretrizes construtivas para habitações unifamiliares de interesse social. Rio de Janeiro: ABNT, 2003. 23 p.
- ABNT – Associação Brasileira de Normas Técnicas. **ABNT NBR 15215**: Iluminação natural – Parte 4: Verificação experimental das condições de iluminação interna de edificações – Método de medição. Rio de Janeiro: ABNT, 2005. 33 p.
- ABNT – Associação Brasileira de Normas Técnicas. **ABNT NBR ISO/CIE 8995-1**: Iluminação de ambientes de trabalho – Parte 1: Interior. Rio de Janeiro: ABNT, 2013. 46 p.
- ARIES, M. B. C. **Human Lighting Demands: Healthy Lighting in an Office Environment**. Technische Universiteit, Eindhoven, 2005. DOI: 10.6100/IR594257
- ARIES, M. B. C.; VEITCH, J. A.; NEWSHAM, G. R. Windows, view, and office characteristics predict physical and psychological discomfort. **Journal of Environmental Psychology**, v. 30, n. 4, p. 533-541, Dezembro. 2010.
- BELLIA, L.; PEDACE, A.; BARBATO, G. **Daylighting offices: A first step toward an analysis of photobiological effects for design practice purposes**. Building and Environment, v. 74, p. 54-64, 2014.
- BODART, M.; HERDE, A. D. Global Energy Savings in Offices Buildings by the Use of Daylighting. **Energy and Buildings**, v. 34, n. 5, p. 421-429, 2002.
- BRAGER, G.S; BAKER, L. **Occupant satisfaction in mixed-mode buildings**. Building Research and Information, v. 37(4), p.369-380, 2009.
- BRASIL. **Norma Regulamentadora NR-17 - Ergonomia**. Ministério do Trabalho e Emprego, 2009.
- BRASIL. **Resolução – RE nº 382** de 26 de janeiro de 2003 - Limites máximos de emissão de poluentes atmosféricos para fontes fixas. Ministério do Meio Ambiente, 2003. (<http://www2.mma.gov.br/port/conama/res/res06/res38206.pdf>)
- BRASIL. **Resolução - RE Nº 510**, de 7 de abril de 2016. Ministério da Saúde, 2016.
- BURKEE, B.; KEELER, M. **Fundamentos de projeto de edificações sustentáveis**. Tradução: Alexandre Salvaterra. Porto Alegre: Bookman, 2010.
- CEVADA, Carolina e equipe. **Antiga Reitoria da UFPB**. 2008. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Arquitetura e Urbanismo) – Universidade Federal da Paraíba. João Pessoa.

- CHOI, J.; BELTRAN, L.O.; KIM, H. **Impacts of indoor daylight environments on patient average length of stay (ALOS) in a healthcare facility**. Building and Environment, v. 50, p. 65-75, 2012.
- CHOI J-H, LOFTNESS V, AZIZ A. Post-occupancy evaluation of 20 office buildings as basis for future IEQ standards and guidelines. **Energy and Buildings**, v. 46, p. 167-175, 2012.
- CHOZ, J.; LOFTENESS, V.; AZIS, A. **Post occupancy evaluation of 20 office buildings as basis for future IEQ standards and guidelines**. Energy and Buildings, v. 46, p. 167-175, 2012.
- CORBELLA, Oscar; YANNAS, Simos. **Em Busca de uma Arquitetura Sustentável para os trópicos**. Rio de Janeiro: Ed. Revan, 2003.
- CORBELLA, Oscar; Corner, Viviane. **Manual de arquitetura bioclimática tropical: para a redução de consumo energético**. 2. Ed. Rio de Janeiro: Ed. Revan, 2011.
- DAY, J.; FUTRELL, B.; COX, R.; RUIZ, S. N.; **Blinded by the light: Occupant perceptions and visual comfort assessments of three dynamic daylight control systems and shading strategies**. Building and Environment, v.154, p. 107,121, 2019.
- DE VECCHI, Renata. **Avaliação de conforto térmico em edificações comerciais que operam sob sistemas mistos de condicionamento ambiental em clima temperado úmido**. 2015. 237 f. Tese (Doutorado)– Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2013.
- EDWARDS, L.; TORCELLINI, P. **A Literature review of the effects of natural light on building occupants**. National Renewable Energy Laboratory, Colorado, 2002.
- ESTEVES, A. P. C. **Modernização de edificações tombadas: o caso do edifício irb**. 2010. Dissertação (Mestrado em Arquitetura e Urbanismo). Universidade Federal Fluminense, Rio de Janeiro, 2010.
- FALCÃO, C. A., SILVA, L. B., TORRES, M. G. L., SOUZA, E. L. **Air quality in teaching lab: Perception of students and analysis of Particulate Matter**. In: AREZES, Pedro M. et al (Org.). Occupational Safety and Hygiene IV. 1ed. Londres: CRC Press v. 1, p. 95-98, 2016.
- FANGER, P.O. **Assessment of man's thermal comfort in practice**. British Journal of Industrial Medicine, v. 30, p. 313-324, 1973.
- FIELD, A. **Descobrimos a estatística usando o SPSS**. 2. ed. Porto Alegre: Artmed, 2009.
- FRONTCAZAK, M.; SCHIAVON, S.; GOINS, J.; ARENS, E.; ZHANG, H.; WARGOCKI, P. **Quantitative relationships between occupant satisfaction and satisfaction aspects of indoor environmental quality and building design**. Indoor Air, v. 22(2), p. 119-131, 2011.
- FUNDAÇÃO JORGE DUPRAT FIGUEIREDO DE SEGURANÇA E MEDICINA DO TRABALHO. **Norma de Higiene Ocupacional – NHO 08: Coleta de material particulado sólido suspenso no ar de ambientes de trabalho – procedimento técnico**. São Paulo: Fundacentro, 2007.

GALASIU, A. D.; VEITCH, J. A. Occupant preferences and satisfaction with the luminous environment and control systems in daylit offices: a literature review. **Energy and Buildings**, v. 38, n.7, p. 728-742. Julho.2006.

HEERWAGEN, J. H. Green buildings, organizational success and occupant productivity. **Building Research and Information**, v. 28, n.5, p. 353-367. Setembro. 2000.

HEINZERLING, David; SCHIAVON, Stefano; WEBSTER, Tom; ARENS, Ed. Indoor environmental quality assessment models: A literature review and a proposed weighting and classification scheme. **Building and Environment**, v. 70, p. 210-222, 2013.

HEMPHALA, H.; EKLUND, J. A visual ergonomics intervention in mail sorting facilities: Effects on eyes, muscles and productivity. **Applied Ergonomics**, v. 43, p. 217-229, 2012.

HOPKISON, R. G.; PETHERBRIDGE, P.; LONGMORE, J. **Iluminação Natural**. Lisboa: Fundação Calouste Gulbenkian, 1975.

HORR, Y. al; ARIF, M.; KAUSHIK, A.; MAZROEI, A.; KATAFYGIOTOU, M.; ELSARRAG, ESAM. Occupant productivity and office indoor environment quality: A review of the literature. **Building and Environment**, v. 105, p. 369-389, 2016.

IES DAYLIGHT METRICS COMMITTEE. **IES LM-83-12, Spatial Daylight Autonomy (sDA) and anual Sunlight Exposure (ASE)**. New York (NY): Illuminating Engineering Society, 2013.

INANICI, M. **Evaluation of high dynamic range photography as a luminance data acquisition system**. *Lighting Research & Technology*, v. 38(2), p.123-136, 2006.

KLINE, Rex B. **Principles and practice of structural equation modeling**. Guilford Publications, 2015. ISBN 1462523358

KONIS, K. **Effective Daylighting: Evaluating Daylighting Performance in the San Francisco Federal Building from the Perspective of Building Occupants**. Tese (Doutorado) – Universidade da California, 2011.

KONIS, K. **Evaluating daylighting effectiveness and occupant visual comfort in a side-lit open-plan office building in San Francisco, California**. *Building and Environment*, v. 59, p. 662-677, 2013.

LAAR, M. **Tageslichtnutzung in den Tropen**. In: Symposium Innovative Lichttechnik in Gebaeuden, 8, 2002, Staffelstein. *Proceedings...* Staffelstein. p.191-196, 2002.

LASHINA, T.; VLEUTEN-CHRAIBIA, S.; DESPENIC, M.; SHRUBSOLE, P.; ROSEMAN, A.;

LOENEN, E. **A comparison of lighting control strategies for open offices**. *Building and Environment*, v. 149, p. 68-78, 2019.

LEAMAN, A.; BORDASS, B. **Productivity in buildings: The 'killer' variables**. *Building Research and Information*, v.1 (1), p.4-19, 2010.

LEDER, Solange; NEWSHAM, Guy R.; VEITCH, Jennifer A.; MANCINI, Sandra; CHARLES, Kate E. **Effects of office environment on employee satisfaction: a new analysis**. *Building Research & Information*, Ottawa, v. 44, n. 1, p. 34-50, 2015.

LEDER, S. M.; PEREIRA, F. O. R.; MORAES, L. N. **Determinação experimental de coeficiente de reflexão médio para superfícies verticais em um meio urbano.** IX Encontro Nacional e V Latino Americano de Conforto no Ambiente Construído – ENCAC, Ouro Preto, Agosto de 2007.

LI, D. H. W.; LAM, J. C. **Evaluation of lighting performance in office buildings with daylighting controls.** *Energy and Buildings*, v. 33, p. 693-803, 2001.

LIMA, Amanda Vieira Pessoa. **Estudo lumínico em um edifício de escritórios: estudo de caso em clima quente e úmido.** 2016. 76 f. Trabalho de conclusão de curso (Graduação em Arquitetura e Urbanismo) – Universidade Federal da Paraíba, João Pessoa, 2016.

MASCARELLO, Vera Lúcia Dutra. **Princípios bioclimáticos e princípios de arquitetura moderna – Evidências no edifício hospitalar.** 2005. 118 f. Dissertação (Mestrado)- Curso de Arquitetura e Urbanismo, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2005.

NABIL, A.; MARDALJEVIC, J. Useful daylight illuminance: A new paradigm for assessing daylight in buildings. **Lighting Research and Technology**, v.37, n.1, p. 41-59. Março. 2005.

NAGY, Z.; YONG, F. Y.; FREI, M.; SCHLUETER, A. Occupant centered lighting control for comfort and energy efficient building operation. **Energy and Buildings**, v. 94, p. 100–108, 2015.

NEWSHAM, G.; BRAND, J.; DONNELLY, C.; VEITCH, J.; ARIES, M.; CHARLES, C. Linking indoor environment conditions to job satisfaction: a field study. **Building Research & Information**, Ottawa, v. 37, n. 2, p. 129-147, 2009.

NEWSHAM, G.; BIRT, B. J.; ARSENAULT, C.; THOMPSON, A. J. L.; VEITCH, J. A.; MANCINI, S.; GALASIU, A. D.; GOVER, B. N.; MACDONALD, I. A.; BURNS, G. J. Do ‘green buildings have better indoor environments? New evidence. **Building Research & Information**, Ottawa, v. 41, n. 4, p. 415-434, 2013.

NYMLIAT, P. S. Indoor environmental quality performance and occupants’ satisfaction [IEQ_{POS}] as assessment criteria for green healthcare building rating. **Building and Environment**, v. 144, p. 598-610, 2018.

NOGUEIRA, Bárbara Lumy Noda. **Percepção e reação de trabalhadores ao ambiente térmico em escritórios condicionados artificialmente no contexto do clima quente e úmido.** 2018. 152 f. Dissertação (Mestrado)- Curso de Arquitetura e Urbanismo, Universidade Federal da Paraíba, João Pessoa, 2018.

NORHIDAYAH, A.; CHIA-KUANG, L.; AZHAR, M.K.; S. NURULWAHIDA. Indoor Air Quality and Sick Building Syndrome in Three Selected Buildings. **Procedia Engineering** , v. 53, p. 93–98. Dezembro. 2013.

