

ESCOLA POLITÉCNICA DA UNIVERSIDADE
DE SÃO PAULO

EDUARDO STRAUB

**Avaliação da qualidade do ar interno, do conforto térmico e do
conforto lumínico em espaços corporativos e seus impactos no
absenteísmo e presenteísmo dos ocupantes**

São Paulo

2022

EDUARDO STRAUB

Avaliação da qualidade do ar interno, do conforto térmico e do conforto lumínico em espaços corporativos e seus impactos no absenteísmo e presenteísmo dos ocupantes

Versão Corrigida

Dissertação apresentada à Escola Politécnica da Universidade de São Paulo para obtenção do título de Mestre em Ciências.

São Paulo

2022

EDUARDO STRAUB

**Avaliação da qualidade do ar interno, do conforto térmico e do
conforto lumínico em espaços corporativos e seus impactos no
absenteísmo e presenteísmo dos ocupantes**

Versão Corrigida

Dissertação apresentada à Escola
Politécnica da Universidade de São
Paulo para obtenção do título de
Mestre em Ciências.

Área de Concentração: Inovação na
Construção Civil

Orientadora: Prof^a Dr^a Brenda Chaves
Coelho Leite

São Paulo

2022

TERMO DE JULGAMENTO / FOLHA DE APROVAÇÃO

Nome: STRAUB, Eduardo

Título: Avaliação da qualidade do ar interno, do conforto térmico e do conforto lumínico em espaços corporativos e seus impactos no absenteísmo e presenteísmo dos ocupantes

Dissertação apresentada à Escola Politécnica da Universidade de São Paulo para obtenção do título de Mestre em Ciências.

Aprovado em:

Banca Examinadora

Prof. Dr. Brenda Chaves Coelho Leite

Instituição: EP - USP

Julgamento: Aprovado

Prof. Dr. Arlindo Tribess

Instituição: EP - USP

Julgamento: Aprovado

Prof. Dr. Fraulein Vidigal de Paula

Instituição: IP - USP

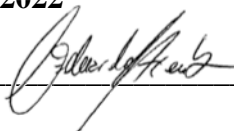
Julgamento: Aprovado

Autorizo a reprodução e divulgação total ou parcial deste trabalho, por qualquer meio convencional ou eletrônico, para fins de estudo e pesquisa, desde que citada a fonte.

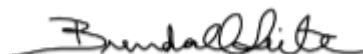
Este exemplar foi revisado e corrigido em relação à versão original, sob responsabilidade única do autor e com anuência do seu orientador.

São Paulo, 31 de Agosto de 2022

Assinatura do autor: _____



Assinatura do orientador: _____



Catálogo-na-publicação

Straub, Eduardo

Avaliação da qualidade do ar interno, do conforto térmico e do conforto lumínico em espaços corporativos e seus impactos no absentismo e presentismo dos ocupantes / E. Straub -- versão corr. -- São Paulo, 2022.
247 p.

Dissertação (Mestrado) - Escola Politécnica da Universidade de São Paulo. Departamento de Engenharia de Construção Civil.

1.Qualidade do ar 2.Conforto Térmico 3.Conforto Lumínico
4.Absentismo 5.Presentismo I.Universidade de São Paulo. Escola Politécnica. Departamento de Engenharia da Construção Civil II.t.

Toda a dedicação àqueles que me ajudaram,
de alguma forma,
nesta caminhada sem fim
da busca pelos questionamentos
que nos levam ao conhecimento.

AGRADECIMENTOS

Gostaria de agradecer a todos que de alguma forma me ajudaram direta ou indiretamente na conclusão deste trabalho.

Primeiramente, à minha orientadora Prof^a. Dr^a. Brenda Chaves Coelho Leite que acreditou neste trabalho e me orientou com muita dedicação e paciência durante todo o desenvolvimento desta pesquisa, sempre me fazendo pensar e explorar os resultados obtidos.

Ao Prof. Dr. Arlindo Tribess e o Departamento de Engenharia Mecânica da Escola Politécnica de São Paulo por gentilmente cederem o contador de partículas utilizado nesta pesquisa.

Ao Prof. Dr. Racine Tadeu Araujo Prado por conceder o sensor para as medições de temperatura do ar, velocidade do ar e umidade relativa do ar.

Às Prof^a. Dr^a. Sheila Walbe Ornstein e Prof^a. Dr^a. Rosaria Ono que ministraram a disciplina Avaliação Pós-Ocupação (APO) do Ambiente Construído pela Faculdade de Arquitetura e Urbanismo da Universidade de São Paulo. Esta disciplina foi determinante para o desenvolvimento da metodologia deste trabalho.

A todos os professores do Programa de Mestrado Profissional na Construção Civil – ConstruInova – do Departamento de Engenharia Civil da Escola Politécnica da Universidade de São Paulo com quem cursei disciplinas dentro do programa e foram essenciais não só para este trabalho como para a minha formação como engenheiro civil e sustentabilidade.

À MSc Julie Anne Braun por ter revisado esta pesquisa e a todos os meus colegas com quem pude compartilhar minhas aflições, angústias e vitórias ao longo destes últimos anos de intensa pesquisa.

À minha esposa, Fernanda, e filhos, João e Adriano, por tornarem meus dias incessantes de escritas mais leves.

Meu muito obrigado a todos vocês que foram cruciais na realização deste sonho.

"Um ser humano é uma parte do todo chamado por nós de universo, uma parte limitada no tempo e no espaço. Ele experimenta a si mesmo, seus pensamentos e sentimentos como algo separado do resto, uma espécie de ilusão de ótica de sua consciência. Esta ilusão é uma espécie de prisão para nós, restringindo-nos aos nossos desejos pessoais e à afeição por algumas pessoas mais próximas a nós. Nossa tarefa deve ser a de nos livrarmos dessa prisão, ampliando o nosso círculo de compaixão para abraçar todas as criaturas vivas e toda a natureza em sua beleza."

Albert Einstein

RESUMO

STRAUB, Eduardo. **Avaliação da qualidade do ar interno, do conforto térmico e do conforto lumínico em espaços corporativos e seus impactos no absenteísmo e presenteísmo dos ocupantes.** 2022. 247 p. Dissertação (Mestrado em Ciências) – Departamento de Engenharia de Construção Civil. Escola Politécnica da Universidade de São Paulo.

A qualidade ambiental interna visa trazer melhorias aos espaços internos para que estes promovam a qualidade de vida, saúde e bem-estar dos ocupantes de escritórios e outras tipologias de edificações. O presente trabalho teve por objetivo verificar a qualidade do ar interno, com ênfase no CO₂ e particulados, conforto térmico e lumínico em um escritório corporativo e associá-lo ao absenteísmo e presenteísmo de seus ocupantes. Através da Avaliação Pós-Ocupação (APO), foram realizadas visitas guiadas, medições e pesquisas com os ocupantes do estudo de caso para constatar se o ambiente interno estava adequado às normas e legislações vigentes e pertinentes. Pensando no aprofundamento deste estudo, a pesquisa foi realizada em dois períodos, sendo dois dias no inverno e dois no verão. Os resultados mostraram que o espaço excedia as concentrações de CO₂ em determinados momentos, o que pode estar relacionado com os sintomas de cansaço, dores de cabeça e sonolência dos ocupantes. Em relação aos particulados, apesar dos ocupantes relatarem alergias respiratórias, o ambiente se mostrou com concentrações abaixo do limite das normas e legislações. Sobre o conforto térmico, as medições coincidiram com a resposta dos ocupantes, onde a insatisfação calculada se mostrou maior no verão (PPD = 37%) do que no inverno (PPD = 7%). Os parâmetros de conforto térmico se mostraram similares nas medições realizadas tanto no inverno quanto no verão, com exceção das vestimentas das pessoas, onde no inverno foi obtido uma média de 0,79clo contra 0,42clo no verão. Em relação ao desconforto térmico localizado, apenas a velocidade do ar se mostrou acima do recomendado em algumas estações de trabalho, o que também foi identificado nas respostas do questionário. Referente ao conforto lumínico, a iluminação natural e artificial medidas se mostraram conforme em relação às normas técnicas apesar de algumas mesas de trabalho, três no inverno e duas no verão, demonstrarem iluminância um pouco abaixo dos 500lux requeridos para o tipo de atividade exercida no escritório. Além disso, apesar dos respondentes da pesquisa apontarem sentir-se sonolentos (27% - inverno; 23% - verão) durante as horas de trabalho, a iluminação circadiana ficou acima dos 150 EML recomendados em todas as estações de trabalho. Já o absenteísmo por motivos

de saúde calculado foi de 2,34% no inverno e 1,06% no verão. O presenteísmo calculado ficou em 2,20% no inverno e no verão 1,02%, com a ressalva de que o presenteísmo calculado no inverno foi geral, incluindo outros fatores que não somente o desconforto no ambiente e motivos de saúde. Ao final desta pesquisa foi feita uma proposição de melhorias para que o espaço possa aprimorar a qualidade ambiental interna no que tange à qualidade do ar (CO₂ e particulados), conforto térmico e lumínico. Algumas das propostas sugeridas foram a instalação de sensores de CO₂, aumento da renovação de ar do escritório, permitir maior controle da temperatura e iluminação pelos ocupantes, implementar um plano de operacionalização do *setpoint* do sistema de ar condicionado e aplicação semestral de questionários de satisfação. Desta forma, é possível concluir que o objeto deste estudo atende às normas e legislações vigentes quanto à qualidade do ar interno, conforto térmico e lumínico com dois pontos de atenção que seriam as concentrações de CO₂ e a velocidade do ar interno em algumas estações de trabalho.

ABSTRACT

STRAUB, Eduardo. **Assessment of indoor air quality, thermal comfort and lighting comfort in corporate spaces and their impacts on occupant absenteeism and presenteeism.** 2022. 247 p. Dissertação (Mestrado em Ciências) – Departamento de Engenharia de Construção Civil. Escola Politécnica da Universidade de São Paulo.

The indoor environmental quality aims to bring improvements to internal spaces so that they promote the quality of life, health and well-being of the occupants of offices and other types of buildings. The present work aimed to verify the indoor air quality, with emphasis on CO₂ and particulates, thermal and lighting comfort in a corporate office and to associate it with the absenteeism and presenteeism of its occupants. Through the Post Occupancy Evaluation (POE), guided visits, measurements and surveys were carried out with the occupants of the case study to verify if the internal environment was adequate to the current and pertinent norms and legislation. Thinking about the deepening of this study, the research was carried out in two periods, two days in winter and two in summer. The results showed that the space exceeded CO₂ concentrations at certain times, which may be related to the occupants' symptoms of fatigue, headaches and drowsiness. In relation to particulates, despite the occupants reporting respiratory allergies, the environment showed concentrations below the limit of norms and legislation. Regarding thermal comfort, the measurements coincided with the response of the occupants, where the calculated dissatisfaction was higher in summer (PPD = 37%) than in winter (PPD = 7%). The thermal comfort parameters were similar in the measurements performed both in winter and in summer, with the exception of people's clothing, where an average of 0.79clo was obtained in the winter against 0.42clo in the summer. Regarding localized thermal discomfort, only the air speed was above the recommended level in some workstations, which was also identified in the questionnaire responses. Regarding lighting comfort, the natural and artificial lighting measures were in accordance with the technical standards, although some work tables, three in winter and two in summer, showed illuminance slightly below the 500lux required for the type of activity performed in the desk. Furthermore, despite survey respondents reporting feeling sleepy (27% - winter; 23% - summer) during working hours, circadian lighting was above the recommended 150 EML at all workstations. The calculated absenteeism for health reasons was 2.34% in winter and 1.06% in summer. The calculated presenteeism was 2.20% in the winter and 1.02% in the summer, with the exception

that the calculated presenteeism in the winter was general, including factors other than the discomfort in the environment and health reasons. At the end of this research, a proposal for improvements was made so that the space can improve the indoor environmental quality in terms of air quality (CO₂ and particulates), thermal and lighting comfort. Some of the suggested proposals were the installation of CO₂ sensors, increased indoor air renewal in the office, allowing greater control of temperature and lighting by the occupants, implementing an operational plan for the setpoint of the air conditioning system and six-monthly application of satisfaction questionnaires. In this way, it is possible to conclude that the object of this study complies with current norms and legislation regarding indoor air quality, thermal and lighting comfort with two points of attention that would be CO₂ concentrations and indoor air speed in some workstations.

LISTA DE FIGURAS

Figura 3-1 – O Risco dos sintomas de SBS e a taxa de ventilação em 160 edifícios na Suécia	37
Figura 5.4.1-1 - Testo 435-4.....	89
Figura 5.4.1-2 - Sonda de globo negro	90
Figura 5.4.1-3 - Sonda de CO ₂	91
Figura 5.4.1-4 - Sonda de Velocidade do Ar, Temperatura e Umidade	92
Figura 5.4.1-5 – Contador de Partículas MET ONE HHPC-6	93
Figura 5.4.1-6 – Luxímetro LD-200.....	95
Figura 5.4.1-7 – Luxímetro MLM-1020.....	96
Figura 5.4.2-1 - Inverno - Mapeamento das medições de conforto térmico, particulados e CO ₂	97
Figura 5.4.2-2 – Verão - Mapeamento das medições de conforto térmico, particulados e CO ₂	97
Figura 5.4.2-3 – Posicionamento do contador de partículas	98
Figura 5.4.2-4 – Posicionamento do sensor de CO ₂	99
Figura 5.4.3-1 - Pontos medição para verificação do conforto térmico geral e desconforto localizado.....	101
Figura 5.4.4-1 - Pontos para medição do conforto lumínico	103
Figura 5.5-1 - Inverno - Mapeamento das medições de conforto térmico e qualidade do ar .	104
Figura 5.5-2 - Verão - Mapeamento das medições de conforto térmico e qualidade do ar....	104
Figura 5.5-3 – Inverno - Mapeamento das medições de conforto lumínico.....	105
Figura 5.5-4 – Verão - Mapeamento das medições de conforto lumínico	105
Figura 5.5-5 – Inverno - Distribuição dos usuários que responderam ao questionário	106
Figura 5.5-6 – Verão - Distribuição dos usuários que responderam ao questionário.....	107
Figura 6.2-1 – Inverno - Mapeamento da concentração de CO ₂ [ppm]	112
Figura 6.2-2 – Verão - Mapeamento da concentração de CO ₂ [ppm]	112
Figura 6.2-3 – Inverno - Mapeamento da mediana da concentração de PM _{0,3} [µg/m ³].....	114
Figura 6.2-4 – Verão - Mapeamento da mediana da concentração de PM _{0,3} [µg/m ³]	114
Figura 6.2-5 – Inverno - Mapeamento da mediana da concentração de PM _{0,5} [µg/m ³].....	115
Figura 6.2-6 – Verão - Mapeamento da mediana da concentração de PM _{0,5} [µg/m ³]	115
Figura 6.2-7 – Inverno - Mapeamento da mediana da concentração de PM _{1,0} [µg/m ³].....	116

Figura 6.2-8 – Verão - Mapeamento da mediana da concentração de PM1,0 [$\mu\text{g}/\text{m}^3$]	116
Figura 6.2-9 – Inverno - Mapeamento da mediana da concentração de PM2,0 [$\mu\text{g}/\text{m}^3$].....	117
Figura 6.2-10 – Verão - Mapeamento da mediana da concentração de PM2,0 [$\mu\text{g}/\text{m}^3$]	117
Figura 6.2-11 – Inverno - Mapeamento da mediana da concentração de PM5,0 [$\mu\text{g}/\text{m}^3$].....	118
Figura 6.2-12 – Verão - Mapeamento da mediana da concentração de PM5,0 [$\mu\text{g}/\text{m}^3$]	118
Figura 6.3-1 – Inverno - Mapeamento da mediana da velocidade do ar [m/s].....	126
Figura 6.3-2 – Verão - Mapeamento da mediana da velocidade do ar [m/s]	127
Figura 6.3-3 – Inverno - Mapeamento da mediana da umidade relativa do ar [%].....	127
Figura 6.3-4 – Verão - Mapeamento da mediana da umidade relativa do ar [%]	128
Figura 6.3-5 – Inverno - Mapeamento da mediana da temperatura do ar (bulbo seco) [°C]..	128
Figura 6.3-6 – Verão - Mapeamento da mediana da temperatura do ar (bulbo seco) [°C].....	129
Figura 6.3-7 – Inverno - Mapeamento da mediana da temperatura radiante média [°C]	129
Figura 6.3-8 – Verão - Mapeamento da mediana da temperatura radiante média [°C].....	130
Figura 6.3-9 - Cálculo do PMV x PPD.....	132
Figura 6.3-10 – Inverno - Mapeamento das velocidades do ar [m/s] - Desconforto térmico localizado.....	141
Figura 6.3-11 – Verão - Mapeamento das velocidades do ar [m/s] - Desconforto térmico localizado.....	141
Figura 6.3-12 – Inverno - Mapeamento da variação da temperatura vertical [°C] - Desconforto térmico localizado.....	142
Figura 6.3-13 – Verão - Mapeamento da variação da temperatura vertical [°C] - Desconforto térmico localizado.....	142
Figura 6.3-14 - Inverno - Mapeamento da temperatura do piso [°C] - Desconforto térmico localizado.....	143
Figura 6.3-15 – Verão - Mapeamento da temperatura do piso [°C] - Desconforto térmico localizado.....	143
Figura 6.4-1 – Inverno - Mapeamento da iluminação vertical nas mesas de trabalho [lux] ..	148
Figura 6.4-2 – Verão - Mapeamento da iluminação vertical nas mesas de trabalho [lux]	149
Figura 6.4-3 – Inverno - Mapeamento da refletância da iluminação nas mesas de trabalho [lux]	149
Figura 6.4-4 – Verão - Mapeamento da refletância da iluminação nas mesas de trabalho [lux]	150
Figura 6.4-5 – Inverno - Mapeamento da iluminação circadiana [EML].....	151
Figura 6.4-6 – Verão - Mapeamento da iluminação circadiana [EML]	151

LISTA DE TABELAS

Tabela 4.2-1 – Determinação do PPD através do PMV	47
Tabela 4.2-2 – Determinação de A através da velocidade do ar (v_r).....	52
Tabela 4.3-1 – Faixas de refletância para superfícies internas	55
Tabela 4.3-2 – Relação da iluminância da área da tarefa com seu entorno imediato.....	56
Tabela 4.3-3 – Ângulo de corte mínimo para visualização direta da lâmpada.....	56
Tabela 4.3-4 – Aparência de cor da lâmpada e sua temperatura de cor correlata	57
Tabela 4.3-5 – Tabela de conversão da medição da iluminância (LUX) para lux melanópico (EML)	61
Tabela 5.1-1 – Quadro de áreas do estudo de caso.....	64
Tabela 5.2-1 – Valores de referência para escolha de dias representativos de Inverno e Verão para a Cidade de São Paulo – dados do INMET	79
Tabela 5.2.1-1 – Comparativo do dia representativo de inverno determinados com base nos dados do IAG e INMET com os valores de referência.....	81
Tabela 5.2.2-1 – Comparativo do dia representativo de verão determinados com base nos dados do IAG e INMET com os valores de referência.....	82
Tabela 6.1-1 – Distribuição de pessoas por gênero nos setores operacionais	109
Tabela 6.1-2 – Distribuição de pessoas por idade nos setores operacionais	109
Tabela 6.1-3 – Tempo de escritório e estação de trabalho dos respondentes da pesquisa nos setores operacionais.....	110
Tabela 6.2-1 – Mediana da concentração de CO ₂ nas medições de inverno e verão	111
Tabela 6.2-2 – Mediana da concentração mínima e máxima de particulados nas medições de inverno e verão	113
Tabela 6.2-3 – Mediana da concentração de particulados nas medições de inverno e verão nos setores operacionais.....	113
Tabela 6.2-4 – Mediana dos parâmetros de qualidade do ar – Medições de inverno e verão	119
Tabela 6.3-1 – Variáveis de conforto térmico - TI.....	123
Tabela 6.3-2 – Variáveis de conforto térmico - Operações.....	123
Tabela 6.3-3 – Variáveis de conforto térmico – RH e Contabilidade	124
Tabela 6.3-4 – Variáveis de conforto térmico – Financeiro e Fiscal.....	124
Tabela 6.3-5 – Variáveis de conforto térmico – Diretoria e Assistência de Diretoria	125
Tabela 6.3-6 – Variáveis de conforto térmico - Investimentos	125

Tabela 6.3-7 – Variáveis de conforto térmico - Jurídico.....	126
Tabela 6.3-8 - Determinação de A em função da velocidade do ar.....	130
Tabela 6.3-9 – Determinação dos valores de PMV e PPD.....	131
Tabela 6.3-10 – Mediana do isolamento das vestimentas [clo].....	131
Tabela 6.3-11 - Percepção do usuário em relação à sensação de conforto térmico	134
Tabela 6.3-12 – Satisfação do usuário em relação a temperatura na sua estação de trabalho	135
Tabela 6.3-13 – Mediana dos parâmetros de conforto térmico – Medições de inverno e verão	138
Tabela 6.3-14 – Mediana dos parâmetros de desconforto térmico localizado – Medições de inverno e verão	144
Tabela 6.3-15 - Percepção dos ocupantes sobre o movimento do ar e ΔT tornozelo/cabeça na mesa de trabalho – Medições de inverno e verão	145
Tabela 6.3-16 - Satisfação dos ocupantes sobre o movimento do ar e ΔT tornozelo/cabeça na mesa de trabalho – Medições de inverno e verão	145
Tabela 6.4-1 – Mediana das Iluminações Vertical, Refletida e Circadiana nos Setores Operacionais – Inverno e Verão	146
Tabela 6.4-2 – Mediana dos Parâmetros de Conforto Lumínico – Medições de Inverno e Verão	147
Tabela 6.4-3 - Percepção do usuário em relação ao conforto lumínico – Inverno e Verão ...	152
Tabela 6.4-4 - Satisfação do usuário em relação à qualidade da iluminação na sua mesa de trabalho – Inverno e Verão	153
Tabela B-1 – Inverno - Medição de CO ₂ - Posições TI.....	209
Tabela B-2 – Inverno - Medição de CO ₂ - Posições Operações.....	209
Tabela B-3 – Inverno - Medição de CO ₂ - Posições RH / Contabilidade	209
Tabela B-4 – Inverno - Medição de CO ₂ - Posições Financeiro / Fiscal.....	210
Tabela B-5 – Inverno - Medição de CO ₂ – Assistente de Diretoria e Diretoria	210
Tabela B-6 – Inverno - Medição de CO ₂ – Posições Investimento	210
Tabela B-7 – Inverno - Medição de CO ₂ – Posições Jurídico	211
Tabela B-8 – Verão - Medição de CO ₂ - Posições TI	212
Tabela B-9 – Verão - Medição de CO ₂ - Posições Operações	212
Tabela B-10 – Verão - Medição de CO ₂ - Posições RH / Contabilidade	212
Tabela B-11 – Verão - Medição de CO ₂ - Posições Financeiro / Fiscal	213
Tabela B-12 – Verão - Medição de CO ₂ – Assistente de Diretoria e Diretoria.....	213
Tabela B-13 – Verão - Medição de CO ₂ – Posições Investimento.....	213

Tabela B-14 – Verão - Medição de CO ₂ – Posições Jurídico.....	214
Tabela B-15 – Inverno - Medição de Particulados - Posição TI 1	215
Tabela B-16 – Inverno - Medição de Particulados - Posição TI 3	215
Tabela B-17 – Inverno - Medição de Particulados - Posição TI 5	215
Tabela B-18 – Inverno - Medição de Particulados - Posição Operações 7	216
Tabela B-19 – Inverno - Medição de Particulados - Posição Operações 9	216
Tabela B-20 – Inverno - Medição de Particulados - Posição Operações 11	216
Tabela B-21 – Inverno - Medição de Particulados - Posição Operações 12	216
Tabela B-22 – Inverno - Medição de Particulados - Posição Operações 14	217
Tabela B-23 – Inverno - Medição de Particulados - Posição RH / Contabilidade 18	217
Tabela B-24 – Inverno - Medição de Particulados - Posição RH / Contabilidade 20	217
Tabela B-25 – Inverno - Medição de Particulados - Posição RH / Contabilidade 21	218
Tabela B-26 – Inverno - Medição de Particulados - Posição RH / Contabilidade 24	218
Tabela B-27 – Inverno - Medição de Particulados - Posição RH / Contabilidade 26	218
Tabela B-28 – Inverno - Medição de Particulados - Posição Financeiro 27	219
Tabela B-29 – Inverno - Medição de Particulados - Posição Financeiro 29	219
Tabela B-30 – Inverno - Medição de Particulados - Posição Financeiro 31	219
Tabela B-31 – Inverno - Medição de Particulados - Posição Financeiro 33	220
Tabela B-32 – Inverno - Medição de Particulados - Posição Financeiro 35	220
Tabela B-33 – Inverno - Medição de Particulados - Posição Assistente de Diretoria 37.....	220
Tabela B-34 – Inverno - Medição de Particulados - Posição Diretoria 40.....	221
Tabela B-35 – Inverno - Medição de Particulados – Investimento 44	221
Tabela B-36 – Inverno - Medição de Particulados – Investimento 46	221
Tabela B-37 – Inverno - Medição de Particulados – Investimento 48	222
Tabela B-38 – Inverno - Medição de Particulados – Investimento 50	222
Tabela B-39 – Inverno - Medição de Particulados – Investimento 52	222
Tabela B-40 – Inverno - Medição de Particulados – Jurídico 55	223
Tabela B-41 – Inverno - Medição de Particulados – Jurídico 56.....	223
Tabela B-42 – Inverno - Medição de Particulados – Jurídico 58	223
Tabela B-43 – Inverno - Medição de Particulados – Jurídico 62	224
Tabela B-44 – Verão - Medição de Particulados - Posição TI 2	225
Tabela B-45 – Verão - Medição de Particulados - Posição TI 4	225
Tabela B-46 – Verão - Medição de Particulados - Posição Operações 8	225
Tabela B-47 – Verão - Medição de Particulados - Posição Operações 10	226

Tabela B-48 – Verão - Medição de Particulados - Posição Operações 14.....	226
Tabela B-49 – Verão - Medição de Particulados - Posição Operações 16.....	226
Tabela B-50 – Verão - Medição de Particulados - Posição RH / Contabilidade 17.....	227
Tabela B-51 – Verão - Medição de Particulados - Posição RH / Contabilidade 20.....	227
Tabela B-52 – Verão - Medição de Particulados - Posição RH / Contabilidade 22.....	227
Tabela B-53 – Verão - Medição de Particulados - Posição RH / Contabilidade 25.....	227
Tabela B-54 – Verão - Medição de Particulados - Posição Financeiro 29.....	228
Tabela B-55 – Verão - Medição de Particulados - Posição Financeiro 31.....	228
Tabela B-56 – Verão - Medição de Particulados - Posição Financeiro 32.....	228
Tabela B-57 – Verão - Medição de Particulados - Posição Financeiro 36.....	229
Tabela B-58 – Verão - Medição de Particulados - Posição Assistente de Diretoria 38	229
Tabela B-59 – Verão - Medição de Particulados - Posição Diretoria 40	229
Tabela B-60 – Verão - Medição de Particulados – Investimento 43.....	230
Tabela B-61 – Verão - Medição de Particulados – Investimento 46.....	230
Tabela B-62 – Verão - Medição de Particulados – Investimento 49.....	230
Tabela B-63 – Verão - Medição de Particulados – Investimento 51.....	231
Tabela B-64 – Verão - Medição de Particulados – Jurídico 53.....	231
Tabela B-65 – Verão - Medição de Particulados – Jurídico 56.....	231
Tabela B-66 – Verão - Medição de Particulados – Jurídico 58.....	232
Tabela B-67 – Verão - Medição de Particulados – Jurídico 62.....	232
Tabela C-1 – Inverno - Variáveis Ambientais de Conforto Térmico, Posição T1-1.....	233
Tabela C-2 - Inverno - Desconforto Térmico Localizado, Posição T1-3.....	233
Tabela C-3 - Inverno - Desconforto Térmico Localizado, Posição T1-5.....	233
Tabela C-4 - Inverno - Desconforto Térmico Localizado, Posição Operações-7	234
Tabela C-5 - Inverno - Desconforto Térmico Localizado, Posição Operações-9	234
Tabela C-6 - Inverno - Desconforto Térmico Localizado, Posição Operações-11	234
Tabela C-7 - Inverno - Desconforto Térmico Localizado, Posição Operações-12	234
Tabela C-8 - Inverno - Desconforto Térmico Localizado, Posição Operações-14	234
Tabela C-9 - Inverno - Desconforto Térmico Localizado, Posição RH/Contabilidade-18	234
Tabela C-10 - Inverno - Desconforto Térmico Localizado, Posição RH/Contabilidade-20 ..	235
Tabela C-11 - Inverno - Desconforto Térmico Localizado, Posição RH/Contabilidade-21 ..	235
Tabela C-12 - Inverno - Desconforto Térmico Localizado, Posição RH/Contabilidade-26 ..	235
Tabela C-13 - Inverno - Desconforto Térmico Localizado, Posição RH/Contabilidade-24 ..	235
Tabela C-14 - Inverno - Desconforto Térmico Localizado, Posição Financeiro/Fiscal -27...	235

Tabela C-15 - Inverno - Desconforto Térmico Localizado, Posição Financeiro/Fiscal-29....	235
Tabela C-16 - Inverno - Desconforto Térmico Localizado, Posição Financeiro/Fiscal-31....	236
Tabela C-17 - Inverno - Desconforto Térmico Localizado, Posição Financeiro/Fiscal-33....	236
Tabela C-18 - Inverno - Desconforto Térmico Localizado, Posição Financeiro/Fiscal-35....	236
Tabela C-19 - Inverno - Desconforto Térmico Localizado, Posição Assistente Diretoria-37	236
Tabela C-20 - Inverno - Desconforto Térmico Localizado, Posição Diretoria-40.....	236
Tabela C-21 - Inverno - Desconforto Térmico Localizado, Posição Investimento-44	236
Tabela C-22 - Inverno - Desconforto Térmico Localizado, Posição Investimento -46	237
Tabela C-23 - Inverno - Desconforto Térmico Localizado, Posição Investimento -52	237
Tabela C-24 - Desconforto Térmico Localizado, Posição Investimento -50	237
Tabela C-25 - Inverno - Desconforto Térmico Localizado, Posição Investimento -48	237
Tabela C-26 - Inverno - Desconforto Térmico Localizado, Posição Jurídico-56	237
Tabela C-27 - Inverno - Desconforto Térmico Localizado, Posição Jurídico -55	237
Tabela C-28 - Inverno - Desconforto Térmico Localizado, Posição Jurídico -58	238
Tabela C-29 - Inverno - Desconforto Térmico Localizado, Posição Jurídico -62	238
Tabela C-30 – Verão - Desconforto Térmico Localizado, Posição T1-2.....	239
Tabela C-31 - Verão - Desconforto Térmico Localizado, Posição T1-4.....	239
Tabela C-32 - Verão - Desconforto Térmico Localizado, Posição Operações-8	239
Tabela C-33 - Verão - Desconforto Térmico Localizado, Posição Operações-10	239
Tabela C-34 - Verão - Desconforto Térmico Localizado, Posição Operações-14	239
Tabela C-35 - Verão - Desconforto Térmico Localizado, Posição Operações-16	240
Tabela C-36 - Verão - Desconforto Térmico Localizado, Posição RH/Contabilidade-17	240
Tabela C-37 - Verão - Desconforto Térmico Localizado, Posição RH/Contabilidade-20.....	240
Tabela C-38 - Verão - Desconforto Térmico Localizado, Posição RH/Contabilidade-22.....	240
Tabela C-39 - Verão - Desconforto Térmico Localizado, Posição RH/Contabilidade-25.....	240
Tabela C-40 - Verão - Desconforto Térmico Localizado, Posição Financeiro/Fiscal -31	240
Tabela C-41 - Verão - Desconforto Térmico Localizado, Posição Financeiro/Fiscal-36	241
Tabela C-42 - Verão - Desconforto Térmico Localizado, Posição Financeiro/Fiscal-29	241
Tabela C-43 - Verão - Desconforto Térmico Localizado, Posição Financeiro/Fiscal-32	241
Tabela C-44 - Verão - Desconforto Térmico Localizado, Posição Assistente Diretoria-38..	241
Tabela C-45 - Verão - Desconforto Térmico Localizado, Posição Diretoria-40.....	241
Tabela C-46 - Verão - Desconforto Térmico Localizado, Posição Investimento-43	241
Tabela C-47 - Verão - Desconforto Térmico Localizado, Posição Investimento -47	242
Tabela C-48 - Verão - Desconforto Térmico Localizado, Posição Investimento -49	242

Tabela C-49 - Verão - Desconforto Térmico Localizado, Posição Investimento -51	242
Tabela C-50 - Verão - Desconforto Térmico Localizado, Posição Jurídico-53	242
Tabela C-51 - Verão - Desconforto Térmico Localizado, Posição Jurídico -56	242
Tabela C-52 - Verão - Desconforto Térmico Localizado, Posição Jurídico -58	242
Tabela C-53 - Verão - Desconforto Térmico Localizado, Posição Jurídico -62	243
Tabela D-1 – Inverno - Iluminação Vertical nas Estações de Trabalho [lux]	244
Tabela D-2 - Inverno - Iluminação Vertical nas Mesas de Trabalho [lux].....	245
Tabela D-3 - Inverno - Refletância da Iluminação nas Mesas de Trabalho [lux]	245
Tabela D-4 - Inverno - Iluminação Circadiana [EML].....	245
Tabela D-5 – Verão - Iluminação Vertical nas Estações de Trabalho [lux].....	246
Tabela D-6 - Verão - Iluminação Vertical nas Mesas de Trabalho [lux]	246
Tabela D-7 - Verão - Refletância da Iluminação nas Mesas de Trabalho [lux]	247
Tabela D-8 - Verão - Iluminação Circadiana [EML]	247

LISTA DE QUADROS

Quadro 4.1-1 – Classificação da qualidade do ar baseado na concentração de contaminantes	40
Quadro 4.1-2 - Número de pontos de amostragem requeridos com base na área do projeto e número de andares	42
Quadro 4.2-1 – Escala da sensação térmica	45
Quadro 4.2-2 - Porcentagem esperada de insatisfação em relação ao desconforto localizado	48
Quadro 4.2-3 – Assimetria permitida da temperatura radiante	49
Quadro 5.4.3-1 - Pontos medição para verificação do desconforto localizado	101

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 5.2.1-1 – Inverno - Temperatura máxima, mínima e média (bulbo seco) e UR.....	80
Gráfico 5.2.2-1 – Verão - Temperatura máxima, mínima e média (bulbo seco) e UR	82
Gráfico 6.2-1 - Percepção da qualidade do ar dos respondentes da pesquisa	120
Gráfico 6.2-2 - Sintomas de saúde na estação de trabalho	121
Gráfico 6.3-1 – Percepção dos ocupantes quanto a temperatura do ambiente – Questionário inverno e verão	139
Gráfico 6.3-2 – Satisfação dos ocupantes quanto a temperatura do ambiente – Questionário inverno e verão	139
Gráfico 6.4-1 - Controles lumínicos individuais aos quais os usuários tem acesso	153
Gráfico 6.4-2 - Momento do dia em que o usuário sente-se desconfortável em relação à iluminação – Inverno e Verão	154
Gráfico 6.4-3 - Causas do desconforto lumínico sentidas pelo usuário – Inverno e Verão ...	155
Gráfico 6.5-1 – Número de horas parciais e totais faltadas pelos respondentes nos 28 dias que precederam a pesquisa – Inverno e Verão	157
Gráfico 6.5-2 – Verão - problemas relacionados a qualidade do ar, conforto térmico e lumínico vs. desempenho no trabalho.....	158
Gráfico 6.5-3 – Média das notas dos problemas relacionados à qualidade do ar, conforto térmico e lumínico vs. desempenho no trabalho - Verão	159
Gráfico 6.5-4 – Absenteísmo e presenteísmo – Questionário inverno e verão	160
Gráfico 6.6-1 – Comparação da satisfação dos ocupantes em relação ao conforto térmico – leite (1997) vs. medições de inverno (2019) e verão (2020).....	161
Gráfico 6.6-2 – Comparação da percepção dos ocupantes em relação ao conforto térmico – leite (1997) vs. medições de inverno (2019) e verão (2020).....	162
Gráfico 6.6-3 – Comparação da satisfação dos ocupantes em relação ao conforto lumínico – leite (1997) vs. medições de inverno (2019) e verão (2020).....	163
Gráfico 6.6-4 – Comparação da percepção dos ocupantes em relação ao conforto lumínico – leite (1997) vs. medições de inverno (2019) e verão (2020).....	163

SUMÁRIO

RESUMO	9
ABSTRACT	11
LISTA DE FIGURAS	13
LISTA DE TABELAS	15
LISTA DE QUADROS	21
LISTA DE GRÁFICOS.....	22
1 INTRODUÇÃO E JUSTIFICATIVA	25
2 OBJETIVOS.....	31
3 REVISÃO DA LITERATURA	31
4 FUNDAMENTAÇÃO DOS ASPECTOS CONSIDERADOS NA AVALIAÇÃO	38
4.1 Qualidade do ar interno.....	38
4.2 Conforto térmico.....	43
4.3 Conforto lumínico.....	54
5 MÉTODO DE TRABALHO	61
5.1 Descrição do estudo de caso	62
5.2 Atividades Preliminares à execução da pesquisa de campo	72
5.2.1 Determinação dos dias representativos para o inverno	80
5.2.2 Determinação dos dias representativos para o verão.....	81
5.3 Avaliação qualitativa	83
5.4 Avaliação quantitativa	87
5.4.1 Descrição dos equipamentos de medição	88
5.4.2 Medições das variáveis de qualidade do ar	96
5.4.3 Medições das variáveis de conforto térmico geral e desconforto localizado	99
5.4.4 Medições das variáveis de conforto lumínico	102
5.5 Aplicação dos questionários e medições no estudo de caso	103
5.6 Tratamento dos dados	107
6 RESULTADOS E DISCUSSÃO	108
6.1 Caracterização da amostra	108
6.2 Qualidade do ar (CO ₂ e Particulados).....	110
6.3 Conforto térmico.....	122
6.4 Conforto lumínico.....	145
6.5 Absenteísmo e presenteísmo.....	156
6.6 Comparativo dos resultados desta pesquisa com dados da pesquisa de LEITE (1997)	

7	PROPOSTA DE MELHORIA	163
7.1	Qualidade do ar (CO ₂ e Particulados).....	164
7.2	Conforto térmico.....	165
7.3	Conforto lumínico.....	167
7.4	Absenteísmo e presenteísmo.....	168
8	CONCLUSÃO.....	168
	REFERÊNCIAS	172
	APÊNDICE A – CARTA DE AUTORIZAÇÃO, TCLE E QUESTIONÁRIOS INVERNO E VERÃO	182
	Carta de autorização para aplicação desta pesquisa no estudo de caso	182
	TCLE – Termo de comprometimento livre esclarecido	184
	Modelo de questionário aplicado na medição de inverno	188
	Modelo de questionário aplicado na medição de verão.....	201
	APÊNDICE B – DADOS TRATADOS DE QUALIDADE DO AR (CO ₂ E PARTICULADOS)	209
	Dados tratados de CO ₂ – medição de inverno	209
	Dados tratados de CO ₂ – medição de verão	212
	Dados tratados de particulados – medição de inverno	215
	Dados tratados de particulados – medição de verão.....	225
	APÊNDICE C – DADOS TRATADOS DE CONFORTO TÉRMICO.....	233
	Dados tratados de conforto térmico–medição de inverno	233
	Dados tratados de conforto térmico – medição de verão.....	239
	APÊNDICE D – DADOS TRATADOS DE CONFORTO LUMÍNICO	244
	Dados tratados de conforto lumínico – medição de inverno	244
	Dados tratados de conforto lumínico – medição de verão.....	246

1 INTRODUÇÃO E JUSTIFICATIVA

Em 1968, o termo “Sustentabilidade” ainda não havia sido definido, porém, começava a ser conceituado como a relação das necessidades humanas e impactos nos sistemas naturais (HOSAY, 2017). Em 1972, o Clube de Roma encomendou um relatório para o Instituto de Tecnologia de Massachusetts (MIT) intitulado “Os Limites do Crescimento” para traçar as consequências do crescimento da população mundial considerando os recursos naturais limitados do planeta (THE CLUB OF ROME) e em 1987, a Comissão Mundial de Meio Ambiente e Desenvolvimento (WCED) apresentou o Relatório de Brundland, conhecido como “O Nosso Futuro Comum” e cunhou o termo e o conceito de Desenvolvimento Sustentável (UNITED NATIONS).

Os próximos grandes marcos para a sustentabilidade foram a ECO-92 (1992), em que 179 países assinaram a Agenda 21 Global (MMA); o Protocolo de Kyoto (1997), onde os países signatários se comprometeram a quantificar e reduzir a emissão de gases que causassem o aquecimento global (UNCC); os Objetivos de Desenvolvimento do Milênio (2000) (UNITED NATIONS); os Objetivos do Desenvolvimento Sustentável (2015), que substituiu os Objetivos do Milênio e trouxe diretrizes para serem cumpridas até 2030 não só pela esfera governamental, mas por toda a sociedade (ONUBR) e o Acordo de Paris (2015), em que os 192 países signatários se comprometeram em reduzir as emissões dos gases do efeito estufa e manter a temperatura do planeta em 2°C, em relação à era pré-industrial, até o final do século XXI, porém, com o objetivo de não exceder a temperatura em 1,5°C.

Segundo Ignacy Sachs (2002), a sustentabilidade está apoiada em oito pilares, sendo o social, cultural, ecológico, ambiental, territorial, econômico, político nacional e político internacional. E quando se fala de sustentabilidade dentro da indústria da construção civil, a pegada ecológica do setor no Brasil é responsável por consumir 75% dos recursos naturais, gerar 60% dos resíduos, consumir 44% de energia e 50% de água potável, além de possuir 72% dos trabalhadores na informalidade (AECWEB).

Desta forma, com toda essa pegada ecológica gerada pela construção civil não só no Brasil, mas no mundo, e com todo o movimento das indústrias, governo e sociedade em relação à sustentabilidade, certificações ambientais para edificações verdes começaram a surgir. Dentre as mais importantes estão o *Building Research Establishment Environmental Assessment Method* (BREEAM) (1990) (BREEAM), *Energy Star* (1992) (ENERGY STAR), *Leadership in Energy and Environmental Design* (LEED) (1998) (USGBC), *Comprehensive Assessment*

System for Building Environmental Efficiency (CASBEE), LEEDv1 EBOM (2004) (USGBC), *Living Building Challenge* (2006) (LBC), *Deutsche Gesellschaft für Nachhaltiges Bauen* (2007) (DGNB), *Green Globes* (2007) (GBI).

No Brasil, o LEED despontou em 2007 com a certificação da Agência Bancária Granja Viana que pertencia ao Banco Real (SANTOS, 2011). Porém, outras certificações também surgiram, como o AQUA (2008) (HQE), Procel Edifica (2003) (PROCEL) e o Referencial CASA (2014) (GBC BRASIL).

Até este momento, o conceito de construção sustentável e as certificações focavam muito nos impactos das edificações no meio ambiente, em como os recursos seriam otimizados na fase de construção, em como seriam reduzidos os consumos de água e energia e em como se estenderia a vida útil do empreendimento. Porém, em 2008, quando o conceito de construção sustentável e certificações começava a se tornar realidade para edifícios comerciais no Brasil, principalmente na cidade de São Paulo, e se tornava essencial em muitos países europeus e nos Estados Unidos, começou-se a questionar o impacto das edificações na qualidade de vida, bem-estar e saúde das pessoas.

A grande preocupação foi em relação aos impactos que os ambientes internos têm na saúde de seus ocupantes, já que grande parte da população, a maioria vivendo em grandes centros urbanos, permanece mais de 90% do tempo dentro de edificações (IWBI, 2021) e há pouca ação por parte da sociedade em verificar se a qualidade ambiental interna das edificações vem afetando a saúde das pessoas.

A Agência de Proteção Ambiental americana (EPA) descreve o *Sick Building Syndrome* (SBS), ou Síndrome do Edifício Doente, como situações em que os ocupantes experimentam problemas relacionados à saúde e conforto durante o tempo em que permanecem no interior de uma sala, zona ou até mesmo da edificação. Segundo a EPA, os indicadores do SBS estão associados ao desconforto agudo como dor de cabeça; irritação do nariz, olho e garganta; tosse seca; pele seca ou com coceira; tontura e náusea; dificuldade de concentração; fadiga e sensibilidade a odores. As causas são desconhecidas e os sintomas geralmente desaparecem ou as pessoas indicam alívio após deixarem o local. Estas síndromes são muitas vezes causadas por ventilação inadequada, fontes de contaminantes químicos no interior da edificação sem sistema de tratamento e exaustão adequados, fontes contaminantes externas à edificação e contaminantes biológicos. Além disso, o SBS é responsável pelo aumento do absenteísmo por motivos de saúde, redução da eficiência no trabalho e deterioração da moral do empregado (EPA).

Em contraste, o termo *Building Related Illness* (BRI), é utilizado quando os sintomas da doença são identificados e podem ser atribuídos diretamente a algum problema de qualidade ambiental interna do edifício. Stadner (2015) define o BRI como reações ou infecções alérgicas cujos sintomas podem ser definidos clinicamente. As causas dos sintomas são conhecidas e os problemas associados continuam após o ocupante deixar a edificação. As causas associadas ao BRI são os sistemas de umidificação, torres de resfriamento, filtros e bandejas de drenagem do sistema de ar-condicionado, superfícies molhadas e materiais de construção danificados pela água. Alguns exemplos de BRI são a doença do legionário causada pela bactéria *Legionella*, pneumonite por hipersensibilidade, febres causadas por umidificadores, tosse, sensação de compressão peitoral e dores musculares (EPA). Ou seja, os sintomas são clinicamente definidos e as causas identificadas.

Outro problema associado ao SBS e ao BRI, porém resultante da má qualidade do ar, é a Sensibilidade Química Múltipla, ou *Multiple Chemical Sensitivity* (MCS), que é reconhecido em pessoas que se mostram sensíveis a agentes específicos em níveis que não tem efeito observável na população em geral. Aparentemente, pessoas com MCS têm dificuldade de permanecer dentro das edificações. No entanto, ainda não há um consenso entre os profissionais se o MCS realmente existe e quais são seus mecanismos subjacentes (EPA).

Pensando nos problemas associados aos edifícios doentes, em 2013, a DELOS, empresa americana e pioneira na integração de tecnologias de saúde e bem-estar em edificações, fundou o *International Well Building Institute* (IWBI). Em outubro de 2014, após seis anos de estudos em comitês com profissionais e acadêmicos ligados à indústria, saúde e construção, a primeira versão do *WELL Building Standard* (WELL) foi lançada visando os impactos que o ambiente interno das edificações causam nos sistemas do corpo humano como cardiovascular, digestivo, endócrino, imunológico, tegumentar, muscular, nervoso, reprodutivo, respiratório, ósseo e urinário (IWBI, 2021).

Naquele momento, o conceito de qualidade ambiental interna ganha força visando à qualidade de vida, bem-estar e saúde dos ocupantes de edificações e passa a ser conhecido como “a segunda onda da sustentabilidade” (FEDRIZZI, 2017).

O termo Qualidade Ambiental Interna (QAI) é um domínio que abrange outros subdomínios como a qualidade do ar interno, qualidade da água, conforto térmico, lumínico e acústico, saúde da mente, alimentação saudável, prática de atividades físicas, ergonomia, materiais saudáveis, ou seja, que não impactam na saúde das pessoas; além do envolvimento da comunidade,

estendendo-se aos ocupantes, família dos ocupantes e à sociedade de uma forma geral (IWBI, 2021).

Dentre os subdomínios da QAI, a má qualidade do ar é a causa número um de mortalidade prematura, sendo responsável por 7 milhões de mortes anuais no mundo, ou seja, $\frac{1}{8}$ das mortes prematuras. Além dos problemas relacionados ao ar externo com poluentes como benzenos, particulados, ozônio, óxido de nitrogênio, monóxido e dióxido de carbono, dentre outros, há os problemas relacionados ao ar interno das edificações, principalmente em edificações que possuem sistemas de ar-condicionado e ventilação mecanizada e não possuem ventilação natural. O uso de materiais prejudiciais à saúde humana que emitem compostos orgânicos voláteis tropogênicos, formaldeídos, o uso de equipamentos que emitem ozônio ou queima de combustíveis fósseis, filtros mal-empregados, dutos de ar-condicionado que não passam por limpeza periódica, dentre outros, são fontes contaminantes do ar no interior das edificações (IWBI, 2016).

Segundo a OMS, 91% da população mundial vive em locais em que a qualidade do ar excede os limites máximos do *WHO Guideline* para particulados ($PM_{2,5} \leq 10\mu\text{g}/\text{m}^3$ média anual e $PM_{2,5} \leq 25\mu\text{g}/\text{m}^3$ média de 24 horas; $PM_{10} \leq 20\mu\text{g}/\text{m}^3$ média anual e $PM_{10} \leq 50\mu\text{g}/\text{m}^3$ média de 24 horas), ozônio ($O_3 \leq 100\mu\text{g}/\text{m}^3$ média de 8 horas), dióxido de nitrogênio ($NO_2 \leq 40\mu\text{g}/\text{m}^3$ média anual e $NO_2 \leq 200\mu\text{g}/\text{m}^3$ média de 1 hora) e dióxido de enxofre ($SO_2 \leq 20\mu\text{g}/\text{m}^3$ média de 24 horas e $SO_2 \leq 500\mu\text{g}/\text{m}^3$ média de 10 minutos) (WHO, 2018). Desta forma, segundo a mesma fonte, 4,2 milhões de mortes anuais estão associadas à poluição atmosférica e 3,8 milhões de mortes anuais são relativas à exposição de fumaça de fogões e combustíveis. Além disso, a poluição do ar é responsável por 24% dos acidentes vasculares cerebrais (AVC), levando à morte 1,4 milhões de pessoas por ano. Conhecida como morte invisível, também é responsável por 43% das mortes por doenças pulmonares, 29% das mortes por câncer de pulmão e 25% das mortes associadas a problemas do coração.

O ar interno das edificações, por exemplo, pode ser degradado devido à má qualidade do ar externo e a baixa ventilação desses ambientes expõe as pessoas à presença de Compostos Orgânicos Voláteis (COV), Hidrocarbonetos Aromáticos Policíclicos (PAH) e micróbios, que podem causar problemas no sistema respiratório. Outros poluentes encontrados em ambientes internos e que também devem ser controlados são o Monóxido de Carbono (CO), Chumbo (Pb), Dióxido de Nitrogênio (NO_2), Ozônio (O_3), particulados como o $PM_{2,5}$ e PM_{10} e o Dióxido de Enxofre (SO_2). Os principais sistemas do corpo humano diretamente afetados pela má qualidade do ar são o respiratório, imunológico, cardiovascular e tegumentar (IWBI, 2021).

Outro subdomínio da QAI, o conforto térmico, é definido pela ASHRAE 55 (2017) como sendo uma condição psicológica que expressa satisfação com a temperatura ambiente e é avaliada de forma subjetiva. Fanger (1970) define que o conforto térmico no corpo é fornecido por meio de um sistema homeostático que equilibra ganhos e perdas de calor para manter a temperatura central do corpo dentro de sua faixa ideal, 36-38°C [97-100°F], e é regulada pelo hipotálamo.

O conforto térmico é diferente do stress térmico. O conforto térmico pretende garantir a satisfação do indivíduo em um determinado ambiente em relação à sua temperatura corporal. Já o stress térmico ocorre em situações ambientais extremas de frio ou calor (LABEEE, 2002). Em outras palavras, o conforto térmico é uma situação de equilíbrio térmico corporal nos indivíduos enquanto o stress térmico afeta diretamente os sistemas do corpo humano, podendo levar o indivíduo à morte. A temperatura de conforto humano ideal é estabelecida entre 20 e 24 graus no inverno e 23 e 26 no verão, com umidade relativa entre 40% e 80% (ABNT NBR ISO 9241, 2021).

Da mesma forma, a iluminação também exerce influência na saúde das pessoas. Sobre o conforto lumínico, sabe-se que os seres humanos percebem o mundo através de imagens formadas na retina do olho. O nível de iluminação em um espaço pode aumentar a habilidade de uma pessoa a exercer determinada tarefa e perceber o espaço ao seu redor (IWBI, 2021). Além disso, a iluminação é um dos fatores que contribui para o ritmo circadiano, que é o período de 24 horas em que o ciclo biológico dos seres vivos se baseia. A iluminação sincroniza o relógio biológico dos seres vivos e ajuda o núcleo supraquiasmático a regular os hormônios que atuam nos processos fisiológicos como o estado de alerta, digestão e sono (IWBI, 2021). Relativo à baixa qualidade ou ao excesso de iluminação, os sistemas do corpo humano afetados são o nervoso, muscular, imunológico e endócrino. Alguns dos problemas associados são a redução de produtividade, cansaço visual, dores de cabeça, redução do estado de alerta, mudanças no humor e alterações no ritmo circadiano (IWBI, 2021).

A qualidade ambiental interna, além de afetar a saúde dos ocupantes, também é responsável pelos índices de absenteísmo e presenteísmo nas empresas. O absenteísmo por motivos de saúde é relativamente fácil de ser mensurado, uma vez que basta verificar as faltas dos colaboradores por motivos médicos. No entanto, diferentemente do absenteísmo, o presenteísmo nem sempre é aparente, pois é difícil dizer quando ou quanto uma doença ou condição médica influencia a performance de uma pessoa. A diferença entre o absenteísmo e o presenteísmo é que no absenteísmo as pessoas faltam ao trabalho por motivos de saúde, já no presenteísmo as pessoas vão trabalhar sentindo-se mal, o que afeta a produtividade individual em $\frac{1}{3}$ (HEMP, 2004). Um

exemplo de presenteísmo está na redução da performance em relação ao desconforto térmico. A performance tende a diminuir em 4% quando a pessoa se sente desconfortável ao frio enquanto o desconforto em temperaturas mais altas é de 6%. Outro exemplo está em que as pessoas também tendem a dormir 46 minutos a mais por noite se trabalharem em locais que tenham acesso a janelas com iluminação natural (WORLD GREEN BUILDING COUNCIL, 2014).

Se um dos aspectos do absenteísmo e presenteísmo para as empresas está no impacto na performance de seus colaboradores, então é certo que este impacto atingirá os custos associados. De acordo com o *Bureau of Labor Statistics* e um estudo realizado nos Estados Unidos em 2003 e publicado no *Journal of Occupational and Environmental Medicine*, a média dos dias em que as pessoas ficam doentes representa US\$348 em perda de produtividade nas empresas (BUREAU OF LABOR STATISTICS). Essa perda de produtividade à que o estudo se refere é o absenteísmo por motivos de saúde. A Gallup, consultoria que desenvolve análises globais sobre atitudes e comportamentos de funcionários, clientes e pessoas, ajustou esse custo em US\$200 por colaborador por dia de trabalho perdido devido a problemas de saúde por doença em final de semana e presenteísmo. Além disso, ela realizou uma pesquisa com as empresas sobre bem-estar e as classificou de 0 a 100. De 0 a 39 é considerado que os funcionários estão sofrendo, de 40 a 69 estão “lutando” no trabalho e de 70 a 100 são condições consideradas prósperas. Dessa forma, chegou-se à conclusão de que o custo por perda de produtividade por colaborador é de \$28.800 anuais para empresas classificadas de 0-19 pontos, \$6.168 para as classificadas em 50-59 pontos e \$840 para as classificadas em 90-100 pontos (ROBISON, 2010).

Olhando pelo lado do investimento, uma vez que há custos para manter a qualidade ambiental interna adequada para os ocupantes, o custo do ciclo de vida de um edifício, ou seja, desde a concepção do projeto até 30 anos após sua ocupação, 2% são relativos às fases de projeto e construção, 6% para a manutenção e operação e 92% dos custos são associados aos ocupantes (OSSO, 1994). Os custos associados aos ocupantes são os salários, encargos, benefícios, dentre outros.

Outro estudo do *World Green Building Council* traz resultados semelhantes. Custos relacionados aos ocupantes, incluindo salários e benefícios, são da ordem de 90% em comparação com os custos operacionais de uma edificação, enquanto 9% são custos com aluguel e 1% com o consumo de energia. Sugere-se que a produtividade dos funcionários, ou

qualquer elemento que impacte sua habilidade de ser produtivo, deve ser a maior preocupação de uma organização (WORLD GREEN BUILDING COUNCIL, 2014).

O ônus econômico dos trabalhadores indispostos, em termos de produtividade, absenteísmo e presenteísmo é enorme, possivelmente atingindo de 10% a 15% da produção econômica (The Future of Wellness at Work, 2016).

No Brasil, e no mundo, há poucos trabalhos relacionados ao impacto da QAI no absenteísmo e presenteísmo dos ocupantes. No entanto, cada vez mais é percebida a relevância do tema e como ele influencia na qualidade de vida, bem-estar e saúde das pessoas. Desta forma, a importância desta pesquisa está no preenchimento de parte desta lacuna ao traçar um paralelo dos impactos da qualidade do ar, conforto térmico e lumínico nos ocupantes de edificações, mais precisamente de um escritório corporativo, e relacionar os problemas à saúde, absenteísmo e presenteísmo através de técnicas de Avaliação Pós-Ocupação (APO).

2 OBJETIVOS

Objetivo geral

O objetivo geral desta pesquisa é avaliar a qualidade ambiental interna de um escritório corporativo, com ênfase na qualidade do ar (CO₂ e particulados), conforto térmico e lumínico e verificar o impacto destes aspectos no absenteísmo e presenteísmo dos ocupantes.

Objetivo específico

Diante das condições identificadas por meio da aplicação do método de Avaliação Pós-Ocupação (APO), indicar estratégias para mitigar os problemas encontrados.

3 REVISÃO DA LITERATURA

A má qualidade do ar vem sendo percebida há séculos. Desde os tempos dos gregos e romanos (Hippocrates, 460–377 BC) até os dias atuais ela vêm sendo estudada. Hoje, muito se sabe sobre os contaminantes que prejudicam a qualidade do ar e a saúde das pessoas. Para o ambiente externo, a EPA lista seis contaminantes comuns do ar que são o ozônio, particulados, monóxido de carbono, chumbo, dióxido sulfúrico e dióxido de nitrogênio (EPA). Para o ambiente interno,

incluir também nesta lista o radônio, compostos orgânicos voláteis, formaldeído e contaminantes biológicos (EPA).

Apesar de ser um indicador da qualidade do ar, o CO₂ não é considerado um contaminante pela Organização Mundial da Saúde (OMS), porém, a alta exposição a esse gás pode produzir uma variedade de efeitos na saúde como dores de cabeça, tonturas, inquietação, formigamento, dificuldade em respirar, sudorese, cansaço, aumento da frequência cardíaca, pressão arterial elevada, coma, asfixia e convulsões (WISCONSIN DEPARTMENT OF HEALTH SERVICES, 2021).

Na última década, entre os anos 2000 e 2015, o número de crianças que começou a frequentar e permanecer mais de seis horas em creches na Coreia do Sul dobrou devido ao aumento da força de trabalho feminina (HWANG, SEO, *et al.*, 2017). Foi realizado um estudo em 25 creches na área metropolitana de Seul, capital do país, para contaminantes como CO₂, CO, TVOC, HCHO, umidade, bactérias e mofo e chegou-se à conclusão que a ventilação, seja mecânica ou natural, é uma estratégia eficiente para a remoção destes contaminantes, porém, se o sistema não for propriamente projetado, instalado, mantido e operado pode trazer problemas adversos, pois desta forma o sistema poderia permitir a entrada de contaminantes externos que degradariam a qualidade do ar interno (HWANG, SEO, *et al.*, 2017). Na Itália, um estudo realizado em escolas mostrou altas concentrações de CO₂ durante o verão com picos de 5000ppm e média variando entre 1400ppm a 3000ppm devido ao comportamento de arejamento manual (STABILE, DELL'ISOLA, *et al.*, 2017). Nos Estados Unidos, um estudo com 100 edifícios tidos como não problemáticos em relação à qualidade do ar interno revelou a concentração de CO₂ em 1500ppm, já nas escolas, algumas chegaram a ter concentrações de CO₂ em 2500ppm a 3000ppm (ALLEN e MACOMBER, 2020).

Referente aos particulados, a alta exposição a PM₁₀ pode resultar em impactos na saúde humana como tosse, respiração ofegante, asma, bronquite, hipertensão, ataque cardíaco, derrames e morte prematura. Um estudo realizado na Nova Zelândia indica a morte prematura de 900 pessoas por ano devido ao PM₁₀, o que representa 0,018% da população do país (MARLBOROUGH DISTRICT COUNCIL). Já o PM_{2,5} é uma partícula fina de 2,5µm e que compreende uma mistura de partículas sólidas e líquidas incluindo carbono negro, formado por combustão incompleta de combustíveis fósseis, biocombustíveis e biomassa; metais; nitrato; sulfatos; hidrocarbonetos policíclicos aromáticos (PAHs) e emissões de partículas por veículos (BELL, DOMINICI, *et al.*, 2007). 5% das mortes por câncer de pulmão são atribuídos aos

particulados. A mortalidade e as admissões em em hospitais aumentam, respectivamente, em 7% e 4% para cada $10\mu\text{g}/\text{m}^3$ de $\text{PM}_{2,5}$. Como referência, a exposição do limite de $\text{PM}_{2,5}$ nos EUA é de $12\mu\text{g}/\text{m}^3$ e a média anual de Los Angeles fica entre $13\mu\text{g}/\text{m}^3$ e $19\mu\text{g}/\text{m}^3$. Em Pequim, China, e Nova Delhi, Índia, a concentração de $\text{PM}_{2,5}$ excede $1.200\mu\text{g}/\text{m}^3$ (ALLEN e MACOMBER, 2020). Já no Brasil, as 17 estações de medições para $\text{PM}_{2,5}$ no estado do Rio de Janeiro, apontam que o padrão diário de $\text{PM}_{2,5}$ em 2015 foi de $35\mu\text{g}/\text{m}^3$, sendo a máxima em $53\mu\text{g}/\text{m}^3$ e a média anual em $12\mu\text{g}/\text{m}^3$ (INEA; GEAR, 2015). No estado de São Paulo (Baixada Santista, RMSP e Interior), as 32 estações de medição apontam que o padrão diário de $\text{PM}_{2,5}$ em 2019 foi de $60\mu\text{g}/\text{m}^3$, sendo a máxima em $83\mu\text{g}/\text{m}^3$ e a média anual em $20\mu\text{g}/\text{m}^3$ (CETESB, 2019).

Um estudo europeu, intitulado *OFFICAIR study*, investigou a QAI em 37 edifícios corporativos modernos em 8 países europeus entre 2012 e 2013. Dos contaminantes monitorados observou-se que as concentrações máximas de $\text{PM}_{2,5}$ ($17\mu\text{g}/\text{m}^3$ no verão e $32\mu\text{g}/\text{m}^3$ no inverno) ficaram acima da recomendação da OMS tanto para a média diária ($25\mu\text{g}/\text{m}^3$) quanto para a média anual ($10\mu\text{g}/\text{m}^3$) (MANDIN, TRANTALLIDI, *et al.*, 2016).

Referente ao conforto térmico, este conceito surgiu no século XX quando as pessoas passaram a poder controlar o microclima de ambientes internos como veículos e casas. Nos séculos anteriores o conforto térmico era controlado através de processos adaptativos como comportamento, vestimentas, lareiras e fornos (FABBRI, 2015).

