



UNIVERSIDADE FEDERAL DA PARAÍBA
CENTRO DE TECNOLOGIA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ARQUITETURA E URBANISMO

Barbara Lumy Noda Nogueira

Conforto, percepção e reação de trabalhadores ao ambiente
térmico em escritórios condicionados artificialmente
no contexto do clima quente e úmido

João Pessoa
2018

Barbara Lumy Noda Nogueira

Conforto, percepção e reação de trabalhadores ao ambiente
térmico em escritórios condicionados artificialmente
no contexto do clima quente e úmido

Dissertação submetida ao Programa de Pós-Graduação em Arquitetura e Urbanismo – PPGAU, da Universidade Federal da Paraíba, para obtenção do título de Mestre em Arquitetura e Urbanismo, Área de Concentração: *Arquitetura e cidade - processo e produto*; Linha de Pesquisa: *Qualidade do Ambiente Construído*.

Orientadora: Prof^a. Dr^a. Solange Maria Leder

João Pessoa
2018

Catálogo na publicação
Seção de Catalogação e Classificação

N778c Nogueira, Barbara Lumy Noda.

Conforto, percepção e reação de trabalhadores ao ambiente térmico em escritórios condicionados artificialmente no contexto do clima quente e úmido / Barbara Lumy Noda Nogueira. - João Pessoa, 2018.
159 f. : il.

Orientação: Solange Leder.
Dissertação (Mestrado) - UFPB/CT.

1. Conforto térmico. 2. Percepção do usuário. 3. Ambientes climatizados. I. Leder, Solange. II. Título.

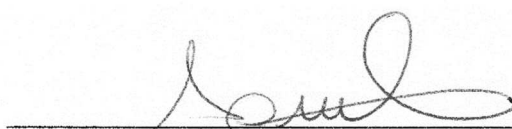
UFPB/BC

Conforto, percepção e reação de trabalhadores ao ambiente térmico em escritórios condicionados artificialmente no contexto do clima quente e úmido

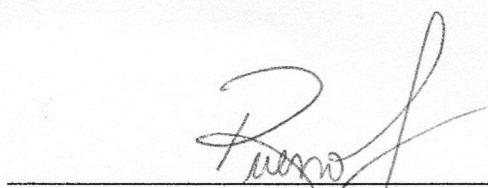
Por

Barbara Lumy Noda Nogueira

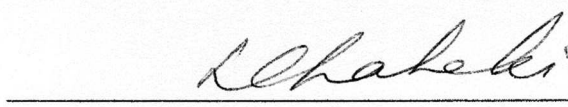
Dissertação aprovada em 16 de Abril de 2018



Prof.ª. Dr.ª. Solange Maria Leder – UFPB
Orientadora



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



Prof.ª. Dr.ª. Lucila Chebel Labaki – UNICAMP
Examinadora externa

*À filhota **Luiza**,
ainda em mim.*

agradecimentos

Paula Quintas, por me transmitir, no princípio dessa jornada, confiança e motivação necessárias para aventurar-me no mestrado acadêmico;

Professora **Solange Leder**, pela imensa paciência e compreensão com as minhas limitações de tempo em razão do meu emprego, sua contagiante serenidade, e pelo contínuo estímulo às reflexões e ao espírito colaborativo na pesquisa científica aos seus orientandos;

Equipe do LABCON UFPB, Amanda Vieira, Gyana Farias, Luana Quirino, Mayara Sousa e Yasmin Vaz pelo inestimável auxílio na pesquisa de campo. A todos(as) agradeço pela solidariedade em compartilhar – informações, conhecimentos e motivações;

Equipe do LAT UFPB, Professor Luíz Bueno, Erivaldo Lopes e Claudio Falcão, pela disponibilização de equipamentos, auxílio no manuseio dos mesmos e demais orientações.

Dataprev, pela permissão para o desenvolvimento deste estudo em suas dependências e aos **empregados da unidade na Paraíba**, que gentilmente participaram da pesquisa, interrompendo momentaneamente seu trabalho;

Amiga-irmã **Giovanka Macêdo**, pelo apoio na leitura e nas correções;

Meus pais, **Eduardo e Isabel**, pela educação que puderam me proporcionar e pelos princípios que sempre me transmitiram – por eles, e por conta deles, cheguei até aqui;

Williams Fernandes, meu anjo-companheiro, cuja dedicação e amparo recarregam diariamente minhas energias e impulsionam todos os meus sonhos...

O conforto e a qualidade ambiental estão entre as condições necessárias para promover a saúde, a segurança e a produtividade dos trabalhadores. Nesse contexto, observa-se atualmente que grande parte dos ambientes de trabalho, principalmente nos meios urbanos, tem ampliado o uso do condicionamento artificial para garantir as condições de conforto térmico – a despeito das condições climáticas do meio externo. A questão colocada a partir deste fato aborda os parâmetros adotados no ajuste do sistema de climatização e o atendimento às necessidades de conforto dos usuários de uma cidade com clima quente e úmido. Trata-se de um estudo de caso de um edifício institucional, com ambientes de escritórios cujo controle térmico é realizado exclusivamente por sistema de ar condicionado, localizado na cidade de João Pessoa – PB. As variáveis ambientais – temperatura do ar, umidade relativa e velocidade do ar – de 136 postos de trabalho foram monitoradas ao longo de um mês ininterrupto no ano de 2016, e, paralelamente às medições técnicas, foram aplicados questionários com os respectivos usuários quanto aos votos de sensação e preferência térmica. Adicionalmente, são exploradas as ações de adaptação dos ocupantes para sua adequação às condições do ambiente térmico percebido no seu espaço de trabalho. Os resultados demonstraram que, enquanto a temperatura operativa média foi de 22,81°C, os votos dos ocupantes indicaram como temperatura de neutralidade térmica o intervalo entre 22,5°C e 23,5°C, demonstrando que o sistema de climatização, embora seja adotado para diminuir o desconforto por calor, acarreta desconforto por frio. Ainda que o sistema objetive a uniformização das condições térmicas no ambiente interno, foram verificadas oscilações nas condições entre os postos individuais, atingindo a diferença de até 5,46°C. Destaca-se no estudo o fato dos ocupantes procurarem modificar o ambiente e fazer o ajuste que julgam necessário para compensar as condições térmicas menos favoráveis, adotando primordialmente as ações mais acessíveis e vinculadas às condições pessoais, especialmente as adaptações da vestimenta. Foi verificada a relevância estatística da associação dos votos de *'satisfação com a temperatura'* com as ações de adaptação relacionadas à vestimenta (adição de mais camadas de roupa e o uso de roupas mais leves), cujos resultados de $p\text{-valor} < 0,05$ foram iguais a 0,000. Modelo matemático com as previsoras *'sensação térmica típica'*, *'gênero'* e *'satisfação com a temperatura'* explicam 46% da variação da ação *'utilizar mais camadas de roupas'*.

Palavras-chave: Conforto térmico, percepção do usuário, ambientes climatizados.

Environmental comfort and quality are among the necessary requirements to promote workers health, safety and productivity. Within this context, we can observe nowadays that many workplaces, specially in urban areas, have increased the use of air conditioning systems in order to assure thermal comfort, regardless of the external environment's climate conditions. The question posed by this fact approaches the standards adopted by the adjustment of the air conditioning system and the addressing of the workers' comfort needs in a city with a warm and humid climate. This research is a case study of an institutional building which office spaces' thermal control is achieved by the exclusive use of an air conditioning system. The building is located in the city of João Pessoa – PB. The environment variables – air temperature, relative humidity and airflow speed – of 136 workstations were monitored throughout an entire month in 2016, while simultaneous to the technical measurements, questionnaires were applied to their respective users regarding the votes of thermal feeling and preference. In addition, we explored the adaptation actions of the stations' occupants towards their own adequacy to the thermal environment conditions sensed in their workspace. Results have showed that whereas the average operative temperature was 22,81°C, the occupants' votes indicated as thermoneutral temperature the interval between 22,5°C and 23,5°C, demonstrating that although the air conditioning system is being adopted to reduce heat discomfort, it actually entails discomfort by cold. Also, however the system intends to reach a uniformity of thermal conditions in the internal environment, we could register fluctuations in these conditions in the individual workstations, as temperatures varied within a range of 5,46°C. We highlight in the study the fact that occupants sought to modify their environment and adjust whatever they thought necessary to compensate least favorable thermal conditions, adopting primarily the most accessible actions bound to personal status, specially clothing adaptations. It was also verified the statistical relevance of the association between '*satisfaction with temperature*' votes and '*adaptations actions*' related to the clothing (addition of more layers of clothing and the use of lighter clothes), whose results of $p\text{-value} < 0,05 = 0,000$. Mathematical model with the predictors 'typical thermal sensation', 'gender' and 'satisfaction with temperature' explain 46% of the variation of '*use more layers of clothing*' action.

Key-words: thermal comfort, user's perception, air conditioning environments

Figura 1 – Consumo global de energia no início dos anos 2000 (Construções = 50%).....	16
Figura 2 – Consumo de energia dos Estados Unidos em 2012 (edificações = 48%).....	16
Figura 3 – Fluxo energético brasileiro: fontes de geração e de consumo de eletricidade.....	18
Figura 4 – Temáticas e relações abordadas na dissertação.....	19
Figura 5 – Vista externa do edifício objeto de estudo.....	20
Figura 6 – Experimentos com ocupantes em câmara climatizada.....	26
Figura 7 – Manequim térmico em estudo em câmara climatizada.....	26
Figura 8 – Estudos de campo realizados em ambientes reais.....	27
Figura 9 – Zona de conforto térmico de acordo com a NR 17.....	29
Figura 10 – Zona de conforto térmico de acordo com a Norma NBR 16401-2: 2008.....	29
Figura 11 – Modificações no ambiente em razão de condições que provocaram desconforto ao ocupante.....	34
Figura 12 – Diferentes estratégias adaptativas utilizadas em edificações residenciais na Austrália em função da temperatura externa.....	37
Figura 13 – Comparação do consumo energético real e simulado em 62 edifícios.....	39
Figura 14 – Comparação do consumo energético em unidades habitacionais em Beijing - China.....	39
Figura 15 – Rosa dos ventos para a cidade de João Pessoa.....	42
Figura 16 – Contexto da localização do lote.....	44
Figura 17 – Planta baixa implantação.....	44
Figura 18 – Cartas solares das fachadas [a] leste, [b] oeste, [c] sul e [d] norte.....	45
Figura 19 – Planta baixa do pavimento tipo (volume vertical), projeto em [a] 1963 e em [b] 2014.....	46
Figura 20 – Fachada leste do edifício na década de 1960.....	47
Figura 21 – Fachada leste do edifício em 2013.....	47
Figura 22 – Fachada Leste após o <i>retrofit</i>	48
Figura 23 – Facha Oeste após <i>retrofit</i>	48
Figura 24 – Elevação externa do módulo da esquadria, fachada leste e corte esquemático do vidro laminado.....	49
Figura 25 – Proteção interna fechada e esquema dos segmentos da esquadria.....	50
Figura 26 – Corte esquemático com indicação dos pavimentos e recorte da planta tipo dos ambientes investigados.....	51
Figura 27 – Vista interna de um pavimento tipo, obtida com lente olho de peixe.....	51
Figura 28 – Variação do layout nos pavimentos ocupados por ambiente de escritórios.....	52
Figura 29 – Conjunto padrão do mobiliário modular utilizado pelos trabalhadores.....	52
Figura 30 – Planta baixa de um pavimento tipo, com indicação dos elementos que compõem sistema de climatização no pavimento tipo.....	54
Figura 31 – Planta baixa de um pavimento tipo, com indicação dos equipamentos/sistema de climatização.....	54
Figura 32 – Protocolo da coleta de dados.....	56
Figura 33 – Em destaque, codificação das estações de trabalho no layout de um pavimento tipo [a], na ficha individual de medição [b] e no questionário aplicado [c].....	57
Figura 34 – Exemplos de estações móveis desenvolvidas para registro de variáveis ambientais em estudos de avaliação da qualidade ambiental.....	60
Figura 35 – Estação móvel desenvolvida para a pesquisa.....	60
Figura 36 – Posicionamento da estação móvel no posto de trabalho, durante registro de dados.....	62
Figura 37 – Termo anemômetro portátil digital de fio quente - TARF 180.....	63
Figura 38 – Contador de partículas Fluke 983.....	63

Figura 39 – Instalação dos Dataloggers Hobo	64
Figura 40 – Planta baixa de um pavimento tipo, com indicação da localização do equipamento fixo para medição.....	64
Figura 41 – Ocupação da edificação e amostragem do estudo.....	75
Figura 42 – Classificação do IMC dos ocupantes, por gênero.....	77
Figura 43 – Resistência térmica de alguns padrões de vestimentas	80
Figura 44 – Variação dos valores de vestimenta utilizada pelos ocupantes, por faixas de valores *......	80
Figura 45 – Gráfico da frequência de ocorrência da velocidade do ar, por faixas de valores.....	81
Figura 46 – Valores da velocidade média do ar, por estações de trabalho.....	82
Figura 47 – Pavimento tipo com identificação locais com maiores médias de vel. do ar.	82
Figura 48 – Variação cronológica da UR nos ambientes internos: média do pavimento, sensor Sul e sensor Norte.....	84
Figura 49 – Variação cronológica da UR, no meio externo, média nos ambientes internos e nas estações individuais de trabalho.....	84
Figura 50 – Frequência de ocorrência da UR nas estações individuais, por faixas de valores.....	85
Figura 51 – Variação cronológica da temperatura do ar nos ambientes internos: sensor Norte, sensor Sul e média do ambiente interno.	87
Figura 52 – Gráfico dos resultados da temperatura do ar média no pavimento, temperatura do ar nas estações de trabalho e votos de sensação térmica	89
Figura 53 – Temperatura do ar no meio externo, média dos ambientes internos, nas estações de trabalho e velocidade média do ar.....	90
Figura 54 – <i>Boxplot</i> da dispersão de material particulado, 10 µg/m ³ , por pavimento.....	92
Figura 55 – Total material particulado vs. ocupação no pavimento, por andares.....	93
Figura 56 – Gráfico da sensação térmica típica nas estações de trabalho.....	94
Figura 57 – Sensação térmica dos trabalhadores no momento em que respondiam ao questionário.....	94
Figura 58 – Classificação do ambiente térmico.	95
Figura 59 – Classificação do ambiente térmico, por gênero.....	96
Figura 60 – Votos dos trabalhadores quanto a preferência térmica no local de trabalho.....	96
Figura 61 – Votos dos trabalhadores quanto a satisfação com a temperatura no local de trabalho.....	97
Figura 62 – Satisfação com a temperatura no local de trabalho, por gênero.....	97
Figura 63 – Votos de aceitabilidade do movimento do ar.....	98
Figura 64 – Votos de preferência do movimento do ar.	98
Figura 65 – Votos de aceitabilidade do movimento do ar, por gênero.....	98
Figura 66 – Votos de preferência do movimento do ar, por gênero.....	98
Figura 67 – Razões indicadas pelos trabalhadores que contribuem para insatisfação em relação à temperatura no local de trabalho.....	99
Figura 68 – Ações adotadas pelos trabalhadores para melhoria do conforto térmico, nas frequências mensal, semanal, diária.....	102
Figura 69 – Proporções de abertura da cortina identificadas durante coleta de dados.....	103
Figura 70 – Adaptação de proteção solar extra pelo ocupante, com placas de isopor.....	105
Figura 71 – Adaptação de proteção solar extra pelo ocupante, com guarda-chuva.....	105
Figura 72 – Exemplos de utilização de ventiladores portáteis pessoais utilizados para reduzir desconforto localizado por calor.	105
Figura 73 – Sensação Térmica típica / consumo bebida quente ou fria.....	107
Figura 74 – Nível de satisfação do ocupante com ambiente térmico, relacionado ao consumo de bebidas quente/fria	107
Figura 75 – Razões do desconforto relacionado ao consumo de bebidas quente/fria.....	108
Figura 76 – Sensação Térmica típica dos ocupantes que relataram a ação ‘mudança de ambiente’ ...	109
Figura 77 – Nível de satisfação do ocupante com ambiente térmico, relacionado à ação ‘mudança de ambiente’.....	110
Figura 78 – Razões do desconforto relacionado à ação ‘mudança de ambiente’	110

Figura 79 – Sensação térmica típica	112
Figura 80 – Razões do desconforto relacionado à adequação da vestimenta.....	112
Figura 81 – Razões do desconforto relacionados à adequação da vestimenta.....	113
Figura 82 – Casacos dos trabalhadores sobre cadeiras operativas.....	114
Figura 83 – Histograma da frequência da Temperatura Operativa (por faixas de valores) nas estações individuais de trabalho. (N = 136).....	115
Figura 84 – Distribuição dos valores de isolamento térmico em razão das faixas de temperatura operativa.....	116
Figura 85 – Distribuição dos votos de sensação térmica (CT_Sen_Ter) por faixas da Temperatura Operativa, com destaque para os votos neutros (conforto).....	117
Figura 86 – Distribuição dos votos de sensação térmica nas faixas de temperatura operativa 22,5, 23 e 23,5°C.....	117
Figura 87 – <i>Boxplot</i> da dispersão dos votos de sensação térmica por faixas da Temperatura Operativa	118
Figura 88 – PMV e AMV, por pavimentos.	120
Figura 89 – PMV e AMV, por temperatura operativa.	121
Figura 90 – Distância dos valores calculados PMV em relação aos votos reais – AMV.....	121

Tabela 1 – Caracterização da edificação	20
Tabela 2 – Resultados de estudos de campo em escritórios com ar condicionado em clima quente e úmido	31
Tabela 3 – Temperatura e umidade relativa em João Pessoa, ano 2016.	42
Tabela 4 – Temperatura e umidade relativa do ar externo, em João Pessoa, durante período da pesquisa de campo.	43
Tabela 5 – Cobertura do céu (quantidade de nuvens) no período das medições.	43
Tabela 6 – Características de desempenho do vidro laminado Light Blue 52 on Clear utilizado nas esquadrias.	49
Tabela 7 – Características gerais do sistema de climatização e quantitativo	53
Tabela 8 – Quantidade da população total do edifício, ocupação por pavimentos e tamanho da amostra.	58
Tabela 9 – Instrumentação utilizada	61
Tabela 10 – Faixa de precisão e incertezas da Instrumentação	61
Tabela 11 – Enunciados e opções de respostas do Módulo A – Dados Pessoais.	66
Tabela 12 – Enunciados e opções de respostas do Módulo B – Sensação e preferência térmica.	67
Tabela 13 – Enunciados e opções de respostas do Módulo C – Sintomas / saúde.	69
Tabela 14 – Enunciados e opções de respostas do Módulo D – Padrões de uso do espaço e ações de adaptação.	69
Tabela 15 – Quantidade de medições individuais realizadas, por pavimentos.	74
Tabela 16 – Faixas de temperatura operativa e respectivo intervalo de valores.	75
Tabela 17 – Faixas de umidade relativa e respectivo intervalo de valores.	75
Tabela 18 – Gênero e faixa etária da população entrevistada	76
Tabela 19 – Altura, peso e IMC da população entrevistada	76
Tabela 20 – Naturalidade dos ocupantes, classificadas pelo clima.	77
Tabela 21 – Tempo que ocupantes habitam no município de João Pessoa	77
Tabela 22 – Horários / preferência para acordar.	77
Tabela 23 – Horários / jornada e trabalho	77
Tabela 24 – Meio de transporte utilizado	78
Tabela 25 – Valores da taxa metabólica em função das atividades desempenhadas pelos ocupantes entrevistados.	79
Tabela 26 – Valores do isolamento térmico das vestimentas dos ocupantes.	79
Tabela 27 – Resultados da velocidade do ar nas estações de trabalho, por pavimento.	81
Tabela 28 – Umidade relativa do ar registrada nos postos individuais de trabalho e nos pavimentos.	83
Tabela 29 – Temperatura do ar registrada nos postos individuais de trabalho e nos pavimentos.	86
Tabela 30 – Média da concentração de partículas nas estações individuais, por pavimentos.	91
Tabela 31 – Período de maior frequência da insatisfação com a temperatura.	99
Tabela 32 – Motivos apontados pelos trabalhadores como a fonte de desconforto.	99
Tabela 33 – Sintomas e frequência apontados pelos trabalhadores. (N = 136).	100
Tabela 34 – Ações adotadas pelos trabalhadores para melhoria do conforto térmico pessoal.	101
Tabela 35 – Registro das aberturas das cortinas, no momento das medições in loco.	104
Tabela 36 – Perfil ocupante / ação 'consumo bebida quente ou fria'	106
Tabela 37 – Resistência da vestimenta e temperatura operativa / ação consumo bebida quente ou fria	106
Tabela 38 – Fonte do desconforto relacionado ao consumo de bebidas quente/fria	108
Tabela 39 – Perfil ocupante / ação mudar de ambiente	109

Tabela 40 – Resistência da vestimenta e temperatura operativa na estação de trabalho / ação mudar de ambiente	109
Tabela 41 – Fonte do desconforto relacionado à ação ‘mudança de ambiente’	111
Tabela 42 – Perfil ocupante / ação adequação vestimenta	111
Tabela 43 – Resistência da vestimenta e temperatura operativa na estação de trabalho.....	112
Tabela 44 – Fontes do desconforto relacionadas à adequação da vestimenta	113
Tabela 45 – Temperatura operativa média, por pavimentos.....	114
Tabela 46 – Resumo estatístico PMV/AMV	119
Tabela 47 – Variáveis do bloco 1	123
Tabela 48 – Variáveis do Bloco 2	124
Tabela 49 – Variáveis do bloco 3.....	126
Tabela 50 - Regressões lineares simples: Votos Sensação e preferência térmica vs. Variáveis Ambientais	127
Tabela 51 - Regressões lineares simples: Sensação e preferência térmica vs. Variáveis pessoais	127
Tabela 52 – Regressões lineares simples: Ações de adaptação do usuário vs. Variáveis Ambientais ..	129
Tabela 53 – Regressões lineares simples: Ações de adaptação do usuário vs. Variáveis pessoais	130
Tabela 54 – Regressões lineares simples: Ações de adaptação do usuário vs. Variáveis Qualitativas .	131
Tabela 55 – Regressões lineares simples: Sintomas saúde vs. Variáveis Ambientais.....	131
Tabela 56 – Regressões lineares simples: Sintomas saúde vs. Variáveis pessoais	133
Tabela 57 – Regressões lineares simples: Sintomas saúde vs. Variáveis qualitativas	133
Tabela 58 – Regressão linear múltipla: sensação térmica típica vs. Variáveis independentes	136
Tabela 59 – Regressão linear múltipla: sensação térmica medição vs. Variáveis independentes.....	136
Tabela 60 – Regressão linear múltipla: preferência térmica vs. Variáveis independentes	137
Tabela 61 – Regressão linear múltipla: classificação do ambiente térmico vs. Variáveis independentes	137
Tabela 62 – Regressão linear múltipla: preferência movimento do ar vs. Variáveis independentes.....	137
Tabela 63 – Regressão linear múltipla: <i>‘Adicionar mais camadas de roupa’</i> vs. Variáveis independentes	138
Tabela 64 – Regressão linear múltipla: <i>‘Utilizar roupas mais leves’</i> vs. Variáveis independentes	138
Tabela 65 – Regressão linear múltipla: <i>‘Mudar de ambiente’</i> vs. Variáveis independentes.....	139
Tabela 66 – Regressão linear múltipla: <i>‘Utilizar ventilador portátil’</i> vs. Variáveis independentes	140
Tabela 67 – Regressão linear múltipla: <i>‘Ajustar a abertura da cortina’</i> vs. Variáveis independentes	140
Tabela 68 – Regressão linear múltipla: <i>‘Solicitar mudança do setpoint do ar-condicionado’</i> vs. Variáveis independentes.....	140
Tabela 69 – Regressão linear múltipla: <i>‘consumir bebida quente ou fria’</i> vs. Variáveis independentes	141
Tabela 70 – Regressão linear múltipla: <i>‘desconforto na pele’</i> vs. Variáveis independentes	141
Tabela 71 – Regressão linear múltipla: <i>‘desconforto nas costas, braços’</i> vs. Variáveis independentes..	142
Tabela 72 – Regressão linear múltipla: <i>‘sensibilidade à luz’</i> vs. Variáveis independentes.....	142
Tabela 73 – Resumo resultados dos votos de sensação e preferência térmica dos ocupantes.....	147

nomendatura | abreviaturas e siglas

ABNT	Associação Brasileira de Normas Técnicas
ASHRAE	American Society of Heating, Refrigerating and Air Conditioning Engineers
AMV	Voto médio real (<i>Actual Mean Vote</i>)
APD	Porcentagem real de pessoas insatisfeitas (<i>Actual Percentage of Dissatisfied</i>)
APO	Avaliação Pós-Ocupação
DP	Desvio Padrão
Labcon	Laboratório de Conforto
Labeee	Laboratório de Eficiência energética em Edificações
LEED	Leadership in Energy and Environmental Design
MP	Material Particulado
INMET	Instituto Nacional de Meteorologia
PMV	Voto médio predito (<i>Predicted Mean Vote</i>)
PPD	Porcentagem de pessoas insatisfeitas (<i>Predicted Percentage of Dissatisfied</i>)
VRV	Volume de Refrigerante Variável ou VRF (<i>Variable Refrigerant Flow</i>)
<i>clo</i>	Unidade utilizada para descrever a resistência térmica da vestimenta (1 clo = 0,155m ² °C/W)
<i>Met</i>	Metabolismo. Unidade utilizada para descrever a energia produzida por área da pessoa em repouso (W/m ²) (1 met = 58 W/m ²)
<i>t_a</i>	Temperatura do ar (°C)
<i>t_g</i>	Temperatura de Globo (°C)
<i>t_{op}</i>	Temperatura operativa (°C)
<i>t_{rm}</i>	Temperatura radiante média (°C)
UR	Umidade relativa (%)
<i>v_{ar}</i>	Velocidade do ar (m/s)
µg/l	Contagem de partículas - Micrograma por litro de ar
µg/m³	Contagem de partículas - Micrograma por metro cúbico de ar

sumário

[1] introdução	15
1.1 O uso da climatização artificial	17
1.2 O contexto da pesquisa	19
1.3 Objeto do estudo	20
1.4 Objetivos	21
1.5 Etapas Metodológicas	21
1.6 Estrutura da Dissertação	22
[2] revisão da literatura	24
2.1 Avaliação do conforto térmico	25
2.2 Parâmetros de conforto térmico	27
2.2.1 Conforto térmico no clima quente e úmido	29
2.3 A qualidade do ar no ambiente interno	31
2.4 O fator humano na edificação	32
2.4.1 Comportamento humano na simulação do desempenho da edificação	37
[3] o edifício, objeto do estudo	41
3.1 Contexto climático	41
3.1.1 Localização / orientação	43
3.2 Histórico do edifício	45
3.3 O retrofit	47
3.4 Layout corporativo e as estações de trabalho	50
3.5 O sistema de condicionamento artificial	53
[4] materiais e métodos	55
4.1 Do procedimento da coleta de dados	55
4.2 Aspectos éticos	57
4.3 Definição da amostra	58
4.4 Sistematização das medições e instrumentação	58
4.5 Aplicação de questionários	65
4.5.1 Módulo A – Dados pessoais	65
4.5.2 Módulo B – Sensação e preferência térmica	67
4.5.3 Módulo C – Sintomas de saúde / desconforto físico	68
4.5.4 Módulo D – Padrões de uso do espaço e ações de adaptação	69
4.6 Tratamento dos dados	70
4.6.1 Temperatura Radiante Média	70
4.6.2 Temperatura Operativa	71
4.6.3 Material particulado	71
[5] resultados	73

5.1 Caracterização e apresentação dos dados	73
5.2 Análise estatística descritiva	75
5.2.1 Caracterização dos ocupantes	76
5.2.2 Fatores pessoais relacionados ao conforto térmico.....	78
5.2.3 Variáveis ambientais.....	80
5.2.4 Votos de sensação e preferência térmica.....	93
5.2.5 Insatisfação e desconforto.....	98
5.2.6 Sintomas de saúde / desconforto físico.....	100
5.2.7 Ações de adaptação: os ocupantes e suas reações ao ambiente térmico	101
5.3 Temperatura operativa e intervalo de conforto térmico.....	114
5.4 Voto médio predito - PMV	118
5.5 Modelagem matemática (análise das relações).....	122
5.5.1 Bloco 1 - Votos de sensação e preferência térmica	123
5.5.2 Bloco 2 - Ações de adaptação	124
5.5.3 Bloco 3 - Sintomas na saúde	126
5.6 Modelagem matemática (regressão linear múltipla).....	135
5.6.1 Bloco 1 - Votos de sensação e preferência térmica	136
5.6.2 Bloco 2 - Ações de adaptação	138
5.6.3 Bloco 3 - Sintomas na saúde	141
[6] considerações finais	143
6.1 Discussão.....	143
6.2 Conclusão.....	151
referências bibliográficas	153
apêndice.....	159

[1] introdução

É inerente ao ser humano, desde seus primórdios, a busca por construir espaços onde pudesse estar abrigado. Ocupar espaços nos quais estivesse protegido das intempéries, dos ambientes hostis e dos agentes externos poderia ser a prioridade no ato de se construir, mas ao aliar conhecimentos tradicionais com meios ou materiais disponíveis no seu hábitat, o homem aprendeu a adaptar suas construções às condições climáticas locais, procurando aspectos que minimizassem o desconforto, reduzindo o calor, o frio, a umidade, a secura. Referências históricas – como Vitrúvio – já reconheciam que a capacidade de adaptação era um princípio essencial da arquitetura (OLGYAY, 2015).

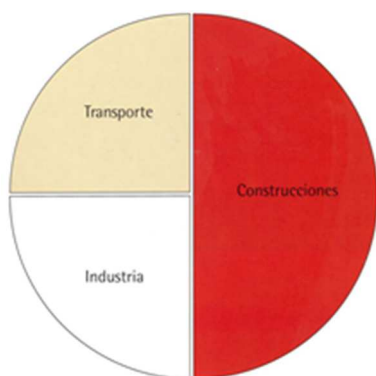
O que se observa em um panorama atual, diante da globalização dos avanços tecnológicos incorporados na arquitetura e da uniformização do uso materiais de construção e sistemas de instalações prediais – que passaram a ser utilizados em qualquer parte do planeta independente da adequação de seu desempenho às necessidades locais – é a crescente desconexão de uma relação tão antiga que há entre arquitetura, o homem e as condições ambientais onde se insere. Para Schmid (2005) muito embora o progresso nas engenharias tenha contribuições efetivas ao desempenho energético – como conhecimentos em isolamento térmico e ventilação – os conhecimentos tradicionais de adaptação ao clima local foram sendo esquecidos.

Segundo Corbella e Yannas (2013), após a II Guerra Mundial, em razão da expansão de técnicas construtivas e abundância de combustível barato, questões antes atribuídas aos arquitetos foram suplantadas pela tecnologia dos engenheiros: o conforto térmico do usuário passou a ser uma tarefa do engenheiro mecânico; a iluminação artificial, calculada pelo engenheiro eletricitista. Assim, promover o conforto nos espaços internos por meio de sistemas totalmente dependentes do fornecimento de energia elétrica tornou-se uma prática reincidente nos meios urbanos – e a interação entre o edifício e seu entorno foi sendo preterida.

Romero e Reis (2012) destacam que do início da era da eletricidade urbana (2ª década do século XIX) até o final dos anos 1960 a questão da eficiência energética não foi considerada: foram 140 anos de consumo crescente de energia nos edifícios e na cidade, seja no setor industrial, residencial, comercial e público. Para Corbella e Yannas (2013) o grande aumento do consumo de energia necessário para solucionar problemas criados por um tipo de arquitetura vinculada aos sistemas consumidores de energia não era levado em conta, pois seu custo era irrisório; e ainda não existia uma consciência generalizada sobre a enorme poluição criada pela geração e pelo consumo dessa energia.

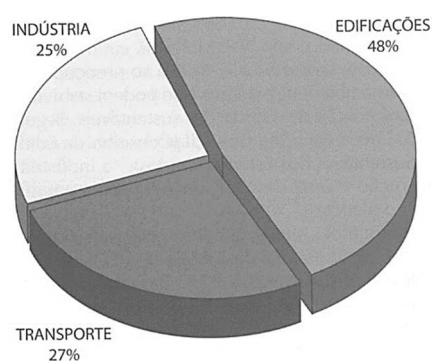
Foi o primeiro choque do petróleo ocorrido em 1973, considerado um marco da crise energética, que desencadeou a discussão global do modelo sustentável de desenvolvimento e o surgimento da preocupação mundial com a questão energética dos edifícios (BURKE e KELLER, 2010; EDWARDS, 2005; LAMBERTS et al., 2014; ROMÉRO e REIS, 2012). Somando-se o aumento da população nos centros urbanos na década de 1980, além da necessidade do crescimento na produção de eletricidade, aumentar a eficiência no uso da energia se mostrou uma alternativa adequada (LAMBERTS, DUTRA e PEREIRA, 2014). Se consideradas a significância do consumo energético proveniente das edificações, o panorama global da crescente demanda de energia elétrica e o esgotamento de fontes energéticas, a adoção de medidas que pudessem tornar as construções mais eficientes passou a ser imprescindível. Embora essa discussão já ocorra há mais de três décadas, comparando-se a proporção dos três setores básicos do consumo global de energia no início do ano 2000 com a década seguinte nos EUA, percebe-se que a significância do consumo energético pelas edificações manteve-se praticamente inalterada [Figuras 01 e 02].

Figura 1 - Consumo global de energia no início dos anos 2000 (construções = 50%).



Fonte: Behling (2002).

Figura 2 - Consumo de energia dos Estados Unidos em 2012 (edificações = 48%).



Fonte: Keller e Burke (2012).

A crise energética e seus desdobramentos deflagraram um processo novo na história da concepção e construção dos edifícios no cenário mundial: a aplicação de regulamentos com força de lei e políticas de incentivo visando à redução do consumo de energia utilizado pelas edificações. Ações voltadas à implementação da eficiência energética nas edificações passaram a ser adotadas nos países desenvolvidos há décadas, e

posteriormente nos países em desenvolvimento, onde a construção civil ganhou maior impulso recentemente. Em um conjunto de conceitos e métodos, há os instrumentos das Certificações Energéticas ou Ambientais, que classificam o desempenho dos edifícios quanto à capacidade de utilizar os recursos com mais eficácia – ou economia. Dentre as certificações mais utilizadas, destacam-se o *Leadership in Energy and Environmental Design* (Leed), na América do Norte; o *Building Research Establishment Environmental Assessment Method* (Breeam) do Reino Unido; e no Brasil os selos Alta Qualidade Ambiental (Aqua) e a Etiqueta Nacional de Conservação de Energia das Edificações – ENCE, do Programa Procel - Edifica. Este último, cuja obtenção até o ano de 2014 era totalmente voluntária, passou a ser obrigatória nas etapas de projeto e obras de novas edificações Públicas, conforme Instrução Normativa nº 2, do Ministério do Planejamento, Orçamento e Gestão.

Mencionar as Certificações Ambientais é relevante, uma vez que, em países que já estabeleceram como prática a utilização desta ferramenta – principalmente aqueles mais desenvolvidos cujo parque edificado já se encontra em uso há mais tempo – procedimentos de Avaliação Pós-Ocupação (APO) de edifícios certificados ambientalmente passaram a ser recorrentes. Na maioria das vezes, as Certificações ocorrem na fase de projeto, e em muitas situações, a eficiência estimada não corresponde com a realidade verificada no edifício em uso e operação. Segundo Edwards (2005), estudos desta natureza:

"(...) revelaram que, em muitos casos, as edificações ecológicas não correspondiam às expectativas de economia energética devido à má qualidade da construção ou do funcionamento da edificação (...). O ponto fraco pareceu ser o usuário e, mais concretamente, o modo como o usuário tentava modificar o ambiente de trabalho para satisfazer suas próprias necessidades, muitas vezes sem considerar o desempenho da edificação em seu conjunto".

1.1 O uso da climatização artificial

Apesar da representatividade das edificações no consumo energético – que representam cerca de 42,5% do consumo de eletricidade no país (BRASIL, 2015) [Figura 03] – e o crescente incentivo das políticas públicas na adoção da eficiência energética nas edificações, é constatado que a promoção do conforto térmico para ocupantes de edifícios por meio de climatização artificial¹, em detrimento da utilização da ventilação natural, é uma prática reincidente, amplamente adotada e consolidada; especialmente em centros urbanos com climas quentes e úmidos.

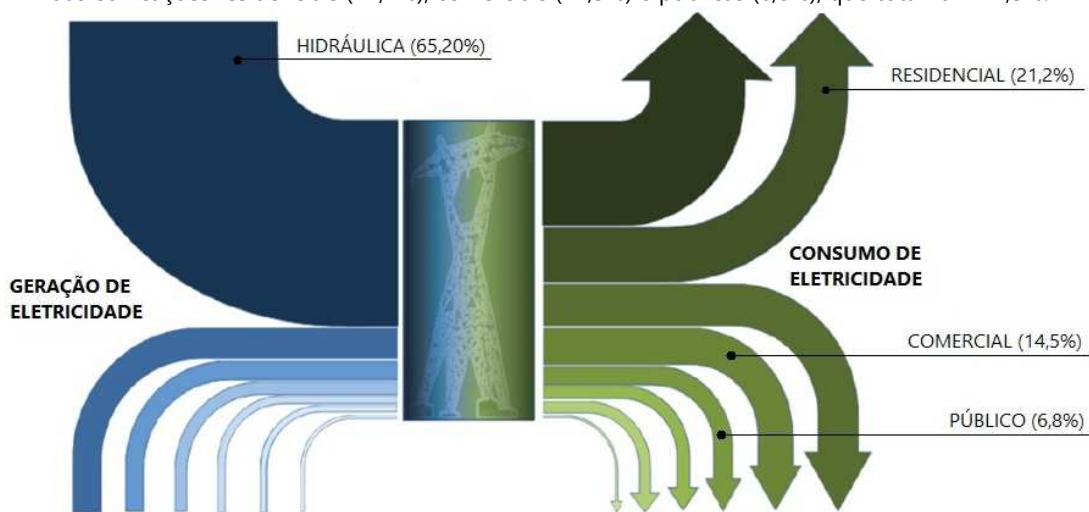
¹ Entende-se por ambiente climatizado o espaço fisicamente determinado e caracterizado por dimensões e instalações próprias, submetido ao processo de climatização, através de equipamentos (BRASIL, 2003).

O condicionamento artificial dos espaços foi identificado como um dos usos finais da energia de mais rápido crescimento no segmento residencial australiano, com a duplicação (até mais) da adoção de equipamentos de ar-condicionado nas residências australianas na última década. Estima-se ainda, um aumento de cinco vezes da demanda de energia utilizada na climatização de espaços no período compreendido entre 1990 e 2020 (DEWHA, 2008 apud KIM et al., 2017).

No âmbito dos ambientes de trabalhos, aqueles desenvolvidos em escritórios vêm se tornando uma realidade cada vez mais representativa nas grandes metrópoles e cidades brasileiras. De acordo com Somekh (2004), esta situação está ligada ao fato de que as grandes cidades têm, em sua maioria, a economia voltada a atividades do setor terciário, serviços e comércio, cuja principal dinâmica é realizada nesses ambientes. Conciliar quesitos de economicidade de recursos com a necessidade de prover os ambientes internos com conforto ambiental interno constitui, portanto, em um permanente desafio para o planejamento dos edifícios contemporâneos.

Figura 3 – Fluxo energético brasileiro: fontes de geração e de consumo de eletricidade.

À esquerda, representação das fontes de Geração de Eletricidade, com destaque à representatividade das fontes hidráulicas (65,2%). À direita, representação dos setores de Consumo de Eletricidade, com destaque ao consumo das edificações residenciais (21,2%), comerciais (14,5%) e públicas (6,8%), que totalizam 42,5%.



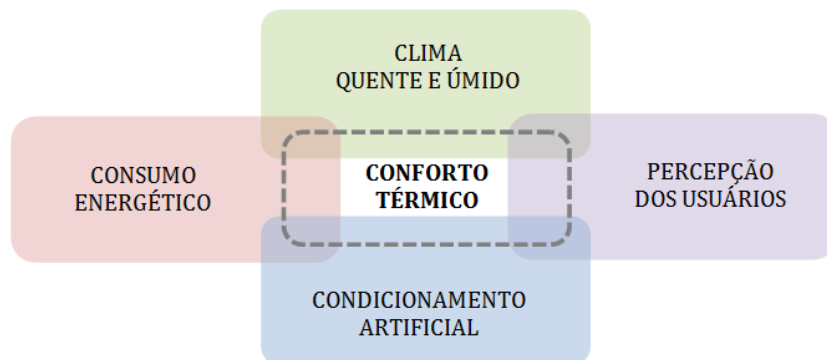
Fonte: Brasil (2015). Adaptado pela autora.

Fanger (1972) apontou que o crescimento da mecanização e industrialização da sociedade resultou no fato de uma considerável quantidade de pessoas passar a maior parte das suas vidas (muitas vezes mais de 95%) em condições climáticas artificiais. Passados mais de 40 anos dessa constatação, a realidade nos dias de hoje parece inalterada: a climatização artificial está presente nas residências, nos ambientes comerciais, nos ambientes de trabalho, nos ambientes de lazer, nos meios de transportes. Kim et al. (2017) apontam que, além das expectativas de conforto dos usuários das edificações não serem estáticas, elas estão se elevando de forma constante com o crescimento do poder aquisitivo da população.

1.2 O contexto da pesquisa

É nesse contexto que se encontra a motivação deste trabalho, da problemática existente entre as necessidades espaciais das construções em **clima quente e úmido**, o **condicionamento artificial** utilizado como estratégia para promover o conforto térmico sob estas condições climáticas, o **consumo energético** ao qual este sistema é dependente, e a **percepção dos ocupantes** em relação ao conforto térmico, um dos componentes da qualidade do ambiente interno [Figura 04].

Figura 4 - Temáticas e relações abordadas na dissertação.



Fonte: Elaborado pela autora (2016).

Muitas vezes esses agentes são tratados de maneiras distintas, não sendo considerada a complementaridade ou a correspondência possível no desempenho de cada um. Quando essas relações ocorrem de maneira desconectada, surgem algumas indagações, que fazem parte da dinâmica percebida em muitos ambientes construídos e em operação:

- *O ajuste do sistema de climatização atende às necessidades de conforto dos usuários no desempenho de suas atividades laborais?*
- *Por que um sistema de climatização que é utilizado para minimizar o desconforto por calor frequentemente provoca desconforto por frio?*
- *Qual a importância do comportamento e da reação das pessoas aos parâmetros de conforto térmico e desempenho da edificação?*

Essas questões, consideradas suas amplitudes, não serão respondidas nesta pesquisa; no entanto, mediante um estudo de caso na cidade de João Pessoa – PB pretende-se contribuir com os estudos relacionados ao conforto térmico, cuja relevância é percebida em pesquisas que vêm sendo desenvolvidas no meio acadêmico e focam em uma mesma – e irrevogável – direção: a necessidade de se projetar, construir e manter edifícios para o conforto térmico impulsionados pelas mudanças climáticas e considerando a redução do impacto do ambiente construído (SEKHAR, 2016).

1.3 Objeto do estudo

A partir do objetivo de realizar uma análise investigativa em um caso real, tem-se como objeto deste estudo um edifício de escritórios, de uso institucional, cujo controle térmico é exclusivamente proveniente de um sistema de climatização artificial, localizado na cidade de João Pessoa, Estado da Paraíba, Brasil. Trata-se de um edifício de 11 pavimentos [Figura 5] e área total de 3.067,56m², situado no centro da capital paraibana. O edifício concebido na década de 1960 teve uma última intervenção iniciada no ano de 2014, quando foi submetido a um *retrofit*² em suas instalações, desde a substituição de materiais de revestimentos (internos e externos) às instalações prediais – incluindo o sistema de ar-condicionado – para atender uma Empresa Pública do segmento de Tecnologia da Informação.

O edifício, projetado dentro de preceitos da arquitetura moderna, apresenta desde sua concepção original a tipologia de um edifício para escritórios com pavimentos caracterizados pela ausência de subdivisões internas, dispostos na fachada leste totalmente vedada por um pano de vidro. A instituição que o ocupa atualmente conta com a população total de 200 funcionários, que se distribuem em oito pavimentos, cujos ambientes de escritórios são definidos pela tipologia de layout frequentemente adotado em soluções corporativas, composta por estações individuais de trabalho agrupadas em ilhas. Uma descrição mais detalhada do edifício é apresentada no Capítulo 3.

Figura 5 – Vista externa do edifício objeto de estudo.



Fonte: Acervo pessoal (2016).

Tabela 1 – Caracterização da edificação

Uso	Institucional
Ano construção	Final da década de 1960
Realização do retrofit	Ago 2014 a fev 2016
Área construída	3.067,56 m ²
Nº de pavimentos	11 andares
Ocupação	200 funcionários
Localização	João Pessoa - PB
Sistema	Exclusivamente ar-condicionado VRF

Fonte: Dataprev (2014).

² Entende-se por *retrofit* qualquer intervenção ou reforma que altere os sistemas de iluminação, condicionamento de ar ou a envoltória da edificação, por meio da remodelação, atualização do edifício ou dos sistemas através da incorporação de novas tecnologias ou conceitos (BRASIL, 2014).

1.4 Objetivos

Essa dissertação tem por **objetivo geral** avaliar a percepção e reação de trabalhadores ao conforto térmico em edificação de escritórios cujo controle térmico dos ambientes internos ocorre exclusivamente por meio de ar-condicionado, em uma cidade de clima quente e úmido no Brasil (João Pessoa/PB).

O estudo se desenvolve visando atender aos seguintes **objetivos específicos**:

[1] Avaliar a sensação e preferência dos ocupantes face às variáveis ambientais térmicas nos espaços internos da edificação;

[2] Explorar a influência das características arquitetônicas e da utilização dos espaços internos na variabilidade das condições ambientais térmicas no âmbito do edifício, pavimentos e estações individuais de trabalho;

[3] Explorar a influência das características pessoais dos ocupantes na percepção e preferência térmica dos mesmos;

[4] Identificar ações de adaptação dos trabalhadores no contexto térmico ao qual estão expostos para melhoria do conforto individual.

1.5 Etapas Metodológicas

A avaliação dos ambientes internos do edifício objeto de estudo foi realizada priorizando a operação, o uso, as condições ambientais térmicas e a percepção do ocupante. A principal característica do método utilizado no desenvolvimento deste trabalho é a simultaneidade (no tempo e no espaço) na realização da coleta de dados – tanto os quantitativos (provenientes do registro e monitoramento das variáveis ambientais) quanto os qualitativos (provenientes das respostas dos ocupantes a questionário). O desenvolvimento da pesquisa foi constituído por quatro etapas distintas:

[Etapa 1]

Em um primeiro momento foi realizada uma **revisão da literatura** sobre o conforto térmico como um dos componentes da qualidade do ambiente interno construído, as variáveis ambientais e as variáveis pessoais. Além disso, buscou-se identificar na literatura pesquisas desenvolvidas com temática similar, com o intuito de identificar os procedimentos operacionais adotados na coleta dos dados das variáveis ambientais e na aplicação de questionários em pesquisas realizadas em países que já adotam há mais tempo o procedimento de Avaliação Pós-Ocupação – APO na análise do desempenho de edifícios em uso e em operação.

[Etapa 2]

Etapa inicial na **coleta de dados**, específica para o agrupamento de informações acerca das características físicas do objeto de estudo (como projetos, plantas baixas, layout, mobiliário, imagens) e comportamentais dos usuários (loais de trabalho, população e gênero, distribuição nos andares, horário de trabalho). A análise destas informações iniciais foi pré-requisito para a definição dos procedimentos no desenvolvimento da etapa seguinte.

[Etapa 3]

Esta etapa consistiu na **pesquisa de campo**, a aplicação dos procedimentos de operação no registro e monitoramento das variáveis ambientais (temperatura do ar, temperatura de globo, umidade relativa, velocidade do ar, material particulado suspenso) e a aplicação de questionário entre trabalhadores para a identificação dos votos quanto à sensação e preferência térmica, além de outras informações a respeito das características pessoais e do comportamento típico dos trabalhadores.

[Etapa 4]

Essa etapa consistiu no **tratamento dos dados** coletados na pesquisa de campo. Após a tabulação dos dados referentes às medições ambientais e codificação das respostas obtidas nos questionários, procedeu-se a uma **análise estatística** (descritiva, regressão linear simples e regressão linear múltipla – *stepwise*) para apresentação dos resultados obtidos.

1.6 Estrutura da Dissertação

Além do corpo introdutório **[Capítulo 1]**, essa dissertação é organizada nos seguintes Capítulos:

O **[Capítulo 2]** conta com referencial teórico que corresponde à primeira etapa da pesquisa, no aprofundamento da temática abordada no corpo introdutório, sobre a avaliação do conforto térmico com ênfase na significância comportamental do usuário (ocupante / trabalhador) no uso e operação de uma edificação.

O **[Capítulo 3]** apresenta o edifício objeto de estudo, quanto aos seus aspectos físicos e a caracterização dos ambientes internos, bem como do clima onde se insere.

O **[Capítulo 4]** é dedicado à descrição metodológica e aparelhagem adotada na coleta de dados, que consistiu em dois procedimentos distintos, porém simultâneos: o monitoramento e registro das variáveis térmicas nos ambientes internos do edifício/objeto de estudo e aplicação de questionários entre os ocupantes dos mesmos espaços.

No **[Capítulo 5]** são apresentados os resultados das análises estatísticas de todos os dados coletados; incluindo uma discussão das possíveis correlações identificadas entre as variáveis quantitativas e qualitativas.

No **[Capítulo 6]** são discutidos e sintetizados os resultados mais relevantes, associados aos objetivos iniciais do estudo, relacionando-os com pesquisas correlatas.

[2] revisão da literatura

"O conforto térmico é objeto de uma busca incessante".

Assim, Schmid (2005) identifica a abrangência e relevância desta condição ao ser humano. E, ainda que a definição do que possa ser considerado como 'estado de conforto' não seja igual para todos, a maioria dos homens parece ter uma ideia – e um desejo – sobre ele (BEHLING e BEHLING, 2002).

Entendido como a condição da mente que expressa a satisfação com o ambiente térmico (FANGER, 1972; ASHRAE, 2013), o conforto térmico pode ser considerado um dos mais importantes atributos de uma edificação. Além de garantir estabilidade e segurança aos seus ocupantes, espera-se que as construções proporcionem boas condições de conforto térmico; respeitando o clima e o ambiente nos quais se insere (NICOL e HUMPHREYS, 2012). Para Burke e Keller (2005), dentre toda a grandeza, os temas conectados e as funções das edificações, é provável que nenhuma característica seja percebida com a mesma rapidez – e nem provoque as mesmas reações – do que a qualidade do espaço interno. Ainda, dentre os componentes da qualidade do ambiente interno, o conforto térmico é um dos mais perceptíveis e fáceis de identificar – principalmente quando projetado de maneira incorreta, acarretando o desconforto nos indivíduos que ocupam o espaço.

Segundo Lamberts (2016), muito além de todo seu vínculo aos fatores físicos, fisiológicos e psicológicos, o conforto térmico é uma sensação humana relacionada à subjetividade. Para o autor, as trocas de calor com o meio, as alterações e respostas fisiológicas do organismo, a exposição contínua e a aclimação, as diferenças na percepção humana e na resposta aos estímulos sensoriais, além da experiência passada e expectativas do indivíduo, são fatores diretamente relacionados ao conforto térmico.

De acordo com Wagner et al. (2013), questões de conforto ainda não desempenham um papel importante na operação do dia-a-dia de edifícios comerciais, no

entanto, sua importância, além da satisfação ou bem-estar em se sentir termicamente confortável, está na capacidade de afetar o desempenho humano nas atividades intelectuais, manuais e perceptivas. Para Lamberts (2016), muito embora os resultados de inúmeras investigações não sejam conclusivos a esse respeito, alguns estudos mostram uma clara tendência na redução no desempenho humano quando existe desconforto térmico causado por calor ou frio em excesso.

Cada vez mais o direito do trabalhador a um local de trabalho confortável está recebendo a devida atenção (BURKE e KEELER, 2010). Wagner et al. (2007) afirmam que o atendimento às necessidades humanas de conforto e qualidade do espaço de trabalho é importante não apenas pelas questões fisiológicas ou psicológicas, mas também por interferirem significativamente na questão econômica, uma vez que influenciam diretamente a produtividade dos trabalhadores. Trabalhadores de escritórios permanecem a maior parte do dia dentro dos edifícios, onde as condições físicas e a qualidade local afetam seu bem-estar e indiretamente influenciam, além da saúde, a produtividade, tendo um impacto significativo no desempenho das atividades (ARIES, VEITCH e NEWSHAM, 2010; CHOI et al., 2012). Newsham et al. (2009) afirmam que melhores condições do ambiente interno elevam a satisfação no trabalho e outros aspectos relacionados à produtividade organizacional.

Além da saúde, produtividade e bem-estar dos ocupantes do edifício, o desempenho da qualidade ambiental interna afeta também os custos do ciclo de vida e o consumo de energia dos edifícios (HEINZERLING et al., 2013; SCHAVION e ALTOMONTE, 2013). A qualidade ambiental tem ainda sua importância ampliada com a introdução de métodos de classificação do desempenho das edificações, uma vez que alguns sistemas de certificação introduziram essa variável como uma de suas exigências (LEDER et al., 2015).

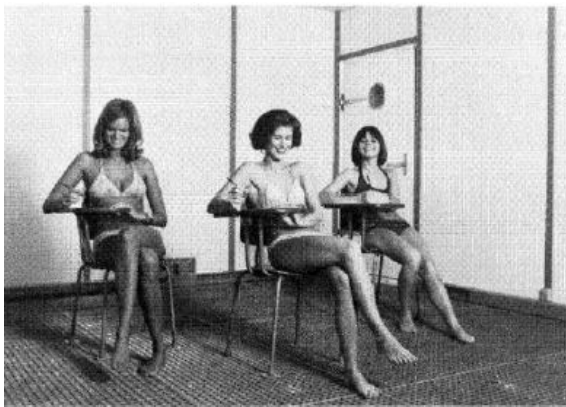
2.1 Avaliação do conforto térmico

Tema de recorrentes estudos, as pesquisas relacionadas ao conforto térmico *"visam principalmente analisar e estabelecer as condições necessárias para a concepção de um ambiente térmico adequado às atividades e ocupação humana, bem como estabelecer métodos e princípios para uma avaliação térmica detalhada de um ambiente"* (LAMBERTS, 2016). Ao se realizar estudos nessa temática, têm-se como referências duas principais abordagens com distintas prescrições de como as condições climáticas no ambiente interno das edificações podem ser administradas: a estática e a adaptativa.

O método mais difundido para avaliação do conforto térmico, conhecido como **'estático'**, representa uma linha analítica (ou racional) da avaliação das sensações térmicas humanas e considera o homem como um receptor passivo do ambiente térmico (LAMBERTS, 2016). Desenvolvido por P. O. Fanger (1972) na Dinamarca, o método foi formulado a partir de

estudos conduzidos no interior de ambientes controlados pelo pesquisador [Figuras 6 e 7], nos quais as variáveis ambientais e pessoais eram ajustadas a fim de identificar uma situação confortável. O método e as equações desenvolvidas por Fanger são utilizadas mundialmente desde então, tornando-se referência para a elaboração de normas internacionais relacionadas aos parâmetros de conforto térmico em ambientes internos, como a ISO 7730 (*Moderate thermal environments*) e as normas da ASHRAE. Além disso, forneceu subsídios para o equacionamento dos índices de conforto térmico PMV (*Predicted Mean Vote*) e PPD (*Percentage of Dissatisfied*).

Figura 6 – Experimentos com ocupantes em câmara climatizada.



Fonte: Olesen (1982), apud LAMBERTS, 2016.

Figura 7 – Manequim térmico em estudo em câmara climatizada



Fonte: LAMBERTS, 2016

De acordo com De Vecchi (2016), *"existe pouca controvérsia relativa ao modelo, por este ser aquele que melhor prediz as condições de conforto térmico em ambientes internos estáticos, impulsionados pelos sistemas de aquecimento, ventilação e ar-condicionado"*. Apesar da utilização mundial do modelo introduzido por Fanger nas avaliações de conforto térmico, diversos estudos questionam sua utilização por esta analisar os limites confortáveis de temperatura como sendo "universais", no qual hipoteticamente *"os efeitos de um determinado ambiente térmico ocorrem exclusivamente pelas trocas físicas de calor entre a superfície do corpo e o ambiente, enquanto a manutenção da temperatura interna de um indivíduo necessita de certa resposta fisiológica"* (LAMBERTS, 2016).

A partir de questionamentos quanto à aplicação do modelo de Fanger em espaços reais, nos quais os ocupantes desempenham suas atividades rotineiras e com flutuações de temperatura (ventilados naturalmente), foi desenvolvido o modelo conhecido como '**adaptativo**'. O modelo proposto por Humphreys (1979) considerou a avaliação da sensação térmica em ambientes reais [Figuras 8 e 9], nos quais as variáveis pessoais e ambientais não sofreram interferência do pesquisador.

Figura 8 – Estudos de campo realizados em ambientes reais.