OMER, A. M.; **Energy, environment and sustainable development.** *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, v.12, p. 2265-2300, 2008.

REINHART, C. **Daylight Handbook I: Fundamentals designing with the sun**, 2014.

REINHART, C.; MORRISON, M. The lightswitch wizard – reliable daylight simulations for initial design investigation. **Building Simulation**. Eindhoven, The Netherlands, 2003. p. 1093-1100. 2003.

REINHART, C. F.; WEISSMAN, D. A. **The daylit area - Correlating architectural student assessments with current and emerging daylight availability metrics.** Building and Environment, v. 50, p. 155-164, 2012.

REINHART, C. F.; WEISSMAN, D. A. **Daylit Area Study (Part II): Comparing Student Assessments to Emerging Daylighting Metrics – Terms of Reference.** Harvard, 2012.

SCHIAVON, S.; ALTOMONTE, S. Occupant satisfaction in LEED and non-LEED certified buildings. **Building and Environment**, v. 68, p. 66-76, 2013.

SILVA, Â. E. S. **Síndrome do edifício doente.** 2017. 26 p. Dissertação (Mestrado Integrado em Medicina) - Faculdade de medicina de Lisboa, Universidade de Lisboa, Lisboa, 2017.

SOUSA, M. C. B. **Desejo por conforto térmico: Estratégias adaptativas e modelos de conforto térmico no semiárido paraibano.** 2018. 134 f. Dissertação (Mestrado em Arquitetura e Urbanismo) - Curso de Arquitetura e Urbanismo, Universidade Federal da Paraíba, João Pessoa, 2018.

SOUZA, D. de; SCARAZZATO, P. S. **Estudos e Avaliações Pós-Ocupação da Iluminação no Espaço Construído através de Imagens HDR e Câmeras Digitais Compactas.** XIII Congresso Iberoamericano de Gráfica Digital – SIGradi, São Paulo, p. 443-445, 2009.
<https://doi.org/10.1590/S0034-89101991000100012>

STERLING, T. D.; COLLETT, C.; RUMEL, D. A epidemiologia dos "edifícios doentes". **Revista Saúde Pública**, São Paulo, v. 25, n. 1, p. 56-63, fev. 1991.

TINEM, N. **Desafios da Preservação da arquitetura moderna: o caso da Paraíba.** Cadernos PPGAU/FAUFBA, 2010.

VEITCH, J. A. **Workplace design contributions to mental health and well-being.** NRC Publications Archive. Ottawa, Ontario, Canada: National Research Council Canada, Institute for Research in Construction, 2011.

VEITCH, J. A.; CHRISTOFFERSEN, J.; GALASIU, A. D. **What we know about windows and wellbeing and what we need to know.** NRC Publications Archive. Ottawa, Ontario, Canada: National Research Council Canada, Institute for Research in Construction, 2013.

WEIDLE, E. P. S. **Sistemas Construtivos na Programação Arquitetônica de Edifícios de Saúde** Ministério da Saúde, Brasília, 1995.

WHO. **Development of WHO Guidelines for Indoor Air Quality - Report on a Working Group Meeting.** World Heal. Organ. Reg. Off. Eur. 1–27 (2006).

WONG, L. T.; MUI, K. W.; TSANG, T. W. **An open acceptance model for indoor environmental quality (IEQ).** Building and Environment, v. 142, p. 371-378, 2018.

WONG, L. T.; MUI, K. W.; HUI, A. **A multivariate-logistic model for acceptance of indoor environmental quality (IEQ) in offices.** Building and Environment, v. 43, p. 1-6, 2008.

Anexo 1 - PARECER CONSUBSTANCIADO DO CEP

UFPB - CENTRO DE CIÊNCIAS
DA SAÚDE DA UNIVERSIDADE
FEDERAL DA PARAÍBA



PARECER CONSUBSTANCIADO DO CEP

DADOS DO PROJETO DE PESQUISA

Título da Pesquisa: Impactos da luz natural na percepção dos usuários em edifícios localizados em centros urbanos.

Pesquisador: AMANDA VIEIRA PESSOA LIMA

Área Temática:

Versão: 2

CAAE: 84668618.1.0000.5188

Instituição Proponente: Centro De Ciências da Saúde

Patrocinador Principal: Financiamento Próprio

DADOS DO PARECER

Número do Parecer: 2.674.154

Apresentação do Projeto:

Trata-se de um projeto de pesquisa egresso do PPGECAm - Programa de Pós Graduação em Engenharia Civil e Ambiental, do CT - Centro de Tecnologia da UNIVERSIDADE FEDERAL DA PARAÍBA, da aluna AMANDA VIEIRA PESSOA LIMA, sob orientação da professora Dra. Solange Maria Leder.

Objetivo da Pesquisa:

Objetivo Primário:

Avaliar as condições de iluminação dos ambientes internos e a percepção de conforto visual dos usuários de um edifício de escritórios inserido no meio urbano no contexto do clima quente e úmido (cidade de João Pessoa - PB).

Objetivos Secundários:

Caracterizar as condições de iluminância de estações de trabalho durante horário em que são utilizadas e sua influência no conforto visual dos ocupantes;

Caracterizar a luminância nas estações de trabalho para inserir o ofuscamento como variável de

Endereço: UNIVERSITARIO S/N

Bairro: CASTELO BRANCO

CEP: 58.051-900

UF: PB

Município: JOAO PESSOA

Telefone: (83)3216-7791

Fax: (83)3216-7791

E-mail: comitedeetica@ccs.ufpb.br

Continuação do Parecer: 2.674.154

iluminação natural e artificial a partir de equações;

Caracterizar um conjunto de variáveis qualitativas a partir da opinião dos usuários;

Identificar estratégias utilizadas pelos usuários aspirando melhorar o do conforto visual;

Fazer uma análise descritiva e explicativa das variáveis medidas, avaliando as correlações existentes entre as variáveis ambientais medidas, as variáveis pessoais e a percepção de conforto visual dos usuários.

Avaliação dos Riscos e Benefícios:

Riscos:

A participação de seres humanos na pesquisa será restrita aos trabalhadores do edifício objeto de estudo, que ocorrerá de maneira voluntária. Entende-se que o risco ao participante do estudo é mínimo, em razão da exposição dos dados pessoais dos participantes através das respostas apresentadas nos questionários e da alteração na rotina de trabalho dos mesmos, uma vez que é necessário despende um tempo (15 min) para responder o questionário, fazendo com que o indivíduo se ausente do seu posto de trabalho e pause as tarefas laborais que estão sendo desempenhadas. A fim de minimizar ou mitigar qualquer risco ao trabalhador, o mesmo será informado do contexto da pesquisa, será garantido o anonimato na participação, bem como a opção de desistência da participação da pesquisa a qualquer momento durante procedimento da coleta de dados.

Benefícios:

Sabe-se que existem diversas vertentes e proposições para o planejamento do meio urbano, é correto afirmar também que o caminho a percorrer é sempre pela busca de ambientes mais sustentáveis onde os recursos naturais sejam utilizados de maneira eficiente, pois a forma do meio urbano influencia nos hábitos da sociedade; no modo de vida da população. As regulamentações edilícias e urbanas devem abordar parâmetros que favoreçam as relações entre os indivíduos e o meio, pensando sempre na influência do meio urbano no interior das edificações e no conforto do usuário, caracterizando fatores como, a disponibilidade de iluminação natural no ambiente interno e o direito a luz solar dos cidadãos, melhoram o bem estar e saúde da população. Por meio de um estudo de caso em um ambiente edificado, em uso e operação, pretende-se contribuir com subsídios para auxiliar na criação de

Endereço: UNIVERSITARIO S/N

Bairro: CASTELO BRANCO

CEP: 58.051-900

UF: PB

Município: JOAO PESSOA

Telefone: (83)3216-7791

Fax: (83)3216-7791

E-mail: comitedeetica@ccs.ufpb.br

Continuação do Parecer: 2.674.154

novos critérios de avaliação de iluminação para regulamentações edilícias, através de uma avaliação das condições de iluminação e percepção dos usuários.

Comentários e Considerações sobre a Pesquisa:

O presente projeto apresenta coerência científica, mostrando relevância para a academia, haja vista a ampliação do conhecimento, onde se busca, principalmente, avaliar as condições de iluminação dos ambientes internos e a percepção de conforto visual dos usuários de um edifício de escritórios inserido no meio urbano no contexto do clima quente e úmido (cidade de João Pessoa - PB). Avaliar as condições de iluminação dos ambientes internos e a percepção de conforto visual dos usuários de um edifício de escritórios inserido no meio urbano no contexto do clima quente e úmido (cidade de João Pessoa - PB).

Considerações sobre os Termos de apresentação obrigatória:

Os termos de apresentação obrigatória forma anexados tempestivamente.

Recomendações:

RECOMENDAMOS QUE AO TÉRMINO DA PESQUISA, A PESQUISADORA RESPONSÁVEL ENCAMINHE AO COMITÊ DE ÉTICA EM PESQUISA DO CENTRO DE CIÊNCIAS DA SAÚDE DA UNIVERSIDADE FEDERAL DA PARAÍBA, RELATÓRIO FINAL E DOCUMENTO DEVOLUTIVO COMPROVANDO QUE OS DADOS FORAM DIVULGADOS JUNTO À INSTITUIÇÃO ONDE OS MESMOS FORAM COLETADOS E A PESQUISA NA ÍNTEGRA, AMBOS EM PDF, VIA PLATAFORMA BRASIL, PARA OBTENÇÃO DA CERTIDÃO DEFINITIVA.

Conclusões ou Pendências e Lista de Inadequações:

Tendo em vista o cumprimento das pendências elencadas no parecer anterior, somos de parecer favorável a execução do presente projeto da forma como se apresenta, salvo melhor juízo.

Considerações Finais a critério do CEP:

Certifico que o Comitê de Ética em Pesquisa do Centro de Ciências da Saúde da Universidade Federal da Paraíba – CEP/CCS aprovou a execução do referido projeto de pesquisa.

Outrossim, informo que a autorização para posterior publicação fica condicionada à submissão do Relatório Final na Plataforma Brasil, via Notificação, para fins de apreciação e aprovação por este egrégio Comitê.