Fanger (1970) foi um dos primeiros a focar sua pesquisa na percepção das pessoas em relação ao conforto térmico e bem-estar em ambientes internos. Em seu estudo, Fanger introduz uma escala de julgamento baseada na sensação das pessoas em relação ao conforto térmico e elabora uma equação baseada na taxa metabólica, vestimentas, temperatura do ar, temperatura radiante, velocidade do ar e umidade relativa. A equação elaborada por Fanger ficou conhecida como Voto Médio Previsto, ou *Predicted Mean Vote*, (PMV) e expressa a opinião das pessoas sobre o conforto térmico em uma escala variando de -3 a +3, onde -3 muito frio; -2 frio; -1 levemente frio; 0 neutro; +1 levemente quente; +2 quente; +3 muito quente. Contudo, a equação do PMV em si não era apta para avaliar se a maioria das pessoas se sentia confortável termicamente dentro de um mesmo ambiente e nas mesmas condições. Desta forma, Fanger propôs um índice para avaliação das condições de desconforto térmico expressa pela equação da Porcentagem Prevista de Insatisfeitos, ou *Predicted Percentage of Dissatisfied* (PPD). Neste caso, em uma sala onde haja vinte pessoas, mesmo que o ambiente tenha condições de conforto (neutralidade

térmica), ao menos uma pessoa estará insatisfeita devido ao frio ou calor (FABBRI, 2015). Fanger também introduziu a teoria do estado estacionário baseado no balanço térmico entre o corpo humano e o ambiente térmico. Essa teoria sugere que em caso do corpo humano ou o ambiente térmico estiver mais quente que o outro, há uma liberação extra de calor para atingir o estado estacionário. Em outras palavras, a fim de alcançar um equilíbrio térmico sustentável entre o corpo humano e o ambiente térmico circundante, o calor produzido deve estar em equilíbrio com o calor transmitido (SHAHZAD, BRENNAN, *et al.*, 2018).

Outro parâmetro, o Índice de Stress Térmico (ITS) foi introduzido pelo arquiteto israelense Baruch Givoni em 1963. Nesta década, outros indicadores de desconforto também foram introduzidos e ficaram conhecidos como desconforto térmico localizado (FABBRI, 2015). Os índices de desconforto térmico localizado dependem da distribuição desuniforme do ambiente em espaços confinados como escritórios, casas, edifícios, trens, aviões, etc. As causas do desconforto podem ser pela diferença entre temperatura entre piso e teto, temperatura radiante, correntes de ar, assimetria da temperatura radiante ou por pisos muito frios ou quentes (TENNENBAUM, SOHAR, *et al.*, 1961).

Leite (2003) conclui em sua pesquisa sobre conforto térmico em ambiente com ar-condicionado com insuflamento pelo piso que a condição de conforto pode ser obtida mesmo com valores de temperatura do ar no ambiente mais elevados do que os adotados para o condicionamento geral, isto é, até 28°C. Nessas condições, pode, inclusive, atender às preferências individuais de conforto.

Da mesma forma, o estudo realizado por Shahzad e Brennan *et al.* (2018) em quatro edifícios corporativos mostra que quando a sensação e preferência térmicas foram combinadas para responder ao questionamento se a neutralidade da sensação térmica determina o conforto térmico, o resultado foi que 36% dos respondentes disseram não querer a neutralidade térmica. Além disso, em entrevistas posteriores, 70% dos participantes reconheceram diferenças individuais na percepção do ambiente térmico. Quando perguntados sobre como gostariam de se sentir ao trabalhar, 40% disseram preferir sentir o ambiente um pouco mais frio para ficarem frescos e sem vontade de dormir e 30% prefeririam sentir o ambiente um pouco mais quente devido à falta de movimento e a natureza sedentária do trabalho. Apenas 30% disseram que prefeririam sentir-se neutros ao trabalhar.

Atualmente, as pesquisas estão voltadas para o conforto térmico adaptativo, cuja abordagem reconhece que as pessoas não são passivas em relação ao seu ambiente térmico, mas o controlam para garantir seu conforto. Desta forma, o conforto térmico pode ser visto como um sistema autorregulável ao incorporar não só a troca de calor entre a pessoa e o ambiente, mas também a fisiologia, comportamento e psicológico da pessoa, além das oportunidades de controle proporcionadas pelo projeto e construção do edifício (HUMPHREYS e NICOL, 2018). O modelo adaptativo é baseado em três aspectos inter-relacionados: psicológico (expectativa do conforto), comportamental (acesso do ocupante para regular o espaço e garantir seu conforto) e fisiológico (aclimatização do corpo em relação ao meio externo) (RUPP, VÁSQUEZ e LAMBERTS, 2015). O modelo adaptativo é baseado nos estudos de ventilação natural dos ambientes internos. Neste caso, a temperatura de conforto varia de acordo com o clima externo como temperatura do ar, umidade relativa e velocidade do ar (RUPP, VÁSQUEZ e LAMBERTS, 2015). Desta forma, como este estudo foi realizado em um escritório climatizado artificialmente, o conforto térmico adaptativo não será aprofundado na pesquisa.

O terceiro tema que interfere na QAI é a iluminação. A produtividade intelectual pode ser produzida pelo processamento do conhecimento e não por uma simples resposta ou trabalho muscular (ISHII, KANAGAWA, *et al.*, 2016). Estudos sobre iluminação circadiana mostram como a iluminação natural tem grande responsabilidade na regulação dos hormônios do corpo humano. Ao aumentar os níveis de iluminação, as pessoas tendem a sentir-se mais energizadas e ativas, assim como ao diminuir, as pessoas sentem-se mais cansadas (BOYCE, 2004). Além disso, a qualidade da luz tem sido associada a problemas de irritação ocular e mudanças no sistema circadiano de adultos (CEDEÑO-LAURENT, WILLIAMS, *et al.*, 2018).

A qualidade da iluminação depende de diversos fatores como a expectativa das pessoas e suas experiências anteriores com a iluminação artificial. Além disso, a qualidade da iluminação é muito mais do que apenas fornecer um apropriado nível de iluminância, mas também oferecer uniformidade da iluminância, distribuição da luminância, características de cor, temperatura e ofuscamento (KRALIKOVA e WESSELY, 2016).

A iluminação circadiana vem sendo estudada nas últimas décadas e novas métricas como o lux equivalente melanópico (*Equivalent Melanopic Lux - EML*) e o estímulo circadiano (*Circadian Stimulus - CS*) vêm sendo propostos para quantificar o potencial efeito da iluminação no sistema circadiano do corpo humano (SAFRANEK, COLLIER, *et al.*, 2020). A métrica EML é baseada na resposta melanópica das células ganglionares retiniais intrinsecamente fotossensíveis com o

pico da radiação ótica em 480nm (LUCAS, PEIRSON, *et al.*, 2014). Já a métrica CS é a eficácia calculada da luz na supressão da melatonina (REA e FIGUEIRO, 2018). Existem três organizações com recomendações para a iluminação circadiana: O *International WELL Building Institute* (IWBI), o *UL Design Guideline 24480* e o *Collaborative for High Performance Schools* (CHPS) (SAFRANEK, COLLIER, *et al.*, 2020).

A QAI influencia diretamente no absenteísmo e presenteísmo dos ocupantes de edificações, que, por consequência, influenciam na produtividade dos mesmos. Estudos apontam a relevância da qualidade do ar interno na produtividade dos ocupantes de escritórios. Em dois escritórios normais e controlados, foram criadas duas fontes de contaminantes diferentes para o ar, imperceptíveis para os ocupantes. As pessoas, nos dois escritórios, trabalharam pelo mesmo período de 4,5 horas e as condições operacionais do sistema de condicionamento de ar, incluindo a taxa de renovação de ar, eram exatamente as mesmas. A produtividade das pessoas que trabalhavam no escritório com a qualidade do ar considerada boa foi 6,5% superior à do escritório com a fonte contaminante invisível (FANGER, 2001).

Leite (2003) apontou em sua pesquisa que escritórios em São Paulo poderiam ter valores de temperatura mais elevados a partir de sistema de ar-condicionado insuflado pelo piso. Além de uma economia de energia pelo aproveitamento de 100% do ar externo durante um período significativo do ano, esse aproveitamento resulta também em melhoria da qualidade do ar interno (LEITE, 2003), o que em períodos de pandemia como a do COVID-19, se torna uma das estratégias fundamentais para evitar a propagação do vírus no interior dos edifícios e diminuir a concentração de outros contaminantes para atender aos parâmetros estipulados para a qualidade do ar. Similarmente, um estudo foi realizado na Suécia com 160 edifícios em que foi demonstrado que a probabilidade dos ocupantes obterem sintomas de SBS, Síndrome do Edifício Doente, em edifícios com baixa taxa de renovação de ar é muito superior à de edifícios com alta taxa de renovação de ar, o que indica a importância da renovação do ar para a qualidade do ar interno de edificações. O resultado dessa pesquisa está ilustrado na Figura 3-1.

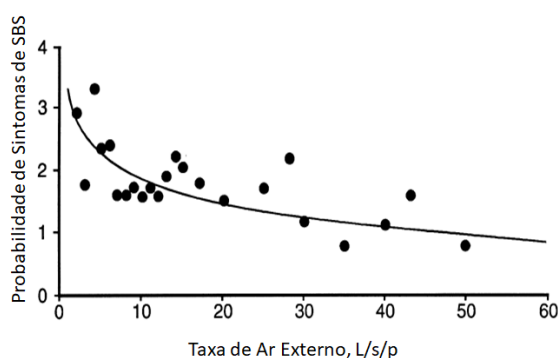


Figura 3-1 – O Risco dos sintomas de SBS e a taxa de ventilação em 160 edifícios na Suécia

Fonte: Adaptado de SUNDELL (1994)

Nesse mesmo contexto, Fanger et al. (1999) realizou um estudo mostrando que a percepção das pessoas em relação à qualidade do ar interno é melhor quando a temperatura do ambiente está em 20°C, umidade relativa em 40% e taxa de ventilação em 3,5 L/s/pessoa do que se a temperatura do ambiente estiver em 23°C, umidade relativa em 50% e taxa de ventilação em 10,1 L/s/pessoa.

A baixa qualidade do ar em termos de altas concentrações de CO₂ ou outros poluentes estão associados ao absenteísmo, síndrome do edifício doente (SBS) (FISK, MIRER e MENDELL, 2009) e na redução da performance cognitiva dos trabalhadores (ALLEN, MACNAUGHTON, et al., 2016). Um estudo realizado com ocupantes de edifícios certificados LEED e BREEAM na Holanda observou que a qualidade do ar traz melhorias significativas na saúde dos ocupantes, reduzindo em 42% na prevalência de sintomas de SBS e 2% em licenças médicas, gerando uma redução de 2,5 milhões de Euros para as empresas participantes da pesquisa (PALACIOS, EICHHOLTZ e KOK, 2020).

Referente ao conforto térmico, um estudo de 2014 realizado pelo *Indian Statistical Institute* sobre o impacto da temperatura na produtividade da força de trabalho indiana revelou que a produtividade diminui em altas temperaturas, chegando a reduzir em 3% para cada grau celsius (SOMANATHAN, SOMANATHAN, et al., 2021). Além disso, condições térmicas inadequadas na forma de temperaturas abaixo do ideal ou umidade relativa têm sido associados à prevalência de aumento da frequência cardíaca, problemas respiratórios, SBS e desempenho cognitivo reduzido (LAN, WARGOCKI e LIAN, 2011).

Já sobre o conforto lumínico, uma pesquisa realizada com 24 pessoas para avaliar a taxa do tempo de concentração (CTR) a partir da iluminação artificial convencional e do uso de luminárias de mesa teve como resultado um aumento de 5% na performance dos participantes quando estes utilizaram luminárias de mesa com lâmpadas com temperatura de cor de 6200K (ISHII, KANAGAWA, *et al.*, 2016).

Dessa forma, dentro do conceito de Qualidade Ambiental Interna (QAI), esta pesquisa visa estudar os subdomínios de qualidade do ar interno, conforto térmico e conforto lumínico e associá-los com o absenteísmo e presenteísmo.

4 FUNDAMENTAÇÃO DOS ASPECTOS CONSIDERADOS NA AVALIAÇÃO

A Qualidade Ambiental Interna (QAI) de edificações abrange conceitos como a qualidade do ar interno, conforto térmico, conforto lumínico, conforto acústico, qualidade da água, biofilia, saúde da mente, promoção da alimentação saudável e atividades físicas, dentre outros. Esta pesquisa visa os conceitos de qualidade do ar interno, com foco nas concentrações de CO₂ e particulados; conforto térmico e conforto lumínico, com foco na iluminação circadiana.

4.1 Qualidade do ar interno

A Resolução N^o 9 de 2003 da ANVISA define a qualidade do ar interno como uma resultante do processo de ocupação de um ambiente fechado com ou sem ventilação natural. A ASHRAE 62.1 (2016) expressa que a qualidade aceitável do ar interno de edificações é aquela em que não há contaminantes em concentrações prejudiciais para a saúde humana e em que 80% das pessoas expostas demonstram satisfação.

A ANVISA (2003) mapeia as fontes de poluentes biológicos e químicos que prejudicam a qualidade do ar interno.

Dentre os poluentes biológicos, estão as bactérias, fungos, protozoários, vírus, algas, pólen, artrópodes e animais como roedores, morcegos e aves. O VMR, Valor Máximo Recomendável, para contaminação microbiológica deve ser igual ou inferior 750ufc/m³ e atender a relação I/E

$\leq 1,5$, onde “I” é a quantidade de fungos no interior da edificação e “E” a quantidade de fungos no meio externo. A Resolução da ANVISA nº 9 (2003) alerta que quando a relação I/E for maior que 1,5 deve-se fazer um diagnóstico das fontes poluentes para ações corretivas, além disso, não pode ocorrer a presença de fungos patogênicos e toxigênicos.

Dentre os poluentes químicos se encontram o CO, CO₂, NO₂, O₃, formaldeídos, materiais particulados, partículas provenientes do fumo e compostos orgânicos voláteis (COVs) (ANVISA, 2003). A ABNT NBR 16401-3 (2008) indica as concentrações e exposição de pessoas nos ambientes internos aceitáveis para os poluentes químicos. Desta forma, tem-se o CO (9ppm-8h); formaldeído (27ppb-8h); NO₂ (100µg/m³); PM₁₀ (50µg/m³); SO₂ (50µg/m³); O₃ (100µg/m³); CO₂ (3500µg/m³). Em relação ao CO₂ e aerodispersóides totais, a ANVISA (2003) estabelece, respectivamente, uma concentração limite de 1000ppm e 80µg/m³.

A ASHRAE 62.1 (2016) lista alguns cuidados que deve-se ter com os equipamentos e dutos de ar-condicionado, como o material possuir resistência ao crescimento de mofo e ter resistência à erosão. Além disso, a tomada de ar externo deve estar distante de fontes poluidoras e possuir proteção contra chuva, neve e pássaros. Os contaminantes internos capturados de equipamentos sem combustão devem ser descartados diretamente para as áreas externas da edificação, já o ar de equipamentos a combustão deve passar por um tratamento e remoção das substâncias proveniente da combustão de acordo com as especificações dos fabricantes. Os filtros de ar devem possuir a eficiência mínima do MERV 8 ou M5 e o sistema de ar condicionado deve ser capaz de desumidificar o ar, deixando o ambiente em espaços ocupados com umidade relativa inferior a 65%.

Em relação à qualidade do ar, a ASHARE 62.1 (2016) define uma classificação de 1 a 4 que deve ser realizada para os ambientes de uma edificação ou espaço por um profissional de saúde e segurança ambiental, conforme demonstrado no Quadro 4.1-1.

Classe do Ar	Definição
1	Ar com baixa concentração de contaminação, baixa intensidade de irritação sensorial e baixo odor (imperceptível)
2	Ar com concentração de contaminação moderada, média intensidade de irritação sensorial e odor suave
3	Ar com concentração de contaminantes significativo, intensidade de irritação sensorial significativa e odores ofensivos
4	Ar com alta concentração de fumaça e gases com partículas potencialmente perigosas, bioaerossóis ou gases em altas concentrações e considerados prejudiciais

Quadro 4.1-1 – Classificação da qualidade do ar baseado na concentração de contaminantes

Fonte: Adaptado de ASHRAE 62.1 (2016)

É permitido que o ar Classe 1 de um ambiente possa ser recirculado ou até mesmo transferido para outros ambientes, já o ar Classe 2 é permitido apenas sua recirculação dentro do ambiente de origem. Porém, pode-se transferir um ar Classe 2 para um ambiente com ar Classe 3 desde que o uso do espaço e poluentes sejam similares. Transferência de ar Classe 2 para Classe 4 é permitido, assim como a transferência de um ar Classe 2 para ser utilizado em toaletes. O ar Classe 3 pode ser recirculado dentro do ambiente de sua origem, porém, é proibido sua transferência ou recirculação dentro de qualquer outro ambiente. Além disso, o ar Classe 3 não deve ser reutilizado com taxa maior que 5% em relação à taxa de ar externo insuflada no ambiente. O ar Classe 4 tem sua transferência ou recirculação proibida (ASHRAE 62.1, 2016).

O ar externo é utilizado para renovação do ar interno e, dessa forma, reduzir os contaminantes e diminuir a concentração de CO₂ dentro de uma edificação ou espaço, porém, alguns cuidados também devem ser tomados para não ocorrer o efeito inverso, ou seja, o ar externo contaminar o ar interno. Em edifícios que estejam em locais cujo ar externo exceda as concentrações limites de PM₁₀, um filtro mínimo MERV 6 (ou G4) deve ser instalado. Se o ar externo exceder à concentração limite do PM_{2,5}, então deve ser instalado um filtro MERV 11 (ou M6), já para o ozônio deve ser providenciado dispositivo de limpeza do ar quando sua concentração exceder 0,107ppm ou 209µg/m³ (ASHRAE 62.1, 2016).

Para novas construções ou reformas, a ASHRAE 62.1 (2016) cita algumas estratégias para manter o sistema de ventilação livre de contaminação. Caso o sistema tenha sido projetado com

filtros, este não deve operar sem os filtros. Os materiais devem ser protegidos da chuva e umidade, porém, os materiais que apresentarem crescimento de micróbios não devem ser instalados. Proteger as áreas ocupadas de outras que estiverem sendo fontes de atividades contaminantes de particulados ou gases. Os dutos também devem ser construídos seguindo a *SMACNA's HVAC Duct Construction Standards – Metal and Flexible*.

A Resolução da ANVISA nº 9 (2003) também recomenda que parâmetros físicos de temperatura, umidade, velocidade e taxa de renovação e grau de pureza do ar estejam de acordo com a NBR 6401 (1980).

Em relação às temperaturas de bulbo seco e umidade relativa, no verão, a ANVISA (2003) recomenda temperaturas entre 23°C a 26°C e umidade relativa entre 40% a 65%, sendo a temperatura máxima entre 26,5°C a 27°C e umidade relativa máxima em 65%, para todos os ambientes com exceção de ambientes de arte, cuja temperatura recomendada permanece em 21°C a 23°C e umidade relativa entre 40% e 55%. Para áreas de acesso, a temperatura máxima é de 27°C e umidade relativa máxima de 70%. No inverno, a temperatura de bulbo seco recomendada para todos os ambientes é de 20°C a 22°C, enquanto a umidade relativa é de 35% a 65%. Em relação à umidade relativa, o IWBI (2021) recomenda que esta permaneça entre 30% e 60% em todos os ambientes e independente da época do ano. Essa recomendação visa a diminuição da volatilização de compostos orgânicos voláteis (COVs) e formaldeídos. No entanto, a NR17 (2020) considera a umidade relativa abaixo de 40% prejudicial para a saúde humana. Desta forma, para o Brasil, a umidade relativa visando a qualidade do ar varia entre 40% e 60%.

A velocidade do ar máxima recomendada pela ANVISA (2003) é de 0,25m/s acima de 1,5m do nível do piso e a renovação do ar acima de 27m³/hora/pessoa para ambientes climatizados e acima de 17m³/hora/pessoa para ambientes com alta rotatividade de pessoas.

O manual de performance do WELL (2018) determina que as medições e coleta de amostras sejam feitas em toda a área dentro do projeto a ser certificado. Além disso, a medição dos parâmetros deve ser realizada com as condições normais de projeto, ou seja, se o ambiente é naturalmente ventilado, então as janelas devem estar abertas durante as medições e coleta das amostras. Deve-se também observar se o sistema de ar condicionado está ligado ou desligado e os pontos de amostragem devem estar a 1,1m ou 1,7m, representando a zona respirável quando a pessoa se encontra na posição sentada ou de pé. Os pontos de amostragem devem estar a pelo menos 1m de distância de paredes, portas, janelas, fornecimento / escape e de quaisquer ocupantes presentes durante o teste. Para projetos com múltiplos andares, as medições devem

ser distribuídas em diferentes pisos, incluindo o menor e mais alto piso ocupado regularmente. O Quadro 4.1-2 mostra o número de pontos de amostragem requeridos com base na área do projeto e número de andares.

Andares	Área Total do Projeto	
	< 4.600m ²	≥ 4.600m ²
1	2	3
2	2	4
3-4	3	5
5-7	3	6
8-10	4	7
11-15	5	8
16-20	6	9
> 20	7	10

Quadro 4.1-2 - Número de pontos de amostragem requeridos com base na área do projeto e número de andares

Fonte: Adaptado de IWBI (2021)

Em relação aos efeitos na saúde das pessoas, as concentrações de CO₂ encontradas no ar externo são da ordem de 240 a 400ppm. No entanto, de 400 a 1000ppm são as concentrações consideradas adequadas para a qualidade do ar interno de edificações. De 1000 a 2000ppm, a concentração de CO₂ indica a baixa qualidade do ar interno. De 2000 a 5000ppm, a concentração deste gás é associada com problemas de dores de cabeça, sonolência e ar estagnado, viciado e abafado, além de que a baixa concentração dos ocupantes, perda de atenção, aumento da frequência cardíaca e leve náusea também podem estar presentes. Com níveis em 5000ppm, o CO₂ indica condições de ar incomuns, onde altos níveis de outros gases também podem estar presentes. Pode, inclusive, ocorrer toxicidade ou privação de oxigênio. Este é o limite de exposição permitido para exposições diárias no local de trabalho. Já em concentrações em 40000ppm, este nível é imediatamente prejudicial devido à privação de oxigênio (WISCONSIN DEPARTMENT OF HEALTH SERVICES, 2021).

Já uma exposição prolongada ao PM_{2,5} está associada a mortes precoces como câncer de pulmão (23,9%), doença crônica obstrutiva pulmonar (18,7%), acidente vascular cerebral (AVC) (40,3%) e doença isquêmica do coração (26,8%) (SONG C, 2017). Estudos mais recentes apontam que o PM_{2,5} tem evidenciado a função deste particulado como patógeno de problemas

respiratórios. O $PM_{2,5}$ induz mudanças epigenéticas, incluindo a desregulação do micro RNA e da metilação do DNA, alteração do microambiente, autofagia celular e apoptose, pode resultar na ativação do oncogene e na inativação do gene supressor de tumor no câncer de pulmão, além de induzir e agravar a asma e doenças crônicas obstrutivas pulmonares. Além disso, há indícios na alteração induzida de mecanismos moleculares na tuberculose pulmonar e infecção respiratória (LI, ZHOU e ZHANG, 2018).

4.2 Conforto térmico

O conforto térmico é a condição da mente que expressa satisfação com a temperatura do ambiente. A insatisfação pode ser causada pelo desconforto em relação ao frio e ao calor levando em consideração tanto o corpo como um todo, expresso pelo PMV e o PPD, como por alguma parte específica do corpo, desconforto localizado (DIN EN ISO 7730:2006-05, 2006-05).

Segundo a DIN EN ISO 7730 (2006-05), a sensação térmica está relacionada ao balanço térmico do corpo, cuja influência é resultado da taxa metabólica relativa às atividades físicas, isolamento das vestimentas, temperatura do ar, temperatura média radiante, velocidade do ar e umidade. A ASHRAE 55 (2013) chama os fatores relacionados acima de os “seis fatores primários” do conforto térmico, onde os dois primeiros são relacionados às características dos ocupantes e os demais relacionados às condições da temperatura ambiente. Quando esses fatores são medidos ou estimados, então é possível calcular o PMV – Previsão do Valor Médio da sensação térmica do corpo humano.

A taxa metabólica deve ser determinada para cada tipo de ocupante representativo associado com seu tipo de atividade. Acima de 1,0 met, a evaporação do suor começa a ter um papel importante no conforto térmico (ASHRAE 55, 2013). Por exemplo, não se pode adotar uma taxa metabólica média e associar ao mesmo grupo ocupantes que tenham atividades de escritório com outros que tenham atividades na manutenção do edifício e, dessa forma, trabalhem de pé e movimentando-se. Além disso, a norma ainda determina que haja um peso para cada tipo de atividade que varie ao longo do tempo. Ou seja, se uma pessoa passa trinta minutos do seu tempo exercendo atividade mais pesada e os outros trinta minutos uma atividade sedentária, então deve-se calcular a taxa metabólica média do ocupante como 50% vezes a taxa metabólica atividade pesada + 50% vezes a taxa metabólica atividade sedentária. Caso o

indivíduo passe mais de uma hora exercendo atividade pesada e, posteriormente, mais uma hora exercendo uma atividade leve, então deve ser considerado duas taxas metabólicas distintas. Um ponto importante é que a ASHRAE 55 (2013) não se aplica para ocupantes cuja taxa metabólica média exceda 2.0 met.

Assim como a taxa metabólica, há o cuidado de não considerar o valor médio do isolamento das vestimentas para um grupo que se veste de forma significativamente variada. No entanto, caso o indivíduo seja livre para escolher seu tipo de vestimenta de acordo com a temperatura ambiente, então é permitido utilizar um valor representativo de um único ocupante para todo o grupo (ASHRAE 55, 2013). A limitação da norma está em indivíduos cujo isolamento de vestimentas seja superior a 1,5 clo, em pessoas com vestimentas impermeáveis ou que estejam dormindo e em contato com roupa de cama e cobertores.

A velocidade do ar no espaço influencia a troca de calor por convecção entre a pessoa e o ambiente e, conseqüentemente, o conforto térmico do corpo como um todo e o desconforto localizado através das correntes de ar (*draught*). Não há uma velocidade mínima do ar necessária para o conforto térmico, porém, aumentar a velocidade do ar pode ser utilizada para compensar a sensação de calor causada pelo aumento da temperatura (DIN EN ISO 7730:2006-05, 2006-05).

A umidade pode ser expressa em absoluta ou relativa e é a umidade absoluta, expressa em pressão de vapor de água no ar que influencia na perda de calor de uma pessoa por evaporação. Em temperaturas (< 26°C) e atividades (< 1,2 met) moderadas sua influência é limitada, porém, para temperaturas e atividades elevadas sua influência é maior (DIN EN ISO 7730:2006-05, 2006-05).

O PMV prevê o valor médio de votos de um grupo significativo de pessoas através de uma escala de 7 pontos, variando de -3 (muito frio) a +3 (muito quente) e onde 0 representa a neutralidade, ou seja, o conforto térmico. O balanço térmico é obtido quando a produção de calor interno é igual à perda de calor do corpo para o ambiente. Em um ambiente moderado, o sistema termoregulador do corpo irá, automaticamente, modificar a temperatura corporal e a secreção do suor para manter o balanço térmico. A tabela da escala da sensação térmica para determinação do PMV pode ser vista no Quadro 4.2-1:

+3	Muito Quente
+2	Quente
+1	Levemente Quente
0	Neutro
-1	Levemente Frio
-2	Frio
-3	Muito Frio

Quadro 4.2-1 – Escala da sensação térmica

Fonte: Adaptado de DIN EN ISO 7730 (2006)

O PMV pode ser calculado pelas Equações 4.2-1 a 4.2-6, pelas tabelas ou medições realizadas em campo. O uso das tabelas deve ser feito somente para o PMV entre -2 e +2 e quando os seis parâmetros principais, taxa metabólica, isolamento das vestimentas, temperatura do ar, temperatura média radiante, velocidade do ar e umidade, estiverem dentro do intervalo $M = 46$ W/m² até 232 W/m² (0,8 met até 4 met).

$$PMV = [0,303 \cdot \exp(-0,036 \cdot M) + 0,028] \cdot \{(M - W) - 3,05 \cdot 10 - 3 \cdot [5733 - 6,99 \cdot (M - W) - Pa] - 0,42 \cdot [(M - W) - 58,15] - 1,7 \cdot 10 - 5 \cdot M \cdot (5867 - Pa) - 0,0014 \cdot M \cdot (34 - ta) - 3,96 \cdot 10 - 8 \cdot fcl \cdot [(tcl + 273)^4 - (tr + 273)^4] - fcl \cdot hc \cdot (tcl - ta)\} \quad (4.2-1)$$

Onde o tcl, hc e fcl podem ser calculados através das expressões abaixo:

$$tcl = 35,7 - 0,028 \cdot (M - W) - Icl \cdot \{3,96 \cdot 10^{-8} \cdot fcl \cdot [(tcl + 273)^4 - (tr + 273)^4] + fcl \cdot hc \cdot (tcl - ta)\} \quad (4.2-2)$$

$$\text{Para } hc = 2,38 \cdot (tcl - ta)^{0,25} > 12,1 \cdot \sqrt{var} \quad (4.2-3)$$

$$\text{Então, } hc = 2,38 \cdot (tcl - ta)^{0,25} \quad (4.2-4)$$

$$\text{Para } hc = 2,38 \cdot (tcl - ta)^{0,25} < 12,1 \cdot \sqrt{var} \quad (4.2-5)$$

$$\text{Então, } hc = 12,1 \cdot \sqrt{var} \quad (4.2-6)$$

Onde,

M é a taxa metabólica, em watts por metro quadrado (W/m^2);

W é a potência mecânica efetiva, em watts por metro quadrado (W/m^2);

Icl é o isolamento da roupa, em metros quadrados kelvin por watt ($\text{m}^2 \cdot \text{K}/\text{W}$);

fcl é o fator da área de superfície da roupa;

ta é a temperatura do ar, em graus Celsius ($^{\circ}\text{C}$);

tr é a temperatura radiante média, em graus Celsius ($^{\circ}\text{C}$);

var é a velocidade relativa do ar, em metros por segundo (m/s);

pa é a pressão parcial do vapor de água, em pascal (Pa);

hc é o coeficiente de transferência de calor por convecção, em watts por metro quadrado kelvin [$\text{W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$];

tcl é a temperatura da superfície da roupa, em graus Celsius ($^{\circ}\text{C}$).

O cálculo do PPD se dá pela equação 4.2-7:

$$PPD = 100 - 95 \cdot \exp(-0,03353 \cdot PMV^4 - 0,2179 \cdot PMV^2) \quad (4.2-7)$$

Porém, também pode-se determinar o PPD através do PMV a partir da Tabela 4.2-1.

PMV	PPD	Votos Previstos ^a		
		%		
		0	-1, 0, +1	-2, -1, 0, +1, +2
+2	75	5	25	70
+1	25	30	75	95
+0,5	10	55	90	98
0	5	60	95	100
-0,5	10	55	90	98
-1	25	30	75	95
-2	75	5	25	70

Baseado em experimentos envolvendo 1300 objetos

Tabela 4.2-1 – Determinação do PPD através do PMV

Fonte: Adaptado de DIN EN ISO 7730 (2006)

Ilustrada pela Figura 4.2-1, a neutralidade do balanço térmico, $PMV = 0$, corresponde ao $PPD = 5\%$, ou seja, 5% das pessoas estão insatisfeitas e sentindo-se desconfortáveis, enquanto que o $PMV = -2$ ou $PMV = +2$ aponta para 75 pessoas insatisfeitas com o conforto térmico.

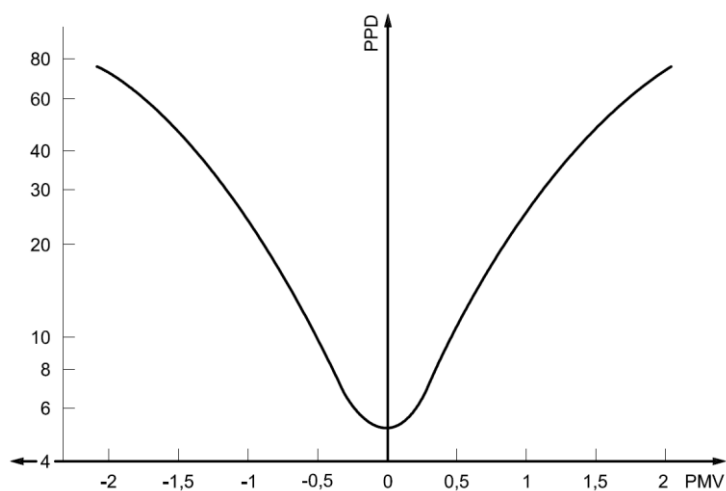


Figura 4.2-1 – PMV x PPD

Fonte: Adaptado de DIN EN ISO 7730 (2006)

O PMV e o PPD expressam o desconforto térmico, frio ou calor, para o corpo inteiro, porém, a insatisfação térmica também pode ser causada pelo desconforto em uma determinada parte do corpo. Este desconforto é conhecido como Desconforto Localizado e pode ser causado por correntes de ar, diferenças na temperatura vertical entre os tornozelos e a cabeça, por pisos muito frios ou muito quentes ou por uma alta assimetria da temperatura radiante (DIN EN ISO 7730:2006-05, 2006-05).

O desconforto localizado é mais sentido por pessoas em atividades sedentárias leves. Em atividades mais pesadas, maiores que 1,2 met, as pessoas estão menos sensíveis termicamente e o risco do desconforto localizado é menor (DIN EN ISO 7730:2006-05, 2006-05).

Já a ASHRAE 55 (2013) especifica que os requerimentos da norma se aplicam diretamente para pessoas com vestimentas leves, entre 0,5 e 0,7 clo, em atividades sedentárias e com taxa metabólica entre 1,0 e 1,3 met, pois com taxas metabólicas superiores e isolamento das vestimentas mais pesadas, as pessoas tendem a ser menos sensíveis em relação ao desconforto localizado. Contudo, é possível aplicar os requerimentos da norma para taxas metabólicas superiores a 1,3 met e 0,7 clo desde que sejam conservadoras. As pessoas tendem a ser mais sensíveis ao desconforto localizado quando a sensação térmica é de mais frio que a neutra e menos sensíveis quando é de mais quente.

O Quadro 4.2-2 mostra a porcentagem esperada de insatisfação em relação ao desconforto localizado por correntes de ar, diferença das temperaturas verticais, pisos quentes ou frios e assimetria da radiação.

Correntes de Ar	Diferença das Temperaturas Verticais	Pisos Quentes ou Frios	Assimetria da Radiação
< 20%	< 5%	< 10%	< 5%

Quadro 4.2-2 - Porcentagem esperada de insatisfação em relação ao desconforto localizado

Fonte: Adaptado de ASHRAE 55 (2017)

Segundo a ASHRAE 55 (2013), a radiação térmica em relação ao corpo pode ser não uniforme devido a superfícies frias, quentes ou pela luz solar direta. Em geral, as pessoas são mais sensíveis à assimetria da radiação causada por tetos quentes do que por superfícies verticais

quentes ou frias. A Figura 4.2-2 traz a porcentagem de ocupantes insatisfeitos em relação a assimetria da radiação causada por tetos quentes ou frios e paredes quentes ou frias.

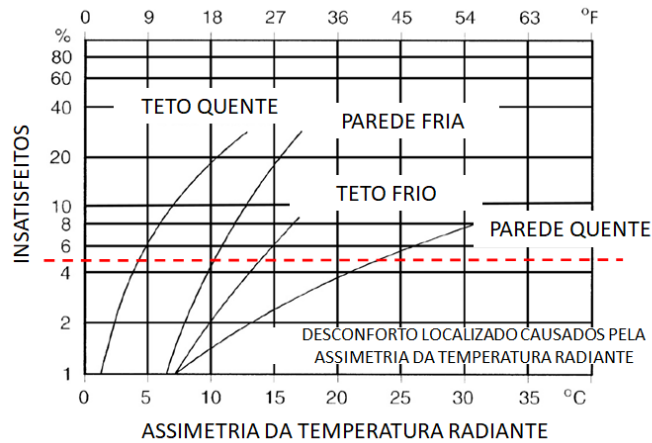


Figura 4.2-2 – Desconforto localizado causado pela assimetria da radiação

Fonte: Adaptado de ASHRAE 55 (2017)

Assume-se que o limite permitido da assimetria da radiação é de 5% de ocupantes insatisfeitos (ASHRAE 55, 2013). Ou seja, é possível identificar a linha vermelha tracejada na figura 4.2-2 identificando o limite de 5% das pessoas insatisfeitas. Também é possível determinar que a temperatura limite da assimetria da radiação para tetos quentes gira em torno de 4°C a 4,5°C, para paredes frias 10,2°C, para tetos quentes 14°C e para paredes quentes 23,3°C. Contudo a ASHRAE 55 (2017) traz, além da Figura 4.2-2, o Quadro 4.2-3 com a assimetria permitida para temperatura radiante.

Assimetria da Temperatura Radiante [°C]			
Teto Mais Quente que o Piso	Teto Mais Frio que o Piso	Parede Mais Quente que o Ar	Parede Mais Frio que o Ar
< 5°C	<14°C	<23°C	<10°C

Quadro 4.2-3 – Assimetria permitida da temperatura radiante

Fonte: Adaptado de ASHRAE 55 (2017)

Já as correntes de ar causam desconforto quando a temperatura corporal está mais baixa que o meio e a sensação depende de fatores como velocidade do ar, temperatura do ar, atividades e

vestimentas. O corpo é mais sensível ao desconforto causado pelas correntes de ar quando não está coberto, principalmente na região da cabeça, que compreende cabeça, pescoço e ombros, e a região das pernas, que compreende tornozelos, pés e pernas (ASHRAE 55, 2013). No entanto, pode-se utilizar a velocidade do ar para estender o conforto térmico dos ocupantes. Quando os ocupantes sentem-se um pouco quentes em relação ao meio, ou seja, com calor, é possível atingir o conforto térmico ao aumentar a velocidade do ar. No entanto, se os ocupantes se sentem confortáveis, neutros, ou com um pouco de frio em certas combinações de taxa metabólica e vestimentas com a temperatura operativa inferior a 22,5°C, a velocidade do ar, para atender o $PMV = \pm 0,5$, não pode ultrapassar 0,15 m/s (ASHRAE 55, 2013).

Em relação à diferença de temperatura do ar na vertical, a temperatura no nível da cabeça superior à do nível do tornozelo pode trazer desconforto térmico, no entanto, a variação da temperatura na direção oposta, ou seja, a temperatura no nível do tornozelo superior à do nível da cabeça é sentida como mais favorável aos ocupantes. É possível identificar na Figura 4.2-3 que a temperatura limite da diferença entre a temperatura do nível da cabeça e tornozelo deve ser de em torno de 2,8°C para ter apenas 5% dos ocupantes insatisfeitos (ASHRAE 55, 2013).

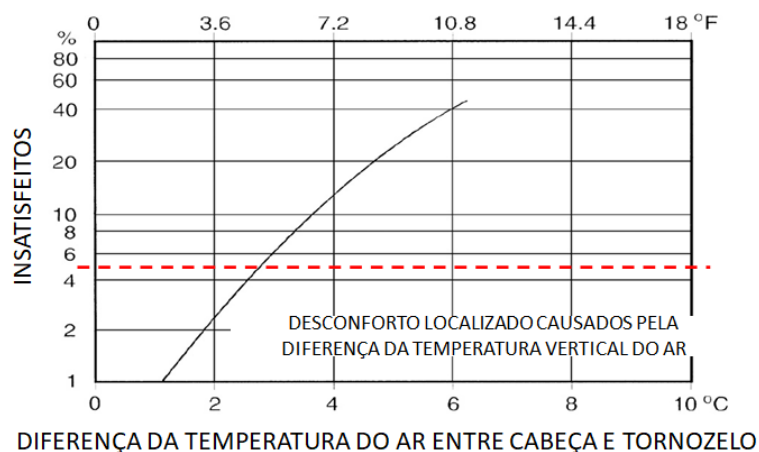


Figura 4.2-3 – Desconforto térmico localizado causado pela diferença de temperaturas na vertical

Fonte: Adaptado de ASHRAE 55 (2017)

A temperatura do piso, muito mais que seu revestimento, também é um fator relevante para o desconforto localizado caso o mesmo apresente temperaturas elevadas ou baixas. A Figura 4.2-4 demonstra a insatisfação das pessoas em relação à temperatura do piso ao vestir sapatos leves,

assumindo uma insatisfação limite dos ocupantes em 10% (ASHRAE 55, 2013). Nesse caso, a temperatura para atendimento da norma deve variar em torno de 19°C e 28°C.

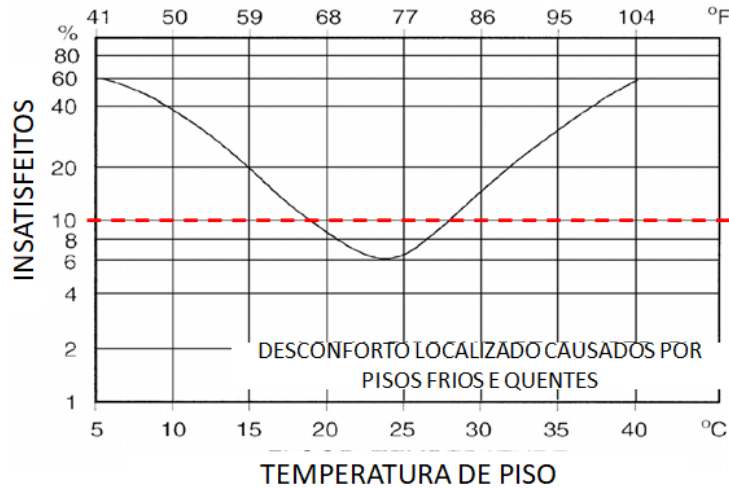


Figura 4.2-4 - Desconforto térmico localizado causado pela temperatura do piso

Fonte: Adaptado de ASHRAE 55 (2017)

O desconforto localizado influencia o método de cálculo do PMV e na insatisfação das pessoas em relação ao conforto térmico. Pela curva PMVxPPD é possível identificar que quando o PMV = $\pm 0,5$, o PPD = 10%, ou seja, 10% das pessoas se consideram insatisfeitas com o conforto térmico do ambiente. No entanto, o método do PMV é baseado no balanço térmico do corpo como um todo. Dessa forma, na maioria dos casos, a satisfação de 90% das pessoas raramente é obtida, chegando ao limite máximo de 80% de pessoas satisfeitas, uma vez que o PPD para o desconforto localizado é assumido em 10%. Em outras palavras, para o PMV = $\pm 0,5$, o PPD = 20%, sendo 10% em relação às pessoas que sentem desconforto térmico para o corpo como um todo somados 10% para as pessoas que sentem desconforto localizado (ASHRAE 55, 2017).

Referente à temperatura operativa, a ASHRAE 55 (2017) determina de três formas:

Caso 1 – A temperatura média do ar (t_a) pode ser utilizada no lugar da temperatura operativa (t_o) quando as seguintes condições são atendidas:

- a. Não há sistema de aquecimento ou resfriamento radiante no espaço.
- b. A média da transmitância térmica (U) das paredes/vidros externos satisfazem a equação 4.2-8.

$$U_w < \frac{50}{t_{d,i} - t_{d,e}}, \quad (4.2-8)$$

Onde,

U_w = transmitância térmica média da relação parede/vidro [$W/m^2 \cdot K$]

$t_{d,i}$ = temperatura interna [$^{\circ}C$]

$t_{d,e}$ = temperatura externa [$^{\circ}C$]

c. O fator solar do vidro (FS ou SHGC) $\leq 0,48$.

Caso 2 – A temperatura operativa (t_o) é baseada na temperatura média do ar (t_a) e na temperatura média radiante (t_r). A equação 4.2-9 que determina o t_o pode ser vista abaixo.

$$t_o = A t_a + (1 - A) t_r \quad (4.2-9)$$

Onde, A pode ser determinado em função da velocidade do ar (v_r) através da tabela 4.2-2.

v_r	< 0,2 m/s	0,2 a 0,6 m/s	0,6 a 1,0 m/s
A	0,5	0,6	0,7

Tabela 4.2-2 – Determinação de A através da velocidade do ar (v_r)

Fonte: Adaptado de ASHRAE 55 (2017)

Caso 3 – Para ocupantes representativos com taxa metabólica entre 1,0 e 1,3 met, não sendo afetados diretamente pela luz solar, com velocidade do ar média (v_a) inferior a 0,2 m/s e quando a diferença da temperatura média radiante (t_r) e da temperatura média do ar (t_a) for inferior a $4^{\circ}C$, então a temperatura operativa pode ser calculada como a média da temperatura média do ar e da temperatura média radiante.

A ASHRAE 55 (2017) evidencia que o cálculo da temperatura operativa se dá somente por meio da expressão do Caso 2 da ASHRAE 55 (2013).

Segundo a DIN EN ISO 7726 (2001), as características físicas básicas utilizadas para definir o conforto ou stress térmico e estabelecer o balanço térmico de uma determinada pessoa em um ambiente são a temperatura do ar, a temperatura radiante média, a umidade absoluta do ar, a velocidade do ar e a temperatura das superfícies.

Um ambiente é considerado homogêneo, do ponto de vista bioclimático, quando em um dado momento a temperatura e velocidade do ar, radiação, e umidade são consideradas uniformes em volta do objeto de estudo. Caso o ambiente seja considerado heterogêneo, há a necessidade de se fazer medições em vários locais perto do objeto de estudo e determinar o valor médio para avaliação do conforto e stress térmico. Geralmente a condição homogênea é atendida para os casos da umidade, temperatura e velocidade do ar, porém, mais raramente no caso da radiação (DIN EN ISO 7726 : 2001, 2001).

Além disso, as características físicas em um espaço em torno de uma pessoa podem variar em função do tempo para uma determinada atividade de acordo com incidentes externos ou pelo movimento da pessoa por diferentes ambientes. Um ambiente é considerado estacionário quando essas características físicas são independentes do fator tempo (DIN EN ISO 7726 : 2001, 2001).

Para efeito de medição, as alturas de tornozelo, abdômen e cabeça para uma pessoa sentada são 0,1m, 0,6m e 1,1m respectivamente. Já para uma pessoa de pé, considerar as alturas 0,1m, 1,1m e 1,7m (DIN EN ISO 7726 : 2001, 2001).

A ASHRAE 55 (2017) traz que as medições de temperatura devem ser feitas na edificação, ou espaço a ser estudado, com um número representativo de amostras localizadas onde é sabido ou esperado que os ocupantes passem seu tempo. Caso a distribuição da ocupação não possa ser observada ou estimada, então os locais de medição devem ser no centro da sala ou espaço e a 1 metro do centro de cada uma das paredes. Caso haja janelas em paredes externas, a medição deve ser feita a 1 metro do centro da maior janela da parede.

Além disso, ainda segundo a norma, a temperatura operativa (t_o) ou o PMV devem ser medidos ou calculados na altura de 0,6 metros para os ocupantes sentados e 1,1 metro para os ocupantes de pé. As temperaturas do piso, que possam trazer desconforto localizado, devem ser medidas diretamente na superfície por termômetro de contato ou infravermelho. Os períodos de medição devem abranger duas horas ou mais e devem representar o total das horas ocupadas dentro do período selecionado para a avaliação (ano, estação ou dia típico). O intervalo das medições para

temperatura do ar, temperatura radiante média e umidade deve ser de 5 minutos ou menos, enquanto que para a velocidade do ar o intervalo deve ser de 3 minutos ou menos.

Segundo o guia para a verificação de performance da certificação WELL do IWBI (2018), os locais para medições devem ser representativos dentro da zona ocupada. As medições devem ser realizadas distantes 1 metro de janelas, paredes, portas, iluminação solar direta, exaustores, dispositivos de insuflamento de ar e ventilação, aquecedores e outros dispositivos que alterem a temperatura do ambiente. Além disso, para edificações com mais de um piso, as medições devem ser distribuídas pelos andares do edifício, sendo que o primeiro e último pisos ocupados devem obrigatoriamente ser medidos. As medições devem ser conduzidas em vários locais no piso, incluindo espaços internos e próximos à fachada nas diferentes orientações.

Para cada local medido, a duração do teste deve ser de 10 minutos e tomados o resultado pelo menos 1 vez por minuto. A quantidade de testes deve abranger 8% do número total de salas do projeto e, pelo menos, 1 medição por cada tipo de sala (IWBI, 2018).

4.3 Conforto lumínico

Uma definição para iluminação, segundo a ABNT NBR ISO/CIE 8995-1 (2013), diz que a iluminação adequada para ambientes de trabalho propicia uma boa visibilidade do ambiente e permite que as pessoas vejam, se movam em segurança, desempenhem tarefas visuais de forma eficiente, precisa e segura, sem causar fadiga e desconforto visual. A iluminação deve ter quantidade e qualidade e pode ser proveniente de fontes artificiais, naturais ou ambas.

Quando se projeta a iluminação para um ambiente é preciso pensar no conforto, desempenho e segurança visual. O conforto para dar uma sensação de bem-estar, o desempenho para permitir que possam ser realizadas tarefas visuais de forma rápida e precisa, segurança para possibilitar a percepção do perigo. Dessa forma, os principais parâmetros que contribuem para o ambiente luminoso são a distribuição da luminância, iluminância, ofuscamento, direcionalidade da luz, aspectos da cor da luz e superfícies, cintilação, luz natural e manutenção (ABNT NBR ISO/CIE 8995-1, 2013).

A distribuição da luminância visa a acuidade visual, sensibilidade ao contraste e eficiência das funções oculares. Em relação ao conforto visual, luminâncias muito altas levam ao ofuscamento, contrastes de luminâncias muito altos no ambiente causa fadiga visual, já

luminâncias e contrastes muito baixos deixam o ambiente sem estímulo e tedioso (ABNT NBR ISO/CIE 8995-1, 2013).

A ABNT NBR ISO/CIE 8995-1 (2013) traz alguns parâmetros de faixas de refletância para superfícies internas, como segue na Tabela 4.3-1:

Superfície	Faixa de Refletância
Teto	0,6 – 0,9
Paredes	0,3 – 0,8
Planos de Trabalho	0,2 – 0,6
Piso	0,1 – 0,5

Tabela 4.3-1 – Faixas de refletância para superfícies internas

Fonte: Adaptado de ABNT NBR ISO/CIE 8995-1 (2013)

As faixas de refletância indicadas na Tabela 4.3-1 mostram o quanto uma determinada superfície reflete a iluminação. Quanto mais alta a faixa de refletância, mais clara e mais reflexiva é a superfície. Desta forma, é possível trabalhar com as cores e refletâncias de determinadas superfícies, como paredes e forros, para adequar o ambiente com a iluminação natural e artificial e garantir o conforto lumínico de acordo com a ABNT NBR ISO/CIE 8995-1 (2013).

Já a iluminância impacta em como a pessoa percebe e realiza a tarefa visual de forma rápida, segura e confortável. Para tanto, aumenta-se a iluminância do ambiente quando há contrastes baixos na tarefa, o trabalho visual é crítico, é importante que a tarefa seja executada sem erros, com exatidão e alta produtividade, a capacidade de visão dos trabalhadores está abaixo do normal. Em contrapartida, a iluminância é diminuída quando os detalhes são excepcionalmente grandes ou de alto contraste ou a tarefa é realizada por um tempo curto (ABNT NBR ISO/CIE 8995-1, 2013).

A escala recomendada da iluminância varia de 20lux a 5000lux e é importante que a iluminância no entorno imediato esteja relacionada com a iluminância da área de tarefa, como pode ser visto na Tabela 4.3-2:

Iluminância da Tarefa [lux]	Iluminância do Entorno Imediato [lux]
≥ 750	500
500	300
300	200
≤ 200	Mesma iluminância da área da tarefa

Tabela 4.3-2 – Relação da iluminância da área da tarefa com seu entorno imediato

Fonte: Adaptado de ABNT NBR ISO/CIE 8995-1 (2013)

Além disso, é importante levar em consideração a uniformidade da iluminância. A uniformidade é a razão entre o valor mínimo e médio. Dessa forma, a uniformidade da iluminância na tarefa não pode ser menor que 0,7, já a uniformidade no entorno imediato não pode ser inferior a 0,5.

Em relação ao ofuscamento, este é causado por luminâncias excessivas ou contrastes no campo de visão devido a iluminação exterior, iluminação pontual ou fontes brilhantes. A limitação do ofuscamento para o ocupante é importante para prevenir fadiga e possíveis erros e acidentes (ABNT NBR ISO/CIE 8995-1, 2013). Na Tabela 4.3-3 é possível identificar como proteger a visão do ofuscamento de lâmpadas ou por um escurecimento nas janelas por anteparos, que podem ser brises, persianas e outros.

Luminância da Lâmpada [kcd/m²]	Ângulo de Corte Mínimo
1 a 20	10°
20 a 50	15°
50 a 500	20°
≥ 500	30°

Tabela 4.3-3 – Ângulo de corte mínimo para visualização direta da lâmpada

Fonte: Adaptado de ABNT NBR ISO/CIE 8995-1 (2013)

Para evitar ou reduzir o ofuscamento refletido, a ABNT NBR ISO/CIE 8995-1 (2013) lista algumas estratégias que podem ser realizadas como evitar colocar luminárias nas zonas prejudicadas pelo ofuscamento, utiliza superfícies com materiais pouco reflexivos, limitar a

luminância das luminárias, ampliar a área luminosa e clarear tetos e paredes, além de evitar pontos brilhantes.

A direcionalidade da iluminação também é importante para a qualidade da iluminação e pode destacar os objetos, revelar texturas e melhorar a aparência das pessoas em um espaço. Utilizada também para tarefas visuais como texturização finas, gravações e entalhes (ABNT NBR ISO/CIE 8995-1, 2013).

A qualidade de cor de uma lâmpada próxima à cor branca é caracterizada pela aparência de cor da lâmpada e pela sua capacidade de reprodução de cor (ABNT NBR ISO/CIE 8995-1, 2013).

A aparência de cor refere-se à cor aparente e pode ser descrita de acordo com sua temperatura de cor correlata, como mostra a Tabela 4.3-4:

Aparência da Cor	Temperatura de Cor Correlata - T_{cp}
Quente	abaixo de 3.300 K
Intermediária	3.300 K a 5.300 K
Fria	acima de 5.300 K

Tabela 4.3-4 – Aparência de cor da lâmpada e sua temperatura de cor correlata

Fonte: Adaptado de ABNT NBR ISO/CIE 8995-1 (2013)

A temperatura de cor da lâmpada influencia diretamente na iluminação circadiana e a escolha da aparência da cor deve ser especificada de acordo com o tipo de ambiente a ser projetado e sua função para que as pessoas se mantenham despertas ou mais calmas, dependendo do tipo de atividade que será realizada no espaço.

Já a reprodução da cor é importante tanto para o desempenho visual quanto para a sensação de conforto e bem-estar. Os ambientes, objetos e pele humana devem ser reproduzidos naturalmente e corretamente para que as pessoas tenham uma aparência atrativa e saudável (ABNT NBR ISO/CIE 8995-1, 2013).

O índice geral de reprodução de cor Ra foi introduzido para fornecer uma indicação objetiva das propriedades de reprodução. O Ra tem valor máximo de 100 e diminui com a redução da qualidade de reprodução de cor. Não recomenda-se utilizar lâmpadas com Ra < 80, exceto em alguns casos com iluminação decorativa.

A certificação WELL recomenda que o IRC, Índice de Reprodução de Cor, das lâmpadas seja superior a 90 ou superior a 80 com o R9 superior a 50 (IWBI, 2021).

Para verificar a qualidade da iluminação artificial, a medição deve ser realizada na altura em que a pessoa se encontra na sua mesa de trabalho. Este parâmetro deve ser avaliado somente com a iluminação artificial, dessa forma, sugere-se que a medição ocorra no período noturno. Além da iluminação proveniente do espaço, se o usuário da estação de trabalho utilizar luminária de mesa, monitores, notebooks ou outros equipamentos que emitam luz, estes podem ser ligados, posicionados e ajustados de acordo com o seu uso regular do dia a dia (IWBI, 2021).

Ainda segundo o livro de verificação de performance da certificação WELL do IWBI (2021), o luxímetro deve ser posicionado no centro do plano de trabalho com a abertura voltada para cima e assegurar que a sombra do pesquisador não influencie no resultado do teste. As medições devem ser realizadas em vários pontos do espaço. Caso o local a ser medido seja um edifício de até quatro andares, as medições devem ser realizadas em um dos andares. Caso o edifício tenha mais de cinco andares, as medições devem ser realizadas em dois andares. A escolha dos andares a ser medidos deverá representar os espaços regularmente ocupados, ou seja, em um edifício de escritórios, escolher um andar em que haja escritórios. Para identificar os locais de medição, aplicar uma malha de $9,3m^2$ no espaço. Dentro de cada quadrado dessa malha a medição deve ocorrer no ponto mais representativo do usuário. Por exemplo, se o ponto a ser medido for em uma estação de trabalho ou corredor, realizar a medição no centro. Além disso, assegurar que ao menos três medições ocorram nos diferentes usos e ambientes do espaço como corredores, mesas da recepção, locais de descompressão, etc. Isso pode levar a múltiplas medições dentro do quadrado da malha. Para o atendimento, a média da iluminância nos locais de mesmo tipo de tarefa devem atender aos níveis indicados nas normas técnicas para aquela atividade, já o menor nível de iluminação medido não pode ser inferior à metade do nível requisitado.

Sobre a luz natural, tanto para a eficiência energética como para a qualidade da iluminação, a luz natural pode ser aproveitada para iluminar totalmente os ambientes ou ser utilizada em conjunto com a iluminação artificial. A luz natural varia em nível e composição espectral com o tempo, por isso, deve-se evitar o contraste excessivo, desconforto térmico e ofuscamento fornecendo um controle adequado para a luz solar como persianas ou brises. Em contrapartida, também deve-se pensar na insuficiência da luz natural e utilizar estratégias de iluminação artificial com acionamento automático ou manual e, se possível, com sistema de dimerização (ABNT NBR ISO/CIE 8995-1, 2013).

A ABNT NBR ISO/CIE 8995-1 (2013) não tem um capítulo sobre a iluminação circadiana, porém, esse é um tema que tem sido amplamente estudado nesses últimos anos.

Segundo o NIGMS (2020) e o Sleep Foundation (2020), o ritmo circadiano são mudanças físicas, mentais e comportamentais que seguem o ciclo diário e ocorrem na maioria dos seres vivos, inclusive em animais, plantas e micróbios. O ritmo circadiano responde primariamente à luz e à escuridão nos organismos dos seres vivos. O relógio biológico produz o ritmo circadiano e regula o seu horário. Em animais vertebrados, como os seres humanos, o relógio biológico, ou o relógio mestre, é um grupo de 20.000 neurônios que forma o Núcleo Supraquiasmático (SCN). O SCN fica localizado no hipotálamo, uma parte do cérebro, e é regulado pela luz, principalmente pela iluminação natural, regulando o ciclo de sono, hormônios, alimentação e digestão, temperatura corporal e outras funções importantes do corpo humano. Relógios biológicos que se adiantam ou atrasam podem perturbar o ciclo circadiano, cuja irregularidade é relacionada a condições de saúde crônicas como desordem do sono, obesidade, diabetes, depressão, desordem bipolar e transtorno afetivo sazonal. O SCN regula a melatonina, dessa forma, quando há pouca iluminação, o SCN faz com que o cérebro produza mais melatonina, deixando a pessoa sonolenta.

A iluminação circadiana deve ser medida no plano vertical para simular a luz entrando no olho do ocupante. Em estações de trabalho, fazer a medição a 45cm acima do plano de trabalho. Caso não haja planos de trabalho evidentes no local, realizar quatro medições a 127cm acima do chão em direções ortogonais. O valor mediano das quatro medições deve ser utilizado como o valor medido de cada ponto amostral. Se na estação de trabalho é utilizada iluminação suplementar, como iluminação de mesa, fazer a medição com ela ligada e posicionada de acordo com o uso do ocupante. As telas dos computadores também devem ser ligadas ou desligadas de acordo com o uso do ocupante (IWBI, 2021).

O IWBI (2021) ainda traz que para a iluminação circadiana deve-se realizar as medições apenas com a iluminação artificial, dessa forma, medir no período noturno para evitar a influência da iluminação natural e, medir com a influência da iluminação natural, período o qual a medição deve ser realizada entre as 9h e 13h.

A metodologia do teste traz que a medição deve ser realizada no plano vertical, como já informado acima, e o instrumento de medição deve ser estabilizado em um tripé ou outro local. Assegurar que a sombra do pesquisador ou outra pessoa não influenciará a medição (IWBI, 2021).

A quantidade de testes a ser realizada deve seguir a equação 4.3-1.

$$n = \frac{68N}{N=67} \quad (4.3-1)$$

Onde “N” é o número total de estações de trabalho e mesas e “n” o número total de amostras a ser realizadas. Caso as medições fossem realizadas para unidades habitacionais, as amostras deveriam ser coletadas a cada 2,3m² dos ambientes de medições (IWBI, 2021).

Para atendimento dos valores medidos, relatar os níveis de lux e a potência espectral em incrementos de 5nm de 380nm a 730nm. Para calcular o EML, *Equivalent Melanopic Lux* ou Lux Equivalente Melanópico, utilizar a equação 4.3-2:

$$EML = Lux \cdot Melanopic Ratio \quad (4.3-2)$$

Os níveis médios de luz devem atender ao limite de EML e o valor mais baixo deve ser pelo menos metade do limite. Outro método é atender ao limite do EML através do percentil 25th das medições. O IWBI (2021) determina que o limite mínimo aceitável para uma estação de trabalho de um escritório é de 150 EML.

Caso a leitura seja realizada por um luxímetro, a Tabela 4.3-5 traz uma correção para a iluminância medida em lux para o lux melanópico (EML) a partir do tipo da lâmpada e sua temperatura de cor ao multiplicar o valor da leitura (em lux) pelo coeficiente indicado na tabela.

Temperatura de Cor [K]	Lâmpada	Coefficiente
2700	LED	0,45
3000	Fluorescente	0,45
2800	Incandescente	0,54
4000	Fluorescente	0,58
4000	LED	0,76
5450	CIE E	1,00
6500	Fluorescente	1,02
6500	Iluminação Natural	1,1
7500	Fluorescente	1,11

Tabela 4.3-5 – Tabela de conversão da medição da iluminância (LUX) para lux melanópico (EML)

Fonte: Adaptado de IWBI (2021)

5 MÉTODO DE TRABALHO

Para o desenvolvimento desta pesquisa aplicou-se o método de Avaliação Pós-Ocupação (APO), utilizando-se das técnicas de aplicação de questionários e de medições das variáveis ambientais para verificar se as condições ambientais apresentadas no momento da pesquisa estavam de acordo com as normas vigentes e se os usuários estavam satisfeitos ou não com aquelas condições.

Inicialmente, buscou-se fazer uma revisão detalhada das normas técnicas, legislações, artigos e outros trabalhos publicados pertinentes ao tema e objetivo desta pesquisa.

Em outro momento, foram aplicados questionários aos ocupantes, realizadas entrevistas formais e informais com pessoas chave, feitas visitas guiadas e realizadas medições das variáveis de qualidade do ar, conforto térmico e lumínico.

Por fim, com base no cruzamento dos dados coletados (qualitativos e quantitativos), foi feito um diagnóstico e proposto estratégias para a melhoria do ambiente.

Este procedimento foi aplicado duas vezes no estudo de caso, sendo esse, um escritório corporativo localizado em um edifício comercial de São Paulo, em duas ocasiões determinadas como representativas de inverno e de verão.

O método de trabalho está detalhado nos próximos subcapítulos, bem como a descrição do estudo de caso.

5.1 Descrição do estudo de caso

Para a realização desta pesquisa pensou-se inicialmente em dois ambientes de escritórios corporativos; porém, devido ao espaço curto de tempo para realizar as medições tanto no inverno quanto no verão, de fazer tratamento e análise dos dados e da falta de recursos humanos e de instrumentos, optou-se por fazer a pesquisa em um único escritório comercial.

Inicialmente foi feita uma lista de possíveis locais em que o pesquisador tivesse algum conhecimento prévio, de trabalhos realizados anteriormente, e que tivesse algum contato, o que possibilitaria o acesso para a pesquisa. Não houve critérios restritivos para a escolha dos locais, porém, todos os possíveis edifícios se assemelhavam por possuírem ar condicionado central e a maioria dos ambientes de trabalho serem abertos. Diante disto, um dos fatores que influenciaram na escolha do objeto de estudo foi a disponibilidade de acesso à edificação. Outro fator impactante na escolha foi o fato desse edifício já ter passado anteriormente por estudo semelhante ao desta pesquisa (LEITE, 1997), o que poderia oferecer a oportunidade de comparação dos resultados antigos com os atuais. Passados 22 anos entre a pesquisa de LEITE (1997) e esta, a diferença entre as duas está no fato de que a primeira pesquisa visou o edifício como um todo, enquanto que esta focou o estudo em apenas uma das lajes corporativas do edifício.