Fonte: Lamberts (2016); Calvino *et al* (2004).

Para Humphreys (1979, apud LAMBERTS, 2016), a temperatura de conforto não é uma constante, uma vez que ela varia de acordo com a estação e com as temperaturas às quais as pessoas estão acostumadas. De acordo com o modelo, entende-se que um grupo de pessoas pode adaptar-se de maneiras distintas, como uma forma de ajuste do corpo ao meio térmico do local onde vivem. A partir desse princípio, entende-se que as pessoas parecem aceitar um intervalo de temperatura muito maior do que o proposto pelo modelo estático.

Os resultados de um estudo comparativo conduzido por Deuble e de Dear (2012) quanto aos níveis de satisfação de ocupantes em dois tipos de edifícios – um naturalmente ventilado e outro condicionado artificialmente – sugerem que o modelo adaptativo é considerado o mais adequado para explicar o comportamento e a sensação térmica dos usuários quando as janelas estão abertas, e o modelo do PMV/PPD é o mais adequado quando o edifício opera com o ar condicionado. No entanto, embora seja indicado para a avaliação de ambientes naturalmente ventilados, segundo de Dear *et al.* (2013), desde que o modelo adaptativo foi incorporado à ASHRAE 55 (2013), as pesquisas da área sugerem que o método indicado pelo gráfico das zonas de 80% e 90% de aceitabilidade térmica do modelo pode se estender a outras aplicações, como por exemplo, os ambientes condicionados artificialmente, caracterizando corretamente o conforto térmico de ocupantes nestes espaços, principalmente quando existe o controle ambiental (DE VECCHI, 2016).

2.2 Parâmetros de conforto térmico

Atualmente no Brasil inexistem normas nacionais específicas para a avaliação do conforto térmico. Em termos oficiais, a Norma Regulamentadora do Trabalho – NR 17 – Ergonomia (BRASIL, 2009) estabelece alguns parâmetros para as condições ambientais do posto de trabalho em ambientes internos. Aos locais de trabalho como escritórios tais

parâmetros restringem-se à definição de limites mínimos e/ou máximos para a temperatura efetiva, velocidade do ar e umidade relativa como definição dos limites de uma condição de conforto, a saber:

"b) índice de temperatura efetiva³ entre 20°C (vinte) e 23°C (vinte e três graus centígrados);

c) velocidade do ar não superior a 0,75m/s;

d) umidade relativa do ar não inferior a 40 (quarenta) por cento."

Por sua vez, a Norma Brasileira NBR 16401-2:2008 '*Instalações de ar-condicionado – Sistemas centrais e unitários, Parte 2: parâmetros de conforto térmico*' – cuja elaboração é baseada no *ASHRAE - Handbook Fundamentals* (ASHRAE, 2005) – apesar de detalhar um pouco mais os parâmetros de conforto térmico em espaços internos, também é restrita no que diz respeito aos limites de temperatura e velocidade do ar. Para De Vecchi (2016), estas características tornam sua aplicação adequada apenas para ambientes climatizados com rígido controle de velocidade e umidade relativa do ar.

Ao considerar o tipo de roupa utilizado pelas pessoas como um fator que afeta o conforto térmico, a NBR 16401-2:2008 estipula parâmetros de conforto para duas estações: verão, com roupa típica equivalente a 0,5 clo⁴ e inverno, com roupa típica com 0,9 clo:

Verão

Temperatura operativa e umidade relativa dentro da zona delimitada por:

- 22,5°C a 25,5°C e umidade relativa de 65%;

- 23°C a 26°C e umidade relativa de 35%

A velocidade média do ar (não direcional) na zona de ocupação não deve ultrapassar:

- 0,20 m/s para distribuição de ar convencional (grau de turbulência 30% a 50%);

- 0,25 m/s para distribuição de ar por sistema de fluxo de deslocamento (grau de turbulência inferior a 10%);

Inverno

Temperatura operativa e umidade relativa dentro da zona delimitada por:

- 21,0°C a 23,5°C e umidade relativa de 60%;

- 21,5°C a 24°C e umidade relativa de 30%

A velocidade média do ar (não direcional) na zona de ocupação não deve ultrapassar:

- 0,15 m/s para distribuição de ar convencional (grau de turbulência 30% a 50%);

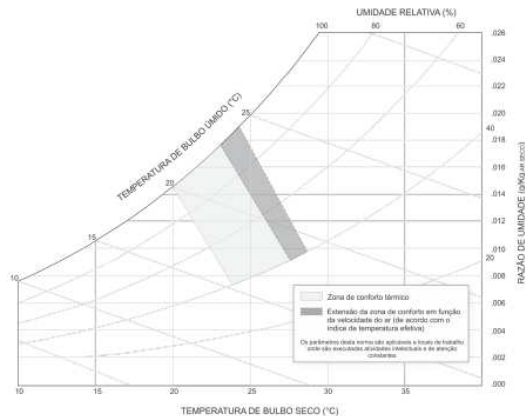
³ Índice definido pela correlação entre as sensações de conforto e as variáveis ambientais temperatura de bulbo seco, temperatura de bulbo úmido (umidade relativa do ar) e velocidade do ar (FROTA e SCHIFFER, 2001)

⁴ Unidade que representa a resistência térmica da vestimenta.

- 0,20 m/s para distribuição de ar por sistema de fluxo de deslocamento (grau de turbulência inferior a 10%).

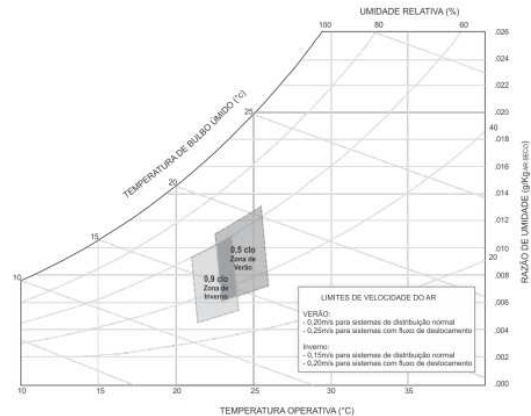
Nas [Figuras 9 e 10] podem ser observadas as diferenças das zonas de conforto na carta psicrométrica, baseadas na interpretação da faixa de temperatura efetiva e velocidade do ar propostos pela NR 17 e NBR 16401-2:2008 (DE VECCHI, 2016).

Figura 9 – Zona de conforto térmico de acordo com a NR 17



Fonte: DE VECCHI, 2016

Figura 10 – Zona de conforto térmico de acordo com a Norma NBR 16401-2: 2008



Fonte: DE VECCHI, 2016

A avaliação do conforto térmico atualmente é feita principalmente segundo a norma americana ASHRAE 55 – *Thermal environmental conditions for human occupancy*, no entanto, de acordo com De Vecchi (2016), embora os parâmetros propostos pela ASHRAE sejam considerados mundialmente na avaliação de conforto térmico em ambientes internos, existem questões a serem discutidas, uma vez que ela não contempla a avaliação de edificações que operam com modo misto de condicionamento, por exemplo. Ainda, Dagui e Sopian (2009) sugerem, a partir de resultados obtidos em pesquisas conduzidas na Malásia, que a temperatura neutra para habitantes de regiões com clima quente e úmido é muito maior do que a indicada pela referida norma.

2.2.1 Conforto térmico no clima quente e úmido

Estudos de campo voltados à avaliação do conforto térmico são numerosos, dentro do contexto da diversidade de climas e frequentemente diferenciados pela tipologia da edificação (ex.: residencial, comercial) e pelo sistema de climatização (ex.: condicionados artificialmente, ventilados naturalmente, sistemas mistos).

No contexto de edificações localizadas em clima quente, destacam-se algumas constatações, como a inadequação da aplicação do modelo analítico de Fanger em regiões de clima subtropical durante os períodos mais quentes e as divergências entre o PMV e votos reais de ocupantes (*Actual Mean Vote* – AMV) (RUPP et al., 2017); e o fato da temperatura de

neutralidade de ocupantes em clima quente e úmido ficar acima do proposto pela ASHRAE Standard 55 (DAGUIGH; SOPIAN, 2009). Segundo Lamberts et al. (2013, apud RUPP et al., 2017) o modelo PMV/PPD apresenta limitações no contexto brasileiro, especialmente em climas quentes e úmidos, nos quais o PPD tende a ser superestimado em 15% e 20%, assim como o PMV, seja para o frio ou para o calor.

Já no âmbito das edificações cujo condicionamento dos ambientes internos ocorre com uso exclusivo de ar-condicionado (localizados em clima quente e úmido), de acordo com Sekhar (2016) são relevantes os seguintes aspectos: a existência de edifícios com refrigeração excessiva (ou super-resfriamento); o efeito da umidade do ar no conforto térmico e na qualidade do ar; e a preferência dos ocupantes por temperaturas mais altas e velocidades do ar mais elevadas. O autor ressalta que a questão do super-resfriamento não é uma consequência da preferência dos ocupantes, e sim resultado do projeto e operação do sistema de climatização artificial. Rupp et al. (2017) sugerem que quando se trata de espaços internos condicionados artificialmente em edificações de climas mais quentes ou durante os períodos mais quentes em climas amenos, pode ocorrer com frequência discrepâncias entre o que é predito e o que é real na sensação e preferência térmica dos ocupantes.

A partir de resultados de estudos de campo conduzidos em escritórios condicionados artificialmente nesse contexto climático, Sekhar (2016) reportou ainda outras importantes ocorrências [Tabela 2]. Foi evidenciado em alguns casos a preferência de ocupantes por temperaturas inferiores à temperatura identificada como neutra, no entanto essa preferência foi atribuída a um maior isolamento térmico das roupas utilizadas pelos ocupantes, decorrente de um código de vestimenta do local. Chan et al. (1998, apud SEKHAR, 2016) [1] identificaram em estudo realizado em Hong Kong, China, a temperatura neutra em **23,5°C** e a preferência de ocupantes por uma temperatura de **22,5°C**, no cenário cuja temperatura média era 21,8°C. Além da evidência clara de excesso de refrigeração, os pesquisadores apontaram que a preferência por uma temperatura mais baixa do que a temperatura de neutralidade térmica foi uma resposta à roupa adicional utilizada nos escritórios pelos ocupantes. Ainda em Hong Kong, Mui e Chan (2003) [2], em estudo realizado em 29 escritórios, identificaram a temperatura neutra em **23,7°C**, muito similar aos resultados de Chan et al. Nesse estudo, a temperatura operativa aceitável ou preferível estava no intervalo de 20,8°C a 24,8°C. Outro estudo de Mui e Wong (2007) [3] em 61 escritórios – também em Hong Kong – identificou a temperatura de neutralidade térmica em **23,6°C**, e a temperatura preferida inferior em cerca de 1 a 2°C (**21,6°C a 22,6°C**). A questão do código da vestimenta e as taxas metabólicas foram as razões apontadas para a diferença entre a temperatura de neutralidade térmica e a temperatura preferida no estudo de Wong et al. (2007) [4].

Por outro lado, estudos que verificaram a associação de questões como a economia de energia com disponibilidade de outros métodos de adaptação (além da vestimenta), identificaram a aceitabilidade por temperatura mais elevadas. Hwang et al. (2009) [5] observaram que os métodos de adequação baseados em necessidades e preferências

individuais contribuíram para uma melhor satisfação sob condições térmicas moderadas, ainda que em razão de uma campanha por economia de energia promovida pelo governo de Taiwan, na qual a temperatura ambiente era regulada em 28°C juntamente com a adaptação com o uso de ventiladores elétricos acoplados ao sistema de ar-condicionado.

Tabela 2 – Resultados de estudos de campo em escritórios com ar condicionado em clima quente e úmido.

ESTUDOS DE CAMPO	TEMPERATURA MÉDIA	NEUTRALIDADE TÉRMICA*	TEMPERATURA PREFERÍVEL OU ACEITÁVEL
Estudo [1] – Hong Kong Chan et al. (1998)	21,8°C	23°C	22,5°C
Estudo [2] – Hong Kong Mui e Chan (2003)	-	23,7°C 22,5°C (com casaco)	20,8°C a 24,8°C
Estudo [3] – Hong Kong Mui e Wong (2007)	-	23,6°C	21,6°C a 22,6°C
Estudo [4] – Hong Kong Wong et al. (2007)	-	23°C	22,8°C
Estudo [5] – Taiwan Hwang et al. (2009)	-	23,8°C	Temperatura aceitável: 20,4°C a 28,4°C
Estudo [6] – Japão Indraganti et al. (2012)	-	24°C a 25°C (estimada)	Temperatura aceitável: 27,2°C
Estudo [7] – Malásia Daghigh et al. (2006)	25,6°C	26°C	25,6°C

*Temperatura operativa mais correspondente à sensação térmica com voto = zero.

Fonte: Sekhar (2016). Adaptado pela autora.

No Japão, o desastre de Fukushima desencadeou forte campanha nacional para economia de energia sem precedentes (chamada 'setsuden'), incentivando a adoção de temperatura mínima de 28°C no verão. Estudo de Indraganti et al. (2012) [6] apontou que o fato da temperatura aceitável ser maior que a estimada para a neutralidade térmica poderia ser atribuída a uma ampla gama de adaptações pelos ocupantes, que variaram da vestimenta, do controle ambiental e mudanças comportamentais. Na Malásia, Daghigh et al. (2006) [7] descobriram que paralelamente ao uso de ar-condicionado, os ocupantes adotavam algumas ações adaptativas, que incluíam o uso de ventiladores e a abertura de janelas, razão pela qual é possível inferir pela aceitabilidade da temperatura média efetivamente medida.

2.3 A qualidade do ar no ambiente interno

Entendida como um subconjunto essencial e variável da qualidade do ambiente interno, a Qualidade do Ar Interno – QAI afeta a produtividade, a saúde e o conforto dos trabalhadores (BURKE e KEELER, 2010). No contexto dos ambientes climatizados artificialmente este parâmetro adquire especial importância, uma vez que o ar-condicionado "é um processo de tratamento do ar, destinado a manter os requerimentos de QAI do espaço condicionado,

controlando variáveis como a temperatura, umidade, velocidade, material particulado, partículas biológicas e teor de dióxido de carbono (CO²)" (BRASIL, 2003).

No passado, a QAI não era levada a sério por empregadores e proprietários de edificações, o que se deve, principalmente, ao fato de que seus impactos econômicos ainda não haviam sido definidos com clareza. No entanto já é possível relacionar como impactos diretos do QAI as despesas com serviços de saúde, a diminuição da produtividade, pedidos de indenização por parte do trabalhador, desvalorização dos imóveis e acordo judiciais (BURKE e KEELER, 2010). O surgimento de novas tecnologias, aliado às tarefas realizadas nos ambientes climatizados por períodos mais longos têm sido alguns dos fatores responsáveis pelo aumento de poluentes do ar interno, sendo de comum entendimento por diversos autores que o uso permanente do ar condicionado aliado à concentração de pessoas e o uso de outras tecnologias podem produzir o aumento de poluentes em um ambiente fechado (FALCÃO et al, 2016).

Estudos anteriormente desenvolvidos pela Fundacentro demonstraram que materiais particulados suspensos no ar, provenientes de vários processos ou condições de trabalho, representam sério risco à saúde dos trabalhadores quando se apresentam em concentrações elevadas em ambientes sem controle, implicando no surgimento de doenças respiratórias (FUNDAÇÃO JORGE DUPRAT, 2007). Dentro do contexto do conforto térmico – objeto desse estudo – destaca-se que variáveis relacionadas com a qualidade do ar, como concentração de dióxido de carbono e a quantidade de partículas em suspensão, estão associadas a satisfação com a ventilação (FALCÃO et al, 2016).

De acordo com Who (2013, apud FALCÃO et al, 2016), a matéria particulada é uma mistura de componentes físicos e químicos, e sua origem em geral está relacionada com as transformações que ocorrem na atmosfera, subdividido em material particulado fino (MP 2.5), cujo diâmetro é menor que 2.5 µm (micrômetro), e grosso (MP 10), com diâmetro menos que 10 µm. É um dos principais componentes na avaliação da qualidade do ar interno, uma vez que, dependendo do seu diâmetro aerodinâmico, podem penetrar profundamente no sistema respiratório, chegando aos alvéolos pulmonares (FALCÃO et al, 2016).

2.4 O fator humano na edificação

"Uma pessoa qualquer, muitas vezes ao dia, abre e fecha botões da gola e das mangas, que sobe e desce. Abre e fecha janelas. Ajusta as persianas, sai pelos corredores, ora a busca de café quente, ora de água gelada. Caminhando pela rua sob o sol escaldante, prefere o lado sob um beiral ou ao longo de um muro alto. Já no frio ou no inverno, deverá inverter tal escolha, e chegando em casa numa tarde fria, procura uma xícara de chá (...). São gestos irrefletidos que fazem parte da rotina das pessoas, independentemente de sua classe social ou atividade profissional. Embora tomem tempo, não são gestos agendados; são feitos quase inconscientemente" (SCHIMID, 2005, p. 215).

O contexto global do consumo energético proveniente das edificações e o grande potencial de conservação de energia neste segmento são refletidos no vasto acervo de pesquisas relacionadas a avaliações de ambientes construídos, seus potenciais de economia, os agentes envolvidos, os sistemas prediais e instalações mais adequados. O que se observa na maior parte das avaliações quanto às condições de conforto térmico é a análise das variáveis ambientais qualificadas sob o ponto de vista e a percepção do usuário, tratado usualmente como um agente qualificador. No entanto, já se observa na literatura diversas pesquisas que investigam o fator humano (ou o comportamento dos ocupantes) como uma importante variável quantitativa no desempenho energético das edificações. Nesse viés, o comportamento dos usuários assume – além da dimensão individual relacionada à sua percepção e sensação térmica, atividade metabólica e resistência térmica de sua vestimenta – outra mais ampla: da influência da sua presença no ambiente e das possíveis maneiras de interagir no ambiente que o circunda e com a própria edificação.

É entendimento de Schmid (2005) que os critérios estabelecidos nas avaliações do conforto térmico (a exemplo do modelo de Fanger e Normas da ASHRAE) foram estudados com seres humanos estáticos, que não refletem a realidade desse agente na ocupação de um ambiente edificado, afinal, o ser humano não é um agente estático, e as próprias atividades laborais não recomendam esse tipo de estaticidade. No mesmo sentido, De Vecchi (2015) afirma que os ocupantes, por não serem estáticos, procuram se adaptar da forma que julgam necessária para reestabelecer sua condição de conforto. O modelo desenvolvido por Fanger – e adotado pelas normas internacionais – considera, na avaliação do conforto térmico seis variáveis essenciais na sua equação: as variáveis ambientais – temperatura do ar, temperatura radiante, umidade relativa e velocidade do ar; e as variáveis metabólicas pessoais (do indivíduo) – isolamento das roupas e o nível de atividade. No entanto, com frequência discute-se a relevância de outras variáveis menos quantificáveis (ou mais subjetivas), sendo a percepção do conforto térmico influenciada por fatores como o humor dos usuários dos espaços, os níveis de motivação dos trabalhadores, entre outros comportamentos.

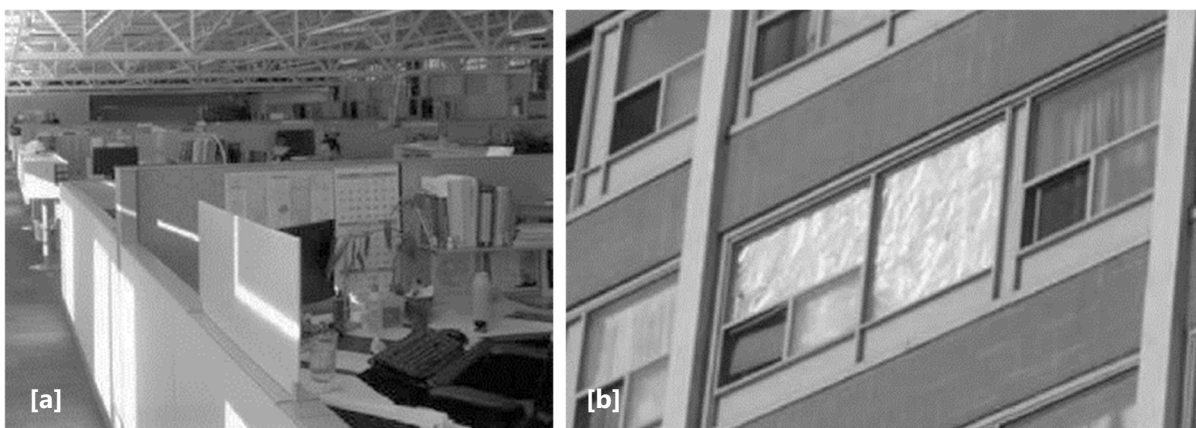
Segundo Hensen (1991, apud DE VECCHI, 2015, p. 29), *"para que uma pessoa se encontre em conforto térmico, não deve haver nenhum impulso comportamental que a leve a corrigir o ambiente"*. Além das características espaciais do lugar, diante de todas as diferenças possíveis entre as pessoas, as diferenças comportamentais e fisiológicas, é compreensível que a condição de conforto sugerida por Hensen seja improvável de ser encontrada em um mesmo ambiente interno. Além disso, no contexto dos ambientes de trabalho, cada vez mais o direito do trabalhador a um local confortável recebe a devida atenção, tornando-se uma tendência natural que os ocupantes desses espaços adaptem e procurem adequar as condições do seu ambiente para que a situação de neutralidade seja atingida (BURKE e KELLER, 2005). A percepção dos ocupantes em relação aos conhecidos 'edifícios fechados, com ar condicionado

central, com layouts de planos abertos que oferecem oportunidades mínimas, sem opção para abrir janelas', é negativa (BRAGER et al., 1997 apud HOES et al., 2008).

Para O'Brien e Gunay (2014), os usuários têm tipicamente um grande impacto devido ao papel ativo que desempenham na melhoria do seu conforto pessoal. O comportamento do usuário refere-se à presença de pessoas dentro do edifício, mas também as ações que adotam (ou não) para influenciar as condições ambientais internas (DEGELMAN, 1999; apud HOES et al., 2008). A influência das pessoas ocorre devido à sua presença, às atividades que desempenham no edifício e às suas ações de controle que visam melhorar as condições ambientais internas (térmicas, qualidade do ar, luz, ruído) (BURKE E KELLER, 2005), a citar as interações dos ocupantes com janelas operáveis, sistema de iluminação, cortinas, termostato, e dispositivos operáveis (YAN et al., 2015). É frequentemente observado, inclusive, outros tipos de modificações que os ocupantes adotam, a despeito das instalações prediais não fornecerem subsídios ou dispositivos de ajustes: desconforto ou incômodos localizados costumam desencadear ações alternativas, a exemplo do observado na [Figura 11].

Figura 11 – Modificações no ambiente em razão de condições que provocaram desconforto ao ocupante.

[a] uso de anteparo/placa na mesa individual e **[b]** fixação de material isolante em esquadria para reduzir incidência de luz solar direta.



Fonte: O'Brien e Gunay (2014).

Em termos de eficiência energética nas edificações, a importância do comportamento do usuário cresceu ainda mais devido ao aumento das expectativas individuais de conforto (O'BRIEN; GUNAY, 2014). Kim et al. (2017) corroboram com essa constatação quando sintetizam que o desafio em tornar as edificações energeticamente mais eficientes inclui a tentativa de '*acertar um alvo em movimento*', uma vez que as expectativas dos ocupantes com relação ao conforto não são estáticas: suspeita-se que elas aumentem de maneira consistente com o crescimento de seu poder aquisitivo.

Estudos observacionais de Fabi et al. (2012) revelaram '*sutis fatos contextuais*', que, paralelamente às condições ambientais, são capazes de influenciar significativamente o comportamento dos ocupantes – classificados em nove categorias por O'Brian e Gunay (2014):

- *Disponibilidade de controle pessoal;*
- *Acesso ao controle pessoal;*
- *Complexidade e transparência dos sistemas de automação;*
- *Presença de sistemas elétricos / mecânicos proporcionando meios alternativos de conforto;*
- *Visão e conexão com o exterior;*
- *Design interior;*
- *Experiências e possíveis condições futuras;*
- *Visibilidade do uso da energia;*
- *Padrões de ocupação e constrangimentos sociais.*

Os projetistas muitas vezes acreditam que os ocupantes ajam como o seu próprio entendimento e compreensão dos edifícios, de forma simples, racional, lógica e muitas vezes com um pensamento conservador quanto ao uso de energia. No entanto, Leaman (1999, apud COLE, 2009), ao longo de décadas de pesquisas com APO, constatou que na realidade, os ocupantes:

- *Agem em resposta a eventos aleatórios, externos;*
- *Tomam decisões de usar mecanismos ou controles somente depois que um evento o solicitou a fazê-lo (em vez de antecipadamente);*
- *Muitas vezes esperam por algum tempo até agir, e normalmente o fazem quando atingem uma 'crise de desconforto';*
- *Operam os controles ou sistemas que são mais acessíveis (próximos), ao invés daqueles que seriam logicamente os mais apropriados;*
- *Escolhem a opção mais fácil e rápida do que a melhor, para seu benefício imediato;*
- *Conscientemente ou não, deixam os sistemas no estado que alterou, ao invés de devolvê-lo à condição original, pelo menos até que outra crise de desconforto o atinja.*

Baseados em uma extensiva revisão na literatura sobre adaptação térmica em ambientes construídos, Brager e De Dear (1998) atribuíram a adaptação comportamental a três diferentes processos: **o ajuste comportamental, a aclimação fisiológica e a expectativa psicológica**, aos quais, Kim et al. (2017) classificaram como três categorias de adaptação comportamental:

- **Pessoal** (*ajustando-se ao entorno*);
- **Ambiental** (*modificando o entorno*); e
- **Cultural** (*costumes sociais/organizacionais*).

Raaij (1983, apud KIM et al., 2017) e Gunay et al. (2013, apud KIM et al., 2017), por sua vez, identificaram aspectos, ou fatores comportamentais, que podem ser considerados cruciais no uso da energia do setor residencial:

- **Atitudes relacionadas à energia:** consciência ecológica, preocupações energéticas, sensibilidade ao custo/tarifa da energia;
- **Comportamentos adaptativos:** abrir janelas ou portas, escolher vestimenta adequada ao clima, tomar um banho termo regulatório, beber de forma sazonal bebidas quentes ou frias, utilizar ar-condicionado ou aquecedor;
- **Preferências térmicas pessoais;**
- **Estilo de vida.**

A combinação dos fatores acima elencados auxilia o entendimento do consumo energético do setor residencial ser maior, se comparado ao do setor comercial [Figura 3]⁵. Naquele segmento, o impacto do comportamento do usuário é mais significativo, uma vez que o morador/proprietário/ocupante desempenha um papel mais ativo na termorregulação do seu clima, exercendo um controle direto sobre o ambiente circundante e realizando tarefas mais diversificadas. Em comparação ao contexto residencial, a população trabalhadora de escritório possui mais restrições, tanto no acesso aos dispositivos de controle do ambiente, quanto na possibilidade de diversificação de tarefas. Ambientes de escritórios, por sua vez, foram objeto da grande maioria dos estudos de campo realizados sobre conforto térmico (DE DEAR, 1998 apud KIM et al., 2017).

Diversos pesquisadores demonstraram que mudanças comportamentais dos usuários podem resultar em uma modificação substancial do consumo de energia. Objetivando investigar a relação entre o comportamento dos moradores e o consumo de energia utilizada no condicionamento de ar em de residências japonesas durante o período de verão, Iwhashita e Akasaka (1997) conduziram estudo registrando o comportamento dos moradores em ações como abrir/fechar janelas ou portas e acionar aparelho de ar condicionado – enquanto paralelamente monitoravam a ventilação. Os resultados revelaram que 87% da taxa total de mudança de ar foi causada pelo comportamento dos moradores nas ações rotineiras de operar as esquadrias e o ar-condicionado.

Haldi e Robinson (2011) e Reinhart (2004) relatam que o impacto do comportamento dos usuários no desempenho energético em edifícios de escritórios pode chegar ao '*fator de dois ou mais*', podendo haver maior impacto com diversidades individuais. Soebarto e Williamson (2001, apud HOES et al., 2008) afirmam que a diferença no uso de energia presumido e o uso real pode ser grande – positivamente ou negativamente.

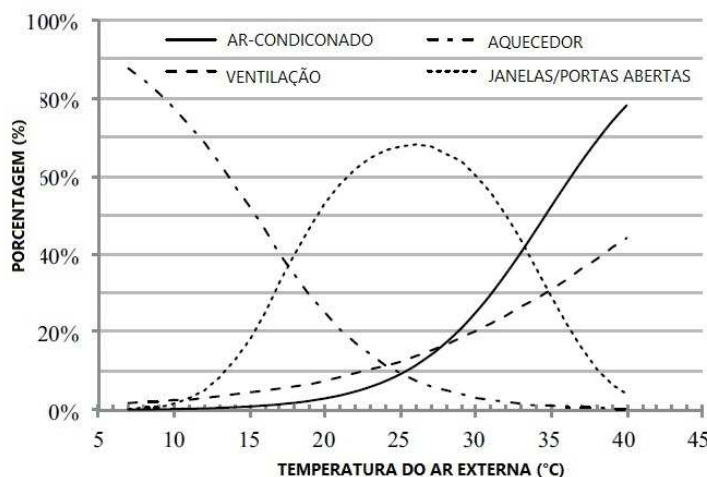
Em estudo de campo longitudinal⁶ conduzido em 42 edificações residenciais localizadas na região climática temperada do leste da Austrália (cidades de Sidnei e Wollongong), Kim et al. (2017) buscaram compreender melhor os padrões de comportamento adaptativo dos ocupantes no contexto residencial, por meio de análises estatísticas nos dados

⁵ Pág. 18.

⁶ Um estudo longitudinal colhe informações sobre número de sujeitos em momentos diferentes, no qual os mesmos participantes podem ser entrevistados periodicamente (WHEELAN, 2016).

comportamentais auto relatados pelos participantes, a fim de quantificar a probabilidade de um comportamento adaptativo particular ocorrer em razão das condições climáticas, tanto do ambiente interno quanto no externo [Figura 12]. Os pesquisadores afirmam que, no conceito mais amplo da adaptação térmica, os ajustes comportamentais oferecem um mecanismo efetivo para manter o conforto dos ocupantes, e representam uma conexão imediata entre o senso de desconforto e a resposta que julgam como a mais correta.

Figura 12 – Diferentes estratégias adaptativas utilizadas em edificações residenciais na Austrália em função da temperatura externa.



Fonte: Adaptado de Kim et al. (2017)

2.4.1 Comportamento humano na simulação do desempenho da edificação

A simulação do desempenho de uma edificação tornou-se um aceito método de avaliação durante o processo projetual e tende a se tornar inevitável, quando considerados a crescente complexidade das construções e os requisitos mais elevados da sustentabilidade (HOES et al., 2008). No entanto, devido à incerteza significativa das entradas de modelos de construção, por vezes, os resultados divergem do consumo real de um edifício em uso e em operação (YAN et al., 2015), em razão da diferença entre o consumo de energia previsto e o real.

A Agência Internacional de Energia (*International Energy Agency- IEA*) identificou o clima, a envoltória dos edifícios, as instalações prediais, o design do ambiente interno, a operação e manutenção da edificação, e o comportamento dos usuários como fatores condutores do uso de energia em edifícios. Dentre esses aspectos, é de comum entendimento que já existe um significativo progresso nos itens elencados, exceto o comportamento dos usuários (YAN et al., 2015).

Hoes et al. (2008) reforçam que, além das características da utilização espacial e operacional, o uso da energia pelos edifícios está diretamente relacionado ao comportamento de seus ocupantes – fator que tem sido reconhecido como um dos principais fatores que

contribuem para a incerteza do desempenho de uma edificação e na imprecisão de predição do consumo energético (HALDI e ROBISON, 2011; HOES et al., 2008; O'BRIEN e GUNAY, 2014; YAN et al., 2015; KIM et al., 2017), evidenciando a importância do “fator humano” nas simulações de desempenho dos edifícios. Para Degelman (1999, apud HOES et al., 2008), no desempenho energético, o comportamento do usuário tem uma influência até maior do que o processo térmico relacionado às envoltórias do edifício.

De acordo com Hoes et al. (2008), vários parâmetros de entrada em um modelo de simulação podem introduzir incertezas. Na construção de edifícios de escritórios típicos (ou padrão), o ganho do calor interno – que tem uma relação direta com o comportamento dos usuários – foi considerado um importante e sensível parâmetro de entrada quando utilizado na simulação para verificação do uso de energia. Portanto, é assumido que o comportamento do usuário é um dos parâmetros de entrada mais importantes que influenciam os resultados das simulações de desempenho de construção e os pressupostos não confiáveis sobre o comportamento do usuário podem ter grandes implicações para tais avaliações. Degelman (1999, apud HOES et al., 2008) afirma que a simulação de construção é capaz de realizar previsões precisas se o uso de um edifício for previsível e rotineiro – o que geralmente ocorrerá em edifícios onde a influência do usuário é minimizada ou não é possível. No entanto, para HOES et al (2008), esse não é o tipo de conceito atualmente adotado nas edificações e suas relações com os usuários.

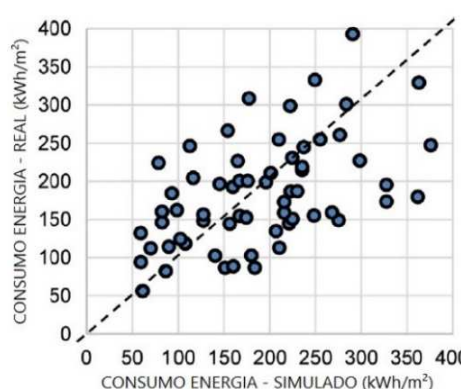
A presença e interação dos ocupantes com os componentes de uma edificação afetam significativamente a energia consumida prevista por meio de simulação energética, mesmo com a precisa definição das condições climáticas externas, a envoltória do edifício e suas instalações prediais. Clevenger e Haymaker (2006) encontraram diferenças que chegaram a 150% (ou mais) entre consumo predito e consumo medido, quando os padrões comportamentais dos ocupantes são considerados, sejam os padrões comportamentais típicos, minimizados ou maximizados. Ao estudar a influência do comportamento humano em sistemas de aquecimento na Alemanha, Santin et al. (2009) concluíram que a maneira como os usuários utilizam o sistema provoca diferenças significativas no consumo energético.

Para demonstrar esta diferença, Tuner et al. (2008, apud YAN et al., 2015) compararam o consumo de energia elétrica (em kWh/m²) previsto em simulação realizada durante a etapa de projeto e a energia consumida da edificação em uso e operação de 62 novas construções que obtiveram a certificação ambiental LEED. Em alguns casos os modelos com o consumo energético simulado corresponderam ao desempenho real do edifício (diagonal tracejada), no entanto, foi constatado um erro médio de 18% entre o medido e o previsto na maioria deles [Figura 13].

Na China, para ilustrar a magnitude da imprecisão relacionada ao comportamento do usuário no desempenho das edificações, Li et al. (2014 apud YAN et al., 2015) investigaram o consumo energético proveniente do uso de ar-condicionado em 25 unidades residenciais situadas no mesmo edifício, com as mesmas características da envoltória, durante período de

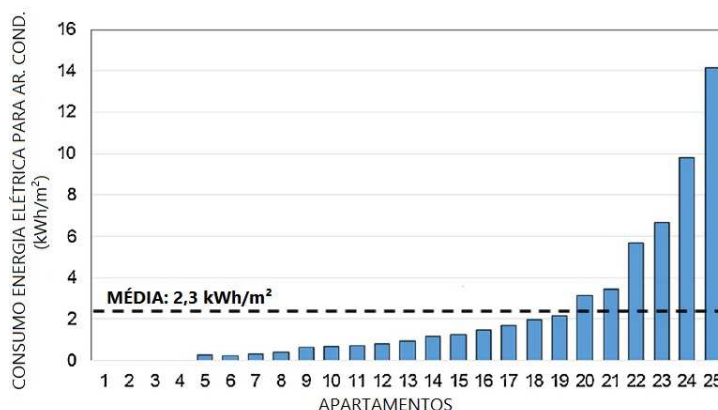
verão. A discrepância do consumo energético foi identificada pelo modo de uso e operação de sistemas de climatização: apartamentos cujos moradores mantinham o ar-condicionado acionado em ambientes maiores ou períodos mais longos consumiam mais energia do que aqueles que mantinham o sistema acionado por períodos mais curtos ou em ambientes menores; evidenciando que o ocupante exerceu mais influência sobre o consumo energético do que o projeto dos apartamentos e suas características físicas [Figura 14].

Figura 13 - Comparação do consumo energético real e simulado em 62 edifícios.



Fonte: Yan et al. (2015). Adaptado pela autora.

Figura 14 - Comparação do consumo energético em unidades habitacionais em Beijing - China.



Fonte: Yan et al. (2015). Adaptado pela autora.

Hoes et al. (2009) acreditam que os projetos dos edifícios modernos deverão considerar o fato de que as adaptações do usuário são um pré-requisito para o correto funcionamento do corpo humano. Este entendimento, juntamente com a premissa de se construir edifícios sustentáveis, deve resultar, mais adiante, em uma mudança das construções que operam exclusivamente com ambientes internos climatizados para edifícios que operam principalmente com sistemas passivos, pelo menos em condições climáticas adequadas. Este tipo de mudança também deve afetar ainda mais o papel do usuário de um edifício, tornando-se mais ativo e, portanto, aumentando sua influência do funcionamento e desempenho no prédio (WILSON et al., 2006, apud HOES et al., 2009). Rijal et al. (2007, apud HOES et al., 2009) acreditam que o uso de modelos comportamentais de ocupantes com maiores resoluções e complexidade irão melhorar a compreensão da relação entre o edifício, usuários e o desempenho da edificação, o que mais adiante resultará na melhoria do processo projetual.

Diversos pesquisadores já começaram a desenvolver modelos baseados em estudos de campo e experimentos, para melhor representar o comportamento dos usuários na simulação do desempenho de edifícios. Dentre aspectos considerados, há aqueles relacionados às variáveis ambientais e à presença do ocupante: o controle de iluminação, cortinas, abertura de janelas, ajuste das camadas de roupas. Embora tenha ocorrido aumento de pesquisas quanto a esta temática nas últimas quatro décadas, e particularmente nos últimos

anos, Yan et al. (2015) afirmam que ainda existem muitas lacunas no conhecimento e limitações das metodologias atuais, persistindo a falta de métodos científicos e confiabilidade para sistematizar o comportamento dos ocupantes no desempenho energético dos edifícios. Os pesquisadores apontam para a necessidade de maior rigor nas metodologias experimentais; relatório detalhado dos métodos e resultados, e desenvolvimento de meios eficientes para implementar modelos de comportamento de ocupantes e integrá-los na construção de programas de modelagem de energia.

[3] o edifício, objeto do estudo

Embora os aspectos investigados da pesquisa permeiem a escala mais próxima à dimensão do usuário, inserido em um ambiente interno muito bem definido e delimitado espacialmente, sabe-se que aspectos relacionados à escala do edifício e do entorno imediato são capazes de interferir no ambiente interno e influenciar a percepção deste ocupante quanto à qualidade do ambiente que ocupa. Nesse entendimento, o capítulo aborda diversos contextos no qual o objeto de estudo se insere, desde o clima, aspectos de sua inserção urbana, panorama histórico, até características da reforma ao qual foi submetido e que implicam nas atuais condições do ambiente interno – especificamente o térmico.

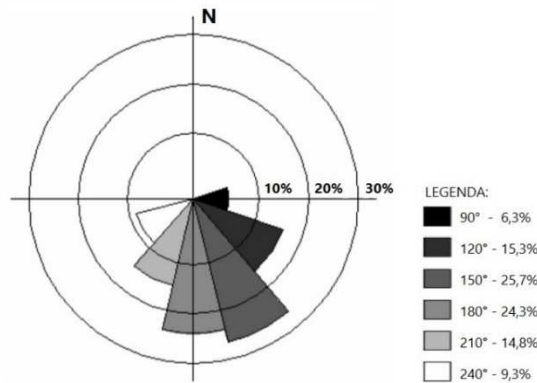
3.1 Contexto climático

Situada na costa litorânea do Nordeste do Brasil, João Pessoa (7,11°S; 34,86°O) é caracterizada pelo clima predominante tropical úmido, conforme a Classificação Climática de Köppen-Geiger, apresentando pequena amplitude térmica, médias anuais de temperatura em torno dos 27°C e o intervalo médio de 5°C entre temperaturas mínimas e máximas (OLIVEIRA, 2013), podendo ser observados períodos chuvosos (abril a junho) e secos (novembro a fevereiro) e o aumento da incidência dos ventos provenientes da direção sudeste no verão [Figura 15].

Inserida na Zona Bioclimática 8, de acordo com a classificação do Zoneamento Climático Brasileiro (ABNT 15220-3), as estratégias de condicionamento térmico passivo incluem a adoção de ventilação cruzada permanente, sombreamento das aberturas e desumidificação do ambiente interno. Sabe-se que o calor e a umidade são as principais questões a serem levadas em consideração para a realização do conforto neste clima. De acordo com Oliveira (2013) a carta bioclimática do município apresenta a zona de conforto em apenas 9,47% das horas nos meses de junho a setembro, tendo a ventilação natural como

maior estratégia bioclimática (39,59% das horas, principalmente nos meses de dezembro a fevereiro); seguida da inércia térmica para resfriamento (35,81% das horas) e a desumidificação/renovação do ar (15,13% das horas).

Figura 15 – Rosa dos ventos para a cidade de João Pessoa



Fonte: Peregrino (2005, apud SOUZA, 2010).

De acordo com dados disponibilizados pelo Instituto Nacional de Meteorologia – INMET, João Pessoa registrou no ano de 2016⁷: média anual de 26,80°C, temperatura máxima anual de 33°, temperatura mínima 19,3°C e umidade relativa média de 74,47% [Tabela 3].

Tabela 3 - Temperatura e umidade relativa em João Pessoa, ano 2016.

MESES	TEMPERATURA (°C)			UMIDADE RELATIVA (%)		
	MÉDIA	MÁX.	MIN.	MÉDIA	MÁX.	MIN.
JAN	27,40	33	21,3	76,71	94	50
FEV	27,44	32,4	21,8	75,33	95	51
MAR	27,81	31,8	23,8	76,38	94	59
ABR	27,30	31,8	23,2	77,74	95	55
MAI	27,30	31,8	23,2	77,72	95	55
JUN	25,58	30,7	19,5	78,86	95	54
JUL	24,95	29,7	19,3	78,74	95	53
AGO	25,81	30,2	21,3	71,88	93	51
SET	26,65	30,9	25,7	68,68	77	54
OUT	26,76	31,7	21,8	69,82	94	46
NOV	27,26	32,3	22,7	70,08	90	48
DEZ	27,34	32,1	22,9	71,67	94	49
ANUAL	26,80	33	19,3	74,47	95	46

Fonte: INMET, 2016. Adaptado pela autora

Adicionalmente, fez-se um recorte das condições climatológicas correspondentes ao período da realização do estudo (19 de agosto a 20 de setembro de 2016) e ainda do

⁷ Os dados são provenientes da Estação Meteorológica automática em João Pessoa A-320, código OMM 81918, localizada na latitude -7,165409°; longitude -34,815627°, altitude de 34 metros, disponibilizados no portal do INMET - www.inmet.gov.br.

horário efetivo de uso e operação do edifício objeto de estudo (dias úteis, das 7:00h às 19:00). Nesse período, a temperatura média do ar externa foi de 27,15°C e umidade relativa média de 66,95 [Tabela 4]. Quanto a cobertura do céu, foi verificado a predominância de nuvens esparsas, com cobertura de 3/8 a 4/8 da abóbada celeste em 56,25% do período da pesquisa de campo [Tabela 5].

Tabela 4 – Temperatura e umidade relativa do ar externo, em João Pessoa, durante período da pesquisa de campo.

PERÍODO		TEMPERATURA DO AR (°C)				UMIDADE RELATIVA (%)			
DATA	HORÁRIO	MÉDIA	MÁX.	MIN.	DP	MÉDIA	MÁX.	MIN.	DP
19 ago a 20 set 2016	das 7:00 às 19hs	27,15	30,20	21,30		66,95	93	49	
	Horários de coleta de dados ⁸	27,09	29,90	21,40	±2,50	67,75	92	50	±10,17

Fonte: INMET (2016). Adaptado pela autora.

Tabela 5 - Cobertura do céu (quantidade de nuvens) no período das medições.

COBERTURA DO CÉU	POUCAS 1/8 a 2/8 da abóbada	ESPARSAS 3/8 a 4/8 da abóbada	NUBLADO 5/8 a 7/8 da abóbada	ENCOBERTO 8/8 da abóbada
FREQUÊNCIA DE OCORRÊNCIA	7 dias	18 dias	7 dias	0 dias
19 ago a 20 set 2016	21,875%	56,25%	21,875%	0%

Fonte: INMET (2016). Adaptado pela autora.

3.1.1 Localização / orientação

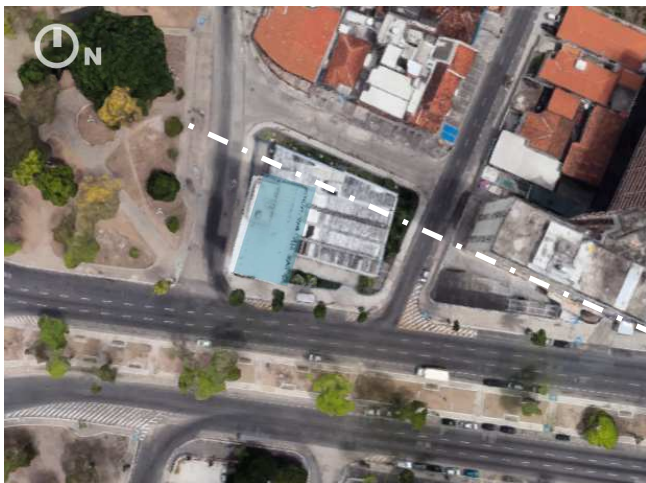
Localizado no Centro do município de João Pessoa, Estado da Paraíba, em área de concentração de estabelecimentos comerciais e transporte público coletivo, o edifício objeto do estudo destaca-se pela peculiaridade de sua implantação, face à característica do lote único no quarteirão de formato trapezoidal, limitado por quatro vias de acesso [Figuras 16 e 17]. Assim, o conjunto arquitetônico é privilegiado por um aspecto que diverge do aglomerado e adensamento característico de um centro urbano de uma capital, com implantação isolada no lote, generosos recuos e relativo distanciamento de edificações circundantes; não sofrendo significativas interferências de sombreamento ou isolamento térmico em suas condições ambientais internas pela influência de outras unidades edificadas.

No lado oeste do lote – voltado para um parque – e no lado sul – voltado para largas vias de acesso – inexistem edificações circunvizinhas. Nos quarteirões situados nos lados norte e leste, predominam edificações com tipologia de um e dois pavimentos, à exceção de

⁸ Horário das 8:00h às 12:00h e 13:00h às 18:00h, considerando os resultados equivalentes aos horários das medições individuais.

um edifício residencial de tipologia vertical, com 13 pavimentos. Este, no entanto, em razão do seu recuo em relação à via principal e implantação inclinada no lote, não configurou ao edifício objeto do estudo um obstáculo direto à incidência solar e incidência de ventos provenientes da orientação leste/sudeste, conforme linha diagonal em destaque na [Figura 16].

Figura 16 – Contexto da localização do lote.



Fonte: Google Maps (2017). Adaptado pela autora.

Figura 17 – Planta baixa implantação

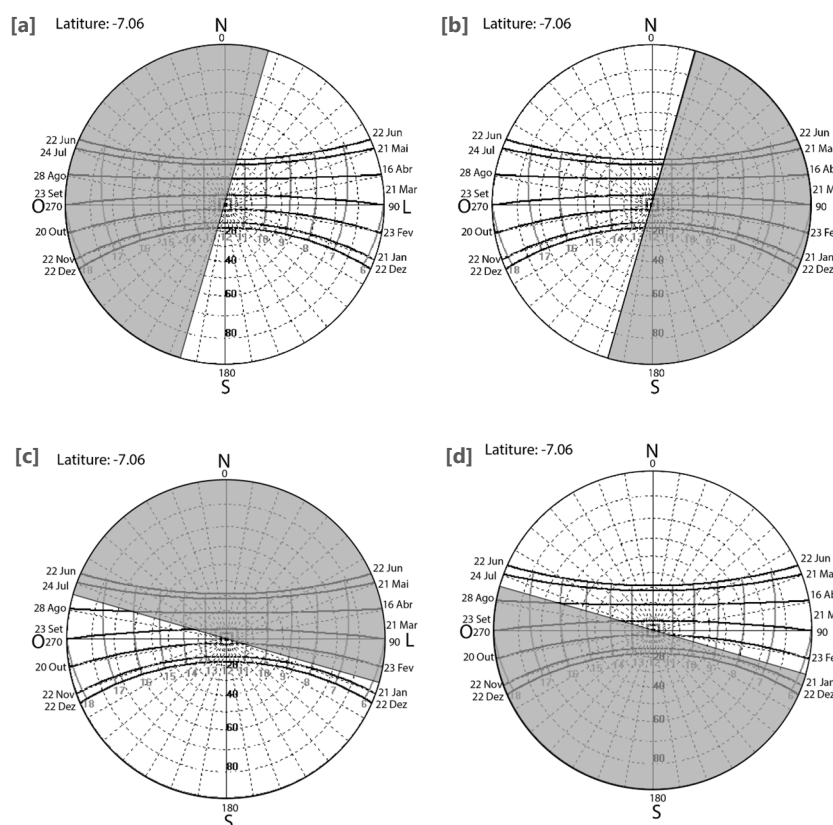


Fonte: Dataprev (2014). Adaptado pela autora.

Por se tratar de uma área inserida na delimitação do 'Centro Histórico' do município, no qual reformas são regulamentadas de maneira a manter a tipologia predominantemente horizontal da região, são exíguos os exemplares de edifícios verticais. Estes, quando ocorrem, justificam-se pela construção ter ocorrido em momento anterior à lei municipal que restringe a verticalização da região – a citar o edifício objeto de estudo e a edificação multifamiliar adjacente.

O volume da torre vertical tem sua fachada principal – onde se concentram os espaços internos de escritórios, foco da pesquisa – voltada para orientação **Leste** [Figura 22], na qual a incidência do sol nascente ocorre das seis da manhã ao meio dia em quase todos os meses do ano – de acordo com o diagrama solar elaborado por Lima (2016) [Figura 18]. Igualmente durante a maior parte do ano, sobre a fachada **Oeste** (na qual concentram-se ambientes de circulação e serviço [Figura 23]) incide a insolação das 13h às 18h – considerada a pior insolação e a mais indesejável. A fachada **Sul** recebe incidência solar o dia inteiro nos meses de novembro a janeiro e no período da tarde nos meses de agosto a outubro. A insolação atinge a fachada **Norte** durante todo o dia nos meses de maio a julho, e durante o período da manhã e início da tarde de fevereiro a abril.

Figura 18 - Cartas solares das fachadas [a] leste, [b] oeste, [c] sul e [d] norte.



Fonte: Lima, 2016.

3.2 Histórico do edifício

Concebido na década de 1960, o edifício de 11 pavimentos objeto desse estudo de caso foi originalmente destinado a abrigar a Reitoria da Universidade Federal da Paraíba – UFPB. O conjunto arquitetônico formado por dois volumes puros, distintos e bem definidos – uma base horizontal e uma torre vertical – representa um exemplar da arquitetura moderna na cidade de João Pessoa. Embora não possua um instrumento individual de tombamento específico, o imóvel está inserido em área de zona urbana classificada como Área de Preservação Rigorosa – APR, sendo sua classificação como de Conservação Parcial – CP, de acordo com o “Tombamento do Centro Histórico da Cidade de João Pessoa”, estipulado pelo Decreto Estadual nº25.138 de 28/06/2004 (COSTA, 2009).

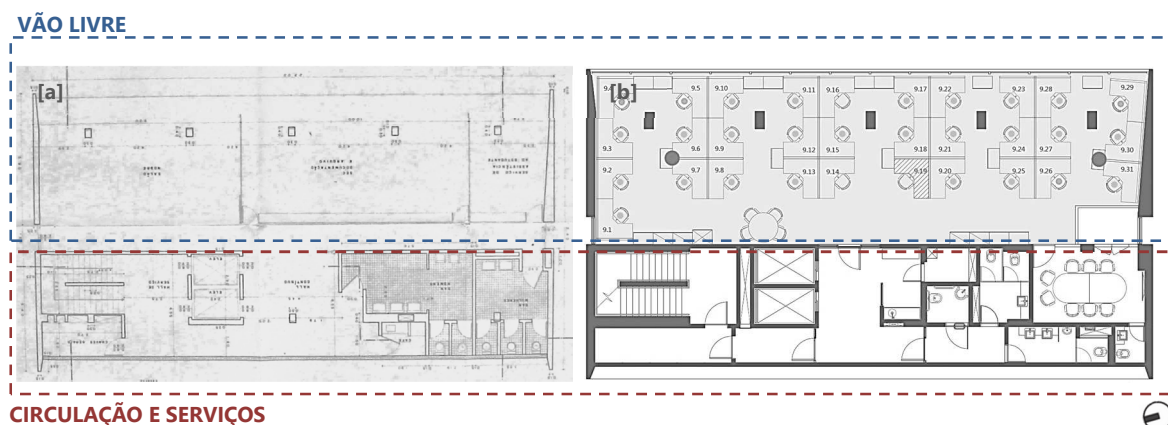
No seu projeto, o arquiteto carioca Leonardo Stuckert, adotou preceitos da arquitetura moderna e aspectos funcionais da tipologia de um edifício para escritórios, no imóvel que seria voltado para o uso institucional. Segundo Pereira (2002):

"o projeto de Leonardo Stuckert se alinhava ao conceito, embora, paradoxalmente, antifuncionalista de espaço universal, isto é, uma estrutura espacial capaz de aceitar quase todo tipo de função. Assim o bloco vertical

permitia diversos arranjos internos, favorecidos pela estrutura de concreto armado regularmente dispostas e pelas janelas contínuas e com subdivisões estreitamente moduladas".

A particularidade da adoção do vão livre em seu arranjo interno permitiu que o imóvel se adequasse com facilidade às necessidades espaciais específicas dos sucessivos proprietários que obteve ao longo de quatro décadas [Figura 19]. O atual contexto de uso reforça esse entendimento, uma vez que o vão livre favorece a atual configuração do espaço corporativo a que se destina. Nesta mesma lógica, a fachada Leste, envidraçada, não causou restrições nos arranjos que vieram a ocorrer na área útil dos pavimentos da torre, uma vez que *"a própria aparência externa do edifício não denunciava de antemão suas subdivisões internas"* (PEREIRA, 2002).

Figura 19 - Planta baixa do pavimento tipo (volume vertical), projeto em [a] 1963 e em [b] 2014.



Fonte: Pereira (2002) e DATAPREV 2012 (adaptado pela autora)

Na torre, a dualidade entre as fachadas é evidente: enquanto a leste, que delimita o vão livre, fica voltada para os ventos dominantes e é completamente envidraçada; a fachada oeste, que abriga os setores de serviços e circulação interna, intercala faixas de janelas altas e fechamentos de alvenaria [Figuras 22 e 23]. Por este critério, embora não se valorize a visão do Parque Solon de Lucena – localizado no lado Oeste – é priorizada a questão da orientação solar:

"dessa forma, dentro dos preceitos modernos, eram os aspectos funcionais e não a relação com as peculiaridades do lugar que fundamentavam essa diferenciação. É verdade no entanto, que se privilegiava um acesso monumental, que aliava o recuo do bloco horizontal, a conformar uma empena cega na lateral da rampa, à perspectiva propiciada pela Avenida Getúlio Vargas". (PEREIRA, 2002).

Embora a orientação dos espaços funcionais voltados para o leste privilegie a incidência solar no turno da manhã e a incidência dos ventos, intervenções realizadas ao longo dos anos no edifício já evidenciavam que a adoção de uma fachada totalmente envidraçada não se apresentava adequada às condições ambientais local. Comparando o projeto original [Figura 20] com a situação da fachada leste no ano de 2001 [Figura 21] é possível identificar as

seguintes modificações que impactam diretamente no conforto ambiental nos ambientes internos:

- Adoção de equipamentos de ar-condicionado tipo 'janela';
- Inutilização das janelas basculantes (2º segmento da esquadria);
- Substituição do segmento inferior da esquadria em vidro por placas opacas cimentícias;
- Aplicação de adesivos pretos em segmentos alternados de esquadrias, diminuindo incidência solar direta nos ambientes internos.

Figura 20 - Fachada leste do edifício na década de 1960.



Fonte: Pereira (2008).

Figura 21 - Fachada leste do edifício em 2013.



Fonte: Acervo pessoal (2001)

3.3 O retrofit

O conjunto arquitetônico – composto pelo volume horizontal térreo e pela torre vertical – foi subdividido no ano de 2010 em dois imóveis pertencentes a dois proprietários distintos. Em 2013, a empresa proprietária da área correspondente à torre de 11 pavimentos, em função do “*precário estado de conservação no edifício, que contava com cerca de 40 anos*”, apontou para a necessidade de se promover obras globais de reforma “*com o intuito de prover o imóvel de instalações seguras, acessíveis (...), modernas de menor custo operacional e de manutenção, adequadas ao desempenho das atividades da Empresa*” (DATAPREV, 2012). O instrumento licitatório para contratação da obra apontou ainda para a necessidade de melhorar o conforto ambiental da edificação e, inclusive, aumentar sua eficiência energética.