Endereço: UNIVERSITARIO S/N

Bairro: CASTELO BRANCO

CEP: 58.051-900

UF: PB

Município: JOAO PESSOA

Telefone: (83)3216-7791

Fax: (83)3216-7791

E-mail: comitedeetica@ccs.ufpb.br

UFPB - CENTRO DE CIÊNCIAS
DA SAÚDE DA UNIVERSIDADE
FEDERAL DA PARAÍBA



Continuação do Parecer: 2.674.154

Este parecer foi elaborado baseado nos documentos abaixo relacionados:

Tipo Documento	Arquivo	Postagem	Autor	Situação
Informações Básicas do Projeto	PB_INFORMAÇÕES_BÁSICAS_DO_PROJETO_1081744.pdf	11/05/2018 08:28:51		Aceito
Recurso Anexado pelo Pesquisador	AMANDAVIEIRA_CARTA.pdf	23/04/2018 09:36:39	AMANDA VIEIRA PESSOA LIMA	Aceito
Declaração de Instituição e Infraestrutura	AMANDAVIEIRA_CERTIDAODEAPROVACAO_R02.pdf	23/04/2018 09:36:22	AMANDA VIEIRA PESSOA LIMA	Aceito
TCLE / Termos de Assentimento / Justificativa de Ausência	AMANDAVIEIRA_TCLE_R02.pdf	23/04/2018 09:34:36	AMANDA VIEIRA PESSOA LIMA	Aceito
Cronograma	AMANDAVIEIRA_CRONOGRAMA_R02.pdf	23/04/2018 09:34:10	AMANDA VIEIRA PESSOA LIMA	Aceito
Folha de Rosto	AMANDAVIEIRA_FOLHADEROSTO_R03.pdf	23/04/2018 09:32:21	AMANDA VIEIRA PESSOA LIMA	Aceito
Outros	AMANDAVIEIRA_DECLARACAODEVINCULO.pdf	22/02/2018 19:01:42	AMANDA VIEIRA PESSOA LIMA	Aceito
Projeto Detalhado / Brochura Investigador	AMANDAVIEIRA_PROJETODEPESQUISA.pdf	22/02/2018 19:00:42	AMANDA VIEIRA PESSOA LIMA	Aceito
Orçamento	AMANDAVIEIRA_ORCAMENTO.pdf	22/02/2018 18:59:59	AMANDA VIEIRA PESSOA LIMA	Aceito
Declaração de Instituição e Infraestrutura	AMANDAVIEIRA_ACEITE_INSTITUICAO.pdf	22/02/2018 18:59:47	AMANDA VIEIRA PESSOA LIMA	Aceito

Situação do Parecer:

Aprovado

Necessita Apreciação da CONEP:

Não

JOAO PESSOA, 24 de Maio de 2018

Assinado por:
Eliane Marques Duarte de Sousa
(Coordenador)

Endereço: UNIVERSITARIO S/N

Bairro: CASTELO BRANCO

CEP: 58.051-900

UF: PB

Município: JOAO PESSOA

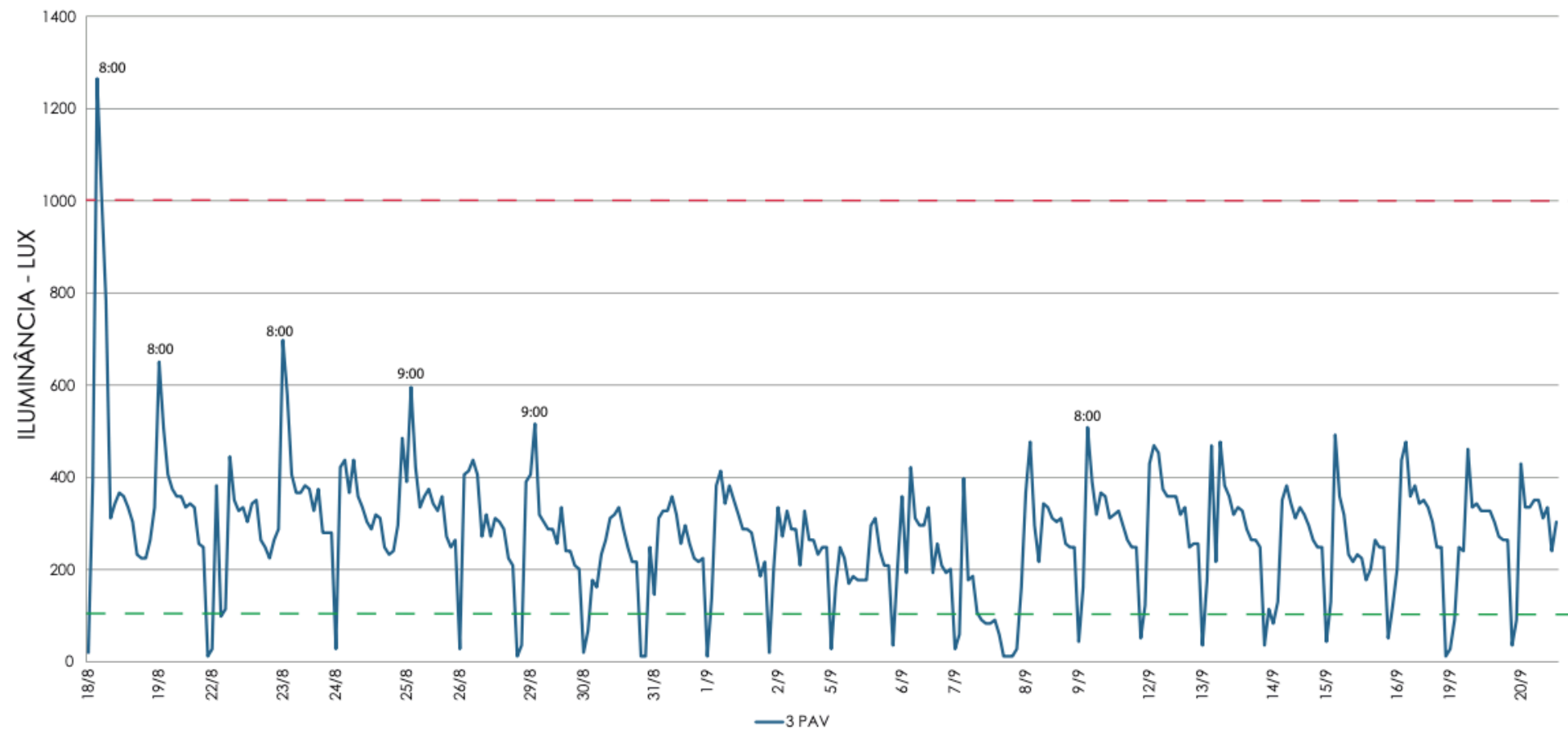
Telefone: (83)3216-7791

Fax: (83)3216-7791

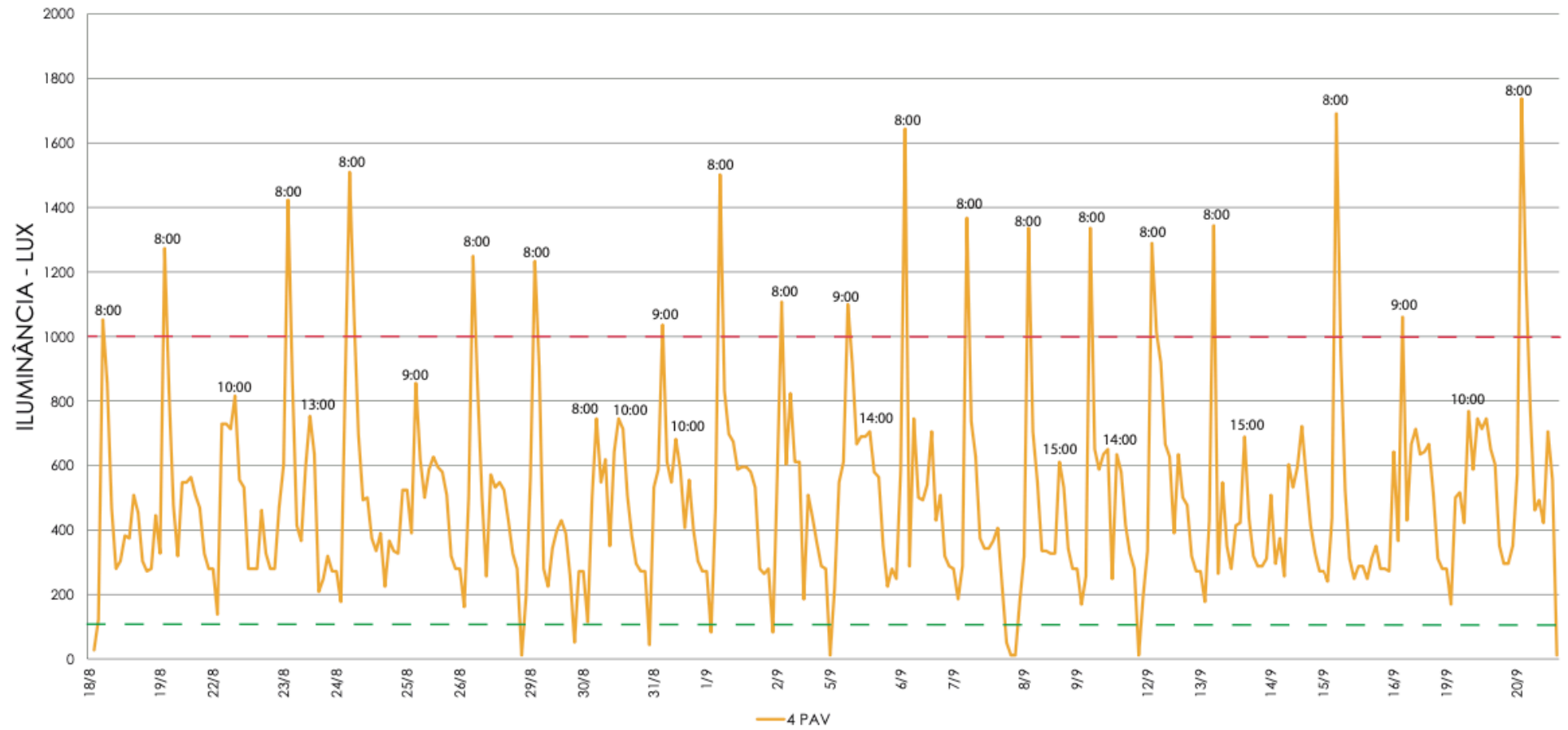
E-mail: comitedeetica@ccs.ufpb.br

Apêndice 1 – Gráficos dos dados do HOBO U12.

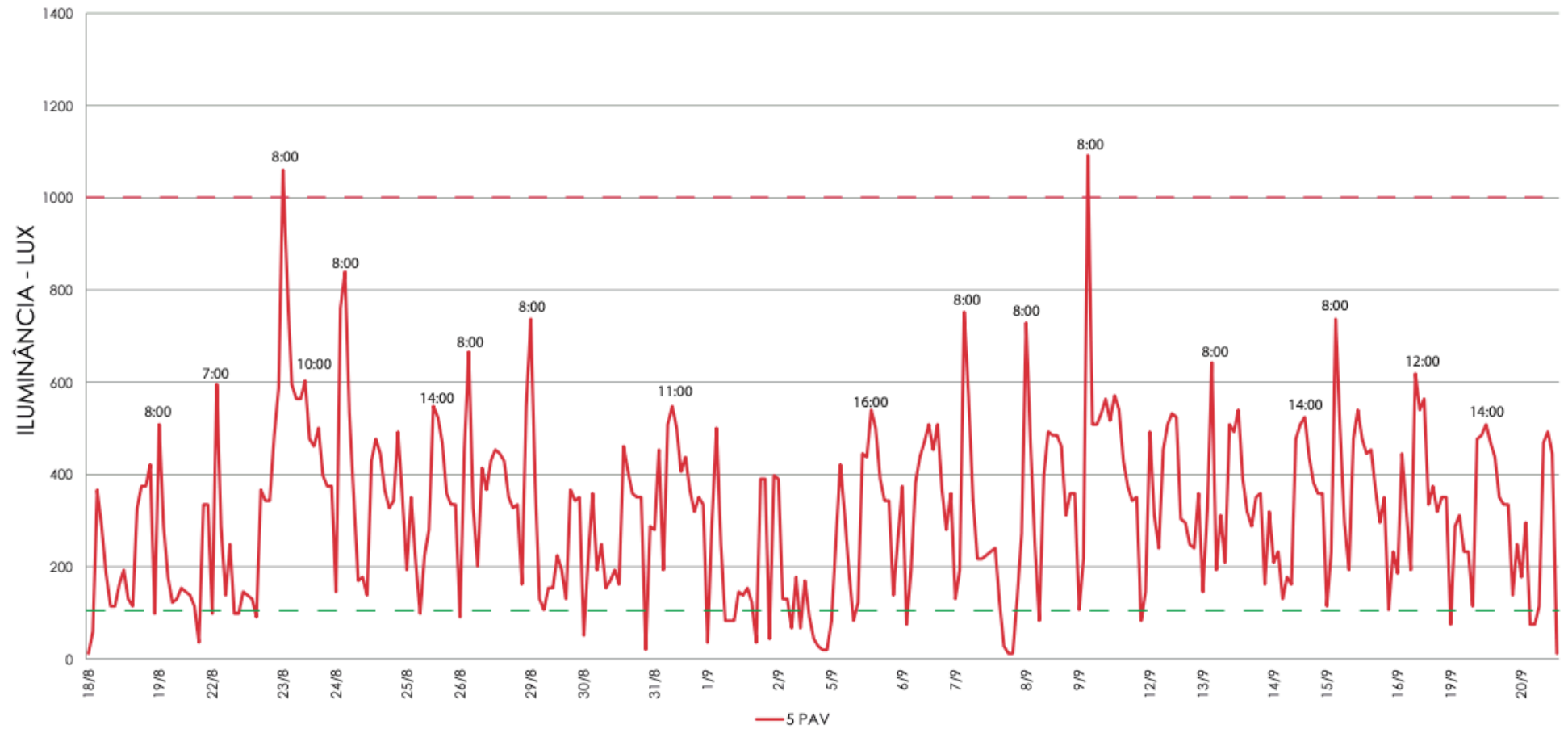
EDIFÍCIO LESTE - ILUMINÂNCIA HOBO U12 - 3º PAV.