Uma Carta de Comprometimento e Anuência da empresa foi preparada trazendo a intenção e objetivo do aluno-pesquisador, um breve resumo da metodologia que seria aplicada nos locais, uma explicação de que a pesquisa não afetaria a operação do local e que não traria custos para a empresa e que o local seria mantido em total sigilo.

Os tópicos a seguir descrevem o objeto de estudo, sob o ponto de vista construtivo, operação, ocupação e gestão.

O edifício estudo de caso foi construído em 1993, cujo projeto arquitetônico foi desenvolvido pela empresa Croce, Aflalo & Gasperini, sob a supervisão do Arquiteto Gian Carlo Gasperini (LEITE, 1997).

O edifício, que pertencia a um único usuário em 1997 e situado na Avenida das Nações Unidas, próximo da Ponte Estaiada, passou a ser controlado e administrado por uma empresa de investimento em imóveis comerciais de renda 10 anos depois. O edifício também deixou de ser monousuário para receber outras empresas em suas lajes corporativas.

A torre de escritórios possui um único subsolo para garagem; o térreo, que possui a recepção do edifício, serviços de aplicativos como de compartilhamento de patinetes, uma pequena praça de alimentação e um amplo local de espera com poltronas e biofilia; 18 andares corporativos; dois andares superiores destinados às áreas técnicas de apoio ao edifício e um heliponto na cobertura.

O edifício é classificado como Buildings A. Esta classificação é dividida entre Corporate e Office e avaliada através do tamanho médio dos conjuntos, área da laje, área locável total, idade de entrega do edifício ou retrofit, imagem corporativa e padrão da ocupação. A classificação macro varia entre A, B ou C, sendo os edifícios A os melhor avaliados e a classificação micro varia entre AAA, AA, A, BB, B ou C (BUILDINGS, 2014).

O edifício também busca as certificações do Guia de Rodas e o LEEDv4 O&M, para operação e manutenção. O LEED é uma certificação que visa mitigar os impactos ambientais que o edifício causa no seu entorno e no meio ambiente, neste caso na operação e manutenção do edifício.

A Tabela 5.1-1, abaixo, traz o quadro de áreas do edifício e a Figura 5.1-1 mostra a disposição de uma das lajes tipo.

TABELA DE ÁREAS		
ANEXO 1	PAVIMENTO	ÁREA LOCÁVEL (m ²)
	Térreo	1.353,36
	1º Pavimento	1.962,02
	2º Pavimento	1.739,83
	Total Anexo 1	5.055,21
	Térreo (Loja 1)	220,51
	1º Pavimento	552,76
	2º Pavimento	474,82
	3º Pavimento	1.330,03
	4º Pavimento	1.330,28
	5º Pavimento	1.330,28
	6º Pavimento	1.330,28
	7º Pavimento	1.330,28
	8º Pavimento	1.330,28
	9º Pavimento	1.330,28
	10º Pavimento	1.330,28
	11º Pavimento	1.330,28
	12º Pavimento	1.330,28
	13º Pavimento	1.365,18
	14º Pavimento	1.330,28
	15º Pavimento	1.362,86
	16º Pavimento	1.362,86
	17º Pavimento	1.362,86
	18º Pavimento	1.363,01
Total Torre	22.697,68	
TOTAL (ANEXO 1 + TORRE)	27.752,89	

Tabela 5.1-1 – Quadro de áreas do estudo de caso

Fonte: BR Properties



Figura 5.1-1 – Disposição da laje tipo

Fonte: BR Properties

No entanto, para esta pesquisa, o Estudo de Caso é um escritório corporativo situado no 18º andar do edifício, ocupando toda a área do pavimento. O escritório é certificado WELLv1 Silver, cujo objetivo visa a qualidade de vida, bem-estar e saúde dos ocupantes de ambientes construídos. O escritório passou por um *retrofit* em 2016 e em 2017 foram implementadas algumas melhorias para o atendimento da certificação WELL, dentre elas, algumas estratégias visando a qualidade do ar, conforto térmico e lumínico.

Considerando que o edifício conta com um sistema de ar-condicionado do tipo central, com expansão indireta e chiller com condensação a água, com torre de resfriamento, algumas estratégias para a melhoria da qualidade do ar e do conforto térmico foram implementadas, como, por exemplo, as relacionadas a seguir.

- Foram realizadas medições e coletadas de amostras do ar para garantir que os parâmetros de contaminantes como o formaldeído; VOC total; CO; PM_{2,5}; PM₁₀; O₃ e Radônio se encontrassem dentro dos limites estabelecidos pela certificação, que por sua vez se baseia na EPA (Agência Ambiental Americana) e OMS (Organização Mundial da Saúde);
- Atendimento à legislação anti-tabagismo federal, municipal e estadual, ou seja, foi proibido o fumo a menos de 8 metros de qualquer entrada do edifício e em seu interior;
- Os filtros do ar condicionado foram trocados por filtros finos MERV 13 ou F7;
- As taxas de renovação de ar foram recalculadas para atender à ASHRAE 62.1-2013;
- Foram realizados testes e balanceamento do sistema de ar condicionado seguindo as diretrizes da ASHRAE 111-2017;
- PMOC (Plano de Manutenção Operação e Controle), obrigatório pela Lei No 13.589 de 2018, foi revisto para a manutenção, troca e limpeza correta do sistema de ar condicionado do edifício, em relação aos filtros de ar, limpeza de bandejas, dutos e etc., para evitar a proliferação de mofo;
- A empresa subcontratada para fazer a limpeza do escritório é certificada pelo programa ABNT de Rotulagem Ambiental de acordo com as normas ABNT NBR ISO 14020 (2002) e ABNT NBR ISO 14024 (1999). Dessa forma, os produtos de limpeza aplicados no escritório não possuem substâncias agressivas ou alérgicas para os ocupantes;
- O set point da temperatura do ar condicionado foi ajustado para atender aos requisitos de conforto térmico da ASHRAE 55-2013;

Considerando que as fachadas contam com área envidraçada de 80%, os vidros são low-e e os ocupantes podem utilizar persianas para evitar o ofuscamento durante algumas horas do dia, foram implementadas algumas estratégias para melhorias do conforto lumínico, como, por exemplo, as relacionadas abaixo.

- Foram realizadas medições para garantir que a iluminação artificial do escritório em conjunto com a iluminação natural atendesse às normas e exigências para a qualidade da iluminação, garantindo o nível de iluminamento adequado para todas as estações de trabalho, inclusive a recepção;
- Foi elaborada uma política garantindo que qualquer colaborador, se sentisse necessidade, poderia ter uma luminária de mesa para melhor executar suas tarefas;
- Foram atendidos os requisitos da norma de iluminação da ABNT NBR ISO/CIE 8995-1 (2013), incluindo a parte de balanço da iluminação;
- Foi realizado um estudo para verificar e garantir o atendimento da iluminação circadiana em todas as estações de trabalho do escritório, inclusive na recepção;

A Figura 5.1-2 ilustra o layout do escritório utilizado como objeto de estudo:

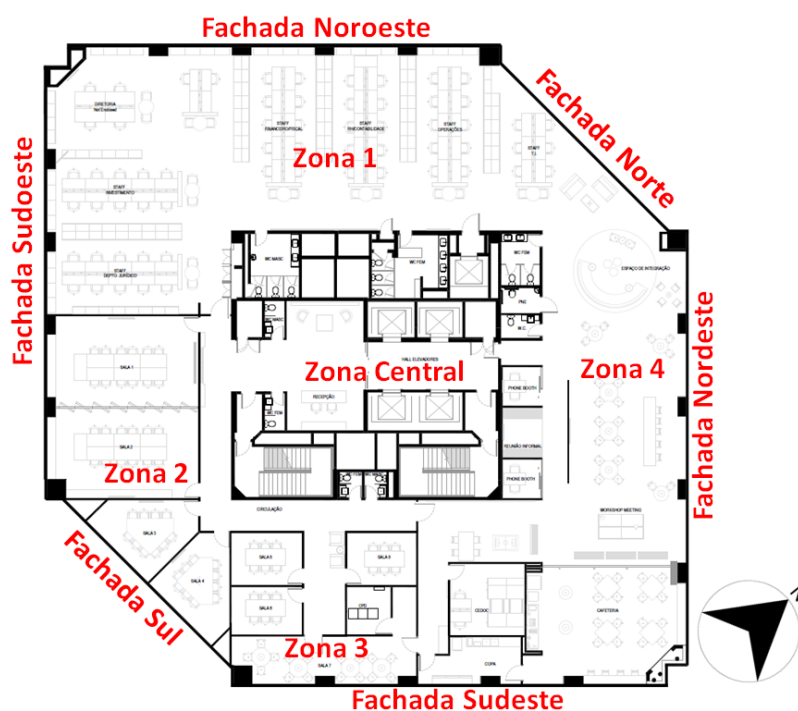


Figura 5.1-2 – Layout estudo de caso I – escritório comercial

Fonte: Autor (2020)

O espaço possui uma laje de aproximadamente 1.200m² com uma ocupação de 49 pessoas e 62 estações de trabalho em um período de operação de 10 horas.

A Zona Central do escritório, ilustrada pelas Figuras 5.1-3 e 5.1-4, conta com o hall dos elevadores, recepção e algumas outras salas para uso individual e sanitários.



Figura 5.1-3 - Layout da zona central

Fonte: Autor (2020)



Figura 5.1-4 - Recepção

Fonte: Autor (2020)

A Zona 1 consiste no Open Space, ou seja, é neste local onde se concentram todas as estações de trabalho do escritório, com exceção da recepção, e foi este o local em que foi realizada esta pesquisa. São 62 postos de trabalho separados em mesas que representam os departamentos da empresa: TI, Operações, RH/Contabilidade, Fincanceiro/Fiscal, Diretoria, Investimento e Jurídico. O layout da Zona 1 é ilustrado pela 5.1-5 e a Figura 5.1-6 traz a disposição das estações de trabalho dos setores operacionais dentro do open space.



Figura 5.1-5 - Layout da zona 1

Fonte: Autor (2020)

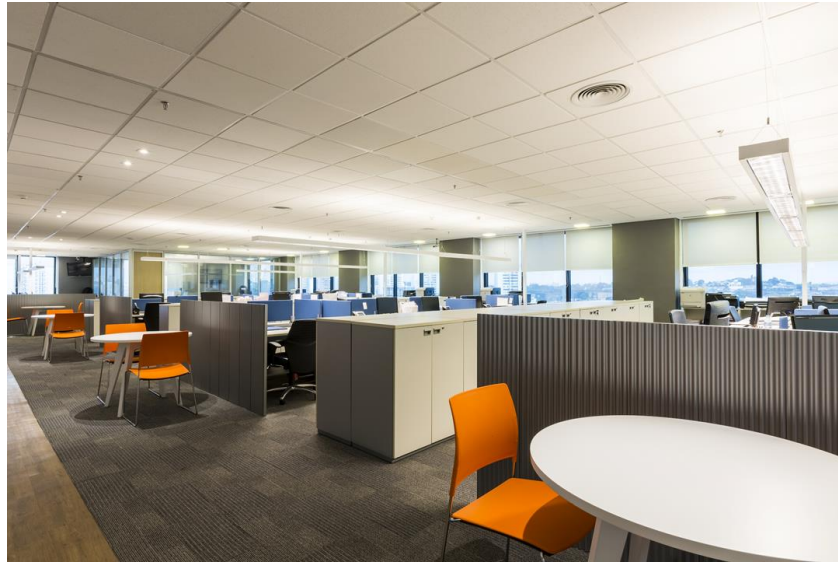


Figura 5.1-6 - Estações de trabalho

Fonte: Autor (2020)

O layout da Zona 2 é ilustrado pela Figura 5.1-7 e a Figura 5.1-8 mostra as salas de reuniões 1 a 8.

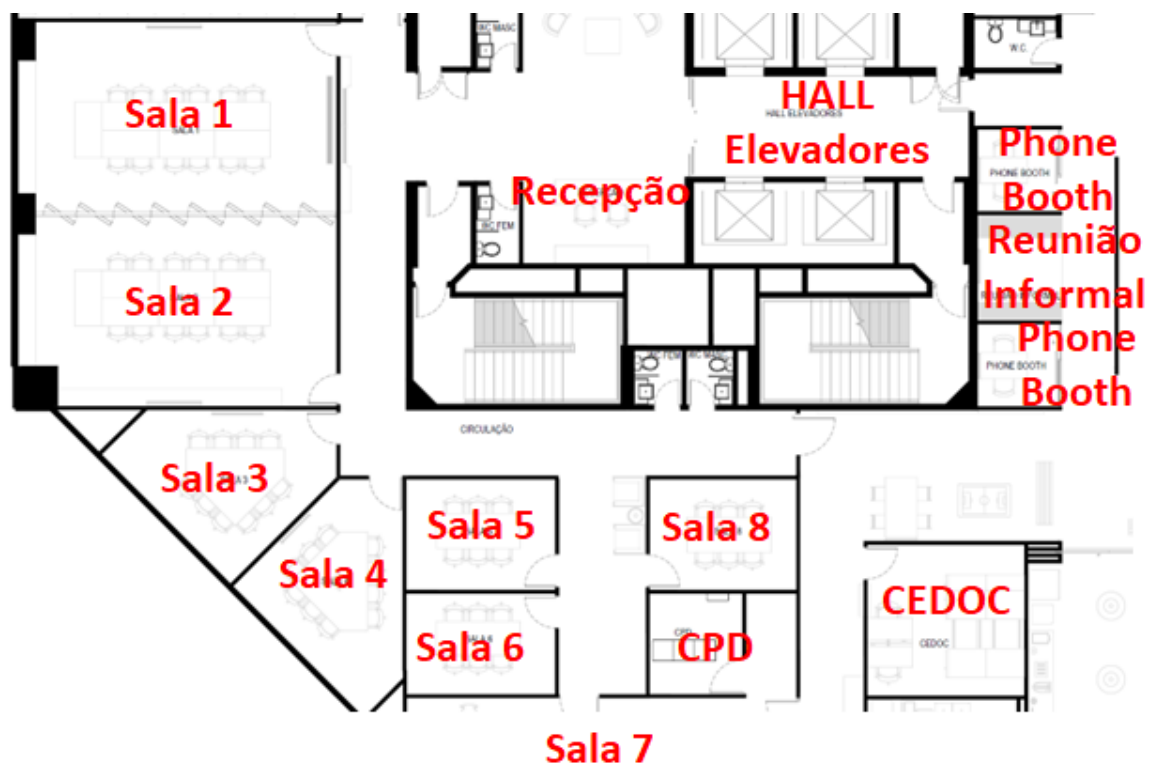


Figura 5.1-7 - Layout da zona 2

Fonte: Autor (2020)



Figura 5.1-8 - Sala de reuniões

Fonte: Autor (2020)

A Zona 3 constituída por salas de reuniões 1 a 8, copa e cafeteria é ilustrada pela Figura 5.1-9 e a Figura 5.1-10 mostra uma cafeteria.



Figura 5.1-9 - Layout da zona 3

Fonte: Autor (2020)



Figura 5.1-10 - Cafeteria

Fonte: Autor (2020)

Por fim, a Zona 4, ilustrada pelas Figuras 5.1-11 e 5.1-12, consiste no espaço de integração, onde os colaboradores podem realizar reuniões mais informais, falar ao telefone e também utilizar o espaço como descompressão.

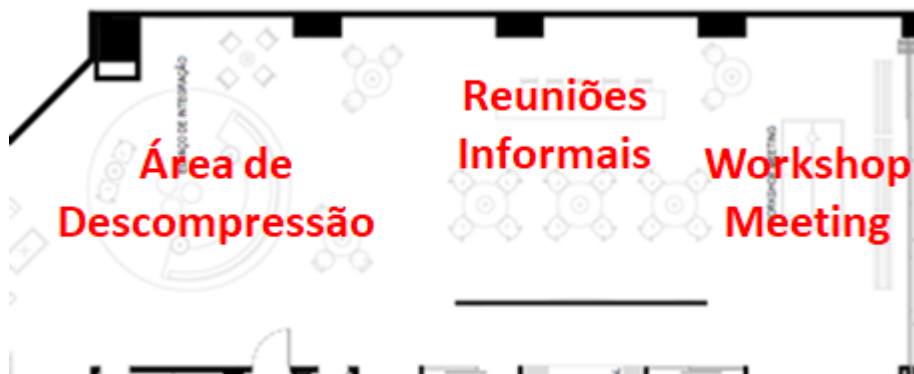


Figura 5.1-11 – Layout da zona 4

Fonte: Autor (2020)

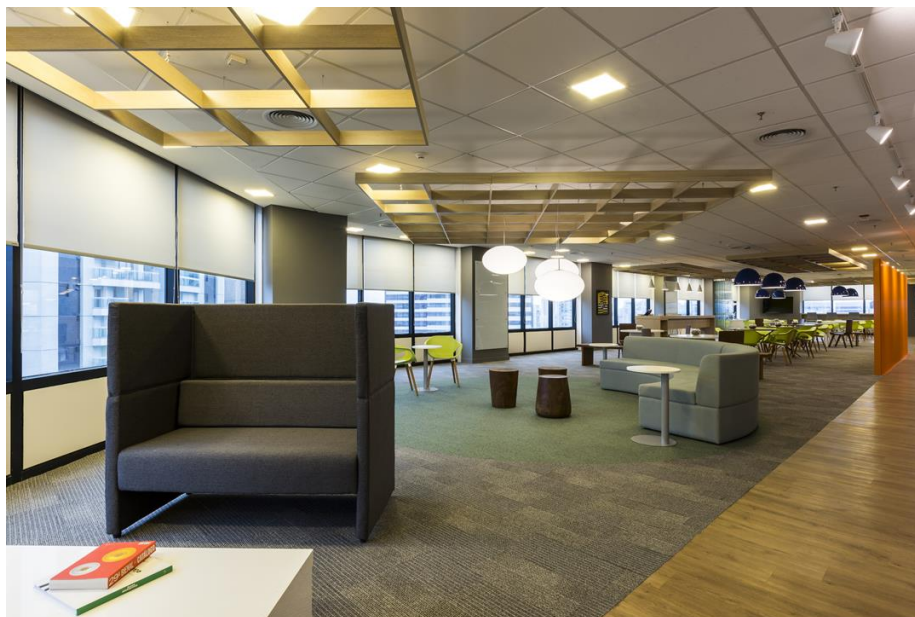


Figura 5.1-12 - Espaço de integração

Fonte: Autor (2020)

5.2 Atividades Preliminares à execução da pesquisa de campo

Antes de iniciar a pesquisa de campo, algumas atividades relativas às avaliações qualitativa e quantitativa foram realizadas, a título de preparação e treinamento, as quais são detalhadas a seguir.

O planejamento da pesquisa foi realizado em local com características físicas e ocupação semelhantes aos locais em que serão realizados os estudos de caso. É importante realizar o planejamento para aferir eventuais dificuldades e/ou problemas na metodologia. Seja com o vocabulário do questionário, a forma como o questionário é aplicado, se on-line ou em papel, como são feitas as medições, treinar o uso dos instrumentos de medição em um caso real, entender o engajamento dos participantes da pesquisa e verificar se toda a metodologia pode ser aplicada pelo pesquisador com os recursos disponíveis dentro do prazo pré determinado.

Para esta pesquisa, o planejamento ocorreu em uma biblioteca de acervo raro. Para a realização do mesmo, o pesquisador aproveitou um trabalho acadêmico que seria realizado no local visando a APO, Avaliação Pós-Ocupação, com ênfase na Norma de Desempenho, NBR 15575:2013.

Como a Norma de Desempenho analisa vários aspectos, dentre eles a qualidade do ar, conforto térmico e conforto lumínico, elaborou-se e aplicou-se um questionário, abordando esses

questos, para identificar inconsistências como perguntas mal formuladas, de difícil compreensão e, inclusive, a forma de sua aplicação.

Além disso, durante a pesquisa preliminar, foi feito um treinamento com os instrumentos de medição que seriam utilizados nos estudos de caso e identificar dificuldades como a limitação de armazenamento de dados dos instrumentos e a utilização de softwares específicos para transferência de dados para o computador.

Para a escolha dos dias em que seriam feitas as medições no estudo de caso desta pesquisa, foi necessário realizar um estudo dos dados climáticos da cidade de São Paulo, determinando dois dias que tivessem características de inverno e 2 dias de verão, dentro do período em que houvesse liberação de acesso ao edifício.

Sabendo que as condições externas de temperatura, umidade relativa, insolação, dentre outras variáveis afetam o uso de roupas das pessoas e a operação da edificação, incluindo o ar condicionado, optou-se por definir os dias representativos seguindo o procedimento descrito a seguir.

Acessou-se o Banco de Dados do Instituto Nacional de Meteorologia - BDMET (INMET, 2019), e realizou-se uma busca na série histórica de dados diários, no período entre 01/01/2000 a 31/12/2018, na Estação São Paulo Mirante de Santana – SP (OMM: 83781). Os parâmetros consultados foram:

- Precipitação [mm]
- Temperatura de Bulbo Seco Máxima [°C]
- Temperatura de Bulbo Seco Mínima [°C]
- Temperatura Compensada [°C]
- Insolação [horas]
- Evaporação de Piche [mm]
- Velocidade Média do Vento [m/s]
- Umidade Relativa do Ar Média [%]

No BDMEP estão acessíveis os dados diários a partir de 1961 das estações para as quais se disponha, em forma digital, de pelo menos 80% dos dados que foram registrados naquele período. Os dados históricos referentes a períodos anteriores a 1961 ainda não estão em forma digital e, portanto, estão indisponíveis no BDMEP (INMET).

Não foi utilizada toda a série histórica do banco de dados do INMET, que data de 1961 para os dados digitais, pois segundo as projeções do Programa das Nações Unidas para o Desenvolvimento (PNUD), tanto a temperatura quanto a precipitação em todo o mundo vêm mudando drasticamente devido às mudanças climáticas. Importante que a série histórica sempre seja utilizada com, no mínimo, os dez últimos e consecutivos anos para a determinação dos dias típicos de inverno e verão, dada as condições climáticas estarem em mudança constante e significativa. Também é importante não estender muito o período da série histórica para não distorcer os dias típicos de inverno e verão, que vêm mudando ano a ano.

É possível se fazer no site do PNUD várias projeções de temperatura e precipitação como mensais; médias; utilizando índices diferentes como o número máximo de dias secos consecutivos; número de dias do ano com precipitação; número de dias com temperatura máxima superior a 0°C e 25°C; etc. Abaixo seguem algumas das projeções do PNUD para exemplificação de como o planeta tende a uma mudança brusca nesse próximo século.

Em relação à precipitação, a tendência é que a intensidade das chuvas diminua. Em algumas regiões do Brasil, como o Centro Oeste, Norte e parte do Nordeste, as chuvas tendem a diminuir de 1mm a 2mm diários até 2040. Já para 2070, todo o Brasil começa a ser afetado com a diminuição da pluviosidade diária entre 1mm e 6mm, para a região Sul haverá um aumento de 1mm. Para 2099, a tendência é intensificar os dias secos, abranger mais áreas no Brasil e aumentar as chuvas na região Sul em mais 1mm a 2mm. As Figuras 5.2-1 a 5.2-4 trazem a precipitação média sazonal em mm/dia do modelo Eta durante as últimas décadas.

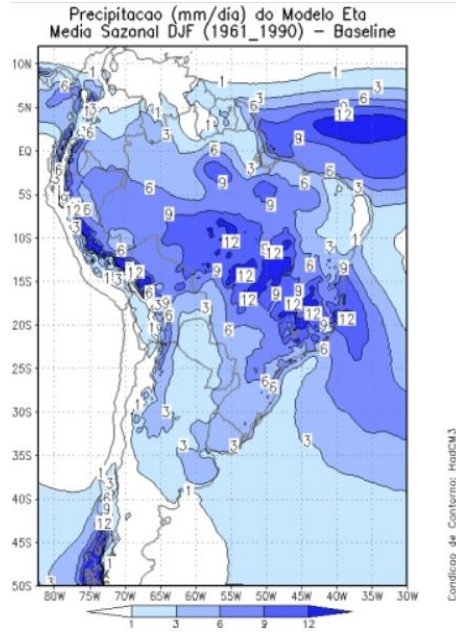


Figura 5.2-1 - Precipitação (mm/dia) do Modelo Eta – média sazonal base 1961 a 1990

Fonte: PNUD

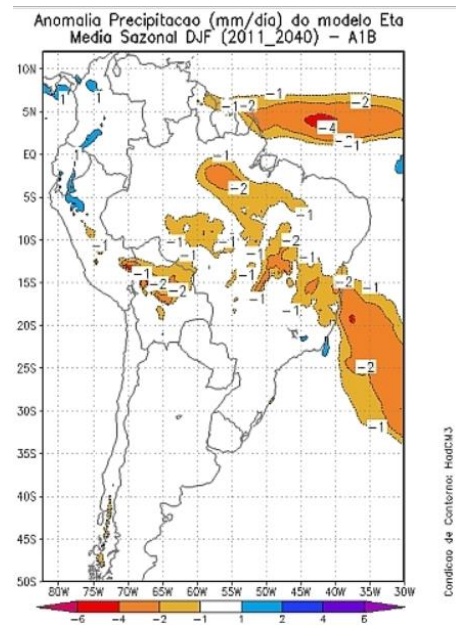


Figura 5.2-2 - Precipitação (mm/dia) do Modelo Eta – média sazonal anomalia 2011 a 2040

Fonte: PNUD

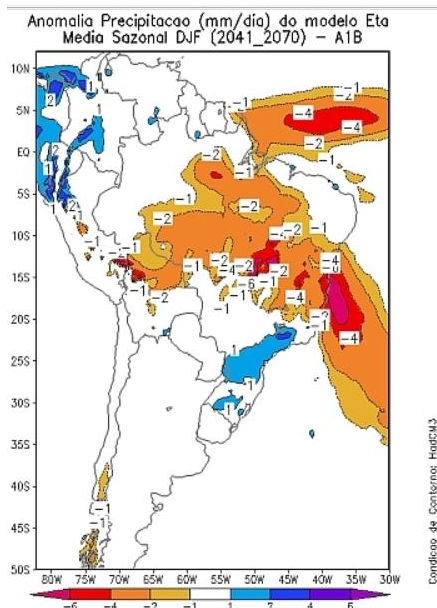


Figura 5.2-3 - Precipitação (mm/dia) do Modelo Eta – média sazonal anomalia 2041 a 2070

Fonte: PNUD

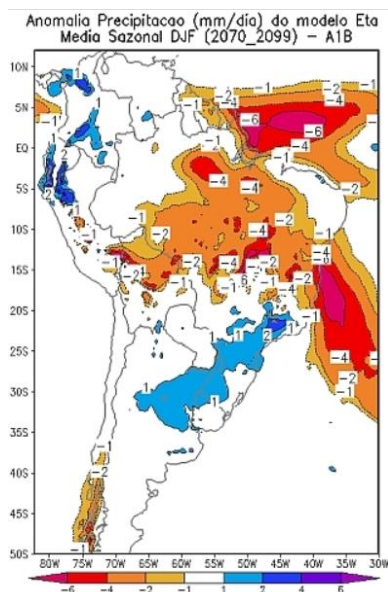


Figura 5.2-4 - Precipitação (mm/dia) do Modelo Eta – média sazonal anomalia 2070 a 2099

Fonte: PNUD

Em relação à temperatura, vários estudos já apontam um aumento de 1°C na temperatura média do planeta em relação à era pré-industrial, porém, a projeção é que haja um aumento em algumas regiões isoladas no Brasil, como o Norte, em 1°C até 2040. Para 2070 a projeção é que haja um aumento da temperatura em todo o Brasil variando de 2°C a 4°C. Já para 2099, haverá

a predominância de elevação da temperatura em 4°C chegando a 6°C em alguns pontos isolados. As Figura 5.2-5 a 5.2-9 trazem a temperatura média sazonal do modelo Eta durante as últimas décadas.

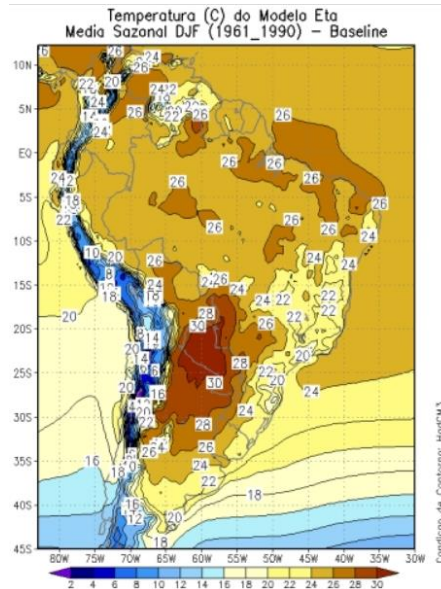


Figura 5.2-5 - Temperatura (°C) do Modelo Eta – Média sazonal base 1961 a 1990

Fonte: PNUD

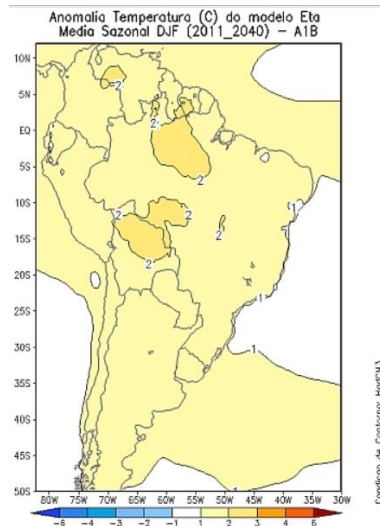


Figura 5.2-6 - Temperatura (°C) do Modelo Eta – média sazonal anomalia 2011 a 2040

Fonte: PNUD

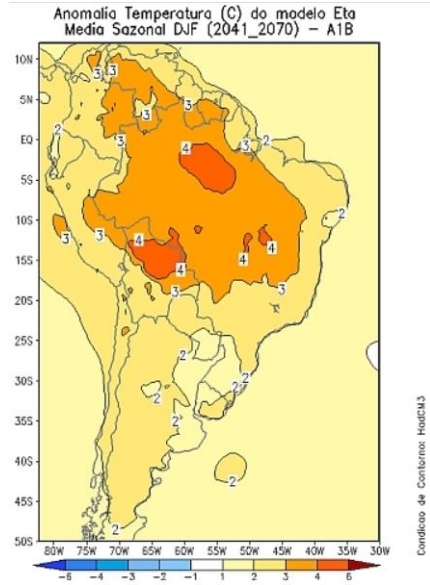


Figura 5.2-7 - Temperatura (°C) do Modelo Eta – média sazonal anomalia 2041 a 2070
 Fonte: PNUD

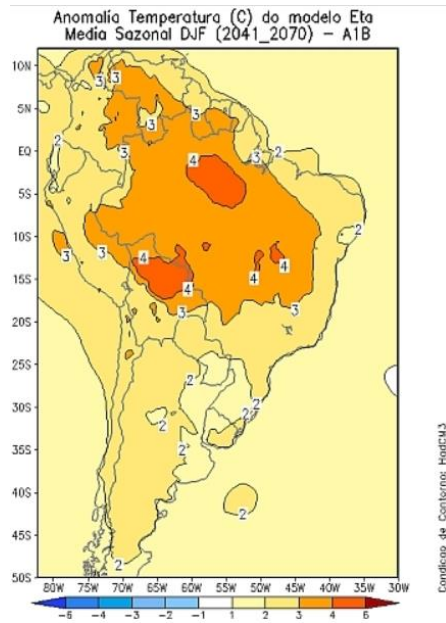


Figura 5.2-8 - Temperatura (°C) do Modelo Eta – média sazonal anomalia 2041 a 2070
 Fonte: PNUD

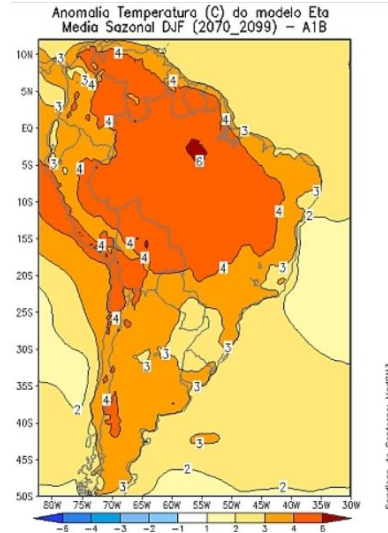


Figura 5.2-9 - Temperatura (°C) do Modelo Eta – média sazonal anomalia 2070 a 2099

Fonte: PNUD

Com base no banco de dados da série histórica do INMET, calculou-se a média e a moda das temperaturas, insolação e umidade relativa para identificar valores máximos e mínimos representativos de verão e inverno, de tal forma que pudessem constituir uma referência para a escolha dos dias em que seriam feitas as medições no edifício estudo de caso. Esses valores constam na Tabela 5.2-1.

	Estação Ano	Temp. Máx [°C]	Temp. Mín [°C]	Temp. Comp. Média [°C]	Insolação [horas]	Umidade Relativa Média [%]
Média	Verão	29,1	19,7	23,34	5,4	76
	Inverno	24,5	13,6	18	7,2	71
Moda	Verão	30,3	19,7	22,8	0	83
	Inverno	25,3	14,7	16,1	0	72

Tabela 5.2-1 – Valores de referência para escolha de dias representativos de Inverno e Verão para a Cidade de São Paulo – dados do INMET

Fonte: Autor (2020)

A partir dos dados da Tabela 5.2-1 foi possível estabelecer os melhores dias para as medições de inverno e verão dentro do período permitido para a execução desta pesquisa pelo objeto de estudo levando em consideração as temperaturas máximas, mínimas, médias e umidade relativa.

5.2.1 Determinação dos dias representativos para o inverno

Para a determinação dos dias ideais para as medições no inverno, havia um período disponível para acesso ao edifício de pouco mais de 1 mês, que iniciava em Julho de 2019 e iria até a primeira quinzena de agosto de 2019. Como também havia a necessidade de se fazer o agendamento junto à empresa do objeto de estudo com 1 semana de antecedência dos dias de medição e aplicação do questionário, foi consultada a previsão do tempo em sites e aplicativos específicos na internet para identificar os dias consecutivos que mais se aproximassem de um dia representativo de inverno, com temperaturas máximas e mínimas próximas dos valores de referência.

De fato, no Dia 1, 12/08/2019, de acordo com os dados meteorológicos do IAG-USP, a temperatura máxima foi de 29,6°C, temperatura mínima de 16,8°C, temperatura média (bulbo seco) de 23°C, umidade relativa de 76,9% a uma pressão atmosférica de 927mmHg (IAG-USP).

Já no Dia 2, 13/08/2019, as temperaturas máxima, mínima e média de bulbo seco foram de 17,2°C, umidade relativa de 87,3% e pressão atmosférica de 927mmHg ou 1,21atm (IAG-USP).

O Gráfico 5.2.1-1 mostra os valores de temperatura máxima e mínima de bulbo seco e umidade relativa que aconteceram de fato nos dias 1 e 2 das medições realizadas no inverno.

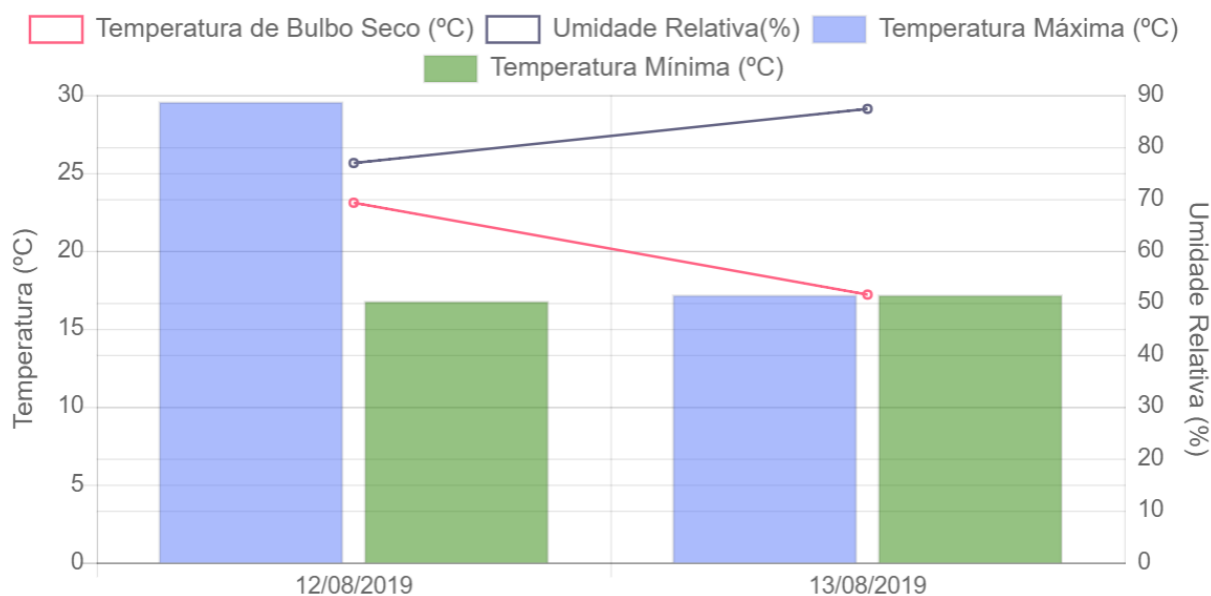


Gráfico 5.2.1-1 – Inverno - Temperatura máxima, mínima e média (bulbo seco) e UR

Fonte: IAG-USP

Para efeito comparativo com os valores de referência de inverno, também foram considerados os mesmos dados climáticos do INMET para os dias 12/08/2019 e 13/08/2019. A Tabela 5.2.1-1 traz o comparativo dos dados do INMET, IAG e temperaturas de referência de inverno.

	Estação Meteorológica	Estação Ano	Temp. Máx [oC]	Temp. Mín [oC]	Temp. Comp. Media [oC]	Insolação [horas]	Umidade Relativa Media [%]
Média	INMET - 83781	Inverno	24,5	13,6	18,0	7,2	71,1
Moda	INMET - 83781	Inverno	25,3	14,7	16,1	0,0	71,5
ESTUDO CASO INVERNO	INMET - 83781	12/8/19	30,2	16,7	23,4	9,6	52,2
	INMET - 83781	13/8/19	25,4	14,1	18,1	2,2	79,0
ESTUDO CASO INVERNO	IAG	12/8/19	29,6	16,8	-	-	76,9
	IAG	13/8/19	17,2	17,2	-	-	87,3

Tabela 5.2.1-1 – Comparativo do dia representativo de inverno determinados com base nos dados do IAG e INMET com os valores de referência

Fonte: Autor (2020)

Como pode ser visto na Tabela 5.2.1-1, acima, o dia 12/08/2019 (IAG-USP) apresentou temperatura máxima superior a 4°C em relação à máxima de referência de inverno, superior a 3°C para a temperatura mínima, superior a 5°C para a temperatura compensada média, com 2 horas a mais de insolação e umidade relativa quase 20% inferior.

Já o dia 13/08/2019 (IAG-USP) se apresentou mais coerente com o inverno com temperatura máxima menos de 1°C superior à referência, temperatura mínima com apenas 0,6°C de diferença, temperatura compensada média de 2°C superior, insolação bem inferior com 5 horas de diferença e umidade relativa com 8% a mais.

5.2.2 Determinação dos dias representativos para o verão

Já para o verão, como este inicia em 21 de dezembro e termina em 20 de março, buscou-se uma data em que a empresa tivesse disponibilidade, que a previsão do tempo indicasse um dia típico de verão e que os ocupantes do escritório não estivessem de férias. Dessa forma, as medições de verão ocorreram em meados de março.

No Dia 1, 11/03/2020, a temperatura máxima foi de 27,9°C, temperatura mínima foi de 17,2°C, temperatura média (bulbo seco) de 22,6°C, umidade relativa de 85,7% e pressão atmosférica de 926 mmHg ou 1,21atm (IAG-USP).

Já no Dia 2, 12/03/2020, a temperatura máxima, mínima e média (bulbo seco) registrada foi de 20°C, umidade relativa de 90,2% e pressão atmosférica de 926mmHg ou 1,21atm (IAG-USP). O Gráfico 5.2.2-1 mostra as variáveis externas de temperatura máxima, mínima e média de bulbo seco e umidade relativa nos dias 1 e 2 das medições realizadas no verão.

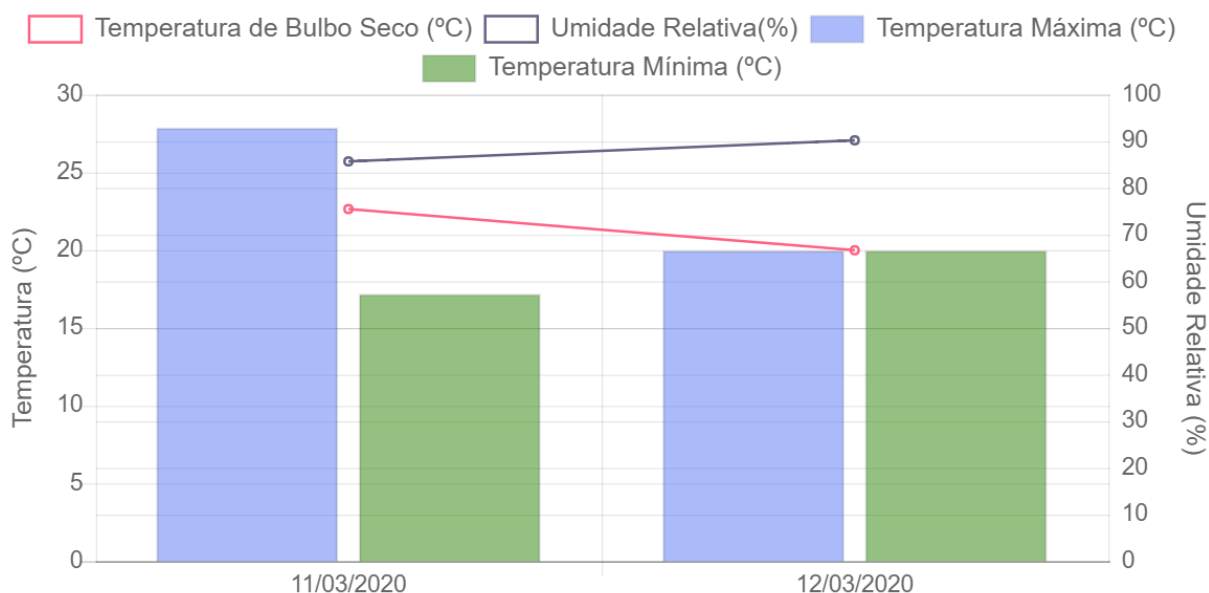


Gráfico 5.2.2-1 – Verão - Temperatura máxima, mínima e média (bulbo seco) e UR

Fonte: IAG-USP

Para efeito comparativo com os dados de verão, também foram considerados os mesmos dados climáticos do INMET para os dias 11/03/2020 e 12/03/2020. A Tabela 5.2.2-1 traz o comparativo dos dados do INMET, IAG e temperaturas de referência de verão.

	Estação Meteorológica	Estação Ano	Temp. Máx [oC]	Temp. Mín [oC]	Temp. Comp. Media [oC]	Insolação [horas]	Umidade Relativa Media [%]
Média	INMET - 83781	Verão	29,1	19,7	23,3	5,4	76,0
Moda	INMET - 83781	Verão	30,3	19,7	22,8	0,0	83,0
ESTUDO CASO VERÃO	INMET - 83781	11/3/20	29,5	18,4	22,5	-	67,2
	INMET - 83781	12/3/20	30,0	18,6	22,6	-	66,9
ESTUDO CASO VERÃO	IAG	11/3/20	27,9	17,3	22,6	-	85,7
	IAG	12/3/20	20,0	17,2	20,0	-	90,2

Tabela 5.2.2-1 – Comparativo do dia representativo de verão determinados com base nos dados do IAG e INMET com os valores de referência

Fonte: Autor (2020)

Pelos dados do INMET, o dia 11/03/2020 apresentou temperatura máxima pouco superior em relação à máxima de verão, 0,4°C, e pouco inferior para a temperatura mínima (-0,7°C) e temperatura compensada média (-0,7°C).

Já o dia 12/03/2020 apresentou temperatura máxima superior à máxima de verão (0,9°C) e inferior para a temperatura mínima (-1,1°C) e temperatura compensada média (-0,7°C).

5.3 Avaliação qualitativa

A avaliação qualitativa deste estudo consistiu na aplicação de um questionário. No entanto, para a elaboração do questionário e aplicação do mesmo durante a fase de medição, algumas ferramentas de Avaliação Pós-Ocupação (APO) foram utilizadas. É importante salientar que o termo Avaliação Pós-Ocupação refere-se ao período em que a edificação ou escritório já foi projetado, construído e está ocupado. A Figura 5.3-1 exemplifica o termo “Fase Ocupação”, que é o momento em que a APO é realizada.

A APO pode ser definida como um conjunto de métodos e técnicas que visa a avaliação de desempenho de edificações e ambientes construídos, levando em consideração a análise de especialistas e a satisfação dos usuários. Com a APO é possível identificar os aspectos positivos e negativos do ambiente construído estudado para realizar um diagnóstico preciso do ambiente e retroalimentar projetistas e demais envolvidos com informações para futuros projetos (VILLA e ORNSTEIN, 2013).

O fluxograma da Figura 5.3-1 representa o fluxo de como o método da APO pode ser utilizado pela cadeia da construção civil. O fluxo 1 busca fornecer soluções e informações para que a equipe de gestores de empreendimentos (públicos ou privados) ou *facilities* sobre a natureza do objeto de estudo, para que seja possível a melhoria da qualidade ambiental interna da edificação em temas como conforto térmico, qualidade do ar, qualidade da água, eficiência energética, eficiência hídrica, dentre outros. Já o fluxo 2 busca trazer respostas e soluções para que a equipe de arquitetos e projetistas possam melhorar o funcionamento da edificação como um todo através de ajustes, reformas ou retrofits, visando, dentre outras coisas, a satisfação dos ocupantes. Por fim, o fluxo 3 busca fornecer informações no que diz respeito à identificação da ideia geradora do projeto não somente à equipe de projetistas do empreendimento, mas também para a incorporadora e construtora, de modo a melhorar a qualidade de produtos e projetos futuros, similares ou não.

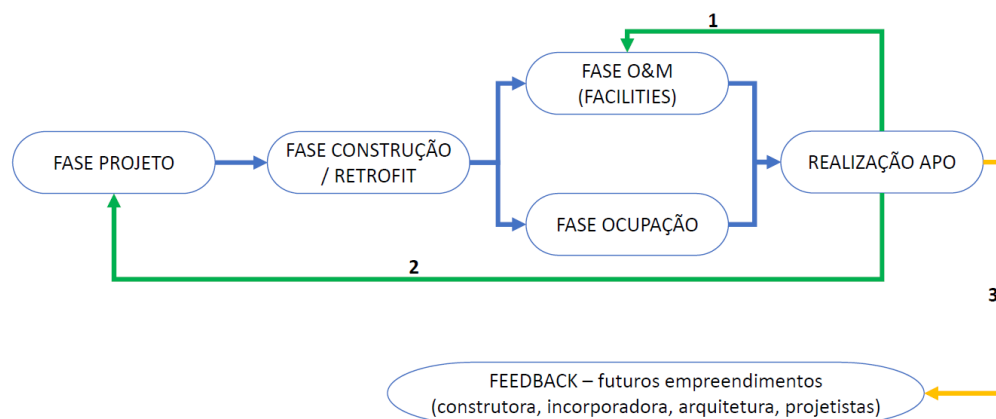


Figura 5.3-1 – Respostas da Avaliação Pós-Ocupação

Fonte: Autor, 2019

A APO possui ferramentas pertinentes ao desenvolvimento da investigação e diagnóstico de estudos de caso; sendo assim, neste trabalho utilizou-se as seguintes ferramentas: *Walkthrough*, Aplicação de questionário, que será descrito neste capítulo, e Medições de qualidade do ar, conforto térmico e lumínico, que será descrito do capítulo de Avaliação Quantitativa.

Deste modo, a primeira ação tomada após a escolha do objeto deste estudo foi a realização do *Walkthrough*, que é uma visita técnica guiada por um profissional de *facilities*, técnico ou outra pessoa que tenha plenos conhecimentos do local e que possa auxiliar o pesquisador com informações pertinentes ligadas ao objetivo da pesquisa.

Neste sentido, buscou-se um profissional que tivesse livre trânsito em todos os ambientes, que tivesse conhecimento técnico para explicar a funcionalidade de alguns sistemas como o ar condicionado e operação da edificação e que fosse a pessoa responsável por solucionar problemas relativos à qualidade do ar, conforto térmico e lumínico.

Para o objeto de estudo desta pesquisa, o pesquisador já havia realizado trabalhos anteriores no local e conhecia relativamente bem o ambiente. No entanto, foi necessário realizar um novo *Walkthrough* para verificar se houveram mudanças recentes no local e rever os ambientes com os olhos voltados para o objetivo desta pesquisa. Desta forma, foi observado no local a disposição das mesas no *open spaces*, as luminárias, os difusores e o sistema de ar condicionado do edifício, assim como todos os ambientes que compõem o escritório e, que de alguma forma, possam interferir na qualidade do ar, conforto térmico e lumínico do escritório.

Após o *Walkthrough*, foi elaborado um questionário que foi avaliado por Comitê de Ética, na Plataforma Brasil. Antes da aplicação de pesquisas com seres humanos, sejam questionários, entrevistas ou outros, é preciso que a pesquisa passe por aprovação pelo CEP/CONEP. A Comissão Nacional Ética em Pesquisa (CONEP) é uma das 18 comissões do Conselho Nacional de Saúde (CNS), criada por meio da Resolução CNS nº 196/1996, com constituição atualmente designada pela Resolução nº 446/2011 (MINISTÉRIO DA SAÚDE, 2017).

O questionário aplicado nesta pesquisa foi aprovado pelo Comitê de Ética 5467 - USP - Instituto de Ciências Biomédicas da Universidade de São Paulo - ICB/USP e seu CAAE na Plataforma Brasil é o 14225219.5.0000.5467.

O objetivo da pesquisa passar por um comitê de ética é justamente para proteger a integridade e dignidade do participante da pesquisa. Algumas pesquisas são realizadas com grupos de riscos e vulneráveis como com crianças e pessoas debilitadas em relação à saúde. Dessa forma, é preciso tomar cuidado com a forma como a pesquisa é realizada e formulada para não interferir negativamente no participante. Além disso, o participante da pesquisa tem seu sigilo resguardado e pode exigir a retirada de suas respostas e participação da pesquisa a qualquer momento. Alguns periódicos nacionais e internacionais já não aceitam artigos com dados de pesquisas realizadas sem ter passado pelo comitê de ética.

As atividades do CONEP seguem a Resolução CNS nº 466/2012 e normas conexas e a gestão do sistema CEP/CONEP é feita através da Plataforma Brasil, base nacional e unificada de registro, análise, monitoramento e controle de pesquisas envolvendo seres humanos. Permite, também, o acompanhamento do processo em seus diferentes estágios, desde a submissão até a conclusão (MINISTÉRIO DA SAÚDE, 2017).

Para acessar a página de login da Plataforma Brasil basta acessar o link <<http://plataformabrasil.saude.gov.br/login.jsf>>. Para a página do Conselho Nacional de Saúde, que traz mais informações sobre o tema, <<http://conselho.saude.gov.br/plataforma-brasil-conep?view=default>>.

Por fim, após realizada as entrevistas e as visitas guiadas, foi desenvolvido e aplicado um questionário preliminar para verificar o ponto de vista dos ocupantes referente à qualidade do ar, conforto térmico e conforto lumínico.

O questionário deve ser sucinto e de fácil compreensão, tanto na parte de resposta quanto nas palavras do enunciado.

Dessa forma, as perguntas foram divididas em quatro etapas:

- Questões Gerais
- Qualidade do Ar
- Conforto Térmico
- Conforto Térmico – Desconforto Localizado
- Conforto Lumínico
- Absenteísmo e Presenteísmo

As **questões gerais** foram desenvolvidas para caracterizar o respondente e identificar o local que ele utiliza na edificação.

As **questões 1 e 2**, se referem às informações sobre a idade e o gênero.

Já as **questões 3, 4, 5, 6 e 7** se referem às condições do ambiente em que o respondente passa a maior parte do seu tempo dentro da edificação.

As **questões 8 e 9** informam se as pessoas ocupam aquele local de forma recente ou não. Isso também influi na percepção da pessoa frente aos objetivos deste estudo, pois uma pessoa que ainda não tem 1 ano trabalhando naquele local e naquela estação de trabalho ainda não passou por todas as estações do ano para ter uma percepção mais consolidada sobre o local.

As questões de **qualidade do ar** foram baseadas na ABNT NBR 16401-3:2008. Ao todo foram feitas 6 questões e todas elas buscam informações de como a qualidade do ar do ambiente, no qual o respondente está inserido, impacta na sua saúde.

As questões de **conforto térmico e desconforto localizado**, treze no total, foram baseadas na ASHRAE 55:2017 e pelas questões desenvolvidas na dissertação e tese de LEITE (1997) e LEITE (2003), respectivamente. Importante salientar que a escala de sete pontos (-3 a +3) utilizada em algumas das questões abaixo foram feitas propositalmente para corresponder à escala de Fanger para o índice de PMV.

A **pergunta 17** foi feita para calcular o índice de isolamento das vestimentas [*I_{cl}*, em clo] dos ocupantes. Já a **pergunta 18** foi elaborada para calcular a taxa metabólica. As **perguntas 16, 19 e 20** se referem à sensação do ocupante naquele momento em relação ao conforto térmico e se ele tem acesso a algum dispositivo para deixá-lo numa situação de conforto.

As **perguntas 21 a 23** foram elaboradas para serem respondidas apenas pelos ocupantes que se sentem insatisfeitos com o conforto térmico na sua estação de trabalho. A **pergunta 24**

questiona o que pode trazer desconforto térmico para aquela pessoa no local. Já as **perguntas 25 a 28** se referem à percepção do ocupante quanto ao desconforto localizado.

As questões de **conforto lumínico** totalizam cinco perguntas. Não foi encontrada norma técnica que trouxesse um modelo de perguntas para o conforto lumínico; porém, como os critérios de perguntas de conforto lumínico e conforto térmico são próximos, as questões de conforto lumínico foram adaptadas de algumas questões feitas para o conforto térmico e nas questões desenvolvidas na dissertação de LEITE (1997).

A **questão 29** foi incluída para identificar como o ocupante percebe o impacto da iluminação no seu ritmo circadiano. A **pergunta 30** questiona se o ocupante pode controlar o nível e qualidade de iluminação na sua estação de trabalho. Já as **perguntas 31 à 33** se referem à satisfação e desconforto do usuário em relação à iluminação no seu ambiente de trabalho.

Com relação ao **absenteísmo e presenteísmo** as perguntas foram traduzidas de um questionário da OMS, Organização Mundial da Saúde (Kessler, R.C., et al, 2003 e Kessler, R.C. et al, 2004) e inseridas, na íntegra, no questionário desta pesquisa.

O absenteísmo é um tópico fácil de ser compreendido, pois é a relação de dias de trabalho e faltas do colaborador; no entanto, o presenteísmo é ainda um tópico subjetivo e difícil de ser dimensionado. Somente 4 das perguntas realizadas nesse tópico foram utilizadas para dimensionar o absenteísmo e presenteísmo, sendo 2 para absenteísmo e 2 para presenteísmo. As demais perguntas foram feitas para treinar o respondente para que ele dê sua melhor resposta nas questões chave.

5.4 Avaliação quantitativa

Para a avaliação quantitativa procedeu-se às medições das variáveis ambientais relacionadas ao conforto térmico (temperatura do ar (Bulbo Seco), umidade relativa do ar, velocidade do ar e temperatura radiante média), da qualidade do ar (CO₂ e particulados) e lumínico (níveis de iluminamento, em lux).

Para as medições das variáveis dos aspectos relacionados acima, foram utilizados os instrumentos de medição descritos a seguir.

5.4.1 Descrição dos equipamentos de medição

Para medições das variáveis de conforto térmico e qualidade do ar (CO₂) foi utilizado o multifuncional TESTO 435-4, ilustrado pela Figura 5.4.3-1. Trata-se de um instrumento de medição para avaliação da qualidade do ar de ambientes interiores e verificação do conforto térmico dos espaços. O instrumento utiliza sondas de medições de temperatura do ar, umidade relativa do ar, CO₂, velocidade do ar e temperatura radiante.

Para essa pesquisa foram utilizadas as seguintes sondas:

- a. Temperatura Radiante [tr] - Sonda de globo Ø 150mm, TP Tipo K.
- b. CO₂, umidade relativa do ar [UR%], temperatura do ar [ta] e pressão absoluta.
- c. Velocidade do ar e temperatura do ar [ta] - Sonda de fio quente para m/s e C°, Ø cabeça de sonda 7,5 mm, incl. telescópio.

Os dados armazenados podem ser transferidos para um computador por meio de um cabo USB e do software Comsoft PRO 4.5 B911.

O multifuncional Testo 435-4 possui as seguintes características:

- Dimensões: 220 x 74 x 46 mm
- Temperatura de operação: -20 a +50 °C
- Invólucro: ABS / TPE / Metal
- Classe de proteção: IP54
- EU-/EG-orientações: 2004/108/EG
- Tipo de bateria: 3 AA mini 1.5 V
- Display luminoso
- Memória: 10.000 valores medidos
- Temperatura de armazenagem: -30 a +70 °C
- Peso: 428 g



Figura 5.4.1-1 - Testo 435-4

Fonte: Testo

As características do Globo Negro são:

- Tipo K (NiCr-Ni)
- Faixa de medição: 0 a +120 °C
- Exatidão: Classe 1 - De acordo com a norma EN 60584-2, a precisão da Classe 1 refere-se a -40 a +1000 ° C (Tipo K);
- Comprimento do cabo: 1,4 m
- Emissividade: 0,95
- Diâmetro do globo negro: 150 mm
- Cor do globo negro: Preta

A Figura 5.4.3-2 traz a ilustração da sonda do globo negro.



Figura 5.4.1-2 - Sonda de globo negro

Fonte: Testo

Características da Sonda de CO₂

- NTC (Os Sensores do tipo NTC possuem resistência inversamente proporcional à temperatura e possuem sensibilidade precisa ao aumento de temperatura)
 - Faixa de medição: 0 a +50 °C
 - Exatidão: ±0,3 °C
- Sensor capacitivo de umidade
 - Faixa de medição: 0 a 100 %rF
 - Exatidão: ±2 %rF (+2 a +98 %rF)
- Pressão absoluta
 - Faixa de medição: +600 a +1150 hPa
 - Exatidão: ±10 hPa
- Medição ambiente de CO₂
 - Faixa de medição: 0 a +10000 ppm
 - Exatidão: ±(75 ppm ±3 % do vm) (0 a +5000 ppm)
 ±(150 ppm ±5 % do vm) (+5001 a +10000 ppm)

A Figura 5.4.1-3 traz a ilustração da sonda de CO₂.



Figura 5.4.1-3 - Sonda de CO₂

Fonte: Testo

Características da Sonda de velocidade do ar, temperatura e umidade

- NTC (Os Sensores do tipo NTC possuem resistência inversamente proporcional à temperatura e possuem sensibilidade precisa ao aumento de temperatura)
 - Faixa de medição: -20 a +70 °C
 - Exatidão: ±0,3 °C
- Sensor capacitivo de umidade
 - Faixa de medição: 0 a +100 %rF
 - Exatidão: ±2 %rF (+2 a +98 %rF)
- Fio aquecido
 - Faixa de medição: 0 a +20 m/s
 - Exatidão: ±(0,03 m/s + 4 % do vm)

A Figura 5.4.1-4 traz a ilustração da sonda de velocidade do ar, temperatura do ar e umidade relativa.



Figura 5.4.1-4 - Sonda de Velocidade do Ar, Temperatura e Umidade

Fonte: Testo

Características do contador de partículas

Para medir a quantidade de particulados nos ambientes foi utilizado o contador de partículas HHPC-6.

O contador de partículas MET ONE HHPC-6 é um instrumento portátil que quantifica, armazena e relata partículas sólidas no ar. O MET ONE HHPC-6 padrão pode armazenar 500 amostras na memória. Os registros de dados incluem a data, hora, contagens, etiquetas da amostra, volume, sinalizadores de alarme, temperatura e umidade relativa. Os dados armazenados podem ser transferidos para um computador por meio de um cabo USB e do software HHPC6Utility.

O instrumento conta com uma bateria interna para medições móveis e também pode ser conectado a um adaptador de energia CA, para amostragem estendida ou estacionária.

Características do MET ONE HHPC-6

- Dimensões (L x C x A): 114,3 mm x 209,6 mm x 57,2 mm (4,5 "x 8,25" x 2,25 ")
- Peso: 1,0 kg (2,2 lb)
- Número de canais: Seis
- Parâmetros (Tamanho das Partículas): 0,3, 0,5, 0,7, 1,0, 2,0, 5,0 μm
- IAQ: 0,5, 0,7, 1,0, 2,0, 5,0, 10,0 μm
- Personalizado: de 0,3 a 20 μm
- Fluxo: 0,1 cfm (2,83 L / min)

- Fonte de luz: Diodo laser; guiado por índice (26.000 MTBF a 25 °C)
- Calibração: Partículas PSL no ar (rastreadável ao NIST)
- Eficiência: 50% a 0,3 µm; 100% para partículas > 0,45 µm (por JIS B9921: 1997)
- Contagem zero: 1 contagem / 5 minutos (por JIS B9921: 1997)
- Perda de coincidência: 5% a 2.000.000 de partículas por pé cúbico
- Umidade relativa: ± 7%, 20% a 90%, sem condensação
- Temperatura: ± 3 °C, 10 °C a 40 °C (50 °F a 104 °F)
- Armazenamento de dados: 500 registros de amostra (buffer rotativo)
- Modos de contagem: Concentração, totalização, áudio
- Tempo de atraso: de 0 a 24 horas
- Entrada de amostra: Sonda isocinética
- Interface: RS232 e RS485 a RJ45
- Fonte de vácuo: Bomba interna (fluxo controlado)
- Temperatura de operação: 10 °C a 40 °C (50 °F a 104 °F)
- Umidade de operação: 20% a 90%, sem condensação
- Temperatura de armazenamento: -10 °C a 50 °C (14 °F a 122 °F)
- Umidade de armazenamento: Até 90%, sem condensação
- Normas: JIS B 9921-1997—Light Scattering Automatic Particle Counter e Federal Standard 209E—Standard Practice for Defining Size Calibration, Resolution and Counting Accuracy of an Air-Borne Particle Counter Using Near-Monodispersed Spherical Particulate Material.

A Figura 5.4.1-5 traz a ilustração do contador de partículas MET ONE HHPC-6.



Figura 5.4.1-5 – Contador de Partículas MET ONE HHPC-6

Fonte: News Medical Life Sciences

Características do Luxímetro – LD-200 Instrutherm

O luxímetro LD-200 da Instrutherm é um instrumento portátil e de leitura direta que mede a intensidade luminosa (em lux) variando entre 0,01 a 200.000. Este instrumento não armazena os dados, dessa forma, é preciso anotar os dados coletados. Foi utilizado nas medições de inverno.

- Escala: 0,01 a 200.000 lux em 4 faixas
- Precisão:
 - $\pm 3\% \pm 0,5$ E.C. (<10.000 lux)
 - $\pm 4\% \pm 10\%$ dígitos (>10.000 lux)
- OBS.: Exatidão com referência à lâmpada padrão incandescente com temperatura de cor de 2856K
- Precisão espectral:
 - -Curva VI função $f 1 \pm 6\%$
 - -Resposta cossenoidal: $f 1 \pm 6\%$
- Fotocélula separada do aparelho construída em fotodiodo de silício e filtro de correção de cor
- Correção para eficiência luminosa
- Repetibilidade: $\pm 2\%$
- Característica de temperatura: $\pm 0,1\% / ^\circ\text{C}$
- Tempo de amostragem: Aprox. 2 vezes por segundo
- Temperatura de operação: 0 a 40°C
- Umidade de operação: Máx. 80% RH

A Figura 5.4.1-6 traz a ilustração do luxímetro LD-200.