Figura 22 – Fachada Leste após o *retrofit*.



Fonte: Acervo pessoal (2016).

Figura 23 – Fachada Oeste após *retrofit*.

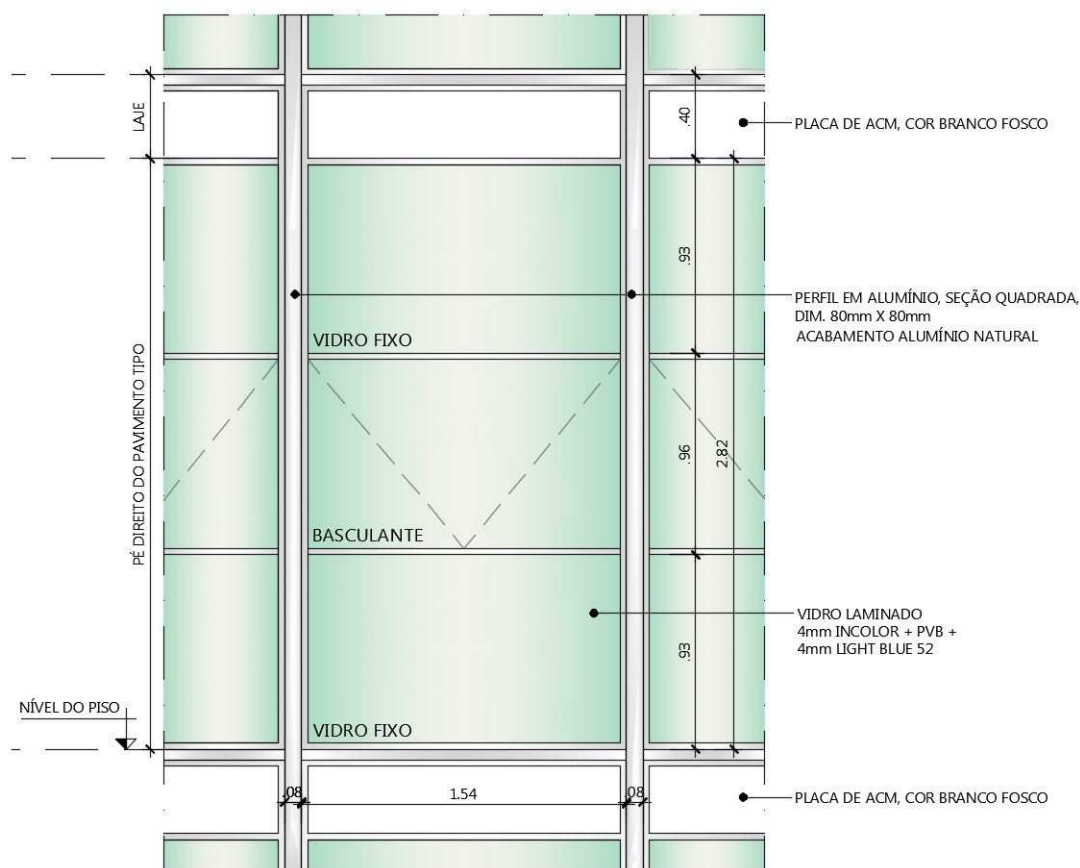


Fonte: Acervo pessoal (2016).

O *retrofit*, executado de julho de 2014 a fevereiro 2016, contemplou os segmentos da arquitetura, engenharia civil, elétrica, eletrônica, mecânica e telecomunicações; compreendendo as fachadas, áreas externas e, internamente, a área ocupada pela Empresa (DATAPREV, 2012). Embora internamente não houvesse restrições projetuais de adequação arquitetônica, externamente “o projeto de reforma considerou o atendimento às restrições definidas pelo nível de tombamento da área na qual o edifício está inserido, sendo necessário proceder à recomposição da fachada original do projeto”, inclusive respeitando-se tipologia da esquadria e proporção de aberturas transparentes (DATAPREV, 2014). Dessa maneira, a reconstituição da esquadria que reveste a fachada leste [Figura 22], obrigatoriamente adotou a tipologia original do projeto, com os três segmentos que constituem um módulo de esquadria [Figura 24] inteiramente transparentes, à exceção do vão que corresponde à altura da estrutura (vigas e lajes) entre os pavimentos.

A fachada Oeste foi objeto da substituição dos revestimentos – por outros de cor e dimensões idênticas ao do projeto original – e a substituição das esquadrias. A fachada Leste, além da recomposição de uma varanda localizada no último pavimento, teve toda esquadria substituída, com adoção de novos caixilhos de alumínio e vidro duplo laminado – em substituição aos vidros simples [Figura 24]. O vidro duplo laminado adotado é composto por uma lâmina de vidro incolor com 4mm (face interna), uma camada de PVB (polivinil butiral) e uma segunda lâmina de vidro incolor de controle solar ‘Light Blue 52 on clear - base incolor’ 4mm (face externa) [Tabela 6].

Figura 24 – Elevação externa do módulo da esquadria, fachada leste e corte esquemático do vidro laminado.



Fonte: DATAPREV, 2014. Adaptado pela autora

Tabela 6 – Características de desempenho do vidro laminado Light Blue 52 on Clear utilizado nas esquadrias.

VIDRO LAMINADO	FATORES VISÍVEIS				NFRC 100-2004 e NFRC 200-2004			
	Transm. luminosa	Reflexão externa	Reflexão interna	Absorção	Fator solar	Coefficiente de sombra	Valor-U (dia)	Ganho relativo de calor
Light Blue 52 4 mm + on clear 4mm	66%	11%	7%	36%	58%	0,67	5,16 W/m ² °C	462 W/m ²

Fonte: Especificação do fabricante – Guardiam

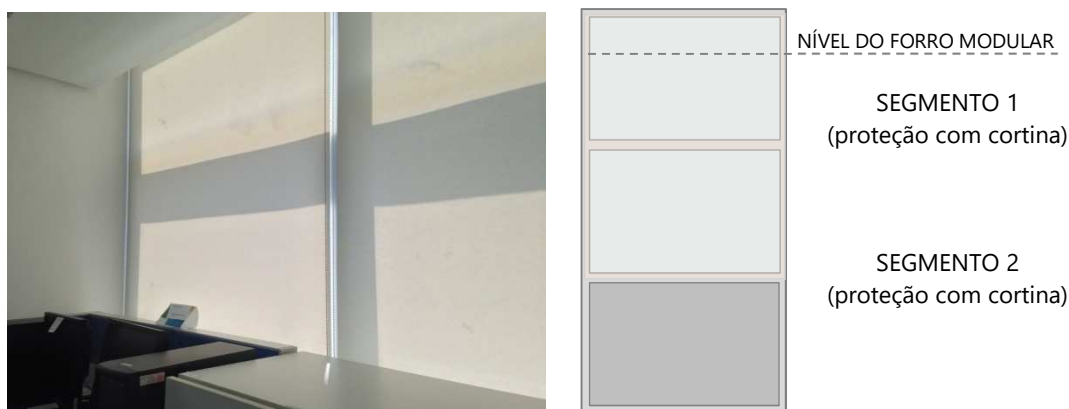
Os ocupantes podem controlar a iluminação natural nos ambientes através do ajuste das proteções internas móveis – as cortinas tipo rolo⁹; que têm como principal objetivo reduzir ou aumentar a luz incidente no ambiente interno [Figura 25]. As cortinas utilizadas em todo o imóvel são do tipo ‘tela de proteção solar’¹⁰, com proporção de abertura que permitem,

⁹ Tela solar Thermoscreen 3%, do fabricante Uniflex.

¹⁰ As telas de proteção solar são constituídas por um tecido em poliéster e PVC, cuja abertura da trama definirá os variados percentuais de abertura. Caracterizam-se por bloquear incidência de raios solares mantendo a visibilidade externa.

mesmo quando fechadas, a entrada de luz solar difusa. O fator de abertura é de 3%, coeficiente de sombreamento de 46% e bloqueio de aproximadamente 90% dos raios UV.

Figura 25 – Proteção interna fechada e esquema dos segmentos da esquadria.



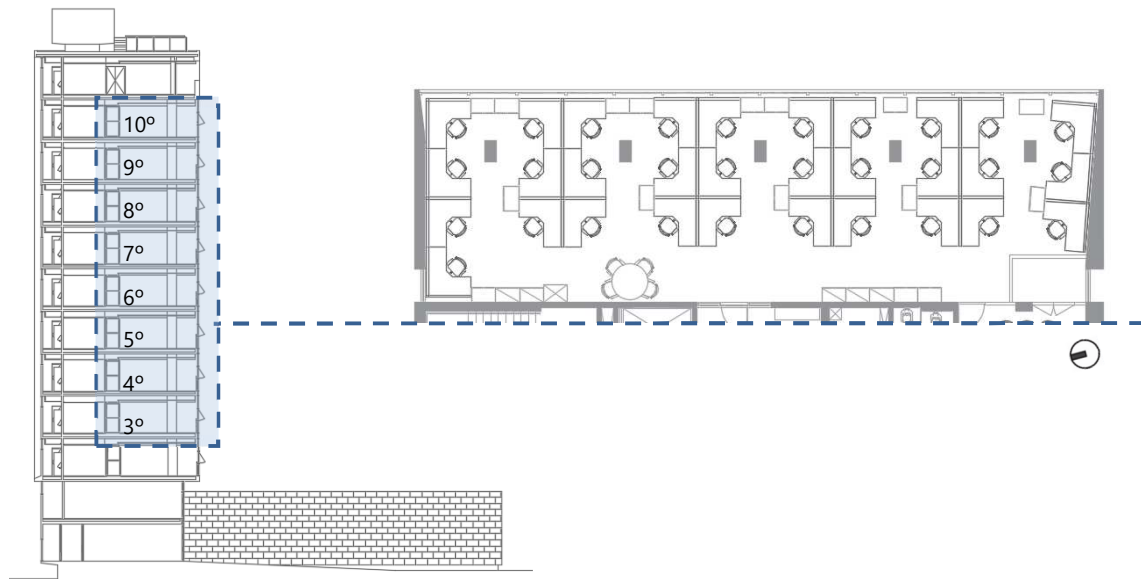
Fonte: Acervo pessoal (2016).

3.4 Layout corporativo e as estações de trabalho

Os espaços destinados aos escritórios correspondem ao vão livre que se repetem na torre, do 3º ao 10º pavimento [Figura 26]. Embora possuam similaridade na questão do vão livre, o 2º pavimento destina-se às salas multiuso (auditório, treinamentos) e o 11º pavimento às áreas comuns aos trabalhadores, como a varanda, sala de convivência e refeitório. Portanto, os ambientes de trabalho distribuídos do 3º ao 10º pavimento, com pequenas variações de layout, constituem o 'recorte espacial' da pesquisa, onde foram realizadas as coletas de dados [Figura 28]. No que diz respeito às áreas de escritório, possuem em todos os andares uma padronização de soluções, frequentemente utilizadas em ambientes corporativos e institucionais. Assim, tem-se um layout composto por mobiliários individuais, com a conformação em "L", agrupados em ilhas com divisões verticais que não ultrapassam 1,1 metros de altura [Figura 27]. Preserva-se assim, o conceito de vão livre, com exíguas subdivisões de salas. Estas, quando ocorrem, utilizam divisórias com vidro transparente, de maneira que a continuidade visual do pavimento é mantida.

Ainda a respeito dos ambientes de trabalho, foi constatada a utilização de materiais com propriedades acústicas que objetivam minimizar os ruídos característicos de áreas de trabalho compartilhadas, como as divisórias verticais entre as estações de trabalho com superfícies revestidas em tecido, o forro modular mineral, piso elevado em placas de aço, divisórias com faces duplas e preenchimento em lã de vidro. Em relação ao mobiliário (posto de trabalho) o conjunto padronizado é o mesmo utilizado por todos os trabalhadores – incluindo a cadeira operativa – assim como os equipamentos individuais, composto por um conjunto de computador desktop, monitor LED 21" e aparelho telefônico [Figura 29]. Ressalta-se que o uso de dois monitores por trabalhador é frequente.

Figura 26 – Corte esquemático com indicação dos pavimentos e recorte da planta tipo dos ambientes investigados.



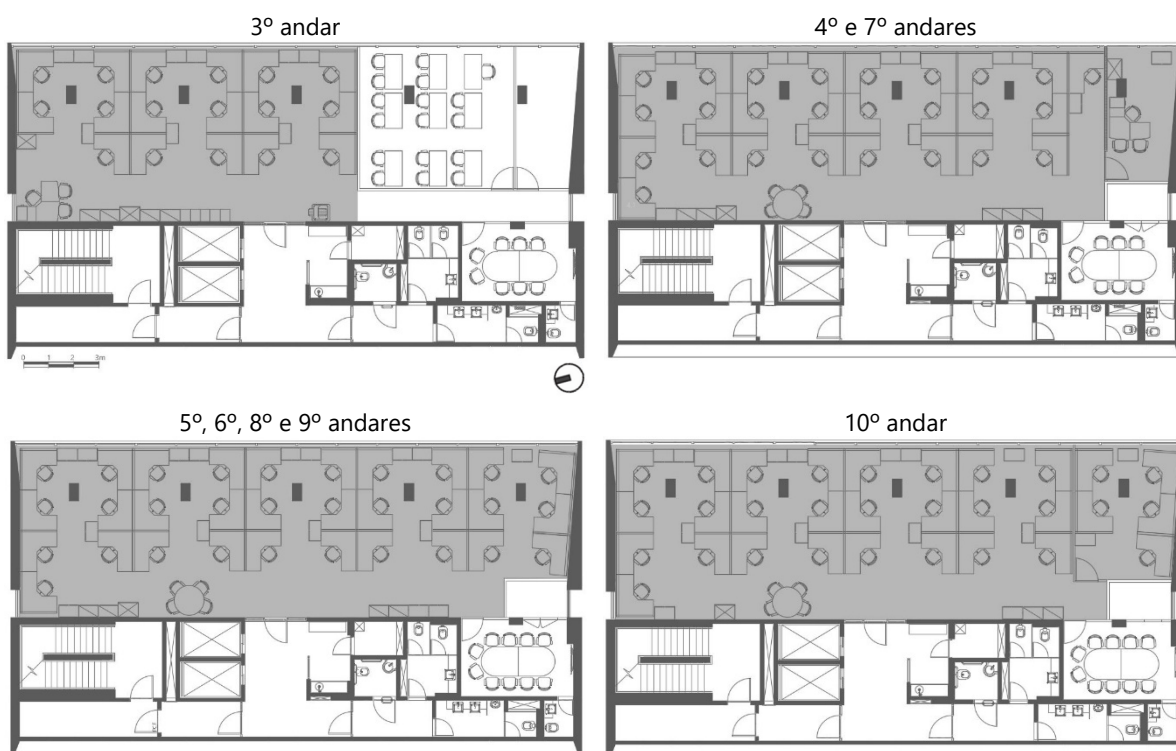
Fonte: DATAPREV, 2014. Adaptado pela autora

Figura 27 – Vista interna de um pavimento tipo, obtida com lente olho de peixe.



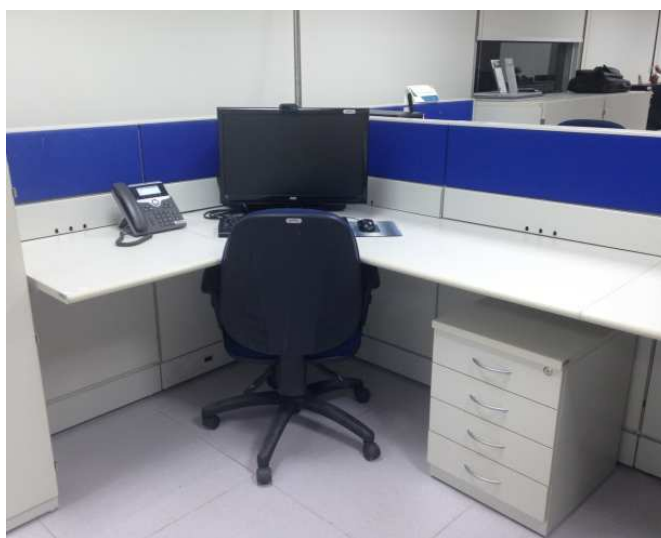
Fonte: Acervo pessoal (2016)

Figura 28 – Variação do layout nos pavimentos ocupados por ambiente de escritórios



Fonte: DATAPREV, 2014. Adaptado pela autora

Figura 29 – Conjunto padrão do mobiliário modular utilizado pelos trabalhadores.



Fonte: Acervo pessoal (2016).

3.5 O sistema de condicionamento artificial

Embora os escritórios faceiem a fachada envidraçada com janelas basculantes (tipologia replicada do projeto original) voltadas à orientação Leste incidente de ventilação natural, a climatização interna é exclusivamente proveniente de um sistema de ar-condicionado central ao qual os ocupantes não possuem acesso aos dispositivos de ajuste e controle. De acordo com a especificação técnica '*Instalação de Sistema de Ar Condicionado e Exaustão*' (DATAPREV, 2013), a instalação do sistema de climatização dos ambientes internos do edifício baseou-se nas definições do projeto executivo, na legislação e normas técnicas vigentes. Foi adotado o sistema de climatização por expansão direta do gás, com a utilização de equipamentos do tipo *Inverter Driven Mult Split System*, que possuem a tecnologia de Fluxo de Refrigerante Variável (VRF) e condensação a ar.

A distribuição de ar em cada ambiente é realizada através de equipamentos do tipo *hi-wall*, cassette e sistema de dutos canalizados entre forro e difusores com aletas direcionadoras em quatro lados distribuídos no forro de gesso modular [Figuras 30 e 31]. Na cobertura da edificação concentram-se as unidades externas de condensação que atendem às unidades internas, cuja supervisão e controle de acionamento ocorrem por meio de uma controladora TCP/IP, que permite independência dos parâmetros estipulados para cada equipamento e ambientes/pavimentos.

Segundo a administração predial do imóvel, os equipamentos que atendem aos ambientes de escritório [Tabela 7] dos pavimentos tipo (3º ao 10º andar) são acionados às 6:30h e desligados às 19:00h, com **set point padronizado em 23°C**. Os halls de circulação, que antecedem ao ambiente de escritório e atendem ao ambiente '*coffee break* corporativo', também climatizado, tem equipamentos acionados das 6:30h às 17:0h, com set point padronizado em **24°C**. As salas de reunião contam com equipamento *hi-wall* com controle disponível para acionamento e ajuste pelos usuários. Demais ambientes não possuem climatização artificial, sendo atendidos por esquadrias permanentemente abertas ou sistema de exaustão complementar para renovação do ar.

Tabela 7 - Características gerais do sistema de climatização e quantitativo

EQUIPAMENTOS	LOCAL INSTALAÇÃO	QUANTIDADE
Unidades condensadoras Multi V IV 380V	Cobertura	06 und.
Unidades internas evaporadoras duto alto (difusores embutidos em forro modular)	Ambiente de escritórios	19 und.
Unidades internas evaporadoras hi-wall	Salas de reunião	13 und.
Unidades internas evaporadoras cassette 4 vias	Ambientes de circulação	12 und.
Unidades internas evaporadoras teto	Áreas comuns (convivência/refeitório)	06 und.
Capacidade térmica total: 2.897.000 BTU/h (241 TR)		

Fonte: DATAPREV, 2013. Adaptado pela autora

Figura 30 – Planta baixa de um pavimento tipo, com indicação dos elementos que compõem sistema de climatização no pavimento tipo.



Fonte: Dataprev (2014). Adaptado pela autora.

Figura 31 – Planta baixa de um pavimento tipo, com indicação dos equipamentos/sistema de climatização.



Fonte: Dataprev (2014). Adaptado pela autora.

[4] materiais e métodos

Este capítulo expõe e descreve os procedimentos metodológicos adotados no estudo, os quais foram definidos a partir dos objetivos do trabalho, da investigação de procedimentos adotados em pesquisas correlatas, das características específicas de uso e operação do edifício objeto do estudo, bem como da rotina dos trabalhadores participantes da pesquisa.

4.1 Do procedimento da coleta de dados

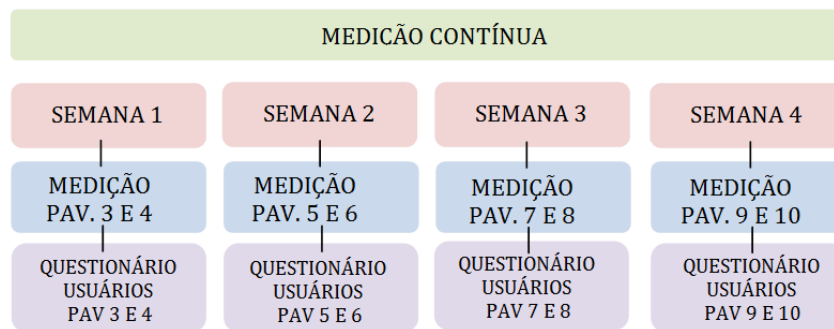
No edifício institucional, objeto do estudo, foram conduzidas simultaneamente: as medições das variáveis ambientais (temperatura do ar, temperatura de globo, umidade relativa do ar, velocidade do ar e material particulado) e a aplicação de questionário entre os ocupantes do imóvel. Esta proximidade, no tempo e espaço, entre as variáveis ambientais medidas e as respostas subjetivas dos ocupantes é principal característica do método utilizado, também adotada por diversas pesquisas que relacionam estes dois tipos de variáveis, a citar: De Vecchi et al. (2013), De Vecchi et al. (2015), Deuble e De Dear (2011), Newsham et al. (2009), Newsham et al. (2013), Schiavo e Altomonte (2013), Wagner et al. (2007). Sekhar (2016) enfatiza que para se obter inferências significativas sobre conforto térmico, é importante que se obtenha detalhes suficientes, tanto nas medições físicas, quanto nos questionários aplicados com os ocupantes.

Ressalta-se que a realização da coleta de dados incorporou também a medição e o registro de outras variáveis, relacionadas à luminância e iluminação – dados que integram outra pesquisa conduzida no Laboratório de Conforto da UFPB.

Para atingir o objetivo de coletar todos os dados necessários de maneira sistemática – uma vez que se trata de uma pesquisa de campo realizada com autorização da Empresa para acesso aos ambientes internos – foi definido um protocolo [Figura 32] de medição *in loco*, que ocorreu:

- Durante quatro semanas sucessivas, nos dias úteis (segunda-feira à sexta-feira);
- Com medições individuais de postos de trabalhos percorrendo dois pavimentos por semana;
- Intercalando as medições individuais em períodos da manhã e da tarde;
- Durante 15 minutos em cada posto de trabalho.

Figura 32 – Protocolo da coleta de dados



Fonte: Elaborado pela autora (2016)

As medições das variáveis térmicas e aplicação de questionário entre os ocupantes no edifício ocorreram entre os dias **19/08/2016** e **20/09/2016**, no horário de funcionamento da empresa, totalizando 23 dias de coleta de dados. Embora o horário de expediente no edifício ocorra das 7:00h às 20:00h¹¹, optou-se pela realização das medições nos intervalos entre 8:00h e 12:00h (manhã) e entre 13:00h e 17:00hs (tarde). Considerando-se a amostra pré-definida – por pavimento, quantidade de trabalhadores e gênero – buscou-se distribuir as medições em dois períodos (manhã e tarde), alternando os pavimentos por turno e por dia, de maneira que os registros em determinado andar não ocorressem necessariamente no mesmo dia.

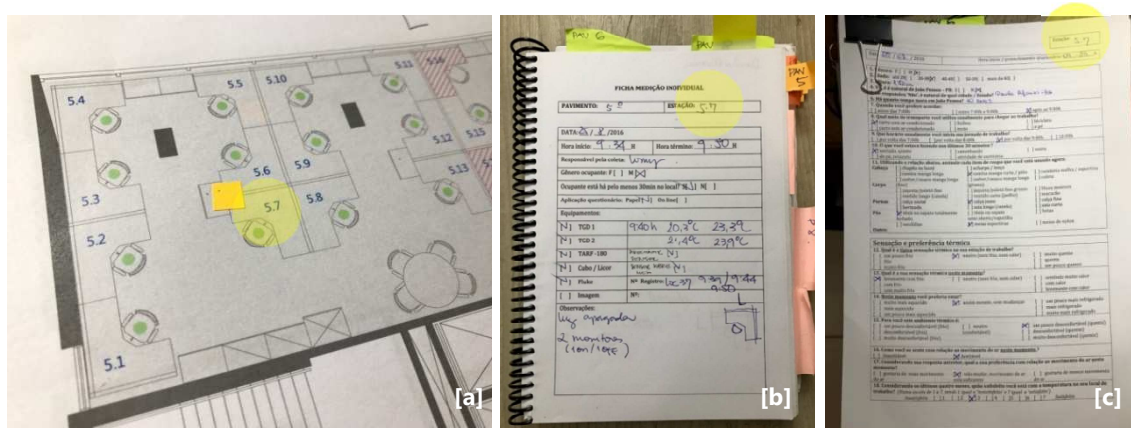
Cada dia de pesquisa de campo contemplou cerca de seis medições por dia. Embora cada medição ocorresse efetivamente durante 15 minutos, havia a necessidade de aguardar a disponibilidade do empregado para que ele pudesse realizar uma pausa na atividade laboral e permitir o acesso ao seu posto de trabalho aos pesquisadores. Além disso, por ter sido estipulado que o usuário já estivesse há mais de 30 minutos no local, considerou-se importante que o momento da participação dele ocorresse em um intervalo de sua atividade, e não em momento posterior à sua chegada ao edifício ou retorno do intervalo de almoço. A escolha das estações de trabalho e respectivo usuário ocorreu em função da amostragem pré-estabelecida e ainda por um critério de distribuição, de maneira que fossem atingidas proporções significativas da amostra – em quantidade e gênero – em cada pavimento

¹¹ Intervalo em razão do horário de trabalho definido pelo empregador como 'flexível', no qual o empregado pode optar pelo horário de chegada (entre 7:00h e 10:00h) e horário da saída (das 16:00hs às 20hs), respeitando-se a jornada de 8 horas diárias e intervalo de almoço de até 2 horas.

tipo. A participação dos trabalhadores ocorreu de maneira voluntária, sendo os horários de medições pré-agendados com o trabalhador.

De posse das plantas baixas e layout dos pavimentos, para o adequado controle e armazenamento dos dados coletados na pesquisa de campo, foi realizada previamente uma codificação para cada estação de trabalho, composto por dois dígitos, correspondentes ao pavimento e número da estação no andar [Figura 33], preservando a conexão entre o questionário, os dados provenientes do monitoramento das variáveis ambientais e ainda o anonimato do participante da pesquisa.

Figura 33 – Em destaque, codificação das estações de trabalho no layout de um pavimento tipo [a], na ficha individual de medição [b] e no questionário aplicado [c].



Fonte: Acervo pessoal (2016)

Em razão do tempo restrito para medição individual, manuseio de equipamentos simultâneos, registro de condições espaciais, bem como a abordagem individual de cada trabalhador, todo o procedimento de coleta de dados ocorreu com a participação de outros pesquisadores integrantes do LABCON – UFPB.

4.2 Aspectos éticos

Por se tratar de um estudo que envolve a participação de seres humanos, o projeto de pesquisa inicial da dissertação – em conformidade com as diretrizes da Resolução 510/2016 do Ministério da Saúde – foi submetido ao Comitê de Ética em Pesquisa do Centro de Ciências da Saúde da Universidade da Paraíba – CEP/CCS, através da Plataforma Brasil¹². A metodologia proposta para o desenvolvimento da pesquisa obteve a aprovação pelo referido Comitê de Ética, mediante autorização CAAE 59811516.0.0000.5188 [Apêndice I].

Esclarecimento integrante do procedimento ético, quando da coleta de dados, os participantes foram informados sobre o objetivo da pesquisa; sobre as informações dos

¹² <http://plataformabrasil.saude.gov.br>

pesquisadores responsáveis; sobre o sigilo dos dados fornecidos no questionário; sobre a participação ocorrer de maneira voluntária; e sobre a possibilidade do entrevistado declinar da participação a qualquer momento, se assim o desejasse.

4.3 Definição da amostra

Admitindo os resultados obtidos na aplicação dos questionários como itens qualitativos, obteve-se o tamanho da amostra de questionários respondidos – que por sua vez correspondem à quantidade de postos de trabalho cujas variáveis térmicas foram medidas – em função da população total de trabalhadores e da quantidade de variáveis estudadas. Foi utilizado o método de amostragem estratificada proporcional para definição da amostra de respondentes dos questionários.

Considerou-se o estudo observacional e com população finita igual a 200 trabalhadores, admitindo-se um erro percentual tolerável 5% e um nível de confiança igual a 95% para o cálculo. O tamanho da amostra mínima calculada foi de 132 respondentes, que corresponderia a 66% da população total de trabalhadores do edifício objeto de estudo. A [Tabela 8] apresenta o total da população de trabalhadores, por pavimento e gênero, bem como as proporções e a quantidade amostral obtidas para o estudo.

Tabela 8 – Quantidade da população total do edifício, ocupação por pavimentos e tamanho da amostra mínima.

ANDAR	POPULAÇÃO	GÊNERO		AMOSTRA MÍNIMA (para 95% de confiança)	
		Fem.	Masc.	Fem.	Masc.
3º	17	3,0%	5,5%	4	7
4º	23	5,5%	6,0%	7	8
5º	29	0,5%	14,0%	1	18
6º	28	4,0%	10,0%	5	13
7º	21	3,0%	7,5%	4	10
8º	28	2,0%	12,0%	3	16
9º	30	2,0%	13,0%	3	17
10º	24	2,0%	10,0%	3	13
TOTAL	200	22%	78%	132 (66%)	

4.4 Sistematização das medições e instrumentação

A pesquisa em campo contemplou a coleta de dados *in loco*, com a medição e registro dos parâmetros ambientais que influenciam diretamente a determinação do conforto térmico em ambientes internos, simultâneos à aplicação dos questionários com os

trabalhadores. As medições priorizaram a verificação das condições ambientais nas **estações individuais de trabalho**, no exato local em que o trabalhador permanece durante suas atividades laborais, especificamente as variáveis:

- Temperatura do ar interna (t_a);
- Temperatura de globo (t_g);
- Umidade relativa do ar (UR);
- Velocidade média do ar (v_{ar});
- Quantidade de partículas suspensas no ar;

Tais parâmetros possibilitaram a determinação dos índices utilizados na análise do conforto térmico por meio de equações definidas para seu cálculo:

- Temperatura radiante média (t_{rm});
- Temperatura operativa (t_{op}).

Paralelamente, foram registradas ininterruptamente as condições ambientais nos **pavimentos** e no **meio externo** das seguintes variáveis ambientais:

- Temperatura do ar (t_a);
- Umidade relativa do ar (UR);

Da mesma maneira que as medições individuais, as medições contínuas ocorreram nos oito pavimentos onde se localizam os ambientes de escritório no edifício, conforme protocolo apresentado na [Figura 32]. A cada semana, dois pavimentos foram monitorados, alternadamente, de maneira que a proporção e distribuição de medições no turno da manhã e no turno da tarde fossem semelhantes. Além disso, no mesmo período em que foram registrados os dados dos ambientes internos, procedeu-se à coleta de registros oficiais das mesmas variáveis e do horário correspondente no ambiente externo, provenientes de estação meteorológica automática localizada na região metropolitana da cidade.

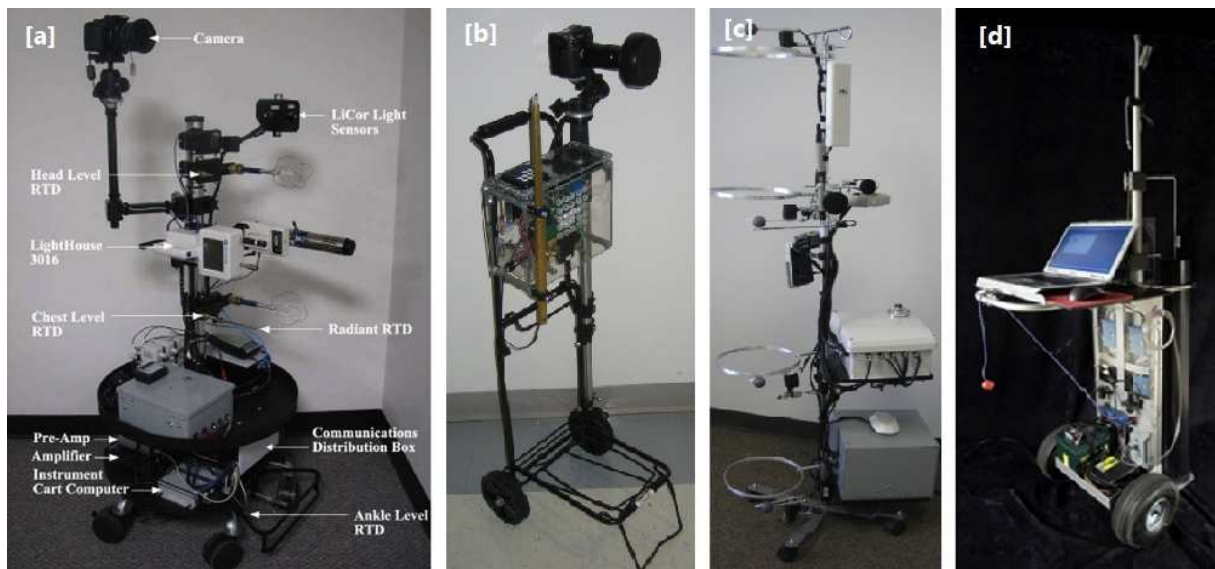
No interior do edifício o monitoramento ocorreu através de dois procedimentos de medição: **equipamentos fixos** para o registro contínuo das variáveis dos oito pavimentos no objeto em estudo, ininterruptamente por 30 dias; e **equipamentos móveis** destinados ao registro individual das variáveis nas estações de trabalho, pelo período de 15 minutos/cada.

Para a realização das medições individuais nas estações de trabalho foi desenvolvida uma **estação móvel** específica para a pesquisa, que objetivou o registro das variáveis ambientais de um trabalhador na posição 'sentado'. Sua elaboração, dentro das possibilidades de acesso a ferramentas, facilidade no manuseio, transporte e adequações aos equipamentos disponíveis para a realização da pesquisa, baseia-se em outros modelos desenvolvidos em estudos correlatos (NEWSHAM, 2013; HEINZERLING et al., 2013, CHOI et al., 2011) [Figura 34]. Por comportar todos os instrumentos utilizados [Tabela 9], a estação móvel [Figura 35] facilitou o deslocamento do conjunto de equipamentos e acessórios nas áreas de escritório, bem como entre os pavimentos, percorrendo os postos de trabalho de maneira eficaz e evitando sucessivas desmontagem e remontagem dos instrumentos – importante vantagem no contexto do estudo ocorrer no ambiente de trabalho em operação, com seus

ocupantes presentes. A estação móvel ainda apresenta a vantagem de manter a estabilidade dos sensores (HEINSZERLING et al., 2013), permitindo que o posicionamento dos mesmos permaneça inalterado durante o período da coleta de dados, evitando variações nas alturas pré-estabelecidas, distanciamento entre cada tipo de instrumento e garantindo que todas as medições ocorressem de maneira idêntica.

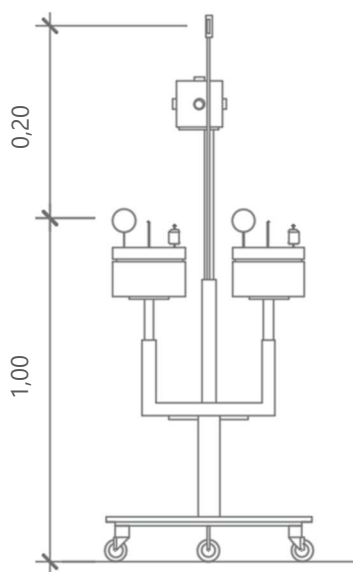
Figura 34 – Exemplos de estações móveis desenvolvidas para registro de variáveis ambientais em estudos de avaliação da qualidade ambiental.

Estações móveis [a] NRC (Newsham, 2012); [b] EnviroBot (CHOI et al., 2011), [c] Comprehensive IEQ (Kim, 2012) e [d] UFAD (Webster et al., 2007).



Fonte: Heinzerling et al. (2013). Adaptado pela autora.

Figura 35 – Estação móvel desenvolvida para a pesquisa.



Fonte: Acervo pessoal (2016).

Todos os equipamentos foram disponibilizados pelos LABCON – UFPB e LAT – UFPB. Os instrumentos foram previamente verificados, mediante testes de simulação e comparação dos dados com um equipamento similar calibrado. Sensores de luminosidade LI-COR também integraram a estação móvel, sendo cinco deles posicionados nas faces de um cubo e outro sobre o plano de trabalho, cujos resultados não fazem parte deste estudo. A [Tabela 10] apresenta a faixa de precisão e incertezas da instrumentação utilizada. A utilização de dois equipamentos TGD 300 se justifica para garantia da integridade dos dados, no caso de eventual erro no registro, uma vez que a metodologia do estudo implica na exata coincidência temporal do monitoramento das variáveis com aplicação do questionário, e uma repetição do procedimento de coleta dos dados não seria viável.

Tabela 9 – Instrumentação utilizada

EQUIPAMENTO	FABRICANTE	VARIÁVEL	INSTALAÇÃO
Datalogger Hobo U10 e Hobo U12	On set	Temperatura do ar (t_a)	Fixa, h = 1,1m
		Umidade Relativa (UR)	Fixa, h = 1,1m
Medidor de stress térmico - TGD 300	Instrutherm	Temperatura do ar (t_a)	Móvel, h = 1,0m
		Umidade Relativa (UR)	Móvel, h = 1,0m
		Temperatura de globo (t_g)	Móvel, h = 1,0m
Termo anemômetro – TARF 180	Instrutherm	Velocidade do ar (v_{ar})	Móvel, h = 1,20
Contador de partículas – FLUKE 983	FLUKE® Inc.	Concentração de partículas no ar	Móvel, h = 1,10

Fonte: Dados da pesquisa, 2016.

Tabela 10 - Faixa de precisão e incertezas da Instrumentação

EQUIPAMENTO	GRANDEZA	FAIXA DE MEDIÇÃO	PRECISÃO	TEMPO DE RESPOSTA
Datalogger Hobo U10 e Hobo U12	Temperatura do ar (t_a)	-20°C a 70°C	± 0,53°C de 0°C a 50°C	6 min
	Umidade relativa (UR)	5% a 95%	± 2,5°C de 10% a 90%	1 min.
Medidor de stress térmico - TGD 300	Temperatura do ar (t_a)	-5 a +60°C	± 0,5°C	1 segundo
	Umidade Relativa (UR)	0 a 85%	-	1 segundo
	Temperatura de globo (t_g)	-5 a +60°C	± 0,5°C	1 segundo
Termo anemômetro TARF 180	Velocidade do ar (v_{ar})	0,2 a 20m/s	± 3% + 1 dígito	0,8 segundo
Contador de partículas FLUKE 983	Concentração de partículas no ar	Faixa de diâmetro das partículas: 0,3; 0,5; 1,0; 2,0; 5,0; 10,0 µm	-	-

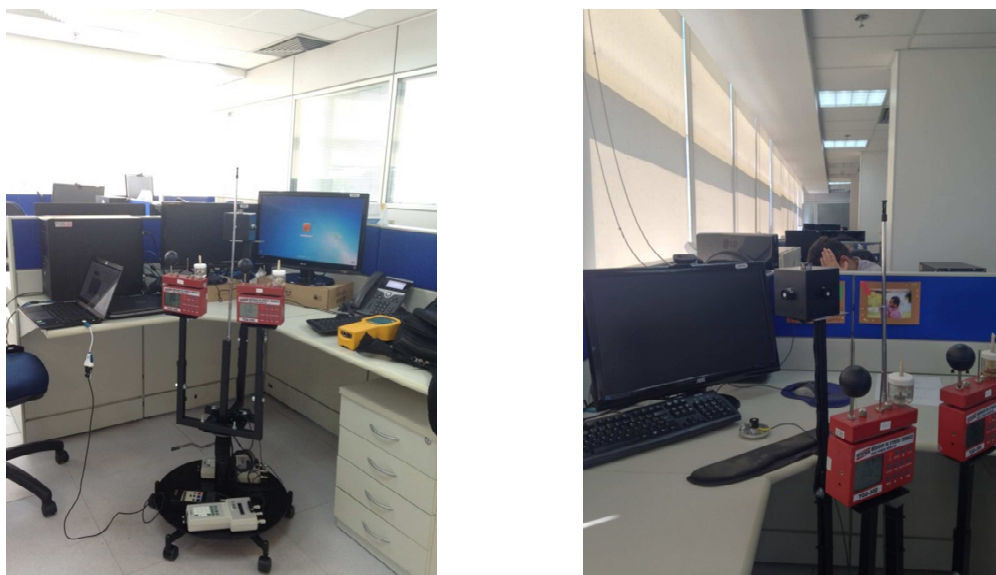
Fonte: Especificações técnicas dos fabricantes

A especificação da altura de instalação dos instrumentos de medição baseou-se em recomendações da ASHRAE-55 (2013) considerando ocupantes sentados, com adequações a fim de evitar interferência de obstáculos físicos do mobiliário e equipamentos existentes, bem como entre os próprios instrumentos instalados na estação móvel. Das indicações da ASHRAE-55 (2013) para altura de 0,10; 0,60 e 1,1 m em relação ao nível do piso para medição das variáveis temperatura do ar e velocidade média do ar, adotou-se a altura de 1,10m para posicionamento dos sensores do TGD 300. Já o sensor do termo anemômetro TARF 180 [Figura

37] foi elevado em 10cm (a altura final 1,20m) por conta da altura da divisória fixa entre os mobiliários, que tem 1,10m.

No momento da coleta de dados, a estação móvel foi posicionada em local que substituisse a cadeira do trabalhador para o registro das exatas condições térmicas percebidas por ele. Cada medição registrou por um intervalo de 15 minutos as variáveis temperatura de globo, temperatura de bulbo seco, temperatura de bulbo úmido; na frequência de 1 minuto, totalizando 15 registros; a velocidade do ar, com registros a cada 2 segundos (totalizando 450 registros por posto de trabalho). O TGD 300 possui *datalogger* para armazenamento dos dados acoplado ao equipamento, já o TARF 180 foi acoplado em um notebook para armazenamento dos registros instantâneos da velocidade do ar.

Figura 36 – Posicionamento da estação móvel no posto de trabalho, durante registro de dados.



Fonte: Acervo pessoal (2016)

A coleta de material particulado sólido suspenso no ar seguiu os procedimentos padronizados estabelecidos na Norma de Higiene Ocupacional – NHO 08 (FUNDAÇÃO JORGE DUPRAT, 2007) e NBR 14644-1:2005 – Salas limpas e ambientes controlados – Parte 1: classificação da limpeza do ar (ABNT, 2005), com a finalidade de obter amostras representativas das partículas suspensas no ambiente de trabalho com estado de ocupação ‘em operação’¹³, especificamente nos postos individuais.

¹³ Condição de instalação em funcionamento, nas condições especificadas, pessoas presentes e trabalhando de forma acordada, de acordo com NBR 14644-1:2005 (ABNT, 2005).

Procedeu-se à coleta das amostras por meio do posicionamento do equipamento de medição na altura da zona respiratória¹⁴ do trabalhador, com três coletas consecutivas¹⁵, respeitando o intervalo de 5 minutos entre cada uma, dentro do período de 15 minutos estabelecido para cada medição individual. Único instrumento não acoplado à estação móvel, o procedimento da coleta foi realizado manualmente por integrante da equipe de pesquisadores, na posição em pé, segurando o medidor de partículas Fluke 983 [Figura 38] de maneira que a sonda do equipamento permanecesse na altura de 1,10 m do nível do piso – que corresponde a altura média da zona respiratória do trabalhador na posição sentado – apontada para cima ou para a origem do fluxo de ar.

Diariamente, as coletas eram precedidas por um ciclo de limpeza do filtro, para ajuste do instrumento e verificação da calibração, seguindo-se a recomendação do fabricante. O responsável pela coleta não se movimentava durante o acionamento e as repetições consecutivas das coletas, por estação de trabalho, ocorriam no mesmo local. De acordo com as características técnicas do medidor, cada coleta correspondeu ao tempo de amostragem de um minuto, totalizando o volume de ar amostrado de 2,83 litros, valores dentro dos padrões recomendados pela NBR 14644-1:2005 (ABNT, 2005).

Figura 37 – Termo anemômetro portátil digital de fio quente - TARF 180



Fonte: Manual do fabricante, Instrutherm

Figura 38 – Contador de partículas Fluke 983.



Fonte: Manual do fabricante, Fluke Corporation

Sobre os **equipamentos fixos** para monitoramento das variáveis do pavimento (ambiente de escritório), foram utilizados os *dataloggers* Hobo U 10 e U 12 [Figura 39], que registraram as variáveis temperatura do ar e umidade relativa, com frequência de uma hora ao longo das quatro semanas da pesquisa de campo. Cada pavimento ocupado por trabalhadores recebeu dois equipamentos (totalizando 15 sensores – 3º andar contou com um sensor)

¹⁴ Região hemisférica com um raio de 150 ± 50 mm, medido a partir das narinas do trabalhador (FUNDAÇÃO JORGE DUPRAT, 2007)

¹⁵ Quantidade recomendada de amostras na realização de ponto de medição individual, conforme NBR 14644-1:2005 (ABNT, 2005).

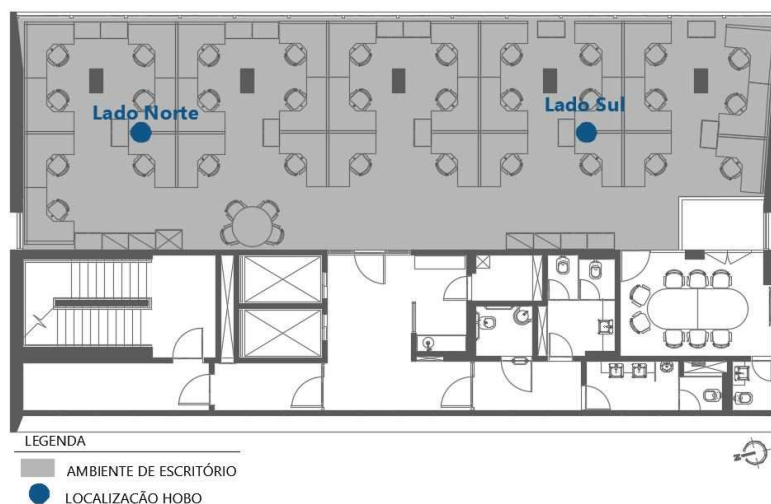
posicionados em local considerado representativo, a uma altura de 1,10 m do nível do piso, que corresponde à altura da cabeça de um usuário (NEWSHAM et al., 2013). Na definição do local de instalação, priorizou-se pela localização, em cada um dos ambientes, que estivesse no máximo a 1 metro de distância de um usuário sentado (DEUBLE e DE DEAR, 2012) e o mais distante possível de possíveis fontes de calor – tanto de equipamentos eletrônicos quanto de superfícies de alvenaria com radiação solar incidente, ou fontes de resfriamento – como a proximidade dos difusores de ar condicionado posicionados no forro modular.

Figura 39 – Instalação dos Dataloggers Hobo



Fonte: Acervo pessoal (2016)

Figura 40 - Planta baixa de um pavimento tipo, com indicação da localização do equipamento fixo para medição.



Fonte: DATAPREV, 2014. Adaptado pela autora

A [Figura 40] apresenta a localização dos equipamentos, posicionados no eixo longitudinal do pavimento, denominados 'Lado Norte' e 'Lado Sul' – padrão que se repete nos demais andares¹⁶. Embora exista a recomendação de que a medição das variáveis ambientais ocorra no centro de um ambiente (ASHRAE, 2013), optou-se pelo registro contínuo nos dois

¹⁶ Exceto 3º andar, que por ocupar porção Norte do pavimento, só contou com o sensor Norte.

lados em razão da linearidade do vão livre, e pelo conhecimento prévio da existência de uma variação de temperatura entre os lados opostos do pavimento, que ocorre em função da localização da casa de máquina do sistema de ar-condicionado e fluxo de distribuição do ar refrigerado. Como cada *datalogger* dos equipamentos HOBO U10 e U12 possui capacidade de armazenamento de 15 dias de registro ininterruptos, os mesmos tiveram os dados extraídos em dois momentos ao longo da pesquisa.

4.5 Aplicação de questionários

Informações a respeito do perfil da amostragem, e os dados qualitativos acerca da sensação e preferência térmica dos trabalhadores, foram obtidos por meio de questionários, aplicados entre os trabalhadores que concordaram com a participação no estudo, na condição de estarem no desempenho de suas atividades típicas no momento da coleta de dados, dentro do número de amostras definidas previamente.

O questionário, disponibilizado em meio impresso, contou com 33 questões em três páginas A4. Em simulação preliminar, verificou-se que o tempo médio necessário para o preenchimento correspondia aos mesmos 15 minutos em que os dados no posto de trabalho eram monitorados. No procedimento da entrega do questionário, foi solicitado que o trabalhador o respondesse em local próximo à sua estação: em outro posto de trabalho desocupado ou em mesa de reunião existente no pavimento. Priorizou-se o questionário físico para assegurar que seu preenchimento ocorresse no exato momento em que as variáveis ambientais fossem monitoradas. Outrossim, o trabalhador não poderia ter acesso ao computador pessoal para que pudesse responder de maneira *on line*, uma vez que o local permanecia ocupado pelos equipamentos de medição.

Foi recomendado que o preenchimento das respostas ocorresse quando o usuário se encontrasse no local de trabalho há pelo menos 30 minutos (após sua chegada), de maneira que possíveis referências do ambiente externo não modificassem a percepção em relação ao ambiente interno. A indicação da hora do início e da conclusão do preenchimento das questões foram solicitadas. Foi adotado o agrupamento de questões por módulos, utilizados por Newsham (2012) em Avaliações Pós-Ocupação realizadas nos Estados Unidos e Canadá: **[A]** dados pessoais; **[B]** votos de sensação e preferência térmica; **[C]** sintomas na saúde; **[D]** padrões de uso do espaço e ações de adaptação.

4.5.1 Módulo A – Dados pessoais

O início do questionário contou com informações do trabalhador: dados pessoais e questões relacionadas a hábitos e preferências; como dados antropométricos, naturalidade, jornada de trabalho, meio de transporte utilizado para chegar ao trabalho e vestimenta **[Tabela**

11]. Para a determinação da taxa metabólica individual dos respondentes (enunciado A10) utilizou-se tarefas constantes na *Tabela 5.2.1.2 – Taxas metabólicas para tarefas típicas*, da ASHRAE-55 (2013) que mais se assemelhassem às atividades de escritório típicas dos ocupantes do edifício.

Com o intuito de se identificar os valores individuais de isolamento térmico do vestuário do respondente, foram listadas peças de trajes típicos, comumente observados entre os empregados do edifício objeto de estudo, para que o respondente pudesse escolher as opções com a melhor correspondência à sua vestimenta. As peças informadas e os respectivos valores de isolamento térmico (*clo*) foram baseados na *Tabela 5.2.2.2B - Isolamento de vestuário* da ASHRAE-55 (2013).

Tabela 11 – Enunciados e opções de respostas do Módulo A – Dados Pessoais.

ENUNCIADO	ALTERNATIVAS
A1 - Gênero	Feminino Masculino
A2 - 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 - Há quanto tempo mora em João Pessoa?	-
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? (Horários baseados na jornada disponibilizada para início do expediente pelo Empregador)	Por volta das 7:00h; Por volta das 8:00h; Por volta das 9:00h; 10:00h.
A10 - O que você estava fazendo nos últimos 30 minutos? (Opções definidas de acordo com ISO 7730/2005, tabela B5)	Sentado, quieto; De pé, relaxado; Caminhando; Atividade de escritório; Outra:
A11 - Utilizando a relação, assinale cada item de roupa que você está usando neste momento:	Elementos de vestimenta típicos, subdivididos pelos grupos: cabeça, corpo, pernas, pés.

Fonte: Dados da pesquisa (2016)

4.5.2 Módulo B – Sensação e preferência térmica

O bloco seguinte do questionário contou com perguntas relacionadas à sensação e preferência térmica [Tabela 12]. Para a discussão das respostas foi utilizado o método de Fanger (1970), utilizando a escala de sete pontos, cujos valores variam entre +3 (muito calor) à -3 (muito frio), sendo o zero (neutro) o indicador do estado de conforto. Foram questionadas a percepção do usuário em relação à típica sensação térmica na estação de trabalho; a sensação térmica no exato momento em que respondia ao questionário; a preferência térmica e a percepção do ambiente térmico, neste caso, entendido como o ambiente do escritório (vão livre); e a aceitabilidade do movimento do ar. No que tange a indicação de desconforto, perguntas objetivaram identificar motivos para eventuais razões para a percepção do desconforto, horários em que ocorria com maior frequência e alternativas que melhor descrevessem a fonte do desconforto para o ocupante.

Tabela 12 – Enunciados e opções de respostas do Módulo B – Sensação e preferência térmica.

ENUNCIADO	ALTERNATIVAS
B1 - Qual é a típica sensação térmica na sua estação de trabalho?	<i>Um pouco frio;</i> <i>Frio;</i> <i>Muito frio;</i> <i>Neutro (nem frio, nem calor);</i> <i>Muito quente;</i> <i>Quente;</i> <i>Um pouco quente.</i>
B2 - Qual é a sua sensação térmica neste momento?	<i>Levemente com frio;</i> <i>Com frio;</i> <i>Com muito frio;</i> <i>Neutro (nem frio, nem calor);</i> <i>Sentindo muito calor;</i> <i>Com calor;</i> <i>Levemente com calor.</i>
B3 - Neste momento você preferia estar?	<i>Muito mais aquecido;</i> <i>Mais aquecido;</i> <i>Um pouco mais aquecido;</i> <i>Assim mesmo, sem mudanças;</i> <i>Um pouco mais refrigerado;</i> <i>Mais refrigerado;</i> <i>Muito mais refrigerado.</i>
B4 - Para você este ambiente térmico é:	<i>Um pouco desconfortável (frio);</i> <i>Desconfortável (frio);</i> <i>Muito desconfortável (frio);</i> <i>Neutro (confortável);</i> <i>Um pouco desconfortável (quente);</i> <i>Desconfortável (quente);</i> <i>Muito desconfortável (quente)</i>
B5 - Como você se sente com relação ao movimento do ar neste momento?	<i>Inaceitável;</i> <i>Aceitável.</i>
B6 - Considerando sua resposta anterior, qual a sua preferência com relação ao movimento do ar neste momento?	<i>Gostaria de mais movimento do ar;</i> <i>Não mudar, o movimento de ar está suficiente;</i> <i>Gostaria de menos movimento do ar.</i>
B7 - Considerando os últimos quatro meses, quão satisfeito você está com a temperatura no seu local de trabalho?	<i>Escala de 1 a 7, sendo 1 igual a 'muito insatisfeito' e 7 igual a 'muito satisfeito'.</i>

(conforme item 7.3.1.1, a) da ASHRAE 2013)	
B8 - Se você está insatisfeito com a temperatura no seu local de trabalho, qual das seguintes alternativas contribui para sua insatisfação? (conforme item 7.3.1.1, b) da ASHRAE 2013)	<i>Ocasionalmente fria;</i> <i>Diversas vezes é fria;</i> <i>Sempre fria;</i> <i>Nenhuma, estou satisfeito;</i> <i>Ocasionalmente quente;</i> <i>Diversas vezes quente;</i> <i>Sempre quente.</i>
B9 - Considerando sua resposta anterior, em qual horário/período ocorre com maior frequência?	<i>Pela manhã (antes das 11h);</i> <i>Meio do dia (entre 11 e 14h);</i> <i>À tarde (entre 14 e 18h);</i> <i>Noite (após as 18h);</i> <i>O tempo todo;</i> <i>Segunda-feira pela manhã;</i> <i>Não existe hora certa;</i> <i>Outra.</i>
B10 - Qual(is) alternativa(s) melhor descreve(m) a fonte deste desconforto?	<i>Umidade muito alta (úmido);</i> <i>Umidade muito baixa (seco);</i> <i>Muita ventilação (movimento do ar);</i> <i>Pouca ventilação (movimento do ar);</i> <i>Incidência de luz solar direta;</i> <i>Calor proveniente de equipamentos;</i> <i>Meu espaço é mais quente que outros;</i> <i>Meu espaço é mais frio que outros;</i> <i>O termostato ajustado por outra pessoa;</i> <i>O termostato é inacessível;</i> <i>Sistema de climatização deficiente;</i> <i>Outros.</i>

Fonte: Dados da pesquisa (2016)

4.5.3 Módulo C – Sintomas de saúde / desconforto físico

A fim de identificar eventuais efeitos das condições ambientais internas sobre a saúde dos trabalhadores que possam contribuir a um desconforto físico¹⁷ o questionário contou com um bloco de perguntas relacionando alguns sintomas na saúde para que o entrevistado pudesse indicar a frequência na qual se manifestaram nos últimos meses¹⁸ [Tabela 13]. Os sintomas sugeridos foram: 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.