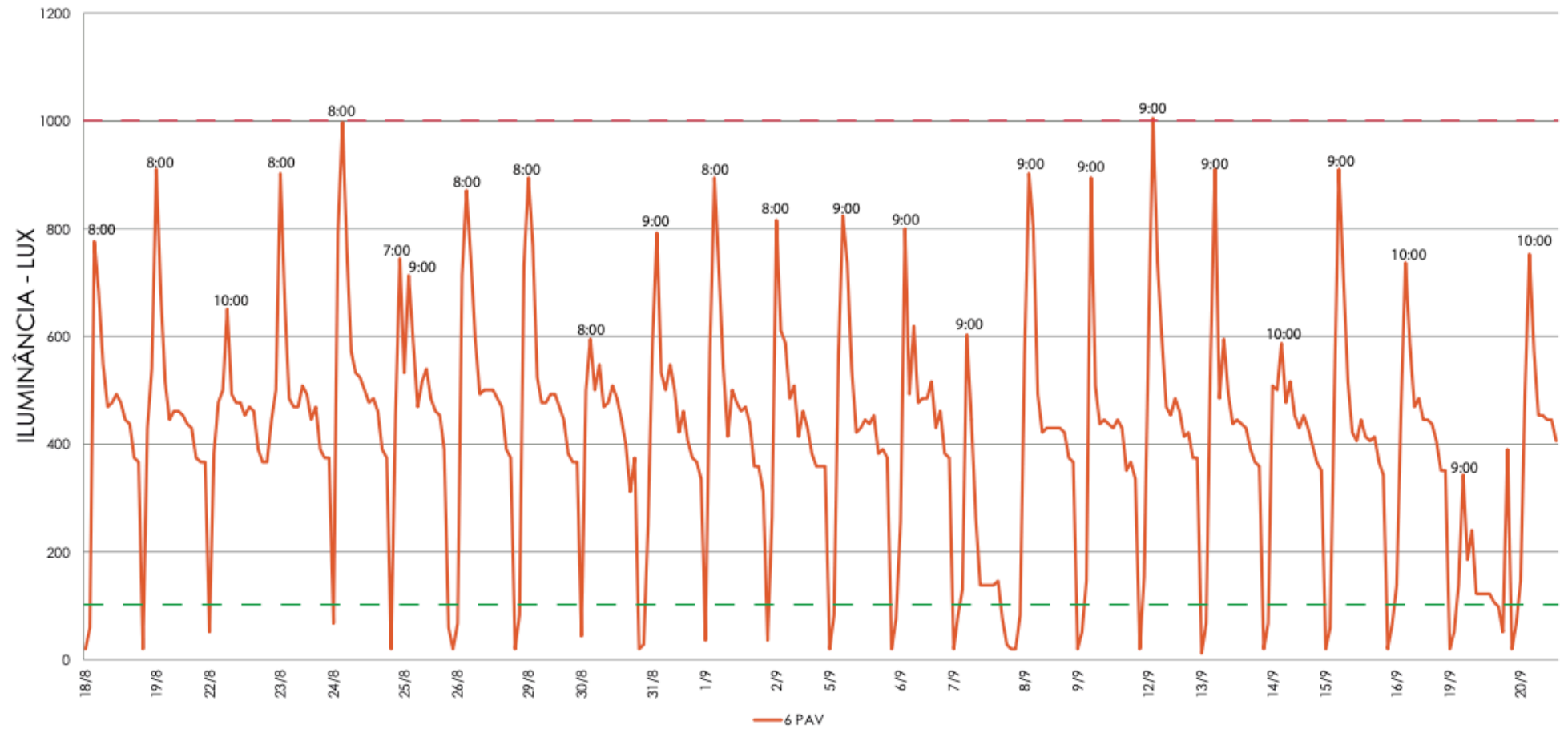
EDIFÍCIO LESTE - ILUMINÂNCIA HOBO U12 - 4º PAV.



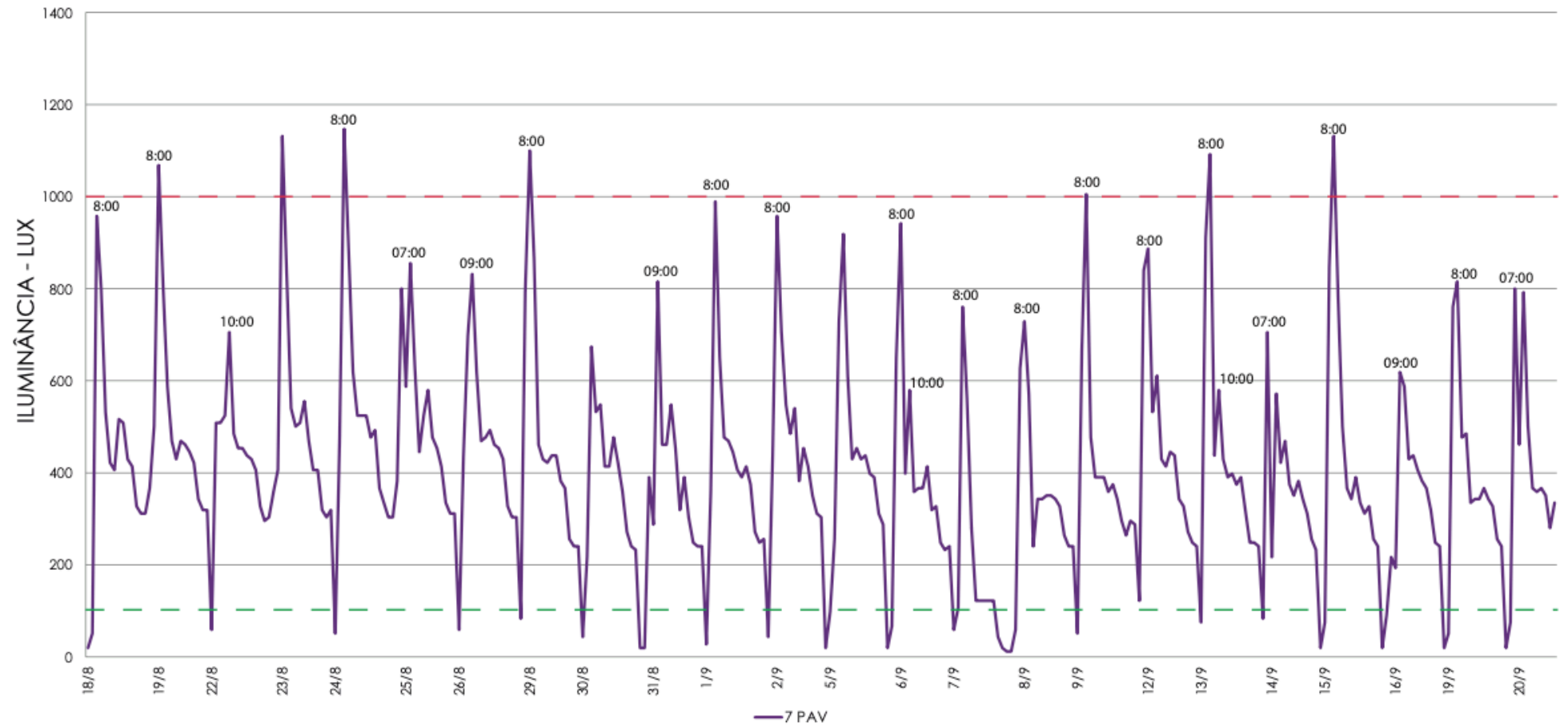
EDIFÍCIO LESTE - ILUMINÂNCIA HOBO U12 - 5º PAV.



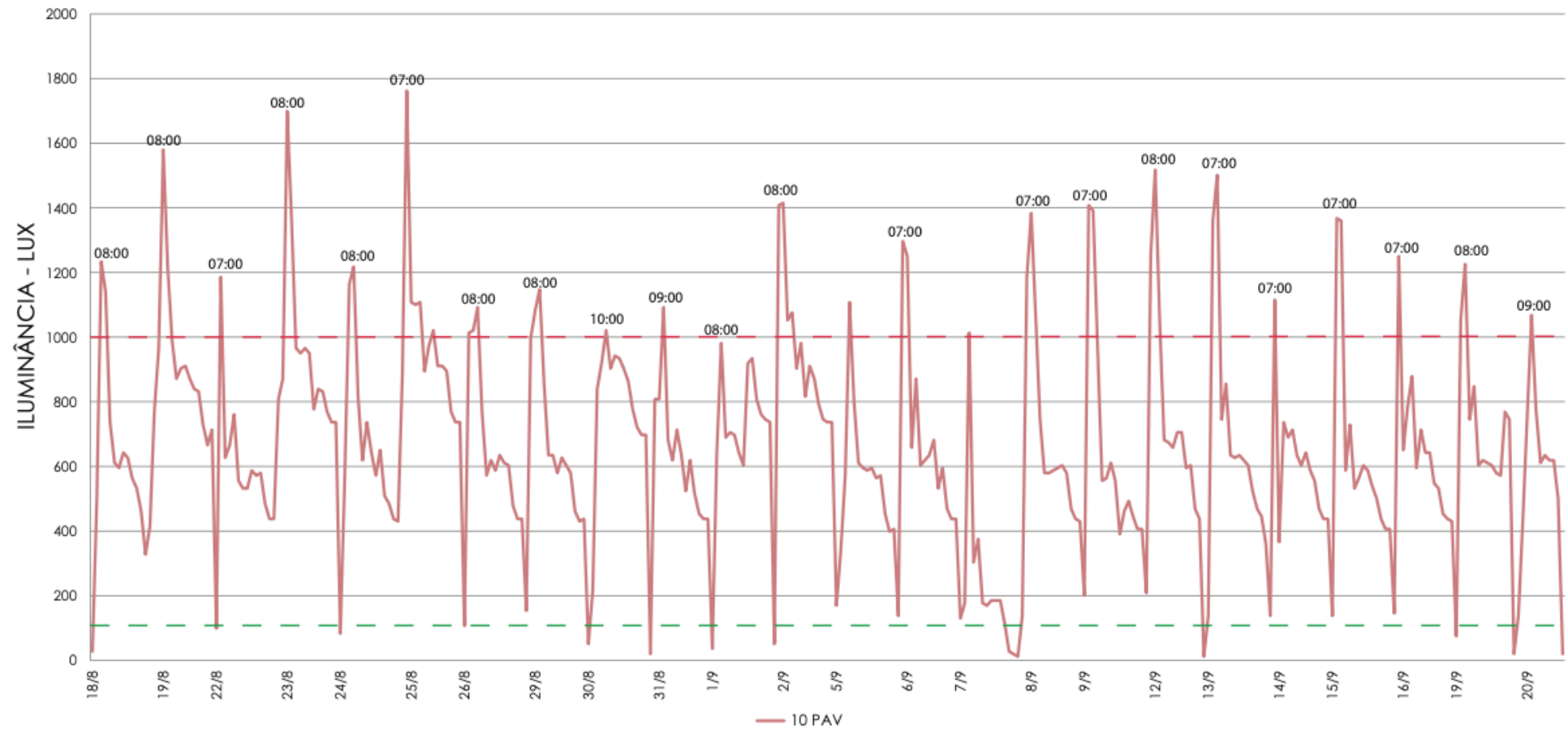
EDIFÍCIO LESTE - ILUMINÂNCIA HOBO U12 - 6º PAV.