Figura 5.4.1-6 – Luxímetro LD-200

Fonte: Instrutherm

Características do luxímetro – MLM-1020

Para a medição de verão foi utilizado o luxímetro MLM-1020 de leitura direta, possibilidade de armazenamento das medições e software para transferir os dados para o computador.

Especificações:

- Faixas: 20, 200, 2000, 20000 Lux / 2, 20, 200, 2000 FC.
- Resolução: 0,01, 0,1, 1, 10 Lux / 0,001, 0,01, 0,1, 1 FC.
- Precisão: 20 Lux $\pm(3\% \text{Leit.} + 20D)$ / 200 ~ 20000 Lux $\pm(3\% \text{Leit.} + 8D)$.
- A precisão é dada como $\pm(\% \text{ da leitura ou } \% \text{ do fundo de escala})$ para temperatura $23^{\circ}\text{C} \pm 5^{\circ}\text{C}$ e umidade relativa $< 75\%$.
- Taxa de Amostragem: 100 vezes por segundo
- Data Logger para 2044 registros.
- Intervalo de Registro: 0,5s ou 1 à 255s (com passo de 1s).
- Medições em duas unidades: Lux e FC.
- Sensor: Luz visível digital.
- Coeficiente de Temperatura: $\pm 0,1\% / ^{\circ}\text{C}$.
- Ambiente de Operação: 0°C a 30°C (até 80% R.H.).

30 a 40°C (até 75% R.H.).

40 a 50°C (até 45% R.H.).

- Ambiente de Armazenamento: -20°C a 60°C (até 80% R.H.).

A Figura 5.4.1-7 traz a ilustração do luxímetro MLM-1020.



Figura 5.4.1-7 – Luxímetro MLM-1020

Fonte: Instrutherm

5.4.2 Medições das variáveis de qualidade do ar

Para as medições das variáveis ambientais da qualidade do ar, os seguintes procedimentos foram realizados:

Os parâmetros analisados para a qualidade do ar nesta pesquisa foram o CO₂ e os particulados. As medições foram realizadas nas estações de trabalho, nos pontos indicados nas Figuras 5.4.2-1 e 5.4.2-1, para as medições de inverno e verão, respectivamente.

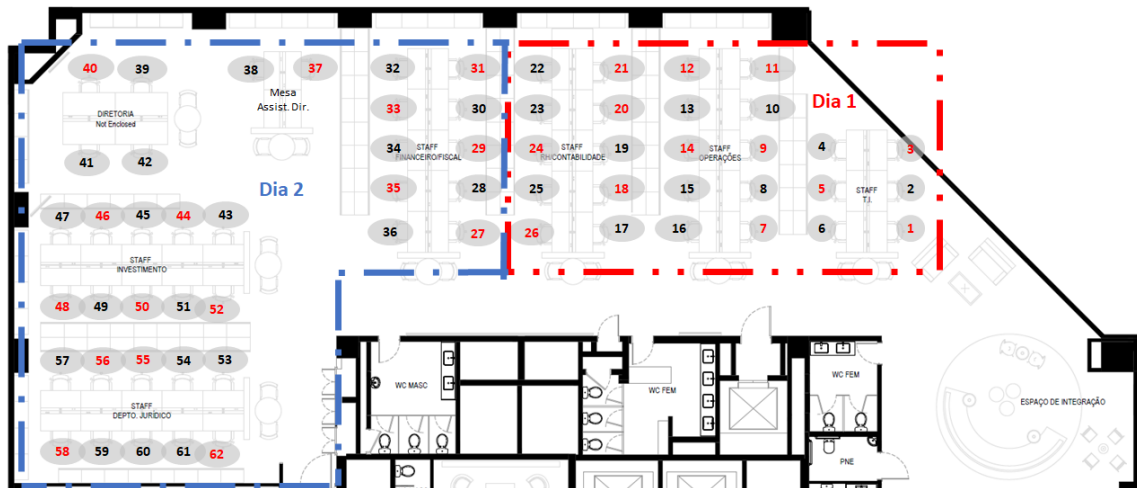


Figura 5.4.2-1 - Inverno - Mapeamento das medições de conforto térmico, particulados e CO2

Fonte: Autor (2020)

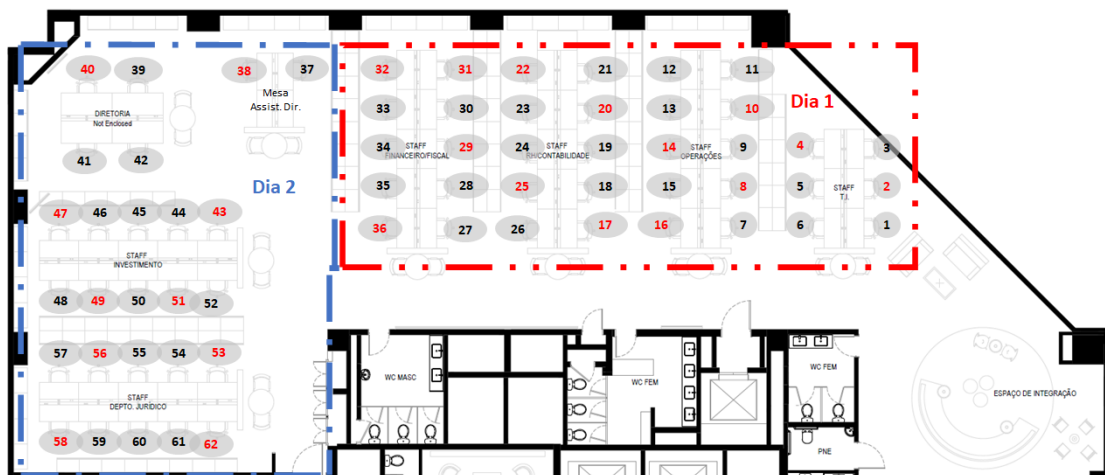


Figura 5.4.2-2 – Verão - Mapeamento das medições de conforto térmico, particulados e CO2

Fonte: Autor (2020)

Em relação aos **particulados**, a maioria dos estudos, medições e normas analisam os particulados com dimensões iguais ou inferiores a $2,5\mu\text{m}$ ($\text{PM}_{2,5}$) e iguais ou inferiores a $10\mu\text{m}$ (PM_{10}). Contudo, devido à especificação do contador de partículas usado, o tamanho das partículas analisadas para esta pesquisa foram 0,3; 0,5; 0,7; 1,0; 2,0 e $5,0\mu\text{m}$.

O tempo mínimo de medição do coletor de particulados foi de 10 minutos, porém, como o instrumento era iniciado durante a medição de conforto térmico e a medição tinha um tempo de duração superior a 10 minutos, chegando em 15 minutos, o coletor de particulados coletava amostras durante 15 minutos, sendo desligado manualmente.

Antes de iniciar as medições, foi deixado um tempo de 10 minutos para o tempo de ambientação.

O MET ONE HHPC-6 foi posicionado na mesa do ocupante, próximo da pessoa e com o tubo do sensor virado para a zona de respiração do usuário.

Fabichak Jr. (2013), cuja análise foi focada em partículas maiores que $3 \mu\text{m}$, verificou a necessidade de 10 minutos para que ocorresse a estabilização. Seguindo essa indicação, o tempo de medição também foi de 10 minutos, que é o mesmo tempo adotado na medição da velocidade e da temperatura do ar e de partículas, em acordo com a pesquisa de Zhang et al. (2007).

Importante dizer que nesta pesquisa a medição dos particulados ocorreu em conjunto com a medição dos parâmetros de conforto térmico. A Figura 5.4.2-3 mostra o posicionamento do contador de partículas nas mesas de trabalho.



Figura 5.4.2-3 – Posicionamento do contador de partículas

Fonte: Autor (2020)

Já para a **medição do CO₂** foi utilizado o Testo 435-4 com a sonda específica.

Durante as medições, o seguinte procedimento foi realizado para a medição do CO₂ em todas as estações de trabalho pré-estabelecidas:

- Antes de iniciar as medições, o Testo 435-4 com a sonda de CO₂ foi deixado ligado por 10 minutos para o tempo de ambientação;

- Após o tempo de ambientação, a Sonda de CO₂ foi posicionada próxima do ocupante, a 1,10m de altura e com a sonda virada para a zona de respiração da pessoa;
- Iniciou-se a medição;
- O instrumento finaliza a medição após 10 medições de 30 segundos cada, totalizando os 5 minutos ou 300 segundos. Importante mencionar que no início estavam sendo realizadas 30 medições de 10 segundos, totalizando os mesmos 5 minutos ou 300 segundos; porém, como a memória do instrumento era rapidamente preenchida e a cada vez que isso acontecia interferia no andamento da medição, pois era preciso descarregar os dados e resetar a memória do equipamento, foi diminuído o número de medições tomando-se o cuidado de este número reduzido estar de acordo com as normas técnicas;

A Figura 5.4.2-4 mostra o posicionamento do sensor de CO₂ durante as medições em campo.



Figura 5.4.2-4 – Posicionamento do sensor de CO₂

Fonte: Autor (2020)

5.4.3 Medições das variáveis de conforto térmico geral e desconforto localizado

Para a medição do **Conforto Térmico e Desconforto Localizado** foi utilizado o Testo 435-4 em conjunto com as sondas Globo Negro para a temperatura de globo e a Sonda de velocidade - que mede também a temperatura e umidade relativa do ar.

Foram realizadas 60 medições por minuto em cada posição na estação de trabalho, ou seja, 1 medição por segundo.

Durante as medições, o seguinte procedimento foi realizado em todas as estações de trabalho pré-estabelecidas:

- Antes de iniciar as medições, o Testo 435-4 com as sondas de Globo Negro, Velocidade do Ar, Umidade Relativa e Temperatura do Ar foi deixado ligado por 10 minutos para o tempo de ambientação;
- Após o tempo de ambientação, o globo negro foi posicionado a 60 cm de altura; já a sonda de velocidade do ar, temperatura do ar e umidade relativa foi posicionada em 12 posições, sequencialmente, em cada estação de trabalho conforme mostra o quadro 5.4.3-1 abaixo;

Número Medição	Medição	Local da Medição
1	E1,7	Altura 1,70 metros lado esquerdo do ocupante sentado na estação de trabalho
2	C1,7	Altura 1,70 metros atrás do ocupante sentado na estação de trabalho
3	D1,7	Altura 1,70 metros lado direito do ocupante sentado na estação de trabalho
4	E1,1	Altura 1,10 metros lado esquerdo do ocupante sentado na estação de trabalho
5	C1,1	Altura 1,10 metros atrás do ocupante sentado na estação de trabalho
6	D1,1	Altura 1,10 metros lado direito do ocupante sentado na estação de trabalho
7	E0,6	Altura 0,60 metros lado esquerdo do ocupante sentado na estação de trabalho
8	C0,6	Altura 0,60 metros atrás do ocupante sentado na estação de trabalho
9	D0,6	Altura 0,60 metros lado direito do ocupante sentado na estação de trabalho
10	E0,1	Altura 0,10 metros lado esquerdo do ocupante sentado na estação de trabalho
11	C0,1	Altura 0,10 metros atrás do ocupante sentado na estação de trabalho

12	D0,1	Altura 0,10 metros lado direito do ocupante sentado na estação de trabalho
-----------	------	--

Quadro 5.4.3-1 - Pontos medição para verificação do desconforto localizado

Fonte: Autor (2020)

Para esse estudo, adotou-se um período de um minuto para medição em cada ponto, totalizando 12 minutos em cada estação de trabalho, com intervalos de cinco a dez minutos entre um ponto e outro para estabilização dos sensores.

A sonda do globo negro permaneceu na mesma posição durante as medições com a sonda de velocidade do ar, temperatura do ar e umidade relativa. A Figura 5.4.3-1 traz as medições realizadas nas posições Esquerda (E), Centro (C) e Direita (D) nas alturas de 0,1m, 0,6m, 1,1m e 1,7m.

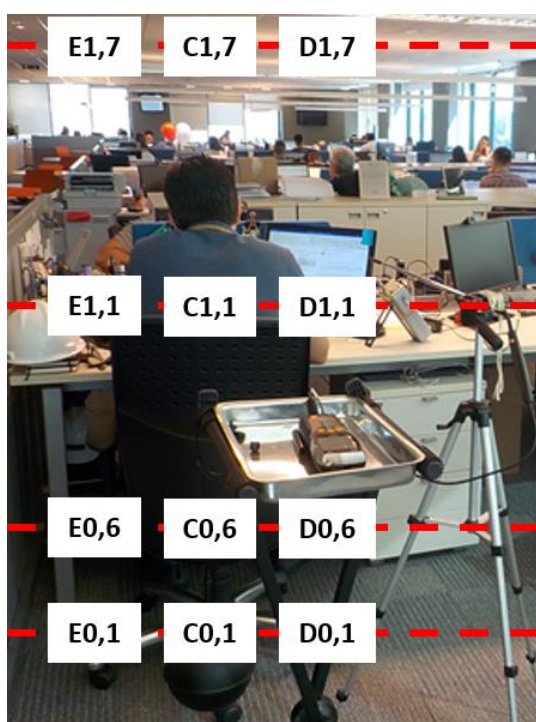


Figura 5.4.3-1 - Pontos medição para verificação do conforto térmico geral e desconforto localizado

Fonte: Autor (2020)

Ressalta-se que, embora a assimetria da temperatura radiante seja também um dos aspectos que intervêm no desconforto localizado (ASHRAE 55, 2017), por falta de sensores específicos para a medição desta variável, esta não foi medida.

5.4.4 Medições das variáveis de conforto lumínico

Para a medição do conforto lumínico foram feitas três medições em posições diferentes na mesa de cada estação de trabalho pré-estabelecida, conforme descrito abaixo:

- Medição 1 (M1) – Seta vermelha da figura abaixo, verifica a iluminância vertical incidente no plano de trabalho causada pela ação da iluminação artificial e/ou natural;
- Medição 2 (M2) - Seta azul da figura abaixo, representa a iluminância que incide no olho do usuário. Essa medição é importante para verificação da iluminação circadiana;
- Medição 3 (M3) - Seta verde da figura abaixo, verifica a iluminância vertical incidente no olho do usuário pela ação da refletância da iluminação artificial e/ou natural na mesa de trabalho

Durante as medições, seguiu-se o seguinte procedimento para cada uma das estações de trabalho:

- O luxímetro era ligado e não era preciso aguardar um tempo de ambientação, pois este é de medição direta;
- A parte óptica do luxímetro é posicionado horizontalmente, próximo ao olho do usuário, para medir a iluminância proveniente do teto;
- A parte óptica do luxímetro é posicionado verticalmente, simulando o olho do usuário, para medir a iluminância que entra pelo olho do ocupante
- A parte óptica do luxímetro é posicionado horizontalmente, próximo ao olho do usuário, e virado para baixo para medir a iluminância refletida pela mesa de trabalho

A Figura 5.4.4-1 ilustra a iluminância das medições M1, M2 e M3.

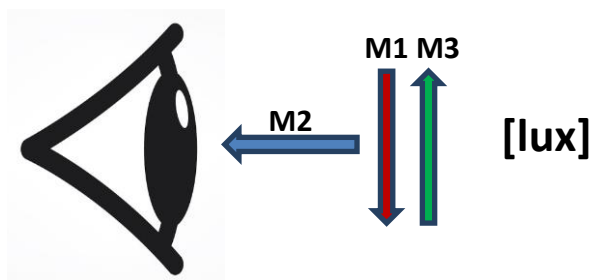


Figura 5.4.4-1 - Pontos para medição do conforto lumínico

Fonte: Autor (2020)

5.5 Aplicação dos questionários e medições no estudo de caso

A seguir está detalhado como foi aplicado o questionário, como foi feito o mapeamento dos pontos de medição e como foram realizadas as medições.

Para se realizar as medições foi feito o mapeamento dos pontos a serem medidos, que aconteceram em dois dias no inverno, Dia 1 em 12/08/2019 e Dia 2 em 13/08/2019, e dois dias no verão, sendo o Dia 1 em 11/03/2020 e o Dia 2 em 12/03/2020, durante o horário comercial, iniciando às 9h da manhã e finalizando por volta das 17h da tarde.

As medições ocorreram apenas nas estações de trabalho do *open office*. Este local conta com oito mesas, cada qual representando um departamento, que são: TI, Operações, RH/Contabilidade, Financeiro/Fiscal, Assistência da Diretoria, Diretoria, Investimento e Jurídico. Com exceção das mesas de TI, Assistência de Diretoria e Diretoria que contam com 6, 2 e 4 postos de trabalho, respectivamente, as demais contam com 10 lugares. São 62 estações de trabalho no total para 49 colaboradores, sendo que no dia da medição de inverno apenas 43 se encontravam no local e 40 no verão.

Todas as estações de trabalho foram identificadas, sendo que as medições de conforto térmico e qualidade do ar, foram realizadas medidas em 29 estações de trabalho no inverno e em 24 estações de trabalho no verão, ou seja, respectivamente 46,8% e 38,7% das estações de trabalho existentes. Já as medições de conforto lumínico, ocorreram em 33 estações de trabalho no inverno e em 37 no verão, que correspondem, respectivamente, a 53,2% e 59,6% das estações de trabalho. As medições foram realizadas na ordem numérica dos mapas. As Figuras 5.5-1 a 5.5-4 mostram a disposição dos locais medidos, representados pela cor vermelha na numeração:

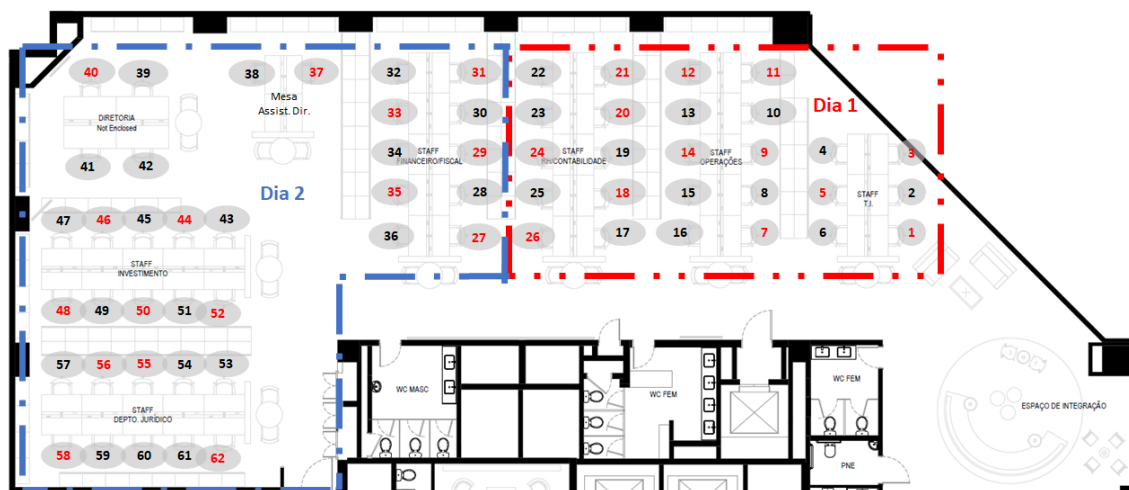


Figura 5.5-1 - Inverno - Mapeamento das medições de conforto térmico e qualidade do ar
 Fonte: Autor (2020)



Figura 5.5-2 - Verão - Mapeamento das medições de conforto térmico e qualidade do ar
 Fonte: Autor (2020)



Figura 5.5-3 – Inverno - Mapeamento das medições de conforto lumínico

Fonte: Autor (2020)

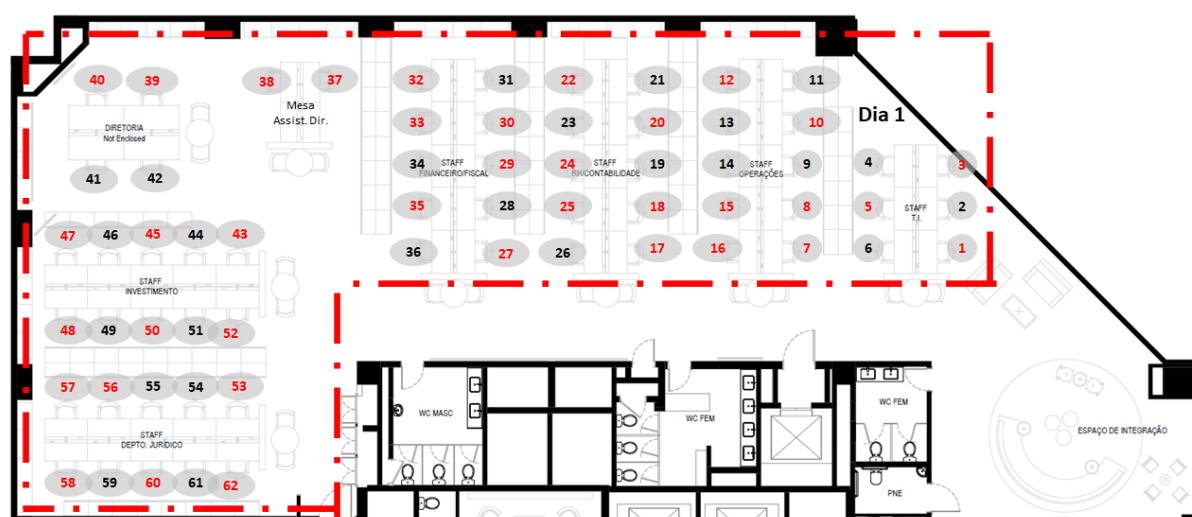


Figura 5.5-4 – Verão - Mapeamento das medições de conforto lumínico

Fonte: Autor (2020)

As medições foram realizadas com um tempo médio despendido em cada estação de trabalho, conforme discriminado a seguir:

- Conforto térmico e particulados – 15 minutos;
- CO₂ – 5 minutos;
- Conforto lumínico – 1 minuto;

Em relação às medições externas de temperatura do ar, umidade relativa e pressão atmosférica, não foi possível realizar as mesmas durante as medições feitas nas estações de trabalho pois

como essas medições exigem simultaneidade e não havia recursos humano e de instrumentos para que as mesmas ocorressem, os dados foram adquiridos posteriormente da Estação Meteorológica do IAG da USP e do INMET, conforme mencionado anteriormente nos itens 5.2.1 e 5.2.2.

Com relação aos questionários, estes foram enviados por e-mail pelo responsável da empresa do Estudo de Caso, que foi, inclusive, a pessoa que autorizou que a pesquisa fosse realizada no local. Três dias antes das medições em campo, foi enviado um e-mail para todos os usuários explicando o objetivo da pesquisa e a necessidade de responder o questionário no dia e momento da medição. No dia da medição foi enviado novamente um e-mail para todos com o link do formulário feito no Google Form. Foram 44% de respondentes, no total, o que garante estatisticamente a validade da pesquisa.

A Figura 5.5-5, abaixo, mostra as estações de trabalho dos respondentes da pesquisa, em vermelho, e dos colaboradores que não estavam presentes no momento da pesquisa, em amarelo e os que estão destacados com números pretos estavam presentes, mas não responderam aos questionários

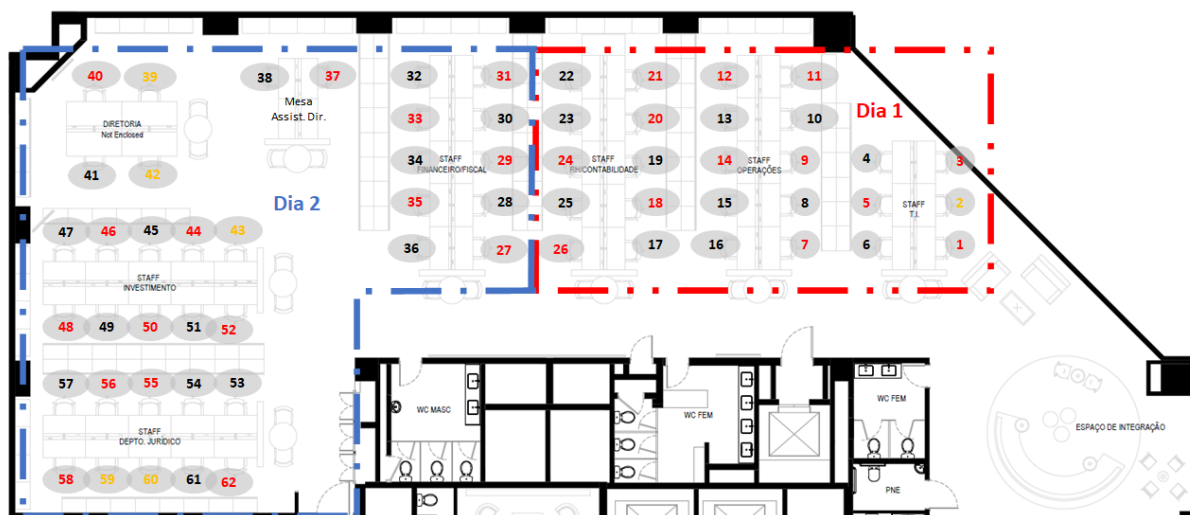


Figura 5.5-5 – Inverno - Distribuição dos usuários que responderam ao questionário

Fonte: Autor (2020)

Para a aplicação dos questionários no verão, foi mudada a metodologia para tentar conseguir uma maior adesão por parte dos colaboradores. Ao invés de enviar um link para preenchimento do questionário, o mesmo foi entregue em papel no momento da medição. No dia da medição

havia 40 colaboradores no escritório; destes, 26 responderam, o que resultou uma taxa de adesão de 65% de respondentes.

A Figura 5.5-6, abaixo, mostra as estações de trabalho dos respondentes da pesquisa, em vermelho, e dos colaboradores que não estavam presentes no momento da pesquisa, em amarelo e os que estão destacados com números pretos estavam presentes, mas não responderam aos questionários.



Figura 5.5-6 –Verão - Distribuição dos usuários que responderam ao questionário

Fonte: Autor (2020)

5.6 Tratamento dos dados

Os dados medidos foram tratados estatisticamente, sendo determinadas a mediana, a moda, a média, o máximo, o mínimo e o desvio padrão.

Os dados coletados através dos questionários, com informações sobre a percepção das pessoas, com relação ao conforto térmico, à qualidade do ar e o conforto lumínico foram confrontados com os resultados das medições realizadas e comparados com as indicações das normas técnicas e legislações descritas no capítulo 4, de Fundamentação dos Aspectos Considerados na Avaliação, para verificar se as condições apresentadas atendiam ou não às respectivas normas específicas.

6 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Neste capítulo são apresentados os resultados obtidos dos questionários e das medições realizadas em campo durante o período de inverno e verão, assim como uma análise e discussão dos resultados absolutos e em comparação com as normas técnicas, à luz de uma amostra de usuários caracterizada a seguir.

6.1 Caracterização da amostra

No período de inverno, a amostra de usuários foi composta por 19 pessoas, representando 44% da população total do estudo de caso. Desses respondentes, 42% foram mulheres e 58% homens. A maioria, 64%, tem idade entre 18 e 39 anos. Dos 19 respondentes, 1 pertence ao TI, 4 a Operações, 4 ao RH/Contabilidade, 6 ao Financeiro/Fiscal, 1 à Diretoria e 3 ao Departamento de Investimentos. Já no verão, a amostra contou com 26 pessoas que responderam ao questionário, ou seja, 65% dos usuários; desses, 38% são mulheres e 62% homens, sendo que a maioria, 84%, têm idade entre 18 e 49 anos. Dos 26 respondentes, 3 pertencem ao TI, 6 a Operações, 4 ao RH/Contabilidade, 8 ao Financeiro/Fiscal, 1 à Assistência de Diretoria e 3 ao Departamento Jurídico. As tabelas 6.1-1 e 6.1-2 apresentam a distribuição de pessoas por gênero e idade nos diversos setores operacionais do escritório.

		GÊNERO		
INVERNO	DEPARTAMENTO	FEMININO	MASCULINO	OUTROS
	Total	42%	58%	-
	TI	-	5%	-
	Operações	5%	16%	-
	RH/Contabilidade	11%	11%	-
	Financeiro/Fiscal	15%	16%	-
	Diretoria/Assistente Diretoria	-	5%	-
	Investimento	11%	5%	-
	Jurídico	-	-	-
VERÃO	DEPARTAMENTO	FEMININO	MASCULINO	OUTROS
	Total	38%	62%	-
	TI	-	15%	-
	Operações	11%	12%	-
	RH/Contabilidade	8%	8%	-
	Financeiro/Fiscal	15%	15%	-
	Diretoria/Assistente Diretoria	-	4%	-
	Investimento	-	-	-
	Jurídico	4%	8%	-

Tabela 6.1-1 – Distribuição de pessoas por gênero nos setores operacionais

Fonte: Autor (2020)

		IDADE				
INVERNO	DEPARTAMENTO	18 a 29 anos	30 a 39 anos	40 a 49 anos	50 a 59 anos	≥ 60 anos
	Total	32%	32%	16%	11%	11%
	TI	-	-	-	-	5%
	Operações	-	5%	5%	5%	5%
	RH/Contabilidade	5%	11%	5%	-	-
	Financeiro/Fiscal	16%	11%	-	5%	-
	Diretoria/Assistente Diretoria	-	-	5%	-	-
	Investimento	11%	5%	-	-	-
	Jurídico	-	-	-	-	-
VERÃO	DEPARTAMENTO	18 a 29 anos	30 a 39 anos	40 a 49 anos	50 a 59 anos	≥ 60 anos
	Total	20%	40%	24%	8%	8%
	TI	-	8%	4%	-	4%
	Operações	-	12%	8%	-	-
	RH/Contabilidade	4%	8%	4%	-	-
	Financeiro/Fiscal	12%	4%	8%	8%	-
	Diretoria/Assistente Diretoria	-	4%	-	-	-
	Investimento	-	-	-	-	-
	Jurídico	4%	4%	-	-	4%

Tabela 6.1-2 – Distribuição de pessoas por idade nos setores operacionais

Fonte: Autor (2020)

Referente ao tempo em que os respondentes trabalham no escritório e em suas respectivas estações de trabalho, no inverno, 84% dos participantes disseram trabalhar há mais de 2 anos

no escritório e 68% na mesma estação de trabalho. Já no verão, 88% dos respondentes disseram trabalhar há mais de 2 anos no escritório e 76% na mesma estação de trabalho. Ou seja, a grande maioria dos participantes da pesquisa já vivenciou mais de uma vez os períodos de inverno e verão no escritório e em suas respectivas estações de trabalho, o que seria os extremos para o conforto térmico. A tabela 6.1-3 determina o período em que os respondentes da pesquisa trabalham no escritório e em suas respectivas estações de trabalho.

TEMPO DE ESCRITÓRIO (TE) E ESTAÇÃO DE TRABALHO (TM)									
	DEPARTAMENTO	≤ 6 meses		6 meses a 1 ano		1 a 2 anos		≥ 2 anos	
		TE	TM	TE	TM	TE	TM	TE	TM
INVERNO	Total	11%	11%	5%	21%	-	-	84%	68%
	TI	-	-	-	-	-	-	100%	100%
	Operações	-	-	25%	25%	-	-	75%	75%
	RH/Contabilidade	-	-	-	-	-	-	100%	100%
	Financeiro/Fiscal	17%	17%	-	50%	-	-	83%	33%
	Diretoria/Assistente Diretoria	-	-	-	-	-	-	100%	100%
	Investimento	33%	33%	-	-	-	-	67%	67%
	Jurídico	-	-	-	-	-	-	-	-
VERÃO	DEPARTAMENTO	≤ 6 meses		6 meses a 1 ano		1 a 2 anos		≥ 2 anos	
		TE	TM	TE	TM	TE	TM	TE	TM
	Total	8%	8%	4%	8%	-	8%	88%	76%
	TI	-	-	-	-	-	-	100%	100%
	Operações	17%	17%	-	-	-	-	83%	83%
	RH/Contabilidade	25%	25%	-	-	-	-	75%	75%
	Financeiro/Fiscal	-	-	12%	25%	-	25%	88%	50%
	Diretoria/Assistente Diretoria	-	-	-	-	-	-	100%	100%
Investimento	-	-	-	-	-	-	-	-	
Jurídico	-	-	-	-	-	-	100%	100%	

Tabela 6.1-3 – Tempo de escritório e estação de trabalho dos respondentes da pesquisa nos setores operacionais
Fonte: Autor (2020)

6.2 Qualidade do ar (CO₂ e Particulados)

No inverno, a medição da concentração de CO₂ ficou entre 864ppm e 916ppm no Dia 1 e variou entre 1105ppm e 1178ppm no Dia 2. No horário de medição dos dois dias, que ocorreram entre 15:54h e 17:03h no primeiro dia e entre 14:41h e 16:13h no segundo dia, o sistema de ar condicionado e ventilação operou nas mesmas condições, o número de pessoas foi igual, porém, houve uma diferença de pouco mais de 100ppm de concentração de CO₂ entre um dia e outro. Já no verão, no Dia 1, a concentração de CO₂ ficou entre 958ppm e 1065ppm e no Dia 2 a concentração variou entre 712ppm e 788ppm. No Dia 1 a medição de CO₂ ocorreu entre às

14:46h e 16:02h, enquanto que no Dia 2 o horário de medição foi entre 12:39h e 13:33h. Como o resultado no primeiro dia de verão mostrou a concentração de CO₂ pouco mais elevada que a legislação, para o segundo dia de medições foi ajustada a abertura do damper, que é manual e estava com 15% de abertura, do sistema ar condicionado para a renovação de ar.

A exigência da Resolução N° 9 da ANVISA (2003) é a de que os ambientes de escritórios permaneçam com a concentração de CO₂ igual ou inferior a 1000ppm, dessa forma, é possível identificar que no segundo dia da medição de inverno as exigências não foram atendidas. Já nas medições durante o verão, é possível identificar que o Dia 1 não atendeu ao limite máximo recomendado pela resolução, porém, após os ajustes o escritório ficou com a concentração de CO₂ abaixo dos 800ppm.

A certificação WELL recomenda que a concentração de CO₂ para ambientes de escritório seja igual ou inferior a 800ppm (IWBI, 2021). Neste caso, dos quatro dias de medições, sendo dois no inverno e dois no verão, apenas as medições realizadas no Dia 2 do verão atendeu à certificação.

A tabela 6.2-1 traz as médias das medianas dos valores de CO₂ medidos em cada um dos setores operacionais durante as medições de inverno e verão.

Valores Médios das Medianas de CO ₂ [ppm]								
INVERNO	PARÂMETRO	TI	OPERAÇÕES	RH/CONT.	FINANC./FISC.	DIRETORIA	INVEST.	JURÍDICO
	CO ₂	893,20	878,47	904,22	1059,75	1085,21	1128,01	1168,09
VERÃO	PARÂMETRO	TI	OPERAÇÕES	RH/CONT.	FINANC./FISC.	DIRETORIA	INVEST.	JURÍDICO
	CO ₂	968,07	997,65	1046,64	1019,43	713,91	753,80	730,12

Tabela 6.2-1 – Mediana da concentração de CO₂ nas medições de inverno e verão

Fonte: Autor (2020)

Já as figuras 6.2-1 e 6.2-2 destacam os valores de CO₂ medidos em cada ponto do pavimento durante as medições de inverno e verão. Há que se observar também que, no inverno, a área sujeita às medições no Dia 2 apresentou valores mais elevados do que a área com medições no Dia 1, ocorrendo o contrário no verão, refletindo claramente o efeito da abertura do damper de ar externo para renovação.

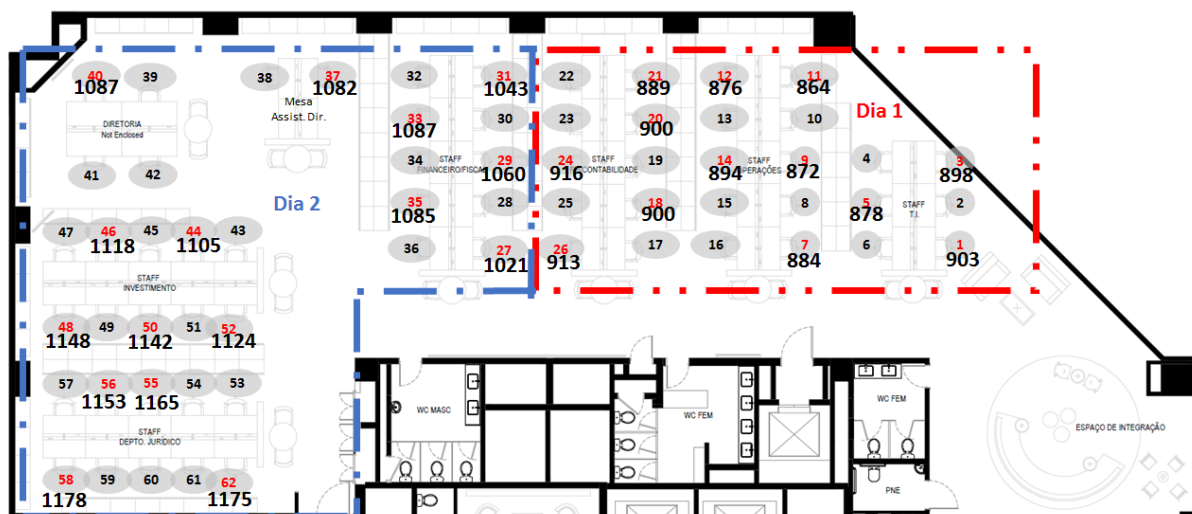


Figura 6.2-1 – Inverno - Mapeamento da concentração de CO₂ [ppm]

Fonte: Autor (2020)

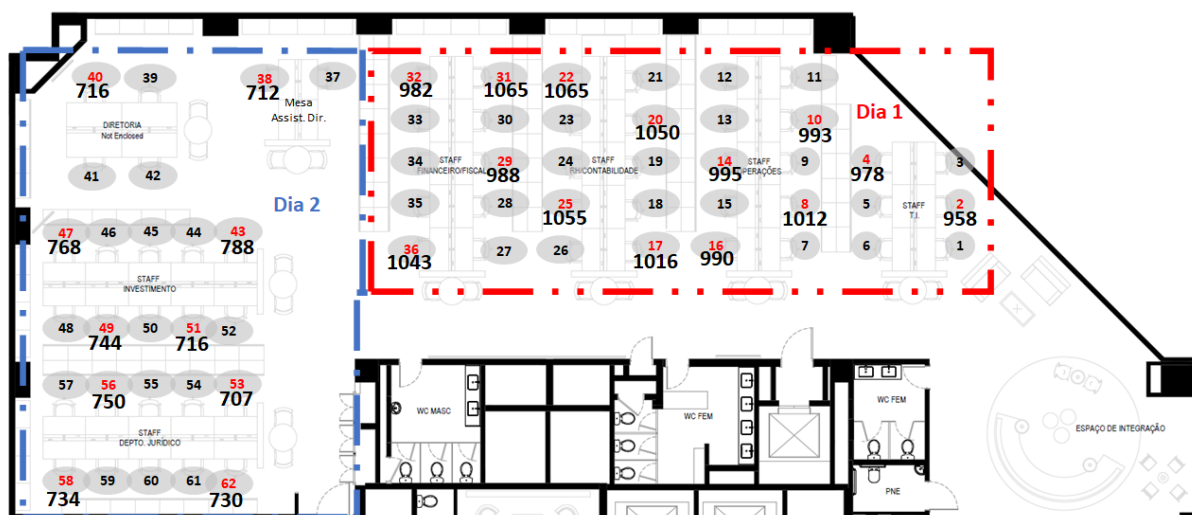


Figura 6.2-2 – Verão - Mapeamento da concentração de CO₂ [ppm]

Fonte: Autor (2020)

Em relação à concentração de particulados, foram realizadas medições para partículas com as dimensões de PM_{0,3}; PM_{0,5}; PM_{1,0}; PM_{2,0} e PM_{5,0} micrômetros [µm]. Segue abaixo a tabela 6.2-2 com os resultados mínimo e máximo de cada medição realizada e seus dias correspondentes durante as medições de inverno e verão. Já a tabela 6.2-3 traz as médias das medianas dos valores de particulados medidos em cada um dos setores operacionais durante as medições de inverno e verão.

Variação da Concentração de Particulados [$\mu\text{g}/\text{m}^3$]			
INVERNO	VARIÁVEL	Dia 1	Dia 2
	PM0,3	0,2 e 2,5	0,3 e 1,2
	PM0,5	0,1 e 1,1	0,2 e 0,8
	PM1,0	0,4 e 1,8	0,4 e 1,1
	PM2,0	1,0 e 5,2	1,1 e 3,4
	PM5,0	1,2 e 6,1	1,0 e 3,7
VERÃO	VARIÁVEL	Dia 1	Dia 2
	PM0,3	1,6 e 2,9	1,8 e 4,1
	PM0,5	0,6 e 1,1	0,7 e 1,7
	PM1,0	1,1 e 1,7	1,8 e 2,7
	PM2,0	3,1 e 6,5	4,9 e 11,3
	PM5,0	2,5 e 9,0	4,3 e 12,9

Tabela 6.2-2 – Mediana da concentração mínima e máxima de particulados nas medições de inverno e verão

Fonte: Autor (2020)

Valores Médios das Medianas de Particulados [$\mu\text{g}/\text{m}^3$]						
INVERNO	DEPARTAMENTO	PM0,3	PM0,5	PM1,0	PM2,0	PM5,0
	TI	0,99	0,48	0,84	2,23	2,67
	OPERAÇÕES	1,89	0,87	1,63	4,38	4,98
	RH/CONT.	1,58	0,72	1,47	4,09	4,64
	FINANC./FISC.	1,48	0,65	0,86	1,85	2,43
	DIRETORIA	1,16	0,53	1,04	3,07	3,42
	INVEST.	0,69	0,33	0,64	1,91	2,01
	JURÍDICO	0,36	0,22	0,54	1,80	2,05
VERÃO	DEPARTAMENTO	PM0,3	PM0,5	PM1,0	PM2,0	PM5,0
	TI	1,64	0,67	1,71	5,22	5,25
	OPERAÇÕES	1,66	0,62	1,45	3,91	3,63
	RH/CONT.	2,16	0,72	1,44	3,83	3,72
	FINANC./FISC.	2,54	0,90	1,56	4,91	6,15
	DIRETORIA	4,03	1,69	2,45	5,29	4,68
	INVEST.	1,95	0,75	2,16	7,77	8,15
	JURÍDICO	1,94	0,82	2,13	6,18	6,00

Tabela 6.2-3 – Mediana da concentração de particulados nas medições de inverno e verão nos setores operacionais

Fonte: Autor (2020)

Abaixo seguem as figuras 6.2-3 a 6.2-12 com o mapeamento da mediana das concentrações de cada tamanho de particulado (PM0,3; PM0,5; PM1,0; PM2,0; PM5,0) durante as medições de inverno e verão.

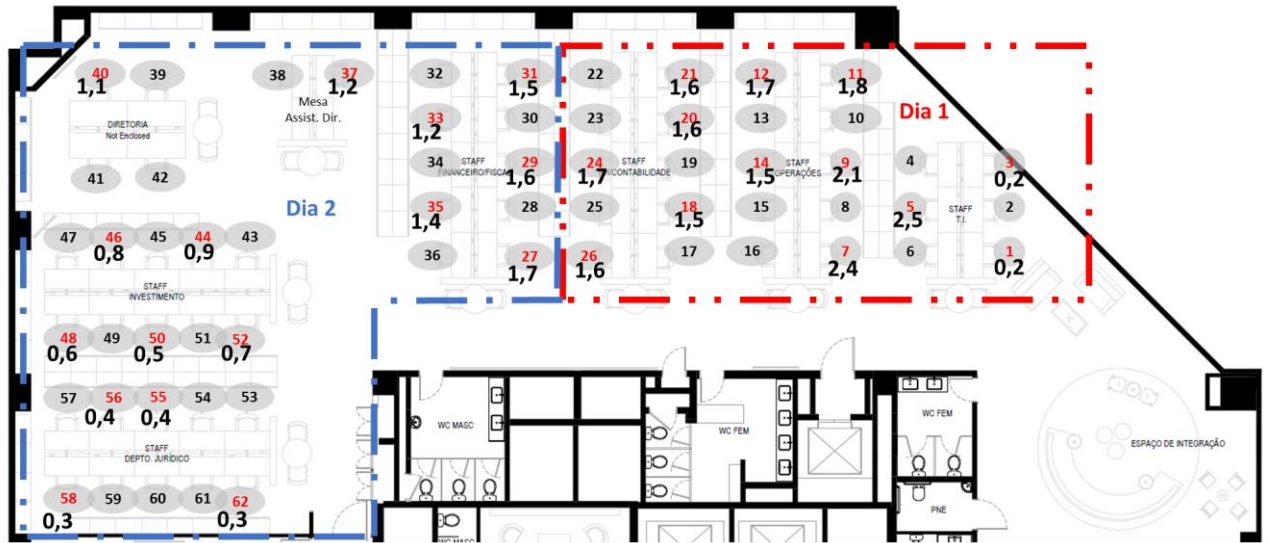


Figura 6.2-3 – Inverno - Mapeamento da mediana da concentração de PM0,3 [$\mu\text{g}/\text{m}^3$]

Fonte: Autor (2020)



Figura 6.2-4 – Verão - Mapeamento da mediana da concentração de PM0,3 [$\mu\text{g}/\text{m}^3$]

Fonte: Autor (2020)

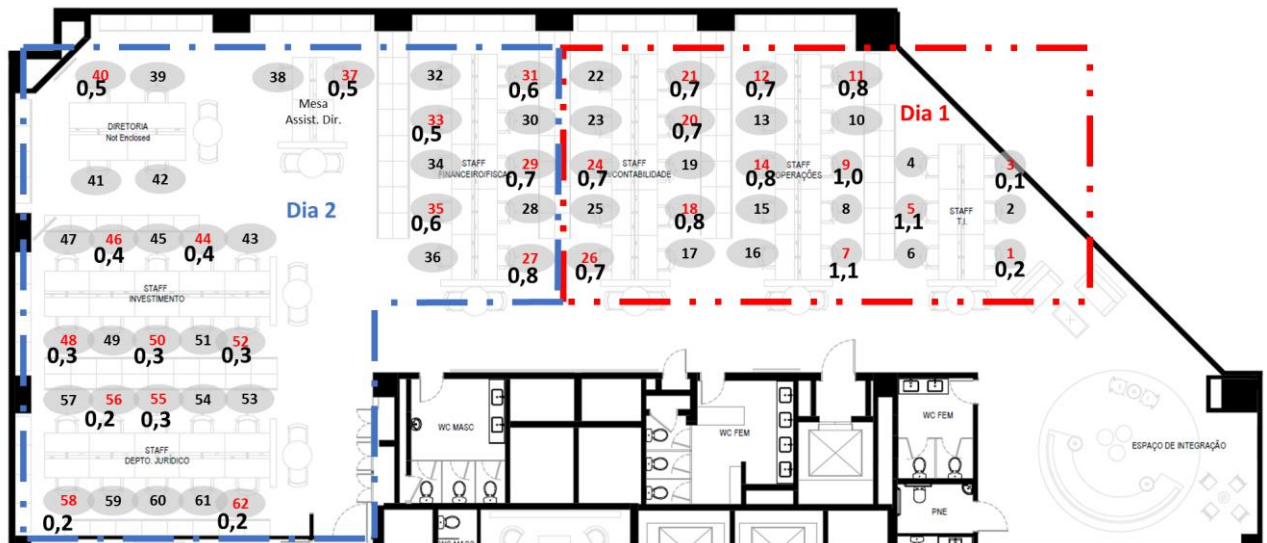


Figura 6.2-5 – Inverno - Mapeamento da mediana da concentração de PM_{0,5} [µg/m³]

Fonte: Autor (2020)

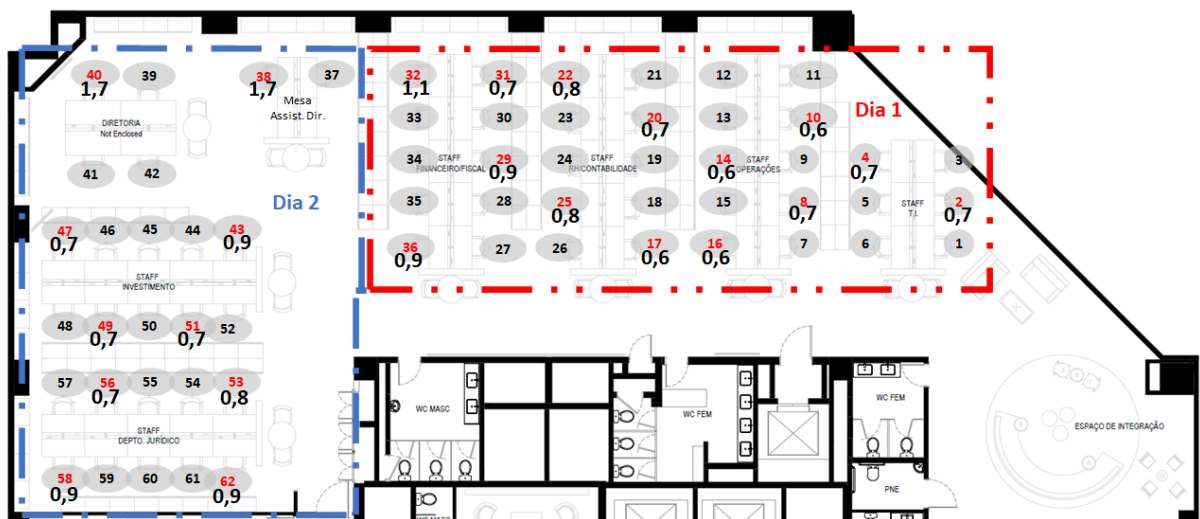


Figura 6.2-6 – Verão - Mapeamento da mediana da concentração de PM_{0,5} [µg/m³]

Fonte: Autor (2020)

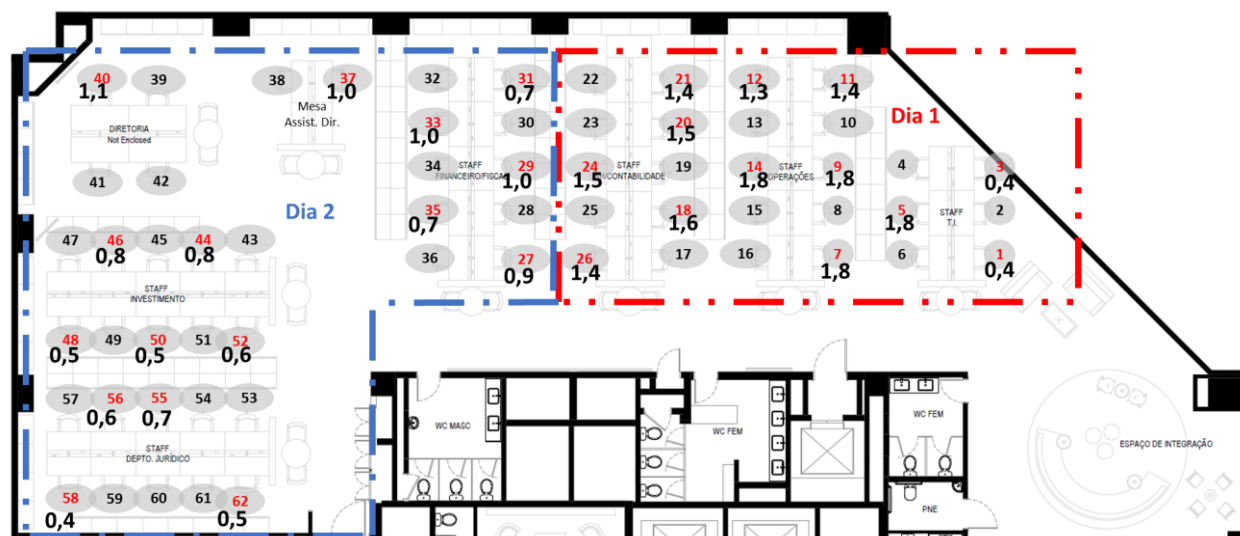


Figura 6.2-7 – Inverno - Mapeamento da mediana da concentração de PM1,0 [$\mu\text{g}/\text{m}^3$]

Fonte: Autor (2020)



Figura 6.2-8 – Verão - Mapeamento da mediana da concentração de PM1,0 [$\mu\text{g}/\text{m}^3$]

Fonte: Autor (2020)



Figura 6.2-9 – Inverno - Mapeamento da mediana da concentração de PM_{2,0} [$\mu\text{g}/\text{m}^3$]

Fonte: Autor (2020)



Figura 6.2-10 – Verão - Mapeamento da mediana da concentração de PM_{2,0} [$\mu\text{g}/\text{m}^3$]

Fonte: Autor (2020)

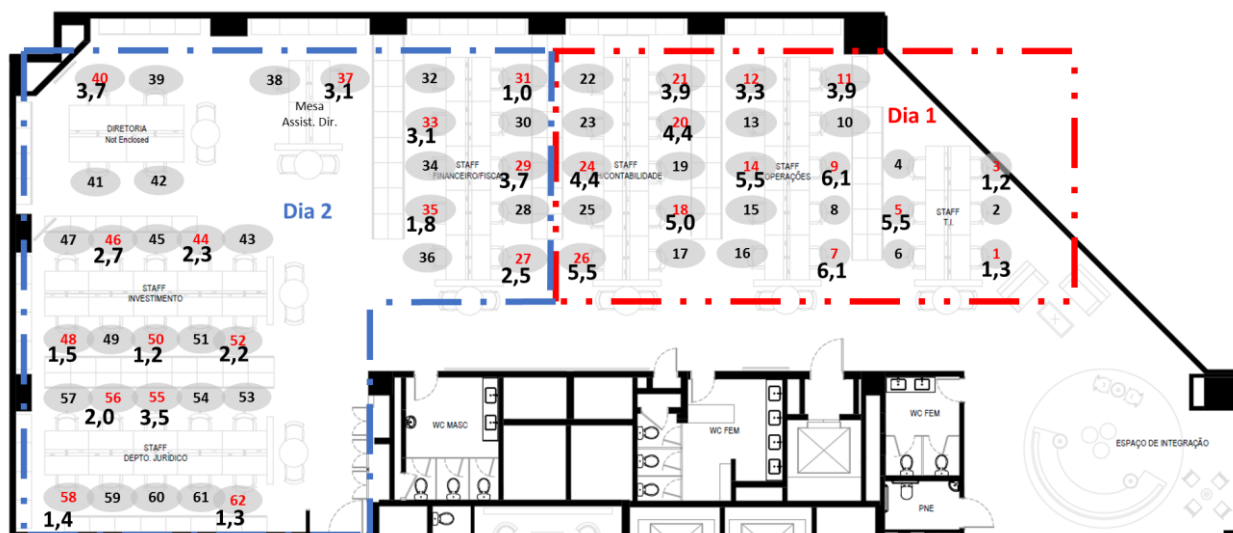


Figura 6.2-11 – Inverno - Mapeamento da mediana da concentração de PM_{5,0} [$\mu\text{g}/\text{m}^3$]

Fonte: Autor (2020)



Figura 6.2-12 – Verão - Mapeamento da mediana da concentração de PM_{5,0} [$\mu\text{g}/\text{m}^3$]

Fonte: Autor (2020)

A ABNT NBR 16401-3 (2008) e a pré-condição A01 – Qualidade do Ar da certificação WELLv2 (IWBI, 2021) determinam que a concentração limite de particulados PM₁₀ em um ambiente deve ser igual ou inferior a $50\mu\text{g}/\text{m}^3$; já para particulados PM_{2,5} a concentração deve ser igual ou inferior a $15\mu\text{g}/\text{m}^3$. A certificação WELLv2 vai ainda além com a otimização A05 – Qualidade do Ar Avançada e pontua ambientes internos com concentração de particulados PM₁₀ $\leq 30\mu\text{g}/\text{m}^3$ e PM_{2,5} $\leq 12\mu\text{g}/\text{m}^3$ (1 ponto) ou PM₁₀ $\leq 20\mu\text{g}/\text{m}^3$ e PM_{2,5} $\leq 10\mu\text{g}/\text{m}^3$ (2 pontos).

Para o desenvolvimento desta pesquisa foi utilizado um contador de partículas finas que mede as concentrações de particulados PM_{0,3}; PM_{0,5}; PM_{1,0}; PM_{2,0} e PM_{5,0}. Entretanto, as normas e legislações brasileiras estipulam as concentrações máximas para o PM_{2,5} e o PM₁₀. Desta forma, a leitura da dimensão dos particulados do contador de partículas não coincide com a dimensão dos particulados estabelecidos pelas normas e legislações; porém, devido à baixa concentração dos particulados medidas no local, pode-se afirmar que o nível de concentração de particulados do Estudo de Caso atende às normas técnicas e certificações vigentes.

A tabela 6.2-4 traz os valores médios mínimos e máximos dos parâmetros de qualidade do ar interno medidos nos dois dias durante as medições de inverno e verão. É possível identificar que para o CO₂ os resultados permaneceram muito próximos, porém, ao final do primeiro dia da medição de verão, os altos índices foram informados ao responsável do facilities do escritório, que regulou o damper da VAV para o segundo dia e obteve-se, dessa forma, as menores concentrações de CO₂ das medições, permanecendo entre 707ppm e 788ppm.

Já as medições dos parâmetros PM_{2,0} e PM_{5,0} realizadas no verão mostraram-se ligeiramente superiores às medidas durante o inverno, o que indica, possivelmente, a necessidade de troca do filtro F7 da tomada de ar externo, pois, contrastando com as medições realizadas no local, a mediana da concentração dos particulados do ar externo medidos pela estação de Congonhas da CETESB para os dias em que as medições foram realizadas, indicou que no período de inverno (PM_{2,0} = 21µg/m³; PM₁₀= 39µg/m³) se mostrou ligeiramente superior em relação ao período de verão (PM_{2,0} = 18,5µg/m³; PM₁₀ = 39µg/m³).

Parâmetros	Normas / Legislações	Medição	
		Inverno	Verão
CO ₂	≤ 1000 ppm (ANVISA, 2003)	Mínimo = 864ppm Máximo = 1178ppm	Mínimo = 707ppm Máximo = 1065ppm
PM _{2,5} * PM _{2,0}	≤ 15 µg/m ³ (EPA, 2018)	Mínimo = 1,0 µg/m ³ Máximo = 5,2 µg/m ³	Mínimo = 3,1 µg/m ³ Máximo = 11,3 µg/m ³
PM ₁₀ * PM _{5,0}	≤ 50 µg/m ³ (EU, 2018)	Mínimo = 1,0 µg/m ³ Máximo = 6,1 µg/m ³	Mínimo = 2,5 µg/m ³ Máximo = 12,9 µg/m ³

Tabela 6.2-4 – Mediana dos parâmetros de qualidade do ar – Medições de inverno e verão

Fonte: Autor (2020)

* As normas e legislações baseiam as concentrações limites aceitáveis para a saúde humana para particulados com tamanhos de 2,5µm (PM_{2,5}) e 10,0µm (PM₁₀), no entanto, como o contador de partículas adotado para esta

pesquisa mede partículas com tamanhos que variam entre 0,3µm e 5,0µm, foi feita uma comparação entre o PM2,5 e PM10 das normas e legislações com os PMs 2,0 e 5,0, respectivamente, das concentrações de particulados medidos em campo.

Como pode ser observado no gráfico 6.2-1, no inverno, a percepção dos usuários em relação à qualidade do ar mostra que 12% percebem o ar como sendo abafado, pesado ou com odores desagradáveis, 8% percebem o ar seco e 70% dos respondentes disseram que a qualidade do ar no ambiente é leve e limpo. Já no verão, 82% percebem o ar limpo e leve, 6% com odores agradáveis e apenas 3% apontaram o ar abafado.

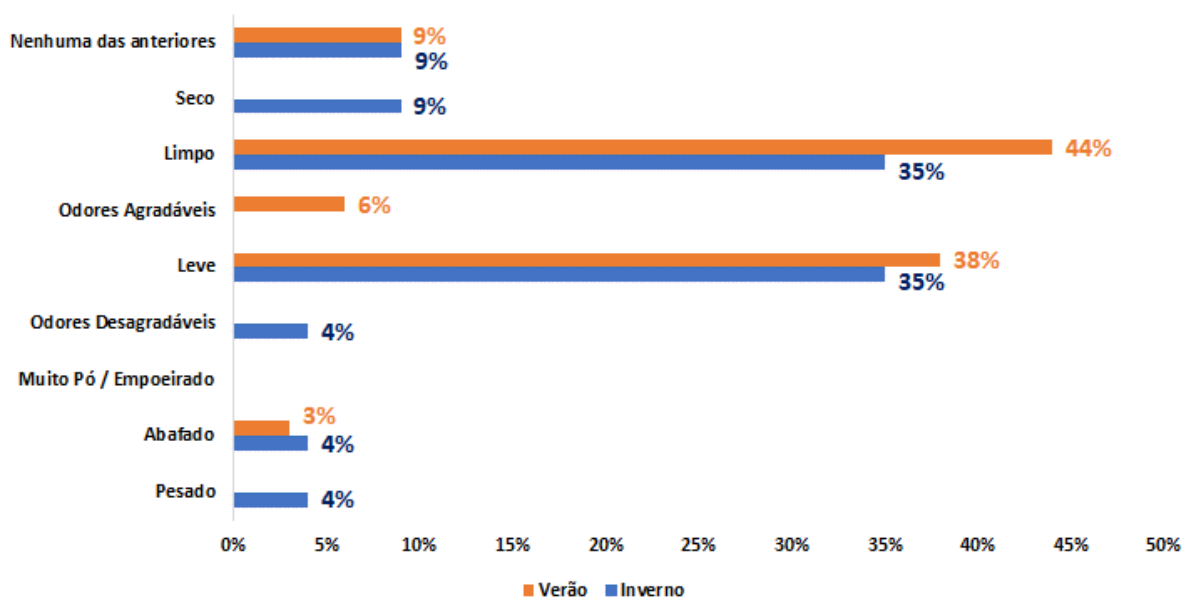


Gráfico 6.2-1 - Percepção da qualidade do ar dos respondentes da pesquisa

Fonte: Autor (2020)

Perguntado se as pessoas têm algum sintoma em relação à qualidade do ar enquanto estão trabalhando, no inverno, 28% das queixas são em relação a problemas com dor de cabeça, sonolência e cansaço, o que pode indicar que as concentrações de CO₂ acima do recomendado, como o ocorrido no Dia 2, podem afetar a saúde dos funcionários. Além disso, 44% das queixas são de algum tipo de alergia. Seria preciso investigar com maior profundidade o problema, pois um dos fatores que contribui para alergias são os particulados e as medições mostraram que suas concentrações estão abaixo do limite das normas e legislações. Mesmo assim, 38% dos respondentes disseram que não têm nenhum problema de saúde enquanto trabalham no local.

Já no verão, 23% das queixas foram de dor de cabeça, sonolência e cansaço; 50% dos respondentes disseram que não têm nenhum problema de saúde enquanto trabalham no local e 44% disseram possuir algum tipo de alergia. O gráfico 6.2-2 traz as respostas dos ocupantes sobre seus sintomas de saúde em suas estações de trabalho durante as medições de inverno e verão.