¹⁷ Sintomas ou reações que causam desconforto, sem, necessariamente impossibilitar o desempenho laboral do trabalhador e ocasionar licença médica.

¹⁸ Considerado o intervalo de sete meses, que corresponde ao período de desempenho das atividades laborais no imóvel após conclusão da reforma.

Tabela 13 – Enunciados e opções de respostas do Módulo C – Sintomas / saúde.

ENUNCIADO	ALTERNATIVAS
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);	<i>Nunca</i>
b) Desconforto na pele (pele seca, pele irritada);	<i>Raramente</i>
c) Desconforto nas costas, braços;	<i>Mensalmente</i>
d) Coriza, congestão nasal;	<i>Semanalmente</i>
e) Dor de cabeça;	<i>Diariamente</i>
f) Dor de garganta, garganta irritada;	(obs: conjunto de alternativas para cada um dos itens a, b, c, d, e, f, g e h)
g) Sensibilidade a luz;	
h) Fadiga	

Fonte: Dados da pesquisa (2016)

4.5.4 Módulo D – Padrões de uso do espaço e ações de adaptação

Na sequência, procurou-se identificar possíveis medidas adotadas pelos entrevistados no intuito de melhorarem as condições térmicas percebidas em seu local de trabalho [Tabela 14]. Foram sugeridas algumas ações¹⁹ – e questionados aos trabalhadores a respectiva frequência com que elas se repetem. Entre as subcategorias de adaptação comportamental classificadas por Brager e De Dear (1998) e Kim et al. (2017)²⁰ o presente estudo está posicionado principalmente dentro da categoria dos ajustes '**comportamentais**', sendo os **pessoais**, aqueles nos quais o usuário ajusta-se ao entorno (ex.: consumo de bebidas, adequação das peças de vestuário, ir para outro ambiente) e **ambientais**, nos quais o usuário procura modificar o entorno (ex.: utilização de sistemas portáteis de ventilação, interação com o operador do sistema de climatização, ajuste de cortinas).

Tabela 14 – Enunciados e opções de respostas do Módulo D – Padrões de uso do espaço e ações de adaptação.

ENUNCIADO	ALTERNATIVAS
D1 - Com que frequência você adota as seguintes medidas para melhorar o seu conforto térmico em sua estação de trabalho?	<i>Nunca</i>
a) Bebo uma bebida quente ou fria;	<i>Uma vez por mês</i>
b) Utilizo um ventilador portátil;	<i>2-3 vezes por mês</i>
c) Solicito mudança na temperatura operativa do ar cond.;	<i>Uma vez por semana</i>
d) Adiciono mais camadas de roupa;	<i>2-4 vezes por semana</i>
e) Utilizo roupas mais leves;	<i>Uma vez por dia</i>
f) Ajusto abertura da cortina;	<i>Várias vezes por dia</i>
g) Mudo de ambiente por um momento.	<i>Não é uma opção para mim</i>
	(obs: conjunto de alternativas para cada um dos itens a, b, c, d, e, f e g)

¹⁹ Ações definidas a partir de aspectos mencionados em estudos correlatos, das observações iniciais no espaço de trabalho investigado e em razão das características arquitetônicas do imóvel.

²⁰ Tópico 2.4, página 35.

D2 - Há alguma outra ação que você adota para melhorar seu conforto térmico? Qual?	Resposta discursiva
D3 - Por favor descreva qualquer outro problema com relação à temperatura no seu local de trabalho	Resposta discursiva

Fonte: Dados da pesquisa (2016)

4.6 Tratamento dos dados

Finalizada a etapa das medições em campo, todos os dados foram sistematizados, por meio de tabulação em planilha eletrônica, onde as linhas representavam cada estação de trabalho / ocupante – conforme nomenclatura pré-estabelecida – e as colunas preenchidas com todas as variáveis medidas, quantitativas e qualitativas. Do conjunto de dados de cada variável ambiental registrada na estação individual de trabalho, foram considerados os valores médios do período de 15 minutos de medição, independente da frequência de registro. Na apresentação dos resultados, foram adotadas a categorização por pavimentos e pela totalidade do edifício, a fim de se obter um panorama da oscilação do desempenho interno. Dados referentes às variáveis ambientais são apresentados de acordo com a variabilidade (média, máximo, mínimo, e desvio padrão), e algumas também com a frequência de ocorrência. Já as variáveis subjetivas (respostas dos ocupantes às perguntas do questionário) foram codificadas para serem apresentadas em forma de gráficos e tabelas.

A fim de possibilitar a análise do resultado de algumas variáveis ambientais de acordo com normativas pertinentes e permitir um parâmetro comparativo, algumas variáveis foram obtidas por meio de aplicação de equações, a citar: a temperatura radiante média, a temperatura operativa e o material particulado.

4.6.1 Temperatura Radiante Média

Uma das variáveis ambientais que influenciam na sensação de conforto térmico, a temperatura radiante média (t_r) representa o valor uniforme de um ambiente hipotético no qual a troca de calor por radiação é igual à de um ambiente não uniforme (DE VECCHI, 2015). É calculada a partir das equações encontradas na ISO 7726 (1998), utilizando-se dos resultados das variáveis temperatura de globo (°C), temperatura do ar (°C) e velocidade do ar (m/s) – cujos valores foram obtidos individualmente, por estação de trabalho, na pesquisa de campo. A temperatura radiante média, por sua vez, é utilizada para determinar a temperatura operativa.

Primeiramente determina-se o coeficiente de troca de calor (h_{cg}):

Convecção Natural	$h_{cg} = 1,4 \sqrt[4]{\frac{\Delta t}{D}}$
-------------------	---

Equação 1

Convecção Forçada	$h_{cg} = 6,3 \frac{v_a^{0,6}}{D^{0,4}}$
-------------------	--

Equação 2

Onde:

h_{cg} = Coeficiente de troca de calor por convecção do globo (W/(m².°C))

Δt = Diferença de t_g - t_a (°C)

D = Diâmetro do globo (m)

v_a = Velocidade do ar (m/s)

t_g = Temperatura de globo (°C)

t_r = Temperatura do ar (°C)

A partir da determinação do **maior coeficiente** de troca de calor (entre os resultados da Equação 1 e Equação 2) aplica-se a equação correspondente (Equação 3 – se convecção natural ou Equação 4 – se convecção forçada) para resultado da Temperatura Radiante Média:

Convecção Natural	$t_r = \sqrt[4]{(t_g + 273)^4 + (0,4 * 10^8) * \sqrt[4]{ t_g - t_a } * (t_g - t_a)} - 273$	Equação 3
Convecção Forçada	$t_r = \sqrt[4]{(t_g + 273)^4 + (0,4 * 10^8) * v_a^{0,6} * (t_g - t_a)} - 273$	Equação 4

4.6.2 Temperatura Operativa

A temperatura operativa corresponde à temperatura uniforme de um ambiente radiante negro hipotético, onde um ocupante poderia trocar a mesma quantidade de calor por radiação e convecção que no ambiente normal (ASHRAE, 2013), sendo utilizado nas análises de aplicação dos métodos da ASHRAE. A temperatura operativa (t_o) é determinada de acordo com o método proposto por ASHRAE *Handbook – Fundamentals* (2013), utilizando a seguinte equação:

$$t_o = A. t_a + (1 - A). t_r$$

Equação 5

Onde:

t_o = Temperatura operativa em °C;

t_a = Temperatura do ar em °C;

t_r = Temperatura radiante média em °C;

A = Parâmetro que varia em função da velocidade relativa do ar (v_a), em m/s:

v_{ar} (m/s)	< 0,2 m/s	De 0,2 a 0,6 m/s	De 0,6 a 1,0 m/s
A	0,5	0,6	0,7

4.6.3 Material particulado

Uma vez que o equipamento Fluke 983 fornece os resultados da concentração de material particulado por litros, a fim de se obter a massa de concentração em µg/m³

(parâmetro mais utilizado nas normas e documentos correlatos), sobre os resultados recomenda-se a conversão através do uso da **[Equação 6]**, desenvolvida por Semple et al. (2013, apud FALCÃO et al., 2016; VIEIRA, 2016), a ser aplicada na sistematização dos dados:

$$MP = 0,65 + [4,16 \times 10^5 \times (CMP)] + [1,75 \times 10^{-11} \times (CMP^2)]$$

Equação 6

Onde:

MP = Partículas em $\mu\text{g}/\text{m}^3$

CMP = Contagem de número de partículas por litro

Os resultados da concentração de partículas sólidas no ar, em $\mu\text{g}/\text{m}^3$ são apresentados no Capítulo 5.

[5] resultados

Este capítulo trata da análise dos resultados obtidos durante o período das medições em campo realizadas no edifício objeto do estudo. Os resultados são tratados sob três aspectos: inicialmente uma análise estatística descritiva, na qual são apresentados valores médios, máximos, mínimos, desvio padrão e porcentagens das variáveis ambientais e das respostas dos ocupantes ao questionário aplicado, a fim de caracterizar as condições térmicas dos ambientes internos investigados, o perfil dos usuários desses ambientes, bem como sua percepção sob tais condições ambientais. Dos resultados, faz-se ainda um recorte e uma análise secundária relacionada às ações de adaptação que os usuários adotam a fim de melhorarem as condições individuais de conforto térmico. Por fim, os resultados são submetidos à análise estatística de regressão linear simples e regressão múltipla – stepwise.

5.1 Caracterização e apresentação dos dados

As medições das variáveis ambientais e aplicação de questionários ocorreram entre os dias 19/08/2016 e 20/09/2016, nos dias úteis e no intervalo do horário de expediente da instituição onde o estudo foi conduzido, com alternância entre períodos da manhã (8:00h às 12:00h) e tarde (13:00h às 17:00h) - horários de maior predominância de jornada entre os empregados²¹. Tendo como referência o tamanho da amostragem previamente calculada (amostragem mínima de 132 ocupantes para nível confiança igual a 95%) [Tabela 8]²², e contando com as possíveis descon siderações de dados, foram atingidos os seguintes quantitativos iniciais: 183 aplicações de questionários entre ocupantes presentes no ambiente

²¹ O empregador tem jornada do tipo 'flexível', na qual o trabalhador pode iniciar sua jornada entre 7:00h e 10:00h, e encerrá-la entre 15:00h e 19:00h, cumprindo o expediente de 8 horas diárias.

²² Pág. 58.

de trabalho no momento das medições; e 150 estações individuais de trabalho cujas variáveis ambientais foram registradas. Do conjunto total de dados e questionários foram descartados aqueles que apresentaram divergências do horário da medição individual com o horário de início/conclusão do questionário, por razões como: o ocupante ausentou-se do local de trabalho; não iniciou o questionário naquele intervalo da medição; apenas iniciou e a conclusão deu-se em momento muito posterior; ou não respondeu ao questionário.

Foram considerados válidos para este estudo o quantitativo de **136 medições**²³, número que corresponde às estações cujos ocupantes iniciaram e concluíram o questionário durante o intervalo da realização da medição das variáveis ambientais no local onde o mesmo desempenha suas funções laborais. A distribuição por pavimento das estações monitoradas e respectivos trabalhadores participantes é apresentada na [Tabela 15]. Destaca-se que a definição da quantidade de entrevistados em cada andar ocorreu de maneira a manter a mesma proporção da distribuição da população total do período por pavimentos [Figura 41].

Tabela 15 – Quantidade de medições individuais realizadas, por pavimentos.

ANDAR	Ocupação total no período *	Amostra validada / Ocupantes		
		Estações de trabalho	Fem.	Masc.
3º	16	15	6	9
4º	21	16	9	7
5º	24	18	2	16
6º	26	17	6	11
7º	20	12	4	8
8º	28	22	3	19
9º	23	17	4	13
10º	24	19	2	17
TOTAL	182	136	36	100

*Postos e trabalho ocupados no período da pesquisa.

Além dos resultados globais, algumas variáveis ambientais são apresentadas por subgrupos dos pavimentos, com a finalidade de se obter um panorama das variações internas entre os pavimentos, que, mesmo que sob condições arquitetônicas idênticas, com uso do mesmo sistema de condicionamento artificial e com de taxa de ocupação semelhantes, apresentaram variações significativas nos resultados. Adicionalmente, a fim de se verificar a variação e respectiva frequência de ocorrência da **temperatura operativa** e **umidade relativa do ar**, os resultados foram distribuídos por faixas de valores, a partir de intervalos pré-definidos, conforme [Tabelas 16 e 17], método de análise adotado por De Vecchi (2015). Os resultados, por frequência de repetição, encontram-se nos subitens 5.2.3.1 e 5.2.3.4 deste capítulo.

²³ Corresponde a 68,7% da população total de empregados lotados no edifício.

Figura 41 – Ocupação da edificação e amostragem do estudo.

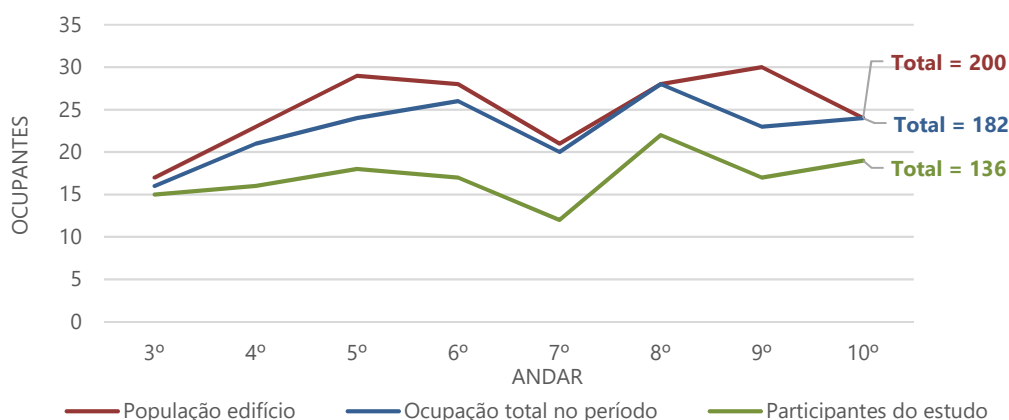


Tabela 16 – Faixas de temperatura operativa e respectivo intervalo de valores.

Faixa da Temp. Operativa (°C)	Intervalo dos valores (°C)
19,5	19,94
20	20° a 20,49
20,5	20,5 a 20,99
21	21 a 21,49
21,5	21,5 a 21,99
22	22 a 22,49
22,5	22,5 a 22,99
23	23 a 23,49
23,5	23,5 a 23,99
24	24 a 24,49
24,5	24,5 a 24,99
25	25 a 25,21

Tabela 17 – Faixas de umidade relativa e respectivo intervalo de valores.

Faixa da Umidade Relativa (%)	Intervalo dos valores (%)
65	65,63 a 67,49
67,5	67,5 a 69,99
70	70 a 72,49
72,5	72,5 a 74,49
75	75 a 77,49
77,5	77,5 a 79,99
80	80 a 81,02

5.2 Análise estatística descritiva

A análise descritiva dos resultados objetiva a caracterização dos aspectos abordados no objeto do estudo alusivos aos objetivos do trabalho: dos seus usuários, das condições do ambiente térmico, bem como de algumas influências que esse cenário térmico exerce na relação do ocupante com o espaço edificado – no qual ele(a) passa parte significativa do seu dia. Os dados analisados são provenientes dos registros das medições das variáveis ambientais, das respostas aos questionários aplicados e de características do espaço físico registrados pela observação *in loco* durante o desenvolvimento da pesquisa, além de consultas ao material técnico que subsidiou a reforma do imóvel (projetos, especificações técnicas).

5.2.1 Caracterização dos ocupantes

A partir das respostas obtidas nos questionários, pôde-se traçar o perfil da amostra dos ocupantes, cuja maioria é do gênero masculino, totalizando **73,53%** dos participantes, enquanto o gênero feminino totaliza **26,47%** [Tabela 18]. A faixa etária que mais esteve presente é formada por pessoas com idade entre '30 a 39 anos' (**61,03%**), seguidos pela faixa etária de '40 a 49 anos' (**13,97%**); '50 a 59 anos' (**12,5 %**); 'até 29 anos' (**11,03%**) e 'mais de 60 anos' (**1,47%**). O perfil predominante dos participantes desse estudo é do gênero masculino com idade entre 30 e 39 anos.

Tabela 18 – Gênero e faixa etária da população entrevistada

GÊNERO		FAIXA ETÁRIA (% do total da amostra, N = 136)				
		< 29 anos	30 a 39 anos	40 a 49 anos	50 a 59 anos	> 60 anos
MASCULINO	73,53%	11,03%	45,59%	11,76%	4,41%	0,74%
FEMININO	26,47%	0%	15,44%	2,21%	8,09%	0,74%
TOTAL		11,03%	61,03%	13,97%	12,50%	1,48%

Tabela 19 – Altura, peso e IMC da população entrevistada

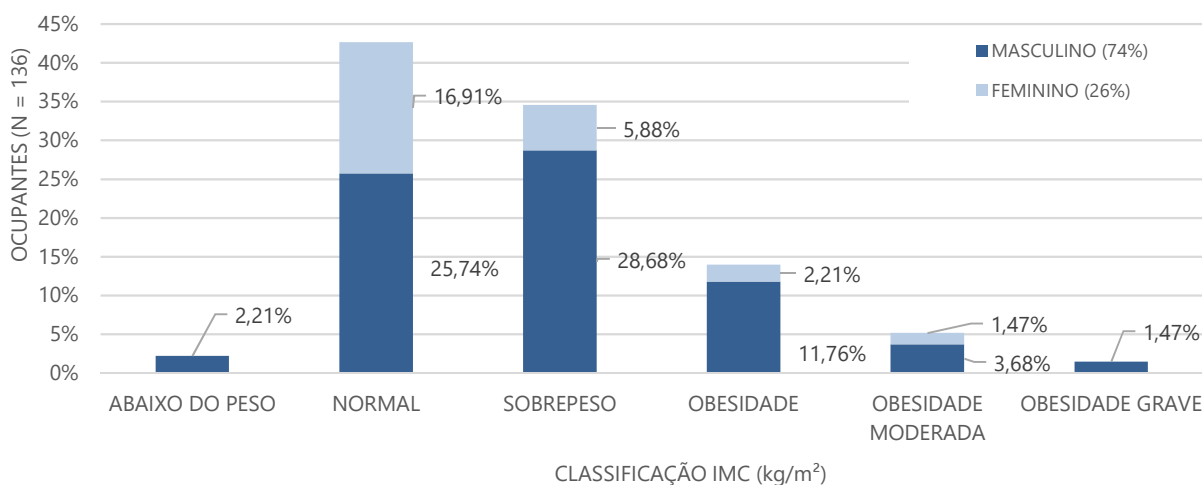
		ALTURA (m)	PESO (kg)	IMC (kg/m ²)
MÉDIAS	MASCULINO	1,75	83,08	27,13
	FEMININO	1,63	66,44	25,20
	TOTAL	1,72	78,68	26,62
	MÁXIMO	1,93	127,0	42,25
	MÍNIMO	1,52	52,0	16,11
	DP	±0,09	±16,58	±4,79

A altura dos entrevistados oscilou entre 1,53m e 1,93m; sendo 1,75m a altura média dos participantes do gênero masculino e 1,65m a média das participantes do gênero feminino [Tabela 19]. A partir dos dados de altura e peso, foi calculado o Índice de Massa Corporal - IMC²⁴ de cada ocupante, cujos resultados indicam que enquanto **42,65%** dos ocupantes estão com peso 'normal', **55,15%** estão acima do peso - dos quais 34,56% encontram-se com 'sobrepeso' e 20,59% encontram-se com diferentes níveis de obesidade²⁵ [Figura 42], uma significativa quantidade de ocupantes nessa condição.

²⁴ IMC = peso (kg) ÷ altura² (m).

²⁵ Classificação do IMC de acordo com *World Health Organization*: **abaixo do peso** (< 18,50); **normal** (18,50 a <25); **sobrepeso** (25 a < 30); **obesidade grau I** (30 a < 35); **obesidade grau II - severa** (35 a < 40); **obesidade grau III – mórbida** (> 40) (WHO, 2017).

Figura 42 – Classificação do IMC dos ocupantes, por gênero.



No tocante à naturalidade dos trabalhadores, a partir das respostas obtidas nos questionários (n=136), as cidades foram classificadas pelo clima característico da região [Tabela 20], sendo: **56,8%** dos ocupantes são naturais de municípios cujo clima é caracterizado como 'quente e úmido'; **37,1%** naturais de municípios cujo clima é caracterizado como 'semiárido' e **9,1%** são naturais de outras regiões com climas distintos. Dentre aqueles naturais da região 'quente e úmido', **28,79%** são naturais do município de João Pessoa. Do total dos entrevistados, **56,1%** moram há mais de 10 anos em João Pessoa; **20,5%** entre 6 e 10 anos e **26,5%** moram na cidade há menos de 5 anos [Tabela 21].

Tabela 20 – Naturalidade dos ocupantes, classificadas pelo clima

NATURALIDADE / CLIMA		
QUENTE ÚMIDO	SEMIÁRIDO	OUTRO
56,8%	37,1%	9,1%

Tabela 21 – Tempo que ocupantes habitam no município de João Pessoa

TEMPO EM JOÃO PESSOA		
0 a 5 ANOS	6 a 10 ANOS	+ de 10 ANOS
26,5%	20,5%	56,1%

Tabela 22 – Horários / preferência para acordar

PREFERE ACORDAR	OCUPANTES
Antes das 7:00h	58,82%
Entre 7:00h e 9:00h	32,35%
Após 9:00h	8,82%

Tabela 23 – Horários / jornada e trabalho

INÍCIO DA JORNADA	OCUPANTES
Por volta das 7hs	30,15%
Por volta das 8hs	36,76%
Por volta das 9hs	19,12%
10hs	13,24%

Das perguntas sobre alguns hábitos e preferências pessoais dos participantes do estudo, tem-se um panorama adicional para melhor compreensão do horário predominante de ocupação do edifício, bem como do histórico térmico dos ocupantes, a partir do meio de transporte que utilizam para chegar no trabalho [Tabelas 22 a 24].

Com relação ao meio de transporte, é interessante observar que **75,74%** dos ocupantes informaram utilizar usualmente carro com ar-condicionado para chegar ao trabalho, configurando uma elevada proporção de pessoas que apresentaram uma exposição prévia ao condicionamento artificial. Os outros meios de transportes indicados pelos entrevistados, que não contam com condicionamento artificial, totalizam **24,27%**.

Tabela 24 – Meio de transporte utilizado pelos trabalhadores

MEIO DE TRANSPORTE	OCUPANTES
Carro com ar-condicionado	75,74%
Carro sem ar-condicionado	8,82%
Ônibus	6,62%
Moto	4,41%
À pé	3,68%
Bicicleta	0,74%

5.2.2 Fatores pessoais relacionados ao conforto térmico

Das respostas obtidas nos questionários e baseando-se nas tabelas de valores propostos pela ASHRAE-55 (2013), foram calculadas as variáveis do conforto térmico consideradas como fatores pessoais ou subjetivos (ABNT 2008; LAMBERTS, 2014): os valores de isolamento térmico das vestimentas e das taxas metabólicas em função das atividades que os ocupantes desempenhavam no momento imediatamente anterior ao preenchimento do questionário.

A **atividade metabólica** predominante – característica da função que os trabalhadores desempenham na instituição – não apresentou muita variação, com maior porcentagem de atividade considerada sedentária ou leve²⁶, com **82,35%** dos respondentes indicando atividade com valores entre 60 e 70 W/m² [Tabela 25].

Quanto à **vestimenta**, o segundo parâmetro pessoal que define as condições de conforto térmico, para cada ocupante da amostra foi calculada a resistência térmica das roupas que indicaram estar utilizando no momento da entrevista [Tabela 26]. À somatória dos valores de cada tipo de peça indicada pelo ocupante para pés, pernas, corpo e cabeça foi acrescentado o valor de 0,04 *clo* correspondente às peças íntimas (ASHRAE, 2013). De acordo com a ASHRAE (2013), aos valores de isolamento do ocupante, quando sentado em uma cadeira e cujos valores de *clo* estão entre 0,5 e 1,2, é permitido somar-se o valor correspondente ao isolamento proporcionado pela cadeira. Neste estudo, em razão do uso da cadeira operativa estofada de espaldar médio por todos ocupantes entrevistados, será adicionado o isolamento de **0,15 *clo***

²⁶ De acordo com a NBR ABNT 16401-2:2008, considera-se atividade sedentária ou leve índices de 1,0 met a 1,2 met.

sugerido para uma cadeira executiva (ASHRAE, 2013) na análise das faixas de valores de isolamento térmico em função da temperatura operativa (subitem 5.3).

Tabela 25 – Valores da taxa metabólica em função das atividades desempenhadas pelos ocupantes entrevistados.

ATIVIDADE METABÓLICA	METABOLISMO		OCUPANTES
	met	W/m ²	
Sentado quieto	1,0	60	43,38%
Atividade de escritório	1,1	65	42,65%
Em pé, relaxado	1,2	70	4,41%
Caminhando	1,7	100	1,47%
Outro / não respondeu	-	-	8,09%

Tabela 26 – Valores do isolamento térmico das vestimentas dos ocupantes.

	VESTIMENTA		VESTIMENTA + CADEIRA
	clo	m ² °C/W ²⁷	clo
MÉDIA	0,53	0,08	0,60
MÁXIMA	1,19	0,18	1,34
MÍNIMA	0,33	0,50	0,33
DESVIO PADRÃO	±0,14	±0,02	±0,19

Dos resultados, verifica-se que o isolamento da vestimenta oscilou entre 0,33 e 1,19 *clo*, com média de **0,53 *clo***²⁸ – valor que corresponde a um conjunto considerado como ‘vestimenta leve’ (LAMBERTS, 2014) [Figura 43]. A partir de uma análise da frequência de repetições por faixas de valores²⁹ [Figura 44], identifica-se a predominância do uso de conjuntos que somam em torno de **0,40 *clo***, utilizado por **52,21%** dos trabalhadores no momento da pesquisa em campo – quantidade de vestimenta que se adequa às condições climáticas externas do local. Em seguida, tem-se as frequências das faixas de valores 0,5 *clo* (23,53%) e 0,3 *clo* (8,82%). Juntas, as vestimentas com faixas de valores entre 0,6 *clo* e 1,0 *clo* totalizam 15,44%. Tal variabilidade dos resultados dos níveis de isolamento térmico indica a tendência dos ocupantes em adaptar suas vestimentas às condições climáticas do ambiente interno. Convém ressaltar que a empresa onde o estudo foi conduzido permite a utilização de bermudas (do tipo ‘cargos’) em suas dependências, item utilizado por 0,53% dos entrevistados. Paralelamente, 15% dos entrevistados utilizavam o item ‘casaco’ como proteção extra; e para alguns ocupantes o casaco é utilizado em conjunto com acessórios como luva, echarpe, touca – itens citados em questionários. Da observação em campo, pôde-se perceber que casacos, itens que não fazem parte da vestimenta usual no clima quente e úmido, são frequentemente

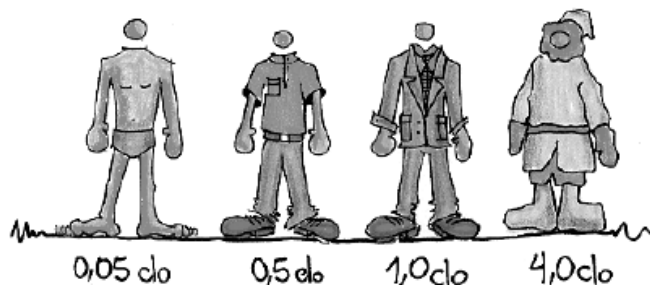
²⁷ 1 *clo* representa a resistência térmica de 0,155m² °C/W.

²⁸ Valor não considera o acréscimo de 0,15 *clo* referente às cadeiras operativas.

²⁹ Faixas de valores: **0,3 *clo*** (0,32 a 0,39); **0,4 *clo*** (0,40 a 0,49); **0,5 *clo*** (0,50 a 0,59); **0,6 *clo*** (0,62 a 0,65); **0,7 *clo*** (0,71 a 0,77); **0,8 *clo*** (0,81 a 0,87); **0,9 *clo*** (0,93 a 0,97) e **1,00 *clo*** (1,03 a 1,18).

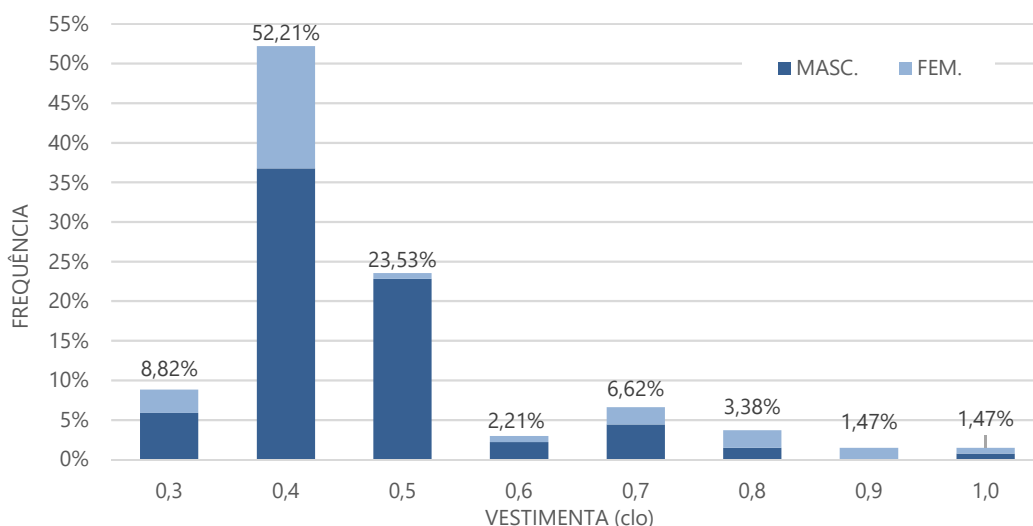
deixados pelos ocupantes no posto individual, para uso exclusivo no interior do ambiente de trabalho.

Figura 43 - Resistência térmica de alguns padrões de vestimentas



Fonte: LAMBERTS, 2014

Figura 44 – Variação dos valores de vestimenta utilizada pelos ocupantes, por faixas de valores *.



*Valores sem o acréscimo de 0,15clo referente às cadeiras operativas.

Adicionalmente é feita uma análise da resistência térmica da vestimenta, utilizando a subdivisão por faixas de valores, juntamente com os resultados da Temperatura Operativa, distinguindo-se o nível de isolamento térmico adotado pelo ocupante em razão dessa condição térmica no seu posto de trabalho. Os resultados encontram-se no subitem 5.3.

5.2.3 Variáveis ambientais

Além do registro das variáveis ambientais incidentes nas estações individuais de trabalho, durante o período de coleta de dados no edifício todos pavimentos tiveram o monitoramento ininterrupto das variáveis temperatura do ar e umidade relativa do ar, conforme descrito no Capítulo 4 - procedimentos metodológicos, cujos resultados são apresentados a seguir.

5.2.3.1 Velocidade do ar

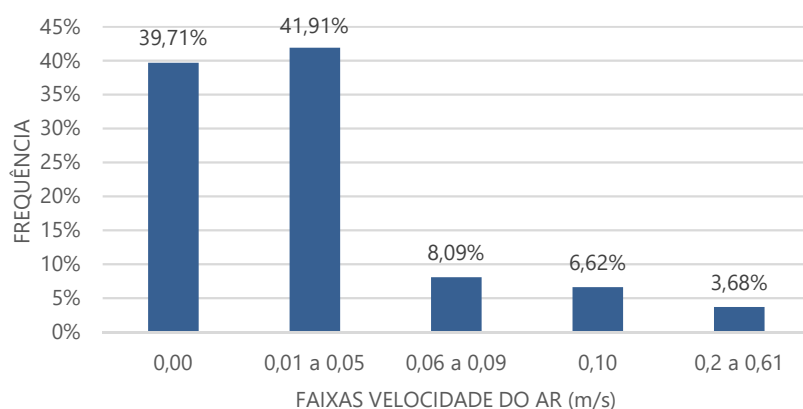
Em função da frequente variação da velocidade do ar, para cada medição individual (entendida como a medição de cada posto de trabalho) foi realizado o registro com o intervalo de 2 segundos pelo período total de 15 minutos, totalizando 450 registros por medição. Dessses registros, foram calculadas a velocidade média, velocidade máxima e desvio padrão para cada posto de trabalho da amostragem validada. A velocidade mínima registrada em todos os postos de trabalho foi de 0,0 m/s. Na [Tabela 27] são apresentados os resultados por andar.

Tabela 27 – Resultados da velocidade do ar nas estações de trabalho, por pavimento.

ANDAR	VEL. DO AR (m/s)	VELOCIDADE MÉDIA DO AR (m/s)			
	Maior registro (*)	Média	Mínima	Máxima	DP
3º	0,40	0,035	0,000	0,183	± 0,058
4º	0,60	0,035	0,001	0,165	± 0,044
5º	0,90	0,027	0,000	0,322	± 0,074
6º	0,40	0,022	0,000	0,200	± 0,048
7º	0,60	0,024	0,000	0,209	± 0,059
8º	0,90	0,044	0,000	0,362	± 0,078
9º	0,90	0,088	0,000	0,610	± 0,147
10º	0,40	0,015	0,000	0,077	± 0,023
Média edifício	0,90	0,037	0,000	0,610	± 0,091

(*) Maior valor instantâneo da velocidade do ar registrado nas medições individuais.

Figura 45 – Gráfico da frequência de ocorrência da velocidade do ar, por faixas de valores.



Embora tenham ocorrido registros instantâneos que se aproximam de 1,0m/s, a velocidade média do ar – considerando a totalidade das estações de trabalho – foi de **0,037m/s**, um valor baixo, se comparado à velocidade de 0,20m/s classificada como "perceptível" (De Vecchi, 2015). Predominam no edifício registros médios de 0,00 a 0,05m/s, que totalizam 81,62% de ocorrências, enquanto velocidades de 0,1 a 0,61 ocorreram em 10,29% das estações monitoradas [Figura 45].

Figura 46 – Valores da velocidade média do ar, por estações de trabalho.

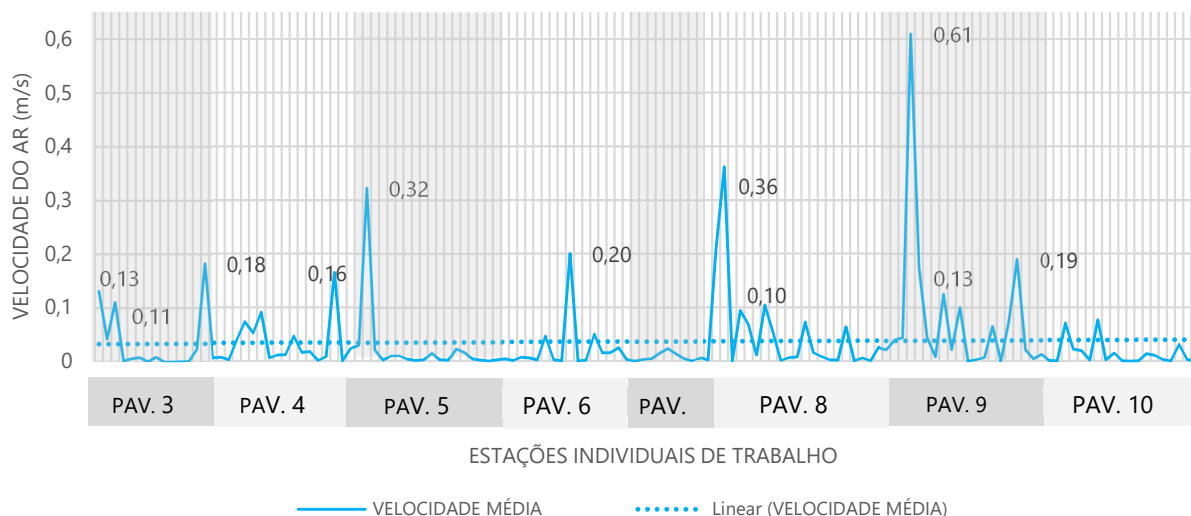
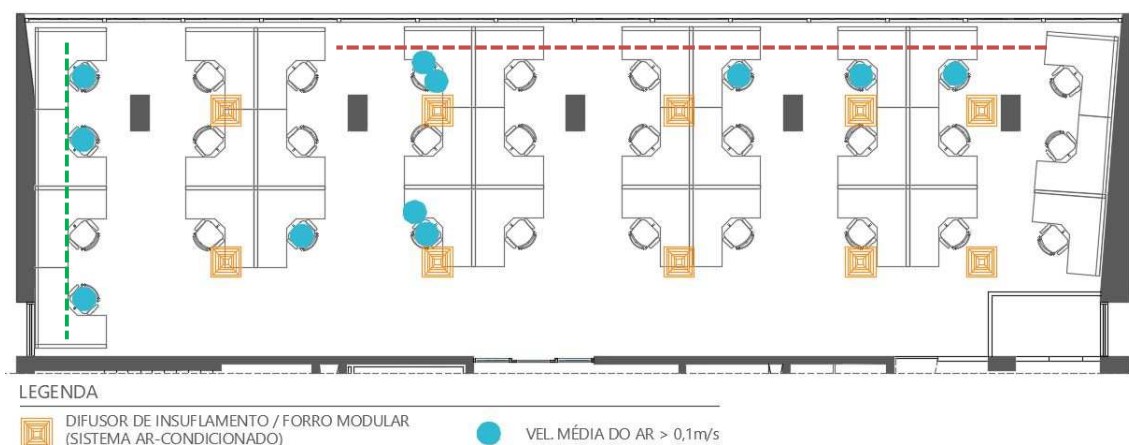


Figura 47 – Pavimento tipo com identificação locais com maiores médias de vel. do ar.



Fonte: Dataprev (2013), adaptado pela autora

Dos resultados por pavimento, destacam-se a variabilidade de valores médios entre os andares, bem como os elevados registros no 9º andar, cuja velocidade média foi de 0,088m/s. A variação dos registros e os picos das velocidades médias podem ser observados no gráfico apresentado na [Figura 46]. A fim de se compreender possíveis razões que pudessem influenciar a oscilação dos resultados, foram identificadas em layout [Figura 47] a exata localização das estações de trabalho que apresentaram velocidade média do ar acima de 1,0m/s (independente dos andares em que se situam), cujos valores destacam-se da média, conforme visualizado na [Figura 46]. Da imagem, é possível identificar duas situações comuns à maioria dessas estações individuais de trabalho: **a)** localizadas logo abaixo de difusores próximos à esquadria leste (destaque com linha tracejada vermelha); e **b)** contíguas à alvenaria limite norte do pavimento (destaque com linha tracejada verde). Aparentemente, o aumento da velocidade do ar incidente no posto de trabalho está relacionado à proximidade deste em

relação às vedações verticais, que podem provocar a concentração e o aumento da intensidade da ventilação proveniente dos difusores.

5.2.3.2 Umidade relativa

O registro da umidade relativa do ar - UR do ar durante a pesquisa em campo ocorreu em dois 'níveis': medições individuais dos **postos de trabalho**, através da estação móvel; e o monitoramento da variável no vão livre do **pavimento**, através de dois sensores que permaneceram fixos em pontos pré-estabelecidos nos andares - lado norte e lado sul, conforme descrito no capítulo 4 - materiais e métodos.

A [Tabela 28] apresenta os valores médio, mínimo, máximo e desvio padrão dos resultados das medições individuais e do pavimento; além de uma média geral dos resultados do edifício. Os valores da umidade relativa referentes ao 'pavimento' correspondem à média simples dos registros realizados no 'lado norte' e 'lado sul', e foram considerados os valores dos mesmos horários das medições individuais, de maneira que a correspondência entre os resultados permitisse uma comparação das condições ambientais no ambiente de escritório (que corresponde ao vão do pavimento) com as condições no exato local onde o trabalhador exerce suas funções laborais.

Tabela 28 – Umidade relativa do ar registrada nos postos individuais de trabalho e nos pavimentos.

ANDAR	UMIDADE RELATIVA (%)							
	POSTOS DE TRABALHO				PAVIMENTO (*)			
	Média	Mín.	Máx.	DP	Média	Mín.	Máx.	DP
3º	76,06	72,97	80,78	± 2,14	61,35	57,59	67,53	±2,33
4º	72,22	67,34	74,89	± 1,99	61,03	54,84	66,21	±3,20
5º	73,26	69,58	76,70	± 1,98	64,08	60,17	69,49	±3,22
6º	75,50	68,91	80,16	± 3,19	62,91	55,45	71,90	±5,91
7º	76,53	66,69	80,88	± 3,75	67,72	69,63	64,12	±2,27
8º	73,97	65,63	78,69	± 3,11	62,06	51,94	67,90	±4,90
9º	72,97	66,24	80,63	± 4,25	63,14	53,52	76,54	±7,96
10º	73,49	68,69	81,02	± 3,31	57,81	46,55	70,88	±9,58
Média edifício	74,12	65,63	81,02	±3,28	62,23	46,55	76,54	±6,19

(*) Média dos registros Lado Norte e Lado Sul.

Em relação aos registros da umidade relativa do ar diferenciados pelos lados norte e sul do pavimento, conforme [Figura 48]³⁰, percebe-se uma diferença maior entre os valores no intervalo dos dias 22/08 a 05/09. A partir do dia 06/09 os resultados apresentam maior similaridade, aproximando-se do valor médio. Já nos registros apresentados na [Figura 49],

³⁰ Pág. 84.

observa-se que a umidade relativa, quando controlada pelo sistema de condicionamento do ar, apresenta menor variabilidade em relação ao meio externo: enquanto a UR no **meio externo** variou de **50% a 92%** (DP = $\pm 10,17$), internamente, nos **pavimentos**, o intervalo foi de **46,5% a 76,54%** (DP = $\pm 6,19$). Nas estações de trabalho, as **medições individuais** apresentaram uma variabilidade ainda menor, porém com valores da umidade relativa do ar mais elevadas do que o pavimento: **de 65,63% a 81,02%** (DP = $\pm 3,28$). A média da umidade relativa nos postos de trabalho foi de **74,12%**, superior à média registrada no pavimento, que foi de **62,23%**.

Figura 48 – Variação cronológica da UR nos ambientes internos: média do pavimento, sensor Sul e sensor Norte.

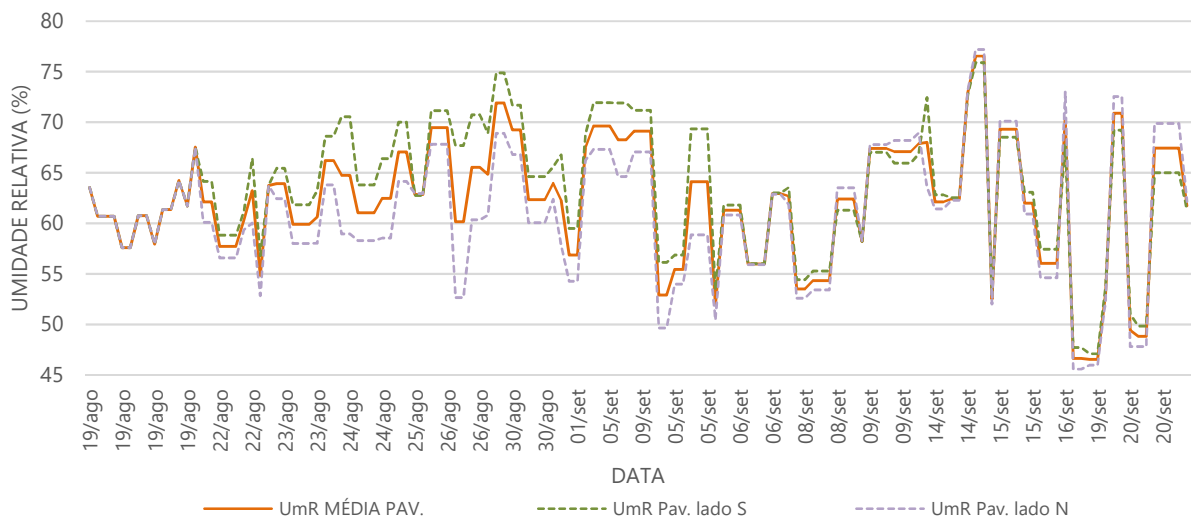
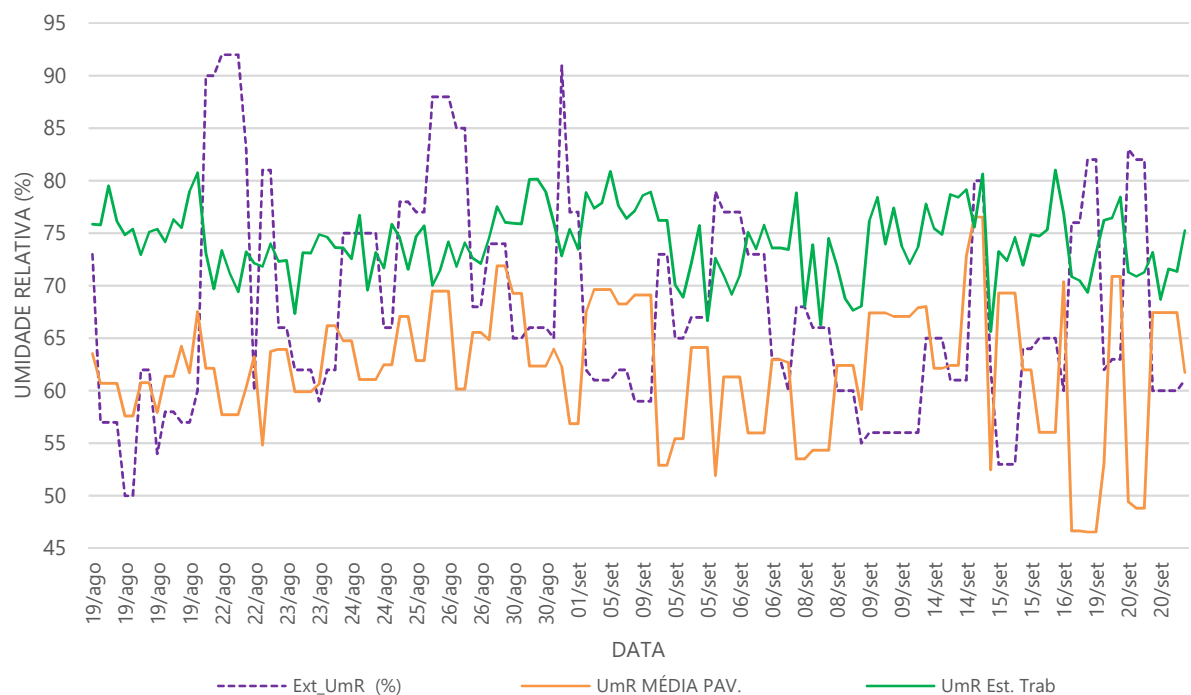
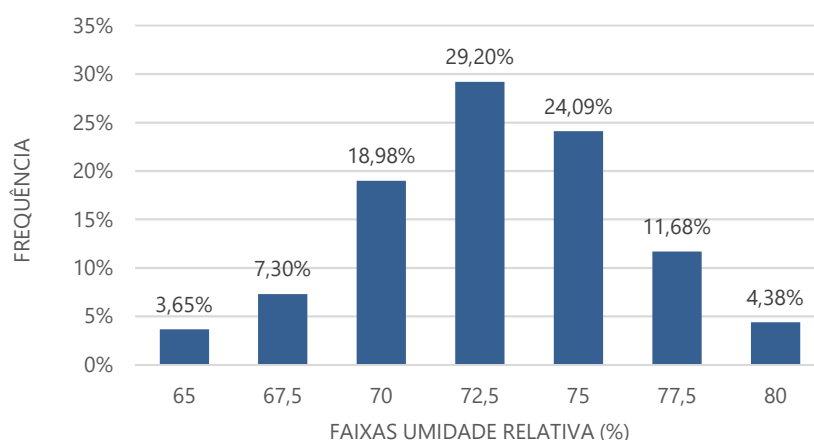


Figura 49 – Variação cronológica da UR, no meio externo, média nos ambientes internos e nas estações individuais de trabalho.



Dos resultados provenientes das medições individuais [Figura 50], quando categorizados por faixas de valores³¹, verifica-se a maior ocorrência da UR nas faixas **72,5% e 75%**: juntas, correspondem ao total de 53,29% dos resultados obtidos na pesquisa em campo (29,20% + 24,09%). Paralelamente há uma pequena concentração de valores nas faixas extremas de 60% e 80%. A predominância de valores de UR na faixa dos 70% assemelha-se aos resultados obtidos por De Vecchi (2015) em medições realizadas em edificação de escritórios que opera exclusivamente com sistema de condicionamento central (43% de ocorrência de UR 70%), por sua vez, superiores aos valores de UR medidos em edificação que opera com sistema misto.

Figura 50 – Frequência de ocorrência da UR nas estações individuais, por faixas de valores.



5.2.3.3 Temperatura do ar

Da mesma maneira que a umidade relativa do ar, a temperatura do ar foi monitorada no âmbito dos **postos de trabalho** individuais e do vão livre do **andar/pavimento**, a fim de possibilitar a comparação das condições ambientais nessas duas dimensões espaciais. A [Tabela 29] apresenta os valores médio, mínimo, máximo e desvio padrão dos resultados das medições individuais e do pavimento; além de uma média geral dos resultados do edifício.

No período da realização da pesquisa de campo, enquanto a temperatura do ar no **meio externo** oscilou entre 21,40°C e 29,90°C, com média de **27,09°C**³²; nos **ambientes internos**, sob condições controladas pelo sistema de climatização artificial, a variação foi de 21,77°C a 25,92°C, sendo a temperatura do ar média de **23,65°C** [Figura 53]³³.

³¹ Tabela 17, pág. 75.

³² Considerando os horários equivalentes aos intervalos de coleta dos dados. Tabela 4, pág. 43.

³³ Pág. 90.

Sobre os resultados, destaca-se a variação entre os registros de temperatura do ar, tanto entre as medições individuais, as medições nos pavimentos, quanto entre os resultados nos dois 'níveis'. No edifício, entre as **medições individuais** nos postos de trabalho, a temperatura do ar oscilou entre **19,47°C** e **24,93°C**, correspondendo a uma diferença que chega a **5,46°C** dessa variável ambiental entre estações de trabalho. Se consideradas as temperaturas médias das estações individuais, por andar, a variação foi de **21,30°C** a **24,17°C**, correspondendo a uma diferença de **2,87°C** entre os andares.

No âmbito da temperatura do ar no **pavimento**, observa-se extensão similar da variação: nos pavimentos a temperatura do ar oscilou entre **21,77°C** e **25,92°C**, correspondendo a uma diferença de **4,15°C**; e as médias entre os andares oscilou entre **22,62°C** e **25,25°C**, correspondendo a uma diferença de **2,63°C**. Considerando o conjunto das variáveis em todo o edifício, enquanto as estações individuais apresentaram uma temperatura do ar média de **22,67°C**, os pavimentos apresentaram uma média de **23,65°C**, correspondendo a uma diferença de quase **1,0°C** entre essas duas dimensões espaciais (estação vs. andar).

Tabela 29 – Temperatura do ar registrada nos postos individuais de trabalho e nos pavimentos.

ANDAR	TEMPERATURA DO AR (°C)							
	POSTOS DE TRABALHO				PAVIMENTO (*)			
	Média	Mín.	Máx.	DP	Média	Mín.	Máx.	DP
3º	21,30	19,79	22,52	±0,79	22,88	22,44	23,09	±0,22
4º	24,17	22,92	24,93	±0,55	25,25	24,73	25,86	± 0,36
5º	22,91	21,32	24,81	±0,84	23,57	22,47	25,01	±0,99
6º	22,43	20,27	23,94	±1,04	22,62	21,77	23,50	±0,51
7º	22,81	21,86	23,76	±0,62	24,35	23,68	25,92	±0,95
8º	22,83	21,91	24,34	±0,66	23,86	23,34	24,40	±0,31
9º	21,98	19,47	24,26	±1,21	22,89	22,39	23,76	±0,47
10º	22,85	21,19	24,29	±0,77	23,90	21,91	25,08	±0,83
Média edifício	22,67	19,47	24,93	±1,11	23,65	21,77	25,92	±1,01

(*) Média dos registros Lado Norte e Lado Sul.

As disparidades nos registros da temperatura do ar, por pavimentos, estão destacadas nas [Figuras 52 e 53]³⁴, com a sobreposição em gráficos dos resultados da temperatura do ar monitorada no pavimento e da mesma variável na estação individual de trabalho; além de uma terceira variável em cada gráfico: os votos de sensação térmica e velocidade média do ar. Os resultados são diferenciados por pavimentos (3º ao 10º), não correspondendo a uma exata hierarquia cronológica, por dia ou turnos (manhã/tarde), ocasionando, portanto, repentinas variações nos valores apresentados.

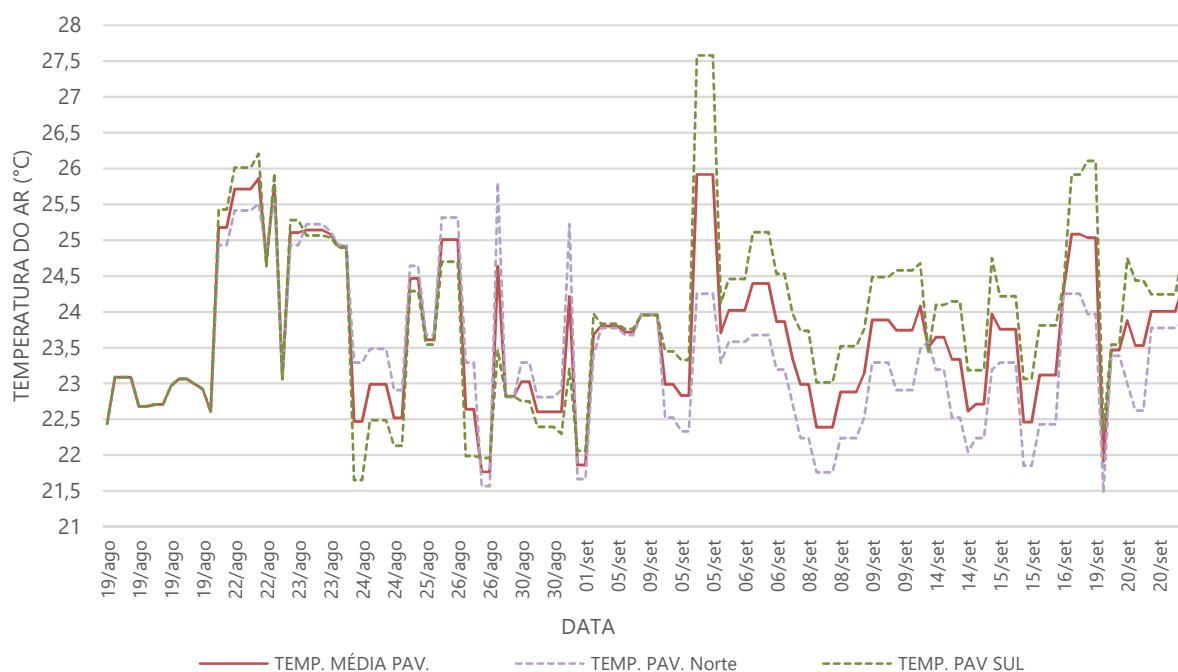
Os gráficos evidenciam as diferenças anteriormente mencionadas: a oscilação dos valores da temperatura do ar registradas nas estações individuais em relação ao registro médio

³⁴ Págs. 89 e 90.

do pavimento, e ainda, a variabilidade dessa condição ambiental entre os pavimentos – muito embora todos ambientes de escritórios monitorados³⁵ tenham sua temperatura controlada pelo mesmo sistema de climatização (com *setpoint* padronizado a 23°C), condições arquitetônicas praticamente idênticas³⁶ e a uniformidade da atividade laboral desempenhada pelos participantes da pesquisa.

Na [Figura 51] são apresentados os valores registrados pelos dois sensores que monitoraram a temperatura do ar no pavimento, posicionados no 'lado norte' e 'lado sul'³⁷ e a média desses dois resultados. Embora apresentem sempre a mesma tendência de oscilação, a diferença entre os dois registros, no mesmo momento, é em média de **0,82°C**, em **43%** das ocorrências essa diferença ultrapassa **1,0°C**, e chega-se a atingir a diferença máxima de **3,32°C** entre os dois lados do 7º andar; resultados que demonstram não existir uma uniformidade das condições ambientais no vão livre do pavimento. Quando comparadas as temperaturas do ar no exato local que o trabalhador ocupa com a temperatura correspondente do pavimento, a diferença é ainda maior: em **85,29%** das estações individuais a temperatura é inferior à temperatura do ambiente, a diferença é, em média, de **1,19°C**; em **57%** das estações monitoradas a variação ultrapassa **1,0°C**, e ainda, chega-se a atingir a diferença máxima de **3,75°C**.

Figura 51 – Variação cronológica da temperatura do ar nos ambientes internos: sensor Norte, sensor Sul e média do ambiente interno.



³⁵ À exceção do pavimento 03, que possui dimensão inferior aos demais, conforme Figura 28, pág. 52.