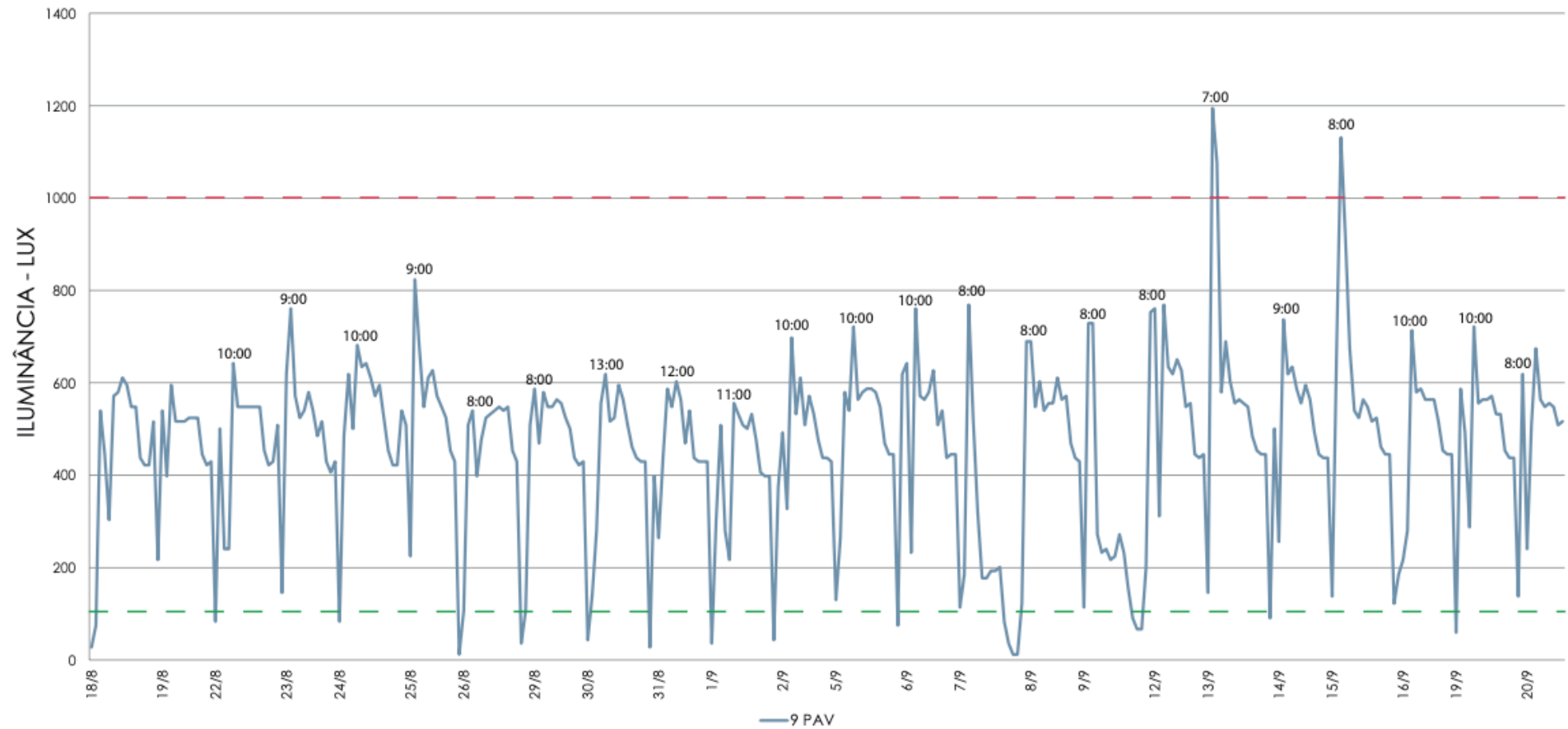
EDIFÍCIO LESTE - ILUMINÂNCIA HOBO U12 - 7º PAV.



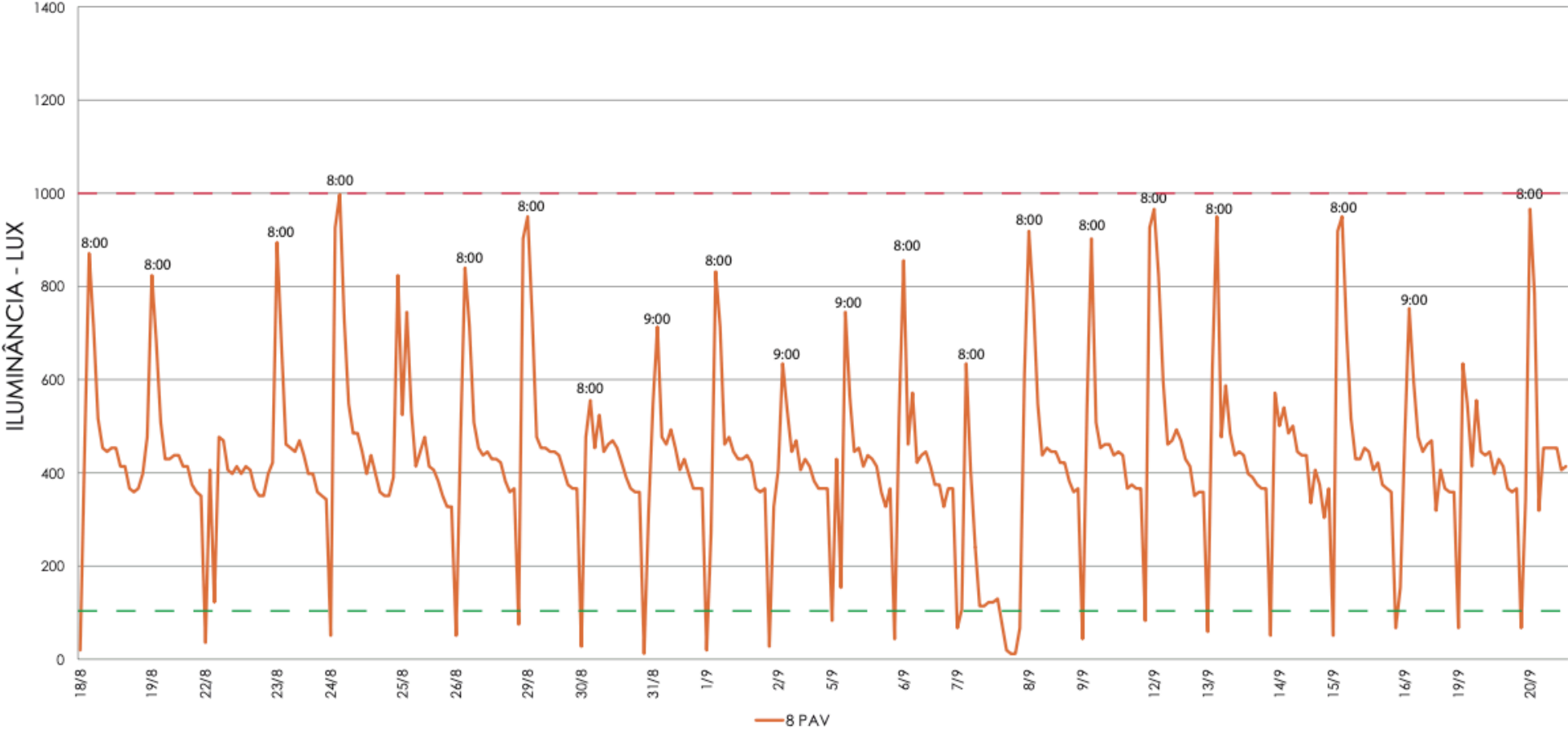
EDIFÍCIO LESTE - ILUMINÂNCIA HOBO U12 - 8º PAV.



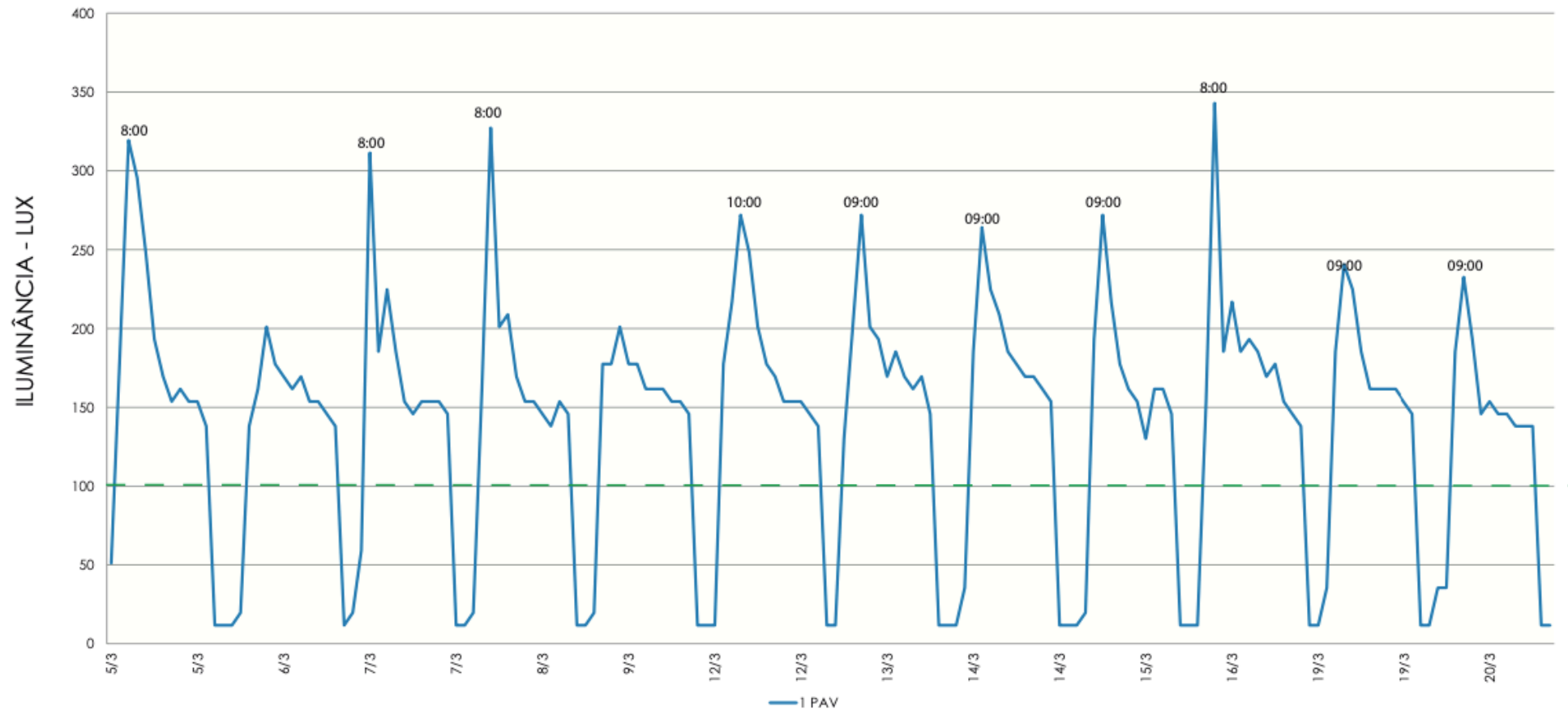
EDIFÍCIO LESTE - ILUMINÂNCIA HOBO U12 - 9º PAV.