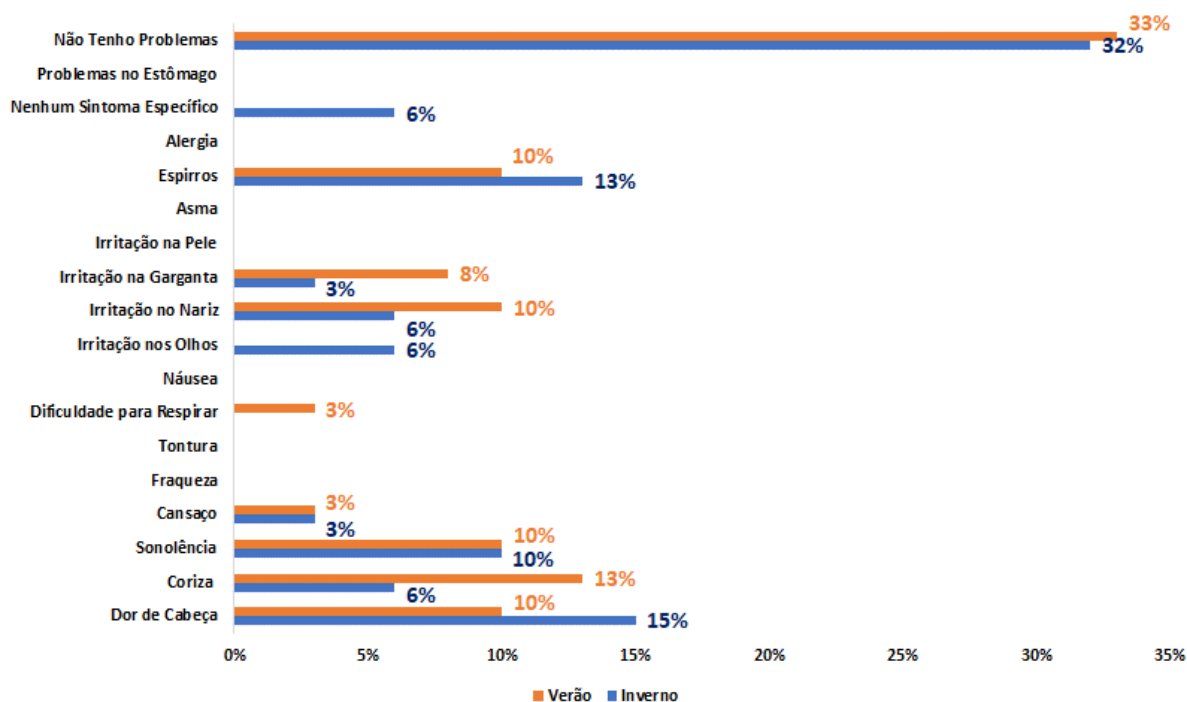


Gráfico 6.2-2 - Sintomas de saúde na estação de trabalho

Fonte: Autor (2020)

Em relação ao momento em que os usuários sentem que seus sintomas de saúde pioram, no inverno, 32% apontaram que é na parte da tarde, 5% o dia todo, 29% disseram que é no inverno e 9% no outono. Ao perguntar se os sintomas percebidos têm alguma relação com produtos de limpeza e similares, 84% disseram não ter relação com a limpeza do ambiente ou de suas estações de trabalho. Contudo, no geral, a percepção da maioria dos usuários em relação à qualidade do ar do ambiente é satisfatória e eles não apontaram nenhum problema de saúde específico.

No verão, 38% dos respondentes apontaram que seus sintomas de saúde pioram na parte da tarde; 50% disseram que ocorre em algum dia da semana, 11% disseram que é no inverno, 7% no outono, 15% no verão e 15% disseram ser o ano todo. 88% dos ocupantes disseram não ter

relação com a limpeza do ambiente ou de suas estações de trabalho. Também foi feita uma pergunta específica e aberta caso os respondentes quisessem relatar algum problema em relação à qualidade do ar e 2 pessoas disseram que o ar é gelado, 1 pessoa relatou que o ar é seco e 1 pessoa disse que o problema de irritação na garganta no período da manhã é recorrente e ocorre por volta das 11:30 às 12:30.

Desta forma, pode-se concluir que há momentos em que as concentrações de CO₂ permanecem acima das normas e legislações, o que é apontado pelos respondentes da pesquisa ao indicarem problemas com dores de cabeça, sonolência e cansaço. Já a concentração de particulados se mostrou baixa nos dias de medições e mesmo os ocupantes relatando terem problemas com alergias no sistema respiratório não é possível concluir que o problema foi a alta concentração de particulados e, eventualmente, os produtos de limpeza. Desta forma, uma investigação mais profunda aos problemas associados à alergia deve ser realizado.

6.3 Conforto térmico

Durante os dias de medições em campo, sendo dois dias de medições durante o período de inverno e dois dias durante o período de verão, foram determinadas as condições de conforto térmico para todos os setores operacionais já mencionados. As variáveis de conforto térmico medidas foram a velocidade do ar (v_a), umidade relativa (UR), temperatura do ar (t_a) e temperatura de globo (t_g). As variáveis de vestimentas (Icl, em clo) e taxa metabólica (met) foram identificadas nos questionários, nos dias de medição. Já as variáveis de temperatura radiante média (t_r) e temperatura operativa (t_o) foram calculadas a partir das variáveis medidas. Os dados apresentados nas tabelas de 6.3-1 a 6.3-7 abaixo são os valores médios das estações de trabalho de cada um dos departamentos nos períodos de inverno e verão. As colunas entre E1,7 e D0,1 representam a média das estações de trabalho da respectiva seção, na alturas 1,7m; 1,1m; 0,6m e 0,1m. Já as colunas Emédio, Cmédio e Dmédio representa a média de E, C e D nas quatro alturas. Por fim, a coluna Vmédio (valor médio) se refere à média aritmética de Emédio, Cmédio e Dmédio.

		Departamento de TI															
INVERNO	VARIÁVEL	E1,7	E1,1	E0,6	E0,1	C1,7	C1,1	C0,6	C0,1	D1,7	D1,1	D0,6	D0,1	Emédio	Cmédio	Dmédio	Vmédio
		va [m/s]	0,09	0,05	0,08	0,07	0,05	0,05	0,04	0,08	0,05	0,06	0,09	0,08	0,07	0,06	0,07
	UR [%]	51,32	49,67	49,79	51,14	50,46	49,66	50,09	51,11	49,85	49,32	50,07	51,48	50,48	50,33	50,18	50,33
	ta [oC]	24,68	25,14	24,84	24,36	25,04	25,14	24,74	24,17	25,21	25,21	24,68	24,06	24,75	24,77	24,79	24,77
	tg [oC]	25,09	25,16	25,08	24,99	25,13	25,16	25,05	24,97	25,15	25,13	25,02	24,93	25,08	25,08	25,06	25,07
	tr [oC]	25,30	25,19	25,20	25,29	25,16	25,17	25,16	25,42	25,13	25,07	25,25	25,37	25,25	25,23	25,21	25,23
	to [oC]	24,99	25,16	25,02	24,82	25,10	25,15	24,95	24,79	25,17	25,14	24,96	24,72	25,00	25,00	25,00	25,00
	Idl [clo]	0,60	0,60	0,60	0,60	0,60	0,60	0,60	0,60	0,60	0,60	0,60	0,60	0,60	0,60	0,60	0,60
	Tx. Met. [met]	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
VERÃO	VARIÁVEL	E1,7	E1,1	E0,6	E0,1	C1,7	C1,1	C0,6	C0,1	D1,7	D1,1	D0,6	D0,1	Emédio	Cmédio	Dmédio	Vmédio
		va [m/s]	0,05	0,11	0,10	0,20	0,04	0,07	0,10	0,13	0,06	0,07	0,05	0,11	0,11	0,08	0,07
	UR [%]	50,10	49,14	49,84	50,90	49,60	49,48	50,02	51,22	49,35	49,43	50,22	51,55	50,00	50,08	50,14	50,07
	ta [oC]	23,80	24,00	23,71	23,10	24,02	23,87	23,68	23,02	24,15	23,99	23,66	22,97	23,65	23,65	23,69	23,66
	tg [oC]	23,77	23,94	23,97	24,01	23,84	23,94	24,01	24,04	23,89	23,96	24,01	24,04	23,92	23,96	23,97	23,95
	tr [oC]	23,73	23,93	24,14	24,89	23,77	23,99	24,22	24,74	23,78	23,93	24,14	24,73	24,17	24,18	24,15	24,17
	to [oC]	23,76	23,96	23,93	23,82	23,89	23,93	23,95	23,88	23,97	23,96	23,90	23,85	23,91	23,91	23,92	23,91
	Idl [clo]	0,60	0,60	0,60	0,60	0,60	0,60	0,60	0,60	0,60	0,60	0,60	0,60	0,60	0,60	0,60	0,60
	Tx. Met. [met]	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00

Tabela 6.3-1 – Variáveis de conforto térmico - TI

Fonte: Autor (2020)

		Departamento de Operações															
INVERNO	VARIÁVEL	E1,7	E1,1	E0,6	E0,1	C1,7	C1,1	C0,6	C0,1	D1,7	D1,1	D0,6	D0,1	Emédio	Cmédio	Dmédio	Vmédio
		va [m/s]	0,05	0,06	0,06	0,06	0,05	0,06	0,06	0,07	0,06	0,05	0,07	0,08	0,06	0,06	0,06
	UR [%]	50,57	49,19	49,22	49,66	49,91	49,12	49,31	50,10	49,50	49,10	49,50	50,25	49,66	49,61	49,59	49,62
	ta [oC]	23,71	24,15	23,99	23,76	23,93	24,11	23,90	23,56	24,09	24,14	23,87	23,46	23,90	23,87	23,89	23,89
	tg [oC]	23,75	23,80	23,82	23,87	23,75	23,81	23,83	23,87	23,78	23,82	23,85	23,87	23,81	23,82	23,83	23,82
	tr [oC]	23,76	23,62	23,74	23,92	23,68	23,68	23,81	24,02	23,66	23,69	23,84	24,08	23,76	23,80	23,82	23,79
	to [oC]	23,73	23,89	23,86	23,84	23,80	23,90	23,85	23,79	23,87	23,92	23,86	23,77	23,83	23,84	23,85	23,84
	Idl [clo]	0,60	0,60	0,60	0,60	0,60	0,60	0,60	0,60	0,60	0,60	0,60	0,60	0,60	0,60	0,60	0,60
	Tx. Met. [met]	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
VERÃO	VARIÁVEL	E1,7	E1,1	E0,6	E0,1	C1,7	C1,1	C0,6	C0,1	D1,7	D1,1	D0,6	D0,1	Emédio	Cmédio	Dmédio	Vmédio
		va [m/s]	0,05	0,05	0,08	0,11	0,05	0,05	0,07	0,16	0,06	0,06	0,05	0,13	0,07	0,08	0,07
	UR [%]	63,60	62,06	62,18	63,12	63,15	62,02	62,44	63,79	62,72	61,88	62,81	64,33	62,74	62,85	62,94	50,32
	ta [oC]	29,12	29,62	29,43	29,04	29,38	29,63	29,35	28,74	29,52	29,61	29,25	28,58	29,30	29,27	29,24	23,45
	tg [oC]	29,47	29,38	29,32	29,27	29,42	29,36	29,34	29,26	29,40	29,34	29,31	29,25	29,36	29,34	29,32	23,50
	tr [oC]	29,58	29,29	29,27	29,40	29,44	29,25	29,33	29,64	29,36	29,24	29,32	29,62	29,39	29,41	29,38	23,53
	to [oC]	29,35	29,45	29,35	29,22	29,41	29,44	29,34	29,19	29,44	29,42	29,28	29,10	29,34	29,34	29,31	23,49
	Idl [clo]	0,46	0,46	0,46	0,46	0,46	0,46	0,46	0,46	0,46	0,46	0,46	0,46	0,46	0,46	0,46	0,46
	Tx. Met. [met]	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00

Tabela 6.3-2 – Variáveis de conforto térmico - Operações

Fonte: Autor (2020)

Departamento de RH e Contabilidade																
VARIÁVEL	E1,7	E1,1	E0,6	E0,1	C1,7	C1,1	C0,6	C0,1	D1,7	D1,1	D0,6	D0,1	Emédio	Cmédio	Dmédio	Vmédio
	va [m/s]	0,04	0,04	0,06	0,11	0,04	0,06	0,05	0,11	0,04	0,05	0,05	0,05	0,06	0,06	0,05
UR [%]	49,33	48,02	47,83	48,57	48,85	47,86	48,15	49,09	48,34	47,61	48,29	49,36	48,44	48,48	48,40	48,44
ta [oC]	23,60	24,06	23,95	23,55	23,81	24,09	23,85	23,32	23,99	24,16	23,82	23,20	23,79	23,77	23,79	23,78
tg [oC]	24,08	24,18	24,23	24,22	24,10	24,20	24,24	24,19	24,16	24,21	24,23	24,16	24,18	24,19	24,19	24,18
tr [oC]	24,26	24,23	24,33	24,70	24,22	24,26	24,41	24,88	24,22	24,24	24,39	24,54	24,38	24,44	24,35	24,39
to [oC]	23,93	24,14	24,14	24,13	24,01	24,18	24,13	24,10	24,10	24,20	24,11	23,87	24,09	24,10	24,07	24,09
icl [clo]	0,84	0,84	0,84	0,84	0,84	0,84	0,84	0,84	0,84	0,84	0,84	0,84	0,84	0,84	0,84	0,84
Tx. Met. [met]	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
VARIÁVEL	E1,7	E1,1	E0,6	E0,1	C1,7	C1,1	C0,6	C0,1	D1,7	D1,1	D0,6	D0,1	Emédio	Cmédio	Dmédio	Vmédio
	va [m/s]	0,16	0,15	0,16	0,15	0,16	0,16	0,16	0,16	0,15	0,16	0,15	0,16	0,16	0,15	0,04
UR [%]	238,70	233,40	235,54	226,85	234,26	234,30	237,74	229,87	233,52	175,61	239,54	231,77	233,62	234,04	220,11	57,31
ta [oC]	95,19	97,41	97,65	96,26	96,17	97,55	97,37	95,56	96,79	73,13	97,04	94,94	96,63	96,66	90,47	23,65
tg [oC]	95,61	95,68	95,82	96,02	95,62	95,68	95,87	96,61	95,59	71,77	95,98	96,67	95,78	95,94	90,00	23,48
tr [oC]	95,79	95,11	95,18	95,95	95,43	95,01	95,35	96,97	95,20	71,27	95,61	97,28	95,51	95,69	89,84	23,42
to [oC]	95,49	96,26	96,42	96,10	95,80	96,28	96,36	96,26	95,99	72,20	96,32	96,11	96,07	96,17	90,16	23,53
icl [clo]	0,43	0,43	0,43	0,43	0,43	0,43	0,43	0,43	0,43	0,43	0,43	0,43	0,43	0,43	0,43	0,43
Tx. Met. [met]	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00

Tabela 6.3-3 – Variáveis de conforto térmico – RH e Contabilidade

Fonte: Autor (2020)

Departamento Financeiro e Fiscal																
VARIÁVEL	E1,7	E1,1	E0,6	E0,1	C1,7	C1,1	C0,6	C0,1	D1,7	D1,1	D0,6	D0,1	Emédio	Cmédio	Dmédio	Vmédio
	va [m/s]	0,05	0,06	0,05	0,06	0,05	0,06	0,06	0,06	0,04	0,06	0,08	0,06	0,06	0,06	0,06
UR [%]	57,65	57,04	56,73	56,86	57,48	56,88	56,72	56,92	57,30	56,68	56,87	57,15	57,07	57,00	57,00	57,02
ta [oC]	21,51	21,69	21,71	21,62	21,60	21,72	21,71	21,58	21,65	21,74	21,65	21,58	21,63	21,65	21,65	21,65
tg [oC]	21,66	21,70	21,74	21,77	21,68	21,72	21,75	21,79	21,68	21,74	21,76	21,79	21,72	21,73	21,74	21,73
tr [oC]	21,73	21,72	21,74	21,85	21,72	21,72	21,75	21,88	21,69	21,74	21,81	21,90	21,76	21,77	21,78	21,77
to [oC]	21,62	21,71	21,73	21,73	21,66	21,72	21,73	21,73	21,67	21,74	21,73	21,74	21,70	21,71	21,72	21,71
icl [clo]	0,84	0,84	0,84	0,84	0,84	0,84	0,84	0,84	0,84	0,84	0,84	0,84	0,84	0,84	0,84	0,84
Tx. Met. [met]	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
VARIÁVEL	E1,7	E1,1	E0,6	E0,1	C1,7	C1,1	C0,6	C0,1	D1,7	D1,1	D0,6	D0,1	Emédio	Cmédio	Dmédio	Vmédio
	va [m/s]	0,04	0,04	0,05	0,05	0,05	0,04	0,04	0,07	0,04	0,04	0,06	0,05	0,04	0,05	0,05
UR [%]	53,69	58,81	58,78	58,04	53,10	58,89	58,73	58,34	51,85	58,43	58,85	59,04	57,33	57,27	57,04	57,21
ta [oC]	24,34	24,88	24,81	24,43	24,61	24,84	24,64	24,24	24,82	24,88	24,59	23,44	24,61	24,58	24,43	24,54
tg [oC]	24,50	24,55	24,62	24,65	24,51	24,57	24,65	24,68	24,54	24,60	24,65	23,87	24,58	24,60	24,42	24,53
tr [oC]	24,56	24,44	24,55	24,76	24,48	24,47	24,65	24,89	24,46	24,51	24,69	24,07	24,58	24,62	24,43	24,54
to [oC]	24,45	24,66	24,68	24,60	24,54	24,65	24,65	24,56	24,64	24,69	24,64	23,75	24,60	24,60	24,43	24,54
icl [clo]	0,43	0,43	0,43	0,43	0,43	0,43	0,43	0,43	0,43	0,43	0,43	0,43	0,43	0,43	0,43	0,43
Tx. Met. [met]	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00

Tabela 6.3-4 – Variáveis de conforto térmico – Financeiro e Fiscal

Fonte: Autor (2020)

Diretoria e Assistência de Diretoria																	
INVERNO	VARIÁVEL	E1,7	E1,1	E0,6	E0,1	C1,7	C1,1	C0,6	C0,1	D1,7	D1,1	D0,6	D0,1	Emédio	Cmédio	Dmédio	Vmédio
	va [m/s]	0,04	0,05	0,06	0,09	0,04	0,04	0,04	0,05	0,04	0,04	0,06	0,05	0,06	0,04	0,05	0,05
UR [%]	55,15	54,62	55,05	55,55	54,93	54,67	55,02	55,89	54,70	54,75	55,07	56,20	55,09	55,13	55,18	55,13	55,13
ta [oC]	22,48	22,68	22,72	22,64	22,58	22,71	22,71	22,55	22,64	22,74	22,69	22,55	22,63	22,64	22,65	22,64	22,64
tg [oC]	22,64	22,63	22,65	22,72	22,61	22,65	22,67	22,73	22,61	22,65	22,70	22,75	22,66	22,66	22,66	22,68	22,67
tr [oC]	22,70	22,61	22,61	22,78	22,62	22,62	22,65	22,81	22,61	22,61	22,70	22,83	22,68	22,67	22,68	22,68	22,68
to [oC]	22,59	22,64	22,67	22,71	22,60	22,67	22,68	22,68	22,62	22,67	22,69	22,69	22,65	22,65	22,67	22,67	22,66
icl [clo]	0,60	0,60	0,60	0,60	0,60	0,60	0,60	0,60	0,60	0,60	0,60	0,60	0,60	0,60	0,60	0,60	0,60
Tx. Met. [met]	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
VERÃO	VARIÁVEL	E1,7	E1,1	E0,6	E0,1	C1,7	C1,1	C0,6	C0,1	D1,7	D1,1	D0,6	D0,1	Emédio	Cmédio	Dmédio	Vmédio
	va [m/s]	0,04	0,03	0,04	0,04	0,04	0,04	0,05	0,08	0,04	0,04	0,06	0,05	0,04	0,05	0,04	0,04
UR [%]	51,89	51,01	51,34	51,62	51,36	50,96	51,40	51,90	51,14	50,98	51,54	52,05	51,46	51,40	51,43	51,43	51,43
ta [oC]	23,80	24,12	24,01	23,87	23,97	24,16	24,00	23,79	24,09	24,15	23,96	23,71	23,95	23,98	23,98	23,97	23,97
tg [oC]	24,03	24,12	24,16	24,22	24,05	24,15	24,18	24,21	24,09	24,16	24,20	24,21	24,13	24,15	24,16	24,15	24,15
tr [oC]	24,10	24,13	24,23	24,33	24,08	24,15	24,24	24,44	24,08	24,16	24,29	24,43	24,20	24,22	24,24	24,24	24,22
to [oC]	23,95	24,12	24,12	24,10	24,03	24,15	24,12	24,11	24,08	24,15	24,12	24,07	24,07	24,10	24,10	24,11	24,09
icl [clo]	0,60	0,60	0,60	0,60	0,60	0,60	0,60	0,60	0,60	0,60	0,60	0,60	0,60	0,60	0,60	0,60	0,60
Tx. Met. [met]	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00

Tabela 6.3-5 – Variáveis de conforto térmico – Diretoria e Assistência de Diretoria

Fonte: Autor (2020)

Departamento de Investimentos																	
INVERNO	VARIÁVEL	E1,7	E1,1	E0,6	E0,1	C1,7	C1,1	C0,6	C0,1	D1,7	D1,1	D0,6	D0,1	Emédio	Cmédio	Dmédio	Vmédio
	va [m/s]	0,04	0,04	0,04	0,05	0,04	0,05	0,05	0,06	0,04	0,04	0,05	0,05	0,04	0,05	0,05	0,05
UR [%]	57,64	57,29	57,22	57,46	57,48	57,25	57,31	57,61	57,44	57,21	57,35	57,78	57,40	57,41	57,45	57,42	57,42
ta [oC]	22,53	22,70	22,74	22,65	22,61	22,71	22,71	22,60	22,67	22,75	22,69	22,57	22,65	22,66	22,67	22,66	22,66
tg [oC]	22,70	22,75	22,81	22,82	22,72	22,76	22,82	22,84	22,72	22,78	22,81	22,85	22,77	22,78	22,79	22,78	22,78
tr [oC]	22,77	22,77	22,83	22,89	22,76	22,78	22,86	22,94	22,74	22,79	22,86	22,97	22,82	22,84	22,84	22,83	22,83
to [oC]	22,65	22,73	22,78	22,77	22,69	22,75	22,78	22,77	22,70	22,77	22,78	22,77	22,73	22,75	22,76	22,75	22,75
icl [clo]	0,84	0,84	0,84	0,84	0,84	0,84	0,84	0,84	0,84	0,84	0,84	0,84	0,84	0,84	0,84	0,84	0,84
Tx. Met. [met]	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
VERÃO	VARIÁVEL	E1,7	E1,1	E0,6	E0,1	C1,7	C1,1	C0,6	C0,1	D1,7	D1,1	D0,6	D0,1	Emédio	Cmédio	Dmédio	Vmédio
	va [m/s]	0,06	0,05	0,05	0,13	0,07	0,05	0,08	0,14	0,09	0,05	0,06	0,10	0,07	0,08	0,07	0,08
UR [%]	53,68	53,11	52,41	52,81	53,41	52,84	52,45	52,90	53,27	52,58	52,40	52,94	53,01	52,90	52,80	52,90	
ta [oC]	23,40	23,56	23,62	23,34	23,44	23,60	23,55	23,25	23,52	23,59	23,55	23,21	23,48	23,46	23,46	23,47	
tg [oC]	23,44	23,41	23,42	23,45	23,43	23,39	23,40	23,45	23,40	23,38	23,43	23,47	23,43	23,42	23,42	23,42	
tr [oC]	23,49	23,34	23,33	23,62	23,46	23,32	23,34	23,66	23,38	23,32	23,38	23,62	23,44	23,44	23,43	23,44	
to [oC]	23,44	23,45	23,48	23,48	23,45	23,46	23,44	23,45	23,45	23,46	23,46	23,42	23,46	23,45	23,45	23,45	
icl [clo]	0,44	0,44	0,44	0,44	0,44	0,44	0,44	0,44	0,44	0,44	0,44	0,44	0,44	0,44	0,44	0,44	
Tx. Met. [met]	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	

Tabela 6.3-6 – Variáveis de conforto térmico - Investimentos

Fonte: Autor (2020)

Departamento Jurídico																	
INVERNO	VARIÁVEL	E1,7	E1,1	E0,6	E0,1	C1,7	C1,1	C0,6	C0,1	D1,7	D1,1	D0,6	D0,1	Emédio	Cmédio	Dmédio	Vmédio
	va [m/s]	0,05	0,04	0,08	0,14	0,05	0,06	0,07	0,07	0,03	0,05	0,05	0,09	0,08	0,06	0,06	0,07
	UR [%]	59,41	58,71	58,36	58,59	59,13	58,45	58,50	58,93	50,79	58,27	58,51	59,15	58,77	58,75	56,68	58,07
	ta [oC]	22,35	22,46	22,41	22,16	22,40	22,49	22,33	22,07	22,44	22,49	22,31	22,02	22,34	22,32	22,31	22,33
	tg [oC]	22,49	22,43	22,45	22,44	22,47	22,43	22,43	22,46	22,44	22,44	22,44	22,44	22,45	22,45	22,44	22,45
	tr [oC]	22,57	22,42	22,46	22,69	22,50	22,41	22,48	22,65	22,46	22,43	22,49	22,68	22,53	22,51	22,51	22,52
	to [oC]	22,46	22,44	22,44	22,42	22,45	22,45	22,40	22,36	22,45	22,46	22,40	22,35	22,44	22,42	22,41	22,42
	icl [clo]	0,79	0,79	0,79	0,79	0,79	0,79	0,79	0,79	0,79	0,79	0,79	0,79	0,79	0,79	0,79	0,79
	Tx. Met. [met]	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
	VERÃO	VARIÁVEL	E1,7	E1,1	E0,6	E0,1	C1,7	C1,1	C0,6	C0,1	D1,7	D1,1	D0,6	D0,1	Emédio	Cmédio	Dmédio
va [m/s]		0,04	0,04	0,07	0,05	0,04	0,04	0,07	0,08	0,04	0,04	0,04	0,06	0,05	0,05	0,04	0,05
UR [%]		51,49	50,62	50,43	50,80	51,15	50,47	50,60	50,92	50,98	50,35	50,64	51,31	50,84	50,78	50,82	50,81
ta [oC]		23,80	24,11	24,08	23,89	23,97	24,15	24,01	23,74	24,06	24,15	23,94	23,59	23,97	23,97	23,94	23,96
tg [oC]		23,60	23,71	23,75	23,76	23,66	23,72	23,76	23,76	23,68	23,71	23,76	23,76	23,70	23,72	23,73	23,72
tr [oC]		23,53	23,57	23,60	23,71	23,54	23,57	23,64	23,77	23,55	23,57	23,68	23,84	23,60	23,63	23,66	23,63
to [oC]		23,67	23,84	23,84	23,80	23,76	23,86	23,82	23,76	23,81	23,86	23,81	23,71	23,79	23,80	23,80	23,79
icl [clo]		0,42	0,42	0,42	0,42	0,42	0,42	0,42	0,42	0,42	0,42	0,42	0,42	0,42	0,42	0,42	0,42
Tx. Met. [met]		1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00

Tabela 6.3-7 – Variáveis de conforto térmico - Jurídico

Fonte: Autor (2020)

As figuras 6.3-1 a 6.3-8, abaixo, representam os mapas com os valores das medianas (E, C e D, nas quatro alturas) de cada uma das variáveis ambientais de conforto térmico nas estações de trabalho.

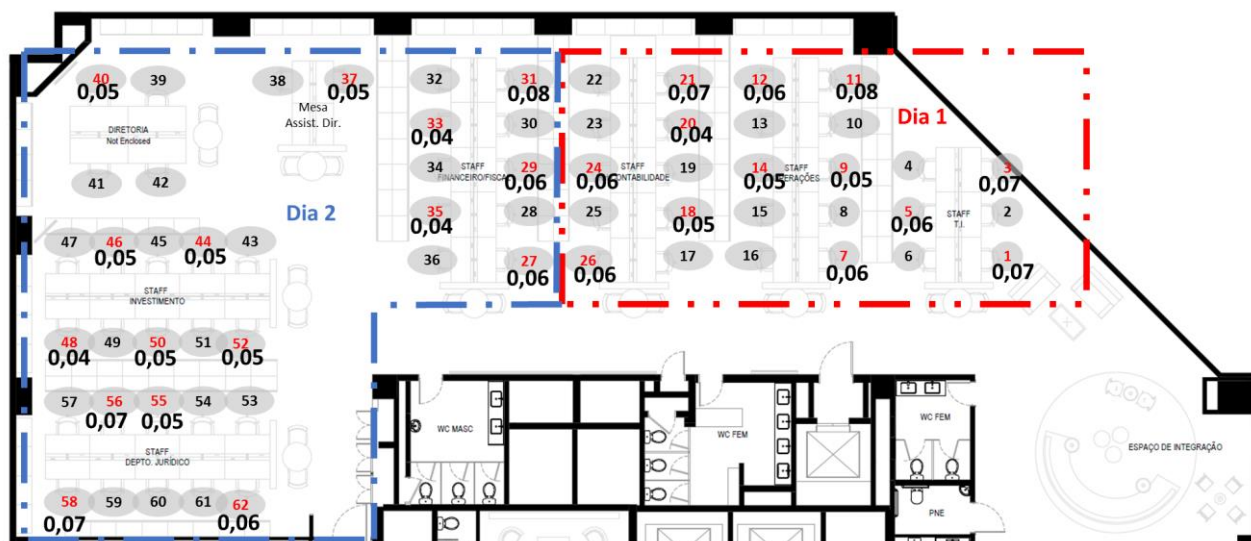


Figura 6.3-1 – Inverno - Mapeamento da mediana da velocidade do ar [m/s]

Fonte: Autor (2020)

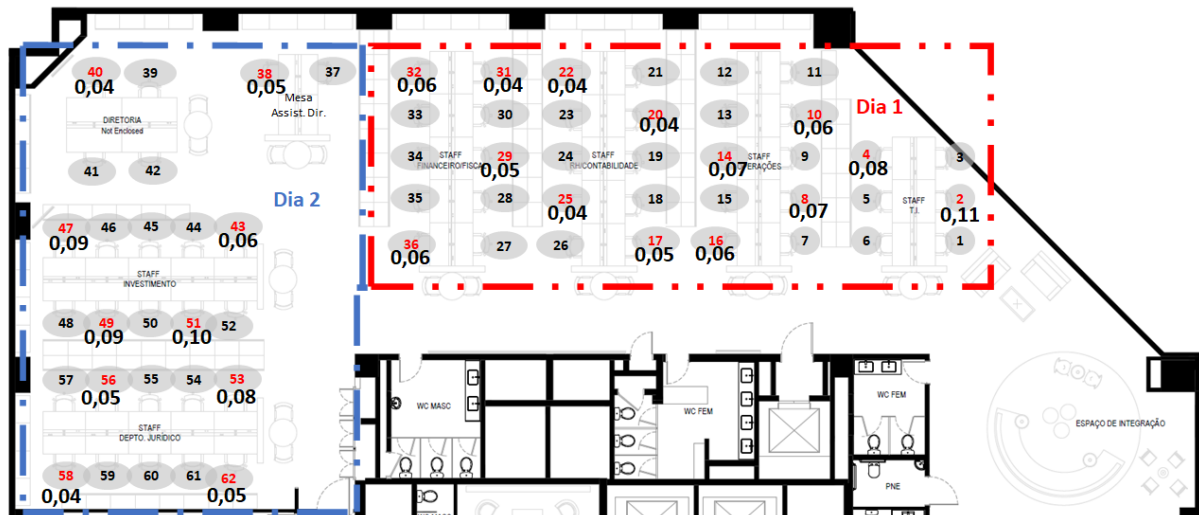


Figura 6.3-2 – Verão - Mapeamento da mediana da velocidade do ar [m/s]

Fonte: Autor (2020)

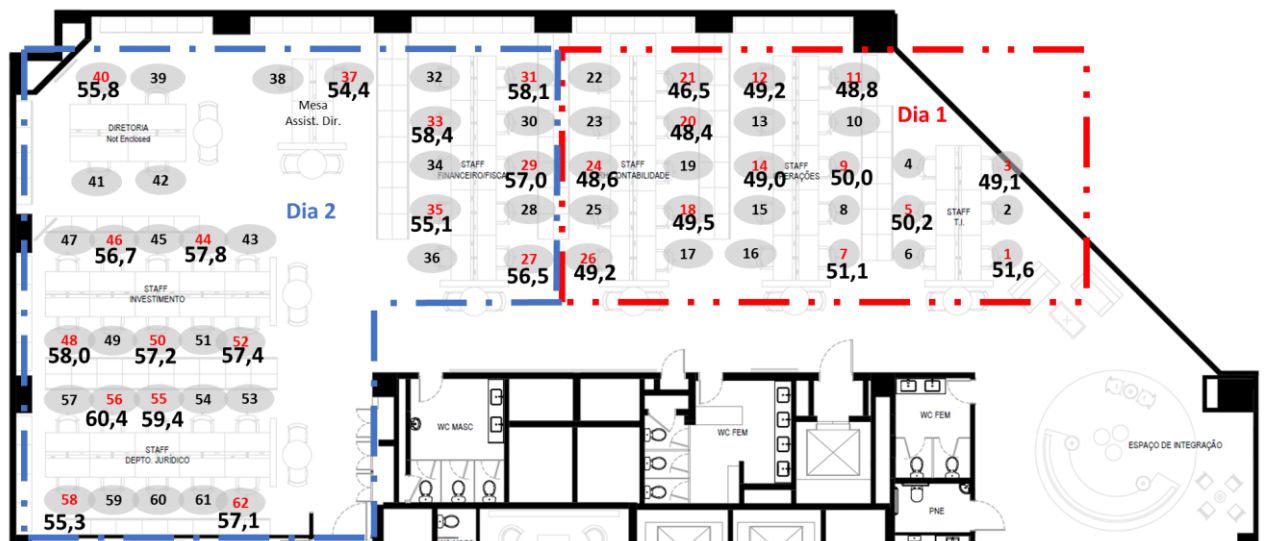


Figura 6.3-3 – Inverno - Mapeamento da mediana da umidade relativa do ar [%]

Fonte: Autor (2020)



Figura 6.3-4 – Verão - Mapeamento da mediana da umidade relativa do ar [%]

Fonte: Autor (2020)

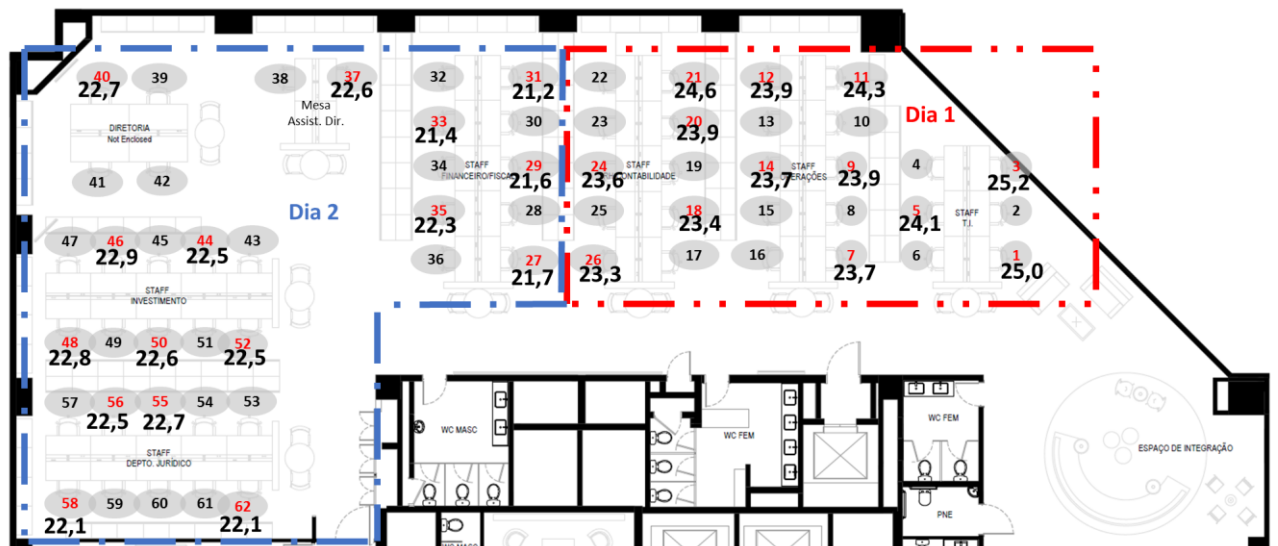


Figura 6.3-5 – Inverno - Mapeamento da mediana da temperatura do ar (bulbo seco) [°C]

Fonte: Autor (2020)

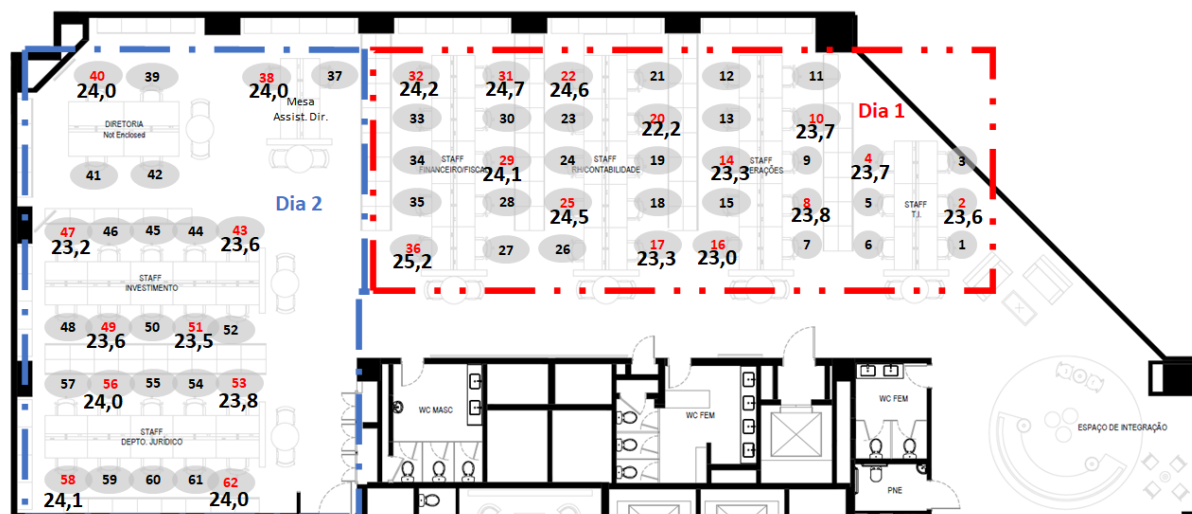


Figura 6.3-6 – Verão - Mapeamento da mediana da temperatura do ar (bulbo seco) [°C]

Fonte: Autor (2020)

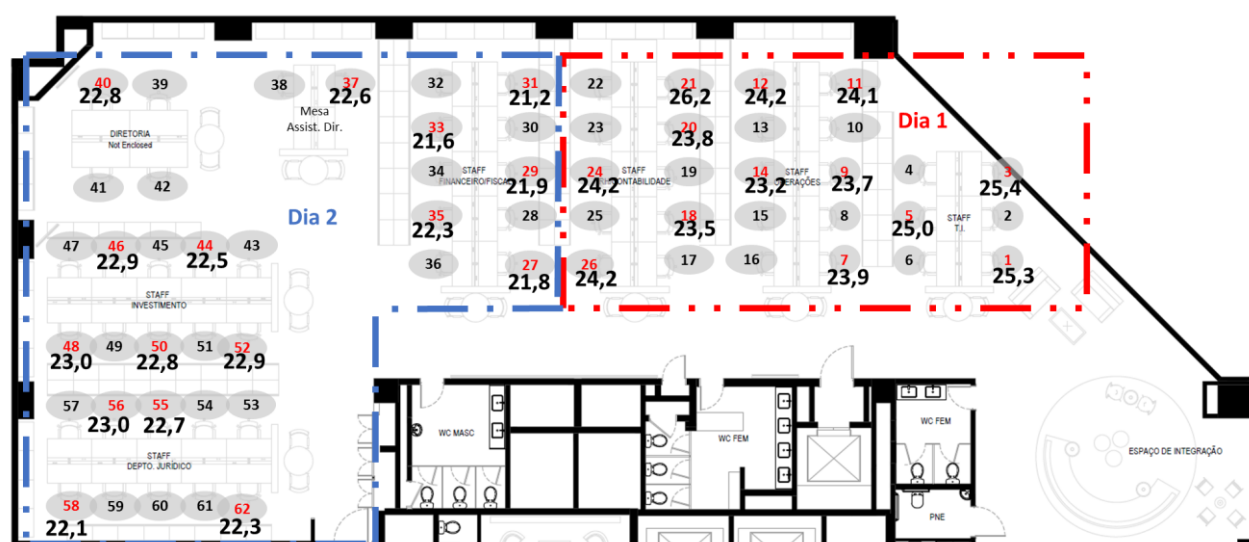


Figura 6.3-7 – Inverno - Mapeamento da mediana da temperatura radiante média [°C]

Fonte: Autor (2020)

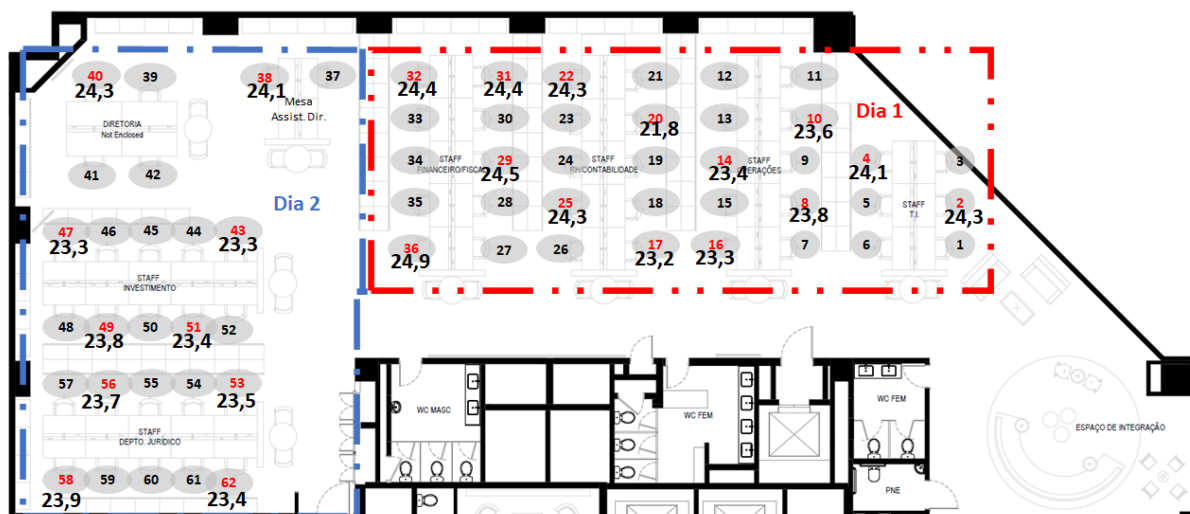


Figura 6.3-8 – Verão - Mapeamento da mediana da temperatura radiante média [°C]

Fonte: Autor (2020)

Com os dados das tabelas 6.3-1 a 6.3-7 das variáveis de conforto térmico, foi possível calcular o PMV, voto médio previsto, e PPD, porcentagem de pessoas insatisfeitas, levando-se em conta a taxa metabólica típica da atividade exercida naquele determinado ambiente, isolamento das vestimentas, velocidade do ar, umidade relativa do ar e a temperatura operativa. A temperatura operativa foi calculada através da equação 6.3-1 e o coeficiente A determinado através da tabela 6.3-8.

$$t_o = A * t_a + (1 - A) * t_r \tag{6.3-1}$$

Onde A pode ser determinado em função da velocidade do ar (v_a).

Va	< 0,2 m/s	0,2 a 0,6 m/s	0,6 a 1,0 m/s
A	0,5	0,6	0,7

Tabela 6.3-8 - Determinação de A em função da velocidade do ar

Fonte: Adaptado de ASHRAE 55 (2013)

O PMV e o PPD foi calculado por meio da ferramenta CBE Thermal Comfort Tool da UC Berkeley e os resultados dos períodos de inverno e verão se encontram no Tabela 6.3-9.

	Inverno	Verão
PMV	-0,31	-1,23
PPD	7%	37%
Taxa Metabólica [MET]	1,0	1,0
Isolamento das Vestimentas [clo]	0,79	0,42
Temperatura Operativa (t_o) (calculada) [°C]	23,2	23,3
Temperatura do Ar Bulbo Seco (t_a) [°C]	23,1	22,9
Temperatura Radiante Média (t_r) [°C]	23,3	23,8
Velocidade Média do Ar (v_a) [m/s]	0,06	0,06
Umidade Relativa [%]	53,7	53,2

Tabela 6.3-9 – Determinação dos valores de PMV e PPD

Fonte: Autor (2020)

A tabela 6.3-10, abaixo, indica os valores médios calculados para as vestimentas (clo) dos respondentes a partir dos questionários aplicados durante os dias de medições no inverno e verão.

	Inverno	Verão
Mediana Total	0,79	0,42
Investimento	0,84	0,44
Diretoria	0,60	0,60
Financeiro/Fiscal	0,84	0,43
RH/Contabilidade	0,84	0,43
Operações	0,60	0,46
TI	0,60	0,60

Tabela 6.3-10 – Mediana do isolamento das vestimentas [clo]

Fonte: Autor (2020)

Como resultado, o PMV ficou em -0,31 e o PPD em 7% no período de inverno e -1,23 e 37% no período de verão. Ou seja, a sensação de conforto térmico pode ser considerada neutra para o período de inverno e fria para o período de verão.

Abaixo segue figura 6.3-9 com a curva da DIN ISO 7730 (2006) modificada com os valores de PMV e PPD calculados pela ferramenta CBE Thermal Comfort Tool.

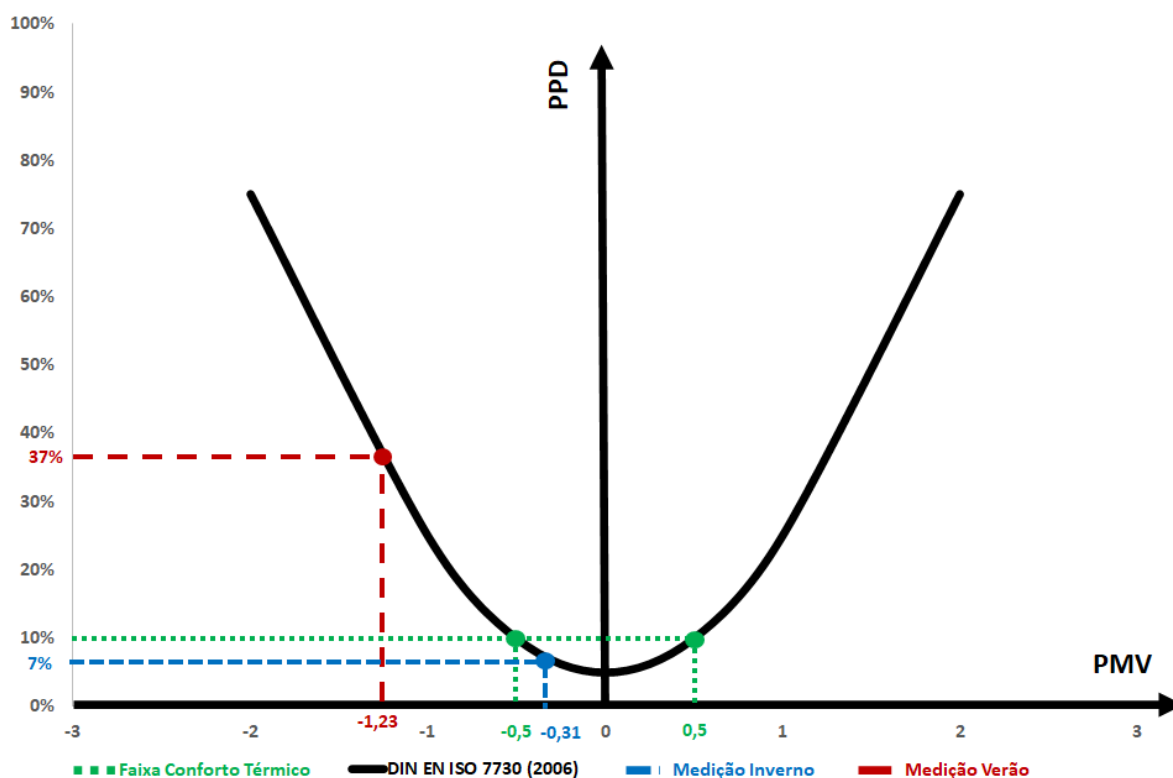


Figura 6.3-9 - Cálculo do PMV x PPD

Fonte: Adaptado de DIN EN ISO 7730 (2006)

Sobre o questionário aplicado no local, quando perguntado sobre como os ocupantes se sentiam em relação à temperatura naquele momento, no inverno, 47% dos respondentes se disseram neutros, enquanto 31% se sentiram desconfortáveis em relação ao frio (de ligeiramente frio a frio) e 21% em relação ao calor (de ligeiramente quente a muito quente). Já no verão, 50% dos respondentes se disseram neutros, enquanto 42% se sentiram desconfortáveis em relação ao frio (de ligeiramente frio a muito frio) e 8% em relação ao calor (de ligeiramente quente a quente). Esses resultados estão ilustrados nas Tabelas 6.3-11 e 6.3-12.

Os valores medidos e calculados foram de encontro com as respostas dos questionários dos respondentes. No inverno, o PMV e PPD calculados foram -0,31 e 7%, respectivamente. Já a resposta dos questionários aplicados para o período, 31% dos respondentes disseram perceber o ar frio ou ligeiramente frio, porém, 11% disseram estar insatisfeitos com a temperatura do ar. No verão, o PMV e PPD calculados foram -1,23 e 37% respectivamente, enquanto 42% dos

respondentes perceberam o ar entre muito frio, frio e levemente frio e 27% disseram estar muito insatisfeitos e insatisfeitos em relação à temperatura do ar.

No inverno, os locais em que os respondentes perceberam o ar frio foram nas zonas térmicas dos setores de Operações (25%), RH e Contabilidade (50%) e Financeiro e Fiscal (50%), porém, apenas os respondentes dos setores de Operações e RH (50%) e Contabilidade (50%) se mostraram insatisfeitos com o conforto térmico. Nestes locais, a temperatura operativa foi calculada em 23,9°C (Operações), 23,4°C (RH e Contabilidade) e 21,7°C (Financeiro e Fiscal). A ANVISA (2003) recomenda a temperatura de bulbo seco entre 20°C e 22°C e umidade relativa entre 35% e 65% para escritórios durante o período de inverno. As médias das medições de temperatura de bulbo seco e umidade relativa para estas áreas foram de 23,89°C e 49,62% para o departamento de Operações, 23,78°C e 48,44% para RH e contabilidade e 21,65°C e 57,02% para o Financeiro e Fiscal. Apesar das temperaturas de bulbo seco medidas estarem dentro ou pouco acima da faixa de temperatura recomendada pela ANVISA (2003) e a umidade relativa estar dentro do recomendado, os usuários destas áreas apontaram desconforto em relação à temperatura do ar. Nota-se que as áreas dos departamentos de Operações, RH e Contabilidade e Financeiro e Fiscal são adjacentes e se encontram no centro do espaço aberto de trabalho de frente para a fachada noroeste. A mediana das vestimentas dos respondentes destas áreas foram 0,60clo (Operações), 0,84clo (RH e Contabilidade) e 0,84clo (Financeiro e Fiscal). Dessa forma, pode-se entender que o desconforto em relação à temperatura do ar no departamento de Operações pode ser devido ao baixo nível de isolamento das vestimentas dos respondentes.

Em relação ao período de verão, 42% dos respondentes perceberam o ar frio em todos os setores da empresa. No entanto, apenas nos departamentos de TI (25%), Operações (16%), Financeiro e Fiscal (37%), Diretoria e Assistência de Diretoria (100%) e Jurídico (34%), os respondentes relataram estar insatisfeitos ou muito insatisfeitos com o conforto térmico. Nestes locais, a temperatura operativa calculada foi de 23,6°C (TI), 23,4°C (Operações), 24,5°C (Financeiro e Fiscal), 24,0°C (Diretoria e Assistência de Diretoria) e 24,0°C (Jurídico). A ANVISA (2003) recomenda a temperatura de bulbo seco entre 23°C e 26°C e umidade relativa entre 40% e 65% para escritórios durante o período de verão. As médias das medições de temperatura de bulbo seco e umidade relativa para estas zonas térmicas foram de 23,66°C e 50,07% para o setor do TI, 23,45°C e 50,32% para Operações, 24,54°C e 57,21% para Financeiro e Fiscal, 23,97°C e 51,43% para a Diretoria e Assistência de Diretoria e 23,96°C e 50,81% para o Jurídico. Mesmo com as temperaturas de bulbo seco e umidade relativa estarem dentro da faixa estipulada pela ANVISA (2003), os respondentes destes setores apontaram insatisfação em relação ao conforto

térmico. Analisando as vestimentas dos respondentes destas áreas, observa-se uma média para o escritório como um todo de 0,42clo, sendo que: 0,60clo para o TI, 0,46clo para Operações, 0,43clo para o Financeiro e Fiscal, 0,60clo para a Diretoria e Assistência de Diretoria e 0,44clo para o Jurídico. Desta forma, observa-se que apesar das temperaturas de bulbo seco, temperatura operativa e umidade relativa estarem próximas entre os períodos de inverno e verão, o nível das vestimentas foi o fator determinante para que houvesse um número maior de respondentes insatisfeitos com o conforto térmico em relação ao frio durante o verão do que no inverno. A temperatura operativa para os dois períodos se mostraram próximas (24,09°C no inverno e 23,53°C no verão), as vestimentas seguiram o padrão do escritório nos dois períodos, sendo que para o RH e Contabilidade foi de 0,84clo no inverno e 0,43clo no verão, 25% relataram perceber a temperatura do ar levemente fria, porém, nenhum respondente apontou insatisfação em relação ao conforto térmico. A Tabela 6.3-11 contém os resultados das percepções dos usuários no inverno e no verão, em cada setor analisado.

		TI	OP	RH	FI	DI	IN	JU
INVERNO	Resp.	1	4	4	6	1	3	-
	To [°C]	25,0	23,9	23,4	21,7	22,7	22,6	22,5
	clo	0,60	0,60	0,84	0,84	0,60	0,84	-
	MF (-3)	0%	0%	0%	0%	0%	0%	-
	F (-2)	0%	0%	25%	0%	0%	0%	-
	LF (-1)	0%	25%	25%	50%	0%	0%	-
	N (0)	100%	25%	25%	50%	100%	67%	-
	LQ (+1)	0%	25%	25%	0%	0%	33%	-
	Q (+2)	0%	0%	0%	0%	0%	0%	-
	MQ (+3)	0%	25%	0%	0%	0%	0%	-
VERÃO	Resp.	4	5	4	8	2	-	3
	To [°C]	23,6	23,4	23,7	24,5	24,0	23,6	24,0
	clo	0,60	0,46	0,43	0,43	0,60	-	0,44
	MF (-3)	25%	17%	0%	0%	0%	-	33%
	F (-2)	0%	17%	0%	38%	0%	-	0%
	LF (-1)	0%	0%	25%	25%	100%	-	0%
	N (0)	50%	67%	50%	38%	0%	-	67%
	LQ (+1)	0%	0%	25%	0%	0%	-	0%
	Q (+2)	25%	0%	0%	0%	0%	-	0%
	MQ (+3)	0%	0%	0%	0%	0%	-	0%

Tabela 6.3-11 - Percepção do usuário em relação à sensação de conforto térmico

Fonte: Autor (2020)

Onde,

MF –Muito Frio; F – Frio; LF – Levemente Frio; N – Neutro; LQ – Levemente Quente; Q – Quente; MQ – Muito Quente

TI – Departamento de TI; OP – Departamento de Operações; RH – Departamento de RH e Contabilidade; FI – Departamento Financeiro e Fiscal; DI – Diretoria e Assistência de Diretoria; IN – Departamento de Investimentos; JU – Departamento Jurídico

A Tabela 6.3-12 contém o nível de satisfação dos usuários quanto à temperatura do ar no inverno e no verão, em todos os setores analisados.

		TI	OP	RH	FI	DI	IN	JU
INVERNO	Resp.	1	4	4	6	1	3	-
	To [°C]	25,0	23,9	23,4	21,7	22,7	22,6	22,5
	clo	0,60	0,60	0,84	0,84	0,60	0,84	-
	MI (1)	0%	50%	0%	0%	0%	0%	-
	I (2)	0%	0%	50%	0%	0%	0%	-
	N (3)	0%	0%	0%	50%	0%	33%	-
	S (4)	100%	25%	25%	33%	100%	67%	-
	MS (5)	0%	25%	25%	17%	0%	0%	-
VERÃO	Resp.	4	5	4	8	2	-	3
	To [°C]	23,6	23,4	23,7	24,5	24,0	23,6	24,0
	clo	0,60	0,46	0,43	0,43	0,60	-	0,44
	MI (1)	0%	16%	0%	0%	0%	-	34%
	I (2)	25%	0%	0%	37%	100%	-	0%
	N (3)	25%	17%	25%	25%	0%	-	33%
	S (4)	50%	17%	75%	38%	0%	-	33%
	MS (5)	0%	50%	0%	0%	0%	-	0%

Tabela 6.3-12 – Satisfação do usuário em relação a temperatura na sua estação de trabalho

Fonte: Autor (2020)

Onde,

MI – Muito Insatisfeito; I – Insatisfeito; N – Neutro; S – Satisfeito; MS – Muito Satisfeito

TI – Departamento de TI; OP – Departamento de Operações; RH – Departamento de RH e Contabilidade; FI – Departamento Financeiro e Fiscal; DI – Diretoria e Assistência de Diretoria; IN – Departamento de Investimentos; JU – Departamento Jurídico

No inverno, perguntado sobre o que os usuários conseguem ajustar no seu espaço para regular as condições de conforto térmico, 12% dos respondentes sinalizaram poder regular o ar

condicionado, porém, talvez pela má formulação da pergunta, estas pessoas responderam de forma equivocada uma vez que os ocupantes do espaço não têm acesso a termostatos. 4% das pessoas disseram que há portas externas, porém, não há portas externas no 18° andar. Outras 4% disseram estar perto de portas internas, mas considerando o fluxo do escritório, há uma única porta interna próxima à mesa do departamento jurídico, que dá para o corredor da recepção, e permanece sempre fechada. No entanto, 67% sinalizaram poder ajustar as persianas, o que pode ser um dispositivo de controle, pois como algumas estações de trabalho ficam muito próximas das áreas envidraçadas, o calor radiante proveniente do Sol pode trazer desconforto. No verão, 54% dos respondentes sinalizaram poder regular as persianas, 11% o sistema de ar condicionado e 35% nenhuma das alternativas. Perguntado se estes utilizam os dispositivos acima, 55% disseram que não utilizam.

Sobre a sensação térmica, no inverno, 70% dos respondentes sinalizaram que em dias quentes a temperatura está baixa (com sensação de frio), contra 30% que disseram estar alta (com sensação de calor). Considerando dias mais frios, 55% disseram estar frio o ambiente, enquanto que 45% disseram estar quente. As pessoas também não souberam apontar o momento do dia em que elas se sentem mais desconfortáveis em relação à temperatura do ambiente, porém, 38% apontaram que uma das causas é não poderem ajustar a temperatura do ar condicionado, outras 14% disseram que o ar do ambiente é muito seco e 14% dizem que o problema é o Sol. Já no verão, 72% dos respondentes sinalizaram que em dias quentes a temperatura do ar está baixa (com sensação de frio), contra 28% que disseram estar alta (com sensação de calor). Considerando dias com temperaturas inferiores à média no período, 88% dizem estar frio o ambiente, enquanto que 12% dizem estar quente. As pessoas também não souberam apontar o momento do dia em que elas se sentem mais desconfortáveis em relação à temperatura do ambiente, porém, 41% apontaram que uma das causas é não poder ajustar a temperatura do ar condicionado; no entanto, 24% disseram não terem desconforto térmico na sua respectiva estação de trabalho.

A tabela 6.3-13, abaixo, traz os parâmetros medidos para o conforto térmico durante as medições de inverno e verão, em comparação com os limites estabelecidos pelas normas técnicas e cálculo do PMV e PPD. Importante observar que a ASHRAE 55 (2017) limita o PPD em 20%, porém, 10% são relativos ao conforto térmico geral e 10% relativos ao desconforto térmico localizado. Como já observado, o índice de insatisfação dos ocupantes na medição de verão (PMV = -1,23; PPD = 37%) tende a ser superior à medição de inverno (PMV = -0,31; PPD = 7%). Interessante observar que, na medição de inverno, a temperatura do ar do ambiente

está, em média, 1,1°C superior à recomendação da ANVISA (2003), que determina uma temperatura do ar interno no inverno entre de 20°C e 22°C. Já na medição de verão, a temperatura está, em média, a 0,1°C inferior à mínima recomendada pela ANVISA (2003), que determina uma temperatura do ar interno no verão entre 23°C e 26°C. Para efeito comparativo, a NBR 16401-2 (2008) determina a temperatura operativa no inverno, com os ocupantes utilizando roupas típicas de inverno com 0,9clo, variando entre 21°C e 23,5°C para uma umidade relativa de 60% e entre 21,5°C e 24°C para uma umidade relativa de 30%. Já no verão, a NBR 16401-2 (2008) determina a temperatura operativa, com os ocupantes utilizando roupas típicas de verão com 0,5clo, variando entre 22,5°C e 25,5°C para uma umidade relativa de 65% e entre 23°C e 26°C para uma umidade relativa de 35%. Importante salientar que a NR-17, norma regulamentadora de ergonomia e que possui um capítulo de condições de conforto térmico no ambiente de trabalho, determina que a umidade relativa do ar de ambientes internos não pode ser inferior a 40%, o que inviabiliza atender às recomendações da temperatura operativa da NBR 16401-2 (2008) para umidade relativa do ar em 30%, no inverno, e 35%, no verão.

As medições realizadas em campo demonstraram que os parâmetros de conforto térmico medidos no inverno e no verão são muito próximos, o único parâmetro que realmente destoa é o isolamento das vestimentas (Inverno = 0,79clo; Verão = 0,42clo), dessa forma, entende-se que o isolamento das vestimentas é o parâmetro que, dentro das condições medidas, altera significativamente os valores de PMV e PPD, deixando muito mais ocupantes desconfortáveis em relação ao frio durante o verão do que no inverno.

Parâmetros	Normas / Legislações	Medição	
		Inverno	Verão
PMV	Entre -0,5 e +0,5 (ASHRAE 55, 2017)	-0,31	-1,23
PPD	$\leq 10\%$ (ASHRAE 55, 2017)	7%	37%
Temp. Operativa	-	23,2°C	23,3°C
Temp. Ar Ambiente	Inverno 20°C a 22°C Verão 23°C a 26°C (ANVISA, 2003)	23,1°C	22,9°C
Temp. Radiante	-	23,2°C	23,8°C
Velocidade do Ar	$\leq 0,15\text{m/s}$ (ASHRAE 55, 2017)	0,06 m/s	0,06 m/s
Umidade Relativa	Entre 40% e 65% (ANVISA, 2003)	53,7%	53,2%
Taxa Metabólica	-	1 met	1 met
Isolamento das Vestimentas	-	0,79 clo	0,42 clo

Tabela 6.3-13 – Mediana dos parâmetros de conforto térmico – Medições de inverno e verão

Fonte: Autor (2020)

As respostas dos questionários coincidem com os dados medidos uma vez que, paradoxalmente, estes têm a percepção do ambiente ser mais quente no inverno (21%) do que no verão (8%). Já o frio é sentido por mais pessoas no verão (42%) do que no inverno (32%). Referente à satisfação dos ocupantes, 58% se dizem satisfeitos ou muito satisfeitos no inverno contra 50% no verão. Os insatisfeitos ou muito insatisfeitos contam com 22% no inverno contra 27% no verão. Dessa forma é possível verificar que o ambiente no verão é menos satisfatório para os ocupantes, indo de encontro com o PMV e PPD calculado. Os gráficos 6.3-1 e 6.3-2 trazem a percepção e satisfação dos respondentes em relação à temperatura do ambiente nos períodos de inverno e verão.