³⁶ Em relação às condições espaciais, incluindo mobiliário, revestimento, equipamentos.

³⁷ À exceção do pavimento 03, que em razão da área efetiva de escritório só contou com um sensor.

Na **[Figura 53]** é possível observar com melhor nitidez a diferença entre os resultados de temperatura do ar registrados no ambiente em relação à mesma variável monitorada na unidade individual de trabalho. Ali, em uma análise para melhor compreensão das razões que repercutem em tamanha variação nos resultados, foram acrescentados os valores médios da velocidade do ar provenientes das medições individuais. A partir desta sobreposição, percebe-se que o aumento da velocidade do ar está relacionado com a ocorrência das temperaturas mais baixas, assim como os votos de sensação térmica de desconforto por frio (votos -2 e -3) dos ocupantes, demonstrados na **[Figura 52]**.

Figura 52 – Gráfico dos resultados da temperatura do ar média no pavimento, temperatura do ar nas estações de trabalho e votos de sensação térmica.

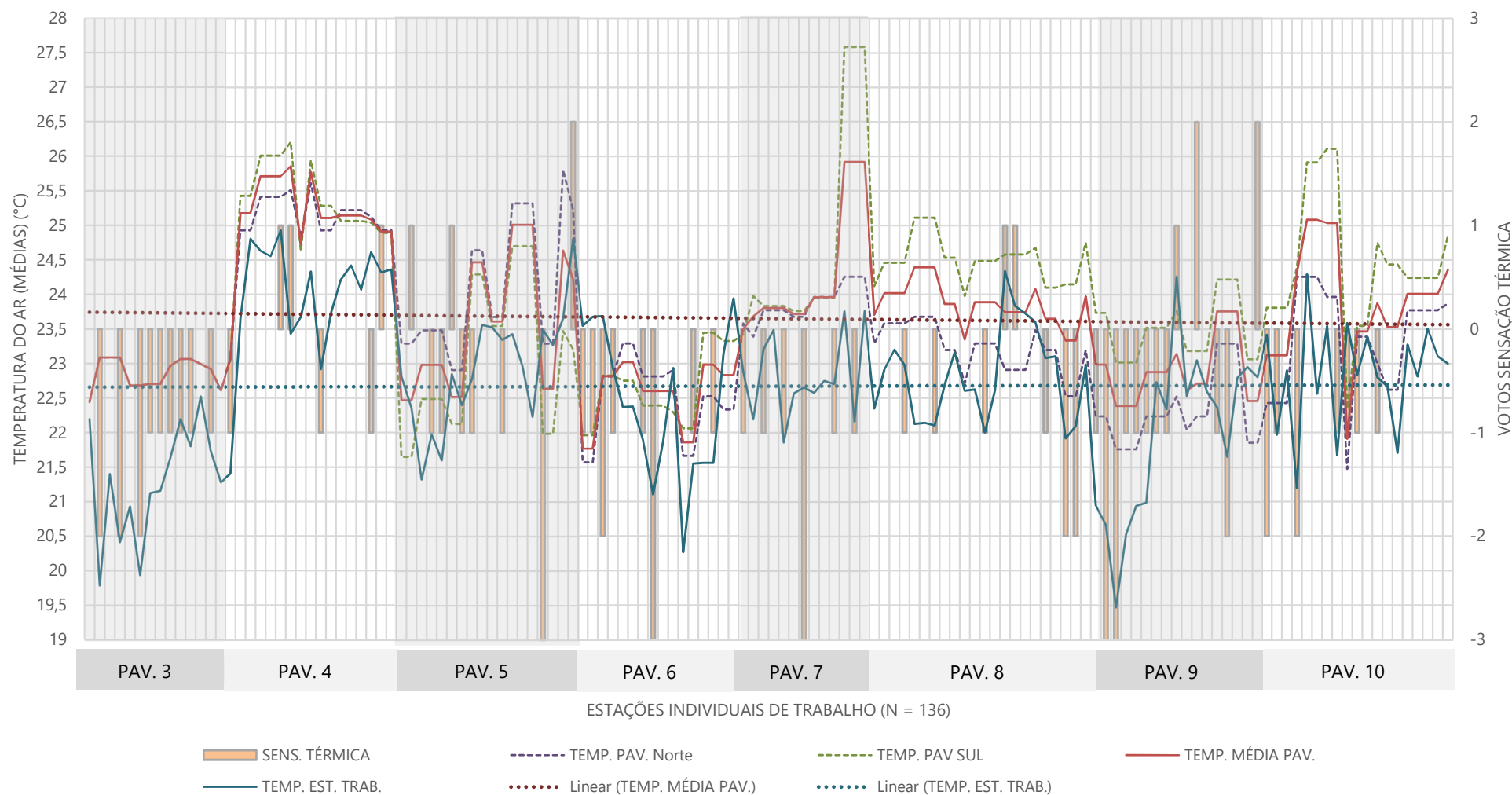
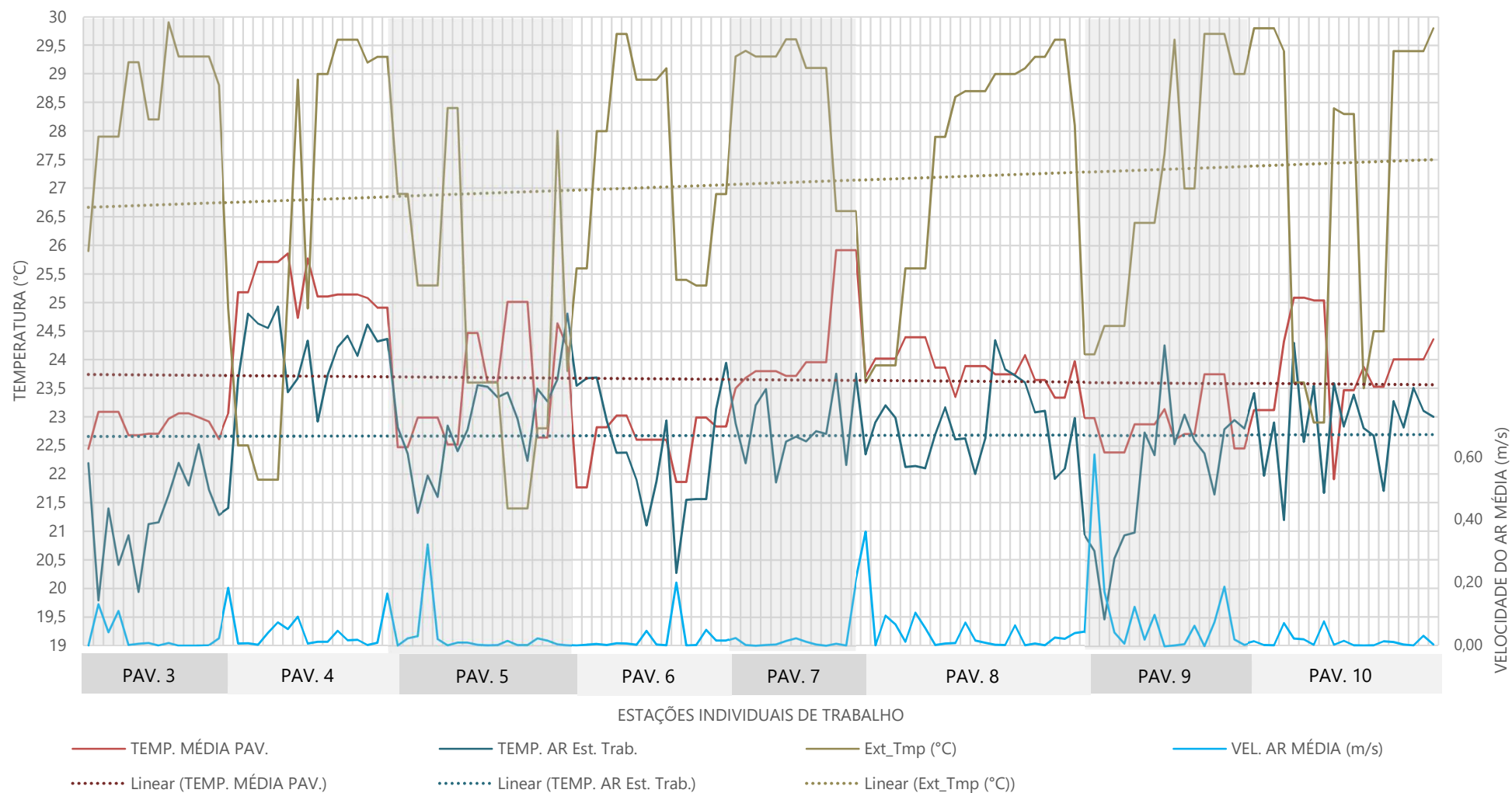


Figura 53 – Temperatura do ar no meio externo, média dos ambientes internos, nas estações de trabalho e velocidade média do ar.



Fonte: Dados da pesquisa (2016) e INMET (2016).

5.2.3.4 Material Particulado

Os dados originais provenientes do medidor de partículas Fluke 983 são categorizados pelas massas de concentração com diâmetros 0,3; 0,5; 1,0; 2,0; 5,0 e 10,0 μm na contagem de partículas sólidas suspensas no ar. Após conversão da unidade de contagem das partículas de $\mu\text{g/l}$ para $\mu\text{g/m}^3$, conforme **Equação 6** apresentada no procedimento metodológico³⁸, foi adotada a categorização das partículas por faixas de resultado de contagem nos diâmetros **2.5 $\mu\text{g/m}^3$** e **10 $\mu\text{g/m}^3$** ³⁹, que correspondem ao particulado torácico e particulado respirável, respectivamente (FUNDAÇÃO JORGE DUPRAT, 2007).

Primeiramente foi calculada a média das 3 amostras unitárias de cada estação de trabalho individual⁴⁰. Para a visualização dos resultados gerais, por pavimentos, as concentrações médias das estações individuais foram então agrupadas conforme os valores apresentados na [Tabela 30]:

Tabela 30 – Média da concentração de partículas nas estações individuais, por pavimentos.

ANDAR	MATERIAL PARTICULADO ($\mu\text{g/m}^3$) *				
	Diâmetros	Média	Mínimo	Máximo	Desv. Padrão
3º pav.	MP 2.5	24,97	18,12	43,70	$\pm 5,68$
	MP 10	25,19	18,25	44,29	$\pm 5,78$
4º pav.	MP 2.5	10,37	3,20	37,97	$\pm 9,40$
	MP 10	10,44	3,25	38,05	$\pm 9,41$
5º pav.	MP 2.5	6,87	3,22	46,08	$\pm 9,87$
	MP 10	6,97	3,31	46,38	$\pm 9,91$
6º pav.	MP 2.5	19,64	3,59	33,97	$\pm 13,58$
	MP 10	19,72	3,62	34,04	$\pm 13,60$
7º pav.	MP 2.5	26,75	4,44	36,78	$\pm 13,34$
	MP 10	27,01	4,52	36,97	$\pm 13,43$
8º pav.	MP 2.5	3,89	2,56	7,35	$\pm 1,16$
	MP 10	3,99	2,61	7,46	$\pm 1,17$
9º pav.	MP 2.5	6,38	3,79	10,79	$\pm 2,71$
	MP 10	6,53	3,90	11,02	$\pm 2,73$
10º pav.	MP 2.5	20,58	12,13	28,27	$\pm 5,16$
	MP 10	20,75	12,27	28,57	$\pm 5,20$
MP 2.5		14,00	2,56	46,08	$\pm 11,69$
TOTAL EDIFÍCIO MP 10		14,14	2,61	46,38	$\pm 11,74$

* Massa de concentração do material particulado em micrograma por metro cúbico.

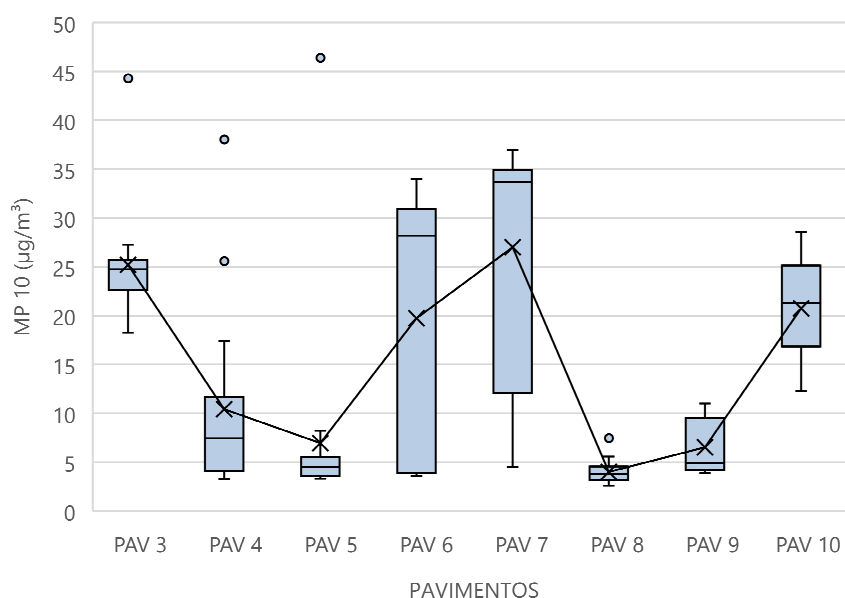
³⁸ Subitem 4.6.3, pág 71.

³⁹ **MP 2.5 $\mu\text{g/m}^3$** = soma das partículas com diâmetros 0,3; 0,5; 1,0 e 2,0 $\mu\text{g/m}^3$ / **MP 10 $\mu\text{g/m}^3$** = soma das partículas com diâmetros 0,3; 0,5; 1,0; 2,0, 5,0 e 10,0 $\mu\text{g/m}^3$.

⁴⁰ Conforme NBR 14644-1:2005 (ABNT, 2005).

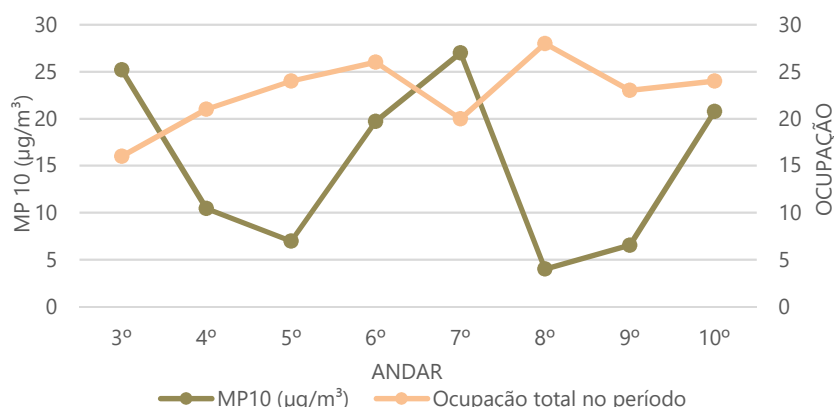
Baseado nos padrões referenciais da Qualidade do Ar Interior em ambientes climatizados de uso público e coletivo, de acordo com a Resolução nº 9 da ANVISA (BRASIL, 2003) – que define o valor limite ($\leq$) **80 $\mu\text{g}/\text{m}^3$** de aerodispersóides totais no ar como indicador do grau de pureza do ar e limpeza do ambiente climatizado – os resultados apresentados demonstram que nenhum posto de trabalho, ou pavimento, apresentou quantidade de material particulado que ultrapasse a concentração máxima admissível; a maior média, no 7º andar foi de 26,71 $\mu\text{g}/\text{m}^3$. Ainda, sobre os resultados constantes na [Tabela 30 e Figura 54], observa-se uma variação dos valores médios entre os pavimentos, bem como, no mesmo pavimento, uma variação nos valores mínimos e máximos. Os pavimentos 3, 6, 7 e 10 apresentaram maiores médias de concentração de material particulado; e os pavimentos 6 e 7 apresentaram as maiores variações entre valor mínimo e máximo – se desconsiderados os *outliers* (valores com grande afastamento) dos resultados.

Figura 54 – Boxplot da dispersão de material particulado, 10 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, por pavimento.



Os baixos valores encontrados de matéria particulada nos ambientes internos podem ser justificados pela idade do edifício – que no período da pesquisa contava com apenas 6 meses de uso e operação; pelo sistema de ar-condicionado ser novo, ou ainda pela realização de manutenções periódicas. Embora fatores como características espaciais do ambiente, taxa de ocupação, trânsito de pessoas e atividades de limpeza estejam associadas com a variabilidade de matéria particulada em um ambiente interno (GAIDAJIS; ANGELAKOGLU, 2014, apud VIEIRA, 2016), quando comparadas a média do material particulado com a taxa de ocupação de trabalhadores presentes nos andares no momento da coleta dos dados, não se verificou associação entre os resultados, conforme demonstrado na [Figura 55]. Também não foram identificadas relação com outras variáveis ambientais (temperatura do ar, umidade relativa, velocidade média do ar).

Figura 55 – Total material particulado vs. ocupação no pavimento, por andares.



5.2.4 Votos de sensação e preferência térmica

Da análise das respostas obtidas nos questionários aplicados entre os usuários verificou-se a sensação e preferência em relação ao conforto térmico dos ambientes investigados. Os ocupantes foram questionados em relação às seguintes dimensões em relação ao ambiente térmico percebido:

- A percepção usual (ou típica) do ambiente térmico no exato local do seu posto de trabalho;
- A sensação térmica no exato momento que respondia ao questionário;
- A percepção usual do conforto térmico no ambiente de trabalho, neste caso, considerando o vão livre do pavimento;
- As condições térmicas na qual preferia estar (preferência térmica).

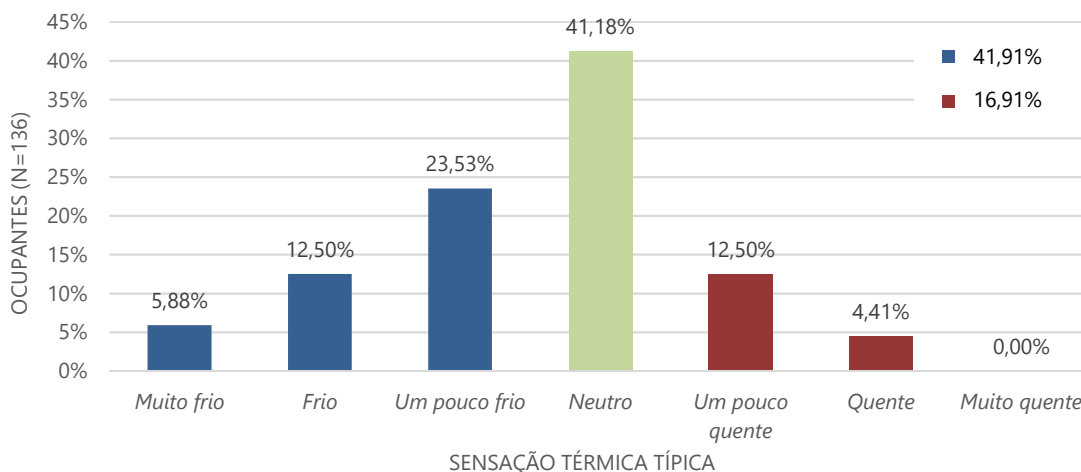
Quanto à **típica sensação térmica**⁴¹ na estação de trabalho onde desempenham suas funções laborais [Figura 56], **41,18%** dos ocupantes indicaram não sentir nem frio, nem calor ('neutro'); 23,53% relataram sentir '*um pouco de frio*'; 12,50% sentem '*frio*' e 5,88% '*muito frio*'; correspondendo ao total de **41,91%** de relato por sensação de frio. Ao mesmo tempo, 12,5% dos ocupantes consideram o local de sua estação de trabalho '*um pouco quente*' e 4,41% consideram '*quente*'; totalizando **16,91%** de usuários que indicaram sensação térmica vinculada ao calor.

Em relação à **sensação térmica no exato momento em que respondiam ao questionário** [Figura 57], **51,47%** dos ocupantes relataram estar em situação de 'conforto' (neutro – '*nem frio, nem calor*'), do restante, 30,15% declararam estar '*levemente com frio*'; 6,62% '*com frio*' e 3,68% afirmaram estar '*com muito frio*', totalizando assim **40,45%** dos trabalhadores em desconforto em razão do frio; ao mesmo tempo, 5,88% dos entrevistados

⁴¹ Neste caso, foi considerando a sensação que o usuário considera como usual em sua estação de trabalho, e não aquela percebida no exato momento da medição/aplicação do questionário.

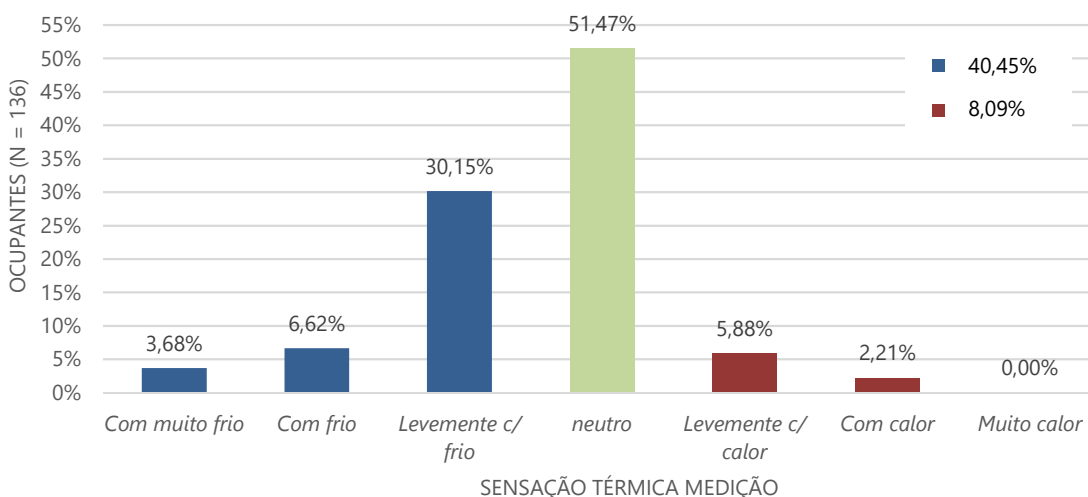
relataram estar '*levemente com calor*' e 2,21% afirmaram estar '*com calor*', o que resulta em um total de **8,09%** pessoas com desconforto por calor.

Figura 56 - Gráfico da sensação térmica típica nas estações de trabalho.



Embora o relato de neutralidade térmica seja diferente entre as sensações térmicas típicas e do exato momento em que respondiam ao questionário (41,18% vs. 51,47%), os resultados demonstram a quantidade de usuários que experimentam a sensação de frio é constante: 41,91% e 40,45%.

Figura 57 - Sensação térmica dos trabalhadores no momento em que respondiam ao questionário.

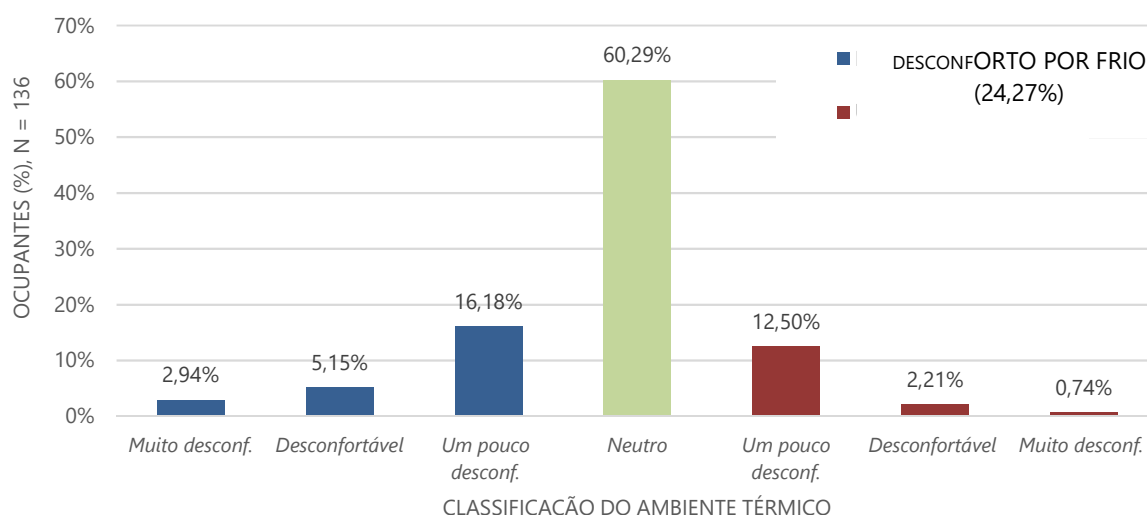


Quando questionados a respeito da **classificação do ambiente térmico no pavimento [Figura 58]** – neste caso a percepção do ambiente de escritório como um todo, e não apenas no local da sua estação de trabalho – a percepção de conforto pelos trabalhadores é maior: **60,29%** dos ocupantes consideram o ambiente térmico como confortável (*neutro*), enquanto o total de **39,71%** dos ocupantes julgou como desconfortável. Quando a razão do desconforto é proveniente do frio, 16,18% o consideram '*um pouco desconfortável*' (-1); 5,15%

consideram '*desconfortável*' (-2) e 2,94% ' *muito desconfortável*' (-3), totalizando **24,27%** de desconforto pelo frio. Em razão do calor, 12,50% julgaram como '*um pouco desconfortável*' (+1); 2,21% como '*desconfortável*' (+2) e 0,74% como '*muito desconfortável*' (+3), totalizando **15,45%** de desconforto por calor.

Em uma análise secundária sobre a classificação do ambiente térmico por gênero, ainda que exista uma predominância de ocupantes do gênero masculino no contexto do estudo⁴², agrupando-se os votos que indicam algum grau de desconforto, seja por calor ou frio tem-se o resultado apresentado na [Figura 59]. Embora em ambos gêneros exista a predominância dos votos que indicam conforto (neutralidade), enquanto **44,44%** dos ocupantes do gênero feminino classificam o ambiente como desconfortável, **38%** do gênero masculino têm a mesma percepção.

Figura 58 – Classificação do ambiente térmico.



Ao serem indagados sobre o ambiente térmico que gostariam de estar (**preferência térmica**) [Figura 60], **58,52%** dos trabalhadores afirmaram que '*não gostariam de mudanças*' nas condições térmicas do ambiente de trabalho naquele momento. Dos que gostariam de mudanças, 14,07% gostariam que o ambiente estivesse '*um pouco mais aquecido*' (-1); 7,41% gostariam que estivesse '*mais aquecido*' (-2) e 0,74% gostariam de estar '*muito mais aquecidos*' (-3), correspondendo ao total de **22,22%** de preferência pelo ambiente térmico mais aquecido. Por outro lado, 14,81% dos trabalhadores afirmaram desejar um ambiente '*um pouco mais refrigerado*' (+1), 2,96% '*mais refrigerado*' (+2) e 1,48% indicaram preferir que o ambiente térmico fosse '*muito mais refrigerado*' (+3), totalizando **19,25%** de preferência pelo ambiente mais refrigerado.

⁴² Ocupantes gênero masculino = 75,53% / ocupantes gênero feminino = 26,47%.

Figura 59 – Classificação do ambiente térmico, por gênero.

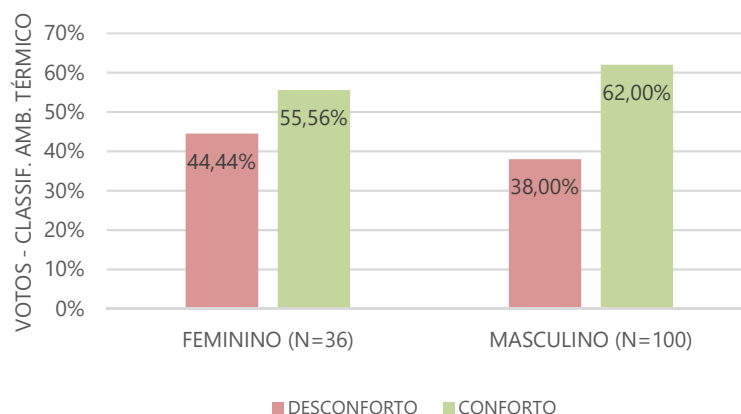
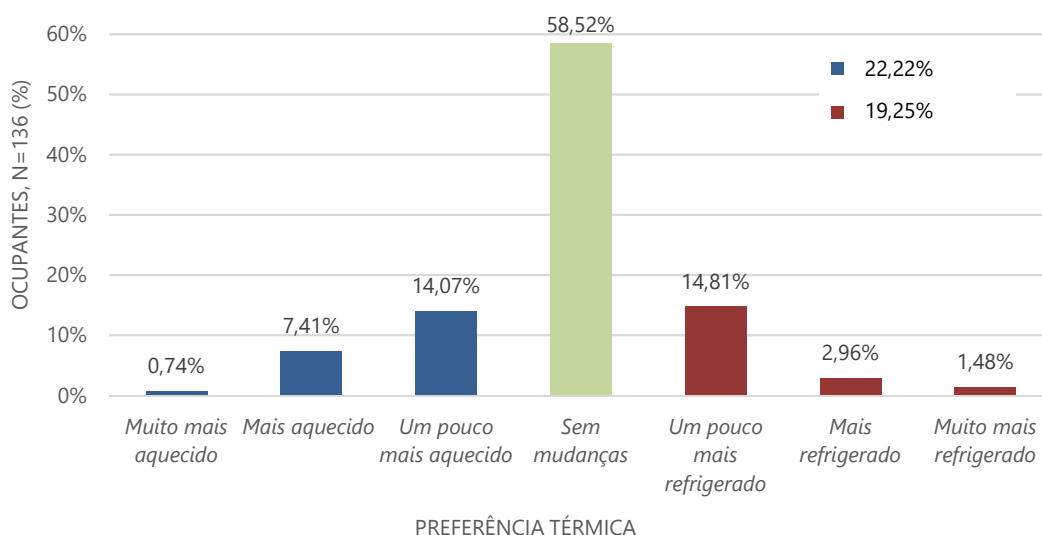


Figura 60 – Votos dos trabalhadores quanto a preferência térmica no local de trabalho.



Ainda no bloco que questões quanto à 'sensação e preferência térmica', o entrevistado assinalou numa escala de '*muito insatisfeito*' a '*muito satisfeito*', o nível de **satisfação com as condições térmicas** no local de trabalho [Figura 61]. Como resultado, 20,74% dos ocupantes indicaram o nível máximo da satisfação, 25,19% afirmaram estarem '*satisfeitos*' e 21,48% '*pouco satisfeito*'; totalizando **67,41%** de votos nos diferentes níveis de satisfação. Dos '*não satisfeitos*', enquanto **17,04%** indicaram não estarem '*nem insatisfeito ou satisfeito*'; o total de **15,55%** dos ocupantes assinalou notas equivalentes aos três diferentes níveis de insatisfação com o ambiente térmico.

No agrupamento dos votos por gênero [Figura 62], tem-se proporção de votos de satisfação semelhantes ao resultado global apresentado na [Figura 61] (63,89% e 68% vs. 67,41%). O que se percebe, no entanto, é que os ocupantes do gênero feminino tendem a ser pouco mais tolerantes ao desconforto – muito embora uma maior proporção delas relate desconforto na classificação do ambiente térmico (comparando-se com a proporção do mesmo voto no gênero masculino), conforme [Figura 59]. Tal fato pode ser justificado pela

diferença na porcentagem de votos relacionados à insatisfação observados na [Figura 62]: enquanto **13,89%** dos ocupantes do gênero feminino encontram-se insatisfeitos, **22%** dos ocupantes do gênero masculino têm a mesma opinião.

Figura 61 – Votos dos trabalhadores quanto a satisfação com a temperatura no local de trabalho.

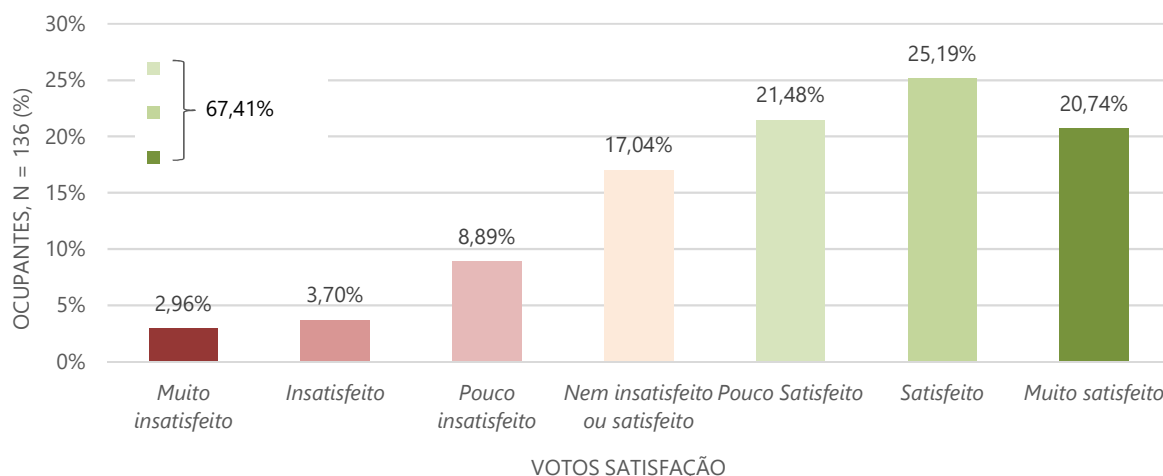
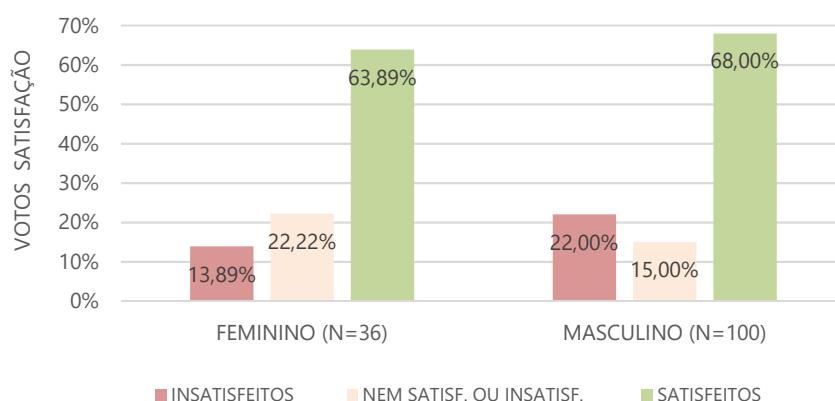


Figura 62 – Satisfação com a temperatura no local de trabalho, por gênero.



No que diz respeito a **aceitabilidade do movimento do ar** incidente sobre o usuário em sua estação de trabalho, **90,44%** dos trabalhadores consideraram como '*aceitável*', enquanto **9,56%** consideraram '*inaceitável*' [Figura 63]. Ao serem questionados quanto à **preferência do movimento de ar** a aceitabilidade foi menor: **70,15%** afirmaram que o movimento de ar era suficiente e **29,85%** indicaram preferir mudança, desses, 17,91% gostariam de '*menos movimento de ar*' (preferência associada à sensação de frio) e 11,94% gostariam de '*mais movimento no ar*' (preferência associada à sensação de calor) [Figura 64]. Na análise dos votos por gênero, quanto à 'aceitabilidade do movimento do ar' [Figura 65] a proporção de votos foi semelhante para ambos; já nos votos quanto à 'preferência do movimento do ar' [Figura 66], nota-se a preferência por menos movimento de ar pelo gênero

feminino: enquanto **25%** dos ocupantes do gênero feminino gostariam de '*menos movimento do ar*', **15,31%** do gênero masculino tem a mesma preferência.

Figura 63 – Votos de aceitabilidade do movimento do ar.

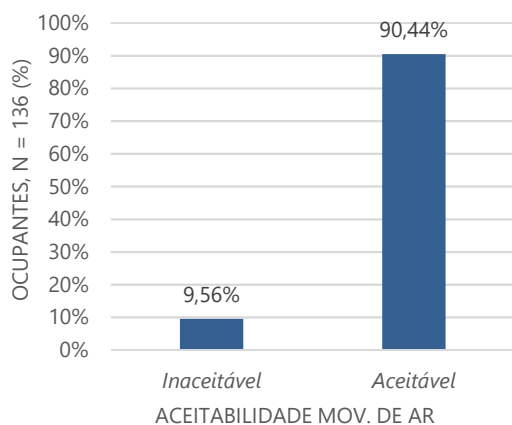


Figura 64 – Votos de preferência do movimento do ar.

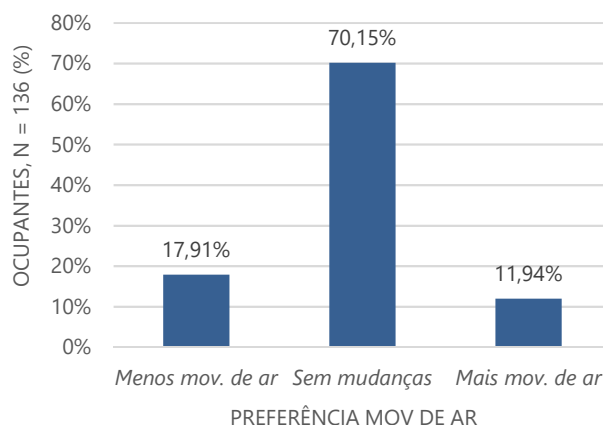


Figura 65 – Votos de aceitabilidade do movimento do ar, por gênero.

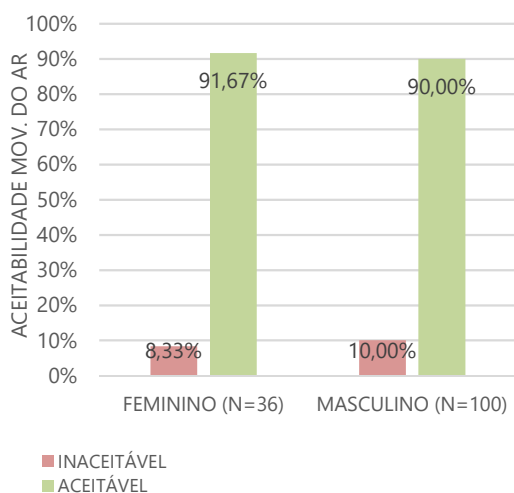
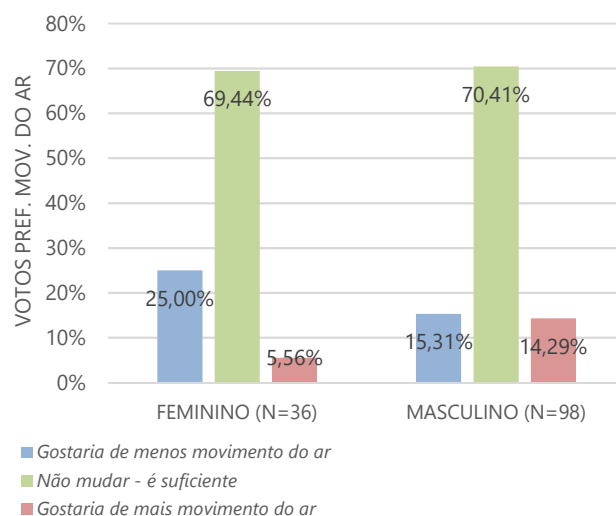


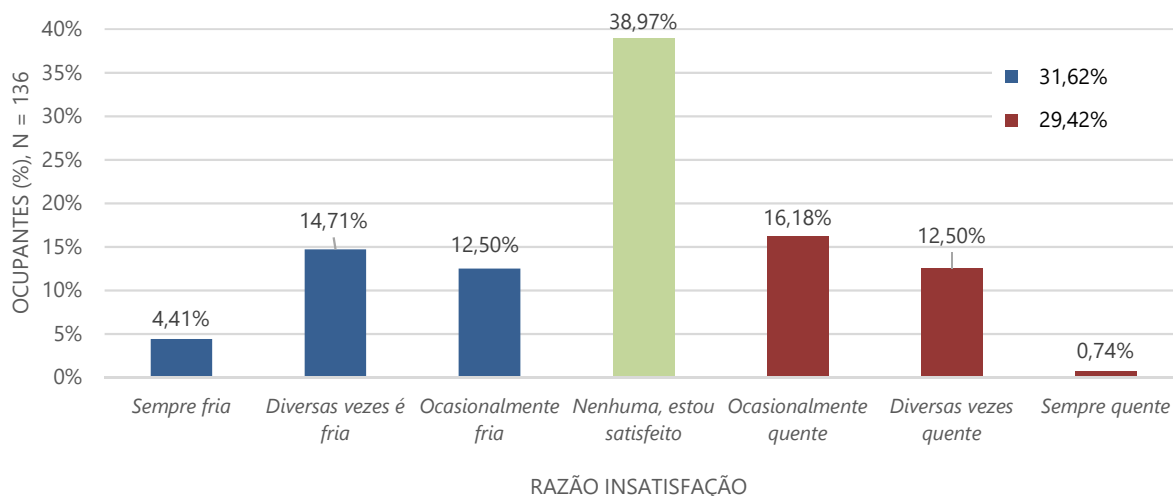
Figura 66 – Votos de preferência do movimento do ar, por gênero.



5.2.5 Insatisfação e desconforto

Ao serem indagados sobre as razões que contribuem para a insatisfação com relação à temperatura no local de trabalho, enquanto **38,97%** afirmaram estarem satisfeitos, dos 'insatisfeitos', **31,62%** responderam que a insatisfação está relacionada à sensação de frio e **29,42%** à sensação de calor; conforme demonstrado na [Figura 67].

Figura 67 – Razões indicadas pelos trabalhadores que contribuem para insatisfação em relação à temperatura no local de trabalho



Ainda no que tange a insatisfação com o ambiente térmico, os ocupantes indicaram os períodos – durante o expediente – em que ocorrem com maior frequência [Tabela 31], e ainda, situações ou características do ambiente de trabalho que consideram ser (em) a (s) fonte (s) do seu desconforto. Para **17,61%** dos trabalhadores, o horário da tarde foi apontado como o período no qual ocorrem maiores índices de insatisfação com a temperatura interna, e, em seguida, o período da manhã, apontado por **16,20%** dos ocupantes. **14,08%** indicaram que a insatisfação com a temperatura ocorre 'o tempo todo', e para **13,38%** 'não existe hora certa'.

Tabela 31 - Período de maior frequência da insatisfação com a temperatura.

PERÍODO	OCUPANTES
Pela manhã	16,20%
Meio do dia	9,15%
À tarde	17,61%
À noite	9,15%
O tempo todo	14,08%
Não existe hora certa	13,38%
outra	4,23%
Não respondeu	16,20%

Tabela 32 - Motivos apontados pelos trabalhadores como a fonte de desconforto.

FONTE DE DESCONFORTO	OCUPANTES
Incidência de luz solar direta	22,06%
Meu espaço é mais frio que os outros	16,91%
Meu espaço é mais quente que os outros	13,97%
Sistema de climatização deficiente	12,50%
O termostato é ajustado por outra pessoa	8,82%
Muito movimento de ar	7,35%
Pouco movimento de ar	5,88%
O termostato é inacessível	3,68%
Umidade muito baixa	2,94%
Calor proveniente de equipamentos	2,21%
Umidade muito alta	1,47%
Outros	6,62%

Das fontes de desconforto apontadas pelos trabalhadores⁴³ [Tabela 32], a 'incidência de luz solar direta' foi relatada por **22,06%** dos entrevistados, seguidos da percepção do ocupante de que seu espaço individual (estação de trabalho) 'é mais frio que os outros' (**16,91%**); e da percepção individual de que o espaço individual 'é mais quente que os outros' (**13,97%**). A impossibilidade de ajustar a temperatura do sistema de climatização (itens 'o termostato é ajustado por outra pessoa' e 'o termostato é inacessível') foi relatada por **12,50%** dos ocupantes, uma vez que o *setpoint* é padronizado pela administração predial e o controle é impossibilitado ao ajuste manual do ocupante. Dentre os resultados, destaca-se ainda que para **12,50%** dos ocupantes, o sistema de climatização do edifício 'é deficiente'.

Sobre o item mais recorrente 'incidência de luz solar direta', verificou-se que dentre o total de ocupantes que indicaram essa fonte de desconforto (N = 30): **60%** ocupam estações de trabalho contíguas às janelas; **20%** encontravam-se com as cortinas parcialmente abertas; e ainda, **23%** desses ocupantes indicaram que adotam a ação 'ajusta a abertura da cortina' para melhoria do conforto térmico pessoal nas frequências semanal ou diária – ação que é tratada no item 5.2.7.

5.2.6 Sintomas de saúde / desconforto físico

Com o intuito de identificar possíveis problemas na saúde dos trabalhadores que possam estar relacionadas às condições ambientais do espaço, o questionário aplicado contou com o bloco de perguntas relacionadas a possíveis sintomas e a frequência que se manifestaram nos respondentes nos últimos 6 meses – que corresponde ao período que desempenham as funções laborais no imóvel reformado.

Tabela 33 – Sintomas e frequência apontados pelos trabalhadores (N = 136).

SINTOMAS	FREQUÊNCIA					
	Nunca ou n/r	Raro	Mensal (A)	Semanal (B)	Diária (C)	B + C
Desconforto nos olhos	28,68%	25,74%	8,09%	18,38%	19,12%	37,50%
Sensibilidade à luz	31,62%	27,94%	6,62%	8,82%	25,00%	33,82%
Desconforto nas costas, braços	23,53%	27,21%	19,12%	16,91%	13,24%	30,15%
Dor de cabeça	27,94%	30,88%	20,59%	16,91%	3,68%	20,59%
Fadiga	30,88%	27,94%	20,59%	14,71%	5,15%	19,86%
Coriza, congestão nasal	35,29%	28,68%	19,12%	12,50%	5,15%	17,65%
Desconforto na pele	54,41%	22,06%	5,88%	8,82%	8,82%	17,64%
Dor de garganta, garganta irritada	35,29%	40,44%	20,59%	6,62%	3,68%	10,30%

⁴³ Neste quesito, o ocupante podia indicar mais de uma fonte de desconforto.

Se consideradas as frequências 'semanal' e 'diária' (B+C), sintomas relacionados à visão do trabalhador foram os mais relatados: '*desconforto nos olhos*' (que inclui sintomas como ardor, coceira, vista cansada e olhos lacrimejando) foi apontado por **37,50%** deles e '*sensibilidade à luz*' por **33,82%** – o que pode estar diretamente relacionado à fonte do desconforto '*incidência de luz solar direta*', reportada na [Tabela 32]. Na sequência, o '*desconforto nas costas e braços*' é relatado por **30,15%** dos trabalhadores; '*dor de cabeça*' por **20,59%**. Sintomas como '*fadiga*', '*coriza e congestão nasal*', '*desconforto na pele*' (pele seca, pele irritada) e problemas na garganta foram tiveram os menores relatos dentre participantes do estudo, conforme apresentados na [Tabela 33].

5.2.7 Ações de adaptação: os ocupantes e suas reações ao ambiente térmico

Dentro das opções sugeridas aos trabalhadores, a partir das respostas dos questionários, obteve-se um panorama sobre possíveis ações ou medidas adotadas pelos ocupantes para a adequação ou melhoria das condições térmicas na estação de trabalho individual, de acordo com sua percepção, e as ações que poderia adotar no contexto do espaço de trabalho. O conjunto de respostas identifica de que maneira os ocupantes podem interagir – e até modificar – os parâmetros térmicos estipulados ao ambiente.

Para cada ação sugerida no questionário, o usuário podia indicar se adotava a ação nas frequências '*1 vez por mês*', '*2 a 3 vezes por mês*', '*1 vez por semana*', '*2 a 4 vezes por semana*', '*1 vez por dia*', '*várias vezes por dia*', '*nunca*' e '*não é opção*'. Dos respondentes, obteve-se os resultados para cada resposta, conforme [Tabela 34].

Tabela 34 - Ações adotadas pelos trabalhadores para melhoria do conforto térmico pessoal

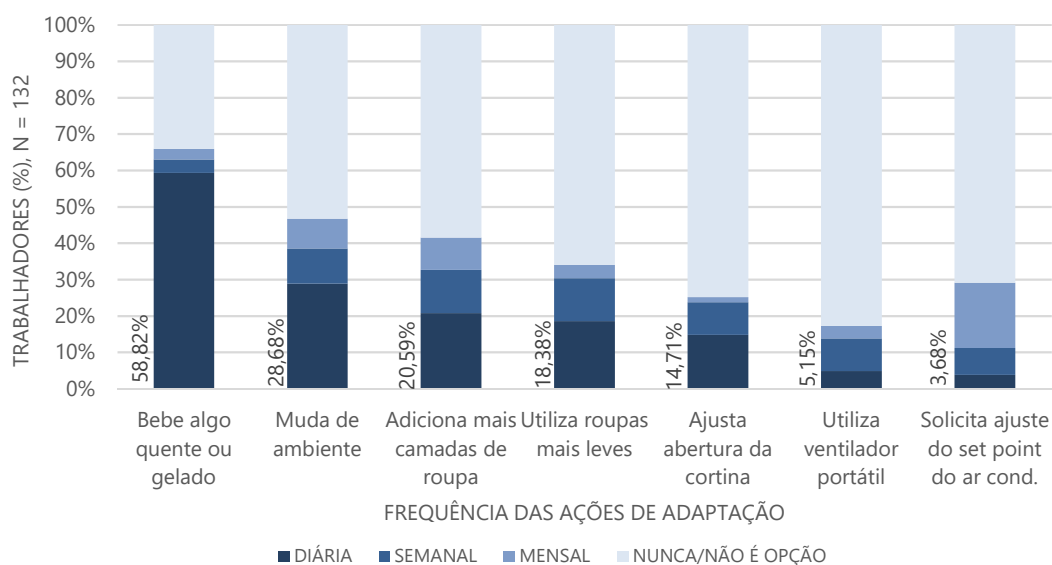
AÇÕES	FREQUÊNCIA							
	Nunca	não é opção	1x /mês	2-3 x /mês	1x /semana	2-4 x /semana	1x /dia	Várias x/dia
Bebe algo quente ou gelado	26,47%	7,35%	0,00%	2,94%	2,21%	1,47%	11,76%	47,06%
Muda de ambiente	46,32%	6,62%	2,94%	5,15%	5,15%	4,41%	14,71%	13,97%
Adiciona mais camadas de roupa	53,68%	4,41%	5,15%	3,68%	3,68%	8,09%	9,56%	11,03%
Utiliza roupas mais leves	56,62%	8,82%	2,21%	1,47%	2,21%	9,56%	10,29%	8,09%
Ajusta abertura da cortina	60,29%	13,97%	1,47%	0,00%	2,94%	5,88%	13,24%	1,47%
Utiliza ventilador portátil	80,15%	8,09%	2,94%	0,74%	8,82%	0,74%	1,47%	3,68%
Solicita ajuste do set point do ar cond.	53,68%	16,18%	12,50%	5,15%	5,15%	2,21%	2,21%	1,47%

A ação diária adotada com maior frequência diária ('*várias vezes ao dia*') refere-se ao '*consumo de bebidas*' como medida para contribuir ao ajuste térmico do corpo (**47,06%**). A

existência de uma copa em espaço adjacente ao ambiente de trabalho e a disponibilidade de água gelada e bebidas quentes (café e chá), facilmente acessíveis, contribuem para esta atividade. A '*mudança de ambiente*' é relatada por **13,97%** dos usuários, uma vez que ambientes contíguos ao espaço do escritório, como hall, salas de reunião, circulação, copa, sanitários, etc., possuem temperatura diferente a do ambiente de escritório [Figura 31]⁴⁴, tornando-se uma alternativa para minimizar o desconforto térmico que experimentam ao longo do dia.

Questões relacionadas à **vestimenta** são relatadas por **19,85%** dos trabalhadores como ação adotada '*várias vezes ao dia*', sendo 11,03% por motivo de frio ('*adiciona mais camadas de roupa*') e 8,09% por motivo de calor ('*utiliza roupas mais leves*'). Além do uso de casacos por 15% dos trabalhadores no momento em que responderam aos questionários, foi registrado que outros 6% dos participantes da pesquisa em campo mantinham casacos apoiados sobre a cadeira operativa, para uso eventual [Figura 82]. O uso esporádico de acessórios como luvas, cachecóis e meias grossas chegou a ser relatado por trabalhadores em respostas discursivas nos questionários.

Figura 68 – Ações adotadas pelos trabalhadores para melhoria do conforto térmico, nas frequências mensal, semanal, diária.



Fonte: Dados da pesquisa (2016)

Agrupando-se as frequências nas categorias '*mensal*', '*semanal*' e '*diária*'⁴⁵ [Figura 68], pôde-se verificar as ações mais adotadas pelos trabalhadores no desempenho de suas atividades: **diariamente 58,82%** dos trabalhadores relataram o consumo de 'bebida quente ou fria' para melhorar o conforto térmico; **28,68%** 'mudam de ambiente'; **20,59%** 'adicionam

⁴⁴ Capítulo 3, pág. 54.

⁴⁵ Soma dos resultados apresentados na Tabela 34, pág. 101. **Mensal**: '1 vez/mês' e '2-3 vezes/mês'; **Semanal**: '1 vez/semana' e '2-4 vezes/semana'; **Diária**: '1 vez/dia' e 'várias vezes/dia'.

mais camadas de roupa'; **18,38%** 'utilizam roupas mais leves'; **14,71%** dos ocupantes indicaram 'ajustar a abertura da tela solar para melhorar o conforto térmico' [Figura 69] e **5,15%** informaram 'utilizar um ventilador portátil em sua estação de trabalho' [Figura 72].

Embora a questão do **ajuste da cortina** para controle da entrada de luz natural esteja prioritariamente relacionada ao conforto visual, como a incidência de luz solar é fonte natural de calor, a partir da observação *in loco* durante as medições individuais, procedeu-se ao registro do padrão do uso e a posição de abertura de cada painel de cortina⁴⁶ [Tabela 35]. Convém relatar que apenas a parcela dos ocupantes posicionados próximo às aberturas tem acesso direto ao mecanismo, não sendo, portanto, um controle disponível a todos trabalhadores do pavimento: considerando que em um pavimento tipo cerca de 1/3 das estações individuais de trabalho são adjacentes ao pano de vidro da porção leste do pavimento, cerca de 33% dos ocupantes do edifício têm de fato o acesso a esse tipo de controle. Do total de participantes da pesquisa (N = 136), foi verificado que **38,24%** dos ocupantes ocupam estações de trabalho próximas a janelas, enquanto **61,76%** ocupam estações na porção mais central do pavimento tipo.

Figura 69 – Proporções de abertura da cortina identificadas durante coleta de dados.



Fonte: Acervo pessoal (2017).

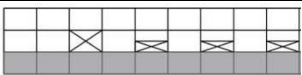
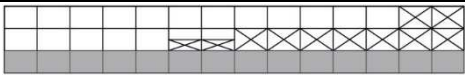
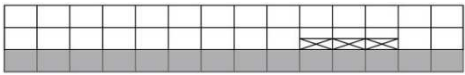
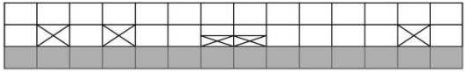
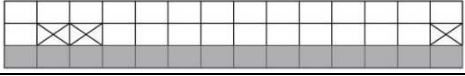
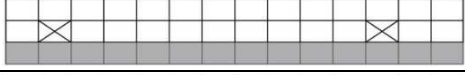
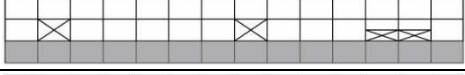
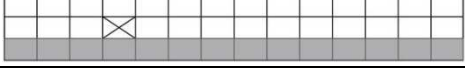
As cortinas, com altura correspondente ao pé direito do pavimento, possuem largura correspondente a um módulo de esquadria [Figura 24]⁴⁷, totalizando 14 peças/painéis por andar, com controles de aberturas individuais. Como o segmento inferior da esquadria (mais próximo ao piso) é obstruído por mobiliário (mesas individuais e armários) com mesma altura, para quantificar a ocorrência de abertura das cortinas durante período do estudo foram registradas as situações (aberta / parcialmente aberta / fechada) dos segmentos superiores (acima da estação de trabalho). Destaca-se que a posição das cortinas durante os turnos manhã (após 8:00h) e da tarde tendiam a permanecer inalterada.

⁴⁶ As cortinas, do tipo persianas rolo, possuem controle individual por meio de 'correntes' laterais, que permitem ajuste horizontal em qualquer proporção de abertura, no entanto percebeu-se que, quando abertas, costumavam estar alinhadas ao limite do módulo horizontal da esquadria, ou no eixo do segmento.

⁴⁷ Capítulo 3, pág. 49.

Os resultados [Tabela 35] demonstram a maior proporção de cortinas abertas no 4º andar (35,71%) e o menor no 10º andar (3,57%). No contexto do edifício, foi registrado o total de 12,62% das cortinas abertas. Como essas proteções internas não bloqueiam totalmente a incidência da luminosidade externa⁴⁸, uma constatação interessante é que alguns trabalhadores criaram seu próprio mecanismo de proteção para controle da incidência solar, em razão de desconforto pelo excesso da luminosidade natural: placas de isopor e guarda-chuvas foram adotadas como proteções extras em estações individuais de trabalho contíguas às esquadrias [Figuras 70 e 71]. Essas adaptações, além de constarem no registro visual durante pesquisa, foram relatadas em respostas discursivas dos questionários.