EDIFÍCIO LESTE - ILUMINÂNCIA HOBO U12 - 10º PAV.

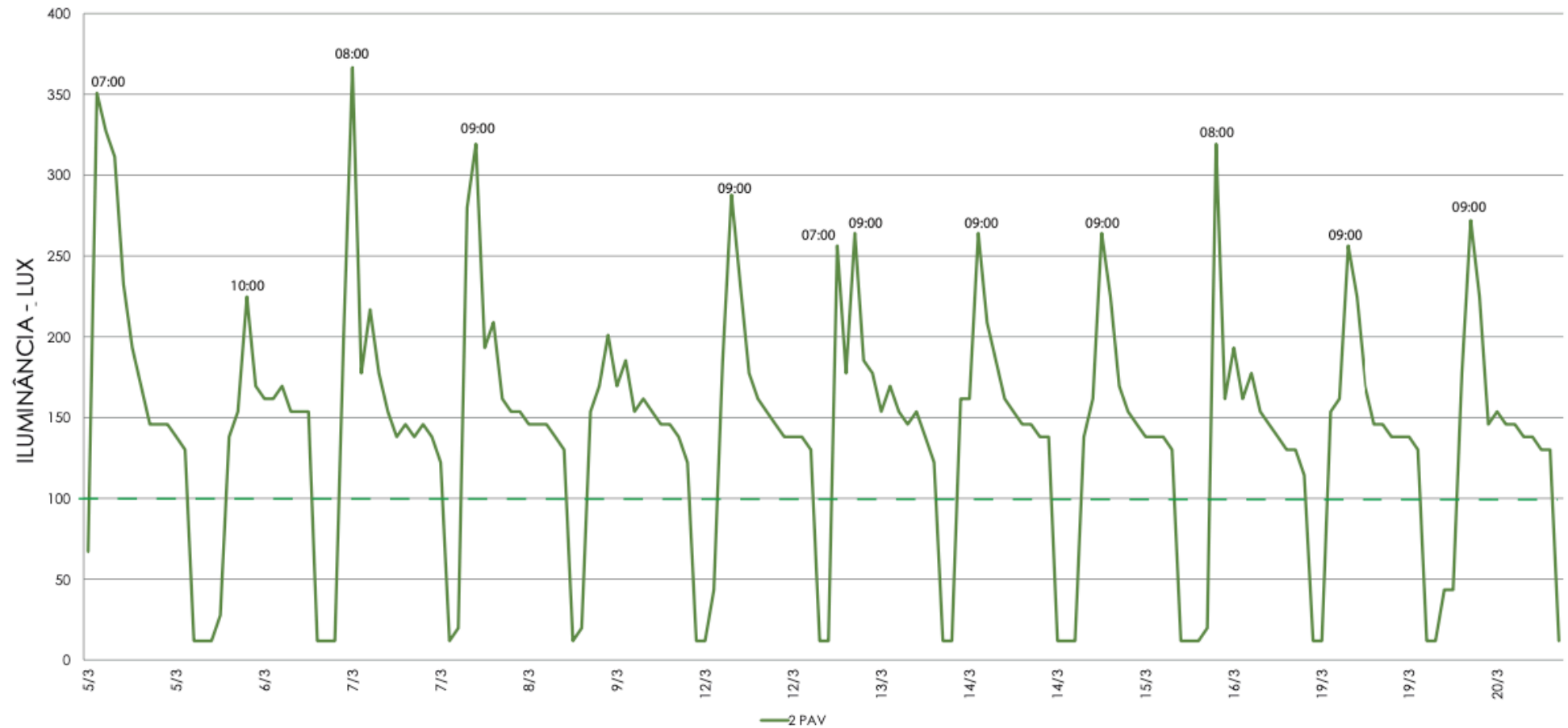


EDIFÍCIO NORTE/SUL - ILUMINÂNCIA HOBO U12 - 1º PAV.



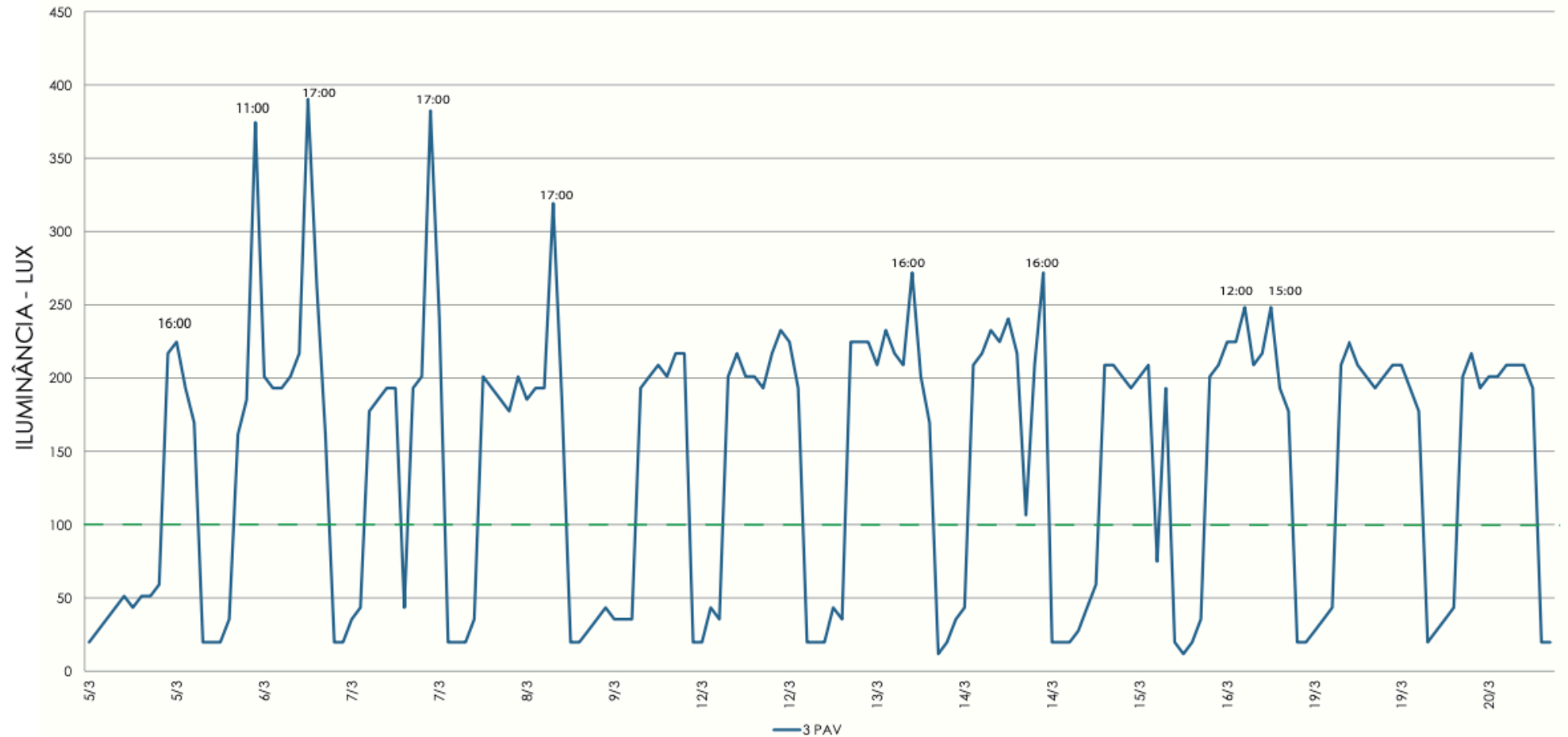
O Hobo U12 no 1º pav. foi locado adjacente as janelas da fachada LESTE.

EDIFÍCIO NORTE/SUL - ILUMINÂNCIA HOBO U12 - 2º PAV.



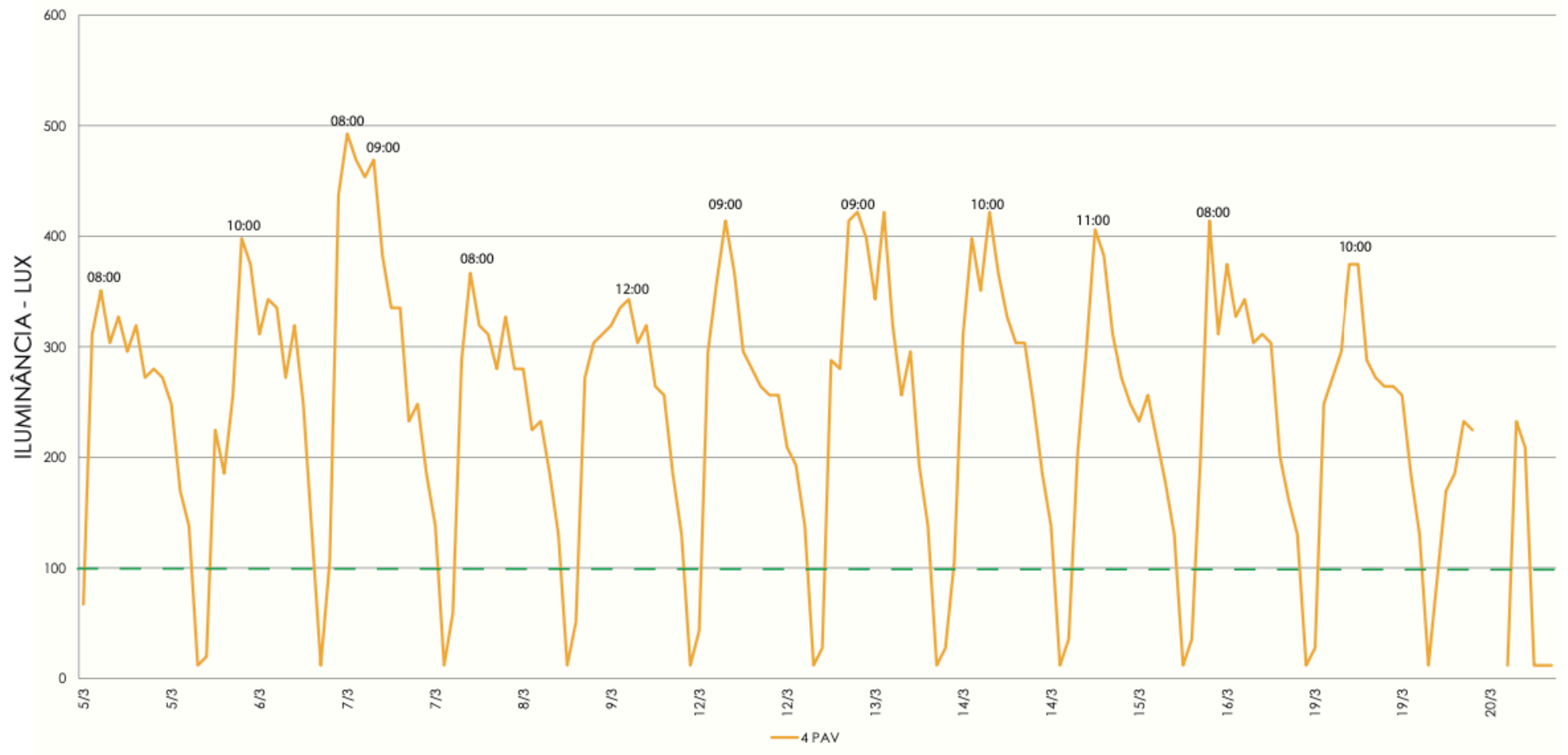
O Hobo U12 no 2º pav. foi locado adjacente as janelas da fachada LESTE.

EDIFÍCIO NORTE/SUL - ILUMINÂNCIA HOBO U12 - 3º PAV.