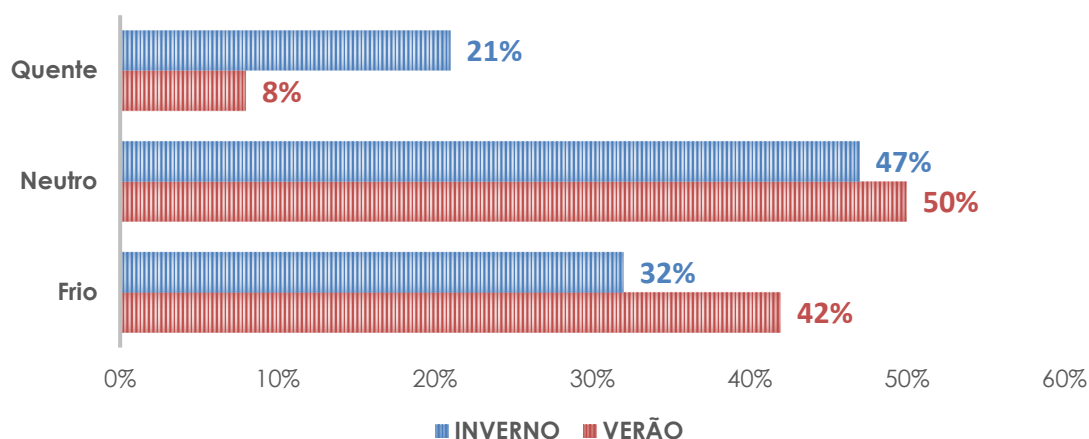


Gráfico 6.3-1 – Percepção dos ocupantes quanto a temperatura do ambiente – Questionário inverno e verão

Fonte: Autor (2020)

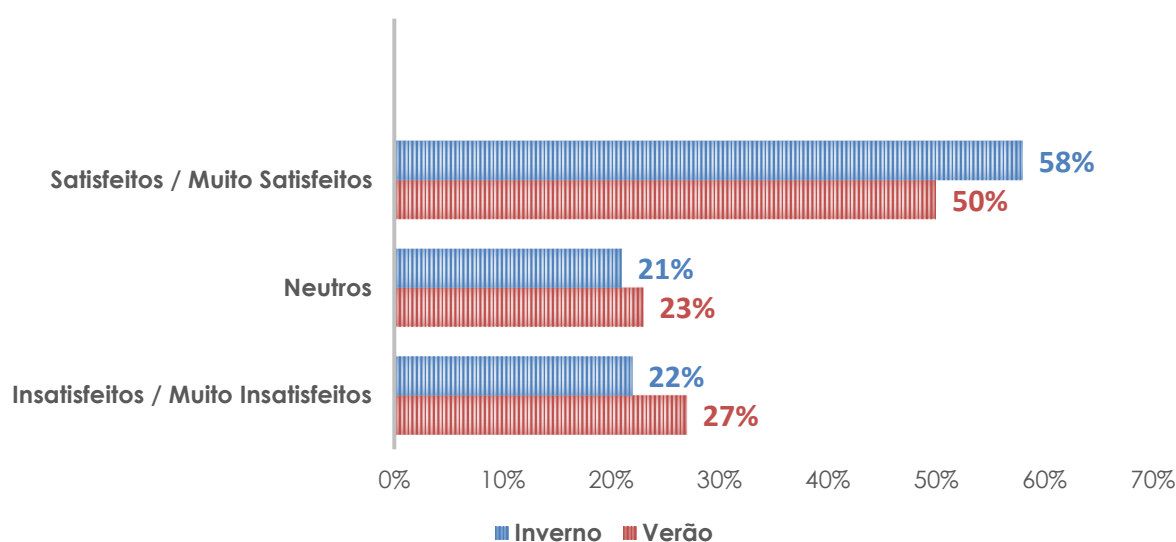


Gráfico 6.3-2 – Satisfação dos ocupantes quanto a temperatura do ambiente – Questionário inverno e verão

Fonte: Autor (2020)

Tanto a percepção quanto a satisfação dos ocupantes em relação ao conforto térmico podem ter sido influenciadas pelo ambiente externo, uma vez que as medições ocorreram no inverno e no verão. A temperatura e condições externas dos períodos de inverno e verão podem influenciar na percepção dos ocupantes em relação ao seu conforto térmico no interior de ambientes climatizados como no caso deste objeto de estudo.

Outra possibilidade é a ausência de autonomia dos respondentes em conseguir regular a temperatura através de dispositivos como termostatos, janelas operáveis ou pequenos

ventiladores portáteis e individuais e assentos com aquecimento e/ou resfriamento. Outras estratégias mais simples como o uso de cobertores providenciados pela empresa ou o livre acesso das estações de trabalho, onde as pessoas que sentem mais frio podem escolher locais mais quentes no escritório e pessoas que sentem mais calor, escolher locais mais frios também poderiam ser aplicadas.

Por fim, outro fator que pode ter influenciado na percepção e satisfação dos respondentes é o desconforto térmico localizado.

Como já mencionado, o desconforto térmico localizado pode ocorrer por correntes de ar, diferenças na temperatura vertical entre os tornozelos e a cabeça, por pisos muito frios ou muito quentes ou por uma alta assimetria da temperatura radiante (DIN EN ISO 7730:2006-05, 2006-05). Diferentemente do conforto térmico que ocorre para todo o grupo que ocupa um determinado ambiente, o desconforto térmico localizado influi diretamente no indivíduo.

Desta forma, esta pesquisa buscou entender o desconforto térmico localizado nas pessoas que ocupam o escritório.

Com as medições das variáveis de conforto térmico, foi possível determinar o desconforto térmico localizado das correntes de ar, diferença da temperatura entre os pés e a cabeça e diferença de temperatura entre os três lados (esquerdo, direito e costas) do ocupante.

Para que as correntes de ar não causem o desconforto térmico localizado, a ASHRAE 55 (2017) recomenda que a velocidade do ar máxima seja de 0,15m/s para ambientes em que as pessoas se sintam mais neutras, tendendo ao frio, em relação ao conforto térmico e com temperatura operativa inferior a 22,5°C para atender ao $PMV = \pm 0,5$. Nas figuras 6.3-10 e 6.3-11 é possível identificar algumas estações de trabalho em que a velocidade do ar foi superior a 0,15m/s. As estações de trabalho são a 5, 11, 20, 21, 58 e 62 e a velocidade das correntes de ar nesses pontos variou de 0,15m/s a 0,26m/s.

Para a compreensão da simbologia das figuras abaixo, as letras E, C e D representam Esquerda, Centro e Direita, respectivamente. O número que acompanha as letras E, C e D representam a altura na qual a medição se mostrou mais desfavorável ao desconforto térmico localizado por correntes de ar. Ex. Estação de trabalho 5. D0,6;0,15 significa que à direita do ocupante sentado em sua estação de trabalho, na altura de 0,6m, a velocidade do ar é de 0,15m/s.

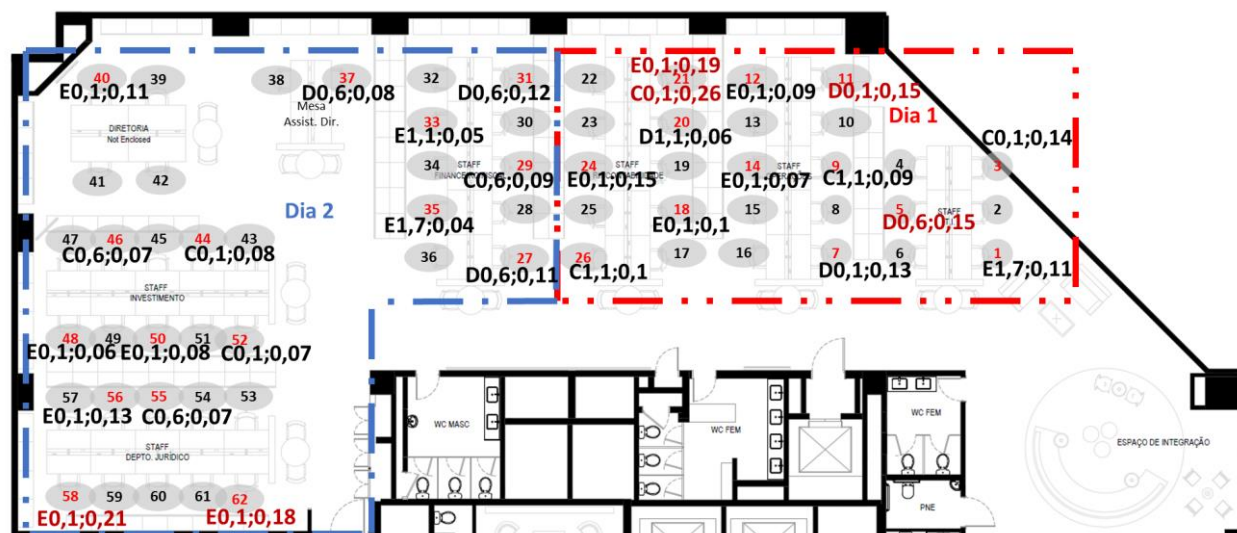


Figura 6.3-10 – Inverno - Mapeamento das velocidades do ar [m/s] - Desconforto térmico localizado
Fonte: Autor (2020)

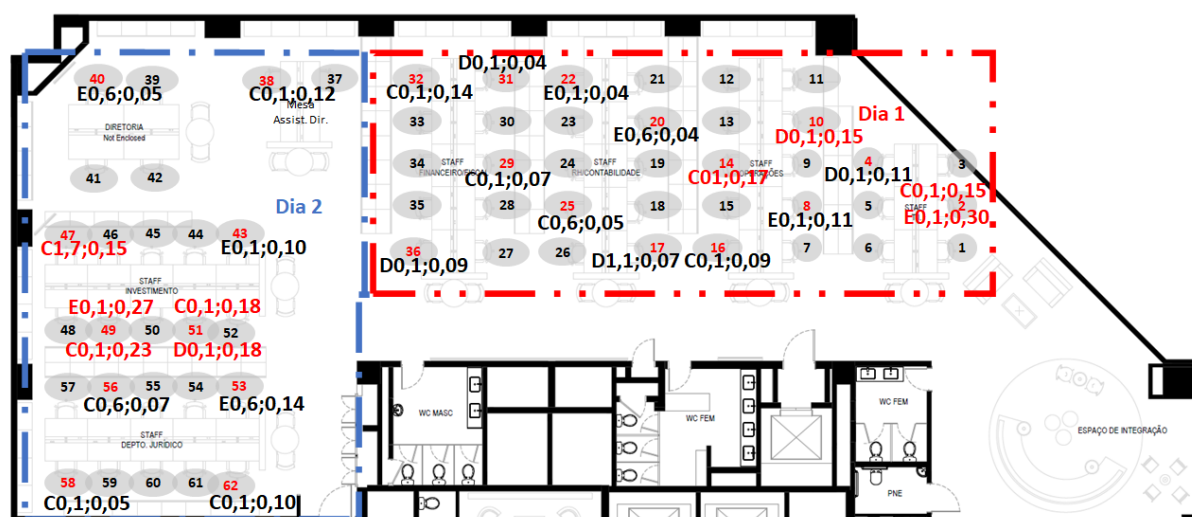


Figura 6.3-11 – Verão - Mapeamento das velocidades do ar [m/s] - Desconforto térmico localizado
Fonte: Autor (2020)

A diferença da temperatura vertical limite entre o nível da cabeça e tornozelo deve ser de $2,8^{\circ}\text{C}$ para ter apenas 5% dos ocupantes insatisfeitos (ASHRAE 55, 2017). Dessa forma, a partir das medições realizadas em campo, foi constatado que não há variação na temperatura vertical a ponto de causar desconforto térmico localizado, diferenças essas, mostradas nas Figuras 6.3-12 e 6.3-13. Para melhor compreensão da simbologia da figura abaixo, as letras E, C e D representam Esquerda, Centro e Direita.

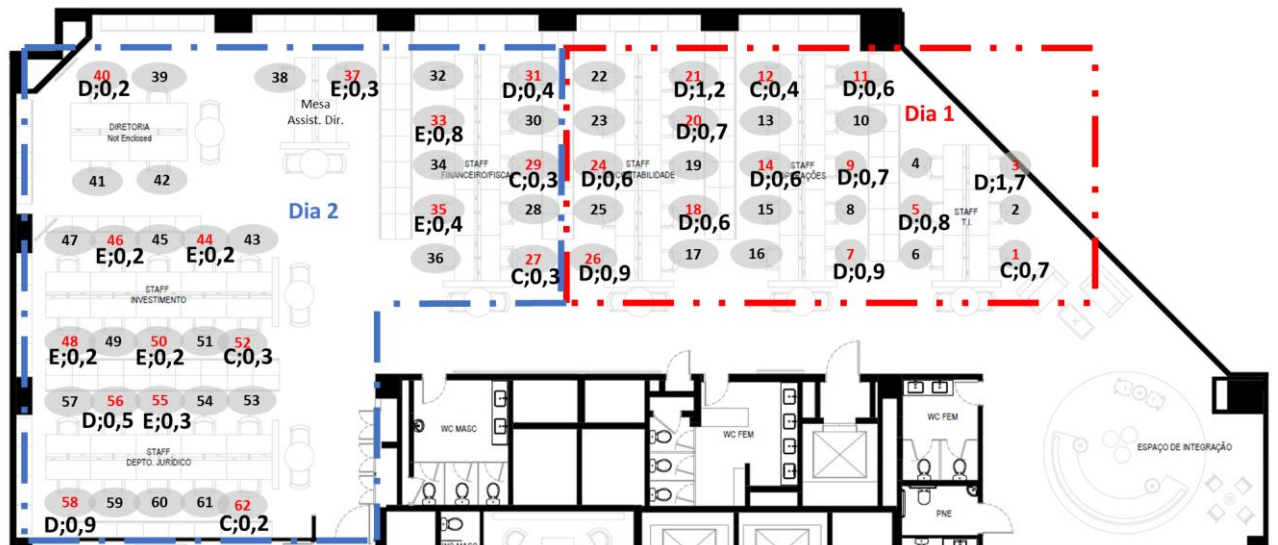


Figura 6.3-12 – Inverno - Mapeamento da variação da temperatura vertical [°C] - Desconforto térmico localizado

Fonte: Autor (2020)

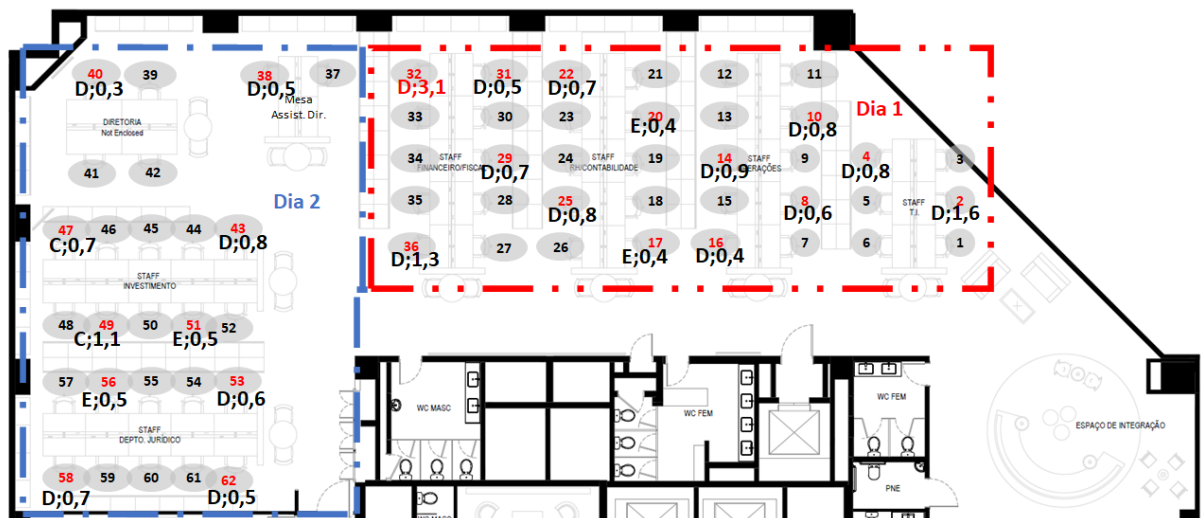


Figura 6.3-13 – Verão - Mapeamento da variação da temperatura vertical [°C] - Desconforto térmico localizado

Fonte: Autor (2020)

Por fim, a temperatura de piso deve variar entre 19°C e 28°C para que a insatisfação limite dos ocupantes fique em 10% (ASHRAE 55, 2017). Geralmente, as pessoas mais suscetíveis a esse tipo de desconforto térmico localizado são aquelas que vestem sapatos leves (ASHRAE 55, 2017). A medição não foi realizada exatamente na superfície do piso (temperatura superficial), mas sim, a temperatura do ar a 0,10m de altura, que representa os tornozelos. Neste contexto, essa medição mostrou que não há desconforto térmico localizado pela temperatura do piso, o que pode ser verificado nas figuras 6.3-14 e 6.3-15..

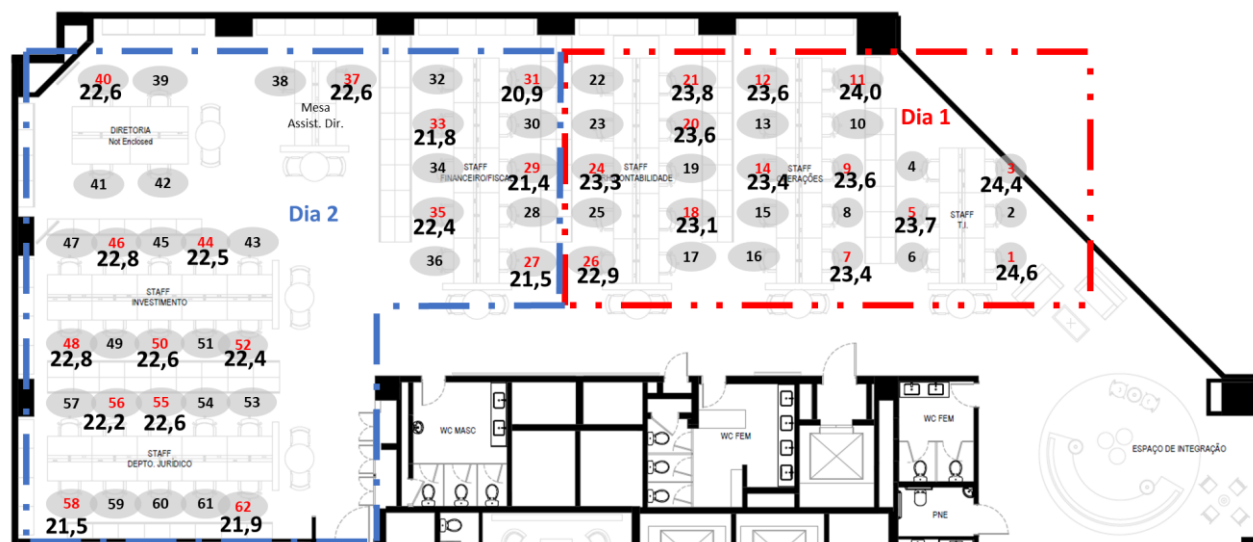


Figura 6.3-14 - Inverno - Mapeamento da temperatura do piso [°C] - Desconforto térmico localizado

Fonte: Autor (2020)

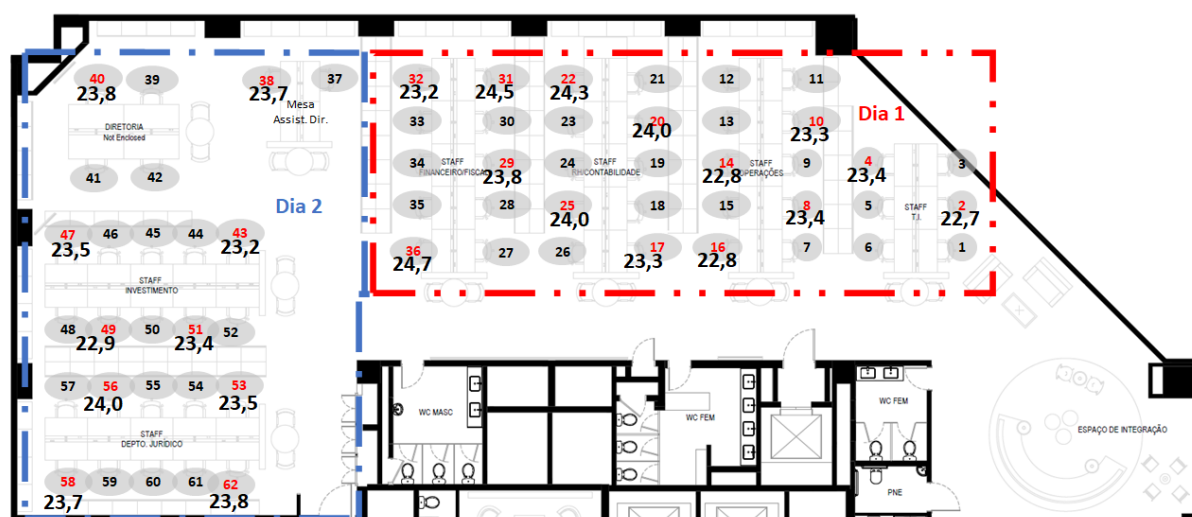


Figura 6.3-15 – Verão - Mapeamento da temperatura do piso [°C] - Desconforto térmico localizado

Fonte: Autor (2020)

A tabela 6.3-14 traz os parâmetros de desconforto térmico localizado medidos durante as medições de inverno e verão. Na tabela é possível identificar que algumas estações de trabalho tiveram velocidade do ar superior ao indicado pela ASHRAE 55 (2017) tanto no inverno quanto no verão. Outro parâmetro de desconforto térmico localizado que apontou uma medição acima do recomendado pela ASHRAE 55 (2017) foi a variação de temperatura entre o tornozelo e cabeça, chegando a 3,1°C em uma estação de trabalho no verão.

Parâmetros	Normas / Legislações	Medição	
		Inverno	Verão
Velocidade do Ar	$\leq 0,15\text{m/s}$ (ASHRAE 55, 2017)	Mínimo = 0,1m/s Máximo = 0,26m/s	Mínimo = 0,03m/s Máximo = 0,30m/s
ΔT Tornozelo/Cabeça	$\leq 2,8^{\circ}\text{C}$ (ASHRAE 55, 2017)	Mínimo = 0,2°C Máximo = 1,2°C	Mínimo = 0,1°C Máximo = 3,1°C
Temp. do Piso	Entre 19°C e 28°C (ASHRAE 55, 2017)	Mínimo = 21,4°C Máximo = 24,6°C	Mínimo = 21,5°C Máximo = 25,0°C

Tabela 6.3-14 – Mediana dos parâmetros de desconforto térmico localizado – Medições de inverno e verão

Fonte: Autor (2020)

As tabelas 6.3-15 e 6.3-16 mostram a percepção e satisfação dos ocupantes em relação ao movimento do ar e a diferença de temperatura entre tornozelo e cabeça nas suas estações de trabalho. Nestas tabelas é possível identificar que 15% dos respondentes perceberam o movimento do ar nas suas estações de trabalho durante a medição de inverno e 46% perceberam durante o verão. Já a variação de temperatura entre tornozelo e cabeça correspondeu a 38% dos respondentes que percebem durante o verão e ninguém sinalizou durante o inverno, o que vai de encontro com os resultados medidos, uma vez que durante o inverno e verão houve estações de trabalho com velocidade das correntes de ar superiores a 0,15m/s e apenas no verão foi constatado diferença de temperatura entre o tornozelo e cabeça superior a 2,8°C.

Medição	Percepção Movimento do Ar	Percepção ΔT Tornozelo/Cabeça
Inverno	15% Percebem:	100% Não percebem
	<ul style="list-style-type: none"> • 5% Costas • 5% Cabeça • 5% Corpo inteiro 	
Verão	46% Percebem:	38% Percebem:
	<ul style="list-style-type: none"> • 4% Peito • 19% Costas • 8% Cabeça • 11% Pés • 4% Corpo inteiro 	<ul style="list-style-type: none"> • 19% Sentem os pés mais frios que a cabeça • 19% Sentem a cabeça mais fria que os pés

Tabela 6.3-15 - Percepção dos ocupantes sobre o movimento do ar e ΔT tornozelo/cabeça na mesa de trabalho – Medições de inverno e verão

Fonte: Autor (2020)

Medição	Satisfação Movimento do Ar	Satisfação ΔT Tornozelo/Cabeça
Inverno	<ul style="list-style-type: none"> • 100% - Desagradável / muito desagradável 	<ul style="list-style-type: none"> • 100% Não percebem
Verão	<ul style="list-style-type: none"> • 70% - Desagradável / muito desagradável 	<ul style="list-style-type: none"> • 78% - Desagradável / muito desagradável
	<ul style="list-style-type: none"> • 20% - Neutros • 10% - Agradável 	

Tabela 6.3-16 - Satisfação dos ocupantes sobre o movimento do ar e ΔT tornozelo/cabeça na mesa de trabalho – Medições de inverno e verão

Fonte: Autor (2020)

6.4 Conforto lumínico

As medições de iluminação foram realizadas entre as 9h e 10h da manhã, nas medições de inverno, e entre as 12:30h e 13:30h no verão. Os dias de medições, tanto no inverno quanto no verão, foram dias claros onde as persianas estavam fechadas e a iluminação artificial era muito mais predominante do que a iluminação natural. Os vidros da fachada possuem película para barrar a carga térmica solar e, conseqüentemente, acabam diminuindo a transmitância de luz

natural visível. Neste cenário, foram feitos três tipos de medições de iluminância, a saber: para determinar a iluminação vertical que incide na estação de trabalho, a iluminação que reflete da mesa e que pode gerar ofuscamento no ocupante e a iluminação circadiana, que é a iluminação que incide diretamente no olho do usuário.

Para o cálculo da iluminação circadiana utiliza-se a unidade EML, que em inglês significa *Equivalent Melanopic Lux* ou Lux Equivalente Melanópico. O EML é uma relação entre a iluminância e a temperatura de cor da lâmpada [K]. A melhor forma de determinação do EML é através de medições realizadas com um espectrômetro, porém, como o pesquisador e autor não possuía o equipamento apropriado, foi utilizado o próprio luxímetro e calculado o EML pela equação 6.4-1.

$$EML = L \times R \quad (6.4-1)$$

Onde,

L = Nível de iluminância medido (Lux)

R = Coeficiente relacionado à temperatura de cor da lâmpada

Como a temperatura de cor das lâmpadas LED do *open space* do estudo de caso é 3211K, foi feita uma relação para determinação do R e cujo valor ficou em 0,54.

A tabela 6.4-1 traz o resumo das medianas da iluminação vertical, iluminação refletida e a iluminação circadiana.

MEDIANA DA ILUMINAÇÃO VERTICAL, REFLETIDO E CIRCADIANA NOS SETORES OPERACIONAIS - INVERNO E VERÃO									
		TI	Operações	RH/Contabilidade	Financeiro/Fiscal	Assist. Dir.	Diretoria	Investimento	Jurídico
INVERNO	Vertical ↓ [LUX]	1104	1002	1130	1066	1275	604	937	928
	Refletido ↑ [LUX]	324	219	270	367	369	294	348	364
	Circadiana → [EML]	525	416	460	435	497	370	398	423
VERÃO	Vertical ↓ [LUX]	1042	997	1057	1127	1573	664	982	942
	Refletido ↑ [LUX]	284	309	309	397	508	231	305	332
	Circadiana → [EML]	386	357	345	474	542	235	359	396

Tabela 6.4-1 – Mediana das Iluminações Vertical, Refletida e Circadiana nos Setores Operacionais – Inverno e Verão

Fonte: Autor (2020)

A tabela 6.4-2, abaixo, traz as medições de conforto lumínico para o inverno e verão. Pode-se verificar que a iluminação vertical teve seu limite, estabelecido pela ABNT NBR ISO/CIE 8995-1 (2013), atendido em 90,9% das estações de trabalho medidas no inverno e 94,6% das estações de trabalho medidas durante o verão. Em relação à refletância nas mesas de trabalho, apesar de não ter sido encontrado em normas ou legislações um limite mínimo ou máximo, as medições indicaram um nível de iluminância que não traz desconforto ou cansaço visual para os ocupantes. Sobre a iluminação circadiana, 100% das estações de trabalho atenderam ao mínimo estabelecido pela certificação WELLv2. (IWBI, 2021)

Parâmetros	Normas / Legislações	Medição	
		Inverno	Verão
Iluminação Vertical	500 lux (ABNT NBR ISO/CIE 8995-1, 2013)	Mínimo = 477 Lux Máximo = 1328 Lux	Mínimo = 384 Lux Máximo = 1733 Lux
Refletância na Mesa	-	Mínimo = 67 Lux Máximo = 615 Lux	Mínimo = 95 Lux Máximo = 642 Lux
Iluminação Circadiana	≥ 150 EML (IWBI, 2021)	Mínimo = 178 EML Máximo = 577 EML	Mínimo = 154 EML Máximo = 712 EML

Tabela 6.4-2 – Mediana dos Parâmetros de Conforto Lumínico – Medições de Inverno e Verão

Fonte: Autor (2020)

Em relação à iluminação incidente nas estações de trabalho, iluminação vertical, apenas as estações de trabalho 26, 27 e 52 (nas medições de inverno) e 39 e 48 (nas medições de verão) tiveram níveis inferiores ao exigido pela ABNT NBR ISO/CIE 8995-1 (2013) de 500 lux para ambientes de escritório. A iluminação nestas estações de trabalho foi de 489 lux, 483 lux e 477 lux, respectivamente, no inverno e de 418 lux e 384 lux, respectivamente, no verão. Em contraponto, várias estações de trabalho tiveram a iluminância ultrapassando os 1000 lux, chegando a 1328 lux na estação de trabalho 29, medida durante o inverno, e 1733 lux na estação de trabalho 38, medida durante o verão.

No inverno, pode ser verificado na Figura 6.4-1 que os locais com iluminância inferior a 500 lux se encontram próximas ao corredor, onde há pouca influência da iluminação natural e as luminárias centrais do local não estão concentradas. Já as estações de trabalho com iluminância

superior a 1000 lux (45,4% das estações de trabalho medidas) se encontram próximas das áreas envidraçadas e/ou estão centralizadas no centro do escritório onde recebem boa parte da iluminação artificial e também a influência da iluminação natural.

No verão, a Figura 6.4-2 traz o mesmo resultado para as estações de trabalho com iluminância superior a 1000 lux (43,3% das estações de trabalho medidas), porém, as duas estações de trabalho com iluminância inferior a 500 lux se encontram na fachada noroeste (mesa 39) e sudoeste (mesa 48). As medições de iluminação no verão foram realizadas entre 12:30h e 13:30h, ou seja, em um momento em que o Sol está a pino. Porém, como as persianas são ajustadas pelos ocupantes, nestes locais, no momento da medição, as mesmas se encontravam abaixadas para evitar o desconforto lumínico por ofuscamento da iluminação natural nos ocupantes próximos a elas.

As figuras 6.4-1 e 6.4-2 trazem o mapeamento da iluminação vertical, com valores em lux, que incide nas mesas de trabalho durante o inverno e verão.

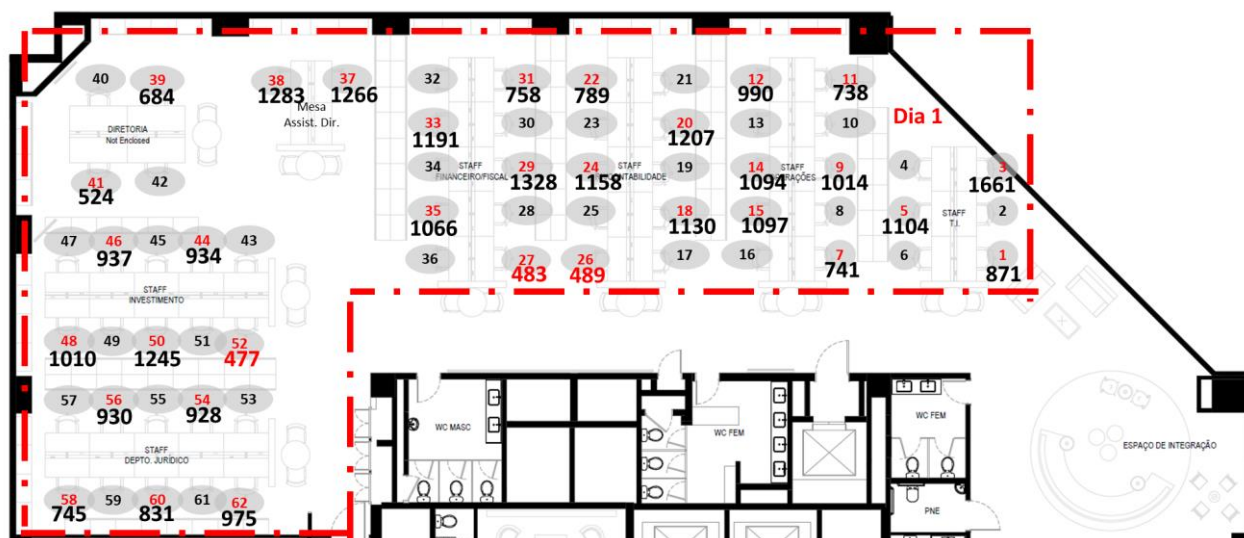


Figura 6.4-1 – Inverno - Mapeamento da iluminação vertical nas mesas de trabalho [lux]

Fonte: Autor (2020)

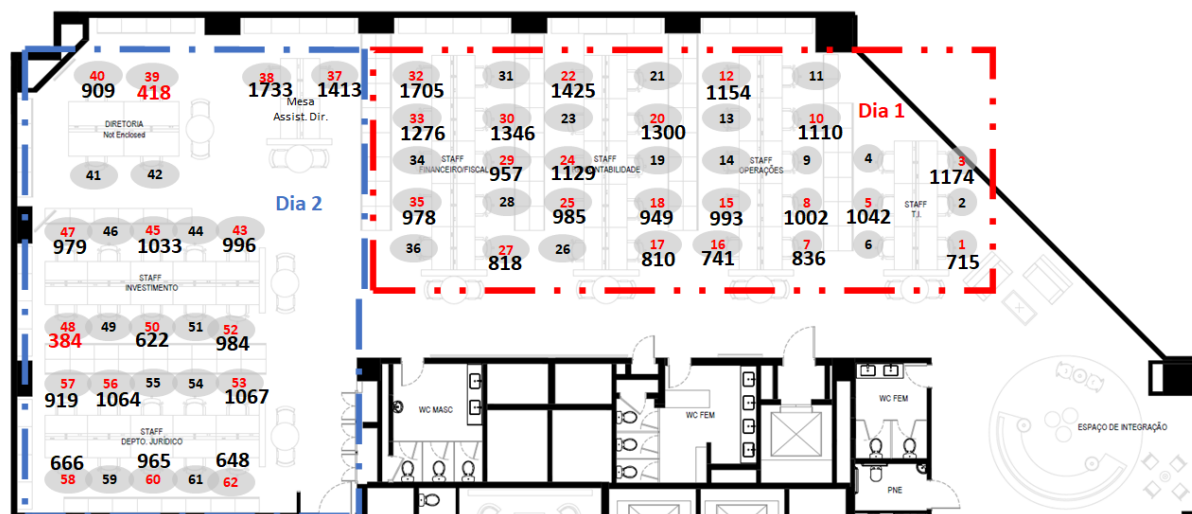


Figura 6.4-2 – Verão - Mapeamento da iluminação vertical nas mesas de trabalho [lux]

Fonte: Autor (2020)

Sobre o ofuscamento da iluminação refletida pela mesa de trabalho, no inverno, a iluminação mínima foi medida na estação de trabalho 26 com 67 lux e a máxima na estação de trabalho 3 com 615 lux. Já no verão, a iluminação mínima foi medida na estação de trabalho 48 com 95 lux e a máxima na estação de trabalho 32 com 642 lux. As figuras 6.4-3 e 6.4-4 trazem o mapeamento da refletância da iluminação, em lux, nas mesas de trabalho durante as medições de inverno e verão. Apesar das mesas serem de uma tonalidade entre creme e branco, não foi constatado refletância nas mesas de trabalho a ponto de causar desconforto lumínico por ofuscamento.



Figura 6.4-3 – Inverno - Mapeamento da refletância da iluminação nas mesas de trabalho [lux]

Fonte: Autor (2020)

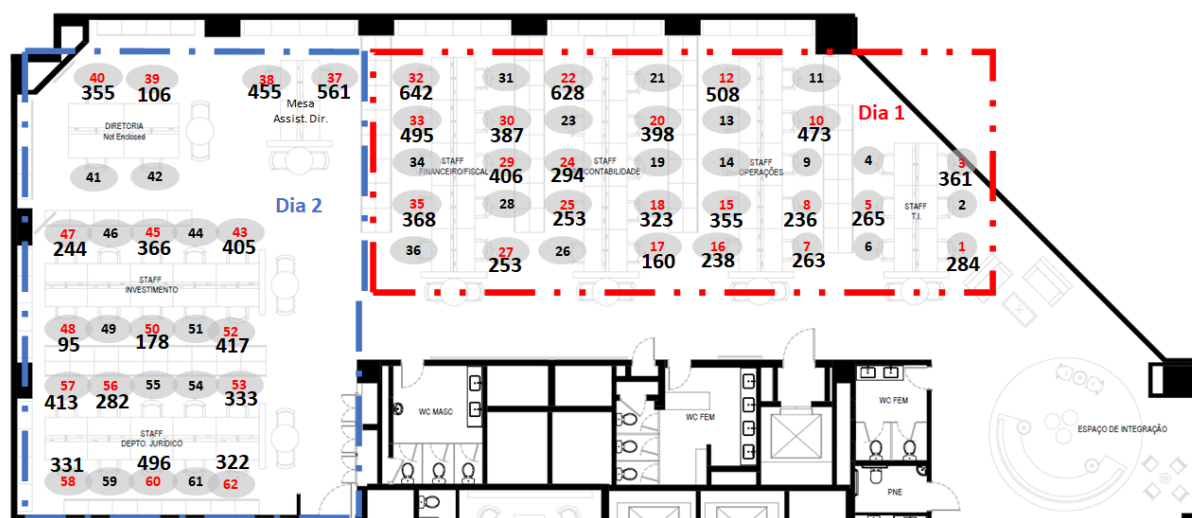


Figura 6.4-4 – Verão - Mapeamento da refletância da iluminação nas mesas de trabalho [lux]

Fonte: Autor (2020)

O IWBI (2018), dentro da otimização *L03 Circadian Lighting Design* ou *L03 Projeto da Iluminação Circadiana*, determina que a iluminação circadiana mínima seja de 150 EML nas estações de trabalho. Desta forma, todas as mesas, tanto nas medições de inverno quanto no verão, atenderam ao limite mínimo estabelecido sendo, no inverno, a estação de trabalho 26 com a iluminação circadiana mínima em 178 EML e a estação de trabalho 38 com a iluminação circadiana máxima em 577 EML. Já no verão, a estação de trabalho 39 obteve a iluminação circadiana mínima em 154 EML e a estação de trabalho 32 a iluminação circadiana máxima em 712 EML.

As estações de trabalho que obtiveram os piores resultados para a iluminação circadiana, mesmo atendendo à certificação WELL, foram as mesmas que obtiveram iluminância inferior a 500 lux, exigido pela ABNT NBR ISO/CIE 8995-1 (2013). As mesas foram as 26, 27 e 52 nas medições de inverno e 39 e 48 nas medições de verão. Esse resultado já era esperado, pois a iluminação circadiana é a iluminância que entra no olho do usuário e estas estações de trabalho foram as que apresentaram os piores resultados em relação a iluminação natural e artificial. No inverno, a conclusão foi porque estas mesas de trabalho estão próximas do corredor, longe da influência da iluminação natural e da concentração da iluminação artificial. Já no verão, as estações de trabalho estão próximas às janelas, porém, as mesmas se encontravam com as persianas fechadas.

As figuras 6.4-5 e 6.4-6 mostram o mapeamento da iluminação circadiana, em EML, nas mesas de trabalho durante as medições de inverno e verão.



Figura 6.4-5 – Inverno - Mapeamento da iluminação circadiana [EML]

Fonte: Autor (2020)

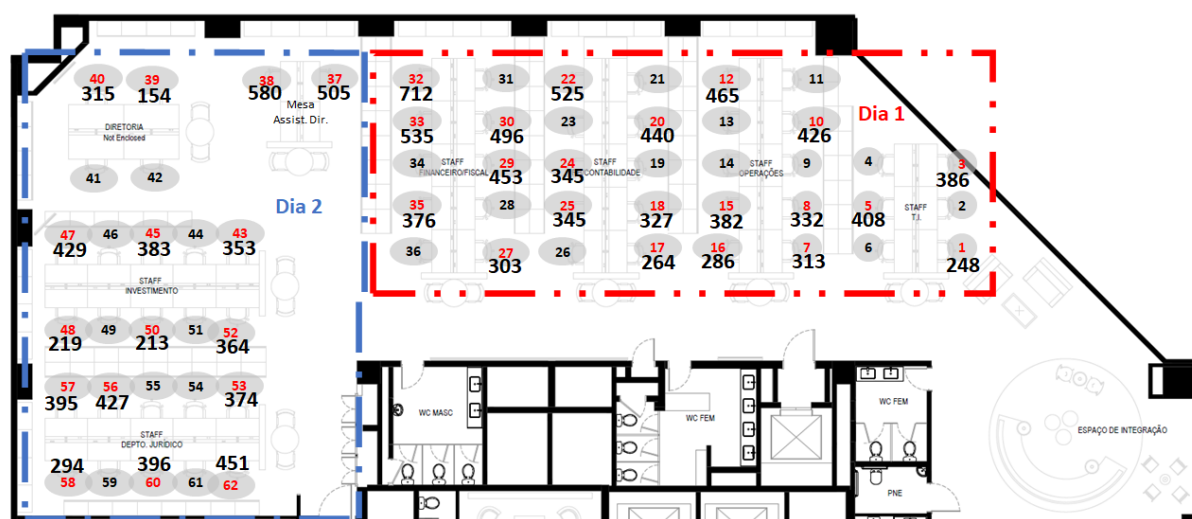


Figura 6.4-6 – Verão - Mapeamento da iluminação circadiana [EML]

Fonte: Autor (2020)

Sobre as respostas do questionário, no inverno, 27% dos respondentes disseram estar sentindo-se sonolentos durante as medições, 16% se sentiam despertos e 57% permaneceram neutros. Além disso, 79% disseram poder ajustar as persianas para seu conforto lumínico, enquanto que 21% disseram não ter nenhum tipo de controle lumínico individual. Já no verão, 23% dos respondentes disseram estarem se sentindo sonolentos durante as medições, 27% se sentiam despertos e 50% permaneceram neutros. 64% disseram poder ajustar as persianas para seu

conforto lumínico, enquanto que 36% disseram não ter nenhum tipo de controle lumínico individual.

Esta primeira pergunta do questionário, em que foi perguntado se o respondente se sentia muito sonolento (-3) a muito desperto (+3) em uma escala que varia de -3 a +3, é relacionada com a iluminação circadiana, pois quando o EML fica abaixo do recomendado é natural que a pessoa sintasse-se mais cansada e o corpo se prepare para o repouso. Desta forma, a grande maioria das pessoas disse estar neutra ou desperta no ambiente de trabalho durante as medições de inverno e verão, o que vai de encontro com as medições realizadas, em que 100% atenderam aos 150 EML exigidos pela certificação WELL para ambientes de escritório; apenas os usuários de 3 meses de trabalho no inverno e de 2 no verão apresentaram resultados positivos próximo do limite.

A tabela 6.4-3 traz a percepção do usuário em relação ao conforto lumínico durante o inverno e verão e aponta como ele se sente, desperto ou sonolento, no ambiente de trabalho.

	MS (-3)	S (-2)	LS (-1)	N	LD (+1)	D (+2)	MD (+3)
Inverno	0%	11%	16%	57%	5%	11%	0%
Verão	0%	8%	15%	50%	4%	23%	0%

Tabela 6.4-3 - Percepção do usuário em relação ao conforto lumínico – Inverno e Verão

Fonte: Autor (2020)

Onde,

MS – Muito Sonolento; S – Sonolento; LS – Levemente Sonolento; N – Neutro; LD – Levemente Desperto; D – Desperto; MD – Muito Desperto

O gráfico 6.4-1, abaixo, mostra os controles lumínicos individuais aos quais os ocupantes têm acesso. A importância dos controle individuais é justamente para o ocupante adequar a iluminação ao seu conforto visual. Como pode ser verificado, os ocupantes do escritório (79% dos respondentes no inverno e 64% dos respondentes no verão) conseguem controlar apenas as persianas próximas às suas mesas de trabalho para reduzir o ofuscamento causado pela iluminação natural. O restante dos respondentes (21% no inverno e 36% no verão) não possuem qualquer tipo de controle lumínico.

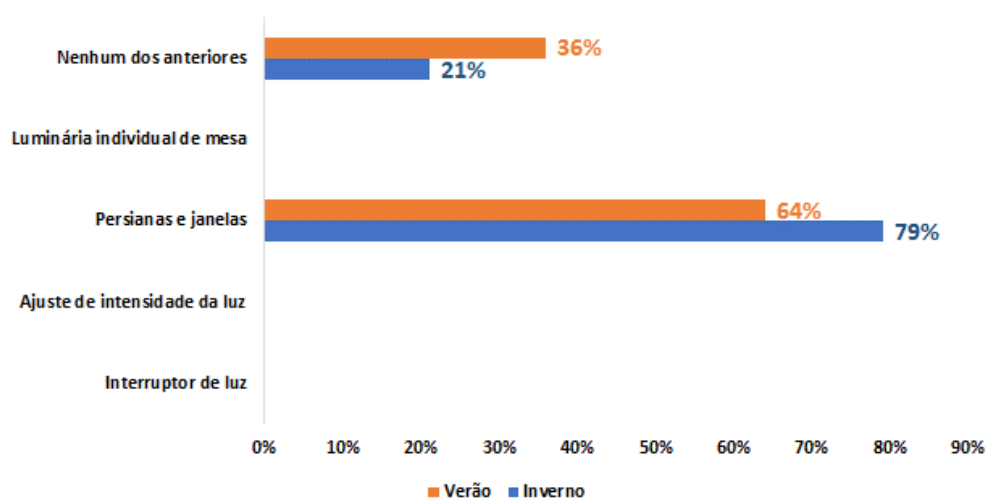


Gráfico 6.4-1 - Controles lumínicos individuais aos quais os usuários têm acesso

Fonte: Autor (2020)

Quando perguntado o quão satisfeitos os respondentes estão com a iluminação na mesa de trabalho de um modo geral, no inverno, 63% disseram estar satisfeitos ou muito satisfeitos, enquanto que 22% apontaram estar insatisfeitos ou muito insatisfeitos e 15% dos respondentes se disseram neutros. Já no verão, 62% disseram estar satisfeitos ou muito satisfeitos, enquanto que 12% apontaram estar insatisfeitos e 26% dos respondentes se disseram neutros. O resultado condiz com as medições realizadas, uma vez que em apenas 3 mesas de trabalho no inverno e em 2 no verão obtiveram-se resultados inferiores a 500 lux, mínimo exigido pela ABNT NBR ISO/CIE 8995-1 (2013) para mesas de trabalho em ambientes de escritório. A tabela 6.4-4 traz a satisfação dos usuários em relação ao conforto lumínico em suas mesas de trabalho durante as medições de inverno e verão.

	MI	I	N	S	MS
Inverno	11%	11%	15%	42%	21%
Verão	0%	12%	26%	54%	8%

Tabela 6.4-4 - Satisfação do usuário em relação à qualidade da iluminação na sua mesa de trabalho – Inverno e Verão

Fonte: Autor (2020)

Onde,

MI – Muito Insatisfeito; I – Insatisfeito; N – Neutro; S – Satisfeito; MS – Muito Satisfeito

Sobre a hora do dia em que os ocupantes se sentem mais desconfortáveis em relação à iluminação na mesa de trabalho, no inverno, 42% disseram nunca se sentirem desconfortáveis, 27% apontaram que à tarde é desconfortável, 26% disseram que não existe uma hora em particular e 5% disseram sempre estarem desconfortáveis. Já no verão, 54% disseram nunca se sentirem desconfortáveis, 11% disseram estar sempre desconfortáveis e 35% disseram se sentir desconfortáveis na parte da manhã (8%), na parte da tarde (19%) e no final de tarde (8%). As medições realizadas em campo demonstraram que a iluminação artificial, salvo em 3 mesas de trabalho no inverno e 2 no verão, atendem à ABNT NBR ISO/CIE 8995-1 (2013). Desta forma, é possível identificar que o desconforto lumínico pode ter a causa no ofuscamento pela iluminação natural. Como todo o perímetro externo do escritório é em pele de vidro, com grandes áreas envidraçadas, a iluminação natural no interior do espaço é muito presente. Há as persianas para reduzir a incidência solar, no entanto, o controle das mesmas fica sujeito aos ocupantes que se sentam próximos a elas. O gráfico 6.4-2 determina o momento do dia em que os respondentes da pesquisa se sentem desconfortáveis em relação à iluminação.

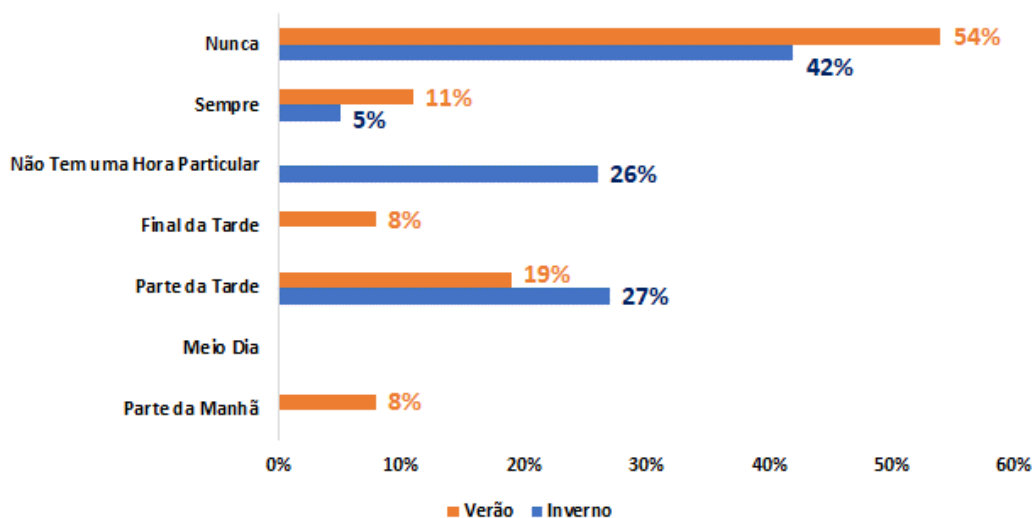


Gráfico 6.4-2 - Momento do dia em que o usuário sente-se desconfortável em relação à iluminação – Inverno e Verão

Fonte: Autor (2020)

No inverno, o desconforto lumínico é causado pela claridade do Sol para 11% das pessoas, falta de iluminação natural para 5%, ofuscamento para 10%, baixa iluminação para 21% e 5% pela baixa iluminação natural quando a persiana é fechada. Já no verão, o desconforto lumínico é causado pela claridade do Sol para 14% das pessoas, falta de iluminação natural para 4%,

ofuscamento por lâmpada no campo de visão ou muita iluminação na mesa para 31%, baixa iluminação para 7% e 3% devido ao *flicker* da lâmpada. Como pode ser observado, a maioria dos respondentes (48% no inverno e 41% no verão) da pesquisa sentem-se satisfeitos com o conforto lumínico em suas mesas de trabalho, o que vai de encontro com as medições realizadas e a ABNT NBR ISO/CIE 8995-1 (2013). No entanto, 21% dos respondentes no inverno e 14% no verão sentem-se insatisfeitos em relação ao ofuscamento causado pela iluminação natural, o que vai de encontro com as respostas do gráfico 6.4-2, ou seja, o momento do dia em que os respondentes sentem-se desconfortáveis em relação à iluminação. As fachadas que compõem o espaço estudado nesta pesquisa são a norte, sudoeste e noroeste, sendo que a noroeste tem o maior trecho. A fachada norte influencia o setor operacional do TI, já a fachada sudoeste influencia os setores operacionais do jurídico e investimento. Em contrapartida, a fachada noroeste influencia diretamente a diretoria, assistência da diretoria, operações, recursos humanos e financeiro/fiscal. Desta forma, é possível concluir que o Sol se pondo no oeste, ofusca o ambiente e as pessoas sentem-se insatisfeitas em suas posições de trabalho no período da tarde devido à incidência da iluminação natural. O gráfico 6.4-3 traz as causas do desconforto lumínico sentidas pelos respondentes da pesquisa durante os períodos de inverno e verão.

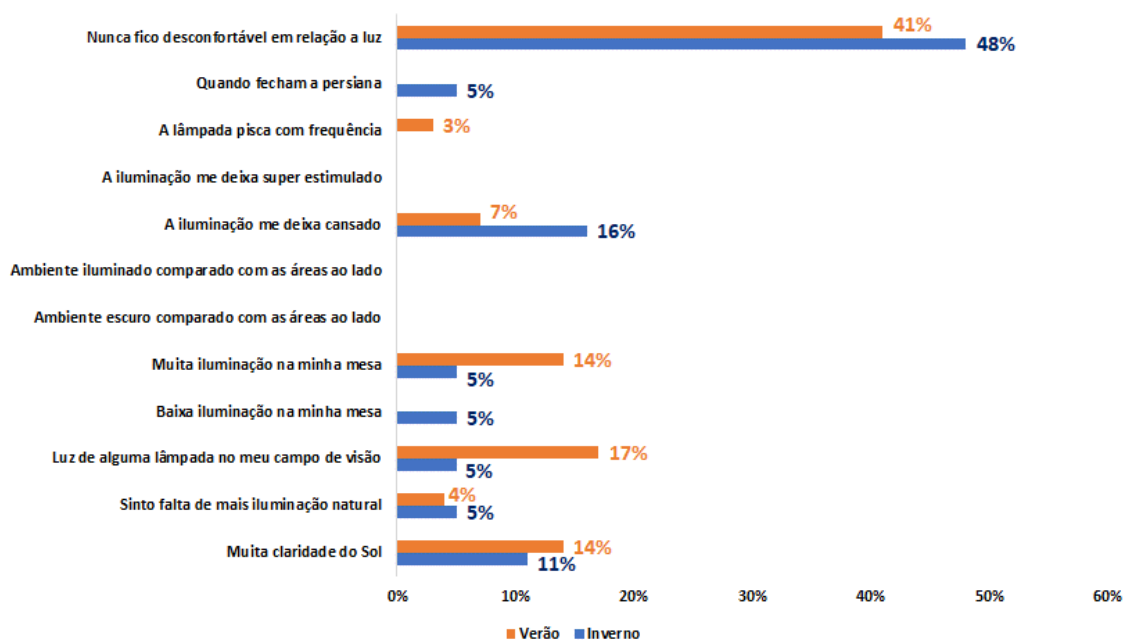


Gráfico 6.4-3 - Causas do desconforto lumínico sentidas pelo usuário – Inverno e Verão

Fonte: Autor (2020)

6.5 Absenteísmo e presenteísmo

Verificou-se o absenteísmo e o presenteísmo dos ocupantes do estudo de caso por motivos de saúde. No caso do absenteísmo, o ocupante deixou de ir trabalhar devido a algum sintoma de saúde, enquanto que no presenteísmo, o ocupante esteve presente no trabalho, porém, com um rendimento inferior ao esperado por algum sintoma de saúde ou desconforto.

Em relação ao absenteísmo, no inverno, o número de horas esperadas totais de trabalho para os 19 respondentes durante os 28 dias que precederam a medição de inverno foi 5135,2 horas e o número de horas faltadas, sendo faltas de um dia inteiro de trabalho foi 120 horas (80 horas, total de dia inteiro) e (40 horas, total de faltas parciais), o que resultou em um absenteísmo de 2,34% por motivos de saúde. O número de respondentes que apontaram ter faltado ao trabalho, dia inteiro ou parcial, foi 2, correspondendo a 10%.

No verão, diferentemente do questionário aplicado na medição de inverno, as perguntas relativas ao absenteísmo e, principalmente, ao presenteísmo foram reelaboradas para esclarecer a relação desses dois indicadores com problemas associados à saúde dos ocupantes. Em relação ao absenteísmo, o número de horas esperadas totais de trabalho para os 26 respondentes durante os 28 dias que precederam a esta pesquisa foi 5824 horas e o número de horas faltadas, sendo faltas de um dia inteiro de trabalho (32 horas) e parciais (30 horas), foi 62 horas, o que resultou em um absenteísmo de 1,06%. O número de respondentes que apontou ter faltado ao trabalho, dia inteiro ou parcial, foi 5, correspondendo a 19%. Destes, 60% dizem não ter tido o sintoma de doença no trabalho enquanto que 40% não sabem.

Como a pesquisa é feita em relação ao número de faltas por motivos de saúde nos últimos 28 dias que antecedem a pesquisa, é esperado que as pessoas falem mais no inverno do que no verão.

O gráfico 6.5-1 mostra o número de faltas parciais e totais dos respondentes que apontaram ter faltado no trabalho nos 28 dias que precederam a pesquisa de inverno e verão.

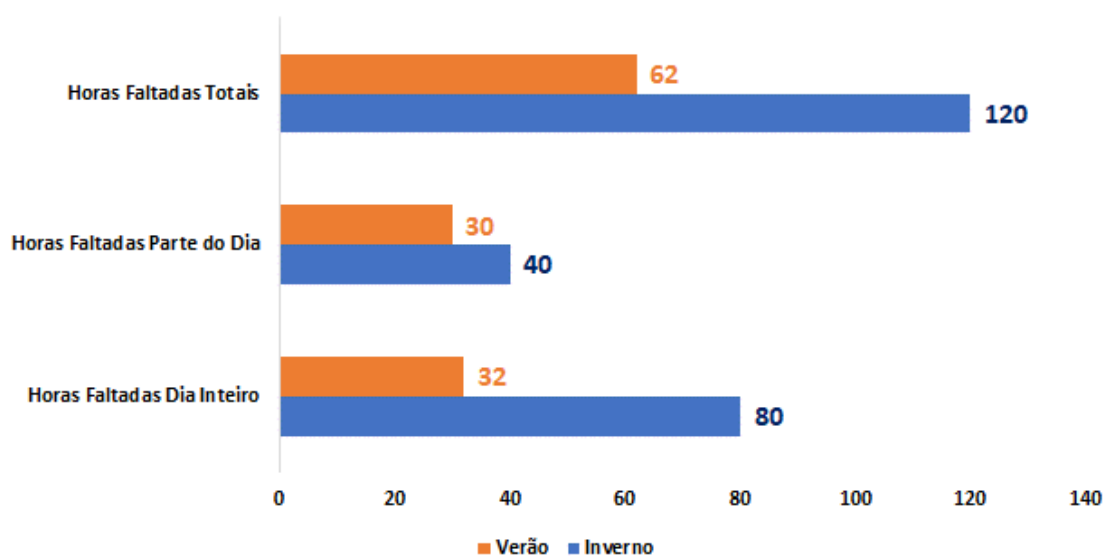


Gráfico 6.5-1 – Número de horas parciais e totais faltadas pelos respondentes nos 28 dias que precederam a pesquisa – Inverno e Verão

Fonte: Autor (2020)

Sobre o presenteísmo, para a pesquisa de inverno, as perguntas elaboradas seguiram o modelo WHO (2005). As perguntas sobre presenteísmo aplicadas por este questionário são relativas à percepção das pessoas em relação à performance no trabalho, sendo a pergunta utilizada para o cálculo do presenteísmo absoluto “qual a nota dada pelo colaborador por seu desempenho nas últimas quatro semanas?”. Dessa forma, obteve-se um presenteísmo de 2,2%. No entanto, diferentemente das questões relativas ao absenteísmo, neste questionário, o presenteísmo não difere de distrações no trabalho e redução na performance por motivos de saúde. Portanto, o presenteísmo por motivos de saúde é inferior aos 2,2% aqui levantados.

No verão, referente ao presenteísmo, questionado sobre quantas horas os respondentes trabalharam sentindo-se mal nos 28 dias que precederam a pesquisa, 19% apontaram ter trabalhado 59 horas sentindo-se mal, sendo que um dos respondentes não conseguiu determinar um número de horas. O presenteísmo ficou em 1,02%.

A literatura mostra que o presenteísmo costuma ser maior que o absenteísmo. No entanto, o presenteísmo está relacionado a uma série de fatores como engajamento, satisfação, problemas de saúde e comportamentais. Dessa forma, o resultado obtido para este estudo condiz com o presenteísmo associado aos problemas de saúde.

Sobre o questionário aplicado, 73% dos respondentes disseram que trabalhar sentindo-se mal de saúde afeta seu desempenho no trabalho, enquanto que 4% disseram que não afeta, 15% não

sabem e 8% não responderam. O gráfico 6.5-2, abaixo, cruzou problemas relacionados à qualidade do ar, conforto térmico e lumínico com a percepção dos respondentes sobre se estes afetam de alguma forma seu desempenho no trabalho. Dos que responderam de forma afirmativa, os sintomas foram: dor de cabeça (81%), ofuscamento (69%), sonolência (65%), irritação nariz, pele ou garganta (65%), ruído (65%), frio (65%), baixa iluminação (58%), calor (58%), dificuldade de respirar (54%), espirros (54%), alergias (50%) e asma (35%).

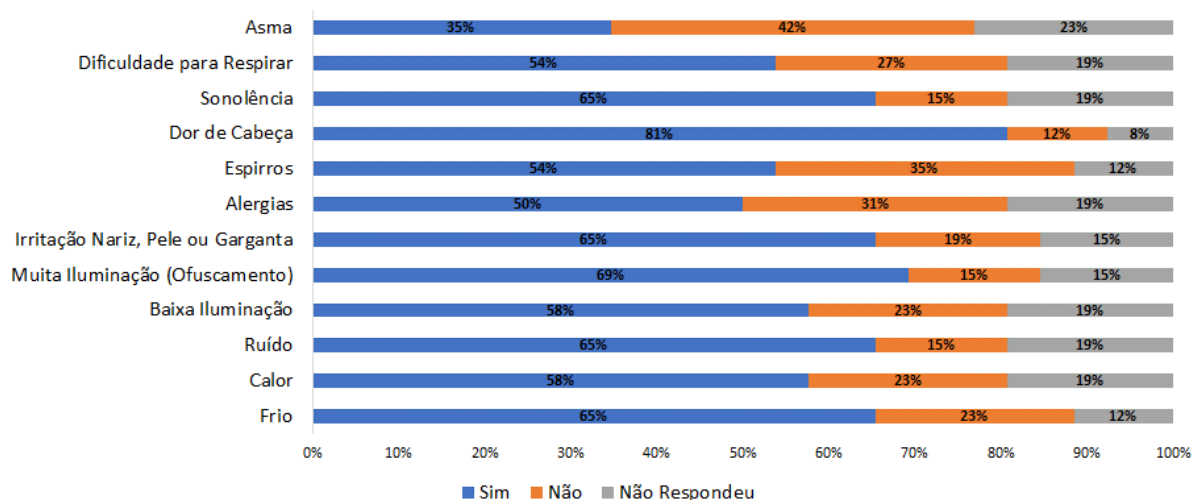


Gráfico 6.5-2 – Verão - problemas relacionados a qualidade do ar, conforto térmico e lumínico vs. desempenho no trabalho

Fonte: Autor (2020)

Também foi feita uma pergunta no questionário para uma nota de 0 a 10, sendo 0 “não afeta a performance no trabalho” e 10 “afeta muito a performance no trabalho”, sobre os problemas relacionados à qualidade do ar, conforto térmico e lumínico. A média das notas dos respondentes para cada um dos problemas relacionados pode ser vista no gráfico 6.5-3. Para a média das notas, foram consideradas apenas as respostas dos respondentes que deram notas de 1 a 10. Os respondentes que sinalizaram 0, não afeta o desempenho, ou os que não responderam foram excluídos.