Tabela 35 – Registro das aberturas das cortinas, no momento das medições *in loco*.

ANDAR	ELEVAÇÃO CORTINAS	ABERTURA (%)
3º		13,88%
4º		35,71%
5º		5,35%
6º		14,28%
7º		10,71%
8º		7,14%
9º		10,71%
10º		3,57%
TOTAL EDIFÍCIO		12,62%

LEGENDA:

-  Cortina parcialmente aberta
-  Cortina fechada
-  Cortina aberta
-  Altura do mobiliário

Dos 14,71% dos ocupantes que relataram ajustar a cortina diariamente ('1 vez ao dia' + 'várias vezes ao dia') [Figura 68], foi verificado que 70% deles encontram-se em estações contíguas às janelas e 30% em estações centrais; e 45% encontravam-se com as cortinas abertas. Ainda, sobre esses ocupantes, 25% deles apontaram a '*incidência de luz solar direta*' como fonte de desconforto⁴⁹ e 55% indicaram diferentes níveis de satisfação com o ambiente térmico (votos '*pouco satisfeito*' + '*satisfeitos*' + '*muito satisfeitos*'). Sabe-se que existe uma predileção de ocupantes pelo acesso à iluminação natural e vista do ambiente externo (VEITCH et al, 2005), o que pode justificar o fato de, mesmo que essa abertura passe a ser responsável

⁴⁸ Especificação da cortina consta no Capítulo 3, pág. 50.

⁴⁹ Corresponde a 17% dos votos totais da '*incidência de luz solar direta*' como fonte de desconforto, mencionada por 22,06% do total de ocupantes do edifício (Tabela 32, pág. 99).

por problemas no conforto térmico, alguns ocupantes tenham o hábito de ajustar a posição da cortina e mantê-las abertas. Muito embora a questão sobre o ajuste da cortina tenha sido feita com foco no contexto do ambiente térmico⁵⁰, o fato das aberturas e uso de dispositivos de proteção interna estarem fortemente relacionados ao conforto visual pode ter influenciado nas respostas sobre o conforto térmico.

Figura 70 – Adaptação de proteção solar extra pelo ocupante, com placas de isopor.

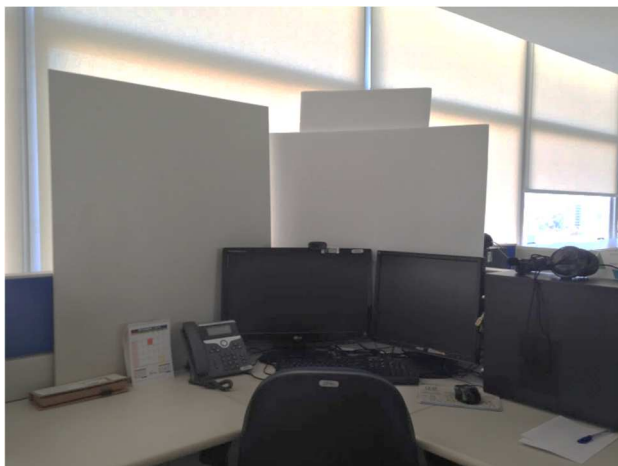


Figura 71 – Adaptação de proteção solar extra pelo ocupante, com guarda-chuva.



Fonte: Acervo pessoal (2016)

No que tange às adaptações dos trabalhadores que utilizam itens que não fazem parte do mobiliário ou dispositivos padrões do ambiente de escritório fornecidos pelo empregador, tem-se o uso de **ventiladores portáteis**, reportado por **5,15%** dos trabalhadores, o que indica o desejo do controle pessoal sobre as condições térmicas no seu espaço individual de trabalho.

Figura 72 – Exemplos de utilização de ventiladores portáteis pessoais utilizados para reduzir desconforto localizado por calor.



Fonte: Acervo pessoal (2016)

⁵⁰ Quesito: 'Com que frequência você adota as seguintes medidas para melhorar o seu **conforto térmico** em sua estação de trabalho', vide Capítulo 4, Tabela 14, pág. 69.

Dentre as ações de adaptação que demonstraram ser mais frequentes – a saber ‘consumo de bebida quente ou fria’; ‘mudança de ambiente’; ‘adicionar mais camadas de roupa’ e ‘utilizar roupas mais leves’ – fez-se um recorte das respostas que integram o questionário dos respectivos ocupantes a fim de se identificar **(a)** o perfil dos usuários que indicaram aderir a tais ações; **(b)** os votos da ‘típica sensação térmica’ deles (já que ela se refere a uma percepção térmica habitual); **(c)** o nível de satisfação com o ambiente térmico; e **(d)** a razão e alternativas que melhor descrevem a fonte do desconforto. Destaca-se que, embora as questões relacionadas às ações de adaptação se refiram a momentos distintos daqueles em que os registros das variáveis ambientais foram realizados (bem como em relação a temporalidade dos votos dos ocupantes de sensação e preferência térmica), por se tratar de ambientes cujos parâmetros térmicos são controlados por um sistema central, neste estudo assume-se que a condição medida reflete uma situação recorrente nos ambientes internos – artificialmente climatizados e com baixa amplitude térmica.

5.2.7.1 – Consumo de bebida quente ou fria

Relatado por **58,82%** do total de trabalhadores como resposta à necessidade de ajuste das condições pessoais ao ambiente térmico, o ‘consumo de bebida quente ou fria’ realizado na frequência ‘diária’ (‘1 vez ao dia’ + ‘várias vezes ao dia’) é a ação mais adotada pelos participantes da pesquisa. Dentre os respondentes (N = 78) foram identificadas algumas características pessoais e votos relacionados às razões e fontes do desconforto, constantes na [Tabelas 36 e 37]. Em relação ao gênero e idade, o perfil do ocupante reflete a proporção amostragem total da edificação: 70,51% são do gênero masculino e 29,49% do gênero feminino, com a faixa etária dos 30 aos 39 anos predominante entre os respondentes (60,26%).

Tabela 36 – Perfil ocupante / ação ‘consumo bebida quente ou fria’

GÊNERO		FAIXA ETÁRIA				
		< 29 anos	30 a 39 anos	40 a 49 anos	50 a 59 anos	> 60 anos
MASCULINO	70,51%	7,69%	60,26%	17,95%	14,10%	-
FEMININO	29,49%					

Tabela 37 – Resistência da vestimenta e temperatura operativa / ação consumo bebida quente ou fria

	RESIST. VESTIMENTA	TEMP. OPERATIVA
MÉDIA	0,54 clo	22,91°C
MÁXIMA	1,03 clo	25,21°C
MÍNIMA	0,32 clo	20,29°C
DP	±0,15	±1,10°C

Dentre os resultados das variáveis ambientais nos postos de trabalho dos respondentes que indicaram a ação de consumo de bebida quente ou fria, a temperatura operativa média foi **22,91°C** [Tabela 37] – pouco acima da média dessa variável ambiental no edifício, que foi 22,81°C. Quanto ao isolamento térmico da vestimenta do ocupante, embora o valor médio de 0,54 *clo* praticamente corresponda à média do isolamento de todos ocupantes do edifício (0,53 *clo*), é superior à faixa de valor de *clo* mais recorrente no estudo – 0,40 *clo*.

A partir dos votos de sensação térmica típica dos respondentes que consideram o consumo de bebida uma alternativa para melhoria do conforto térmico [Figura 73], verifica-se que enquanto **33,33%** dos respondentes indicaram neutralidade térmica, **48,61%** relataram sensação relacionada ao frio e **26,38%** sensação de calor. Quanto à satisfação com o ambiente térmico [Figura 74], embora o maior relato seja '*pouco satisfeito*' (26,92%) e os votos associados à '*satisfação*' totalizam **60,25%** e os votos nos três níveis de '*insatisfação*' somam **20,52%**.

Figura 73 – Sensação Térmica típica / consumo bebida quente ou fria

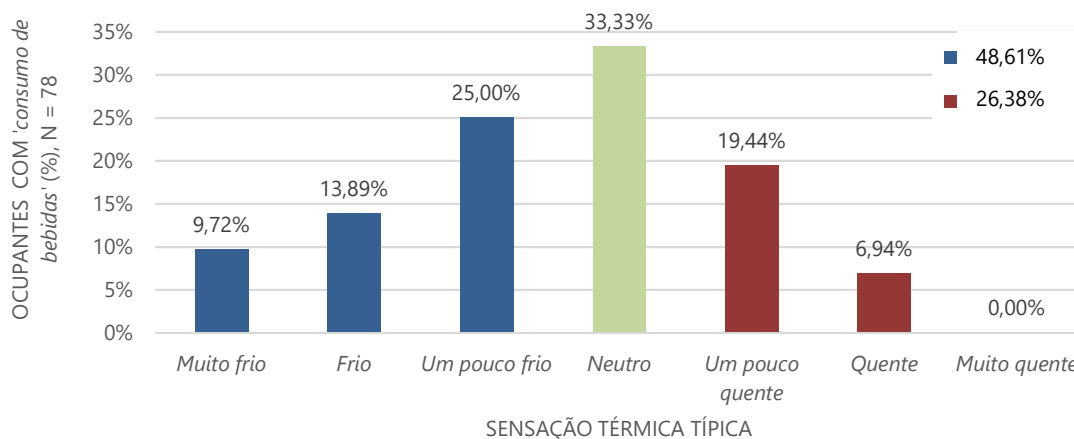
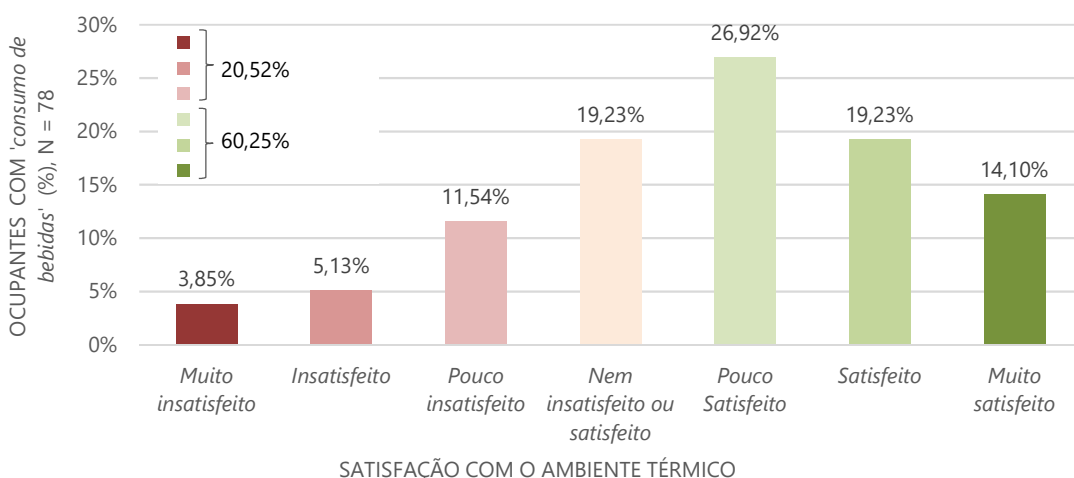


Figura 74 – Nível de satisfação do ocupante com ambiente térmico, relacionado ao consumo de bebidas quente/fria



Quando questionados sobre a razão que desencadeia o desconforto [Figura 75], o relato de neutralidade (26,39%) é inferior ao desconforto por frio (38,89%) e desconforto por calor (43,06%), o que demonstra que o consumo de bebida para melhoria do conforto térmico é ação adotada em maior número por usuários que experimentam a sensação de calor. Paradoxalmente, nos relatos sobre possíveis fontes do desconforto [Tabela 38], o item 'meu espaço é mais frio que os outros' tem incidência maior do que o item 'meu espaço é mais quente que os outros' (21,79% vs. 19,23%), no entanto, é possível destacar a relevância da fonte de desconforto 'incidência de luz solar direta' – apontado por 29,49% dos ocupantes – que é uma significativa fonte localizada de calor. Embora a questão não tenha feito a distinção do exato tipo de bebida consumida (se quente ou fria), os resultados das 'razões do desconforto' apontam para o entendimento de que se trata de uma ação recorrente na ocorrência das duas situações: sensação de frio e calor.

Figura 75 – Razões do desconforto relacionado ao consumo de bebidas quente/fria

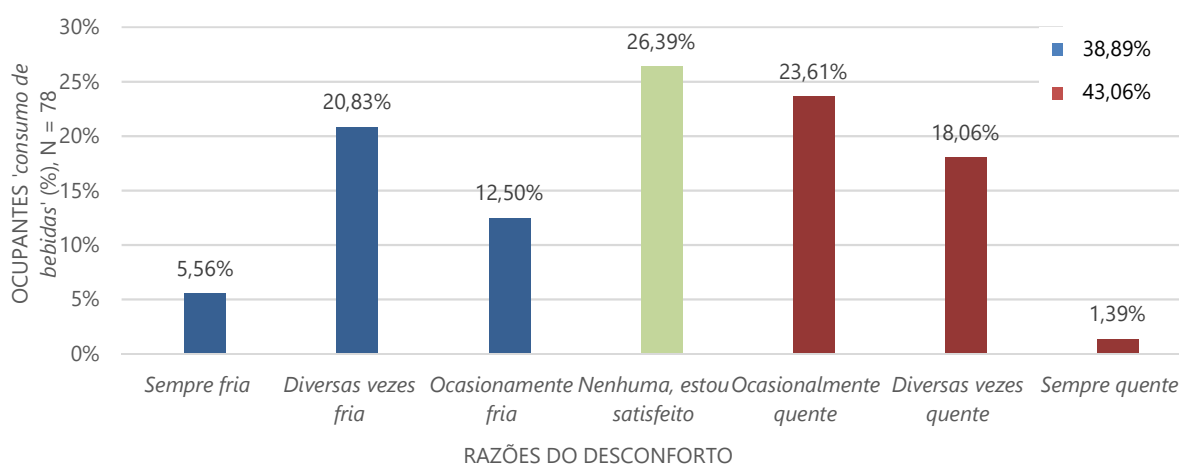


Tabela 38 – Fonte do desconforto relacionado ao consumo de bebidas quente/fria

FONTE DO DESCONFORTO	OCUPANTES (N = 78)
Umidade	2,56%
Secura	1,28%
Muita ventilação	10,26%
Pouca ventilação	8,97%
Incidência de luz solar direta	29,49%
Calor proveniente de equipamentos	2,56%
Meu espaço é mais quente que outros	19,23%
Meu espaço é mais frio que outros	21,79%
Termostato ajustado por outra pessoa	10,26%
Termostato inacessível	5,13%
Sistema de climatização deficiente	20,51%
Outros	6,41%

5.2.7.2 – Mudança de ambiente

Como resposta à necessidade de ajuste das condições pessoais ao ambiente térmico, a ação mudar de ambiente por um momento realizado na frequência 'diária' ('1 vez ao dia' + 'várias vezes ao dia') é relatado por 28,68% participantes da pesquisa (N = 39). Quanto às características pessoais dos respondentes, conforme [Tabela 39], 56,41% são do gênero masculino e 43,59% do gênero feminino. Dada a proporção de gênero da amostragem total do estudo (masc. 75,53% / Fem. 26,47%), é significativa a proporção do relato desta ação por ocupantes do gênero feminino.

Tabela 39 – Perfil ocupante / ação mudar de ambiente

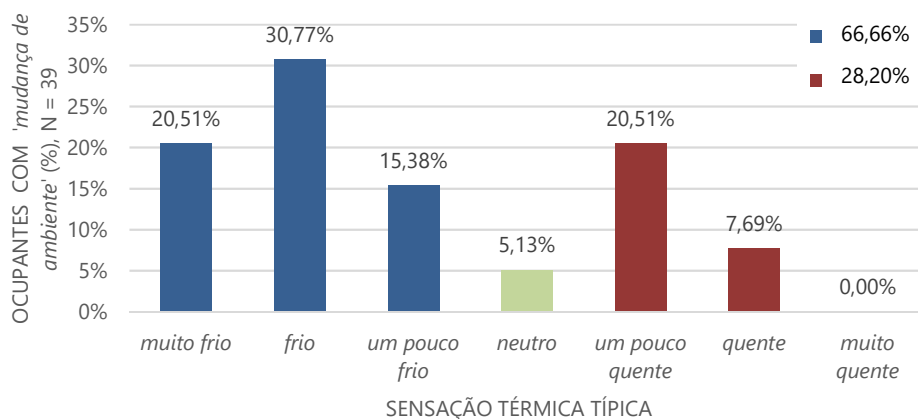
GÊNERO		FAIXA ETÁRIA				
		< 29 anos	30 a 39 anos	40 a 49 anos	50 a 59 anos	> 60 anos
MASCULINO	56,41%	10,26%	58,97%	12,82%	17,95%	-
FEMININO	43,59%					

Tabela 40 – Resistência da vestimenta e temperatura operativa na estação de trabalho / ação mudar de ambiente

	RESIST. VESTIMENTA	TEMP. OPERATIVA
MÉDIA	0,61 <i>clo</i>	22,83°C
MÁXIMA	1,18 <i>clo</i>	25,21°C
MÍNIMA	0,4 <i>clo</i>	19,94°C
DP	±0,20	±1,39°C

A temperatura operativa média das estações de trabalho dos respondentes que indicaram essa ação foi **22,83°C** – resultado semelhante à média dessa variável ambiental no edifício (22,81°C) e inferior ao resultado entre os respondentes da ação de consumo de bebida quente ou fria (22,91°C), conforme relatado no item 5.2.7.1. Já o isolamento térmico da vestimenta dos respondentes (0,61*clo*) é superior média do isolamento da totalidade dos ocupantes do edifício (0,54*clo*) e à faixa de valor de *clo* mais recorrente no estudo (0,40 *clo*).

Figura 76 – Sensação Térmica típica dos ocupantes que relataram a ação 'mudança de ambiente'



A partir dos votos de sensação térmica típica dos respondentes que consideraram a mudança de ambiente uma alternativa para melhoria do conforto térmico [Figura 76], verifica-se que apenas **5,13%** indicaram neutralidade térmica, enquanto **66,66%** relataram sensação relativa ao frio (*muito frio, frio e pouco frio*) e **28,20%** sensação relativa ao calor (*um pouco quente, quente e muito quente*). Em relação à satisfação com o ambiente térmico [Figura 77], o maior relato é '*nem satisfeito nem insatisfeito*' (**25,64%**), já os votos nos três níveis associados à '*insatisfação*' somam **35,90%** e os três níveis associados à '*satisfação*' somam **38,45%**.

Figura 77 – Nível de satisfação do ocupante com ambiente térmico, relacionado à ação '*mudança de ambiente*'

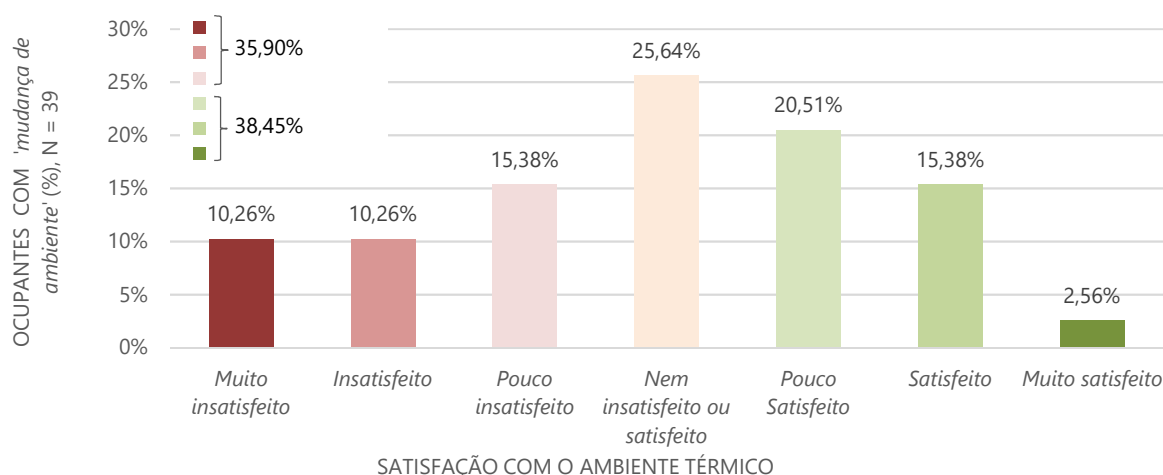
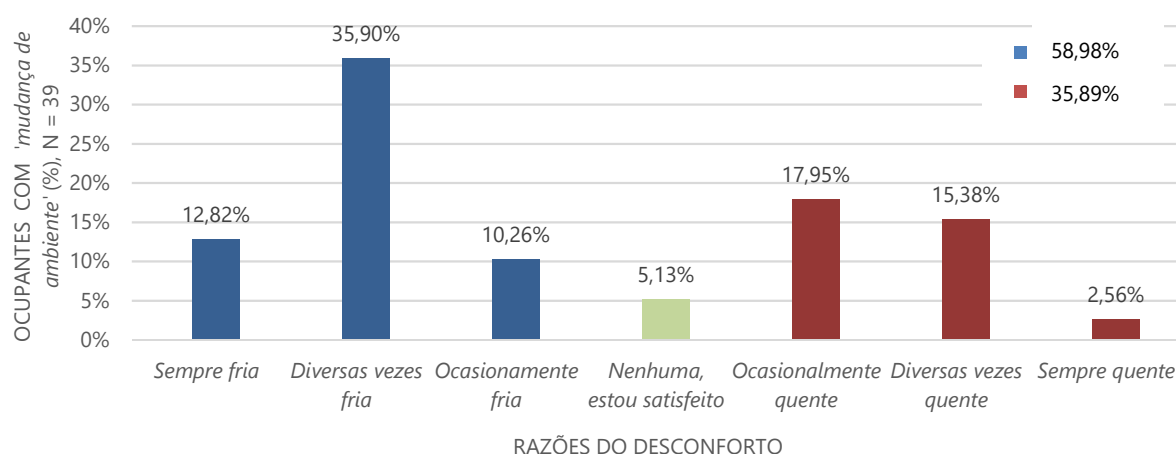


Figura 78 – Razões do desconforto relacionado à ação '*mudança de ambiente*'



Quando questionados sobre a razão que desencadeia o desconforto [Figura 78], o relato de neutralidade (**5,13%**) é notadamente inferior ao desconforto associado ao frio (**58,98%**) e ao desconforto associado ao calor (**35,89%**), o que demonstra que a mudança de ambiente para melhoria do conforto térmico é ação adotada predominantemente por usuários que experimentam a sensação de frio. Nos relatos sobre possíveis fontes do desconforto [Tabela 41], o item '*meu espaço é mais frio que os outros*' tem a maior ocorrência: **38,46%**. Variável ambiental que nos resultados demonstrou estar relacionada às baixas temperatura e

ao desconforto por frio, destaca-se a ocorrência da fonte de desconforto '*muita ventilação*', reportada por **17,95%** dos respondentes.

Tabela 41 – Fonte do desconforto relacionado à ação 'mudança de ambiente'

FONTE DO DESCONFORTO	OCUPANTES (N = 39)
Umidade	0,00%
Secura	2,56%
Muita ventilação	17,95%
Pouca ventilação	7,69%
Incidência de luz solar direta	23,08%
Calor proveniente de equipamentos	5,13%
Meu espaço é mais quente que outros	17,95%
Meu espaço é mais frio que outros	38,46%
Termostato ajustado por outra pessoa	12,82%
Termostato inacessível	5,13%
Sistema de climatização deficiente	28,21%
Outros	12,82%

5.2.7.3 – Adequação da vestimenta

No quesito da *adequação da vestimenta*, somam-se os resultados dos itens '*adiciona mais camadas de roupa*' e '*utiliza roupas mais leves*', que obtiveram resultados semelhantes como resposta à necessidade de ajuste das condições pessoais face ao ambiente térmico percebido pelo trabalhador, totalizando 20,59% e 18,38%, respectivamente, na frequência 'diária' ('1 vez ao dia' + 'várias vezes ao dia'). Juntas, somam **38,97%** de ocorrência, com N=51. Aqui, embora ainda seja maior a quantidade de respondentes do gênero masculino (58,49%), repete-se o significativo relato da ação por ocupantes do gênero feminino, que somaram 41,51% [Tabela 42], ao se comparar com a proporção da amostragem total do estudo (masc. 75,53% / Fem. 26,47%).

A temperatura operativa média das estações de trabalho dos ocupantes foi **22,82°C** – novamente assemelha-se à média dessa variável ambiental no edifício – 22,81°C. Quanto ao isolamento térmico da vestimenta do ocupante, o valor médio (0,57 clo) está pouco acima da média do isolamento de todos os ocupantes do edifício (0,53 clo), e é superior à faixa de valor de clo mais recorrente no estudo – 0,40 clo [Tabela 43].

Tabela 42 – Perfil ocupante / ação adequação vestimenta

GÊNERO		FAIXA ETÁRIA				
		< 29 anos	30 a 39 anos	40 a 49 anos	50 a 59 anos	> 60 anos
MASCULINO	58,49%	7,55%	56,60%	18,87%	15,09%	1,89%
FEMININO	41,51%					

Tabela 43 – Resistência da vestimenta e temperatura operativa na estação de trabalho

	RESIST. VESTIMENTA	TEMP. OPERATIVA
MÉDIA	0,57 <i>clo</i>	22,82°C
MÁXIMA	1,18 <i>clo</i>	25,21°C
MÍNIMA	0,32 <i>clo</i>	19,94°C
DP	±0,19	±1,30°C

A partir dos votos de sensação térmica típica dos respondentes que consideram a adequação da vestimenta uma alternativa para melhoria do conforto térmico [Figura 79], verifica-se que enquanto **15,09%** dos respondentes indicaram neutralidade térmica, **62,26%** relataram sensação relacionada ao frio e **30,19%** sensação de calor. Em relação à satisfação com o ambiente térmico [Figura 80], os votos nos três níveis de insatisfação somam **22,64%**.

Figura 79 – Sensação térmica típica

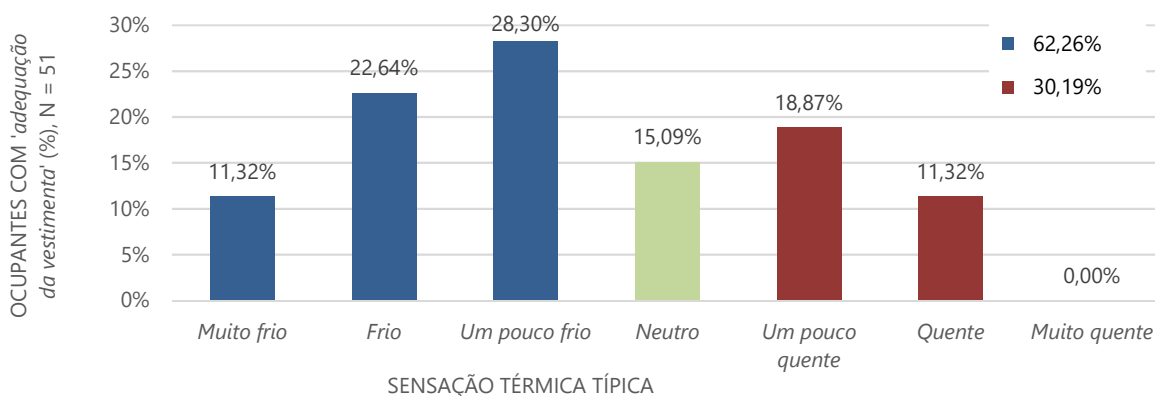
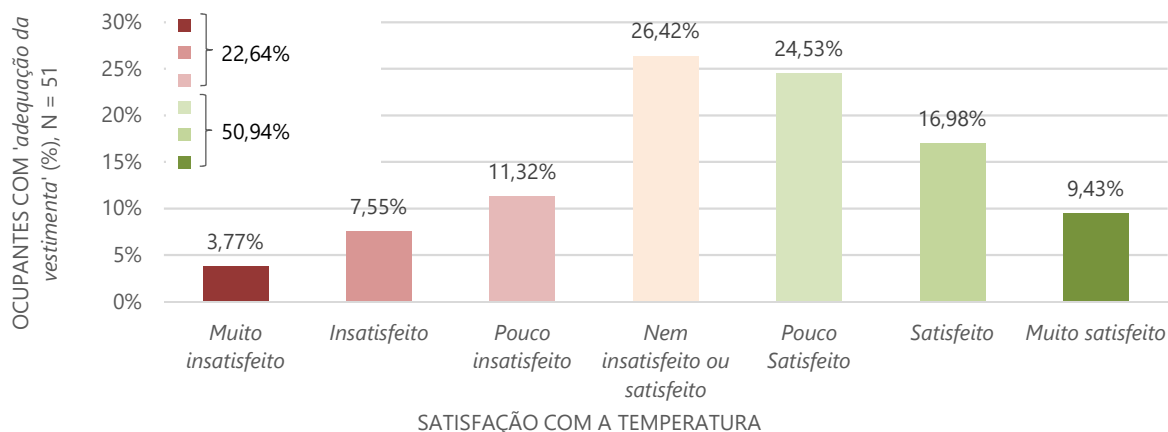


Figura 80 – Razões do desconforto relacionado à adequação da vestimenta



Quando questionados sobre a razão que desencadeia o desconforto [Figura 81], o relato de neutralidade (**22,64%**) é inferior ao desconforto associado ao frio (**41,51%**) e desconforto associado ao calor (**33,97%**). Muito embora a ação seja característica e adotada por consequência tanto pelo desconforto por frio, quanto pelo calor, os resultados

demonstram que a **adequação da vestimenta para melhoria do conforto térmico ocorre em maior número entre ocupantes que experimentam a sensação de frio**. Conforme já relatado, foi observado que casacos são frequentemente mantidos juntos às estações de trabalho [Figura 82], tornando-se uma alternativa usual do trabalhador para melhoria do seu conforto térmico. Nos relatos sobre possíveis fontes do desconforto [Tabela 44], o item '*meu espaço é mais frio que os outros*' é apontado por **25,49%** dos ocupantes, enquanto o item '*meu espaço é mais quente que os outros*' por **21,57%**.

Figura 81 – Razões do desconforto relacionados à adequação da vestimenta

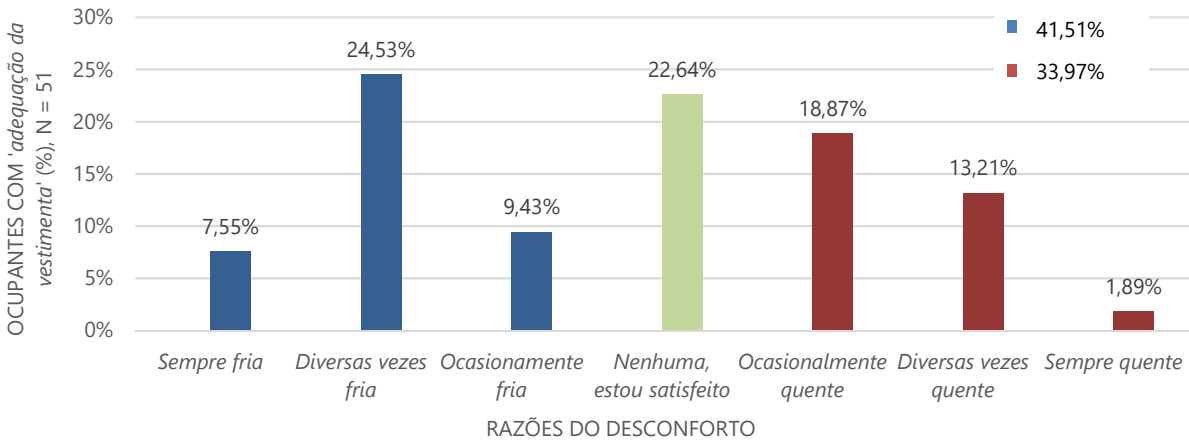


Tabela 44 – Fontes do desconforto relacionadas à adequação da vestimenta

FONTE DO DESCONFORTO	OCUPANTES (N = 51)
Umidade	1,96%
Secura	1,96%
Muita ventilação	13,73%
Pouca ventilação	7,84%
Incidência de luz solar direta	25,49%
Calor proveniente de equipamentos	3,92%
Meu espaço é mais quente que outros	21,57%
Meu espaço é mais frio que outros	25,49%
Termostato ajustado por outra pessoa	11,76%
Termostato inacessível	0,00%
Sistema de climatização deficiente	15,69%
Outros	7,84%

Figura 82 – Casacos dos trabalhadores sobre cadeiras operativas.



Fonte: Acervo pessoal (2016)

5.3 Temperatura operativa e intervalo de conforto térmico

A partir dos dados provenientes do monitoramento das estações individuais de trabalho (temperatura de globo, temperatura do ar e velocidade média do ar), e aplicando-se as **Equações de 01 a 05**⁵¹, foram calculadas inicialmente as **temperaturas radiantes médias**, que por sua vez, permitiram o cálculo da **temperatura operativa** de cada posto de trabalho. A **[Tabela 45]** apresenta a variação por andar, cujo valores da temperatura operativa oscilaram entre a mínima de 19,94°C e máxima de 25,21°C, representando uma variação de 5,27°C entre os registros nas estações individuais. Considerando as **médias** nos pavimentos, observa-se a menor no 3º andar (21,53°C) e a maior no 4º andar (24,31°C); correspondendo a uma diferença efetiva de 2,78°C entre os o resultado médio entre esses pavimentos. A média geral no edifício de **22,81°C**.

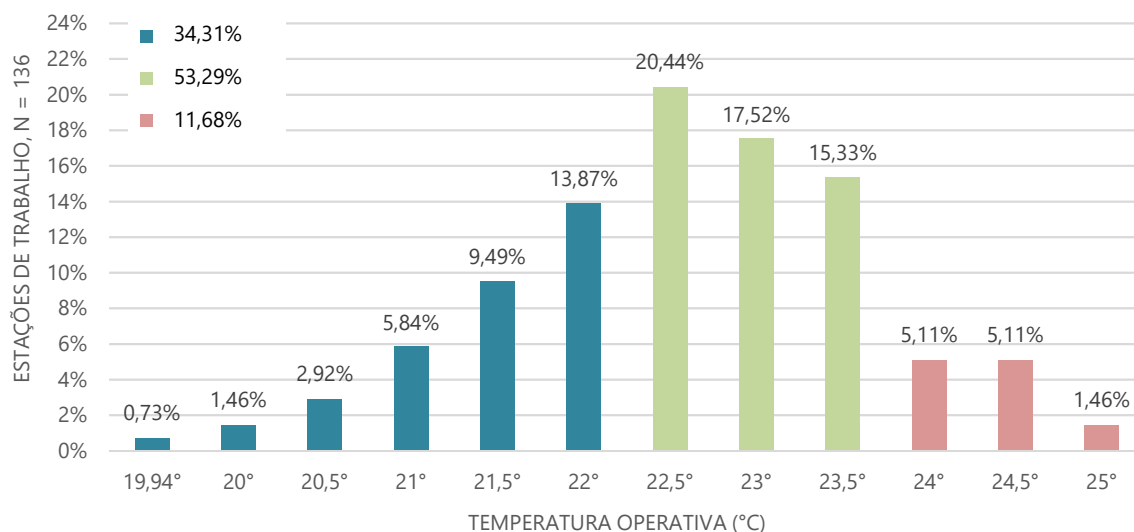
Tabela 45 – Temperatura operativa média, por pavimentos.

ANDAR	TEMPERATURA OPERATIVA (°C)			
	Média	Mínima	Máxima	DP
3º	21,53	20,14	22,85	±0,75
4º	24,31	23,01	25,12	±0,57
5º	23,05	21,51	25,21	±0,89
6º	22,64	20,29	24,22	±1,05
7º	22,93	21,88	23,99	±0,66
8º	22,88	22,01	23,89	±0,59
9º	22,10	19,94	24,39	±1,12
10º	23,03	21,59	24,63	±0,71
Média edifício	22,81	19,94	25,21	±1,08

⁵¹ Capítulo 4, item 4.6, páginas 70 e 71.

Com o propósito de verificar a frequência de ocorrência dessa variável no conjunto das estações individuais monitoradas de todo edifício, os valores individuais de temperatura operativa foram agrupados por faixas de valores (intervalos de 0,5°C) dentre os valores mínimo e máximo registrados (19,94°C e 25,21°C), conforme apresentado na [Tabela 16]⁵². Sobre os resultados constantes na [Figura 83], verifica-se a maior frequência de ocorrência da faixa de valor de **22,5°C** (20,44%), seguida pelas faixas de 23°C (17,52%) e 23,5°C (15,33%). Juntas, essas temperaturas operativas de maior ocorrência somam **53,29%**. As faixas de valores de 19,94°C a 21,5°C totalizam **34,31%** de ocorrências, enquanto as faixas de temperatura operativa entre 24°C e 25°C totalizam **11,68%**, demonstrando que há uma incidência significativa de temperaturas próximas do limite de desconforto por frio.

Figura 83 – Histograma da frequência da Temperatura Operativa (por faixas de valores) nas estações individuais de trabalho. (N = 136)



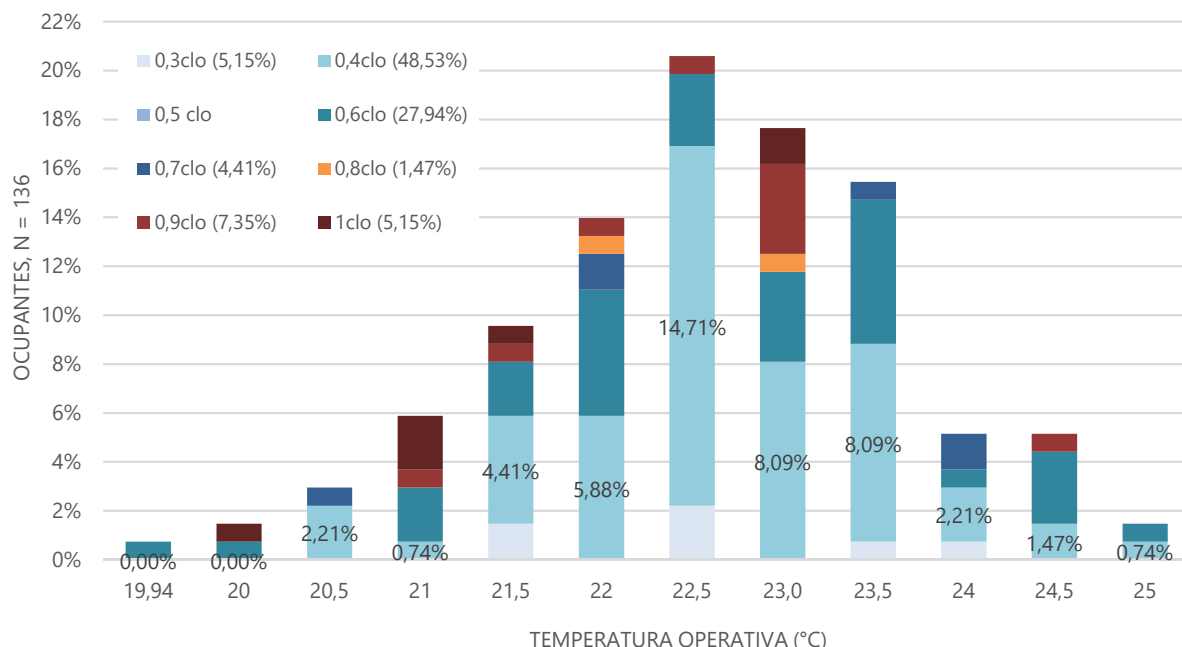
Dentro das faixas da temperatura operativa incidente nas estações individuais foram incluídas informações sobre o isolamento térmico dos seus respectivos ocupantes, a partir das faixas de valor para isolamento apresentados no subitem 5.2.2 deste capítulo; neste caso, incluindo-se o isolamento correspondente à cadeira operativa ao isolamento da vestimenta do trabalhador⁵³. Além do valor de isolamento de 0,4clo ser predominante entre os ocupantes do edifício, a partir da [Figura 84] constata-se que este nível de isolamento térmico é reincidente em praticamente todas as faixas de temperatura operativa. Muito embora prevaleça entre os ocupantes que se encontravam na faixa de 22,5°C, os resultados demonstram que, independente da temperatura operativa, o vestuário básico do trabalhador consiste no conjunto 'leve'. Os níveis de isolamento do intervalo entre 0,7 clo e 1,0 clo – que

⁵² Pág. 75.

⁵³ Acréscimo de +0,15 clo a conjuntos com valor de isolamento maiores que 0,5 clo e menores que 1,2 clo, quando o ocupante está sentado em cadeira do tipo 'executiva' (ASHRAE, 2013).

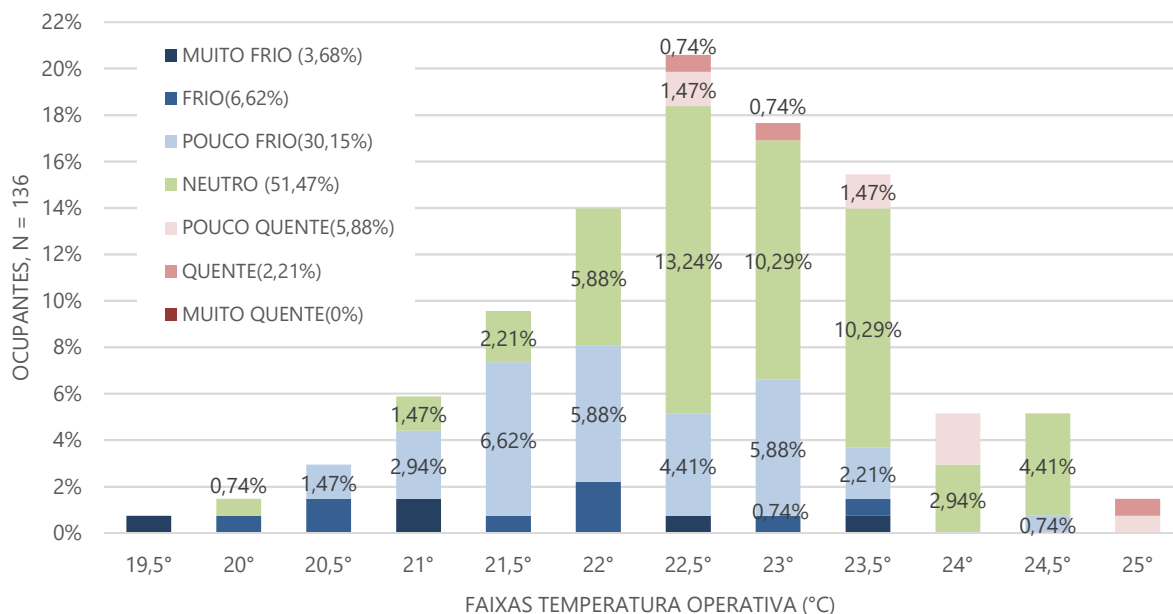
correspondem a 18,38% do total, embora ocorram em condições de temperatura operativa de 20°C a 24,5°C, têm maior incidência nas faixas de 21°C a 22°C.

Figura 84 – Distribuição dos valores de isolamento térmico em razão das faixas de temperatura operativa.



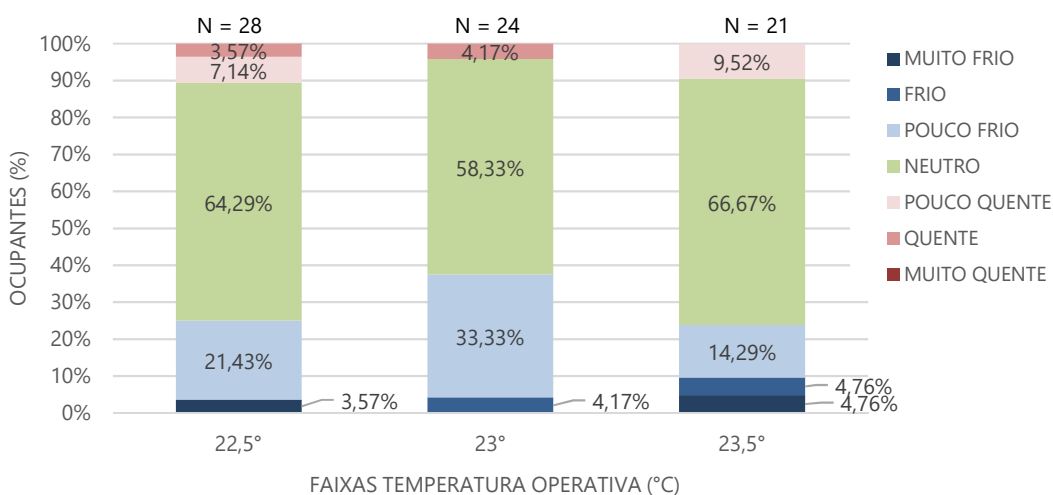
A [Figura 85] apresenta distribuição dos votos de sensação térmica em função da temperatura operativa, permitindo verificar sob quais condições ambientais os ocupantes encontravam-se em neutralidade térmica, definindo assim, uma faixa de neutralidade no contexto térmico do objeto de estudo. O total de **51,47%** dos ocupantes relatou estarem em neutralidade térmica (voto '0'), abrangendo o intervalo da temperatura operativa, que foi de 21°C a 24,5 °C. Ao mesmo tempo, **40,45%** dos ocupantes relatam diferentes níveis de sensação relacionado ao frio sob condições de temperatura operativa de 19,5°C a 23,5°C. Os **16,18%** dos ocupantes que apontaram sensação de calor encontravam-se sob condições de 22,5°C a 25°C. De acordo com os resultados, verifica-se que a faixa da temperatura operativa de maior incidência no estudo (22,2°C) é também a que apresentou maior quantidade de votos neutros (13,24%). As três faixas de temperatura operativa mais recorrentes (22,5°C a 23,5°C) concentram a maior incidência desses dos votos (**33,82%**), que por sua vez equivalem a **65,71% do total de votos neutros**. Os intervalos de 24°C a 24,5°C somam **7,35%** de votos neutros; e o intervalo de 20 a 22°C – temperaturas abaixo do *setpoint* padronizado, somam **10,3%** de votos de neutralidade. Apesar da predominância de votos neutros na faixa de temperatura operativa que vai de 22,5°C a 23,5°C, observa-se que sob essas mesmas condições, há ocupantes que acusam, tanto o desconforto em razão do frio (que somam 15,46%), quanto por calor (que somam 4,42%).

Figura 85 – Distribuição dos votos de sensação térmica (**CT_Sen_Ter**) por faixas da Temperatura Operativa, com destaque para os votos neutros (conforto)



Fazendo-se um recorte nos resultados da ocorrência das três faixas de temperatura operativa mais recorrentes [Figura 86], observa-se proporção similar dos votos de neutralidade térmica: 64,29%; 58,33% e 63,67%, respectivamente, assim como a concomitância de votos de sensação de calor e frio. Nas três situações, as sensações de frio (*pouco frio, frio e muito frio*), são mais relatadas do que aquelas relacionadas ao calor (*pouco calor e calor*).

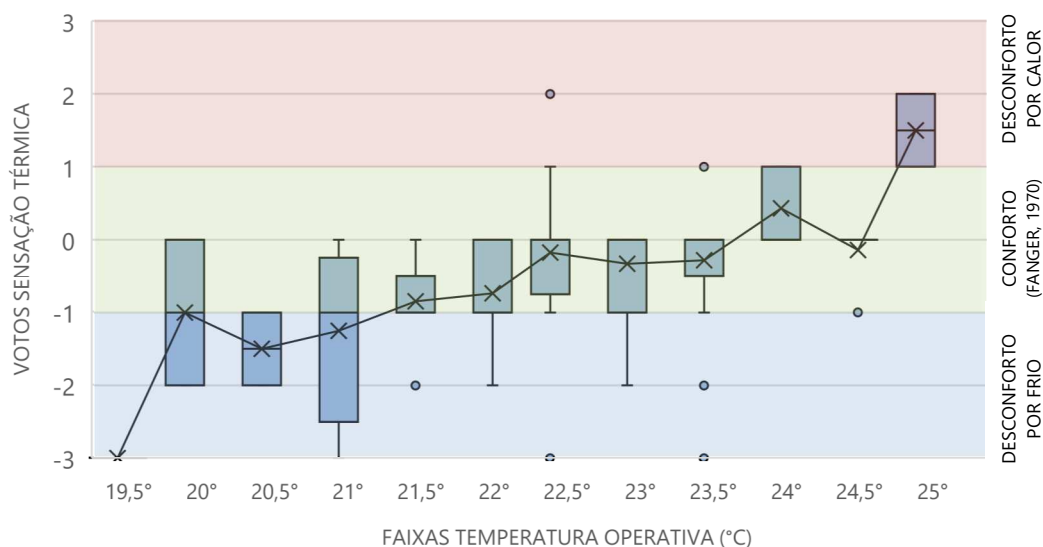
Figura 86 – Distribuição dos votos de sensação térmica nas faixas de temperatura operativa 22,5, 23 e 23,5°C.



Numa ótica de um intervalo de conforto mais amplo, no qual os votos de -1 (levemente frio) e +1 (levemente quente) não são considerados como de usuários 'insatisfeitos' (FANGER, 1972), dos resultados apresentados no diagrama de caixa [Figura 87], excluindo-se os valores discrepantes e considerando os valores médios dos votos situados na faixa entre -1

e +1, é possível inferir o intervalo de conforto, com **temperaturas 'aceitáveis' entre 21,5°C e 24,5°C** para os usuários do edifício objeto deste estudo. No diagrama, percebe-se que os valores médios dos votos referentes às temperaturas operativas 22,5°C, 23°C e 23,5°C são lineares, ficando pouco abaixo da neutralidade (médias -0,17; -0,33 e -0,28 – respectivamente). Destaca-se ainda a preferência de ocupantes pelas temperaturas mais baixas, em razão dos votos quando sob condições das faixas de temperatura operativa 20°C; 21°C e 21,5°C.

Figura 87 – Boxplot da dispersão dos votos de sensação térmica por faixas da Temperatura Operativa



5.4 Voto médio predito - PMV

Baseado nos resultados do índice de temperatura operativa, velocidade do ar, umidade relativa, taxa metabólica e nível de isolamento térmico dos ocupantes, procedeu-se à verificação do PMV – *Predicted Mean Vote*, ou voto médio predito – índice criado a partir dos estudos realizados por Fanger (1972) que estima um valor médio de sensação térmica a partir da escala de sete pontos. Os valores individuais do PMV correspondentes a cada ocupante/estação de trabalho foram obtidos por meio da ferramenta online *CBE Thermal Comfort Tool* (HOYT et al., 2017) desenvolvida pelo *Center for the Built Environment da University of California Berkeley* que efetua os cálculos de acordo com a ASHRAE – 55 (2013). As diferenças entre a média dos votos preditos (PMV) e os votos reais (AMV – *Actual Mean Vote*) podem ser observadas na [Tabela 46].

Sobrepondo-se os índices do PMV calculado (para cada ocupante/estação de trabalho entrevistado(a)/medido) com os votos reais de sensação térmica obtidos através dos

questionários⁵⁴ (AMV), são apresentados os resultados sob dois panoramas de distribuição: por pavimentos [Figura 88] e por faixas de temperatura operativa [Figura 89].

Tabela 46 – Resumo estatístico PMV/AMV

	PMV	AMV	PMV Distância *
MÉDIA	-0,62	-,044	0,76
MÍNIMA	-2,65	-3,00	0,01
MÁXIMA	+0,62	2,00	2,72
DESVIO PADRÃO	0,665	0,922	0,597

*Valor absoluto da distância do PMV em relação à condição de neutralidade térmica

Sobre os resultados por pavimentos [Figura 88], verifica-se pelas lineares dos dois índices que o **PMV superestimou a sensação de frio** dos ocupantes em relação aos votos reais (AMV), muito embora a linha de tendência do AMV já esteja abaixo do voto neutro ('0'), aproximando-se do -5. Considerando o intervalo de -5 a + 5 do alcance do PMV como '*ambiente térmico aceitável para conforto geral*' (ASHRAE, 2013), a linha de regressão do PMV no gráfico demonstra que nas condições ambientais do objeto de estudo, o índice classificaria o ambiente térmico como '*desconfortável*'. Percebe-se que a disparidade entre os dois índices se torna maior nos andares mais altos, quando a linear do PMV se distancia da linear do AMV, e ainda, que a diferença entre os dois índices tende a diminuir quando há uma significativa concentração de votos reais relacionados à sensação de frio. Tal fato permite inferir que o PMV e o AMV, nas condições deste estudo, **tendem a aproximar-se em situações que remetem ao desconforto por frio**.

Como consequência da variabilidade nas variáveis ambientais registradas por pavimentos, replica-se aqui a inconstância dos índices de sensação térmica entre os andares – tanto do PMV quanto do AMV, muito embora exista a predominância de votos neutros (51,47%) distribuídos por todo edifício. Em uma análise visual, percebe-se que os pavimentos 4, 7, 8 e 10 concentram maior parte dos seus votos reais próximos à neutralidade, enquanto os pavimentos 3, 5, 6 e 9 apresentam uma maior oscilação. Estes últimos pavimentos, por sua vez, são os mesmos que apresentaram nas estações individuais as temperaturas do ar mais baixas e os picos de velocidade do ar mais elevadas⁵⁵.

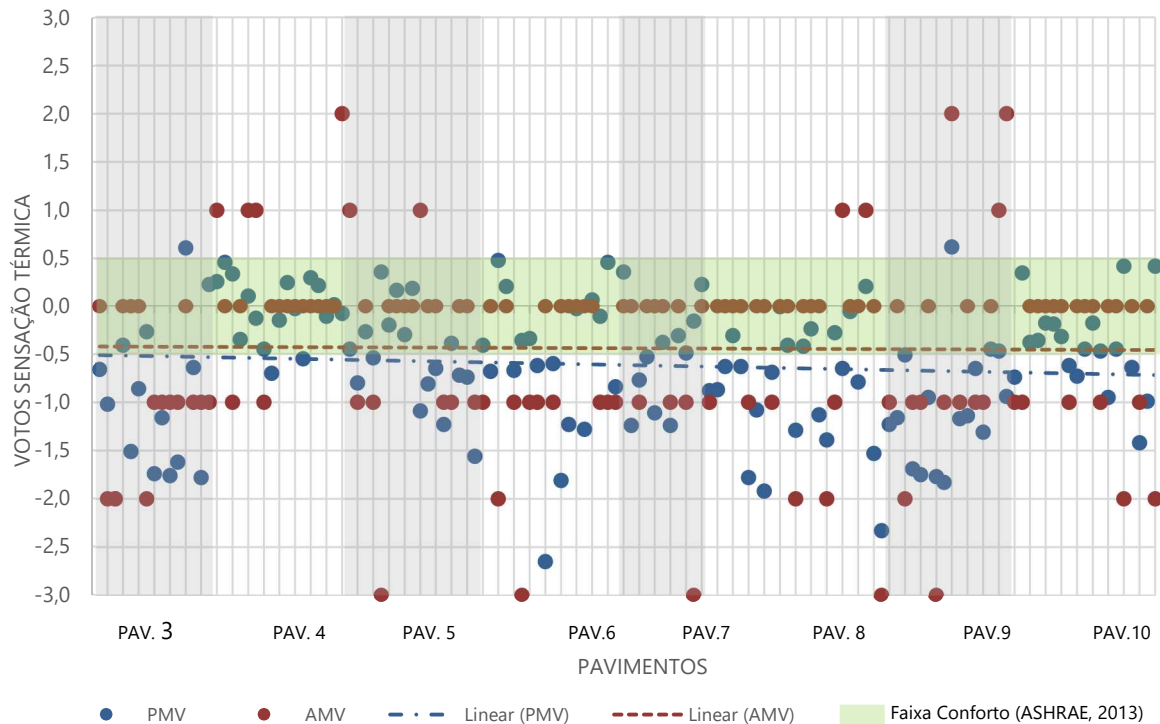
Analisando os índices PMV e AMV pelas faixas de temperatura operativa [Figura 89], verifica-se novamente que o PMV superestimou a sensação de frio dos ocupantes, no entanto, nessa análise, além de possuírem a mesma inclinação, as duas lineares mantêm a mesma distância ao longo das faixas de temperatura operativa de 19,5°C a 25°C. Do gráfico, nota-se que a concentração dos votos reais (AMV) -1 estão mais adensados nas faixas de

⁵⁴ Variável '*sensação térmica no momento da medição*', cujo resultado é apresentado na Figura 57, pág. 94.

⁵⁵ Ver Figura 46, pág. 82.

temperaturas de 19,5°C a 22°C, e os votos neutros (0) a partir da temperatura de 22,5°C. Sobre as lineares dos votos da sensação predita e da sensação real e suas respectivas interseções com o intervalo de '*ambiente térmico aceitável para conforto geral*', (ASHRAE, 2013), enquanto a linear do PMV – nas condições ambientais do objeto de estudo – sugere a temperatura de **23,05°C** como limite inicial para a condição de conforto térmico, a linear do AMV aponta para uma temperatura inferior: **22,79°C**.

Figura 88 – PMV e AMV, por pavimentos.