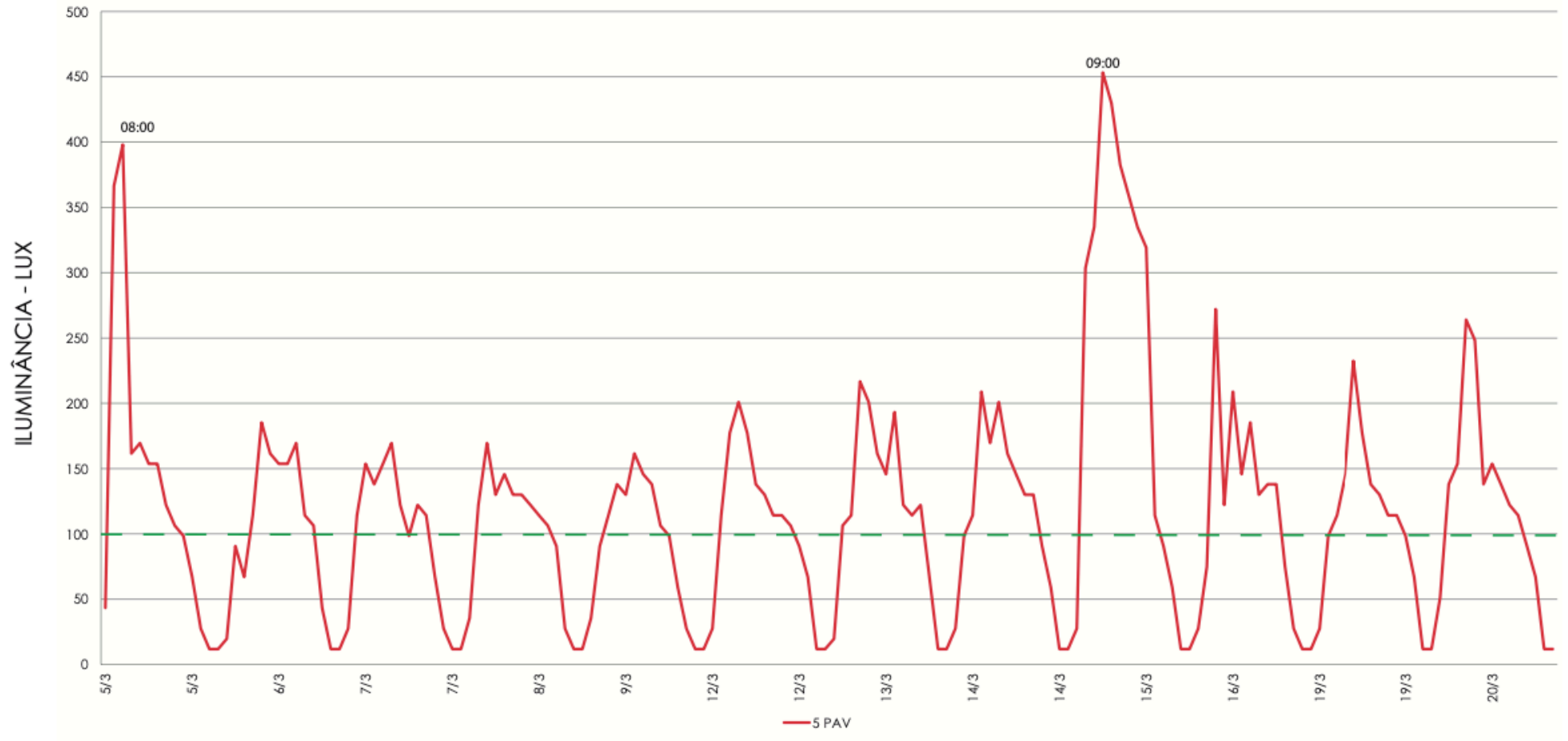
O Hobo U12 no 3º pav. foi locado adjacente as janelas da fachada SUL.

EDIFÍCIO NORTE/SUL - ILUMINÂNCIA HOBO U12 - 4º PAV.



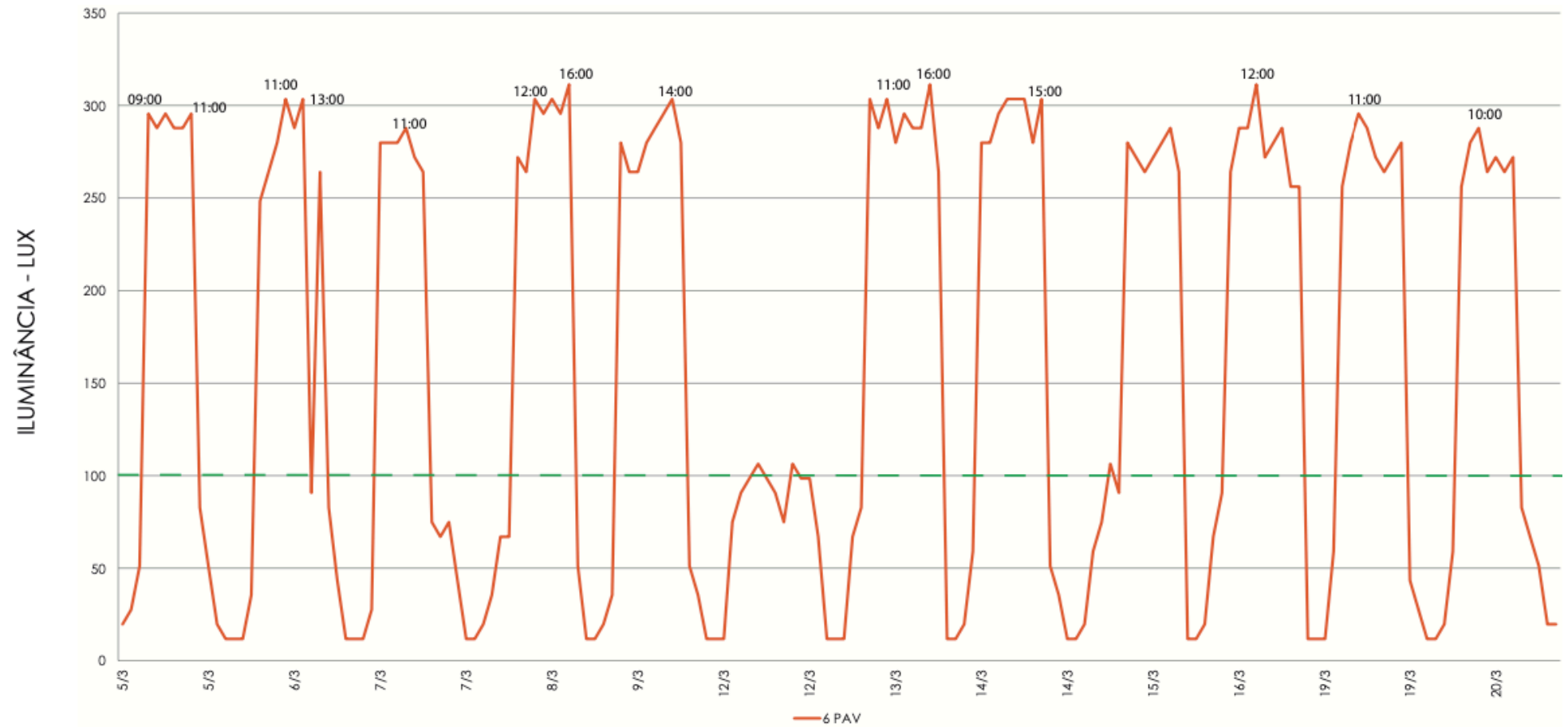
O Hobo U12 no 4º pav. foi locado adjacente as janelas da fachada NORTE.

EDIFÍCIO NORTE/SUL - ILUMINÂNCIA HOBO U12 - 5º PAV.



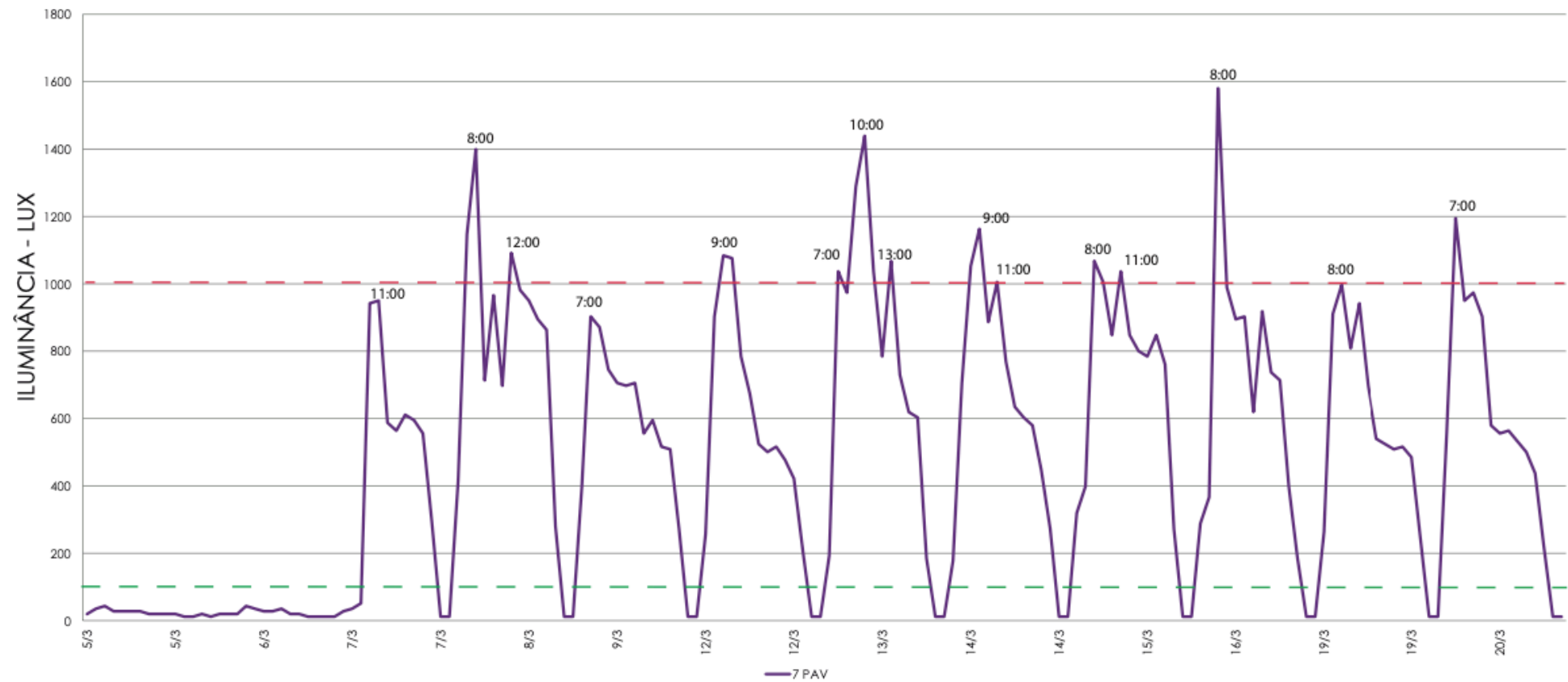
O Hobo U12 no 5º pav. foi locado adjacente as janelas da fachada NORTE.

EDIFÍCIO NORTE/SUL - ILUMINÂNCIA HOBO U12 - 6º PAV.