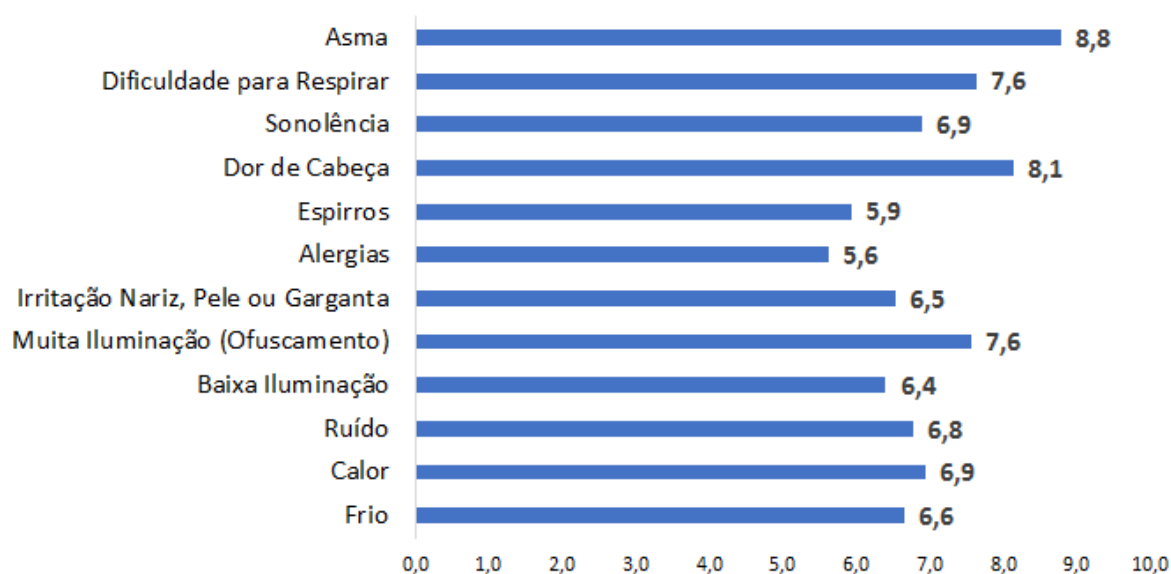


Gráfico 6.5-3 – Média das notas dos problemas relacionados à qualidade do ar, conforto térmico e lumínico vs. desempenho no trabalho - Verão

Fonte: Autor (2020)

Um ponto interessante é que apesar de somente 35% dos respondentes dizerem que a asma afeta seu desempenho no trabalho, a nota destes para este sintoma foi de 8,8. Isso pode ter ocorrido porque nem todos os respondentes possuem asma, sendo que os que a possuem identificam esse problema como um dos que mais afetam o desempenho no trabalho.

Por fim, em relação ao absenteísmo e presenteísmo, o gráfico 6.5-4, abaixo, mostra a relação do absenteísmo e presenteísmo calculados a partir das medições de inverno e verão. Em relação ao absenteísmo, houve uma redução de 1,28% entre a medição de inverno (2,34%) e verão (1,06%). Já o presenteísmo, o mesmo não pôde ser comparável pois na medição de inverno a questão formulada relativa a este indicador não perguntava sobre o presenteísmo por problemas de saúde, mas de uma forma geral. Dessa forma, o presenteísmo por motivos de saúde, calculado durante as medições de inverno, é inferior aos 2,20% aqui apresentados. Já o presenteísmo calculado durante a medição de verão, este focou no presenteísmo por motivos de saúde, resultando em 1,02%. O gráfico 6.5-4 determina o percentual do absenteísmo e presenteísmo relativo às respostas dos respondentes durante os questionários de inverno e verão.

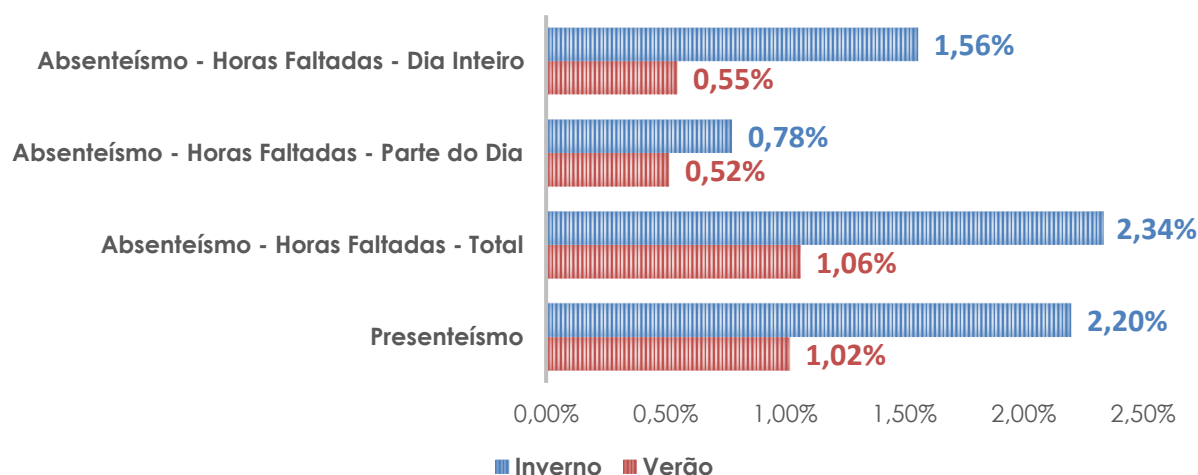


Gráfico 6.5-4 – Absenteísmo e presenteísmo – Questionário inverno e verão

Fonte: Autor (2020)

6.6 Comparativo dos resultados desta pesquisa com dados da pesquisa de LEITE (1997)

Em 1997, LEITE realizou uma pesquisa semelhante a esta no mesmo estudo de caso apresentado neste trabalho; no entanto, foi aplicada ao edifício como um todo e não somente em um único escritório como é o caso desta. O objetivo da pesquisa de LEITE (1997) consistiu em fazer uma avaliação pós-ocupação para definir indicadores de desempenho de um modo geral, particularmente do conforto térmico e luminoso. Comparou-se os resultados desta pesquisa com a de LEITE e verificou-se que quanto a esses dois aspectos houve um aumento nos índices de insatisfação. Procurou-se informações sobre mudanças ou modernizações realizadas no edifício nesse período de cerca de 22 anos, mas não foram fornecidos registros nem informações verbais seguras, a menos de uma reforma no sistema de climatização, mas sem detalhar quais foram as alterações.

Alguma comparação de resultados, no entanto, considerou-se pertinente neste trabalho, conforme o que se segue.

Como é possível ser identificado no Gráfico 6.6-1, os ocupantes, durante a pesquisa de LEITE (1997) se mostraram muito mais satisfeitos em relação ao conforto térmico (88%) do que nas medições desta pesquisa no inverno de 2019 (58%) e verão de 2020 (50%). Já a porcentagem de insatisfeitos ficou em 12% nas medições de LEITE (1997) contra 22% e 27% nas medições do inverno e verão, respectivamente. A percepção do desconforto térmico também se mostrou

diferente nas duas pesquisas. LEITE (1997) apontou que os ocupantes insatisfeitos se sentiam mais desconfortáveis em relação ao calor (67%) do que ao frio (33%), enquanto isso, nas medições de inverno e verão os ocupantes relataram sentir mais frio (32% no inverno e 42% no verão) do que calor (21% no inverno e 8% no verão). Os gráficos 6.6-1 e 6.6-2 mostram o comparativo, respectivamente, da satisfação e percepção dos ocupantes em relação ao conforto térmico na pesquisa de LEITE (1997) e nas medições de inverno e verão deste trabalho.

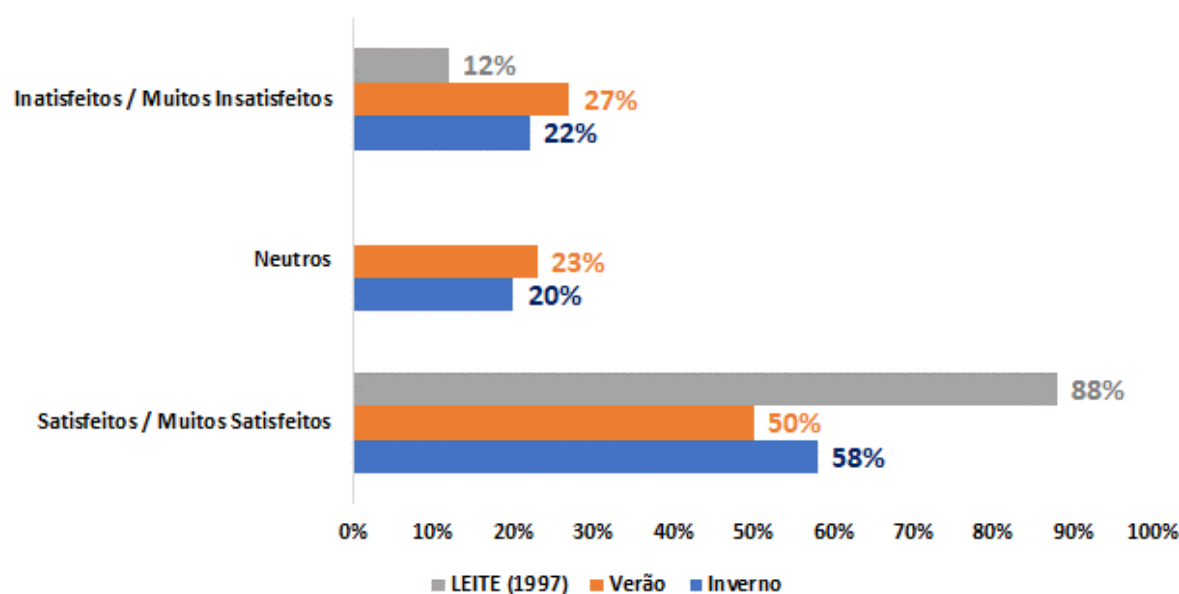


Gráfico 6.6-1 – Comparação da satisfação dos ocupantes em relação ao conforto térmico – leite (1997) vs. medições de inverno (2019) e verão (2020)

Fonte: Autor (2020)

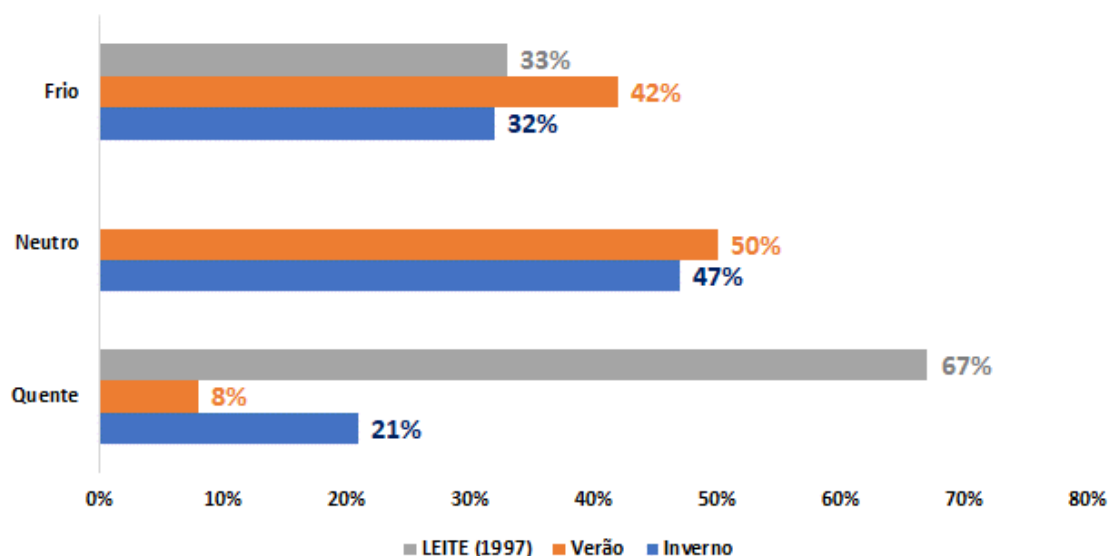


Gráfico 6.6-2 – Comparação da percepção dos ocupantes em relação ao conforto térmico – leite (1997) vs. medições de inverno (2019) e verão (2020)

Fonte: Autor (2020)

Já os gráficos 6.6-3 e 6.6-4 correspondem a satisfação e percepção dos ocupantes em relação ao conforto lumínico. Como é possível ser identificado no Gráfico 6.6-3, a porcentagem de ocupantes satisfeitos com a iluminação se mostraram muito mais satisfeitos na pesquisa de LEITE (1997) (93%) do que nas realizadas para esta pesquisa (62% no inverno e 61% no verão). Já os insatisfeitos ficaram em 7% na pesquisa de LEITE (1997) contra 22% na medição de inverno e 12% na medição de verão desta pesquisa. Em relação à comparação da percepção dos ocupantes quanto ao conforto lumínico, LEITE (1997) perguntou aos usuários se os mesmos percebiam a iluminação do ambiente como escura ou clara. Já para esta pesquisa, devido à iluminação circadiana, foi feita a pergunta de como a iluminação deixava o ocupante, sendo que as alternativas de resposta eram sonolento, neutro ou desperto. Como a iluminação circadiana tem a ver com a claridade ou escuridão do ambiente, pode-se considerar que um usuário que se sente sonolento com a iluminação se encontra em um ambiente escuro, enquanto que um usuário que se sente desperto com a iluminação se encontra em um ambiente claro. Sendo assim, na pesquisa de LEITE (1997), 57% dos ocupantes se disseram despertos em relação à iluminação contra 16% dos ocupantes na medição de inverno e 27% na medição de verão. Já os que se sentem sonolentos, 43% apontaram essa sensação na pesquisa de LEITE (1997) contra 26% no inverno e 23% no verão desta pesquisa.

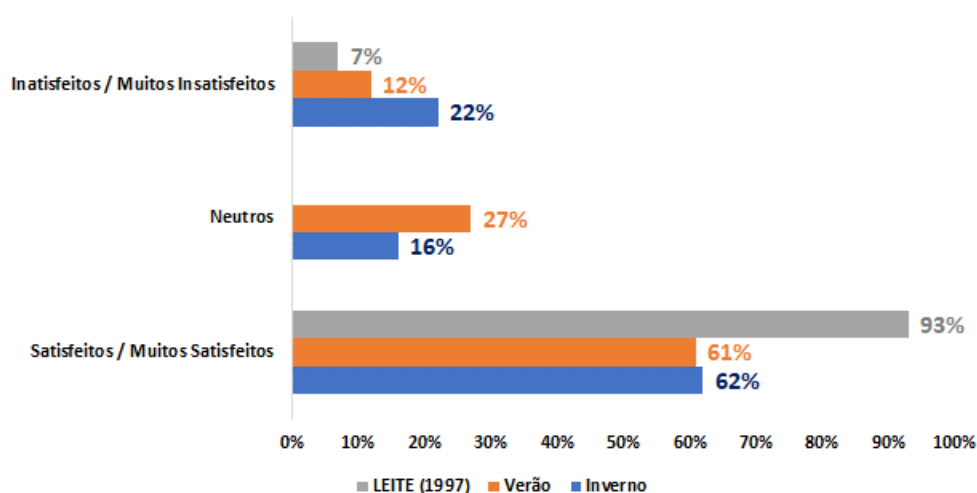


Gráfico 6.6-3 – Comparação da satisfação dos ocupantes em relação ao conforto lumínico – leite (1997) vs. medições de inverno (2019) e verão (2020)

Fonte: Autor (2020)

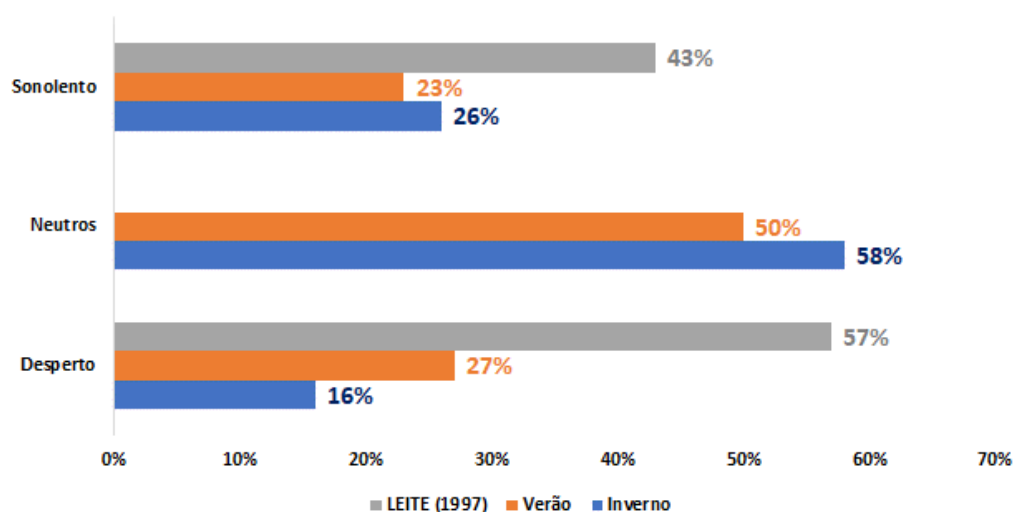


Gráfico 6.6-4 – Comparação da percepção dos ocupantes em relação ao conforto lumínico – leite (1997) vs. medições de inverno (2019) e verão (2020)

Fonte: Autor (2020)

7 PROPOSTA DE MELHORIA

Os capítulos 7.1 Qualidade do ar (CO₂ e Particulados), 7.2 Conforto térmico, 7.3 Conforto lumínico e 7.4 Absenteísmo e presenteísmo trazem algumas propostas de melhorias para o objeto deste estudo a fim de maximizar a qualidade ambiental interna dos funcionários e, conseqüentemente, melhorar sua qualidade de vida, bem estar e saúde. Além disso, este capítulo

também visa atender ao objetivo específico desta pesquisa ao indicar estratégias para mitigar os problemas encontrados durante as medições de inverno e verão.

7.1 Qualidade do ar (CO₂ e Particulados)

Em relação à qualidade do ar, como se identificaram níveis de CO₂ superiores aos recomendados pela Resolução N° 9 da ANVISA (2003), algumas estratégias são aqui apresentadas para manter os níveis adequados.

- Aumentar a taxa de insuflamento do ar externo no ambiente (renovação do ar). A certificação WELLv2, assim como o LEEDv4, exigem o atendimento da norma ASHRAE 62.1-2010 ou a versão mais recente. No Brasil, são utilizadas tanto a ABNT NBR 16401-3 (2008) quanto a Resolução N° 9 da ANVISA (2003) para estipular os níveis mínimos de insuflamento de ar externo nos ambientes internos. Além disso, aconselha-se seguir o WELLv2, que recomenda que o insuflamento de ar externo exceda 30% ou 60% do mínimo exigido pela norma ASHRAE 62.1-2010;
- Outra possibilidade é a instalação de um sistema de ventilação automatizado com controle por demanda. Nesse caso, sensores de CO₂ devem ser instalados em todos os ambientes regularmente ocupados e interligá-los, através da automação, ao sistema de ar condicionado. Dessa forma, quando a concentração de CO₂ do ambiente excede ao estipulado por normas e legislação, automaticamente o sistema de ar condicionado insufla mais ar externo para aquele determinado ambiente a fim de reduzir a concentração do CO₂. Os sensores devem estar longe de portas, janelas, insuflamento de ar e outras zonas que possam interferir na leitura do sensor. Salas únicas devem possuir seu próprio sensor e *open spaces* devem ser separados por zonas de acordo com o uso, padrão e densidade de ocupação. O WELLv2 limita o *setpoint* do sensor de CO₂ em 900ppm, 750ppm ou 600ppm. Importante lembrar que dependendo de onde o escritório está situado, manter a concentração de 600ppm de CO₂ pode não ser tão fácil, uma vez que estações de referência na rede WMO Global Atmosphere Watch relataram concentrações de CO₂ acima de 410 ppm no ambiente externo durante o primeiro semestre de 2020, no mesmo mês do ano passado (NAÇÕES UNIDAS BRASIL, 2020). Em outras palavras, as medidas aqui tomadas são a de reduzir a concentração de CO₂ no ambiente interno ao melhorar a qualidade do ar com aumento da taxa de renovação com ar externo. Não há sistema de captura e retenção de CO₂ em escala reduzida. Hoje fala-se de tecnologias de captura e retenção de CO₂ para o ambiente externo, a fim de

reduzir o aquecimento global, no entanto, as mesmas ainda estão em fase de estudo por algumas empresas no mundo.

Em relação aos particulados, já que medições apontaram resultados de concentrações inferiores ao que as normas e legislações internacionais indicam, não se observou necessidade de qualquer intervenção neste sentido. No entanto, para manter as condições no mínimo semelhantes ao que se apresentam no momento, podem ser sugeridas as seguintes ações:

- Utilizar aspiradores de pó com filtro HEPA na limpeza dos ambientes;
- Aumentar e melhorar o processo de limpeza do escritório, seguindo orientações especializadas;
- Instalar medidor de particulados PM_{2,5} e PM₁₀ nos ambientes do escritório;
- Proteger fontes de particulados com plásticos como, por exemplo, sacarias de gesso, cimento, lã de vidro, lã de rocha ou algum outro material que solte particulados;
- Colocar capacho de 3 metros de comprimento e largura da porta nas entradas do escritório, conforme indica o LEED, o WELL e o FITWEL;
- No caso de edificações, pode-se instalar portas giratórias ou ante-câmaras nas entradas para vedar melhor a edificação e evitar a contaminação por meios externos;
- Em caso de obras no interior do escritório ou se as concentrações de PM_{2,5} e PM₁₀ se mostrarem relativamente altas, uma medida remediativa pode ser tomada ao instalar provisoriamente um ionizador para carregar as partículas no ar fazendo com que elas caiam no chão mais rapidamente; dessa forma, as partículas podem ser removidas facilmente através de limpeza.

7.2 Conforto térmico

O objeto de estudo se mostrou mais confortável termicamente no inverno do que no verão tanto pelo cálculo do PMV e PPD quanto pelas respostas dos questionários pelos usuários. Os parâmetros medidos e analisados ficaram bem próximos durante as duas medições, com exceção do isolamento das vestimentas. Por ser inverno e o ambiente externo estar mais frio, os ocupantes vão trabalhar com roupas mais pesadas. Já no verão, mesmo o escritório possuindo temperatura operativa similar ao inverno, como o ambiente externo está mais quente, as pessoas

tendem a sair de casa com roupas mais leves. Segue abaixo algumas estratégias que podem e devem ser utilizadas para manter o conforto térmico dos ocupantes:

- Conhecer e seguir a ASHRAE 55 (2017) e ABNT NBR 16401/2008, ou mais recentes, para conforto térmico. Apesar das normas existentes, nem todos os profissionais de operação e manutenção de edificações e escritórios as conhecem e sabem como analisá-las para garantir o conforto térmico dos usuários;
- Pode-se instalar sensores e monitorar continuamente a temperatura do ambiente, umidade relativa, velocidade do ar e temperatura radiante média. Os sensores devem ser colocados 1 metro longe de paredes externas, portas, locais com incidência direta de luz solar, sistema de exaustão e insuflamento do ar condicionado, ventiladores, aquecedores ou qualquer dispositivo que seja fonte de frio ou calor. Segundo o WELLv2, para *open spaces*, os sensores devem ser colocados a cada 325m². Caso não seja possível instalar os sensores e monitorar continuamente os parâmetros de conforto térmico, realizar medições duas vezes ao ano (inverno e verão) da temperatura do ambiente, umidade relativa, velocidade do ar e temperatura radiante média para cálculo do PMV e PPD;
- Realizar pesquisas ocupacionais duas vezes ao ano (inverno e verão) para aferição da percepção e satisfação dos ocupantes quanto ao conforto térmico do ambiente nas condições atuais;
- Permitir que os ocupantes possam ajustar a temperatura do ambiente através de termostatos. Salas individuais e reuniões devem ter seu próprio termostato, já *open spaces* devem ter termostatos separados por zonas. O WELLv2 recomenda termostatos para cada 60m² ou a cada 10 ocupantes do *open space*. Uma recomendação mais restritiva da certificação seria de ter termostatos para cada 30m² ou a cada 5 ocupantes do open space;
- Permitir que os ocupantes possam escolher sua estação de trabalho a partir da temperatura do ambiente;
- Os ocupantes poderem ter acesso, sob requisição, a dispositivos individuais para adaptação às condições de conforto térmico estabelecidas, como ventiladores, cadeiras térmicas, aquecedores, cobertores, dentre outros, que são de custo baixo;
- Implementar um código de vestimentas flexível e permitir que os funcionários possam vestir roupas mais leves ou pesadas, atendendo, desta forma, a regras mínimas de

vestimentas para as atividades dos ocupantes realizadas dentro do escritório e que garanta o conforto térmico do funcionário;

- Implementar a opção de controle de umidade no sistema de ar-condicionado para manter a umidade relativa entre 40% e 60%.

7.3 Conforto lumínico

Para manter o nível de satisfação dos usuários em relação ao conforto lumínico e atendimento das normas técnicas como a ABNT NBR ISO/CIE 8995-1 (2013) e NHO 11 (2019), as seguintes estratégias são recomendadas pela certificação WELLv2:

- Introduzir iluminação natural no ambiente atendendo, no mínimo, uma autonomia de iluminação natural espacial da ordem de $sDA_{200,40\%}$ para 30% das áreas regularmente ocupadas;
- Desde que a transmitância de luz visível do vidro seja superior a 40%, alocar as estações de trabalho próximas das áreas envidraçadas, com recomendação mínima de 30% das estações de trabalho a 6 metros das janelas ou 70% a 7,5 metros;
- Utilizar lâmpadas com temperatura de cor acima de 5000K para melhorar a iluminação circadiana para o ambiente de escritório e atender, no mínimo, 150 EML;
- As lâmpadas também devem ter o índice de reprodução de cor acima de 90 e evitar o flicker (quando a lâmpada pisca);
- Ter persianas ou outros dispositivos para controle do ofuscamento proveniente da iluminação natural. Esta estratégia é atendida pelo objeto deste estudo, no entanto, a mesma foi realçada neste item para mostrar sua importância para outros escritórios;
- Em relação ao ofuscamento proveniente da iluminação artificial, providenciar luminárias com proteção para evitar que a luz entre diretamente no campo de visão do ocupante;
- Fazer a gestão do balanço visual de acordo com a ABNT NBR ISO/CIE 8995-1 (2013) e não permitir que pontos na mesma sala ou em ambientes adjacentes não sejam muito mais escuros ou claros que a estação de trabalho do usuário para que o mesmo não fique com a vista cansada e evite a fadiga visual;
- Permitir que os ocupantes possam ajustar o nível de iluminação dos ambientes ou ter sensores automatizados de ajuste;

- Realizar pesquisas ocupacionais periódicas para avaliar o nível de satisfação e percepção dos usuários quanto ao conforto lumínico;
- Disponibilizar, sob requisição, luminárias de mesa para complementação da iluminância na estação de trabalho.

7.4 Absenteísmo e presenteísmo

Para reduzir o absenteísmo e presenteísmo relativo à qualidade do ar (CO₂ e particulados), conforto térmico e lumínico, as estratégias apresentadas nos itens anteriores deste capítulo - Proposta de Melhoria devem ser postas em prática.

8 CONCLUSÃO

De forma geral, o objeto de estudo desta pesquisa mostrou que o ambiente tem os níveis de CO₂ no limite ou pouco acima do limite estabelecido pela Resolução N° 9 da ANVISA (2003), o que pode estar ocasionando os problemas de dor de cabeça, sonolência e cansaço apontados pelos respondentes do questionário. O CO₂ está diretamente relacionado com a renovação de ar do edifício e escritório, o que foi comprovado durante a medição do verão em que o primeiro dia apresentou concentrações acima dos limites da ANVISA (2003) e no dia seguinte, após ajuste do damper do VAV, a concentração caiu drasticamente, chegando a 700ppm.

Além disso, os ocupantes relataram ter algum tipo de alergia, porém, os níveis de particulados se mostraram abaixo dos limites estabelecidos pelas normas e legislações vigentes. A interferência da limpeza da sala ou estação de trabalho também está descartada uma vez que os ocupantes não souberam dizer se há alguma relação. Seria necessário uma investigação mais detalhada para verificar se o problema é do ambiente ou é algum sintoma no qual os ocupantes adquirem externamente.

Sobre o conforto térmico, as medições apontam que 7% (inverno) e 37% (verão) dos ocupantes se mostraram insatisfeitos com a temperatura tendendo ao frio. As respostas relativas ao questionário traz os respondentes que se consideram insatisfeitos ou muito insatisfeitos (Inverno = 22%; Verão = 27%), neutros (Inverno = 21%; Verão = 23%) e satisfeitos ou muito satisfeitos (Inverno = 58%; Verão = 50%). Tanto no inverno quanto no verão verificaram-se

que os índices de insatisfação com o conforto térmico geral ultrapassaram os 10% recomendados pela ABNT NBR16401/2008, e que a principal causa é o ajuste inadequado dos *setpoints* de temperatura do ar (alto no inverno e baixo no verão) no sistema de climatização, contrariando ao que indica a referida norma, ou seja, temperaturas mais baixas no inverno e mais altas no verão.

Já em relação ao desconforto térmico localizado, as medições indicaram que a diferença da temperatura vertical e a temperatura de piso estão de acordo com as normas técnicas. Apenas a velocidade do ar se mostrou superior ao recomendado pelas normas técnicas em algumas estações de trabalho durante as medições de inverno e verão. Nestes locais, em alturas específicas, a velocidade do ar variou entre 0,15m/s e 0,26m/s no inverno e 0,15m/s e 0,30m/s no verão. As respostas do questionário mostraram que, no inverno, 15% dos respondentes percebem as correntes de ar nas costas (5%), cabeça (5%) e corpo inteiro (5%). Destes, 100% consideram ser desagradável ou muito desagradável. Na medição de verão, 46% dos ocupantes percebem correntes de ar no peito (4%), costas (19%), cabeça (8%), pés (11%) e corpo inteiro (4%). Destes, 70% consideram ser desagradável ou muito desagradável, 10% consideraram agradável e 20% permaneceram neutros.

Em relação ao conforto lumínico, a iluminância vertical atende ao mínimo requerido pela ABNT NBR ISO/CIE 8995-1 (2013) de 500 lux para ambientes de escritórios para 90,9% das estações de trabalho medidas no inverno e 94,6% medidas no verão. Além disso, em 45,4% das estações de trabalho medidas no inverno e 43,2% no verão, foi obtido resultados acima de 1000 lux, o que pode trazer desconforto lumínico em relação ao ofuscamento aos ocupantes destes locais. No entanto, a maioria dos ocupantes (48% no inverno e 41% no verão) disseram nunca se sentir desconfortáveis em relação à iluminação e apenas 5% dos ocupantes no inverno e 14% no verão disseram sentir-se incomodados com a alta iluminância em suas mesas de trabalho.

Já a iluminação refletida pelas mesas, com níveis mínimos de 67 lux e máximos de 615 lux no inverno e 95 lux e 642 lux no verão, está de acordo, não ofuscando os ocupantes. O mesmo em relação à iluminação circadiana que apontou que todas as estações de trabalho têm níveis superiores a 150 EML. Contudo, 26% dos respondentes do questionário se disseram sonolentos contra 16% despertos e 58% neutros no inverno, enquanto que no verão 23% se disseram sonolentos contra 27% despertos e 50% neutros. A sonolência também pode ser causada por altas concentrações de CO₂ no ambiente. Desta forma, como a iluminação circadiana se mostrou satisfatória, atendendo a 100% das estações de trabalho medidas, e foi identificado durante as medições de CO₂ que nem sempre o objeto deste estudo atende à concentração máxima de

1000ppm estabelecida para o CO₂ pela Resolução N° 9 da ANVISA (2003), é possível apontar que a causa da sonolência tem mais indícios de que é em relação à concentração de CO₂ no escritório do que à baixa qualidade da iluminação.

Sobre o absenteísmo e presenteísmo, no inverno, o absenteísmo calculado foi de 2,34% contra 1,06% no verão. Como a pesquisa é feita em relação ao número de faltas por motivos de saúde nos últimos 28 dias que antecederam a pesquisa, é esperado que as pessoas faltem mais no inverno do que no verão. Já o presenteísmo calculado no inverno foi de 2,2% contra 1,02% no verão. Houve essa diferença entre as medições, pois a pergunta sobre presenteísmo aplicada no inverno era muito abrangente e não só relacionada a motivos de saúde. Já a pergunta aplicada durante o verão era bem direta quanto ao presenteísmo por motivos de saúde. Desta forma, o objeto deste estudo demonstrou percentuais baixos tanto para o absenteísmo quanto para o presenteísmo, indicando que os subdomínios da QAI analisados nesta pesquisa (Qualidade do Ar, Conforto Térmico e Conforto Lumínico) estão de acordo com as normas e legislações vigentes, que visam a qualidade de vida, bem-estar e saúde de ocupantes de ambientes internos.

Em suma, o ambiente atende aos parâmetros de qualidade do ar (CO₂ e particulados), conforto térmico e lumínico, devendo apenas controlar melhor os níveis de CO₂, para que os mesmos não extrapolem o limite máximo exigido pela Resolução N° 9 da ANVISA (2003), e também em relação à velocidade do ar para garantir maior conforto térmico aos ocupantes. Em relação ao absenteísmo e presenteísmo, os valores calculados se mostraram baixos, o que mostra que o ambiente de trabalho no escritório é adequado em relação à qualidade do ar, conforto térmico e lumínico.

Traçando um comparativo entre este trabalho e a pesquisa de dissertação de LEITE (1997), é possível tecer algumas suposições. Por exemplo, o sistema de climatização atual não vem sendo operado adequadamente ou de forma diferente da que operava antes. Ou ainda, se houve uma mudança no tipo de sistema, este não está atendendo às expectativas dos usuários.

Por isso, como proposta de melhoria para o objeto deste estudo, é recomendada a instalação de sensores de CO₂ para a área do *open space* em que os ocupantes desempenham suas tarefas, aumentar a renovação de ar do escritório por meio de regulação dos dampers do sistema de ar condicionado, permitir que os ocupantes tenham maior controle sobre a temperatura e iluminação do escritório, implementar um plano de operacionalização do *setpoint* do sistema de ar condicionado, visando as estações de inverno e verão para atender à NBR 16401 (2008), e, por fim, aplicar questionários de satisfação de qualidade do ar, conforto térmico, conforto

lumínico, absenteísmo e presenteísmo por motivos de saúde junto aos colaboradores duas vezes por ano (inverno e verão).

Desta forma, o objetivo geral proposto nesta pesquisa foi satisfeito. O método de APO visando a qualidade ambiental interna, com foco na qualidade do ar, conforto térmico e lumínico, se mostrou satisfatório para evidenciar os problemas, sugerir correções e, através da pesquisa realizada em campo, calcular o absenteísmo e presenteísmo por motivos relacionados à saúde dos ocupantes. O objetivo específico também foi satisfeito ao final do estudo onde, a partir dos resultados medidos e dos questionários aplicados em campo, puderam ser indicadas algumas estratégias para mitigar os problemas encontrados no objeto deste estudo ou melhorar ainda mais as condições atuais.

REFERÊNCIAS

ABNT NBR 16401-2. Instalações de Ar-Condicionado - Sistemas Centrais e Unitários. Parte 2: Parâmetros de Conforto Térmico, 2008. 11.

ABNT NBR 16401-3. **Instalações de ar-condicionado — Sistemas centrais e unitários - Parte 3: Qualidade do Ar Interior.** [S.l.]: [s.n.], 2008.

ABNT NBR 6401. **Instalações Centrais de Ar Condicionado para Conforto - Parâmetros básicos de projeto.** ABNT. [S.l.], p. 17. 1980.

ABNT NBR ISO 14020. **Rótulos e Declarações Ambientais - Princípios Gerais.** [S.l.]: ABNT, 2002.

ABNT NBR ISO 14024. **Rótulos e declarações ambientais - Rotulagem ambiental do tipo 1 - Princípios e procedimentos.** [S.l.]: ABNT, 1999.

ABNT NBR ISO 9241. **Ergonomia da interação humano-sistema - Parte 11: Usabilidade: Definições e conceitos.** ABNT. [S.l.], p. 34. 2021.

ABNT NBR ISO/CIE 8995-1. **Iluminação de ambientes de trabalho - Parte 1: Interior.** [S.l.]: [s.n.], 2013.

AECWEB. Sistema para lajes nervuradas otimiza tempo em projeto de biblioteca. **AECweb**, 2011. Disponível em: <https://www.aecweb.com.br/emp/cont/m/sistema-para-lajes-nervuradas-otimiza-tempo-em-projeto-de-biblioteca_1120_3655>. Acesso em: 11 jan. 2020.

AECWEB. Os verdadeiros impactos da construção civil. **AECWEB**. Disponível em: <https://www.aecweb.com.br/cont/n/os-verdadeiros-impactos-da-construcao-civil_2206>. Acesso em: 28 Agosto 2018.

ALLEN, J. G. et al. Associations of cognitive function scores with carbon dioxide, ventilation, and volatile organic compound exposures in office workers: A controlled exposure study of green and conventional office environments. **Environmental Health Perspectives**, 2016. 805–812.

ALLEN, J. G.; MACOMBER, J. D. **Healthy Buildings: How Indoor Spaces Drive Performance and Productivity.** Cambridge, Massachusetts: Harvard University Press, 2020.

ANVISA. Resolução – RE/ANVISA nº 9, 2003. 14.

ARCHDAILY BRASIL. Biblioteca Brasiliana / Eduardo de Almeida + Mindlin Loeb + Dotto Arquitetos. **ARCHDAILY**, 2013. Disponível em: <<https://www.archdaily.com.br/br/01->

107652/biblioteca-brasiliana-slash-rodrigo-mindlin-loeb-plus-eduardo-de-almeida>. Acesso em: 11 jan. 2020.

ASHRAE 111. **Measurement, Testing, Adjusting, and Balancing of Building HVAC Systems**. [S.l.]: [s.n.], 2017.

ASHRAE 55. **ANSI/ASHRAE Standard 55-2013 - Thermal Environmental Conditions for Human Occupancy**. [S.l.]: [s.n.], 2013.

ASHRAE 55. **ANSI/ASHRAE Standard 55-2017 - Thermal Environmental Conditions for Human Occupancy**. [S.l.]: [s.n.], 2017.

ASHRAE 62.1. **Ventilation for Acceptable Indoor Air Quality**. [S.l.]: [s.n.], 2016.

BBM. A Biblioteca Brasileira Guida e José Mindlin. **BBM**. Disponível em: <<https://www.bbm.usp.br/pt-br/hist%C3%B3ria/>>. Acesso em: 11 jan. 2020.

BELL, M. L. et al. Spatial and temporal variation in PM(2.5) chemical composition in the United States for health effects studies. **Environ Health Perspect**, Julho 2007.

BERKELEY. CBE Thermal Comfort Tool. **CBE Thermal Comfort Tool**. Disponível em: <<https://comfort.cbe.berkeley.edu/>>. Acesso em: 28 jan. 2020.

BOYCE, P. R. Lighting research for interiors: the beginning of the end or the end of the beginning. **Lighting Research and Technology**, 2004. 283-293.

BREEAM. BREEAM. **BREEAM**. Disponível em: <<https://www.breeam.com/>>. Acesso em: 22 nov. 2018.

BUILDINGS. O Conceito da Classificação Buildings Para os Edifícios de Escritórios. **Buildings Escritório & Industrial**, n. 26, p. 132, 2014.

BUREAU OF LABOR STATISTICS. **Journal of Occupational and Environmental Medicine**.

CASBEE. CASBEE. **CASBEE**. Disponível em: <<http://www.ibec.or.jp/CASBEE/english/>>. Acesso em: 22 nov. 2018.

CBECs. COMMERCIAL BUILDINGS ENERGY CONSUMPTION SURVEY (CBECs). **eia - U.S. Energy Information Administration**, 2017. Disponível em: <<https://www.eia.gov/consumption/commercial/reports/2012/lighting/>>. Acesso em: 05 Junho 2021.

CEDEÑO-LAURENT, J. G. et al. Building Evidence for Health: Green Buildings, Current Science, and Future Challenges. **Annual Review of Public Health**, 2018.

CETESB. **Qualidade do Ar no Estado de São Paulo**. CETESB. [S.l.], p. 228. 2019.

DGNB. DGNB. **DGNB**. Disponível em: <<https://www.dgnb-system.de/en/index.php>>. Acesso em: 22 nov. 2018.

DILAURA, D. A Brief History of Lighting. **OSA - The Optical Society**, 2008. Disponível em: <https://www.osa-opn.org/home/articles/volume_19/issue_9/features/a_brief_history_of_lighting/>. Acesso em: 02 jun. 2021.

DIN EN ISO 7726 : 2001. Ergonomics of the thermal environment - Instruments for measuring physical quantities. **DIN EN ISO 7726 : 2001**, 2001. 56.

DIN EN ISO 7730:2006-05. Ergonomics of the thermal environment – Analytical determination and interpretation of thermal comfort using calculation of the PMV and PPD indices and local thermal comfort criteria. **DIN EN ISO 7730:2006-05**, 2006-05. 59.

DUARTE, A. S. et al. **A AVALIAÇÃO PÓS-OCUPAÇÃO NA PRESERVAÇÃO DE ACERVOS BIBLIOGRÁFICOS: UM ESTUDO DE CASO DO EDIFÍCIO DA BIBLIOTECA**. FAU-USP. São Paulo, p. 142. 2019.

ELETROBRÁS. Avaliação do Mercado de Eficiência Energética no Brasil. **Procel Info**, 2007. Disponível em: <<http://www.procelinfo.com.br/>>. Acesso em: 05 Junho 2021.

ENERGY STAR. ENERGY STAR. **ENERGY STAR**. Disponível em: <<https://www.energystar.gov/>>. Acesso em: 22 nov. 2018.

EPA. Sick Building Syndrome. **Indoor Air Facts**, Fevereiro 1991. 4.

EPA. Criteria Air Pollutants. **EPA**. Disponível em: <<https://www.epa.gov/criteria-air-pollutants#self>>. Acesso em: 23 maio 2021.

EPA. Indoor Air Quality (IAQ). **EPA**. Disponível em: <<https://www.epa.gov/indoor-air-quality-iaq/fundamentals-indoor-air-quality-buildings#sbs>>. Acesso em: 15 Setembro 2018.

EPA. Introduction to Indoor Air Quality. **EPA**. Disponível em: <[https://www.epa.gov/indoor-air-quality-iaq/introduction-indoor-air-quality#:~:text=Biological%20Pollutants,Lead%20\(Pb\)](https://www.epa.gov/indoor-air-quality-iaq/introduction-indoor-air-quality#:~:text=Biological%20Pollutants,Lead%20(Pb))>. Acesso em: 23 Maio 2021.

FABBRI, K. A Brief History of Thermal Comfort: From Effective Temperature to Adaptive Thermal Comfort. In: FABBRI, K. **Indoor Thermal Comfort Perception**. [S.l.]: Springer, 2015. Cap. 2, p. 7-23.

FABICHAK JR, D. et al. **Análise Experimental da Distribuição de Partículas Aéreas em Cabine de Aeronave com Insuflamento de Ar pelo Piso**. ENCAC, XII Encontro Nacional de Conforto no Ambiente Construído. Brasília: [s.n.]. 2013. p. 10.

FABICHAK JR., D. **Análise experimental da influência do sistema de ventilação e distribuição de ar no conforto térmico e na dispersão e remoção de partículas em cabines de aeronave**. Departamento de Eng. Mecânica, Escola Politécnica da USP. São Paulo, p. 182. 2013.

FABICHAK JR., D. **Arquiteturas de Distribuição de Ar em Cabines de Aeronaves: Análise Experimental da Dispersão de Partículas Expiratórias**. Departamento de Engenharia Mecânica, Escola Politécnica da USP. São Paulo, p. 126. 2013.

FANG, L. et al. Field study on the impact of temperature, humidity and ventilation on perceived air quality. **Proc of Indoor Air '99**, 1999. 107-112.

FANGER, P. O. **Thermal Comfort: Analysis and Applications in Environmental Engineering**. [S.l.]: Danish Technical Press, 1970.

FANGER, P. O. **Thermal comfort-analysis and applications in environmental engineering**. Copenhagen: Danish Technical Press, 1970.

FANGER, P. O. Human requirements in future air-conditioned environments. **International Journal of Refrigeration**, 2001. 148-153.

FEDRIZZI, R. Riding the Second Wave: From Environmental Sustainability to Human Sustainability. **WELL Certified**, 2017. Disponível em: <<https://www.wellcertified.com/en/articles/riding-second-wave-environmental-sustainability-human-sustainability>>. Acesso em: 23 nov. 2018.

FERNANDES, L. C.; KRÜGER, E. L. Temperatura Radiante média obtida via termômetro de globo: análise crítica de dados de um estudo de campo. **Revista de Arquitetura IMED**, Passo Fundo, v. 8, p. 147-163, Setembro 2019. ISSN ISSN 2318-1109.

FISK, W. J.; MIRER, A. G.; MENDELL, M. J. Quantitative relationship of sick building syndrome symptoms with ventilation rates. **Indoor Air**, 2009. 159–165.

FUNDAÇÃO VANZOLINI. Certificação AQUA HQE. **Vanzolini**. Disponível em: <<https://vanzolini.org.br/aqua/certificacao-aqua-hqe/>>. Acesso em: 22 nov. 2018.

GBC BRASIL. Certificação para o setor residencial contempla quesitos sociais. **GBC Brasil**. Disponível em: <<http://blog.gbcbrasil.org.br/?p=3200>>. Acesso em: 22 nov. 2018.

GBI. Green Globes Certification. **Green Building Initiative**. Disponível em: <<https://www.thegbi.org/green-globes-certification/>>. Acesso em: 22 nov. 2018.

GSA. GSA. **GSA**. Disponível em: <<https://www.gsa.gov/about-us>>. Acesso em: 22 nov. 2018.

HABIBI, S. The promise of BIM for improving building performance. **Energy and Buildings**, 15 Outubro 2017. 525-548.

HEMP, P. Presenteeism: At Work - But Out Of It. **Harvard Business Review**, 2004. 16.

HIMANSHI ROHRA, A. T. Indoor air quality scenario in IndiadAn outline of household fuel. **Atmospheric Environment**, 22 Janeiro 2016. 13.

HOSAY, L. A Brief History Of ‘Sustainability’. **Huffpost**, 2017. Disponível em: <https://www.huffpost.com/entry/a-brief-history-of-sustai_b_12787800>. Acesso em: 12 Maio 2021.

HUMPHREYS, M. A.; NICOL, J. F. Principles of Adaptive Thermal Comfort. **Sustainable Houses and Living in the Hot-Humid Climates of Asia**, 22 Junho 2018. 103-113.

HWANG, S. H. et al. Indoor air quality of daycare centers in Seoul, Korea. **Building and Environment**, 31 Julho 2017. 8.

IAG-USP. Home. **Estação Meteorológica, Seção Técnica de Serviços Meteorológicos, Instituto de Astronomia, Geofísica e Ciências Atmosféricas da USP**. Disponível em: <<http://www.estacao.iag.usp.br/index.php>>. Acesso em: 13 jan. 2020.

INEA; GEAR. **Relatório da Qualidade do Ar do Estado do Rio de Janeiro**. Instituto Estadual do Ambiente. [S.l.], p. 197. 2015.

INMET. Sobre o INMET. **INMET**. Disponível em: <http://www.inmet.gov.br/portal/index.php?r=home/page&page=sobre_inmet>. Acesso em: 09 jan. 2020.

ISHII, H. et al. Intellectual productivity under task ambient lighting. **The Society of Light and Lighting**, 31 Maio 2016. 237-252.

IWBI. **The WELL Building Standard**. [S.l.]: [s.n.], v. 1, 2016.

IWBI. **The WELL Performance Verification Guide Book**. [S.l.]: [s.n.], 2018.

IWBI. WELL Projects. **WELL Online**, 2018. Disponível em: <https://wellonline.wellcertified.com/community/projects?_ga=2.73512146.1511375429.1542890698-1479776275.1525867953>. Acesso em: 23 nov. 2018.

IWBI. **The WELL Certification Guidebook v2**. [S.l.]: [s.n.], 2021.

KRALIKOVA, R.; WESSELY, E. LIGHTING QUALITY, PRODUCTIVITY AND HUMAN HEALTH. **27TH DAAAM INTERNATIONAL SYMPOSIUM ON INTELLIGENT MANUFACTURING AND AUTOMATION**, Viena, 2016. 59-65.

LABEEE. **CONFORTO TÉRMICO e STRESS TÉRMICO**. UFSC. Florianópolis, p. 111. 2002.

LAN, L.; WARGOCKI, P.; LIAN, Z. Quantitative measurement of productivity loss due to thermal discomfort. **Energy and Buildings**, 2011. 1057–1062.

LBC. Living Building Challenge. **Living Building Challenge**. Disponível em: <<https://living-future.org/lbc/>>. Acesso em: 22 nov. 2018.

LEED. **Reference Guide for Building Design and Construction**. [S.l.]: [s.n.], 2018.

LEITE, B. C. C. **Análise do Desempenho de Edifícios de Escritórios Automatizados Através da Avaliação Pós-Ocupação**. Universidade de São Paulo, Faculdade de Arquitetura Urbanismo. São Paulo, p. 401. 1997.

LEITE, B. C. C. **Sistema de Ar Condicionado com Insuflamento pelo Piso em Ambientes de Escritório: Avaliação do Conforto Térmico e Condições de Operação**. São Paulo, p. 235. 2003.

LI, R.; ZHOU, R.; ZHANG, J. Function of PM2.5 in the pathogenesis of lung cancer and chronic airway inflammatory diseases. **Oncol Lett**, Maio 2018. 7506-7514.

LUCAS, J. What Is the First Law of Thermodynamics? **Livescience**, 2015. Disponível em: <<https://www.livescience.com/50881-first-law-thermodynamics.html>>. Acesso em: 25 Maio 2021.

LUCAS, R. J. et al. Measuring and using light in the melanopsin age. **Trends Neurosci**, 2014. 9.

MANDIN, C. et al. Assessment of indoor air quality in office buildings across Europe – The OFFICAIR study. **Science of the Total Environment**, 17 Novembro 2016. 10.

MARLBOROUGH DISTRICT COUNCIL. Health Effects of PM10. **Marlborough District Council**. Disponível em: <[https://www.marlborough.govt.nz/environment/air-quality/smoke-and-smog/health-effects-of-](https://www.marlborough.govt.nz/environment/air-quality/smoke-and-smog/health-effects-of-pm10#:~:text=When%20breathed%20in%20they%20penetrate,attack%2C%20strokes%20and%20premature%20death.)

pm10#:~:text=When%20breathed%20in%20they%20penetrate,attack%2C%20strokes%20and%20premature%20death.>. Acesso em: 22 Maio 2021.

MINISTÉRIO DA SAÚDE. **Conheça a CONEP**. Brasília: [s.n.], 2017.

MINISTÉRIO DO TRABALHO. **NHO 11 - Norma de Higiene Ocupacional - Procedimento Técnico - Avaliação dos Níveis de Iluminamento em Ambientes Internos de Trabalho**. Fundacentro. [S.l.], p. 66. 2018.

MMA. AGENDA 21 GLOBAL. **Ministério do Meio Ambiente**. Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/responsabilidade-socioambiental/agenda-21/agenda-21-global>>.

Acesso em: 27 Agosto 2018.

NAÇÕES UNIDAS BRASIL. Temperatura média global para 2016-2020 deve ser a mais alta já registrada. **Nações Unidas Brasil**, 2020. Disponível em: <<https://nacoesunidas.org/temperatura-media-global-para-2016-2020-deve-ser-a-mais-alta-ja-registrada/>>. Acesso em: 12 set. 2020.

NIGMS. Circadian Rhythms. **National Institute of General Medical Sciences**, 2020. Disponível em: <<https://www.nigms.nih.gov/education/fact-sheets/Pages/circadian-rhythms.aspx>>. Acesso em: 08 set. 2020.

NR 17 - ERGONOMIA. Guia Trabalhista. **Guia Trabalhista**. Disponível em: <<http://www.guiatrabalhista.com.br/legislacao/nr/nr17.htm>>. Acesso em: 04 set. 2020.

ONUBR. ONUBR - Nações Unidas no Brasil. **ONUBR - Nações Unidas no Brasil**. Disponível em: <<https://nacoesunidas.org/pos2015/>>. Acesso em: 27 Agosto 2018.

OSSO, A. **Sustainable Building Technical Manual**. Public Technology Inc. [S.l.], p. 292. 1994.

PALACIOS, J.; EICHHOLTZ, P.; KOK, N. Moving to productivity: The benefits of healthy buildings. **Plos One**, 6 Agosto 2020. 18.

PNUD. Projeções de Cenários Climáticos. **Ministério da Ciência e Tecnologia**. Disponível em: <<http://pnud.cptec.inpe.br/index.html>>. Acesso em: 10 jan. 2020.

PREK, M.; BUTALA, V. Comparison between Fanger's thermal comfort model and human. **Energy**, 10 Julho 2017. 10.

PRESIDÊNCIA DA REPÚBLICA. LEI Nº 13.589, DE 4 DE JANEIRO DE 2018. **Planalto do Governo**, 2018. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2015-2018/2018/lei/113589.htm>. Acesso em: 12 jan. 2020.

PROCEL. Edificações. **Procel Info**. Disponível em: <<http://www.procelinfo.com.br/main.asp?TeamID=%7B82BBD82C-FB89-48CA-98A9-620D5F9DBD04%7D>>. Acesso em: 06 Junho 2021.

PROCEL. PROCEL INFO. **PROCEL EDIFICA - EFICIÊNCIA ENERGÉTICA NAS EDIFICAÇÕES**. Disponível em: <<http://www.procelinfo.com.br/data/Pages/LUMIS623FE2A5ITEMIDC46E0FFDBD124A0197D2587926254722LUMISADMIN1PTBRIE.htm#>>. Acesso em: 22 nov. 2018.

PUBMED. National Library of Medicine. **PubMed**. Disponível em: <<https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/about/>>. Acesso em: 16 Maio 2021.

REA, M. S.; FIGUEIRO, M. G. Light as a circadian stimulus for architectural lighting. **Light. Res. Technol**, 2018. 497-510.

ROBISON, J. **The Business Case for Well-Being**. GALLUP. [S.l.], p. 9. 2010.

RUPP, E. F.; VÁSQUEZ, N. G.; LAMBERTS, R. A review of human thermal comfort in the built environment. **Energy and Buildings**, 22 Julho 2015. 28.

SACHS, I. **Caminhos para o Desenvolvimento Sustentável**. Rio de Janeiro: Garamond, 2002.

SAFRANEK, S. et al. Energy impact of human health and wellness lighting recommendations for office and classroom applications. **Energy & Buildings**, 12 Agosto 2020. 11.

SANTOS, A. Massa Cinzenta. **Portal Itambé**, 2011. Disponível em: <<http://www.cimentoitambe.com.br/construcoes-sustentaveis-criam-raizes-no-brasil/>>. Acesso em: 22 nov. 2018.

SHAHZAD, S. et al. Does a neutral thermal sensation determine thermal comfort? **Building Services Engineering Research & Technology**, 2018. 183-195.

SILVA, E. S. **Arquiteturas de distribuição de ar em cabines de aeronaves: Análise experimental do desconforto térmico local**. Departamento de Eng. Mecânica, Escola Politécnica da USP. São Paulo, p. 131. 2013.

SLEEP FOUNDATION. What is Circadian Rhythm? **SleepFoundation.org**, 2020. Disponível em: <<https://www.sleepfoundation.org/articles/what-circadian-rhythm>>. Acesso em: 08 set. 2020.

SOMANATHAN, E. et al. The Impact of Temperature on Productivity and Labor Supply: Evidence from Indian Manufacturing. **The University of Chicago Press Journals**, 30 Abril 2021.

SONG C, H. J. W. L. J. T. C. X. L. R. R. P. Z. L. M. H. Health burden attributable to ambient PM in China. **Environ Pollut**, Abril 2017. 575-586.

STABILE, L. et al. The effect of natural ventilation strategy on indoor air quality in schools. **Science of the Total Environment**, 6 Março 2017. 9.

STADTNER, A. Sick Building Syndrome and Building Related Illness. **Healthy Building Science**, 2015. Disponível em: <<https://healthybuildingscience.com/2015/10/02/sick-building-syndrome-and-building-related-illness/>>. Acesso em: 29 Junho 2018.

SUNDELL, J. On the association between building ventilation characteristics, some indoor environmental exposures, some allergic manifestations and subjective symptom reports. **Indoor Air**, 1994.

SUNDELL, J. On the history of indoor air quality and health, Dinamarca, 2004. 8.

TENNENBAUM, J. et al. The physiological significance of the cumulative. **Harefuah**, 1961. 315-319.

THE CLUBE OF ROME. Club of Rome. **Club of Rome**. Disponível em: <<https://www.clubofrome.org/about-us/history/>>. Acesso em: 27 Agosto 2018.

The Future of Wellness at Work. Global Wellness Institute. [S.l.]. 2016.

UNCC. KP Introduction. **United Nations Climate Change**. Disponível em: <<https://unfccc.int/process/the-kyoto-protocol>>. Acesso em: 27 Agosto 2018.

UNITED NATIONS. WCED. **Sustainable Development**. Disponível em: <<https://sustainabledevelopment.un.org/milestones/wced>>. Acesso em: 27 Agosto 2018.

USGBC. USGBC. **USGBC**. Disponível em: <<https://new.usgbc.org/>>. Acesso em: 22 nov. 2018.

VILLA, S. B.; ORNSTEIN, S. W. (.). **Qualidade ambiental na habitação**: Avaliação pós-ocupação. São Paulo: Oficina de Textos, 2013.

VITRUVIUS. Biblioteca Brasileira USP. **Vitruvius**, São Paulo, 2013.

WALIKEWITZ, N. E. A. The difference between the mean radiant temperature and the air temperature within indoor environments: A case study during summer conditions. **Building and Environment**, v. 84, p. 151-161, 2015.

WCED. **Our Common Future**. United Nations. [S.l.], p. 300. 1987.

WHO. World Health Organization - Health and Work Performance Questionnaire. **The World Health Organization - Health and Work Performance Questionnaire**, 2005. Disponível em: <<https://www.hcp.med.harvard.edu/hpq/info.php>>. Acesso em: 24 out. 2018.

WHO. Ambient (outdoor) air pollution. **World Health Organization**, 2018. Disponível em: <[https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/ambient-\(outdoor\)-air-quality-and-health#:~:text=%22WHO%20air%20quality%20guidelines%22%20estimate,related%20deaths%20by%20around%2015%25.>](https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/ambient-(outdoor)-air-quality-and-health#:~:text=%22WHO%20air%20quality%20guidelines%22%20estimate,related%20deaths%20by%20around%2015%25.>)>. Acesso em: 12 Maio 2021.

WHO. Air Pollution. **World Health Organization**. Disponível em: <<http://www.who.int/airpollution/en/>>. Acesso em: 10 Setembro 2018.

WISCONSIN DEPARTMENT OF HEALTH SERVICES. Carbon Dioxide. **Wisconsin Department of Health Services**, 2021. Disponível em: <<https://www.dhs.wisconsin.gov/chemical/carbondioxide.htm#:~:text=Exposure%20to%20CO2%20can%20produce,coma%2C%20asphyxia%2C%20and%20convulsions.>>>. Acesso em: 22 Maio 2021.

WORLD GREEN BUILDING COUNCIL. **Health, Wellbeing & Productivity in Offices**. World Green Building Council. [S.l.], p. 46. 2014.

ZHANG, T. et al. **Experimental and Numerical Investigation of Airflow and Contaminant Transport in an Airliner Cabin Mock-Up**. Proceedings of the 10th International Conference on Air Distribution in Rooms - Roomvent. Helsinki: [s.n.]. 2007.

APÊNDICE A – CARTA DE AUTORIZAÇÃO, TCLE E QUESTIONÁRIOS INVERNO E VERÃO

Carta de autorização para aplicação desta pesquisa no estudo de caso



São Paulo, 30 de abril de 2019.

À BR PROPERTIES S/A.

Prezados Senhores,

O aluno Eduardo Straub está cursando o PROGRAMA DE MESTRADO PROFISSIONAL EM INOVAÇÃO NA CONSTRUÇÃO CIVIL – Construnova, no Departamento de Engenharia de Construção Civil da Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, sob minha orientação. Sua pesquisa acadêmica para a dissertação se desenvolverá no tema “Qualidade Ambiental Interna de Espaços Comerciais”. Para viabilizar a pesquisa ele pretende aplicar o método de Avaliação Pós-Ocupação em três edifícios estudos de caso. Este método consiste basicamente em levantamento de dados locais, por meio de medições das variáveis ambientais de conforto térmico, qualidade do ar, conforto luminoso e acústico e aplicação de questionários a uma amostra de usuários, com perguntas relativas aos referidos aspectos. Os dados levantados em duas etapas, ou seja, no Inverno de 2019 e Verão de 2020 permitirão identificar os pontos positivos e negativos dos ambientes estudados, na situação atual, e, com o diagnóstico, será possível indicar possíveis soluções de melhoria, caso se mostrem necessárias.

Neste sentido, vimos, por meio desta, pedir a colaboração dos senhores, com a permissão do nosso acesso ao escritório de vocês situado Av. das Nações Unidas, 12.495 – 18º Andar – Brooklin Novo, São Paulo - SP, para realizar a pesquisa ora apresentada. Nós nos comprometemos a não perturbar a rotina de trabalho, não gerar qualquer custo para a empresa e, sobretudo, manter preservada a identidade do edifício ou qualquer outra informação que esteja associada à empresa e seus funcionários.

Como forma de agradecimento pela participação nesse processo, ao final da pesquisa o aluno Eduardo Straub enviará um relatório apresentando os resultados dos dados coletados, incluindo propostas de soluções de melhoria, caso seja identificada essa necessidade.

Com os meus sinceros agradecimentos, coloco-me à disposição para esclarecer eventuais dúvidas sobre esse trabalho de pesquisa.

Profª D^a Brenda Chaves Coelho Leite
Departamento de Engenharia de Construção Civil
Escola Politécnica da Universidade de São Paulo
(11) 3091-5284
bcleite@usp.br



CURRÍCULOS RESUMIDOS

O aluno **Eduardo Straub** possui graduação em engenharia civil pela Escola de Engenharia Mauá, pós-graduado em Gestão Ambiental pelo SENAC e MBA em Gestão em Sustentabilidade pela FGVces. Além disso, é credenciado como LEED AP BD+C, WELL AP|FACULTY, FitWel Ambassador, possui especializações na etiqueta Procel Edifica pela UFSC e construção sustentável pela FUPAM, qualificando-o para atuar nas áreas de construção sustentável e qualidade de vida, bem-estar e saúde nas edificações.

Eu, **Brenda Chaves Coelho Leite**, possuo Doutorado em Engenharia Mecânica (2003), Mestrado em Arquitetura e Urbanismo (1997) pela Universidade de São Paulo - Brasil e graduação em Engenharia Civil pela Universidade Federal de Minas Gerais (1979). Atualmente sou Professora Doutora no Departamento de Engenharia de Construção Civil da Escola Politécnica da Universidade de São Paulo. Possui experiência na área de conforto térmico e qualidade do ar em edifícios, Sistemas de HVAC, Tecnologias para distribuição de ar pelo piso, conforto térmico individualizado e painéis radiantes, teto verde, simulação de desempenho energético de edifícios, Dinâmica de Fluidos Computacional (CFD), Sistemas de Automação e controle aplicados à climatização de ambientes.

AUTORIZAÇÃO DO PARTICIPANTE

A BR PROPERTIES S/A., autoriza a aplicação e participação do projeto de pesquisa em questão como estudo de caso.



BR PROPERTIES S/A
ANDRÉ BERGSTEIN
RG:



BR PROPERTIES S/A
MARTÍN ANDRÉS JACO
RG:



TCLE – Termo de comprometimento livre esclarecido

Termo de Consentimento Livre e Esclarecido

Você está sendo convidado (a) como voluntário (a) a participar da pesquisa **“Avaliação da qualidade do ar interno, do conforto térmico e do conforto lumínico em espaços corporativos e seus impactos no absenteísmo e presenteísmo dos ocupantes”**, sob a responsabilidade do (a) pesquisador (a) **Prof^a. Dr^a. Brenda Chaves Coelho Leite**.

I - O presente estudo tem como objetivo avaliar a qualidade ambiental de escritórios corporativos através do conforto térmico, luminoso e qualidade do ar e relacioná-los com a saúde dos ocupantes. O estudo será realizado pelo(s) aluno(s) do(s) curso(s) de Pós-Graduação do Programa Construinova da POLI-USP.

Os resultados contribuirão para **entender como as faltas no trabalho por motivos de saúde são afetados pelo conforto térmico, luminoso e qualidade do ar.**

II – Para a realização da pesquisa, os seguintes procedimentos serão utilizados:

- a) Será aplicado um questionário onde o participante preencherá perguntas relacionadas ao conforto térmico, luminoso, qualidade do ar e faltas no trabalho por motivos de saúde. O questionário segue em anexo.
- b) No mesmo momento em que o questionário é preenchido pelo participante, o pesquisador fará medições no local para coletar informações sobre conforto térmico, luminoso e qualidade do ar.
- c) As respostas dos questionários serão comparadas com os resultados obtidos pelas medições.
- d) Com base nas normas técnicas de conforto térmico, luminoso e qualidade do ar, será elaborado um relatório de diagnóstico apontando possíveis melhorias no ambiente de trabalho para melhorar o conforto e saúde dos ocupantes daquele espaço.