Quanto à diferença entre os votos reais AMV e os votos preditos PMV, em uma análise específica sobre esta oscilação, na qual os votos AMV foram agrupados por valores [Figura 90], constata-se:

- Quando os votos de AMV remetem à sensação de '*frio*' e '*muito frio*' (votos -3 e -2), o PMV **subestima a sensação de frio**, com valores de PMV maiores;
- Nas condições cujo AMV indica sensação de '*pouco frio*' (-1), o PMV oscila simetricamente em torno do voto -1, entre os valores -2 e 0. É o intervalo no qual verifica-se maior aproximação do PMV com o AMV;
- Quando o AMV indica '*neutralidade térmica*', sensação de '*pouco calor*' e '*calor*' (votos 0; 1 e 2) o PMV **superestima a sensação de frio** dos ocupantes, com valores preditos abaixo do real.

Esta inversão pode ainda ser observada no momento em que as lineares dos dois índices se cruzam no gráfico [Figura 90], entre os votos AMV -1 e 0.

Ainda, sobre o índice PMV calculado uma nova variável associada ao conforto térmico foi calculada, denominada '**PMV Distância**' (PMV Dist.) que corresponde ao valor

absoluto da distância do PMV em relação à condição de neutralidade térmica (voto '0'), a ser utilizada para investigar a relação entre as variáveis subjetivas e as condições térmicas através de modelagem matemática (regressão).

Figura 89 – PMV e AMV, por temperatura operativa.

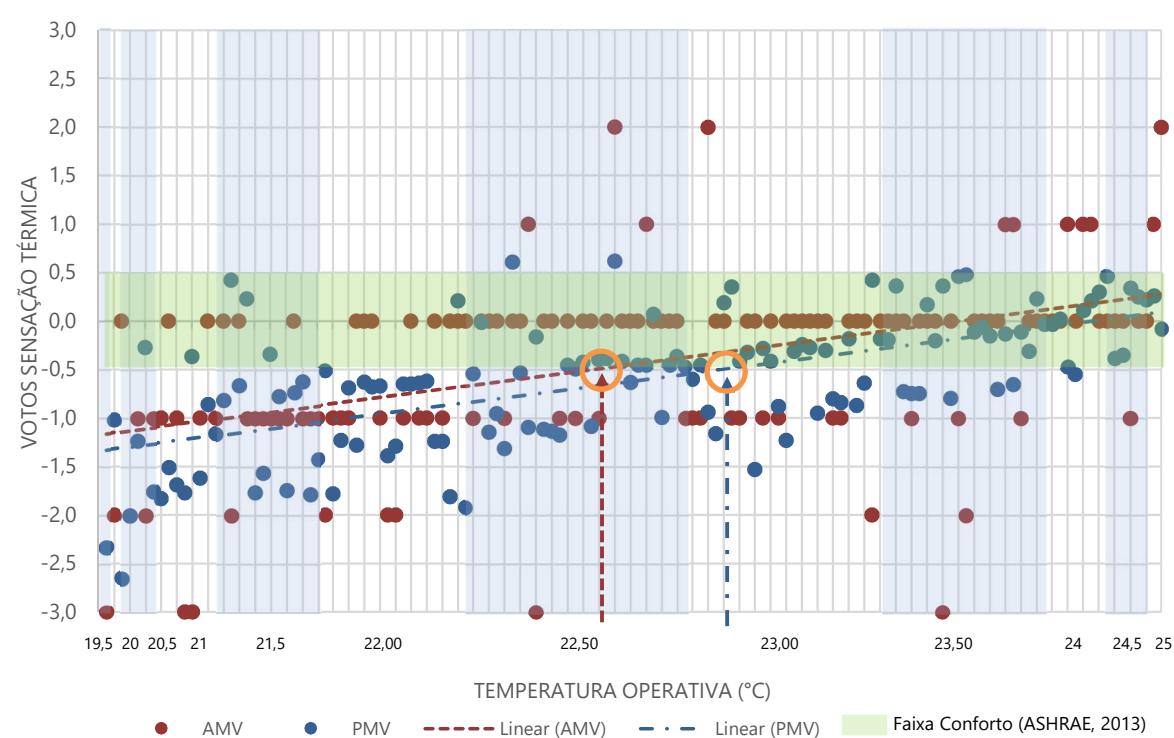
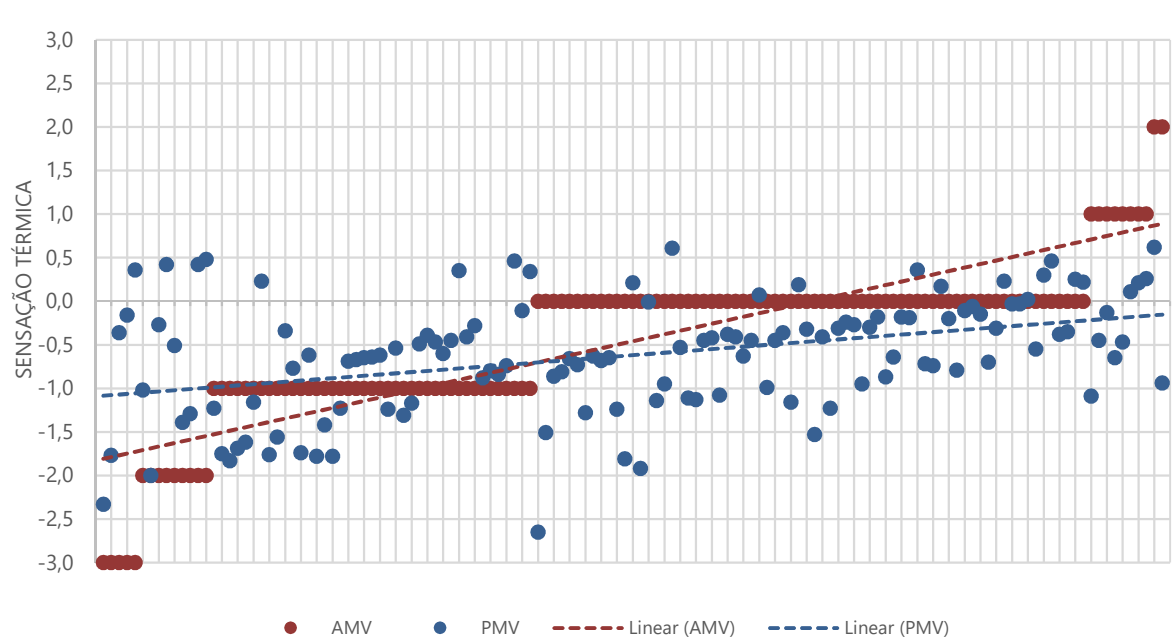


Figura 90 – Distância dos valores calculados PMV em relação aos votos reais – AMV.



5.5 Modelagem matemática (análise das relações)

A segunda etapa da análise dos resultados consistiu na construção de modelos regressivos lineares simples, para avaliar as relações entre as variáveis subjetivas e as condições do ambiente térmico, a fim de subsidiar a definição das variáveis a serem utilizadas na etapa posterior da análise.

O procedimento inicial consistiu na verificação da normalidade de todos os dados utilizados nas análises⁵⁶, tendo como critério o intervalo de valores para Assimetria entre +3 e -3, e valores para Curtose entre +8 e -8, limites propostos por Kline (2011) para aceitabilidade da normalidade – procedimento também adotado por Leder et al. (2015). As variáveis com distribuição não-normal foram transformadas para escala logarítmica para alcançar a normalidade, estas, encontram-se indicadas nas análises com a sigla *log*.

Em razão da quantidade de variáveis abordadas no estudo, as análises ocorreram com a definição prévia de três blocos principais, com variáveis dependentes de saída, denominados:

Bloco 1: Votos de sensação e preferência térmica;

Bloco 2: Ações de adaptação do usuário;

Bloco 3: Sintomas na saúde do usuário.

As variáveis de cada bloco, por sua vez, foram analisadas em simulações distintas, em função das variáveis de outros três grupos denominados:

Grupo 1: Variáveis ambientais;

Grupo 2: Variáveis pessoais;

Grupo 3: Variáveis qualitativas (votos de sensação e preferência térmica).

Os procedimentos de regressão linear foram conduzidos no software aplicativo do tipo científico IBM® SPSS. As [Tabelas 50 a 57]⁵⁷ apresentam os resultados dos valores r^2 *ajustado* e *Significância* das regressões lineares simples de todos os pares de variáveis submetidas às análises. Consideram-se, para efeito de correlações significativas, valor *Sig.* < 0,05; estas, quando ocorrem, são destacadas nas referidas Tabelas. Sobre os resultados, embora os valores das correlações encontradas sejam baixos, estas, quando ocorrem, apresentam compatibilidade com limites apresentados em estudos similares (NEWSHAM et al., 2009).

⁵⁶ Verificação realizada na ferramenta de planilha Microsoft Excel® 2016, a partir dos dados tabulados de cada variável.

⁵⁷ Págs. 127 a 134.

5.5.1 Bloco 1 – Votos de sensação e preferência térmica

Nas regressões com o *bloco 1 - Votos de sensação e preferência térmica* foram analisadas as variáveis obtidas a partir dos votos de sensação e preferência térmica dos usuários indicados nos questionários:

Tabela 47 – Variáveis do bloco 1

CÓDIFICAÇÃO	VARIÁVEIS - Qualitativas
CT_Sen_Ter_tip	Sensação térmica típica do ocupante na estação de trabalho
CT_Sen_Ter	Sensação térmica na estação de trabalho no exato momento da medição
CT_Pr_f_Ter	Preferência térmica do ocupante no momento da medição
CT_Amb_Ter	Classificação do ambiente térmico pelo ocupante
CT_Mov_Ar	Sensação do movimento do ar
CT_Mov_Ar_Pr_f	Preferência com relação ao movimento do ar
Ct_Sat_Temp	Satisfação com a temperatura no local de trabalho

Quando analisadas em pares com as variáveis do **Grupo 1 – Variáveis Ambientais** [Tabela 50]⁵⁸, as variáveis '*sensação térmica típica*'; '*sensação térmica no momento da medição*'; '*preferência térmica*'; '*classificação do ambiente térmico*'; '*sensação do movimento do ar*' e '*preferência com relação ao movimento do ar*' apresentaram correlações significativas com as variáveis ambientais '*umidade relativa no ambiente externo*'; '*temperatura do ar*'; '*temperatura operativa*'; '*umidade relativa*' e '*velocidade média do ar*', conforme destaques na [Tabela 50], cujos resultados do p-valor < 0,05 variaram entre 0,00 e 0,048. A variável dependente '*satisfação com a temperatura no local de trabalho*' e as variáveis independentes '*temperatura do ar no meio externo*' e '*material particulado (2,5 µ e 10 µ)*' não apresentaram correlações significativas quando analisadas em pares com as demais variáveis do bloco/grupo.

A associação do Bloco 1 vs. Grupo 1 foi uma das que apresentou as maiores correlações dentre as análises de Regressão Simples, destacando-se no grupo as variáveis explicativas '*temperatura do ar*' e '*temperatura operativa*' que apresentaram significâncias (p-valor < 0,05) igual a 0,00; **o que evidencia a importância dessas variáveis no conforto térmico do ocupante no espaço de trabalho**. Ainda sobre essas variáveis ambientais, o valor positivo de R² caracteriza que os votos de satisfação são maiores com o aumento da temperatura. Tal fato é justificado pelo contexto do ambiente ser exclusivamente condicionado artificialmente, no qual as temperaturas não são elevadas e há grande representatividade dos ocupantes que reclamaram de frio – conforme resultados já apresentados.

Na análise do bloco com o **Grupo 2 – Variáveis pessoais** [Tabela 51], os votos dos ocupantes quanto a '*sensação térmica típica*' e '*preferência térmica*' apresentaram correlação significativa com as variáveis pessoais '*gênero*'; '*horário que o trabalhador prefere acordar*' e '*PMV Dist.*⁵⁹'. A variável '*PMV Dist.*' ainda apresentou correlação com '*sensação térmica no*

⁵⁸ Pág. 127.

⁵⁹ PMV Dist. é a diferença (valor absoluto) entre o PMV calculado e o voto de neutralidade.

momento da medição e *'classificação do ambiente térmico'*. O *'clima da região de naturalidade do trabalhador'*, por sua vez, apresentou correlação com a *'preferência em relação ao movimento do ar'*.

As associações realizadas com as variáveis qualitativas *'sensação do movimento do ar'*; *'satisfação com a temperatura no local de trabalho'* e com as variáveis pessoais *'proximidade da estação de trabalho em relação à janela'*; *idade'*; *'índice de massa corporal – IMC'*; *'jornada de trabalho'* e *'transporte que o trabalhador utiliza para chegar ao trabalho'* não apresentaram correlações significativas. Sobre esses resultados, embora não tenham apresentado correlações significativas, destacam-se os valores negativos de R^2 nas análises em pares com todas as variáveis de sensação e preferência térmica [Tabela 50] com a variável pessoal IMC: quanto maior o valor do IMC do ocupante, menor são os votos de satisfação. Sob esse mesmo entendimento, os valores negativos de R^2 demonstram que, quanto maior a idade do ocupante e quanto maior a proximidade do mesmo em relação à janela, menor a satisfação dos ocupantes em relação ao ambiente térmico.

5.5.2 Bloco 2 – Ações de adaptação

As análises referentes ao *bloco 2 - Ações de adaptação do usuário* ocorreram com a associação das ações típicas que os ocupantes indicaram que costumam adotar face às condições de conforto térmico – apresentadas no item 5.2.7 deste Capítulo⁶⁰ – com as variáveis Ambientais, Pessoais e Qualitativas (grupos 1, 2 e 3, respectivamente).

Tabela 48 – Variáveis do Bloco 2

CÓDIFICAÇÃO	VARIÁVEIS – Ações de adaptação do ocupante
AD_Beb_FQ	Consumir uma bebida quente ou fria
AD_Vent	Utilizar um ventilador portátil na estação de trabalho
AD_Mud_ArC	Solicitar à administração a mudança do set point do ar-condicionado
AD_Adc_Rou	Adicionar mais camadas de roupa
AD_Rou_Lev	Utilizar roupas mais leves
AD_Cort_CT	Ajustar abertura da cortina
AD_Mud_Amb	Mudar de ambiente / se deslocar a um ambiente mais quente ou frio

Na associação do bloco 2 com o **Grupo 1 - Variáveis Ambientais** [Tabela 52]⁶¹, as ações de adaptação relacionadas à vestimenta *'adicionar mais camadas de roupa'* e *'utilizar roupas mais leves'* apresentaram correlações significativas com as variáveis ambientais *'temperatura do ar'* e *'temperatura operativa'*. Já a *'utilização de um ventilador portátil'* apresentou correlação com os resultados da *'umidade relativa'* nos postos de trabalho. As ações de adaptações *'consumir bebida quente ou fria'*; *'solicitar mudança do setpoint do ar-*

⁶⁰ Pág. 101 a 114.

⁶¹ Pág. 129.

condicionado; *'ajustar abertura da cortina*'; *'mudar de ambiente*' e as variáveis ambientais *'temperatura do ar no meio externo*'; *'umidade relativa no ambiente externo*'; *'velocidade média do ar*' e *'material particulado (2.5 μ e 10 μ)*' não apresentaram valores significativos nas associações em pares no grupo/bloco.

Em relação ao **Grupo 2 - Variáveis pessoais** [Tabela 53]⁶², o *'gênero*' do ocupante relaciona-se significativamente com as ações *'adicionar mais camadas de roupa*'; *'ajustar a abertura da cortina*' e *'mudar de ambiente*'. A *'proximidade da estação de trabalho em relação à janela*' também se demonstrou possuir relação com as ações *'ajustar a abertura da cortina*' e *'mudar de ambiente*'; e o *'índice de massa corporal – IMC*' apresentou correlação com a frequência de *'ajuste na abertura da cortina*'. As ações de adaptações *'consumir bebida quente ou fria*'; *'utilizar ventilador portátil*'; *'utilizar roupas mais leves*'; e as variáveis pessoais *'horário que o trabalhador prefere acordar*'; *'jornada de trabalho*'; *'transporte que o trabalhador utiliza para chegar ao trabalho*' e *'clima da região de naturalidade do trabalhador*' não apresentaram associações em pares no grupo/bloco.

Foi na associação do Bloco 2 com o **Grupo 3: Variáveis qualitativas - votos de sensação e preferência térmica** que ocorreram um número maior de correlações entre as variáveis. À exceção do *'PMV Dist.'*, todas as variáveis qualitativas apresentaram correlação com as variáveis de adaptação, conforme destaques constantes na [Tabela 54], **evidenciando a influência das ações adotadas pelos ocupantes para adequar-se às condições térmicas nos votos de sensação e preferência térmica**, especialmente nos votos de satisfação com a temperatura no local de trabalho (CT_Sat_Tmp). Ainda sobre as análises desse Bloco / Grupo, destacam-se as relações entre as variáveis *'Adicionar mais camadas de roupa*' com a *'Sensação térmica típica*' e *'Mudança de ambiente*' com a *'Satisfação com a temperatura no local de trabalho*'.

Associando os resultados com aqueles apresentados na estatística descritiva dos subitens 5.2.7.1; 5.2.7.2 e 5.2.7.3⁶³ destacam-se, em relação às ações de adaptação mais reincidentes:

- (a) Dos ocupantes que relataram o **consumo de bebida quente ou fria, 33,33%** encontravam-se em neutralidade térmica [Figura 73] e **60,25%** indicaram diferentes níveis de satisfação com o ambiente térmico (votos *'pouco satisfeito*' + *'satisfeitos*' + *'muito satisfeitos*') [Figura 74];
- (b) Dos ocupantes que relataram **mudança de ambiente, 5,13%** encontravam-se em neutralidade térmica [Figura 76] e **38,45%** indicaram diferentes níveis de satisfação com o ambiente térmico (votos *'pouco satisfeito*' + *'satisfeitos*' + *'muito satisfeitos*') [Figura 77];

⁶² Pág. 130.

⁶³ Págs. 106 a 114.

- (c) Dos ocupantes que relataram a **adequação da vestimenta**, **15,09%** encontravam-se em neutralidade térmica [Figura 79] e **50,94%** indicaram diferentes níveis de satisfação com o ambiente térmico (votos 'pouco satisfeito' + 'satisfeitos' + 'muito satisfeitos') [Figura 80].

Diante do exposto, sugere-se que **as ações de adaptação posicionam os ocupantes em conforto térmico** no ambiente que ocupam.

5.5.3 Bloco 3 – Sintomas na saúde

As análises referentes ao *bloco 3 – Sintomas de saúde do usuário* ocorreram com a associação da frequência de alguns sintomas que os ocupantes indicaram sentir com as variáveis Ambientais, Pessoais e Qualitativas (grupos 1, 2 e 3, respectivamente).

Tabela 49 – Variáveis do bloco 3.

CÓDIFICAÇÃO	VARIÁVEIS – Sintomas na saúde do ocupante
SD_Desc_Olh	Desconforto nos olhos
SD_Desc_Pel	Desconforto na pele
SD_Desc_Cos	Desconforto nas costas, braços
SD_Cor_Cong	Coriza, congestão nasal
SD_Dor_Cab	Dor de cabeça
SD_Dor_Garg	Dor/Irritação na garganta
SD_Sens_Luz	Sensibilidade à luz

As associações das variáveis da saúde dos ocupantes com os três grupos - **Variáveis Ambientais** [Tabela 55], **Variáveis pessoais** [Tabela 56] e **Variáveis qualitativas** [Tabela 57]⁶⁴ apresentaram poucas correlações significativas. O sintoma '*desconforto na pele*' foi aquele que apresentou maior correlação com a variável ambiental '*velocidade média do ar*' e com as variáveis qualitativas '*sensação térmica típica*'; '*sensação térmica no momento da medição*'; '*preferência térmica*'; '*classificação do ambiente térmico*' e '*preferência do movimento do ar*'. Outras correlações significantes foram observadas nas associações do sintoma '*desconforto nos olhos*' com a variável pessoal '*horário que o trabalhador prefere acordar*'; do sintoma '*desconforto nas costas*' com a variável qualitativa '*PMV Dist.*'; e do sintoma '*dor de cabeça*' com a variável qualitativa '*satisfação com a temperatura no local de trabalho*'.

Embora esteja diretamente relacionada ao conforto visual, a '*sensibilidade à luz*' apresentou correlações com as variáveis ambientais '*temperatura do ar*'; '*temperatura operativa*'; '*umidade relativa*'; e com as variáveis pessoais '*proximidade da estação de trabalho em relação à janela*'; '*índice de massa corporal – IMC*'; '*jornada de trabalho*' e '*clima da região de naturalidade do trabalhador*'. As variáveis '*coriza, congestão nasal*'; '*dor/irritação na garganta*' e '*fadiga*' não apresentaram associações relevantes com as variáveis dos grupos.

⁶⁴ Tabelas 55, 56 e 57 nas páginas 132 a 134.

Tabela 50 - Regressões lineares simples: Votos Sensação e preferência térmica vs. Variáveis Ambientais

VARIÁVEIS		VARIÁVEIS INDEPENDENTES (EXPLICATIVAS): VARIÁVEIS AMBIENTAIS (Grupo1)							
		Ext_Tmp (log) Temp. ar no meio externo	Ext_UmR Umid. no meio externo	CT_Tmp Temp. ar	CT_Tmp_Opt Temp. Operativa	CT_UmR Umidade Relativa (%)	CT_ArV_MED (log) Vel. média do ar (m/s)	Est_MP2.5 Material Particulado 2.5µm	Est_MP10 Material Particulado 10µm
VARIÁVEIS DEPENDENTES (DE SAÍDA): BLOCO 1	CT_Sen_Ter_tip Sensação térmica típica	R ² ajs = -,003 Sig. = ,435	R ² ajs = ,025 Sig. = ,037	R ² ajs = ,291 Sig. = ,000	R ² ajs = ,284 Sig. = ,000	R ² ajs = ,038 Sig. = ,013	R ² ajs = ,023 Sig. = ,047	R ² ajs = ,006 Sig. = ,187	R ² ajs = ,006 Sig. = ,185
	CT_Sen_Ter Sens. térmica medição	R ² ajs = ,004 Sig. = ,478	R ² ajs = ,028 Sig. = ,300	R ² ajs = ,244 Sig. = ,000	R ² ajs = ,236 Sig. = ,000	R ² ajs = ,026 Sig. = ,059	R ² ajs = ,047 Sig. = ,008	R ² ajs = ,003 Sig. = ,233	R ² ajs = ,003 Sig. = ,233
	CT_Pr_f_Ter Preferência térmica	R ² ajs = ,007 Sig. = ,346	R ² ajs = ,053 Sig. = ,004	R ² ajs = ,268 Sig. = ,000	R ² ajs = ,252 Sig. = ,000	R ² ajs = ,012 Sig. = ,104	R ² ajs = ,023 Sig. = ,048	R ² ajs = ,000 Sig. = ,308	R ² ajs = ,000 Sig. = ,308
	CT_Amb_Ter Ambiente térmico	R ² ajs = -,002 Sig. = ,392	R ² ajs = ,033 Sig. = ,019	R ² ajs = ,298 Sig. = ,000	R ² ajs = ,282 Sig. = ,000	R ² ajs = ,011 Sig. = ,118	R ² ajs = -,002 Sig. = ,392	R ² ajs = -,003 Sig. = ,431	R ² ajs = -,003 Sig. = ,434
	CT_Mov_Ar Movimento do ar	R ² ajs = ,004 Sig. = ,221	R ² ajs = -,007 Sig. = ,903	R ² ajs = ,022 Sig. = ,047	R ² ajs = ,018 Sig. = ,065	R ² ajs = ,014 Sig. = ,088	R ² ajs = ,091 Sig. = ,000	R ² ajs = -,007 Sig. = ,916	R ² ajs = -,007 Sig. = ,908
	CT_Mov_Ar_Pr_f Preferência mov. do ar	R ² ajs = -,002 Sig. = ,373	R ² ajs = ,022 Sig. = ,087	R ² ajs = ,134 Sig. = ,000	R ² ajs = ,127 Sig. = ,000	R ² ajs = -,002 Sig. = ,385	R ² ajs = ,006 Sig. = ,187	R ² ajs = -,007 Sig. = ,904	R ² ajs = -,007 Sig. = ,910
	Ct_Sat_Temp Satisfação com a temp.	R ² ajs = -,005 Sig. = ,562	R ² ajs = ,007 Sig. = ,166	R ² ajs = -,003 Sig. = ,432	R ² ajs = -,003 Sig. = ,420	R ² ajs = -,006 Sig. = ,627	R ² ajs = -,007 Sig. = ,796	R ² ajs = ,018 Sig. = ,066	R ² ajs = ,018 Sig. = ,067

N = 136  = Sig. < 0,05

R²ajs = R² ajustado / **Sig.** = significância (p-valor)

(log) = Variável com distribuição não-normal transformada para escala logarítmica para alcançar normalidade

Tabela 51 – Regressões lineares simples: Sensação e preferência térmica vs. Variáveis pessoais

VARIÁVEIS		VARIÁVEIS INDEPENDENTES (EXPLICATIVAS): VARIÁVEIS PESSOAIS (Grupo 2)								
		Est_Jan Proxim. à janela	Ocp_Gen Gênero	Ocp_Ida Idade	Ocp_IMC Índice massa corporal	Ocp_Aco Horário que acorda	Ocp_Jor Jornada Horário	Ocp_Trp Transporte	Ocp_Nat_clm Naturalidade, clima da região	PMV Dist
VARIÁVEIS DEPENDENTES (DE SAÍDA) BLOCO 1	CT_Sen_Ter_tip Sensação térmica típica	R ² ajs=-,004 Sig.=,484	R ² ajs=,051 Sig.=,005	R ² ajs=-,002 Sig.=,397	R ² ajs=-,007 Sig.=,873	R ² ajs=,036 Sig.=,016	R ² ajs=-,007 Sig.=,914	R ² ajs=,002 Sig.=,266	R ² ajs=,005 Sig.=,189	R ² ajs=,053 Sig.=,004
	CT_Sen_Ter Sensação térmica medição	R ² ajs=-,005 Sig.=,577	R ² ajs =,005 Sig. =,200	R ² ajs =-,007 Sig. =,787	R ² ajs =-,004 Sig. =,482	R ² ajs =,014 Sig. =,089	R ² ajs =,019 Sig. =,060	R ² ajs =,020 Sig. =,055	R ² ajs =,015 Sig. =,083	R ² ajs =,052 Sig. =,004
	CT_Prpf_Ter Preferência térmica	R ² ajs=-,005 Sig.=,590	R ² ajs =,030 Sig. =,026	R ² ajs=-,006 Sig.=,640	R ² ajs=-,003 Sig.=,435	R ² ajs =,069 Sig. =,001	R ² ajs=-,005 Sig.=,576	R ² ajs=-,002 Sig.=,394	R ² ajs =,011 Sig. =,117	R ² ajs =,054 Sig. =,004
	CT_Amb_Ter Ambiente térmico	R ² ajs=-,006 Sig.=,630	R ² ajs=,014 Sig.=,093	R ² ajs=-,007 Sig.=,768	R ² ajs=-,007 Sig.=,915	R ² ajs=,045 Sig.=,008	R ² ajs=-,007 Sig.=,909	R ² ajs=-,001 Sig.=,349	R ² ajs=,016 Sig.=,074	R ² ajs=,049 Sig.=,006
	CT_Mov_Ar Movimento do ar	R ² ajs=-,005 Sig.=,540	R ² ajs=-,007 Sig.=,773	R ² ajs=-,007 Sig.=,946	R ² ajs=-,007 Sig.=,893	R ² ajs=-,004 Sig.=,507	R ² ajs=-,002 Sig.=,383	R ² ajs=,011 Sig.=,111	R ² ajs=,006 Sig.=,185	R ² ajs=,005 Sig.=,203
	CT_Mov_Ar_Prpf Preferência mov. do ar	R ² ajs=-,001 Sig. =,348	R ² ajs=,015 Sig.=,083	R ² ajs=-,007 Sig.=,799	R ² ajs=-,005 Sig.=,560	R ² ajs=,014 Sig.=,090	R ² ajs=-,007 Sig.=,724	R ² ajs=,009 Sig.=,138	R ² ajs=,023 Sig.=,043	R ² ajs=,014 Sig.=,091
	CT_Sat_Tmp Satisfação com a temperatura no local de trabalho	R ² ajs=-,003 Sig.=,425	R ² ajs=-,007 Sig.=,919	R ² ajs=,007 Sig.=,171	R ² ajs=-,005 Sig.=,564	R ² ajs=-,002 Sig.=,394	R ² ajs=-,003 Sig.=,631	R ² ajs=,006 Sig.=,663	R ² ajs=-,007 Sig.=,887	R ² ajs=-,003 Sig.=,441

N = 136 = Sig. < 0,05

R²ajs = R² ajustado / Sig. = significância (p-valor)

Tabela 52 – Regressões lineares simples: Ações de adaptação do usuário vs. Variáveis Ambientais

VARIÁVEIS		VARIÁVEIS INDEPENDENTES (EXPLICATIVAS) – GRUPO 1							
		Ext_Tmp (log) Temp. ar no meio externo	Ext_UmR Umid. no meio externo	CT_Tmp Temp. ar	CT_Tmp_Opt Temp. Operativa	CT_UmR Umididade Relativa (%)	CT_ArV_MED (log) Vel. média do ar (m/s)	Est_MP2.5 Material Particulado 2.5µm	Est_MP10 Material Particulado 10µm
VARIÁVEIS DEPENDENTES (DE SAÍDA) - BLOCO 2	AD_Beb_FQ Consumir bebida quente ou fria	R ² ajs=-,008 Sig.=,991	R ² ajs=-,006 Sig.=,645	R ² ajs=-,003 Sig.=,444	R ² ajs=-,003 Sig.=,458	R ² ajs=,015 Sig.=,086	R ² ajs=-,004 Sig.=,499	R ² ajs=-,002 Sig.=,384	R ² ajs=-,002 Sig.=,380
	AD_Vent Utilizar ventilador Portátil	R ² ajs=,002 Sig.=,266	R ² ajs=,006 Sig.=,183	R ² ajs=,017 Sig.=,073	R ² ajs=,018 Sig.=,066	R ² ajs=,046 Sig.=,007	R ² ajs=,010 Sig.=,129	R ² ajs=,012 Sig.=,106	R ² ajs=,012 Sig.=,105
	AD_Mud_ArC Solicitar mudança no setpoint do ar-cond.	R ² ajs=-,005 Sig.=,528	R ² ajs=-,008 Sig.=,992	R ² ajs=-,007 Sig.=,731	R ² ajs=-,006 Sig.=,682	R ² ajs=-,007 Sig.=,840	R ² ajs=,007 Sig.=,168	R ² ajs=-,007 Sig.=,784	R ² ajs=-,007 Sig.=,798
	AD_Adc_Rou Adicionar mais camadas de roupa	R ² ajs=,000 Sig.=,311	R ² ajs=,014 Sig.=,091	R ² ajs=,044 Sig.=,008	R ² ajs=,036 Sig.=,015	R ² ajs=-,004 Sig.=,471	R ² ajs=,016 Sig.=,082	R ² ajs=-,007 Sig.=,834	R ² ajs=-,007 Sig.=837
	AD_Rou_Lev Utilizar roupas mais leves	R ² ajs=-,007 Sig.=,929	R ² ajs=,001 Sig.=,294	R ² ajs=,035 Sig.=,016	R ² ajs=,030 Sig.=,025	R ² ajs=-,007 Sig.=,758	R ² ajs=-,005 Sig.=,524	R ² ajs=-,007 Sig.=,853	R ² ajs=-,007 Sig.=,867
	AD_Cort_CT Ajustar abertura da cortina	R ² ajs=-,004 Sig.=,500	R ² ajs=-,004 Sig.=,485	R ² ajs=,003 Sig.=,237	R ² ajs=,002 Sig.=,266	R ² ajs=-,001 Sig.=,353	R ² ajs=-,007 Sig.=,792	R ² ajs=-,007 Sig.=,823	R ² ajs=-,007 Sig.=,811
	AD_Mud_Amb Mudar de ambiente	R ² ajs=-,004 Sig.=,502	R ² ajs=-,007 Sig.=,889	R ² ajs=-,001 Sig.=,337	R ² ajs=-,002 Sig.=,389	R ² ajs=-,002 Sig.=,404	R ² ajs=,015 Sig.=,087	R ² ajs=-,002 Sig.=,385	R ² ajs=-,002 Sig.=,392

N = 136

 = Sig. < 0,05

R²ajs = R² ajustado / **Sig.** = significância (p-valor)

(log) = Variável com distribuição não-normal transformada para escala logarítmica para alcançar normalidade

Tabela 53 – Regressões lineares simples: Ações de adaptação do usuário vs. Variáveis pessoais

VARIÁVEIS		VARIÁVEIS INDEPENDENTES (EXPLICATIVAS) – GRUPO 2							
		Est_Jan Prox. à janela	Ocp_Gen Gênero	Ocp_Ida Idade	Ocp_IMC Índice massa corporal	Ocp_Aco Horário que acorda	Ocp_Jor Jornada Horário	Ocp_Trp Transporte	Ocp_Nat clm Naturalidade, clima da região
VARIÁVEIS DEPENDENTES (DE SAÍDA) - BLOCO 2	AD_Beb_FQ Consumir bebida quente ou fria	R ² ajs=-,003 Sig.=,435	R ² ajs=-,001 Sig.=,366	R ² ajs=-,002 Sig.=,376	R ² ajs=-,007 Sig.=,773	R ² ajs=-,007 Sig.=,836	R ² ajs=-,007 Sig.=,853	R ² ajs=-,005 Sig.=,585	R ² ajs=-,006 Sig.=,694
	AD_Vent Utilizar ventilador Portátil	R ² ajs=-,006 Sig.=,708	R ² ajs=-,008 Sig.=1,000	R ² ajs=-,007 Sig.=,750	R ² ajs=-,006 Sig.=,699	R ² ajs=-,007 Sig.=,758	R ² ajs=,012 Sig.=,106	R ² ajs=-,007 Sig.=,947	R ² ajs=-,007 Sig.=,734
	AD_Mud_ArC Solicitar mudança no <i>setpoint</i> do ar-cond.	R ² ajs=-,007 Sig.=,786	R ² ajs=,019 Sig.=,062	R ² ajs=,022 Sig.=,048	R ² ajs=,000 Sig.=,331	R ² ajs=,000 Sig.=,328	R ² ajs=-,003 Sig.=,423	R ² ajs=-,002 Sig.=,406	R ² ajs=-,004 Sig.=,480
	AD_Adc_Rou Adicionar mais camadas de roupa	R ² ajs=,002 Sig.=,252	R ² ajs=,192 Sig.=,000	R ² ajs=-,003 Sig.=,423	R ² ajs=,014 Sig.=,088	R ² ajs=,007 Sig.=,165	R ² ajs=-,002 Sig.=,380	R ² ajs=,005 Sig.=,196	R ² ajs=-,007 Sig.=,814
	AD_Rou_Lev Utilizar roupas mais leves	R ² ajs=-,004 Sig.=,497	R ² ajs=,019 Sig.=,060	R ² ajs=-,007 Sig.=,862	R ² ajs=-,004 Sig.=,516	R ² ajs=-,005 Sig.=,557	R ² ajs=-,003 Sig.=,422	R ² ajs=-,007 Sig.=,907	R ² ajs=,004 Sig.=,207
	AD_Cort_CT Ajustar abertura da cortina	R ² ajs=,038 Sig.=,013	R ² ajs=,027 Sig.=,031	R ² ajs=-,007 Sig.=,874	R ² ajs=,043 Sig.=,009	R ² ajs=-,007 Sig.=,754	R ² ajs=-,004 Sig.=,490	R ² ajs=-,007 Sig.=,987	R ² ajs=-,007 Sig.=,740
	AD_Mud_Amb Mudar de ambiente	R ² ajs=,035 Sig.=,017	R ² ajs=,032 Sig.=,022	R ² ajs=-,007 Sig.=,747	R ² ajs=,003 Sig.=,246	R ² ajs=-,007 Sig.=,796	R ² ajs=-,007 Sig.=,813	R ² ajs=,000 Sig.=,315	R ² ajs=-,007 Sig.=,914

N = 136 = Sig. < 0,05

R²ajs = R² ajustado / Sig. = significância (p-valor)

Tabela 54 – Regressões lineares simples: Ações de adaptação do usuário vs. Variáveis Qualitativas

VARIÁVEIS		VARIÁVEIS QUALITATIVAS SENSACÃO E PREFERÊNCIA TÉRMICA – GRUPO 3							
		CT_Sen_Ter_tip Sensação térmica típica (est. de trab.)	CT_Sen_Ter Sensação térmica / momento medição	CT_Prpf_Ter Preferência térmica	CT_Amb_Ter Classificação do ambiente térmico	CT_Mov_Ar Movimento do ar	CT_Mov_Ar_Prpf Preferência mov. do ar	CT_Sat_Tmp Satisfação com a temperatura no local de trabalho	PMV Dist
VARIÁVEIS DEPENDENTES (DE SAÍDA) - BLOCO 2	AD_Beb_FQ Consumir bebida quente ou fria	R ² ajs=-,007 Sig.=,808	R ² ajs=,047 Sig.=,007	R ² ajs=-,001 Sig.=,362	R ² ajs=-,004 Sig.=,516	R ² ajs=,005 Sig.=,198	R ² ajs=-,007 Sig.=,858	R ² ajs=,047 Sig.=,007	R ² ajs=-,005 Sig.=,601
	AD_Vent Utilizar ventilador Portátil	R ² ajs=,058 Sig.=,003	R ² ajs=,013 Sig.=,096	R ² ajs=,077 Sig.=,001	R ² ajs=,061 Sig.=,002	R ² ajs=,017 Sig.=,074	R ² ajs=,082 Sig.=,000	R ² ajs=,017 Sig.=,074	R ² ajs=,009 Sig.=,134
	AD_Mud_ArC Solicitar mudança no setpoint do ar-cond.	R ² ajs=-,006 Sig.=,648	R ² ajs=-,005 Sig.=,587	R ² ajs=,009 Sig.=,140	R ² ajs=-,007 Sig.=,837	R ² ajs=,037 Sig.=,014	R ² ajs=,008 Sig.=,161	R ² ajs=,068 Sig.=,001	R ² ajs=-,004 Sig.=,501
	AD_Adc_Rou Adicionar mais camadas de roupa	R ² ajs=,338 Sig.=,000	R ² ajs=,139 Sig.=,000	R ² ajs=,151 Sig.=,000	R ² ajs=,270 Sig.=,000	R ² ajs=,032 Sig.=,021	R ² ajs=,122 Sig.=,000	R ² ajs=,043 Sig.=,009	R ² ajs=,010 Sig.=,127
	AD_Rou_Lev Utilizar roupas mais leves	R ² ajs=,142 Sig.=,000	R ² ajs=,081 Sig.=,000	R ² ajs=,178 Sig.=,000	R ² ajs=,156 Sig.=,000	R ² ajs=-,006 Sig.=,686	R ² ajs=,046 Sig.=,007	R ² ajs=,045 Sig.=,008	R ² ajs=-,007 Sig.=,902
	AD_Cort_CT Ajustar abertura da cortina	R ² ajs=-,007 Sig.=,872	R ² ajs=-,005 Sig.=,580	R ² ajs=-,007 Sig.=,911	R ² ajs=-,006 Sig.=,719	R ² ajs=-,003 Sig.=,534	R ² ajs=-,006 Sig.=,671	R ² ajs=,025 Sig.=,036	R ² ajs=-,001 Sig.=,367
	AD_Mud_Amb Mudar de ambiente	R ² ajs=,121 Sig.=,000	R ² ajs=,043 Sig.=,009	R ² ajs=,037 Sig.=,015	R ² ajs=,086 Sig.=,000	R ² ajs=,155 Sig.=,000	R ² ajs=,045 Sig.=,008	R ² ajs=,219 Sig.=,000	R ² ajs=-,007 Sig.=,793

N = 136 = Sig. < 0,05

R²ajs = R² ajustado / **Sig.** = significância (p-valor)

Tabela 55 – Regressões lineares simples: **Sintomas saúde** vs. Variáveis Ambientais

VARIÁVEIS		VARIÁVEIS INDEPENDENTES (EXPLICATIVAS) – GRUPO 1							
		Ext_Tmp (log) Temp. ar no meio externo	Ext_UmR Umid. no meio externo	CT_Tmp Temp. ar	CT_Tmp_Opt Temp. Operativa	CT_UmR Umidade Relativa (%)	CT_ArV_MED (log) Vel. média do ar (m/s)	Est_MP2.5 Material Particulado 2.5µm	Est_MP10 Material Particulado 10µm
VARIÁVEIS DEPENDENTES (DE SAÍDA) - BLOCO 3	SD_Desc_Olh Desconforto nos olhos	R ² ajs=-,007 Sig.,871	R ² ajs=-,003 Sig.,454	R ² ajs=-,007 Sig.,958	R ² ajs=-,007 Sig.,949	R ² ajs=-,006 Sig.,671	R ² ajs=,000 Sig.,322	R ² ajs=-,002 Sig.,399	R ² ajs=-,002 Sig.,407
	SD_Desc_Pel Desconforto na pele	R ² ajs=-,007 Sig.,860	R ² ajs=-,004 Sig.,495	R ² ajs=-,001 Sig.,372	R ² ajs=-,001 Sig.,359	R ² ajs=-,007 Sig.,844	R ² ajs=,032 Sig.,025	R ² ajs=-,006 Sig.,643	R ² ajs=-,002 Sig.,407
	SD_Desc_Cos Desconforto nas costas, braços	R ² ajs=-,006 Sig.,613	R ² ajs=-,007 Sig.,843	R ² ajs=,014 Sig.,088	R ² ajs=,014 Sig.,093	R ² ajs=-,006 Sig.,682	R ² ajs=,008 Sig.,164	R ² ajs=-,001 Sig.,357	R ² ajs=-,001 Sig.,369
	SD_Cor_Cong Coriza, congestão nasal	R ² ajs=-,004 Sig.,473	R ² ajs=,008 Sig.,152	R ² ajs=-,006 Sig.,670	R ² ajs=-,006 Sig.,623	R ² ajs=-,007 Sig.,816	R ² ajs=-,002 Sig.,391	R ² ajs=-,007 Sig.,793	R ² ajs=-,007 Sig.,778
	SD_Dor_Cab Dor de cabeça	R ² ajs=-,007 Sig.,740	R ² ajs=-,007 Sig.,742	R ² ajs=-,007 Sig.,933	R ² ajs=-,007 Sig.,998	R ² ajs=-,007 Sig.,840	R ² ajs=-,004 Sig.,485	R ² ajs=-,006 Sig.,669	R ² ajs=-,006 Sig.,673
	SD_Dor_Garg Dor/Irritação na garganta	R ² ajs=-,005 Sig.,558	R ² ajs=-,005 Sig.,571	R ² ajs=-,007 Sig.,930	R ² ajs=-,007 Sig.,991	R ² ajs=-,004 Sig.,495	R ² ajs=-,007 Sig.,741	R ² ajs=-,005 Sig.,589	R ² ajs=-,005 Sig.,601
	SD_Sens_Luz Sensibilidade à luz	R ² ajs=,006 Sig.,186	R ² ajs=,011 Sig.,114	R ² ajs=,007 Sig.,001	R ² ajs=,086 Sig.,000	R ² ajs=,053 Sig.,004	R ² ajs=,001 Sig.,296	R ² ajs=,017 Sig.,071	R ² ajs=,017 Sig.,072
	SD_Fadg Fadiga	R ² ajs=-,007 Sig.,964	R ² ajs=-,004 Sig.,515	R ² ajs=-,007 Sig.,758	R ² ajs=-,007 Sig.,815	R ² ajs=-,007 Sig.,816	R ² ajs=-,008 Sig.,981	R ² ajs=-,001 Sig.,342	R ² ajs=-,001 Sig.,343

N = 136 ■ = Sig. < 0,05

R²ajs = R² ajustado / **Sig.** = significância (p-valor)

Tabela 56 – Regressões lineares simples: **Sintomas saúde** vs. Variáveis pessoais

VARIÁVEIS		VARIÁVEIS INDEPENDENTES (EXPLICATIVAS) – GRUPO 2							
		Est_Jan Prox. à janela	Ocp_Gen Gênero	Ocp_Ida Idade	Ocp_IMC Índice massa corporal	Ocp_Aco Horário que acorda	Ocp_Jor Jornada Horário	Ocp_Trp Transporte	Ocp_Nat clm Naturalidade, clima da região
VARIÁVEIS DEPENDENTES (DE SAÍDA) - BLOCO 3	SD_Desc_Olh Desconforto nos olhos	R ² ajs=-,006 Sig.=,713	R ² ajs=-,007 Sig.=,954	R ² ajs=,005 Sig.=,191	R ² ajs=-,004 Sig.=,496	R ² ajs=,051 Sig.=,005	R ² ajs=-,007 Sig.=,729	R ² ajs=-,007 Sig.=,929	R ² ajs=-,005 Sig.=,575
	SD_Desc_Pel Desconforto na pele	R ² ajs=,000 Sig.=,312	R ² ajs=,048 Sig.=,006	R ² ajs=,026 Sig.=,033	R ² ajs=,005 Sig.=,191	R ² ajs=,005 Sig.=,195	R ² ajs=-,001 Sig.=,349	R ² ajs=,025 Sig.=,037	R ² ajs=-,007 Sig.=,888
	SD_Desc_Cos Desconforto nas costas, braços	R ² ajs=-,001 Sig.=,350	R ² ajs=,035 Sig.=,016	R ² ajs=,001 Sig.=,277	R ² ajs=,002 Sig.=,257	R ² ajs=-,007 Sig.=,760	R ² ajs=,006 Sig.=,188	R ² ajs=-,005 Sig.=,600	R ² ajs=,033 Sig.=,019
	SD_Cor_Cong Coriza, congestão nasal	R ² ajs=-,001 Sig.=,368	R ² ajs=-,007 Sig.=,973	R ² ajs=-,007 Sig.=,896	R ² ajs=,001 Sig.=,298	R ² ajs=-,002 Sig.=,381	R ² ajs=-,002 Sig.=,388	R ² ajs=-,005 Sig.=,536	R ² ajs=-,002 Sig.=,416
	SD_Dor_Cab Dor de cabeça	R ² ajs=-,005 Sig.=,581	R ² ajs=,004 Sig.=,214	R ² ajs=,012 Sig.=,106	R ² ajs=-,003 Sig.=,417	R ² ajs=-,006 Sig.=,651	R ² ajs=-,007 Sig.=,754	R ² ajs=,004 Sig.=,210	R ² ajs=-,007 Sig.=,925
	SD_Dor_Garg Dor/Irritação na garganta	R ² ajs=-,005 Sig.=,580	R ² ajs=,001 Sig.=,257	R ² ajs=,021 Sig.=,490	R ² ajs=-,007 Sig.=,930	R ² ajs=,014 Sig.=,087	R ² ajs=-,004 Sig.=,514	R ² ajs=,002 Sig.=,263	R ² ajs=-,007 Sig.=,918
	SD_Sens_Luz Sensibilidade à luz	R ² ajs=,097 Sig.=,000	R ² ajs=,003 Sig.=,229	R ² ajs=,000 Sig.=,327	R ² ajs=,062 Sig.=,002	R ² ajs=,013 Sig.=,097	R ² ajs=,023 Sig.=,045	R ² ajs=-,006 Sig.=,683	R ² ajs=,024 Sig.=,040
	SD_Fadg Fadiga	R ² ajs=-,003 Sig.=,443	R ² ajs=,004 Sig.=,219	R ² ajs=-,007 Sig.=,983	R ² ajs=-,001 Sig.=,338	R ² ajs=,004 Sig.=,226	R ² ajs=,006 Sig.=,187	R ² ajs=-,006 Sig.=,693	R ² ajs=-,003 Sig.=,462

N = 136 = Sig. < 0,05

R²ajs = R² ajustado / Sig. = significância (p-valor)

Tabela 57 – Regressões lineares simples: **Sintomas saúde** vs. Variáveis qualitativas

VARIÁVEIS		VARIÁVEIS QUALITATIVAS SENSACÃO E PREFERÊNCIA TÉRMICA – GRUPO 3							
		CT_Sen_Ter_tip Sensação térmica típica (est. de trab.)	CT_Sen_Ter Sensação térmica / momento medição	CT_Prpf_Ter Preferência térmica	CT_Amb_Ter Classificação do ambiente térmico	CT_Mov_Ar Movimento do ar	CT_Mov_Ar_Prpf Preferência mov. do ar	CT_Sat_Tmp Satisfação com a temperatura no local de trabalho	PMV Dist
VARIÁVEIS DEPENDENTES (DE SAÚDE) - BLOCO 3	SD_Desc_Olh Desconforto nos olhos	R ² ajs=-,001 Sig.=,338	R ² ajs=-,006 Sig.=,718	R ² ajs=,001 Sig.=,281	R ² ajs=,000 Sig.=,321	R ² ajs=-,004 Sig.=,473	R ² ajs=,004 Sig.=,213	R ² ajs=-,005 Sig.=,558	R ² ajs=-,005 Sig.=,575
	SD_Desc_Pel Desconforto na pele	R ² ajs=,110 Sig.=,000	R ² ajs=,053 Sig.=,004	R ² ajs=,033 Sig.=,020	R ² ajs=,065 Sig.=,002	R ² ajs=,019 Sig.=,062	R ² ajs=,045 Sig.=,008	R ² ajs=-,006 Sig.=,671	R ² ajs=-,005 Sig.=,558
	SD_Desc_Cos Desconforto nas costas, braços	R ² ajs=-,002 Sig.=,398	R ² ajs=,007 Sig.=,159	R ² ajs=,002 Sig.=,258	R ² ajs=,011 Sig.=,113	R ² ajs=,005 Sig.=,190	R ² ajs=-,001 Sig.=,358	R ² ajs=-,006 Sig.=,675	R ² ajs=,022 Sig.=,048
	SD_Cor_Cong Coriza, congestão nasal	R ² ajs=,028 Sig.=,029	R ² ajs=-,007 Sig.=,942	R ² ajs=,007 Sig.=,160	R ² ajs=,012 Sig.=,102	R ² ajs=-,003 Sig.=,421	R ² ajs=,006 Sig.=,177	R ² ajs=-,007 Sig.=,908	R ² ajs=-,007 Sig.=,806
	SD_Dor_Cab Dor de cabeça	R ² ajs=-,004 Sig.=,428	R ² ajs=-,003 Sig.=,424	R ² ajs=-,002 Sig.=,377	R ² ajs=-,001 Sig.=,339	R ² ajs=-,005 Sig.=,542	R ² ajs=-,005 Sig.=,563	R ² ajs=,035 Sig.=,017	R ² ajs=-,006 Sig.=,686
	SD_Dor_Garg Dor/Irritação na garganta	R ² ajs=,002 Sig.=,274	R ² ajs=-,005 Sig.=,532	R ² ajs=-,003 Sig.=,418	R ² ajs=-,004 Sig.=,527	R ² ajs=,002 Sig.=,253	R ² ajs=,008 Sig.=,152	R ² ajs=-,007 Sig.=,844	R ² ajs=-,004 Sig.=,485
	SD_Sens_Luz Sensibilidade à luz	R ² ajs=,004 Sig.=,223	R ² ajs=,014 Sig.=,093	R ² ajs=-,003 Sig.=,465	R ² ajs=-,004 Sig.=,485	R ² ajs=-,003 Sig.=,418	R ² ajs=-,008 Sig.=,992	R ² ajs=,006 Sig.=,187	R ² ajs=,019 Sig.=,059
	SD_Fadg Fadiga	R ² ajs=-,001 Sig.=,349	R ² ajs=,006 Sig.=,173	R ² ajs=,000 Sig.=,319	R ² ajs=-,007 Sig.=,725	R ² ajs=,002 Sig.=,260	R ² ajs=-,008 Sig.=,992	R ² ajs=,004 Sig.=,218	R ² ajs=-,006 Sig.=,718

N = 136  = Sig. < 0,05

R²ajs = R² ajustado / **Sig.** = significância (p-valor)

5.6 Modelagem matemática (regressão linear múltipla)

A partir das relações apresentadas nas [Tabelas 50 a 57], – cujo p-valor < 0,05 – procedeu-se a análises a fim de identificar se o conjunto dessas variáveis independentes são capazes de prever a variável dependente em questão. Para explorar essas relações adotou-se a regressão linear múltipla *stepwise* – método de análise utilizado nos estudos de Newsham (2009), assim como Leder et al. (2015).

Considerando a mesma designação de Blocos adotada anteriormente, foram, portanto, submetidas à modelagem as seguintes variáveis dependentes:

Bloco 1: Votos de sensação e preferência térmica:

- Sensação térmica típica (CT_Sen_Ter_tip);
- Sensação térmica medição (CT_Sen_Ter);
- Preferência térmica (CT_Pr_f_Ter);
- Classificação do ambiente térmico (CT_Amb_Ter);
- Preferência do movimento do ar (CT_Mov_Ar_Pr_f).

Bloco 2: Ações de adaptação do usuário:

- Consumir bebida quente ou fria (AD_Beb_FQ);
- Utilizar ventilador portátil (AD_Vent);
- Solicitar mudança no set point do ar-condicionado (AD_Mud_ArC);
- Adicionar mais camadas de roupa (AD_Adc_Rou);
- Utilizar roupas mais leves (AD_Rou_Lev);
- Ajustar abertura da cortina (AD_Cort_CT);
- Mudar de ambiente (AD_Mud_Amb).

Bloco 3: Sintomas na saúde do usuário:

- Desconforto na pele (SD_Desc_Pel);
- Desconforto nas costas, braços (SD_Desc_Cos);
- Sensibilidade à luz (SD_Sens_Luz).

Nos resultados, por análise, são apresentadas as variáveis que foram inseridas no(s) modelo(s) estatisticamente significante(s), os respectivos valores do coeficiente de Beta (β) para cada modelo proposto, valores da alteração de R^2 , R^2 total, R^2 ajustado e as variáveis excluídas do modelo.

5.6.1 Bloco 1 – Votos de sensação e preferência térmica

Iniciando com a variável dependente '**sensação térmica típica**' [Tabela 58], a análise de regressão múltipla resultou em dois modelos, com as variáveis independentes '*temperatura do ar*' e '*gênero*'. No modelo 1, a '*temperatura do ar*' explica **28,5%** da sensação térmica típica; já as duas variáveis independentes '*temperatura do ar*' e '*gênero*', no modelo 2, explicam **41,9%** da variável. Na regressão com a variável dependente '**sensação térmica no momento da medição**' [Tabela 59], apenas a '*temperatura do ar*' faz parte do modelo, que explica **24,5%** da variação.

Tabela 58 – Regressão linear múltipla: **sensação térmica típica** vs. Variáveis independentes

VARIÁVEL INDEPENDENTE	Modelo 1 β	Modelo 2 β
CT_Tmp - Temperatura do ar	,534	,597
Ocp_Gen - Gênero		-,371
Alteração de R ²	,285	,134
R ² Total	,285	,419
R ² Ajustado	,280	,410

N = 128 p <= 0,05 β = coeficiente padronizado Beta

Variáveis excluídas: Ext_UmR - Umid. Relativa no meio externo; CT_Tmp_Opt - Temp. Operativa; CT_UmR - Umidade Relativa (%); CT_ArV_MED (log) - Vel. média do ar; Ocp_Aco - Horário que acorda; PMV Dist.

Tabela 59 – Regressão linear múltipla: **sensação térmica medição** vs. Variáveis independentes

VARIÁVEL INDEPENDENTE	Modelo 1 β
CT_Tmp - Temperatura do ar	,495
Alteração de R ²	,245
R ² Total	,245
R ² Ajustado	,239

N = 128 p <= 0,05 β = coeficiente padronizado Beta

Variáveis excluídas: CT_Tmp_Opt - Temp. Operativa; CT_ArV_MED (log) - Vel. média do ar (m/s); PMV Dist.

Na análise sobre a '**preferência térmica**' [Tabela 60], além da variável ambiental '*temperatura do ar*', as variáveis independentes pessoais '*gênero*' e '*horário que acorda*' são preditoras no modelo 3, que explica **38,7%** da variação. O '*horário que acorda*' também é preditor da variável dependente '**ambiente térmico**' [Tabela 61], que juntamente com a '*temperatura do ar*' integra o modelo 2 que explica **34%** da variação dessa classificação pelos ocupantes. Já a variável dependente '**preferência do movimento do ar**', conta em seu modelo único apenas a '*temperatura do ar*' como preditora, explicando **14,1%** da variação [Tabela 62].

Tabela 60 – Regressão linear múltipla: **preferência térmica** vs. Variáveis independentes

VARIÁVEL INDEPENDENTE	Modelo 1 β	Modelo 2 β	Modelo 3 β
CT_Tmp - Temperatura do ar	,512	,563	,551
Ocp_Gen - Gênero		-,298	-,270
Ocp_Aco - Horário que acorda			,199
Alteração de R²	,262	,086	,039
R² Total	,262	,348	,387
R² Ajustado	,256	,338	,372

N = 127 p <= 0,05 β = coeficiente padronizado Beta

Variáveis excluídas: Ext_UmR - Umid. Relativa no meio externo; CT_Tmp_Opt - Temp. Operativa; CT_ArV_MED (log) - Vel. média do ar (m/s); PMV Dist.