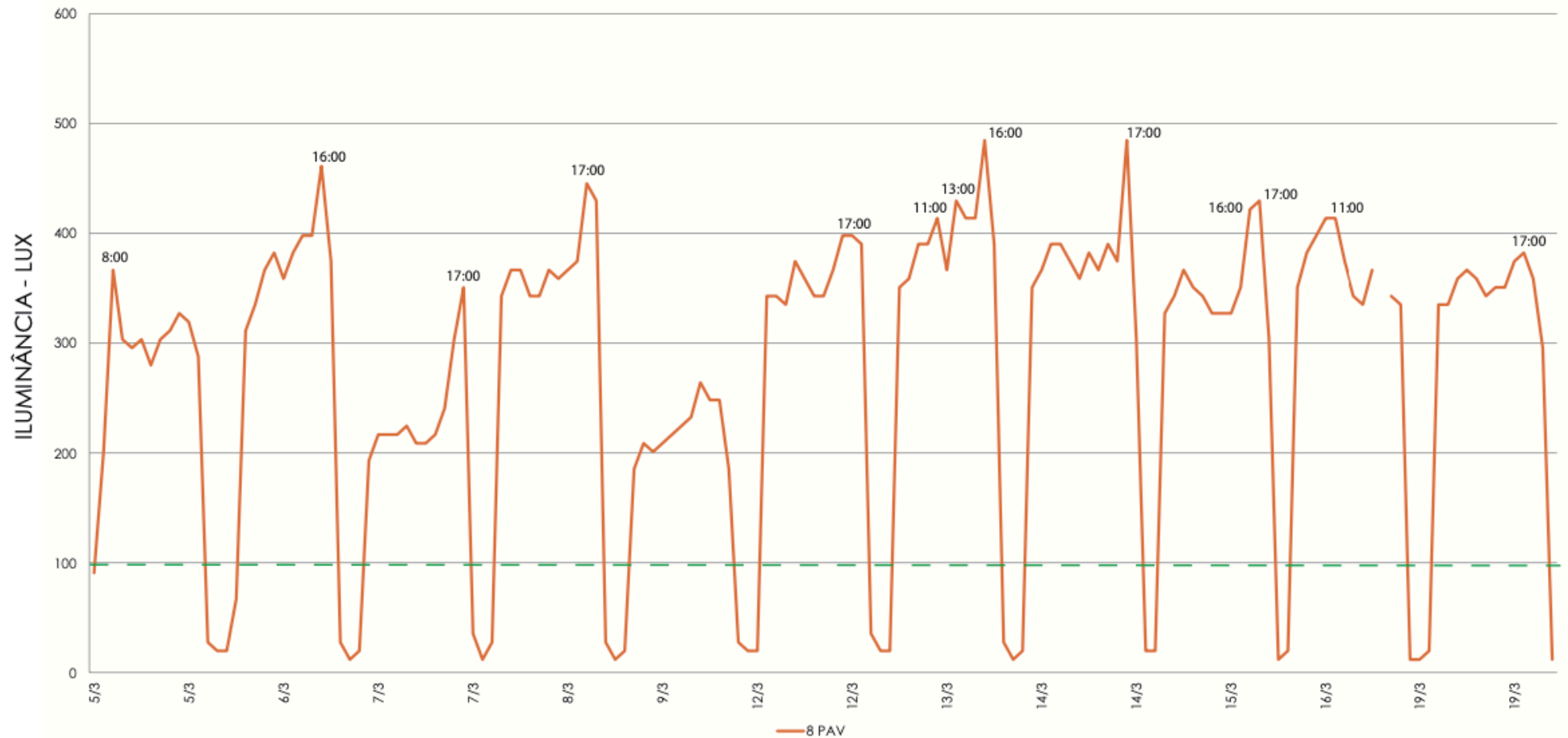
O Hobo U12 no 6º pav. foi locado adjacente as janelas da fachada SUL.

EDIFÍCIO NORTE/SUL - ILUMINÂNCIA HOBO U12 - 7º PAV.



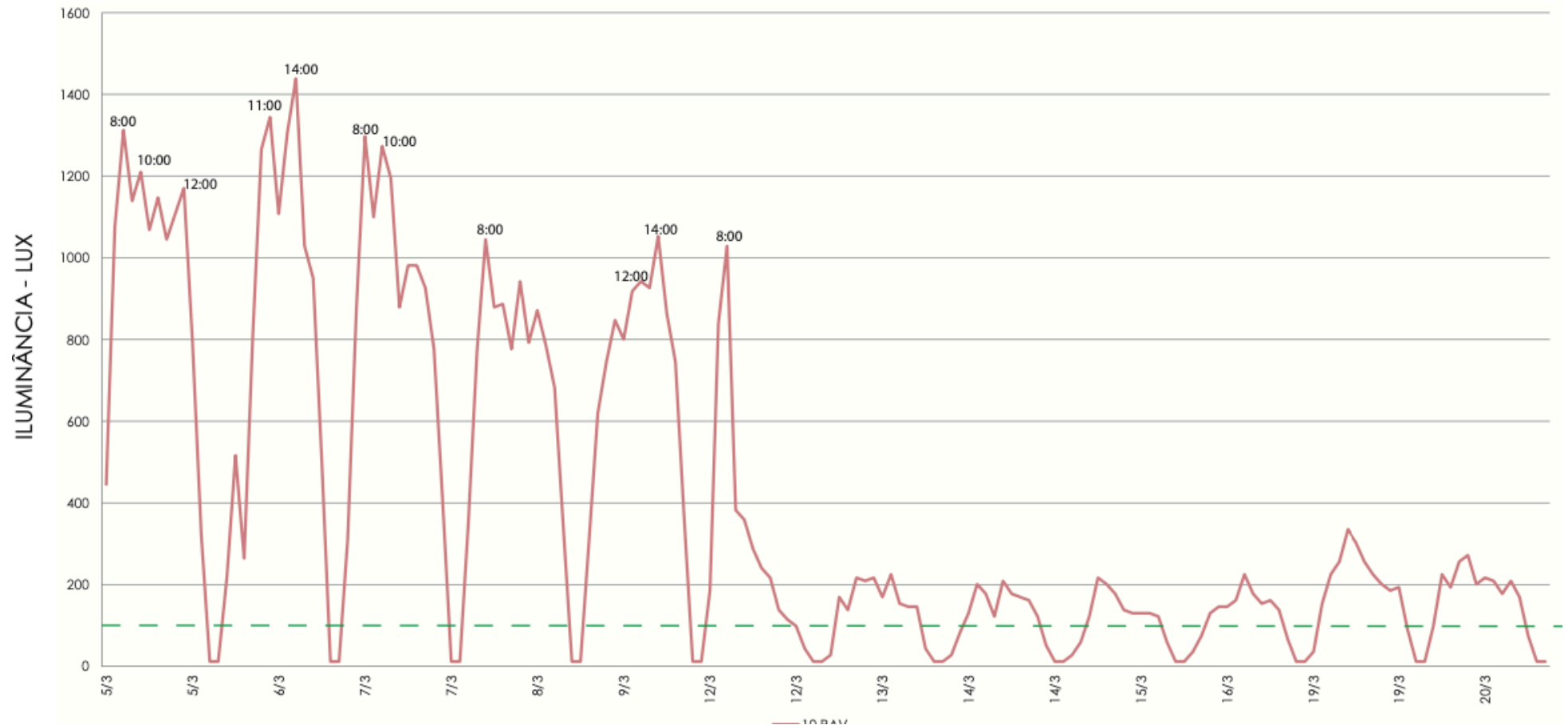
O Hobo U12 no 7º pav. foi locado adjacente as janelas da fachada NORTE.
Considerar os dos a partir de 07/03

EDIFÍCIO NORTE/SUL - ILUMINÂNCIA HOBO U12 - 8º PAV.



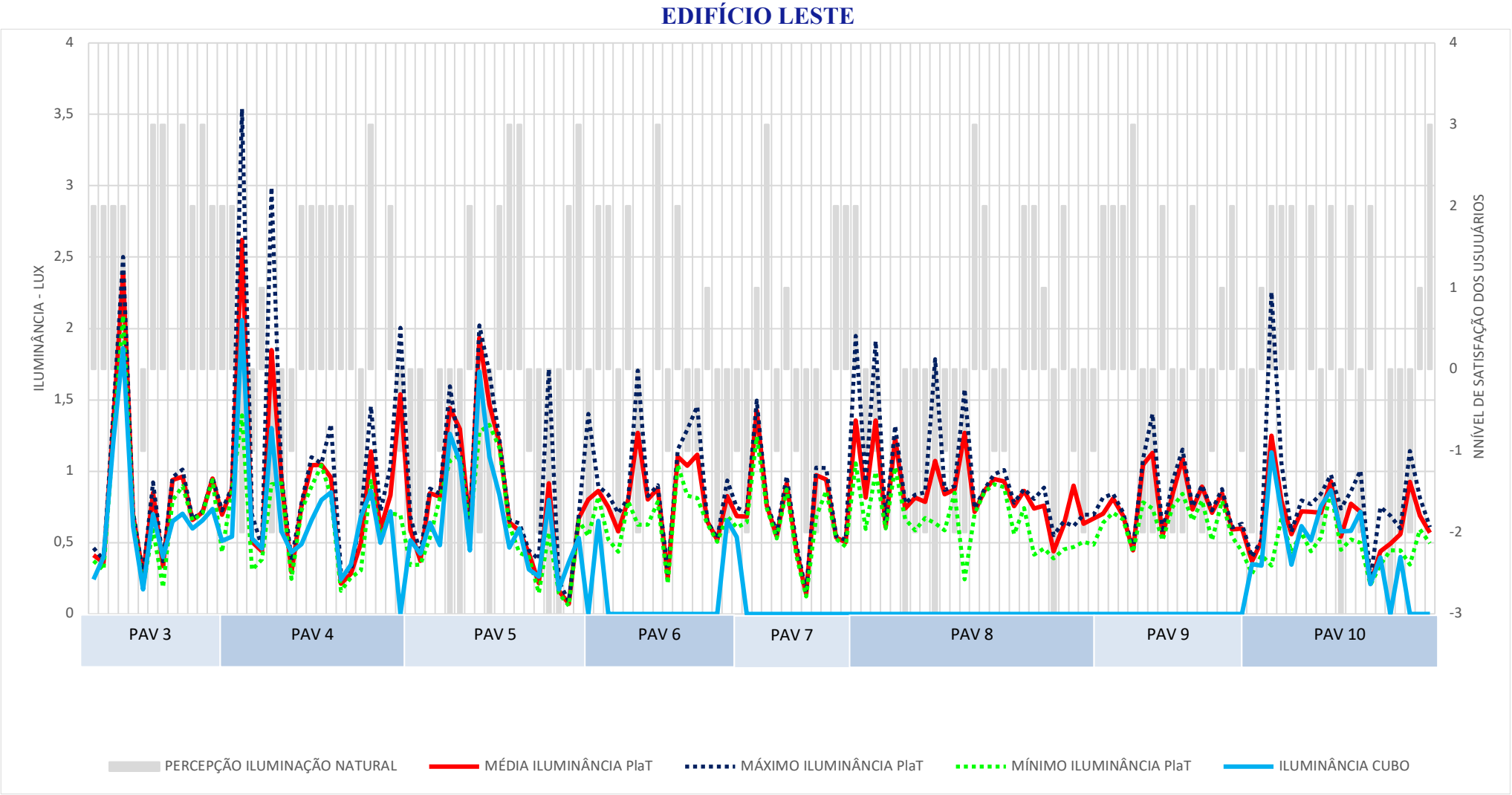
O Hobo U12 no 8º pav. foi locado adjacente as janelas da fachada SUL.

EDIFÍCIO NORTE/SUL - ILUMINÂNCIA HOBO U12 - 10º PAV.



O Hobo U12 no 10º pav. foi locado adjacente as janelas da fachada NORTE.
Considerar medições até o dia 12/03.

Apêndice 2 – Gráfico dos resultados da iluminância (média, máxima e mínima) do Plano de trabalho, iluminância média do cubo e votos da percepção da iluminação natural no ambiente de trabalho.



Apêndice 3 – Gráfico dos resultados da iluminância (média, máxima e mínima) do Plano de trabalho, iluminância média do cubo e votos da percepção da iluminação natural no ambiente de trabalho.