Tabela 61 – Regressão linear múltipla: classificação do ambiente térmico vs. Variáveis independentes

VARIÁVEL INDEPENDENTE	Modelo 1 β	Modelo 2 β
CT_Tmp - Temperatura do ar	,549	,537
Ocp_Aco - Horário que acorda		,203
Alteração de R ²	,298	,041
R ² Total	,298	,340
R ² Ajustado	,293	,330

N = 136 p <= 0,05 β = coeficiente padronizado Beta

Variáveis excluídas: Ext_UmR - Umid. Relativa no meio externo; CT_Tmp_Opt - Temp. Operativa; PMV Dist.

Tabela 62 – Regressão linear múltipla: preferência movimento do ar vs. Variáveis independentes

VARIÁVEL INDEPENDENTE	Modelo 1 β
CT_Tmp - Temperatura do ar	,375
Alteração de R ²	,141
R ² Total	,141
R ² Ajustado	,134

N = 134 p <= 0,05 β = coeficiente padronizado Beta

Variáveis excluídas: CT_Tmp - Temp. ar; Ocp_Nat_clm - Naturalidade, clima da região.

Dos resultados das análises sobre os votos de sensação e preferência térmica, destaca-se a reincidência da variável independente 'temperatura do ar' como preditora em todos modelos – **demonstrando a relevância dessa variável na percepção do ambiente térmico pelo trabalhador.**

5.6.2 Bloco 2 – Ações de adaptação

Todas as variáveis relacionadas às ações que os ocupantes adotam para melhoria individual do conforto térmico, integrantes do Bloco 2, foram submetidas à regressão linear múltipla – *stepwise*. Das análises, destaca-se o resultado da variável dependente '**adicionar mais camadas de roupa**' [Tabela 63], que obteve a maior significância estatística do Bloco, na qual o Modelo 3 (com as previsoras '*sensação térmica típica*', '*gênero*' e '*satisfação com a temperatura*') explica **46%** dessa variável. Também relacionada à adequação da vestimenta do ocupante – no entanto relacionada à sensação térmica oposta (calor) – a ação '**utilizar roupas mais leves**' [Tabela 64] obteve na regressão *stepwise* o Modelo 2 explicando **23,8%** dessa variável. Diferentemente da ação relacionada à sensação de frio ('*adicionar mais camadas de roupa*'), nesse modelo o gênero do ocupante não foi considerado um predictor.

Tabela 63 – Regressão linear múltipla: '*Adicionar mais camadas de roupa*' vs. Variáveis independentes

VARIÁVEL INDEPENDENTE	Modelo 1 β	Modelo 2 β	Modelo 3 β
CT_Sen_Ter_tip - Sensação térmica típica	-,571	-,487	-,483
Ocp_Gen - Gênero ocupante		,333	,331
CT_Sat_Tmp - Satisfação com a temperatura			-,172
Alteração de R²	,327	,104	,030
R² Total	,327	,430	,460
R² Ajustado	,321	,422	,447

N = 133 p <= 0,05 β = coeficiente padronizado Beta

Variáveis excluídas: CT_Tmp - Temp. ar; CT_Tmp_Opt - Temp. Operativa; CT_Sen_Ter - Sensação térmica / momento medição; CT_Pr_Ter - Preferência térmica; CT_Amb_Ter - Classificação do ambiente térmico; CT_Mov_Ar - Movimento do ar; CT_Mov_Ar_Pr - Preferência mov. do ar

Tabela 64 – Regressão linear múltipla: '*Utilizar roupas mais leves*' vs. Variáveis independentes

VARIÁVEL INDEPENDENTE	Modelo 1 β	Modelo 2 β
CT_Pr_Ter - Preferência térmica	,428	,424
CT_Sat_Tmp - Satisfação com a temperatura		-,234
Alteração de R²	,183	,055
R² Total	,183	,238
R² Ajustado	,177	,226

N = 133 p <= 0,05 β = coeficiente padronizado Beta

Variáveis excluídas: CT_Tmp - Temp. ar; CT_Tmp_Opt - Temp. Operativa; CT_Sen_Ter_tip - Sensação térmica típica (est. de trab.); CT_Sen_Ter - Sensação térmica / momento medição; CT_Amb_Ter - Classificação do ambiente térmico; CT_Mov_Ar_Pr - Preferência mov. do ar

Juntamente com as ações '*consumir bebida quente ou fria*' e aquelas relacionadas à adequação da vestimenta; '**mudar de ambiente**' foi uma das ações mais reportadas pelos ocupantes no contexto estudo⁶⁵. No resultado da regressão múltipla dessa variável independente [Tabela 65], a variável '*proximidade à janela*' é preditora do modelo geral, juntamente com as variáveis '*satisfação com a temperatura*' e '*sensação térmica típica*', que explica **36,9%** desta ação.

Tabela 65 – Regressão linear múltipla: '**Mudar de ambiente**' vs. Variáveis independentes

VARIÁVEL INDEPENDENTE	Modelo 1 β	Modelo 2 β	Modelo 3 β
CT_Sat_Tmp - Satisfação com a temperatura	-,460	-,451	-,465
CT_Sen_Ter_tip - Sensação térmica típica		-,328	-,312
Est_Jan – Proximidade à janela			,224
Alteração de R²	,211	,107	,050
R² Total	,211	,319	,369
R² Ajustado	,205	,308	,354

N = 132 p <= 0,05 β = coeficiente padronizado Beta

Variáveis excluídas: Ocp_Gen - Gênero ocupante; CT_Sen_Ter - Sensação térmica / momento medição; CT_Prpf_Ter - Preferência térmica; CT_Amb_Ter - Classificação do ambiente térmico; CT_Mov_Ar - Movimento do ar; CT_Mov_Ar_Prpf - Preferência mov. do ar.

Embora com preditores não tão significativos quanto às ações de adaptação já mencionadas, '*utilizar ventilador portátil*', '*ajustar a abertura da cortina*', '*solicitar mudança do setpoint do ar-condicionado*' e '*consumir bebida quente ou fria*' apresentaram modelos, conforme [Tabelas 66 a 69]. O modelo 2 [Tabela 66], com as preditoras '*preferência do movimento do ar*' e '*umidade relativa*', explicam **14%** da variável dependente '**utilizar ventilador portátil**'. A variável dependente '**ajustar a abertura da cortina**' [Tabela 67], além da evidente preditora '*proximidade à janela*' e '*satisfação com a temperatura*', incluiu no modelo a variável IMC. O modelo 3, com as três preditoras, explica **11,8%** da variação dessa ação – porcentagem muito semelhante ao Modelo 3 da variável '**solicitar mudança do setpoint do ar-condicionado**', no qual as preditoras '*satisfação com a temperatura*' e '*idade*' explicam **11,7%** da variação [Tabela 68].

Por sua vez, o '**consumir bebida quente ou fria**' [Tabela 69], embora tenha sido a ação com a maior frequência de adoção entre os ocupantes do estudo⁶⁶, apenas a variável independente '*satisfação com a temperatura*' integra o Modelo que explica apenas **5,4%** da variável [Tabela 69]. Sobre a variável independente '*satisfação com a temperatura*', dos

⁶⁵ Conforme apresentado no tópico 5.2.7, Figura 68, pág. 102.

⁶⁶ Frequência diária de 58,82% - conforme Figura 68, pág. 102.

resultados apresentados no Bloco 2 – ações de adaptação, percebe-se que é preditora em todos os modelos oriundos da regressão múltipla – exceto na ação ‘*utilizar ventilador portátil*’ – **demonstrando a relevância da associação dessa variável com as ações de adaptação dos ocupantes.**

Tabela 66 – Regressão linear múltipla: ‘*Utilizar ventilador portátil*’ vs. Variáveis independentes

VARIÁVEL INDEPENDENTE	Modelo 1 β	Modelo 2 β
CT_Mov_Ar_Pr - Preferência mov. do ar	,306	,292
CT_UmR - Umidade Relativa (%)		-,217
Alteração de R ²	,094	,047
R ² Total	,094	,140
R ² Ajustado	,087	,127

N = 132 p <= 0,05 β = coeficiente padronizado Beta

Variáveis excluídas: CT_Sen_Ter_tip - Sensação térmica típica (est. de trab.); CT_Pr_f_Ter - Preferência térmica; CT_Amb_Ter - Classificação do ambiente térmico

Tabela 67 – Regressão linear múltipla: ‘*Ajustar a abertura da cortina*’ vs. Variáveis independentes

VARIÁVEL INDEPENDENTE	Modelo 1 β	Modelo 2 β	Modelo 3 β
Ocp_IMC - Índice de Massa Corporal	-,224	-,234	-,193
CT_Sat_Tmp - Satisfação com a temperatura		-,191	-,202
Est_Jan – Proximidade à janela			,182
Alteração de R²	,050	,037	,031
R² Total	,050	,087	,118
R² Ajustado	,043	,073	,098

N = 136 p <= 0,05 β = coeficiente padronizado Beta

Variáveis excluídas: Ocp_Gen - Gênero ocupante; Horário que acorda

Tabela 68 – Regressão linear múltipla: ‘*Solicitar mudança do setpoint do ar-condicionado*’ vs. Variáveis independentes

VARIÁVEL INDEPENDENTE	Modelo 1 β	Modelo 2 β
CT_Sat_Tmp - Satisfação com a temperatura	-,274	-,299
Ocp_Ida - Idade		,208
Alteração de R ²	,075	,042
R ² Total	,075	,117
R ² Ajustado	,068	,104

N = 134 p <= 0,05 β = coeficiente padronizado Beta

Variável excluída: CT_Mov_Ar - Movimento do ar

Tabela 69 – Regressão linear múltipla: ‘consumir bebida quente ou fria’ vs. Variáveis independentes

VARIÁVEL INDEPENDENTE	Modelo 1 β
CT_Sat_Tmp - Satisfação com a temperatura	-,232
Alteração de R ²	,054
R ² Total	,054
R ² Ajustado	,047

N = 134 p <= 0,05 β = coeficiente padronizado Beta

Variável excluída: CT_Sen_Ter – Sensação térmica/momento medição

5.6.3 Bloco 3 – Sintomas na saúde

Quanto às variáveis do Bloco dos sintomas relatados pelos ocupantes, apenas três obtiveram resultados de correlações nas análises em pares na regressão linear simples e, portanto, foram submetidas à análise de regressão múltipla: ‘desconforto na pele’, ‘desconforto nas costas, braços’ e ‘sensibilidade à luz’.

A variável dependente ‘**desconforto na pele**’ [Tabela 70], apresentou em seu único Modelo apenas a preditora ‘sensação térmica típica’, que explica **12,3%** da variação. Já o ‘**desconforto nas costas, braços**’ [Tabela 71], apresenta em seu modelo 3, além da variável ‘PMV Dist.’, duas previsoras relacionadas a características pessoais dos ocupantes: ‘gênero’ e ‘naturalidade – clima da região’, explicando **11,9%** da variação desse desconforto. Conforme expectativa, a preditora ‘proximidade à janela’ explica **25,9%** da ‘**sensibilidade à luz**’ do trabalhador [Tabela 72], quando associada à variável ambiental ‘temperatura operativa’, integram o modelo que explica **16,3%** de sua variação.

Tabela 70 – Regressão linear múltipla: ‘desconforto na pele’ vs. Variáveis independentes

VARIÁVEL INDEPENDENTE	Modelo 1 β
CT_Sen_Ter_tip - Sensação térmica típica	-,351
Alteração de R ²	,123
R ² Total	,123
R ² Ajustado	,116

N = 125 p <= 0,05 β = coeficiente padronizado Beta

Variáveis excluídas: CT_Sen_Ter - Sensação térmica / momento medição; CT_ArV_MED (log) - Vel. média do ar (m/s); CT_Prpf_Ter - Preferência térmica; CT_Amb_Ter - Classificação do ambiente térmico; CT_Mov_Ar_Prpf - Preferência mov. do ar; Ocp_Gen – Gênero; Ocp_Ida – Idade; Ocp_Trp - Transporte

Tabela 71 – Regressão linear múltipla: ‘*desconforto nas costas, braços*’ vs. Variáveis independentes

VARIÁVEL INDEPENDENTE	Modelo 1 β	Modelo 2 β	Modelo 3 β
Ocp_Gen - Gênero	-,206	-,215	-,233
Ocp_Nat clm – Naturalidade, clima da região		,210	,199
PMV Dist.			-,181
Alteração de R²	,042	,044	,032
R² Total	,042	,086	,119
R² Ajustado	,035	,073	,099

N = 136 p <= 0,05 β = coeficiente padronizado Beta

Tabela 72 – Regressão linear múltipla: ‘*sensibilidade à luz*’ vs. Variáveis independentes

VARIÁVEL INDEPENDENTE	Modelo 1 β	Modelo 2 β
Est_Jan – Proximidade à janela	,318	,259
CT_Tmp_Opt - Temp. Operativa		,255
Alteração de R ²	,101	,062
R ² Total	,101	,163
R ² Ajustado	,094	,150

N = 135 p <= 0,05 β = coeficiente padronizado Beta

Variáveis excluídas: CT_Tmp – Temp. ar; CT_UmR – Umidade Relativa; Ocp_IMC – Índice de Massa Corporal; Ocp_Jor – Jornada horário; Ocp_Nat clm – Naturalidade, clima da região.

[6] considerações finais

Este capítulo sintetiza a discussão sobre as análises expostas no capítulo anterior, resultantes das análises estatísticas – descritiva e de regressão. Aqui, paralelamente, são associados resultados provenientes de estudos correlatos, para fins comparativos e inserção do contexto do objeto de estudo no cenário dos estudos sobre conforto térmico em ambientes condicionados artificialmente e no clima quente e úmido.

6.1 Discussão

A realização do estudo de caso em um edifício em uso e em operação, também dita Avaliação Pós Ocupação – APO, por ter sido submetido a uma reforma recente em todas as suas instalações, permitiu que a análise das condições ambientais internas ocorresse com mais propriedades, extrapolando a exclusividade de uma análise das variáveis térmicas e permitindo a inserção de informações sobre o contexto arquitetônico do edifício – respaldada pelo recente Projetos Executivo que subsidiou a reforma. O acesso às informações e ao material técnico possibilitou importantes contribuições ao planejamento da pesquisa e sistematização da coleta de dados, minimizando o tempo necessário de permanência na instituição durante a jornada de trabalho, evitando demasiadas interferências e incômodos à rotina dos trabalhadores.

Embora constitua apenas um exemplar no contexto da cidade, as soluções adotadas na edificação replicam tecnologias comumente utilizadas em outras localidades do país, cujas escolhas frequentemente são feitas desconsiderando as condições climáticas locais. Sobre esse entendimento, destaca-se a adoção de uma fachada inteiramente composta por esquadria envidraçada. Muito embora sua existência remeta a questões legais e restrições

projetuais⁶⁷, a adoção da pele de vidro como vedação é uma prática globalizada, reincidente em edificações comerciais e institucionais, a despeito do contexto climático e conhecimento prévio das estratégias arquitetônicas bioclimáticas adequadas ao local em que se insere. Assim, nesse estudo, tem-se um exemplar de uma edificação com características similares ao cenário global da construção civil: fachada principal constituída por material transparente, sem proteção solar externa, com a adoção de proteções internas (cortinas) para mitigação do desconforto proveniente da incidência solar direta e do uso exclusivo do condicionamento artificial para promover o conforto térmico aos seus ocupantes.

Em relação aos **ocupantes** do edifício, dos resultados destacam-se algumas características importantes: além da predominância do sexo masculino, que corresponde ao total de 78% da população total do edifício e 73,53% do total de participantes na pesquisa, tem-se uma faixa etária predominante entre 30 e 39 anos, que totaliza 61,03% dos trabalhadores entrevistados. Embora não seja possível afirmar que existe uma homogeneidade no perfil dos ocupantes, sabe-se que não há uma diversidade que permita algumas análises mais abrangentes, que poderiam ter repercutido nos resultados sobre os sintomas de saúde, por exemplo.

Outra constatação diz respeito ao **sobrepeso**⁶⁸ identificado entre maioria dos ocupantes (55,15%) – embora trate-se de uma amostragem relativamente jovem. De acordo com De Vecchi (2015), cujo estudo resultou em uma média aproximada de 51% de participantes com sobrepeso (*'acima do peso'* e *'obesidade'*), já existe o advento da chamada *'epidemia da obesidade'*. Segundo a autora, muito embora poucos estudos publicados relacionem a influência do peso e massa corporal na sensação, preferência e aceitabilidade térmica, as diferenças entre a condição física e massa corporal de ocupantes em um mesmo espaço – no qual o controle ambiental é uma prática vigente – pode se tornar comuns. Ao mesmo tempo em que prevalece a teoria de que aqueles com maior peso corporal preferem ambientes mais refrigerados (FANGER, 1972), outros autores já relacionam a exposição contínua do corpo em ambientes estáticos ao aumento da obesidade (DE VECCHI, 2015). Segundo Johnson et al. (2011, apud DE VECCHI, 2015), a exposição prolongada do corpo a uma neutralidade térmica pode contribuir para o aumento do peso corporal. Neste estudo, embora não tenham sido verificadas correlações dos valores de IMC com os votos de sensação e preferência térmica, tal índice apresentou correlações significativas com a ação de adaptação *'ajustar a abertura da cortina'* e o sintoma na saúde *'sensibilidade à luz'* [Tabelas 53 e 56]⁶⁹; ambas relacionadas à proximidade da esquadria e incidência de luz solar.

⁶⁷ Conforme dito no Capítulo 3, a reforma realizada necessariamente deveria manter as características e soluções de fachada do projeto original, da década de 1960.

⁶⁸ Figura 42, pág. 77.

⁶⁹ Págs. 130 e 133, respectivamente.

Ainda que não se tenha abordado mais questões para compreensão do histórico térmico dos ocupantes e seus hábitos de **exposição prévia ao condicionamento artificial**, a partir do quesito sobre o meio de transporte que utilizam para chegar ao trabalho foi constatado que **75,74%** deles utilizam carro com ar-condicionado, enquanto apenas **24,27%** chegam ao trabalho por meio de transporte sem climatização artificial. Este hábito (uso do transporte individual), relaciona-se diretamente ao porte do município de João Pessoa, suas características urbanísticas e as consequentes implicações na escolha do meio de locomoção pelo trabalhador. Aqui, somam-se questões vinculadas ao poder aquisitivo dos participantes do estudo, que, apesar de não corresponder a uma parcela significativa da população, reflete-se no comportamento de uma porção que já adota o uso do condicionamento artificial como algo rotineiro – considerando períodos além do que permanecem no espaço de trabalho.

O uso do **ar-condicionado em veículos**, ainda com todas as óbvias distinções entre os sistemas utilizados no meio de transporte (móvel) e as edificações (estático), permite ao usuário por meio do controle individual e sucessivos ajustes, que o mesmo adeque constantemente as condições para atingir sua neutralidade térmica. Para Parkhurst e Parnaby (2013) o uso do ar-condicionado móvel representa um significativo incentivo ao aumento da demanda de ar-condicionado estático nos edifícios residenciais, como uma extensão da experiência percebida no interior do veículo. Os autores citam ainda, que as condições de operação do sistema móvel se refletem no contexto social, técnico e comercial, como o desejo de acesso a facilidades em um edifício de grande porte por parte do usuário, entre outros aspectos. Segundo De Vecchi et al. (2016), quanto mais tempo o indivíduo permanece em ambientes com ar condicionado, maior a probabilidade pela preferência por estratégias de refrigeração idênticas. Assim, infere-se que o usuário, habituado ao uso do ar-condicionado em seu veículo pessoal, além de estabelecer suas próprias expectativas quanto as condições ideais de temperatura e ventilação, possui um desejo pessoal em adequar o ambiente térmico para o seu conforto.

Mesmo que as condições estacionárias da temperatura do ambiente de trabalho climatizado sejam inferiores, o resultado do isolamento térmico da **vestimenta** utilizada pelos ocupantes demonstrou que estas estão apropriadas ao contexto climático do ambiente externo. Embora o valor médio do isolamento térmico tenha sido $0,53clo^{70}$, em uma análise por faixas de valores verificou-se que maioria dos trabalhadores utilizavam vestuário com isolamento na faixa de $0,4clo^{71}$, que corresponde a um conjunto considerado 'leve'. Para adequar-se às condições do ambiente térmico no interior do edifício, o trabalhador faz uso de peças de vestuário extras – muitas vezes mantidas no próprio espaço de trabalho. A adequação da vestimenta é uma das ações mais reportadas pelos ocupantes, relacionada primordialmente à sensação de frio (relatado por 62,26% dos usuários que informaram adequar a vestimenta

⁷⁰ Tabela 26, pág. 79.

⁷¹ Figura 44, pág. 80.

para melhorar o conforto térmico⁷²). No entanto, para Sekhar (2016), *"a adaptação dos ocupantes em ambientes internos frios através de roupas adicionais não pode ser considerada uma estratégia de mitigação eficaz para o desconforto térmico"*.

Sobre as condições ambientais no âmbito das estações individuais de trabalho, os resultados da **temperatura operativa** demonstraram que, embora em 53,29% das ocorrências dessa variável esteja entre as faixas de valores de 22,5°C a 23,5°C; 34,31% das estações encontravam-se sob condições entre 19,94°C e 22°C⁷³ – uma quantidade significativa de estações próximas do limite de desconforto por frio. Estudo de Sekhar (2016) sugere que o fenômeno do **sobre resfriamento** é recorrente em edifícios tropicais (localizados em regiões com clima quente e úmido) que utilizam ar-condicionado, a despeito da ocorrência desse excesso de resfriamento não ser uma consequência da preferência dos ocupantes, e sim resultado do projeto e operação do sistema de climatização.

No que se refere à variabilidade dos resultados das condições ambientais entre os andares, muito embora todos pavimentos tenham semelhante contexto quanto às características arquitetônicas, sistemas de instalações prediais, ocupação, e atividade desempenhada pelos trabalhadores; os resultados sugerem a dificuldade em se obter espaços com climatização homogênea e uniforme, mesmo tratando-se de um sistema de condicionamento de ar estático. O monitoramento simultâneo da variável **temperatura do ar**, registrada no âmbito de cada vão/pavimento e de cada estação individual de trabalho, possibilitou a identificação e significância da variabilidade das condições ambientais em um mesmo espaço, demonstrando que as diferenças usuais nos votos de sensação e preferência térmica ocorrem não apenas pelas diferenças de cunho pessoal dos ocupantes, mas também como consequência das variações, cujas medições centrais ou genéricas não são capazes de definir com precisão. Este fato demonstra ainda a importância da realização de medições individuais, considerando o exato local no qual o trabalhador permanece durante sua jornada. A respeito da oscilação das temperaturas registradas, tem-se as seguintes diferenças principais:

- No mesmo andar, entre os lados norte e sul: **3,32°C**
- Entre as médias dos andares no edifício: **2,63°C**
- Entre estações individuais em um mesmo andar: **4,79°C**
- Entre estações individuais no edifício: **5,46°C**
- Entre as estações e média do andar: **3,75°C**

Além das características da instalação do sistema – aqui compreendidos a disposição e posicionamento dos difusores, diferenças no controle de abertura das aletas, direcionamento e intensidade da velocidade do ar, etc. – outros aspectos arquitetônicos parecem influenciar as variações das condições ambientais no âmbito individual dos ocupantes, como a disposição no layout e a proximidade do mobiliário às vedações verticais:

⁷² Figura 79, pág. 112.

⁷³ Figura 83, pág. 115.

estações de trabalho contíguas a alvenarias demonstraram estarem sujeitas a uma maior intensidade (e turbulência) de ventilação; assim como outras junto às esquadrias e localizadas sob difusores de insuflamento. Essas últimas ainda estão sujeitas à incidência solar direta em determinado período do dia, ocasionando desconfortos por ofuscamento e/ou por calor. Não foi possível relacionar os resultados com a taxa ocupação, a maneira que os ocupantes utilizam e movimentam-se dentro dos espaços ou a quantidade de equipamentos ligados, assim como não foi identificada influência do nível do pavimento (mais baixos e mais elevados) com as diferenças registradas.

Em relação aos votos de **sensação térmica**, destaca-se o elevado relato de sensação alusiva ao frio: 41,41% dos ocupantes apontaram sentir diferentes intensidades de frio habitualmente na estação individual de trabalho (*'sensação térmica típica'*), similar ao resultado quando a pergunta fazia referência ao exato momento em que as variáveis ambientais eram registradas, que foi de 40,45% (*'sensação térmica medição'*) [Tabela 73]. É interessante registrar que há um menor relato de desconforto por frio quando o ocupante considera o espaço físico do pavimento como um todo (*'classificação do ambiente térmico'* = 24,27%), o que demonstra que 16,18%⁷⁴ dos ocupantes percebem a diferença das condições térmicas entre o ambiente de escritório/vão livre e o local da estação individual de trabalho. Associando este resultado à diferença da temperatura do ar na estação individual e no pavimento, cuja diferença foi em média de 1,19°C⁷⁵ em 85,29% das medições – é possível inferir que o ocupante tende a preferir (e aceitar) uma temperatura pouco mais elevada.

Tabela 73 – Resumo resultados dos votos de sensação e preferência térmica dos ocupantes.

VOTOS	FRIO	NEUTRALIDADE	CALOR
SENSAÇÃO TÉRMICA TÍPICA (Fig. 56, pág. 94)	41,41%	41,18%	16,91%
SENSAÇÃO TÉRMICA MEDIÇÃO (Fig. 57, pág. 94)	40,45%	51,47%	8,09%
CLASSIFICAÇÃO DO AMBIENTE TÉRMICO (Fig. 58, pág. 95)	24,27%	60,29%	15,45%
PREFERÊNCIA TÉRMICA (Fig. 60, pág. 96)	22,22%	58,52%	19,25%
	(+ aquecido)		(+ refrigerado)

Paradoxalmente, quando perguntados sobre a **preferência térmica**, ao mesmo tempo em que 40,45% dos ocupantes indicaram sensação relacionada ao frio nas estações de trabalho, apenas 22,22% apontaram para a preferência pelo ambiente térmico *'mais aquecido'*, o que sugere que a sensação térmica de *'pouco de frio'* não indica, necessariamente, o desejo de mudanças. Estudo conduzido por De Vecchi et al. (2016) propõe que a exposição prévia do ocupante a ambiente com ar-condicionado influencia sua percepção do conforto térmico e suas preferências na refrigeração, implicando ainda em uma baixa tolerância a temperaturas mais quentes. Os autores indicam a existência de um vício ao condicionamento artificial,

⁷⁴ 40,45% menos 24,27%

⁷⁵ A temperatura do ar na estação individual se apresentou inferior à média da mesma variável no andar, conforme apresentado no item 5.2.3.3, pág. 85.

baseado no histórico térmico e preferências de usuários no estudo conduzido em ambientes artificialmente climatizados. No presente estudo, os resultados da preferência térmica – quando associados aos resultados de sensação térmica e exposição prévia dos trabalhadores ao ar-condicionado em seu meio de locomoção – tendem a apontar para o mesmo entendimento. A existência de um vício ao condicionamento artificial na região com clima quente e úmido, merece, inclusive, estudos mais aprofundados; especialmente por se tratar de clima no qual espera-se dos habitantes uma melhor adaptação e maior tolerância às condições de calor. Nesse sentido, soma-se como alerta a constatação de Mishra e Ragopal (2016), de que as pessoas preferem opções de adaptação mais fáceis – dentro dos limites de acessibilidade – tais como aparelhos de ar condicionado e refrigeradores de ar.

Ainda no que tange à sensação térmica dos ocupantes, foram comparados os resultados do método analítico proposto por Fanger (1972) – o **PMV**, e o Voto Real dos ocupantes – o **AMV** (*Actual Mean Vote*)⁷⁶. Sobre os resultados destaca-se que o PMV divergiu na maioria das situações ao predizer sensação e o conforto térmico dos usuários: em 59,56% dos votos preditos a diferença entre o Voto Real foi de 0,50 a 2,72, repercutindo em um valor médio geral de -0,62 – enquanto a média geral do AMV foi de -0,44. O resultado demonstra que no contexto geral **o Voto Predito superestimou a sensação de frio** dos ocupantes no cenário térmico do estudo. Essa diferença entre o PMV em relação ao Voto Real também foi observada em outros estudos em ambientes condicionado artificialmente em climas quentes (DE VECCHI, 2015; INDAGRANTI et al., 2013, apud SEKHAR, 2016; RUPP et al., 2016). Em uma região quente e úmida, a partir dos votos de sensação térmica, Azizpour et al. (2013, apud SEKHAR, 2016), identificaram como temperatura de neutralidade térmica 26,6°C, enquanto a mesma temperatura, de acordo com o PMV seria inferior à verificada, em 25°C – neste caso, **o Voto Predito subestimou a temperatura neutra**. Rupp et al. (2016) também inferem que o modelo proposto por Fanger pode apresentar inadequação em espaços condicionados artificialmente de climas subtropicais durante os períodos mais quentes.

Na análise entre esses dois índices, conforme já relatado no Capítulo 5, foram constatadas três variações da diferença do PMV associadas aos votos AMV:

- Quando os votos reais foram -3 e -2; o PMV **subestimou a sensação de frio**, com valores maiores;
- Quando o voto real foi -1; verificou-se maior aproximação do PMV com o AMV, oscilando simetricamente em torno do voto -1, entre os valores -2 e 0;
- Quando os votos reais oscilam entre 0, 1 e 2; o PMV **superestimou a sensação de frio** (ou subestimou a sensação de calor), com valores de PMV menores.

⁷⁶ Análises mais detalhadas constam no Capítulo 5, item 5.4, págs. 118 a 121.

Dos resultados sobre a ventilação, foi evidenciada a preferência por menos **movimento do ar** por ocupantes do gênero feminino⁷⁷. Este resultado é análogo a estudos conduzidos por Veitch et al. (2003), Leder et al. (2015) e outros pesquisadores como Karjalainen, (2012, apud LEDER et al., 2015) e Zweers et al. (1992, apud LEDER et al., 2015) que constataram menor satisfação das mulheres com a ventilação. Pesquisas similares verificaram a associação entre altos níveis de **material particulado** 2.5 μ com baixos níveis de satisfação com a ventilação e com a temperatura (NEWSHAM et al., 2013 e WOLKOFF, 2013 apud LEDER et al., 2015). Nesse estudo, no entanto, os valores registrados, tanto para matéria particulada com 2.5 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ quanto com 10 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, não apresentaram correlações com os votos de sensação e preferência térmica dos trabalhadores entrevistados.

Apesar dos equipamentos e sistemas disponíveis nos espaços internos do edifício objeto de estudo não fornecerem aos ocupantes muitas oportunidades para ajuste ambiental – principalmente no que se refere ao sistema de climatização, a partir de observações do contexto local foi possível identificar – e sugerir como opções no questionário – algumas **ações de adaptação** que os ocupantes poderiam adotar para melhoria do seu conforto térmico. Como afirma De Vecchi (2015), *"os ocupantes não são estáticos, e se adaptam da forma que julgam necessária para reestabelecer sua condição de conforto"*.

No atendimento das suas necessidades, os ocupantes fazem uso do aparato que lhes é acessível, muito embora a intenção inicial do empregador (nesse estudo de caso) não seja exatamente permitir – ou fornecer – essa opção de ajustes aos trabalhadores. Mishra e Ramgopal (2016) ressaltam que os comportamentos adaptativos são fortemente influenciados pelo projeto construtivo e pelo propósito de uso da edificação. Nesse sentido, De Dear et al. (2013) apontam o controle do ocupante sobre os sistemas como fator chave na satisfação do conforto térmico do ocupante. Sob o ponto de vista de Burke e Keeler (2010), a capacidade de controlar o ambiente (também conhecida como controle pessoal ou individual) é fundamental para o sucesso de um projeto que preze pela qualidade do ambiente interno, e defendem a inserção de controles individuais de iluminação e temperatura do ar – no mínimo – nos postos individuais de trabalho, como uma solução de projeto sustentável ideal para ambiente de escritórios.

A partir da classificação proposta por Kim et al. (2017) das três categorias de adaptação comportamental⁷⁸, do conjunto de ações propostas nesse estudo, é possível identificar:

⁷⁷ Figura 66, pág. 98.

⁷⁸ **Pessoal:** ajustando-se ao entorno; **Ambiental:** modificando o entorno; e **Cultural:** costumes sociais/organizacionais.

Ações que ajustam a condição pessoal/individual ao entorno:	- Bebe algo quente ou gelado - Adiciona mais camadas de roupa - Utiliza roupas mais leves - Muda de ambiente
Ações que modificam a condição espacial do entorno:	- Ajusta abertura da cortina - Utiliza ventilador portátil - Solicita ajuste do set point do ar condicionado à administração predial

Os resultados apresentados⁷⁹ indicaram que as ações no âmbito pessoal são as mais adotadas pelos ocupantes: do total de entrevistados, 58,82% ingerem bebida quente ou fria; 38,97% adequam a vestimenta e 28,68% mudam de ambiente. Além de representarem as opções mais acessíveis ao trabalhador, refletem o fato de ser uma consequência do desejo individual, o que demonstra que primordialmente ele não pretende modificar as condições espaciais, e sim melhorar seu conforto pessoal. Essa constatação vai ao encontro do entendimento de Leaman (1999 apud COLE, 2009), ao afirmar que os ocupantes, entre outras ações, operam os controles ou sistemas mais acessíveis, ao invés daqueles que seriam logicamente os mais apropriados, e escolhem a opção mais fácil e rápida para seu benefício imediato.

Nas análises de regressão linear, as '**ações de adaptação**' foram as variáveis dependentes que apresentaram as maiores frequências de correlações no estudo, principalmente quando analisadas em pares com as variáveis qualitativas de 'Sensação e Preferência Térmica' [Tabela 54]⁸⁰. Dentre os resultados do grupo destacam-se as maiores correlações das ações relacionadas à **adequação da vestimenta** (AD_Adc_rou – '*adicionar mais camadas de roupa*' e AD_Rou_Lev – '*utilizar roupas mais leves*') com os votos de sensação térmica (típica e medição), preferência térmica e classificação do ambiente térmico, cujos resultados de p-valor<5 foram iguais a 0,000. As ações de adequação da vestimenta apresentaram também correlação com as variáveis ambientais 'CT_Temp.ar – *temperatura do ar*' e 'CT_Temp.Operativa – *temperatura operativa*', com resultados do p-valor<0,05 variando entre 0,008 e 0,025 [Tabela 52]⁸¹. Por sua vez, a ação '*adicionar mais camadas de roupa*' apresentou elevada correlação com o '*gênero*' do ocupante (p-valor = 0,000) e a maior significância estatística na análise de regressão múltipla, cujo modelo com as previsoras '*sensação térmica típica*', '*gênero*' e '*satisfação com a temperatura*' explica **46%** da variação dessa ação [Tabela 63]⁸².

⁷⁹ A análise descritiva é apresentada no subitem 5.2.7, pág. 101 a 114.

⁸⁰ Pág. 131.

⁸¹ Pág. 129.

⁸² Pág. 138.

6.2 Conclusão

Este trabalho avaliou a percepção e reação de trabalhadores ao conforto térmico em uma edificação de escritórios localizada no contexto do clima quente e úmido no Nordeste brasileiro, cujas variáveis térmicas nos ambientes internos são controladas exclusivamente por um sistema de climatização artificial. Estudo de campo conduzido nos ambientes de escritório registrou as variáveis térmicas em 136 estações individuais de trabalho, ao mesmo tempo em que questionário era aplicados com os respectivos usuários.

A pesquisa de campo ocorreu entre os meses de agosto e setembro de 2016, que corresponde ao período final da estação inverno. Em razão do tempo hábil ao desenvolvimento da pesquisa de mestrado e disponibilidade da instituição na qual o estudo foi conduzido, não se tornou possível repetir o procedimento de coleta de dados (em um período cuja temperatura externa é mais alta, por exemplo), a fim de se obter parâmetros em outra estação e permitir análises comparativas entre mais de um contexto do clima externo. No entanto, por João Pessoa possuir baixa amplitude térmica entre as estações, o período foi considerado adequado aos objetivos principais desta pesquisa.

Quanto às condições do ambiente térmico, os resultados demonstraram que, enquanto a temperatura operativa média foi de 22,81°C, os votos dos ocupantes indicaram como temperatura de neutralidade térmica o intervalo entre 22,5°C e 23,5°C. Tal fato demonstra que o sistema de climatização, embora seja adotado para diminuir o desconforto por calor, torna-se responsável pelos relatos de desconforto por frio. Ainda sobre a temperatura, foi evidenciada a variabilidade das condições ambientais entre as estações individuais de trabalho, entre as estações e o registro médio do andar no qual se localiza, e ainda entre os pavimentos do edifício – muito embora as condições físicas do layout, acabamentos e sistemas prediais entre os pavimentos tipo investigados sejam idênticos. Das oscilações, destaca-se a diferença que chegou a 5,46°C entre medições individuais (no âmbito do posto de trabalho) da temperatura do ar. Este fato corrobora com a importância da realização de medições das variáveis térmicas no exato local onde o ocupante desempenha suas funções laborais, a fim de se obter o exato contexto que influencia seu voto de sensação e preferência térmica.

O estudo focou ainda no comportamento do ocupante, relacionado às ações adaptativas que os mesmos adotam a fim de contribuir na melhoria das condições individuais de conforto térmico. Quando os ocupantes têm a liberdade de modificar o ambiente e fazer o ajuste que julgam necessário, eles sempre os usam para compensar as condições térmicas menos confortáveis; no entanto, percebeu-se que primordialmente optam pelas ações mais acessíveis e vinculadas às condições pessoais, especialmente as adaptações da vestimenta. Resultados estatísticos da análise de regressão demonstraram a relevância da associação dos votos de *'satisfação com a temperatura'* com as *'ações de adaptação'*, especialmente a adição de mais camadas de roupa e o uso de roupas mais leves, cujos resultados de $p\text{-valor} < 0,05$

foram iguais a 0,000. O uso de mais camadas de roupas apresentou ainda significância estatística na análise de regressão múltipla, cujo modelo com as previsoras '*sensação térmica típica*', '*gênero*' e '*satisfação com a temperatura*' explicam 46% da variação dessa ação. A relevância das ações dos usuários em uma edificação reflete-se na importância da adoção do conceito de microambientes personalizados, com estratégias individuais de ajuste e controle, para ventilação e refrigeração, por exemplo, consideradas, inclusive, soluções sustentáveis e energeticamente mais eficientes.

No que diz respeito à arquitetura e ao *retrofit* realizado no imóvel, é válida a discussão a respeito da prioridade dada à recomposição de uma fachada envidraçada por restrições legais de sua inserção urbana e caráter histórico, muito embora não seja uma solução arquitetônica adequada ao atual contexto de economicidade de recursos naturais e às características do clima local. Evidencia-se a prioridade estética enquanto questões vinculadas ao conforto ambiental interno e economicidade de recursos são preteridas.

Por fim, pretende-se com os resultados deste estudo de caso, contribuir com a temática e o acervo de pesquisas em ambientes condicionados artificialmente no contexto do clima quente e úmido, destacando-se a importância em reconhecer o papel dos ocupantes em utilizar os diversos controles ambientais e pessoais para se tornarem confortáveis termicamente.

referências bibliográficas

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: Associação Brasileira de Normas Técnicas, 2005.

ABNT. **ISO 14644-1: Salas limpas e ambientes controlados associados – Parte 1: Classificação da limpeza do ar.** Rio de Janeiro: Associação Brasileira de Normas Técnicas, 2005.

ABNT. **NBR 16401-2: Instalações de ar-condicionado - Sistemas centrais e unitários - Parte 2: Parâmetros de conforto térmico.** Rio de Janeiro: Associação Brasileira de Normas Técnicas, 2008.

ANDREASI, Wagner. A.; LAMBERTS, Roberto.; CÂNDIDO, Christhina. **Thermal acceptability assessment n buildings located in hot humid regions in Brazil.** Building and Environment, v. 45, n.1, p.1225-1232, 2010.

ARIES, Myriam B. C.; VEITCH, Jennifer. A.; NEWSHAM, Guy R. **Windows, view, and office characteristics predict physical and psychological discomfort.** Journal of Environmental Psychology, v.30, p. 533-541, 2010.

ASHRAE - American Society of Heating, Refrigerating and Air-Conditioning Engineers, Inc. **ASHRAE Handbook: Fundamentals - SI edition, Chapter 8, Thermal Comfort.** Atlanta: ASHRAE, 2005.

ASHRAE - American Society of Heating, Refrigerating and Air-Conditioning Engineers. Inc. **ASHRAE Standard 55-2013: Thermal environmental conditions for human occupancy.** Atlanta: ASHRAE, 2013.

BRAGER, Gail S.; DE DEAR, Richard J. **Thermal adaptation in the built environment: a literature review.** Energy and Buildings, v. 27, p. 83-96, 1998.

BEHLING, Sophia; BEHLING, Stefan. **Sol power. La evolución de la arquitectura sostenible.** Barcelona: Editorial Gustavo Gili, 2002.

BRASIL. **Lei 10.295 de 17/10/2001.** Dispõe sobre a Política Nacional de Conservação e Uso Racional de Energia e dá outras providências.

BRASIL. Agência Nacional da Vigilância Sanitária – ANVISA. **Resolução - RE nº 9 de 16 de janeiro de 2003 - Padrões Referenciais de Qualidade do Ar Interior em Ambientes Climatizados Artificialmente de Uso Público e Coletivo.** Diário Oficial da República Federativa do Brasil, Poder Executivo, Brasília, DF, 20 jan. 2003. Seção 1, n. 14, p. 35 a 37.

BRASIL. **Norma Regulamentadora – NR 17: Ergonomia.** Ministério do Trabalho e Emprego: 2009.

BRASIL. Ministério do Planejamento, Orçamento e Gestão – MPOG. **Instrução Normativa nº 2, de 04 de Junho de 2014.** Diário Oficial da República Federativa do Brasil, Poder Executivo, Brasília, DF, 05 jun. 2014. Seção 1, n. 106, p. 102-103.

BRASIL. **Balanco Energético Nacional 2015 – ano base 2014: Relatório Síntese**. Rio de Janeiro: Empresa de Pesquisa Energética - EPE, 2015.

BURKEE, Bill; KEELER, Marian. **Fundamentos de projeto de edificações sustentáveis**. Tradução: Alexandre Salvaterra. Porto Alegre: Bookman, 2010.

CALVINO, F.; LA GENNUSA, M.; RIZZO, G.; SCACCIANOCE, G. **The control of indoor thermal comfort conditions: introducing a fuzzy adaptive controller**. *Energy and Buildings*, v. 36, p. 97-102, 2004.

CLEVENGER, C.M.; HAYMAKER, J. **The impact of the building occupant on energy modeling simulations**. Disponível em: <http://citeseerx.ist.psu.edu/viewdoc/download?doi=10.1.1.163.2489&rep=rep1&type=pdf>. Acesso em: setembro de 2016.

CHOI, JOON-HO *et al.* **Post occupancy evaluation of 20 office buildings as basis for future IEQ standards and guide lines**. *Energy and Buildings*, v. 46, p. 167-175, 2012.

COLE, Raymond J.; BROWN, Zosia. **Reconciling human and automated intelligence in the provision of occupant comfort**. *Intelligent Buildings International*, v. 1, n. 1, p. 39-55, 2009.

CORBELLA, Oscar; YANNAS, Simons. **Em busca de uma arquitetura sustentável para os trópicos**. 2. ed. rev. e ampl. Rio de Janeiro: Revan, 2009.

COSTA, Ana Luiza S. **Perímetro de proteção do Centro histórico de João Pessoa: três décadas de história**. 2009. 122f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Urbana e Ambiental) – Universidade Federal da Paraíba, João Pessoa, 2009.

DAGHIGH, Roonak; SOPIAN, Kamaruzzaman. **Effective Ventilation Parameters and Thermal Comfort Study of Air-conditioned Offices**. *American Journal of Applied Sciences*, v. 6, n. 5, p. 943–951, 2009.

DATAPREV – Empresa de Tecnologia e Informações da Previdência Social. **Edital de Pregão eletrônico Nº 11/2012 – Contratação de Projeto Básico para reforma e modernização do imóvel situado na av. Getúlio Vargas, nº 47 – Centro, João Pessoa - PB**. Rio de Janeiro: DATAPREV, 2012.

DATAPREV – Empresa de Tecnologia e Informações da Previdência Social. **Edital de Pregão eletrônico Nº 22/2014 – Contratação da obra de reforma e modernização do imóvel situado na av. Getúlio Vargas, nº 47 – Centro, João Pessoa – PB**. Rio de Janeiro: DATAPREV, 2014.

DE DEAR, Richard John *et al.* **Thermal comfort research over the last twenty years**. *Indoor Air*, v. 23, n.6, p.442-461, 2013.

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 em Engenharia Civil) – Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2015.

DE VECCHI, R.; CÂNDIDO, C. M.; LAMBERTS, R. **Thermal history and comfort in a Brazilian subtropical climate: a 'cool' addiction hypothesis**. *Ambiente Construído*, Porto Alegre, v. 16, n. 1, p. 7-20, jan./mar. 2016.

DEUBLE, Max Paul; DE DEAR, Richard John. **Green occupants for green buildings: The missing link?** Building and Environment, v. 56, p. 21-27, 2012.

EDWARDS, Brian. **O guia básico para a Sustentabilidade**. Tradução: Cláudia A. Espasandin. Barcelona: Editorial Gustavo Gili, 2008

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 Pressv. 1, p. 95-98, 2016.

FABI, V.; ANDERSEN, R. V.; CORGNATI, S.; OLESEN, B. **Occupant's window opening behavior: A literature review of factors influencing occupant behavior and models**. Building and Environment, v. 58, p. 188-198, 2012.

FANGER, P.O. **Thermal Comfort: analysis and applications in environmental engineering**. Nova Iorque: McGraw-Hill Book Company, 1972.

FISK, William J. **Health and productivity gains from better indoor environments and their relationships with building energy efficiency**. Annual Review of energy and the Environment, v. 25, p. 536-566, 2000.

FROTA, Anésia; SCHIFFER, Sueli. **Manual de conforto bioclimático**. 5. ed. São Paulo: Studio Nobel, 2001.

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.

GIVONI, B. **Man, climate and architecture**. Inglaterra, Amsterdam, Nova Iorque: Elsevier Publishing Company Limited, 1969.

GUNAY, H. Burak; O'BRIAN, William; BEAUSOLEIL-MORRISON, Ian. **A critical review of observation studies, modeling, and simulation of adaptive occupant behaviors in offices**. Building and Environment, v. 70, p. 31-47, 2013.

HALDI, Frédéric; ROBINSON, Darren. **The impact of occupants behaviour on building energy demand**. Journal of Building Performance Simulation, Suíça, v. 4, n. 4, p. 323-338, 2011.

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.

HOES, P.; HENSEN, J. L.; LOOMANS, M. G. L.C.; DE VRIES, B.; BOURGEOIS, D. **User behaviour in whole building simulation**. Energy and Buildings, v. 41, p. 295-302, 2009.

HOYT, Tyler; SCHIAVON, Stefano; PICCIOLI, Alberto; MOON, Dustin; STEINFELD, Kyle. **CBE Thermal Comfort Tool**. Center for the Built Environment, University of California Berkeley, 2013. Disponível em: <<http://cbe.berkeley.edu/comforttool/>>. Acesso em: 09 jul. 2017.

HWANG, R.L. et al. **Thermal perceptions, general adaptation methods and occupants' idea about the trade-off between thermal comfort and energy saving in hot-humid regions**. Building and Environment, v. 44, p. 1128-1134, 2009.

INDRAGANTI, M. et al. **Thermal comfort in offices in summer: findings from a field study under the 'setsuden' conditions in Tokyo**. Building and Environment, v. 61, p. 114-132, 2013.

INMET – Instituto Nacional de Meteorologia. **Estação meteorológica de observação de superfície automática**. Disponível em:

<<http://www.inmet.gov.br/portal/index.php?r=estacoes/estacoesAutomaticas>>. Acesso em: out 2016.

ISO. **Ergonomics of the thermal environments - instruments for measuring physical quantities, ISO 7726:1998**. Geneva, Switzerland: International Organization for Standardization, 1998.

IWASHITA, Go; AKASAKA, Hiroshi. **The effects of human behavior on natural ventilation rate and indoor air environment in summer – a field study in southern Japan**. Energy and Buildings, v. 25, p. 195-205, 1997.

KIM, Jungsoo; DE DEAR, Richard; PARKINSON, Thomas; CANDIDO, Christina. **Understanding patterns of adaptive comfort behaviour in the Sydney mixed-mode residential context**. Energy and Buildings, v. 141, p. 274-283, 2017.

KLINE, Rex B. **Principles and practice of structural equation modeling**. 3. ed. Nova Iorque: The Guilford Press, 2011.

LAMBERTS, Roberto. **Conforto e stress térmico**. Apostila LabEEE, Universidade Federal de Santa Catarina, 2016. Disponível em:

http://www.labeee.ufsc.br/sites/default/files/disciplinas/Apostila%20Conforto%20T%C3%A9rmico_2016.pdf Acesso em: setembro de 2016.

LAMBERTS, Roberto, DUTRA, Luciano e PEREIRA, Fernando O.R. **Eficiência energética na arquitetura**. 3. ed. Rio de Janeiro: Eletrobrás, 2014.

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.

LI, Z. J.; JIANG, Y.; WEI, Q.P. **Survey on energy consumption of air conditioning in summer in a residential building in Beijing**. Heating Vent. Air Cond., v. 37, p. 46-51, 2014.

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.

LIMA, Lincon de Carvalho. **Conforto térmico em espaços abertos: Estudo de caso em um Parque Urbano na cidade de João Pessoa – PB**. 2016. 122f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Urbana) – Universidade Federal da Paraíba, João Pessoa, 2016.

MISHRA, Asit K.; RAMGOPAL, Maddali. **Field studies on human thermal comfort – An overview**. Building and Environment, v. 64, p. 94–106, 2013.

MUI, K.W.; CHAN, W.T. **Adaptive comfort temperature model of air-conditioned building in Hong Kong**. Building and Environment, v. 38, p. 837–852, 2003.

MUI, K.W.; WONG, L.T. **Neutral temperature in subtropical climates – A field survey in air-conditioned offices**. Building and Environment, v. 42, p. 699–706, 2007.

- NEWSHAM, Guy et al. **Linking indoor environment conditions to job satisfaction: a field study**. Building Research & Information, Ottawa, v. 37, n. 2, p. 129-147, 2009.
- NEWSHAM, G. R.; BIRT, B. J.; ARSENAULT, C.; THOMPSON, A. J. L.; VEITCH, J. A.; MANCINI, S.; BURNS, G. J. **Do green buildings have better indoor environments?: New evidence**. Building Research & Information, Ottawa, v. 41, n. 4, p. 415-434, 2013.
- NICOL, J. F.; HUMPHREYS, M. A. **Adaptive thermal comfort and sustainable thermal standards for buildings**. Energy and Buildings, v. 34, p. 563-572, 2002.
- O'BRIEN, William; GUNAY, H. Burak. **The contextual factor contributing to occupants' adaptive comfort behaviors in offices – A review and proposed modelling framework**. Building and Environment, v. 77, p. 77-87, 2014.
- OCHOA, Juliana H.; ARAÚJO, Daniel L.; SATTler, Miguel A. **Análise do Conforto Ambiental em salas de aula: comparação entre dados técnicos e a percepção do usuário**. Ambiente Construído, Porto Alegre, p. 91-114, jan./mar. 2012
- OLGYAY, Victor. **Arquitectura y clima: manual de diseño bioclimático para arquitectos y urbanistas**. 1. ed. Barcelona: Gustavo Gili, 2015.
- OLIVEIRA, Andréia C. **A influência das recomendações do zoneamento bioclimático brasileiro no desempenho térmico da envoltória de edificações de interesse social nos municípios da Paraíba**. 234f. Dissertação (Mestrado em Arquitetura e Urbanismo). Universidade Federal da Paraíba, João Pessoa, 2013.
- PARKHURST, Graham; PARNABY, Richard. **Growth in mobile air-conditioning: a social technical research agenda**. In: SHOVE, Elizabeth; CHAPPELLS, Heather; LUTZENHISER, Loren (Org.). Comfort in a lower carbon society. Nova Iorque: Routledge, 2013. p. 47-58.
- PEREIRA, Fúlvio Teixeira de Barros. **Difusão da Arquitetura moderna na Cidade de João Pessoa (1956/1974)**. Dissertação (Mestrado em Engenharia). Universidade de São Paulo, São Carlos, 2008.
- REINHART, Christoph F. **Lightswitch-2002: a model for manual and automated control of electric lighting and blinds**. Sol Energy, v. 77, p. 15-28, 2004.
- ROMÉRO, Marcelo de Andrade e DOS REIS, Lineu Belico. **Eficiência energética em edifícios**. Barueri, SP: Manole, 2012.
- RUPP, Ricardo F.; DE VECCHI, Renata; ASMUS, Bernardo F.; CÂNDIDO, Christhina. M.; GHISI, Enedir. **Conforto térmico humano em escritórios com sistema central de condicionamento artificial em clima subtropical úmido: estudos de campo vs. abordagem analítica**. Ambiente Construído, Porto Alegre, v. 17, n. 1, p. 111-123, jan./mar. 2017.
- SANTIN, O. G.; VISSCHER, L. I. **The effect of occupancy and building characteristics on energy use for space and water heating in Dutch residential stock**. Energy and Buildings, v. 41, p. 1223-1232, 2009.
- SEKHAR, S. C. **Thermal comfort in air-conditioned buildings in hot and humid climates – why we are not getting it right?** Indoor air, Singapura, v. 26, p. 138-152, 2016.

- SILVA, Pedro Correia; MARILYN ANDERSEN, Vítor L. **Occupants interaction with electric lighting and shading systems in real single-occupied offices: Results from a monitoring campaign**. Building and Environment, v. 64, p. 152-168, 2013.
- SCHIAVON Stefano e ALTOMONTE, Sergio. **Occupant satisfaction in LEED and non-LEED certified buildings**. Building and Environment, v. 68, p. 66-76, out. 2013.
- SCHMID, Aloísio Leoni. **A ideia de conforto - reflexões sobre o ambiente construído**. Curitiba: Pacto Ambiental, 2005.
- SOMEKH, Nadia. **A cidade vertical e o urbanismo modernizador**. 2. ed. rev. São Paulo, Editora Mackenzie, Romano Guerra, 2014.
- SOUZA, Vladimir Sobral. **Mapa climático urbano da cidade de João Pessoa - PB**. 2010. Dissertação (Mestrado em Arquitetura e Urbanismo) – Universidade Federal da Paraíba, João Pessoa, 2010.
- VEITCH, J. A.; CHARLES, K. E.; NEWSHAM, G. R.; MARQUARDT, C. J. G.; GEERTS, J. **Environmental satisfaction in open-plan environments: workstation and physical condition effects**. Institute for Research in Construction Research Report, IRC – RR – 154, National Research Council, Ottawa, Canadá, 2003.
- VEITCH, J. A.; GEERTS, J., CHARLES, K. E., NEWSHAM, G. R.; MARQUARDT, C. J. G. **Satisfaction with lighting in open-plan offices: COPE field findings**. In: Proceedings of Lux Europa 2005, 10th European Lighting Conference, Berlin, Germany, 2005. p. 414-417.
- VIEIRA, Elamara M. de Araujo. **Risco ocupacional relacionado ao conforto ambiental em UTIs**. 2016. 197f. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção) – Universidade Federal da Paraíba, João Pessoa, 2016.
- VERGARA, L. G. L. **Análise das condições de conforto térmico de trabalhadores da unidade de terapia intensiva do hospital universitário de Florianópolis**. 222f. Dissertação (Mestrado em engenharia de produção). Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2001.
- WAGNER, A. et al. **Thermal comfort and workplace occupant satisfaction – Results of field studies in German low energy office buildings**. Energy and Buildings, v. 39, p. 758-769, 2007.
- WHEELAN, Charles. **Estatística: o que é, para que serve, como funciona**. Tradução: George Schlesinger. Rio de Janeiro: Zahar, 2016.
- WHO - World Health Organization. **BMI classification**. Disponível em: http://apps.who.int/bmi/index.jsp?introPage=intro_3.html. Acesso em 12/09/2017.
- WONG, L.T et al. **Bayesian adaptive comfort temperature (BACT) of air-conditioning system in subtropical climate**. Building and Environment, v. 42, p. 1983-1988, 2007.
- YAN, Da et al. **Occupant behavior modeling for building performance simulation: Current state and future challenges**. Energy and Buildings, v. 107, p. 264-278, 2015.



UNIVERSIDADE FEDERAL DA PARAÍBA
CENTRO DE CIÊNCIAS DA SAÚDE
COMITÊ DE ÉTICA EM PESQUISA

CERTIDÃO

Certifico que o Comitê de Ética em Pesquisa do Centro de Ciências da Saúde da Universidade Federal da Paraíba – CEP/CCS aprovou por unanimidade na 8ª Reunião realizada no dia 29/09/2016, o Projeto de pesquisa intitulado: **“CONFORTO TÉRMICO E PERCEPÇÃO DOS USUÁRIOS EM AMBIENTE DE ESCRITÓRIOS CLIMATIZADOS”**, da pesquisadora Barbara Lumy Noda Nogueira. Prot. nº 0600/16. CAAE: 59811516.0.0000.5188.

Outrossim, informo que a autorização para posterior publicação fica condicionada à apresentação do relatório final do estudo proposto à apreciação do Comitê.


Andrea Márcia da C. Lima
Mat. SIAPE 1117610
Secretária do CEP-CCS-UFPB