III – Ao ser submetido aos procedimentos apresentados, a previsão de riscos é mínima, ou seja, pode apenas haver um desconforto de responder a pesquisa de conforto térmico, luminoso e qualidade do ar.

Caso esse procedimento cause algum tipo de constrangimento você não precisa realizá-lo. Ficando-lhe assegurado, o direito a ressarcimento ou indenização no caso de quaisquer danos eventualmente produzidos pela pesquisa.

São esperados os seguintes benefícios da sua participação nesta pesquisa:

- a) Entender como a saúde dos ocupantes de escritórios e faltas por motivos de saúde são afetados pelo conforto térmico, luminoso e qualidade do ar.
- b) Os resultados comporão a conclusão desta pesquisa e será elaborado um relatório de diagnóstico visando melhorias da qualidade ambiental interna do seu escritório.
- c) Os resultados também poderão compor um artigo técnico que será enviado a periódicos especializados.

IV- A pesquisa será realizada de acordo com o seguinte cronograma, nos locais e horários indicados onde o participante deve estar presente.

Objeto de Estudo

Dia 1 – Dia Típico de Inverno em Julho/2019

Dia 2 – Dia Típico de Verão em Fevereiro/2020

V – A qualquer momento você pode desistir da participação neste estudo sem nenhum prejuízo.

VI – Os dados obtidos com os resultados obtidos nessa pesquisa poderão ser publicados, mas seus dados pessoais serão mantidos em sigilo.

VII. Para participar deste estudo, você não terá nenhum custo, nem receberá qualquer vantagem financeira, mas poderá receber reembolso das despesas que tiver para participar da pesquisa.

VIII. Os resultados da pesquisa estarão à sua disposição quando finalizada. Os dados e instrumentos utilizados na pesquisa ficarão arquivados com o pesquisador responsável por um período de 5 anos, e após esse tempo serão destruídos.

Este termo de consentimento encontra-se impresso em duas vias, sendo que uma cópia será arquivada pelo pesquisador responsável, e a outra será fornecida a você.

Toda dúvida que você tiver a respeito desta pesquisa, poderá perguntar diretamente para o pesquisador responsável.

Nome do pesquisador responsável: Profa. Dra. Brenda Chaves Coelho Leite

Fone: (11) 30915284

e-mail: bcleite@usp.br

Nome do pesquisador: Eduardo Straub

Fone: (11) 999049131

e-mail: Eduardo.straub@usp.br

Caso necessite entre em contato com:

Comitê de Ética em Pesquisa com Seres Humanos (CEPH-IPUSP)

End: Av. Prof. Mello Moraes, 1.721, bloco G, sala 27 – São Paulo/SP – Brasil

CEP: 05508-030. Fone:55 11 3091-4182

e-mail: ceph.ip@usp.br

Programa de Mestrado Profissional em Inovação na Construção da POLI-USP

End: Av. Prof. Almeida Prado – Trav. 2, n.83 – São Paulo/SP – Brasil

CEP: 05508-900. **Fone:**55 11 3091-5234. **Fax:** 55 11 3091 5715

e-mail: eliany.funari@usp.br

Eu, _____, após ter recebido informações sobre o estudo **“Avaliação da qualidade do ar interno, do conforto térmico e do conforto lumínico em espaços corporativos e seus impactos no absenteísmo e presenteísmo dos ocupantes”**, por meio da carta informativa lida por mim ou por terceiro, declaro que ficaram claros os objetivos do estudo, os procedimentos a serem realizados, as garantias de confidencialidade e de esclarecimentos permanentes. Não tendo dúvidas a respeito da pesquisa, concordo tomar parte como voluntário no estudo e permito que minhas respostas sejam utilizadas tanto na pesquisa quanto em publicações, do qual posso deixar de participar a qualquer momento, sem penalidades ou prejuízos, ou perda de qualquer benefício que possa ter adquirido. Recebi uma cópia deste termo de consentimento livre e esclarecido e me foi dada a oportunidade de ler e esclarecer as minhas dúvidas.

Data: ___/___/___

Assinatura do participante



Data: 21/05/2019

Profa. Dra. Brenda Chaves Coelho Leite

(Orientador do projeto)

O participante da pesquisa deverá rubricar todas as folhas do TCLE, inserindo sua assinatura na última página do referido Termo.

O pesquisador responsável deverá, da mesma forma, rubricar todas as folhas do TCLE – inserindo sua assinatura na última página do referido Termo.

Modelo de questionário aplicado na medição de inverno

Melhorar a Qualidade Ambiental Interna de Espaços Corporativos e Diminuir Problemas Associados à Saúde dos Ocupantes

**Obrigatório*

1. Endereço de e-mail *

Questões Gerais

2. 1. Idade (marcar apenas 1 opção) *

Marcar apenas uma oval.

- 18 a 29 anos
 30 a 39 anos
 40 a 49 anos
 50 a 59 anos
 Mais de 60 anos

3. 2. Gênero (marcar apenas 1 opção) *

Marcar apenas uma oval.

- Feminino
 Masculino
 Outro: _____

4. 3. Indique a Mesa da sua Estação de Trabalho. (marcar apenas 1 opção) *

Marcar apenas uma oval.

- Opção 1
 Operações
 RH / Contabilidade
 Financeiro / Fiscal
 Assit. Dir.
 Diretoria
 Investimento
 Depto. Jurídico
 Outro: _____

5. 4. De acordo com a sua sala, veja no mapa em anexo e escreva abaixo o número da sua posição de trabalho. *

6. 5. Você está perto (até 3 metros) de uma parede que dê para o lado externo? *

Marcar apenas uma oval.

- Sim
 Não

7. 6. Você está perto (até 3 metros) de uma janela? *

Marcar apenas uma oval.

- Sim
 Não

8. 7. Você está perto (até 3 metros) de uma porta? *

Marcar apenas uma oval.

- Sim
 Não

9. 8. Há quanto tempo você trabalha nesse escritório? (marcar apenas 1 opção) *

Marcar apenas uma oval.

- Menos de 6 meses
 De 6 meses a 1 ano
 De 1 ano a 2 anos
 Mais de 2 anos

10. 9. Há quanto tempo você trabalha nessa estação de trabalho (nessa mesa)? (marcar apenas 1 opção) *

Marcar apenas uma oval.

- Menos de 6 meses
 De 6 meses a 1 ano
 De 1 ano a 2 anos
 Mais de 2 anos

Qualidade do Ar

11. 10. Como você descreve o ar na sua mesa de trabalho? (assinale quantas alternativas desejar) *

Marque todas que se aplicam.

- Pesado
 Abafado
 Muito Pó / Empoeirado
 Odores Desagradáveis
 Leve
 Odores Agradáveis
 Limpo
 Nenhuma das anteriores

Outro: _____

12. 11. Você sente algum desses sintomas na sua mesa de trabalho? (assinale quantas alternativas desejar) *

Marque todas que se aplicam.

- Dor de Cabeça
- Coriza (inflamação da mucosa nasal acompanhada de espirros, secreção e obstrução nasal)
- Sonolência
- Cansaço
- Fraqueza
- Tontura
- Dificuldade para Respirar
- Náusea
- Irritação nos Olhos
- Irritação no Nariz
- Irritação na Garganta
- Irritação na Pele
- Asma
- Espirros
- Alergia
- Nenhum Sintoma Específico
- Problemas no Estômago
- Não Tenho Problemas

Outro: _____

13. 12. A que horas do dia você acredita que suas queixas pioram? (marcar apenas 1 opção) *

Marcar apenas uma oval.

- De Manhã
- De Tarde
- O Dia Todo
- Minha saúde não piora em nenhum momento do dia

14. 13. Em que dia da semana suas queixas são piores? (marcar apenas 1 opção) *

Marcar apenas uma oval.

- Segunda-Feira
- Meio da Semana
- Sexta-Feira
- Fim de Semana
- Igual durante toda a semana
- Nunca
- Outro: _____

15. 14. Em que estação do ano suas queixas pioram? (assinale quantas alternativas desejar) *

Marque todas que se aplicam.

- Primavera
- Verão
- Outono
- Inverno
- Me sinto mal durante o ano todo
- Não tenho queixas em relação a minha saúde

16. 15. Os sintomas que você sente coincidem com a hora de limpeza ou manutenção da sua mesa de trabalho ou sala? (marcar apenas 1 opção) *

Marcar apenas uma oval.

- Sim
- Não
- Não Sei

Conforto Térmico

17. 16. Em uma escala de 7 pontos, onde -3 representa muito frio, +3 representa muito calor e 0 representa neutralidade, como você se sente no momento? (marcar apenas 1 opção) *

Marcar apenas uma oval.

- 3 (Estou Sentindo Muito Frio)
- 2 (Estou Sentindo Frio)
- 1 (Estou Levemente com Frio)
- 0 (Não Estou Sentindo Frio ou Calor)
- +1 (Estou Levemente com Calor)
- +2 (Estou Sentindo Calor)
- +3 (Estou Sentindo Muito Calor)

18. 17. Que roupas você está vestindo agora? (assinale quantas alternativas desejar) *

Marque todas que se aplicam.

- Camisa de Manga Curta
- Camisa de Manga Comprida
- Camiseta
- Casaco Moletom Manga Longa
- Suéter / Agasalho
- Colete
- Jaqueta
- Saia Até a Altura do Joelho
- Saia Até a Altura do Tornozelo
- Vestido
- Shorts
- Calça de Moletom
- Calça
- Roupas Íntimas Compridas
- Macacão de Manga Comprida
- Macacão
- Meia Calça
- Meias
- Sapato fechado
- Botas
- Sandália

Outro: _____

19. 18. Qual a sua posição agora? (marcar apenas 1 opção) *

Marcar apenas uma oval.

- Reclinado
- Sentado
- De Pé e Relaxado
- Atividade Leve em Pé
- Atividade Moderada em Pé
- Atividade Pesada
- Outro: _____

20. 19. Quais dos itens abaixo você consegue ajustar ou controlar para o seu espaço? (assinale quantas alternativas desejar) *

Marque todas que se aplicam.

- Persianas
- Ar Condicionado (temperatura)
- Aquecedor Portátil
- Aquecedor Permanente
- Porta Para Outro Ambiente Interno
- Porta Para Ambiente Externo
- Ventilador de Teto
- Ajuste da Velocidade do Vento do Ar Condicionado (ventilação vindo do teto ou altura alta na parede)
- Ajuste da Velocidade do Vento do Ar Condicionado (ventilação vindo do chão ou altura baixa na parede)
- Ventilador Portátil
- Termostato
- Abrir e Fechar a Janela
- Nenhuma das alternativas

Outro: _____

Por favor, responder as questões de conforto térmico abaixo baseado nos últimos 6 meses em que você esteve nessa estação de trabalho.

21. 20. O quão satisfeito você está com a temperatura na sua mesa? (marcar apenas 1 opção) *

Marcar apenas uma oval.

	1	2	3	4	5	
Muito Insatisfeito	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	Muito Satisfeito

Responda as perguntas 21 a 23 somente se você está INSATISFEITO com a temperatura na sua mesa de trabalho.

22. 21. Em dias QUENTES, a temperatura na minha estação de trabalho está: (marcar apenas 1 opção)

Marcar apenas uma oval.

- Sempre muito quente
- Frequentemente muito quente
- Ocasionalmente muito quente
- Ocasionalmente muito frio
- Frequentemente muito frio
- Sempre muito frio

23. 22. Em dias FRIOS, a temperatura na minha estação de trabalho está: (marcar apenas 1 opção)

Marcar apenas uma oval.

- Sempre muito quente
- Frequentemente muito quente
- Ocasionalmente muito quente
- Ocasionalmente muito frio
- Frequentemente muito frio
- Sempre muito frio

24. 23. Que hora do dia surge o problema (assinale quantas alternativas desejar)

Marque todas que se aplicam.

- Manhã (até 11 horas)
- Hora do Almoço (Entre 11 horas e 14 horas)
- De Tarde (Entre 14 horas e 17 horas)
- Fim da Tarde (após as 17 horas)
- Fins de Semana e Feriados
- Segunda-Feira de Manhã
- Não tem uma hora particular
- Sempre
- Nunca

Outro: _____

25. 24. Agora responda o que te causa desconforto na sua mesa de trabalho. (assinale quantas alternativas desejar) *

Marque todas que se aplicam.

- Umidade alta
- Umidade baixa (ar seco)
- Velocidade do ar condicionado forte
- Velocidade do ar condicionado fraca
- Sol
- Calor vindo de um equipamento do escritório (impressoras, computadores, outros)
- Corrente de ar vindo das janelas
- Corrente de ar vindo do sistema de ventilação/ ar condicionado
- Minha mesa é mais quente ou fria que outras mesas
- Não dá para mexer na temperatura
- A temperatura é ajustada por outra pessoa
- A política de vestimenta da empresa não é flexível (não posso me vestir como quero)
- O ar condicionado demora para resfriar ou aquecer o ambiente
- Perto de mim tem superfícies quentes ou frias (paredes, teto, piso)
- Nenhuma das anteriores

Outro: _____

Conforto Térmico - Desconforto Localizado

26. 25. Você percebe movimento do ar na sua mesa? (assinale quantas alternativas desejar) *

Marque todas que se aplicam.

- Sim - Na altura do meu peito
- Sim - Nas minhas costas
- Sim - Na minha cabeça
- Sim - Nos meus pés
- Sim - No meu corpo inteiro
- Não

27. 26. Se você respondeu "Sim" na pergunta anterior, em uma escala de 7 pontos, onde -3 representa "Muito Desagradável", +3 representa "Muito Agradável" e 0 representa "Não Faz Diferença", como você se sente? (marcar apenas 1 opção)

Marcar apenas uma oval.

- 3 (Muito Desagradável)
- 2 (Desagradável)
- 1 (Ligeiramente Desagradável)
- 0 (Não Faz Diferença)
- +1 (Ligeiramente Agradável)
- +2 (Agradável)
- +3 (Muito Agradável)

28. 27. Você sente alguma diferença na temperatura do ar entre os níveis dos pés e da cabeça? (marcar apenas 1 opção) *

Marcar apenas uma oval.

- Sim - Meus pés ficam mais frios que minha cabeça
- Sim - Minha cabeça fica mais fria que meus pés
- Não

29. 28. Se você respondeu "Sim" na pergunta anterior, em uma escala de 7 pontos, onde -3 representa "Muito Desagradável", +3 representa "Muito Agradável" e 0 representa "Não Faz Diferença", como você se sente? (marcar apenas 1 opção)

Marcar apenas uma oval.

- 3 (Muito Desagradável)
 -2 (Desagradável)
 -1 (Ligeiramente Desagradável)
 0 (Não Faz Diferença)
 +1 (Ligeiramente Agradável)
 +2 (Agradável)
 +3 (Muito Agradável)

Conforto Lumínico

30. 29. Em uma escala de -3 a +3, onde -3 significa muito sonolento e +3 muito desperto, como você se sente na sua mesa? (marcar apenas 1 opção) *

Marcar apenas uma oval.

- 3 (Muito Sonolento)
 -2 (Sonolento)
 -1 (Levemente Sonolento)
 0 (Não me sinto nem sonolento e nem desperto)
 +1 (Levemente Desperto)
 +2 (Desperto)
 +3 (Muito Desperto)

31. 30. Quais desses controles individuais você tem acesso? (assinale quantas alternativas desejar) *

Marque todas que se aplicam.

- Interruptor de luz
 Ajuste de intensidade da luz
 Persianas de janelas
 Luminária individual
 Nenhum dos anteriores

Outro: _____

32. 31. O quão satisfeito você está com a iluminação na sua mesa? (marcar apenas 1 opção) *

Marcar apenas uma oval.

	1	2	3	4	5	
Muito Insatisfeito	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	Muito Satisfeito

33. 32. Qual hora do dia você se sente mais desconfortável com a iluminação na sua mesa? (marcar apenas 1 opção) *

Marcar apenas uma oval.

- Manhã (até 11 horas)
- Hora do Almoço (Entre 11 horas e 14 horas)
- De Tarde (Entre 14 horas e 17 horas)
- Fim da Tarde (após as 17 horas)
- Não tem uma hora particular
- Sempre
- Nunca
- Outro: _____

34. 33. Agora responda o que te causa desconforto luminoso na sua mesa de trabalho. (marcar apenas 1 opção) *

Marcar apenas uma oval.

- Muita claridade do Sol
- Sinto falta de mais iluminação natural
- Luz de alguma lâmpada no meu campo de visão
- Baixa iluminação na minha mesa
- Muita iluminação na minha mesa
- Estou em um ambiente muito escuro comparado com as áreas ao lado
- Estou em um ambiente muito iluminado comparado com as áreas ao lado
- A iluminação me deixa cansado
- A iluminação me deixa super estimulado
- A lâmpada pisca com frequência
- Nunca fico desconfortável em relação a luz
- Outro: _____

Faltas no Trabalho por Motivos de Saúde (Absentéismo e Presenteísmo)

35. 34. Quantas horas totais você trabalhou nos últimos 7 dias? (Se mais de 97 horas, colocar 97 horas) *

36. 35. Quantas horas totais sua empresa espera que você trabalhe em uma semana típica de 7 dias? (Se mais de 97 horas, colocar 97 horas) *

36. Agora pense na sua experiência de trabalho nas últimas 4 semanas (28 dias). Escreva nos campos abaixo o número de dias que você perdeu nas seguintes situações de trabalho descritas.

37. 36.1 Nas últimas 4 semanas (28 dias), quantos dias você perdeu o dia inteiro de trabalho devido a problemas na sua saúde física ou mental? (Incluir somente os dias perdidos pela sua saúde e não pela saúde de outras pessoas como familiares) *

38. 36.2 Nas últimas 4 semanas (28 dias), quantos dias você perdeu o dia inteiro de trabalho por qualquer outra razão, incluindo férias? *

39. 36.3 Nas últimas 4 semanas (28 dias), quantos dias você perdeu parte do dia de trabalho devido a problemas na sua saúde física ou mental? (Incluir somente os dias perdidos pela sua saúde e não pela saúde de outras pessoas como familiares) *

40. 37. Nas últimas 4 semanas (28 dias), quantos dias você perdeu parte do dia de trabalho por qualquer outra razão, incluindo férias? *

41. 38. Nas últimas 4 semanas (28 dias), quantos dias você chegou cedo no trabalho, saiu tarde ou trabalhou em dias de descanso como fim de semana, feriado e folgas? *

Para responder a pergunta 4, segue exemplos de cálculo de horas trabalhadas nas últimas 4 semanas (28 dias)

- a) 40 horas por semanas x 4 semanas = 160 horas
- b) 35 horas por semanas x 4 semanas = 140 horas
- c) 40 horas por semanas x 4 semanas menos 2 dias inteiros perdidos por faltas = 144 horas
- d) 40 horas por semanas x 4 semanas menos 3 dias perdidos por meio período por faltas = 148 horas
- e) 35 horas por semanas x 4 semanas menos 2 dias inteiros perdidos por faltas menos 3 dias perdidos por meio período por faltas = 112 horas

42. 39. Quantas horas totais você trabalhou nas últimas 4 semanas (28 dias)? (Se mais de 97 horas, colocar 97 horas) *

43. 40. Em uma escala de 0 a 10, onde 0 é o pior desempenho que alguém pode fazer o seu trabalho na empresa e 10 o melhor desempenho que alguém pode fazer o seu trabalho na empresa, que nota você dá para a média dos funcionários que fazem um trabalho como o seu? (marcar apenas 1 opção) *

Marcar apenas uma oval.

0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
Pior Desempenho	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	Melhor Desempenho

44. 41. Utilizando a mesma escala da pergunta anterior, que nota você dá para o seu desempenho no trabalho nos últimos 1 ou 2 anos? (marcar apenas 1 opção) *

Marcar apenas uma oval.

0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
Pior Desempenho	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	Melhor Desempenho

45. 42. Utilizando a mesma escala da pergunta anterior, que nota você dá para o seu desempenho no trabalho nas últimas 4 semanas (28 dias)? (marcar apenas 1 opção) *

Marcar apenas uma oval.

0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
Pior Desempenho	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	Melhor Desempenho

46. Nome *

47. Aceito Participar da Pesquisa *

Marcar apenas uma oval.

Sim

Não

48. Data *

Exemplo: 7 de janeiro de 2019

49. Hora *

Exemplo: 08h30

Muito Obrigado pela Participação!!

Modelo de questionário aplicado na medição de verão

Para a aplicação do questionário durante a medição de verão, as perguntas que se referem ao absenteísmo e presenteísmo foram modificadas para melhor entender a relação entre estes dois indicadores com a qualidade do ar, conforto térmico e lumínico. Para tanto, foram formuladas as seguintes questões:

32. Quantas horas totais sua empresa espera que você trabalhe em 1 dia típico de trabalho?
33. Quantas horas totais sua empresa espera que você trabalhe em 1 semana típica de 7 dias?
34. Nas últimas 4 semanas (28 dias), quantos dias você perdeu o dia inteiro de trabalho por motivos de saúde?
35. Nas últimas 4 semanas (28 dias), quantos dias você perdeu parte do dia de trabalho por motivos de saúde?
36. Qual o número de horas totais que você perdeu parte do dia de trabalho por motivos de saúde?
37. Descreva os motivos de saúde que te fizeram faltar no trabalho por motivos de saúde.
38. Em relação aos motivos de saúde descritos acima, você acredita que os mesmos foram adquiridos no escritório ou na sua estação de trabalho?

39. Nas últimas 4 semanas (28 dias), quantas horas você trabalhou sentindo-se mal de saúde?
40. Você sente que trabalhar sentindo-se mal afeta sua performance no trabalho?
41. Dê uma nota de 0 a 10, sendo 0 a pior e 10 a melhor, de quanto os seguintes sintomas afetam sua performance no trabalho.
- a. Frio
 - b. Calor
 - c. Ruído
 - d. Baixa Iluminação
 - e. Muita Iluminação (Ofuscamento)
 - f. Irritação Nariz, Pele ou Garganta
 - g. Alergias
 - h. Espirros
 - i. Dor de Cabeça
 - j. Sonolência
 - k. Dificuldade para Respirar
 - l. Asma
42. Caso você queira relatar algum problema ou situação em como sua saúde é afetada pela sua estação de trabalho, sala ou escritório, escreva abaixo.

Melhorar a Qualidade Ambiental Interna de Espaços Corporativos e Diminuir Problemas Associados à Saúde dos Ocupantes

QUESTÕES GERAIS

1. IDADE: anos

2. GÊNERO: (Marcar 1 opção)

Masculino Feminino Outro

3. HÁ QUANTO TEMPO VOCÊ TRABALHA NESTE ESCRITÓRIO? (Marcar 1 opção)

Menos de 6 Meses De 1 ano a 2 anos
 De 6 meses a 1 ano Mais de 2 anos

4. HÁ QUANTO TEMPO VOCÊ TRABALHA NESTA ESTAÇÃO DE TRABALHO? (Marcar 1 opção)

Menos de 6 Meses De 1 ano a 2 anos
 De 6 meses a 1 ano Mais de 2 anos

QUALIDADE DO AR

5. COMO VOCÊ DESCREVE O AR NA SUA ESTAÇÃO DE TRABALHO? (Assinale Quantas Alternativas Desejar)

Pesado Leve
 Abafado Odores Agradáveis
 Muito Pó/Empoeirado Limpo
 Odores Desagradáveis Nenhuma das anteriores

6. VOCÊ SENTE ALGUM DESTES SINTOMAS NA SUA ESTAÇÃO DE TRABALHO? (Assinale Quantas Alternativas Desejar)

Dor de Cabeça Dificuldade para Respirar Espirro
 Coriza Náusea Alergia
 Sonolência Irritação Nariz Dor de Estômago
 Cansaço Irritação Garganta Não Tenho Problemas
 Fraqueza Irritação Pele
 Tontura Asma

7. A QUE HORAS DO DIA SUAS QUEIXAS PIORAM NA SUA ESTAÇÃO DE TRABALHO? (Assinale Quantas Alternativas Desejar)

De Manhã O Dia Inteiro
 De Tarde Nunca

8. EM QUE DIA DA SEMANA SUAS QUEIXAS PIORAM NA SUA ESTAÇÃO DE TRABALHO? (Assinale Quantas Alternativas Desejar)

Segunda-Feira Fim de Semana
 Meio da Semana Semana Inteira
 Sexta-Feira Nunca

9. EM QUE ESTAÇÃO DO ANO SUAS QUEIXAS PIORAM NA SUA ESTAÇÃO DE TRABALHO? (Assinale Quantas Alternativas Desejar)

Primavera
Verão
Outono

Inverno
Ano inteiro
Nunca

10. OS SINTOMAS QUE VOCÊ SENTE COINCIDEM COM A HORA DE LIMPEZA OU MANUTENÇÃO DA SUA ESTAÇÃO DE TRABALHO OU SALA? (Marcar 1 opção)

Sim
Não

Não Sei

11. CASO VOCÊ QUEIRA RELATAR ALGUM PROBLEMA OU SITUAÇÃO EM RELAÇÃO A QUALIDADE DO AR NA SUA ESTAÇÃO DE TRABALHO, SALA OU ESCRITÓRIO, ESCREVA NA ÁREA ABAIXO:

CONFORTO TÉRMICO

12. COMO VOCÊ SE SENTE NESTE MOMENTO EM RELAÇÃO AO SEU CONFORTO TÉRMICO? (Marcar 1 opção)

-3 (Muito Frio)
-2 (Frio)
-1 (Levemente com Frio)

0 (Nem Frio e Nem Calor)

+1 (Levemente com Calor)
+2 (Calor)
+3 (Muito Calor)

13. QUAIS PEÇAS DE ROUPAS VOCÊ ESTÁ VESTINDO NESTE MOMENTO? (Assinale Quantas Alternativas Desejar)

Camisa de Manga Curta
Camisa de Manga Comprida
Camiseta
Casaco Moletom Manga Longa
Suéter / Agasalho
Colete
Jaqueta

Saia Até a Altura do Joelho
Saia Até a Altura do Tornozelo
Vestido
Shorts
Calça de Moletom
Calça
Roupas Íntimas Compridas

Macacão de Manga Comprida
Macacão
Meia Calça
Meias
Sapato fechado
Botas
Sandália

13a. SE HOUVER OUTRA PEÇA DE ROUPA NÃO DESCRITA ACIMA, ESCREVA NO ESPAÇO ABAIXO:

14. QUAL SUA POSIÇÃO NESTE MOMENTO? (Marcar 1 opção)

Reclinado
Sentado
De Pé e Relaxado

Atividade Leve em Pé
Atividade Moderada em Pé
Atividade Pesada

15. QUAIS DOS ITENS ABAIXO VOCÊ CONSEGUE CONTROLAR E AJUSTAR PARA A SUA ESTAÇÃO DE TRABALHO? (assinale quantas alternativas desejar)

- | | | | | | |
|--------------------------|-----------------------------------|--------------------------|------------------------------------|--------------------------|-------------------------|
| <input type="checkbox"/> | Persianas | <input type="checkbox"/> | Porta Para Ambiente Externo | <input type="checkbox"/> | Termostato |
| <input type="checkbox"/> | Ar Condicionado (temperatura) | <input type="checkbox"/> | Ventilador de Teto | <input type="checkbox"/> | Abrir e Fechar a Janela |
| <input type="checkbox"/> | Aquecedor Portátil | <input type="checkbox"/> | Ajuste do Vento do Ar Condicionado | <input type="checkbox"/> | Nenhuma Alternativa |
| <input type="checkbox"/> | Aquecedor Permanente | <input type="checkbox"/> | Ventilador Portátil | | |
| <input type="checkbox"/> | Porta Para Outro Ambiente Interno | | | | |

15a. VOCÊ UTILIZA OS ITENS ASSINALADOS NA QUESTÃO ANTERIOR?

- Sim Não

POR FAVOR, RESPONDER AS QUESTÕES DE CONFORTO TÉRMICO, ABAIXO, BASEADO NOS ÚLTIMOS 6 MESES EM QUE VOCÊ ESTEVE NESTA ESTAÇÃO DE TRABALHO.

16. O QUÃO SATISFEITO VOCÊ ESTÁ COM A TEMPERATURA NA SUA ESTAÇÃO DE TRABALHO? (Marcar 1 opção)

- | | | | | | |
|--------------------------|--------------------|--------------------------|-----------------------------------|--------------------------|------------------|
| <input type="checkbox"/> | Muito Insatisfeito | <input type="checkbox"/> | Nem Insatisfeito e Nem Satisfeito | <input type="checkbox"/> | Satisfeito |
| <input type="checkbox"/> | Insatisfeito | | | <input type="checkbox"/> | Muito Satisfeito |

RESPONDA AS PERGUNTAS 17 A 19 SOMENTE SE VOCÊ ESTÁ INSATISFEITO COM A TEMPERATURA NA SUA MESA DE TRABALHO.

17. EM DIAS QUENTES, A TEMPERATURA NA SUA ESTAÇÃO DE TRABALHO ESTÁ: (Marcar 1 opção)

- | | | | |
|--------------------------|-----------------------------|--------------------------|---------------------------|
| <input type="checkbox"/> | Sempre muito quente | <input type="checkbox"/> | Sempre muito frio |
| <input type="checkbox"/> | Frequentemente muito quente | <input type="checkbox"/> | Frequentemente muito frio |
| <input type="checkbox"/> | Ocasionalmente muito quente | <input type="checkbox"/> | Ocasionalmente muito frio |

18. EM DIAS FRIOS, A TEMPERATURA NA SUA ESTAÇÃO DE TRABALHO ESTÁ: (Marcar 1 opção)

- | | | | |
|--------------------------|-----------------------------|--------------------------|---------------------------|
| <input type="checkbox"/> | Sempre muito quente | <input type="checkbox"/> | Sempre muito frio |
| <input type="checkbox"/> | Frequentemente muito quente | <input type="checkbox"/> | Frequentemente muito frio |
| <input type="checkbox"/> | Ocasionalmente muito quente | <input type="checkbox"/> | Ocasionalmente muito frio |

19. QUE HORAS DO DIA SURGE O PROBLEMA? (assinale quantas alternativas desejar)

- | | | | | | |
|--------------------------|--|--------------------------|---------------------------------|--------------------------|--------|
| <input type="checkbox"/> | Manhã (até 11 horas) | <input type="checkbox"/> | Fim da Tarde (após as 17 horas) | <input type="checkbox"/> | Sempre |
| <input type="checkbox"/> | Hora do Almoço (Entre 11 horas e 14 horas) | <input type="checkbox"/> | Fins de Semana e Feriados | <input type="checkbox"/> | Nunca |
| <input type="checkbox"/> | De Tarde (Entre 14 horas e 17 horas) | <input type="checkbox"/> | Segunda-Feira de Manhã | | |

20. AGORA RESPONDA O QUE TE CAUSA DESCONFORTO NA SUA ESTAÇÃO DE TRABALHO. (assinale quantas alternativas desejar)

- | | | | |
|--------------------------|--|--------------------------|--|
| <input type="checkbox"/> | Umidade alta | <input type="checkbox"/> | Calor vindo de um equipamento do escritório (impressoras, etc) |
| <input type="checkbox"/> | Umidade baixa (ar seco) | <input type="checkbox"/> | Corrente de ar vindo das janelas |
| <input type="checkbox"/> | Velocidade do ar condicionado forte | <input type="checkbox"/> | Corrente de ar vindo do sistema de ventilação/ ar condicionado |
| <input type="checkbox"/> | Velocidade do ar condicionado fraca | <input type="checkbox"/> | Minha mesa é mais quente ou fria que outras mesas |
| <input type="checkbox"/> | Sol | <input type="checkbox"/> | Não dá para mexer na temperatura |
| <input type="checkbox"/> | Não posso me vestir como quiser | <input type="checkbox"/> | A temperatura é ajustada por outra pessoa |
| <input type="checkbox"/> | O ar condicionado demora para resfriar | <input type="checkbox"/> | Superfícies quentes ou frias próximas (paredes, teto, piso) |
| | | <input type="checkbox"/> | Nenhuma das Anteriores |

CONFORTO TÉRMICO - DESCONFORTO LOCALIZADO
--

21. VOCÊ PERCEBE MOVIMENTO DE AR NA SUA ESTAÇÃO DE TRABALHO? (assinale quantas alternativas desejar)

Sim - Na altura do meu peito
 Sim - Nas minhas costas
 Sim - Na minha cabeça

Sim - Nos meus pés
 Sim - No meu corpo inteiro
 Não

22. SE VOCÊ RESPONDEU "SIM" NA PERGUNTA ANTERIOR, COMO VOCÊ SE SENTE? (Marcar 1 opção)

-3 (Muito Desagradável) 0 (Não Faz Diferença)

+1 (Ligeiramente Agradável)
 +2 (Agradável)
 +3 (Muito Agradável)

23. VOCÊ SENTE DIFERENÇA NA TEMPERATURA DO AR ENTRE OS NÍVEIS DOS PÉS E DA CABEÇA? (assinale quantas alternativas desejar)

Sim - Meus pés ficam mais frios que minha cabeça
 Sim - Minha cabeça fica mais fria que meus pés

Não

24. SE VOCÊ RESPONDEU "SIM" NA PERGUNTA ANTERIOR, COMO VOCÊ SE SENTE? (Marcar 1 opção)

-3 (Muito Desagradável) 0 (Não Faz Diferença)

+1 (Ligeiramente Agradável)
 +2 (Agradável)
 +3 (Muito Agradável)

25. CASO VOCÊ QUEIRA RELATAR ALGUM PROBLEMA OU SITUAÇÃO EM RELAÇÃO AO CONFORTO TÉRMICO OU TEMPERATURA NA SUA ESTAÇÃO DE TRABALHO, SALA OU ESCRITÓRIO, ESCREVA NA ÁREA ABAIXO:

CONFORTO LUMÍNICO

26. COMO VOCÊ SE SENTE NA SUA ESTAÇÃO DE TRABALHO EM RELAÇÃO A ILUMINAÇÃO? (Marcar 1 opção)

-3 (Muito Sonolento) 0 (Não Faz Diferença)

+1 (Ligeiramente Desperto)
 +2 (Desperto)
 +3 (Muito Desperto)

27. QUAIS CONTROLES INDIVIDUAIS VOCÊ TEM ACESSO? (assinale quantas alternativas desejar)

Interruptor de luz
 Ajuste de intensidade da luz

Persianas de janelas
 Luminária individual

Nenhum dos anteriores

28. O QUÃO SATISFEITO VOCÊ ESTÁ COM A ILUMINAÇÃO NA SUA ESTAÇÃO DE TRABALHO? (Marcar 1 opção)

Muito Insatisfeito
 Insatisfeito

Nem Insatisfeito e Nem Satisfeito

Satisfeito
 Muito Satisfeito

29. QUAL HORA DO DIA VOCÊ SE SENTE MAIS DESCONFORTÁVEL COM A ILUMINAÇÃO NA SUA ESTAÇÃO DE TRABALHO? (assinale quantas alternativas desejar)

- | | | | | | |
|--------------------------|--|--------------------------|---------------------------------|--------------------------|--------|
| <input type="checkbox"/> | Manhã (até 11 horas) | <input type="checkbox"/> | Fim da Tarde (após as 17 horas) | <input type="checkbox"/> | Sempre |
| <input type="checkbox"/> | Hora do Almoço (Entre 11 horas e 14 horas) | <input type="checkbox"/> | Fins de Semana e Feriados | <input type="checkbox"/> | Nunca |
| <input type="checkbox"/> | De Tarde (Entre 14 horas e 17 horas) | <input type="checkbox"/> | Segunda-Feira de Manhã | | |

30. AGORA RESPONDA, O QUE TE CAUSA DESCONFORTO LUMINOSO NA SUA ESTAÇÃO DE TRABALHO? (assinale quantas alternativas desejar)

- | | | | |
|--------------------------|--|--------------------------|---|
| <input type="checkbox"/> | Muita claridade do Sol | <input type="checkbox"/> | A iluminação me deixa cansado |
| <input type="checkbox"/> | Sinto falta de mais iluminação natural | <input type="checkbox"/> | A iluminação me deixa super estimulado |
| <input type="checkbox"/> | Luz de alguma lâmpada no meu campo de visão | <input type="checkbox"/> | A lâmpada pisca com frequência |
| <input type="checkbox"/> | Baixa iluminação na minha mesa | <input type="checkbox"/> | Estou em um ambiente muito iluminado comparado com as áreas ao lado |
| <input type="checkbox"/> | Muita iluminação na minha mesa | <input type="checkbox"/> | Nunca fico desconfortável em relação a luz |
| <input type="checkbox"/> | Estou em um ambiente muito escuro comparado com as áreas ao lado | <input type="checkbox"/> | |

31. CASO VOCÊ QUEIRA RELATAR ALGUM PROBLEMA OU SITUAÇÃO EM RELAÇÃO A ILUMINAÇÃO NA SUA ESTAÇÃO DE TRABALHO, SALA OU ESCRITÓRIO, ESCREVA NA ÁREA ABAIXO:

FALTAS NO TRABALHO POR MOTIVOS DE SAÚDE (ABSENTEISMO E PRESENTEISMO)

32. QUANTAS HORAS TOTAIS SUA EMPRESA ESPERA QUE VOCÊ TRABALHE EM 1 DIA DE TRABALHO?

RESP. HORAS

33. QUANTAS HORAS TOTAIS SUA EMPRESA ESPERA QUE VOCÊ TRABALHE EM UMA SEMANA TÍPICA DE 7 DIAS?

RESP. HORAS

34. NAS ÚLTIMAS 4 SEMANAS (28 DIAS), QUANTOS DIAS VOCÊ PERDEU O DIA INTEIRO DE TRABALHO POR MOTIVOS DE SAÚDE?

RESP. DIAS

35. NAS ÚLTIMAS 4 SEMANAS (28 DIAS), QUANTOS DIAS VOCÊ PERDEU PARTE DO DIA DE TRABALHO POR MOTIVOS DE SAÚDE?

RESP. DIAS

36. QUAL O NÚMERO DE HORAS TOTAIS QUE VOCÊ PERDEU PARTE DO DIA DE TRABALHO POR MOTIVOS DE SAÚDE?

RESP. HORAS

37. DESCREVA ABAIXO OS MOTIVOS DE SAÚDE QUE TE FIZERAM FALTA NO TRABALHO.

38. EM RELAÇÃO AOS MOTIVOS DESCRITOS ACIMA, VOCÊ ACREDITA QUE OS MESMOS FORAM ADQUIRIDOS NO AMBIENTE DO SEU ESCRITÓRIO OU ESTAÇÃO DE TRABALHO?

Sim Não Não Sei

39. NAS ÚLTIMAS 4 SEMANAS (28 DIAS), QUANTAS HORAS VOCÊ TRABALHOU SE SENTINDO MAL DE SAÚDE? RESP. HORAS

40. VOCÊ SENTE QUE TRABALHAR SENTINDO-SE MAL AFETA SUA PERFORMANCE NO TRABALHO?

Sim Não Não Sei

41. DÊ UMA NOTA DE 0 a 10, SENDO 0 A PIOR E 10 A MELHOR, DE QUANTO OS SEGUINTE SINTOMAS AFETAM SUA PERFORMANCE NO TRABALHO?

<input type="text"/>	Frio	<input type="text"/>	Alergias
<input type="text"/>	Calor	<input type="text"/>	Espirros
<input type="text"/>	Ruído	<input type="text"/>	Dor de Cabeça
<input type="text"/>	Baixa Iluminação	<input type="text"/>	Sonolência
<input type="text"/>	Muita Iluminação (Ofuscamento)	<input type="text"/>	Dificuldade para Respirar
<input type="text"/>	Irritação Nariz, Pele ou Garganta	<input type="text"/>	Asma

42. CASO VOCÊ QUEIRA RELATAR ALGUM PROBLEMA OU SITUAÇÃO EM RELAÇÃO A COMO SUA SAÚDE É AFETADA PELA SUA ESTAÇÃO DE TRABALHO, SALA OU ESCRITÓRIO, ESCREVA NA ÁREA ABAIXO:

APÊNDICE B – DADOS TRATADOS DE QUALIDADE DO AR (CO₂ E PARTICULADOS)

A seguir seguem as tabelas dos dados coletados para as posições de trabalho para as medições de Inverno e Verão de CO₂ e Particulados. Sendo, E – Esquerda; C – Centro; D – Direita. A numeração que acompanha E; C e D representam a altura na qual houve a medição. Exemplo. E1,7 = O ponto foi medido à esquerda do usuário a 1,7 metros de altura, representando-o em uma possível situação em que ele esteja em pé.

Dados tratados de CO₂ – medição de inverno

TI - CO ₂ [ppm]			
	TI 1	TI 3	TI 5
Mediana	903,03	898,15	878,42
Média	903,82	898,38	883,68
Máximo	939,72	919,89	911,29
Mínimo	888,95	883,12	873,76
D. Padrão	12,62	10,00	11,18

Tabela B-1 – Inverno - Medição de CO₂ - Posições TI

Fonte: Autor (2020)

OPERAÇÕES - CO ₂ [ppm]					
	Operações 7	Operações 9	Operações 11	Operações 12	Operações 14
Mediana	884,17	872,11	864,77	876,63	894,67
Média	882,92	874,84	864,48	878,65	893,09
Máximo	897,80	900,30	872,65	896,02	908,95
Mínimo	862,05	861,61	854,91	867,65	878,75
D. Padrão	8,25	10,50	4,87	8,01	10,17

Tabela B-2 – Inverno - Medição de CO₂ - Posições Operações

Fonte: Autor (2020)

	RH/CONTABILIDADE - CO ₂ [ppm]				
	RH/Contabilid ade 18	RH/Contabilid ade 20	RH/Contabilid ade 21	RH/Contabilid ade 26	RH/Contabilid ade 24
Mediana	900,92	900,87	889,29	913,66	916,37
Média	900,61	906,27	893,18	914,67	917,32
Máximo	907,94	943,19	936,29	933,24	935,96
Mínimo	890,80	891,46	873,39	903,21	904,67
D. Padrão	3,76	13,48	15,23	7,88	9,94

Tabela B-3 – Inverno - Medição de CO₂ - Posições RH / Contabilidade

Fonte: Autor (2020)

	FINANCEIRO/FISCAL - CO ₂ [ppm]				
	Financeiro/Fis cal 27	Financeiro/Fis cal 29	Financeiro/Fis cal 31	Financeiro/Fis cal 33	Financeiro/Fis cal 35
Mediana	1021,50	1060,23	1043,93	1087,70	1085,42
Média	1021,38	1061,12	1044,87	1085,02	1087,00
Máximo	1035,09	1082,19	1066,08	1095,93	1119,58
Mínimo	1008,71	1039,04	1029,03	1068,12	1072,62
D. Padrão	7,94	8,92	9,43	8,15	10,63

Tabela B-4 – Inverno - Medição de CO₂ - Posições Financeiro / Fiscal

Fonte: Autor (2020)

	ASSIST. DIR - C	DIR - CO ₂ [PPM]
	Assistente Diretoria 37	Diretoria 40
Mediana	1082,80	1087,63
Média	1084,06	1087,32
Máximo	1095,90	1096,99
Mínimo	1077,66	1078,83
D. Padrão	4,46	4,88

Tabela B-5 – Inverno - Medição de CO₂ – Assistente de Diretoria e Diretoria

Fonte: Autor (2020)

	INVESTIMENTO - CO2 [ppm]				
	Investimento 44	Investimento 46	Investimento 52	Investimento 50	Investimento 48
Mediana	1105,56	1118,40	1124,87	1142,86	1148,36
Média	1105,65	1119,73	1126,00	1144,10	1152,51
Máximo	1118,08	1138,45	1143,10	1164,76	1196,01
Mínimo	1087,45	1111,47	1115,61	1136,43	1141,65
D. Padrão	6,91	6,40	7,03	6,04	12,83

Tabela B-6 – Inverno - Medição de CO₂ – Posições Investimento

Fonte: Autor (2020)

	JURÍDICO - CO2 [ppm]			
	Jurídico 56	Jurídico 55	Jurídico 58	Jurídico 62
Mediana	1153,33	1165,10	1178,45	1175,47
Média	1153,42	1166,18	1178,30	1175,91
Máximo	1163,74	1190,03	1189,31	1191,22
Mínimo	1141,40	1146,56	1168,17	1163,68
D. Padrão	6,24	13,16	4,44	6,68

Tabela B-7 – Inverno - Medição de CO₂ – Posições Jurídico

Fonte: Autor (2020)

Dados tratados de CO₂ – medição de verão

	TI - CO ₂ [ppm]	
	TI 2	TI 4
Mediana	958,42	977,72
Média	959,51	979,42
Máximo	973,54	994,45
Mínimo	949,00	967,82
D. Padrão	6,43	6,78

Tabela B-8 – Verão - Medição de CO₂ - Posições TI

Fonte: Autor (2020)

	OPERAÇÕES - CO ₂ [ppm]			
	Operações 8	Operações 10	Operações 14	Operações 16
Mediana	1012,11	993,04	995,47	989,97
Média	1010,64	993,10	997,80	994,30
Máximo	1045,50	1008,30	1011,25	1014,57
Mínimo	981,45	978,26	989,68	984,33
D. Padrão	13,01	8,98	6,46	7,70

Tabela B-9 – Verão - Medição de CO₂ - Posições Operações

Fonte: Autor (2020)

	RH/CONTABILIDADE - CO2 [ppm]			
	RH/Contabilid ade 17	RH/Contabilid ade 20	RH/Contabilid ade 22	RH/Contabilid ade 25
Mediana	1016,23	1049,83	1065,47	1055,02
Média	1016,99	1048,76	1062,79	1056,65
Máximo	1031,74	1068,51	1088,77	1085,62
Mínimo	999,67	1025,62	1035,53	1039,90
D. Padrão	8,45	10,00	15,42	10,87

Tabela B-10 – Verão - Medição de CO₂ - Posições RH / Contabilidade

Fonte: Autor (2020)

	FINANCEIRO/FISCAL - CO2 [ppm]			
	Financeiro/Fis cal 31	Financeiro/Fis cal 36	Financeiro/Fis cal 29	Financeiro/Fis cal 32
Mediana	1064,52	1043,29	988,25	981,68
Média	1064,50	1044,70	992,05	983,72
Máximo	1082,45	1076,59	1025,38	1007,82
Mínimo	1054,49	1023,83	970,64	968,97
D. Padrão	6,11	13,62	15,67	8,08

Tabela B-11 – Verão - Medição de CO₂ - Posições Financeiro / Fiscal

Fonte: Autor (2020)

	ASSIST. DIR. - C DIR. - CO2 [ppm]	
	Assistente Diretoria 38	Diretoria 40
Mediana	712,03	715,80
Média	712,88	718,31
Máximo	721,99	734,73
Mínimo	706,15	710,28
D. Padrão	5,06	6,20

Tabela B-12 – Verão - Medição de CO₂ – Assistente de Diretoria e Diretoria

Fonte: Autor (2020)

	INVESTIMENTO - CO2 [ppm]			
	Investimento 43	Investimento 47	Investimento 49	Investimento 51
Mediana	788,04	767,51	743,87	715,78
Média	791,89	766,17	747,73	718,65
Máximo	827,85	776,50	770,06	734,38
Mínimo	778,68	753,71	729,31	706,85
D. Padrão	12,89	7,36	11,86	9,28

Tabela B-13 – Verão - Medição de CO₂ – Posições Investimento

Fonte: Autor (2020)

Tabela B-14 – Verão - Medição de CO₂ – Posições Jurídico

	JURÍDICO - CO2 [ppm]			
	Jurídico 53	Jurídico 56	Jurídico 58	Jurídico 62
Mediana	706,84	749,57	733,95	730,12
Média	709,80	747,68	735,65	730,17
Máximo	723,27	759,91	749,56	740,00
Mínimo	700,69	726,15	724,33	717,19
D. Padrão	6,76	7,80	6,08	6,32

Tabela B-15 – Verão - Medição de CO₂ – Posições Jurídico

Fonte: Autor (2020)

Dados tratados de particulados – medição de inverno

TI 1					
	C 0,3ug/m3	C 0,5ug/m3	C 1,0ug/m3	C 2,0ug/m3	C 5,0ug/m3
Mediana	0,2	0,2	0,4	1,1	1,3
Média	0,2	0,2	0,4	1,1	1,4
Máximo	0,2	0,2	0,4	1,4	2,5
Mínimo	0,2	0,2	0,4	0,9	0,6
D. Padrão	0,0	0,0	0,0	0,2	0,5

Tabela B-16 – Inverno - Medição de Particulados - Posição TI 1

Fonte: Autor (2020)

TI 3					
	C 0,3ug/m3	C 0,5ug/m3	C 1,0ug/m3	C 2,0ug/m3	C 5,0ug/m3
Mediana	0,2	0,1	0,4	1,0	1,2
Média	0,2	0,1	0,4	1,0	1,1
Máximo	0,2	0,1	0,4	1,5	1,6
Mínimo	0,2	0,1	0,3	0,8	0,6
D. Padrão	0,0	0,0	0,0	0,2	0,3

Tabela B-17 – Inverno - Medição de Particulados - Posição TI 3

Fonte: Autor (2020)

TI 5					
	C 0,3ug/m3	C 0,5ug/m3	C 1,0ug/m3	C 2,0ug/m3	C 5,0ug/m3
Mediana	2,5	1,1	1,8	4,6	5,5
Média	2,5	1,1	1,8	4,5	5,3
Máximo	2,7	1,3	2,2	7,2	11,1
Mínimo	2,4	1,0	1,4	2,8	1,1
D. Padrão	0,1	0,1	0,2	1,0	2,1

Tabela B-18 – Inverno - Medição de Particulados - Posição TI 5

Fonte: Autor (2020)

Operações 7					
	C 0,3ug/m3	C 0,5ug/m3	C 1,0ug/m3	C 2,0ug/m3	C 5,0ug/m3
Mediana	2,4	1,1	1,8	4,6	6,1
Média	2,4	1,1	1,8	4,7	6,4
Máximo	2,6	1,2	2,5	8,1	14,9
Mínimo	2,2	1,0	1,5	2,8	1,1
D. Padrão	0,1	0,1	0,2	1,1	2,8

Tabela B-19 – Inverno - Medição de Particulados - Posição Operações 7

Fonte: Autor (2020)

Operações 9					
	C 0,3ug/m3	C 0,5ug/m3	C 1,0ug/m3	C 2,0ug/m3	C 5,0ug/m3
Mediana	2,1	1,0	1,8	5,2	6,1
Média	2,1	1,0	1,9	5,5	6,0
Máximo	2,2	1,1	2,6	9,5	11,1
Mínimo	1,9	0,9	1,5	4,1	1,7
D. Padrão	0,1	0,1	0,3	1,3	2,3

Tabela B-20 – Inverno - Medição de Particulados - Posição Operações 9

Fonte: Autor (2020)

Operações 11					
	C 0,3ug/m3	C 0,5ug/m3	C 1,0ug/m3	C 2,0ug/m3	C 5,0ug/m3
Mediana	1,8	0,8	1,4	3,5	3,9
Média	1,8	0,8	1,4	3,7	3,7
Máximo	1,9	0,8	1,9	5,1	7,2
Mínimo	1,7	0,7	1,2	2,6	0,6
D. Padrão	0,0	0,0	0,2	0,7	1,6

Tabela B-21 – Inverno - Medição de Particulados - Posição Operações 11

Fonte: Autor (2020)

Operações 12					
	C 0,3ug/m3	C 0,5ug/m3	C 1,0ug/m3	C 2,0ug/m3	C 5,0ug/m3
Mediana	1,7	0,7	1,3	3,5	3,3
Média	1,7	0,8	1,3	3,5	3,7
Máximo	1,8	0,8	1,6	5,1	6,6
Mínimo	1,7	0,7	1,2	2,0	0,6
D. Padrão	0,0	0,0	0,1	0,7	1,5

Tabela B-22 – Inverno - Medição de Particulados - Posição Operações 12

Fonte: Autor (2020)

Operações 14					
	C 0,3ug/m3	C 0,5ug/m3	C 1,0ug/m3	C 2,0ug/m3	C 5,0ug/m3
Mediana	1,5	0,8	1,8	5,1	5,5
Média	1,5	0,8	1,8	5,1	6,4
Máximo	1,6	0,9	2,5	8,0	12,2
Mínimo	1,4	0,7	1,5	3,6	2,8
D. Padrão	0,0	0,0	0,2	1,1	2,3

Tabela B-23 – Inverno - Medição de Particulados - Posição Operações 14

Fonte: Autor (2020)

RH/Contabilidade 18					
	C 0,3ug/m3	C 0,5ug/m3	C 1,0ug/m3	C 2,0ug/m3	C 5,0ug/m3
Mediana	1,5	0,8	1,6	4,4	5,0
Média	1,5	0,7	1,6	4,5	5,4
Máximo	1,6	0,8	2,1	6,8	10,5
Mínimo	1,5	0,7	1,4	3,5	2,8
D. Padrão	0,0	0,0	0,1	0,7	1,8

Tabela B-24 – Inverno - Medição de Particulados - Posição RH / Contabilidade 18

Fonte: Autor (2020)

RH/Contabilidade 20					
	C 0,3ug/m3	C 0,5ug/m3	C 1,0ug/m3	C 2,0ug/m3	C 5,0ug/m3
Mediana	1,6	0,7	1,5	3,9	4,4
Média	1,6	0,7	1,5	4,0	4,2
Máximo	1,6	0,8	1,8	5,5	8,8
Mínimo	1,5	0,7	1,2	2,8	1,7
D. Padrão	0,0	0,0	0,1	0,7	1,7

Tabela B-25 – Inverno - Medição de Particulados - Posição RH / Contabilidade 20

Fonte: Autor (2020)

RH/Contabilidade 21					
	C 0,3ug/m3	C 0,5ug/m3	C 1,0ug/m3	C 2,0ug/m3	C 5,0ug/m3
Mediana	1,6	0,7	1,4	3,6	3,9
Média	1,6	0,7	1,4	3,8	4,3
Máximo	1,7	0,8	1,9	6,8	8,3
Mínimo	1,5	0,7	1,1	1,9	0,6
D. Padrão	0,0	0,0	0,1	0,9	1,8

Tabela B-26 – Inverno - Medição de Particulados - Posição RH / Contabilidade 21

Fonte: Autor (2020)

RH/Contabilidade 24					
	C 0,3ug/m3	C 0,5ug/m3	C 1,0ug/m3	C 2,0ug/m3	C 5,0ug/m3
Mediana	1,7	0,7	1,5	4,3	4,4
Média	1,6	0,7	1,5	4,4	5,3
Máximo	1,7	0,8	1,9	7,2	12,7
Mínimo	1,6	0,7	1,2	2,2	1,7
D. Padrão	0,0	0,0	0,2	1,1	2,6

Tabela B-27 – Inverno - Medição de Particulados - Posição RH / Contabilidade 24

Fonte: Autor (2020)

RH/Contabilidade 26					
	C 0,3ug/m3	C 0,5ug/m3	C 1,0ug/m3	C 2,0ug/m3	C 5,0ug/m3
Mediana	1,6	0,7	1,4	4,2	5,5
Média	1,6	0,7	1,4	4,4	5,5
Máximo	1,6	0,8	2,0	7,1	10,0
Mínimo	1,5	0,6	1,1	2,6	1,7
D. Padrão	0,0	0,0	0,2	1,0	1,8

Tabela B-28 – Inverno - Medição de Particulados - Posição RH / Contabilidade 26

Fonte: Autor (2020)

Financeiro 27					
	C 0,3ug/m3	C 0,5ug/m3	C 1,0ug/m3	C 2,0ug/m3	C 5,0ug/m3
Mediana	1,7	0,8	0,9	2,0	2,5
Média	1,7	0,8	1,0	2,1	2,7
Máximo	1,9	0,8	1,3	2,9	4,5
Mínimo	1,6	0,7	0,8	1,6	1,5
D. Padrão	0,1	0,0	0,1	0,4	0,8

Tabela B-29 – Inverno - Medição de Particulados - Posição Financeiro 27

Fonte: Autor (2020)

Financeiro 29					
	C 0,3ug/m3	C 0,5ug/m3	C 1,0ug/m3	C 2,0ug/m3	C 5,0ug/m3
Mediana	1,6	0,7	1,0	2,2	3,7
Média	1,6	0,7	1,0	2,3	3,5
Máximo	1,6	0,8	1,1	3,0	5,1
Mínimo	1,6	0,7	0,8	1,5	1,5
D. Padrão	0,0	0,0	0,1	0,5	1,1

Tabela B-30 – Inverno - Medição de Particulados - Posição Financeiro 29

Fonte: Autor (2020)

Financeiro 31					
	C 0,3ug/m3	C 0,5ug/m3	C 1,0ug/m3	C 2,0ug/m3	C 5,0ug/m3
Mediana	1,5	0,6	0,7	1,1	1,0
Média	1,5	0,7	0,7	1,1	1,1
Máximo	1,5	0,7	0,8	1,4	2,0
Mínimo	1,4	0,6	0,7	0,9	0,6
D. Padrão	0,0	0,0	0,0	0,1	0,4

Tabela B-31 – Inverno - Medição de Particulados - Posição Financeiro 31

Fonte: Autor (2020)

Financeiro 33					
	C 0,3ug/m3	C 0,5ug/m3	C 1,0ug/m3	C 2,0ug/m3	C 5,0ug/m3
Mediana	1,2	0,5	1,0	2,6	3,1
Média	1,2	0,6	1,0	3,1	3,8
Máximo	1,3	0,8	2,4	8,7	10,5
Mínimo	1,2	0,5	0,8	2,2	2,3
D. Padrão	0,0	0,1	0,4	1,6	2,1

Tabela B-32 – Inverno - Medição de Particulados - Posição Financeiro 33

Fonte: Autor (2020)

Financeiro 35					
	C 0,3ug/m3	C 0,5ug/m3	C 1,0ug/m3	C 2,0ug/m3	C 5,0ug/m3
Mediana	1,4	0,6	0,7	1,4	1,8
Média	1,4	0,6	0,7	1,5	1,8
Máximo	1,4	0,6	0,8	2,2	3,3
Mínimo	1,2	0,5	0,7	1,1	0,8
D. Padrão	0,1	0,0	0,0	0,3	0,7

Tabela B-33 – Inverno - Medição de Particulados - Posição Financeiro 35

Fonte: Autor (2020)

Assistente Diretoria 37					
	C 0,3ug/m3	C 0,5ug/m3	C 1,0ug/m3	C 2,0ug/m3	C 5,0ug/m3
Mediana	1,2	0,5	1,0	2,8	3,1
Média	1,2	0,5	1,0	2,9	3,3
Máximo	1,2	0,6	1,3	4,9	6,8
Mínimo	1,1	0,5	0,9	2,3	2,1
D. Padrão	0,0	0,0	0,1	0,6	1,0

Tabela B-34 – Inverno - Medição de Particulados - Posição Assistente de Diretoria 37

Fonte: Autor (2020)

Diretoria 40					
	C 0,3ug/m3	C 0,5ug/m3	C 1,0ug/m3	C 2,0ug/m3	C 5,0ug/m3
Mediana	1,1	0,5	1,1	3,4	3,7
Média	1,1	0,5	1,1	3,5	4,1
Máximo	1,2	0,6	1,4	5,1	6,6
Mínimo	1,1	0,5	0,9	2,7	1,8
D. Padrão	0,0	0,0	0,1	0,7	1,2

Tabela B-35 – Inverno - Medição de Particulados - Posição Diretoria 40

Fonte: Autor (2020)

Investimento 44					
	C 0,3ug/m3	C 0,5ug/m3	C 1,0ug/m3	C 2,0ug/m3	C 5,0ug/m3
Mediana	0,9	0,4	0,8	2,4	2,3
Média	0,9	0,4	0,8	2,5	2,7
Máximo	1,0	0,5	1,0	3,6	4,7
Mínimo	0,9	0,4	0,7	1,7	1,7
D. Padrão	0,1	0,0	0,1	0,6	0,9

Tabela B-36 – Inverno - Medição de Particulados – Investimento 44

Fonte: Autor (2020)

Investimento 46					
	C 0,3ug/m3	C 0,5ug/m3	C 1,0ug/m3	C 2,0ug/m3	C 5,0ug/m3
Mediana	0,8	0,4	0,8	2,4	2,7
Média	0,8	0,4	0,8	2,4	2,9
Máximo	0,8	0,4	0,8	2,9	4,7
Mínimo	0,7	0,3	0,7	1,9	1,9
D. Padrão	0,0	0,0	0,0	0,3	0,8

Tabela B-37 – Inverno - Medição de Particulados – Investimento 46

Fonte: Autor (2020)

Investimento 48					
	C 0,3ug/m3	C 0,5ug/m3	C 1,0ug/m3	C 2,0ug/m3	C 5,0ug/m3
Mediana	0,5	0,3	0,5	1,6	1,5
Média	0,5	0,3	0,5	1,7	1,8
Máximo	0,5	0,3	0,7	2,4	3,1
Mínimo	0,5	0,3	0,5	1,1	0,8
D. Padrão	0,0	0,0	0,1	0,4	0,7

Tabela B-38 – Inverno - Medição de Particulados – Investimento 48

Fonte: Autor (2020)

Investimento 50					
	C 0,3ug/m3	C 0,5ug/m3	C 1,0ug/m3	C 2,0ug/m3	C 5,0ug/m3
Mediana	0,6	0,3	0,5	1,4	1,2
Média	0,6	0,3	0,5	1,3	1,3
Máximo	0,6	0,3	0,5	1,5	1,8
Mínimo	0,5	0,3	0,5	1,0	0,6
D. Padrão	0,0	0,0	0,0	0,2	0,4

Tabela B-39 – Inverno - Medição de Particulados – Investimento 50

Fonte: Autor (2020)

Investimento 52					
	C 0,3ug/m3	C 0,5ug/m3	C 1,0ug/m3	C 2,0ug/m3	C 5,0ug/m3
Mediana	0,7	0,3	0,6	1,9	2,2
Média	0,7	0,3	0,6	1,9	2,2
Máximo	0,7	0,3	0,7	2,4	3,3
Mínimo	0,6	0,3	0,5	1,4	1,4
D. Padrão	0,0	0,0	0,1	0,3	0,6

Tabela B-40 – Inverno - Medição de Particulados – Investimento 52

Fonte: Autor (2020)

Jurídico 55					
	C 0,3ug/m3	C 0,5ug/m3	C 1,0ug/m3	C 2,0ug/m3	C 5,0ug/m3
Mediana	0,4	0,3	0,7	2,8	3,5
Média	0,4	0,3	0,7	2,7	3,7
Máximo	0,4	0,3	0,9	3,4	5,1
Mínimo	0,4	0,2	0,6	2,1	2,5
D. Padrão	0,0	0,0	0,1	0,4	0,8

Tabela B-41 – Inverno - Medição de Particulados – Jurídico 55

Fonte: Autor (2020)

Jurídico 56					
	C 0,3ug/m3	C 0,5ug/m3	C 1,0ug/m3	C 2,0ug/m3	C 5,0ug/m3
Mediana	0,4	0,2	0,6	1,9	2,0
Média	0,4	0,2	0,6	2,0	2,3
Máximo	0,5	0,3	0,7	2,7	3,9
Mínimo	0,4	0,2	0,5	1,5	1,2
D. Padrão	0,0	0,0	0,1	0,4	0,8

Tabela B-42 – Inverno - Medição de Particulados – Jurídico 56

Fonte: Autor (2020)

Jurídico 58					
	C 0,3ug/m3	C 0,5ug/m3	C 1,0ug/m3	C 2,0ug/m3	C 5,0ug/m3
Mediana	0,3	0,2	0,4	1,2	1,4
Média	0,3	0,2	0,4	1,3	1,5
Máximo	0,3	0,2	0,5	1,8	2,5
Mínimo	0,3	0,2	0,4	0,9	0,8
D. Padrão	0,0	0,0	0,0	0,2	0,5

Tabela B-43 – Inverno - Medição de Particulados – Jurídico 58

Fonte: Autor (2020)

Jurídico 62					
	C 0,3ug/m3	C 0,5ug/m3	C 1,0ug/m3	C 2,0ug/m3	C 5,0ug/m3
Mediana	0,3	0,2	0,5	1,3	1,3
Média	0,3	0,2	0,5	1,4	1,4
Máximo	0,3	0,2	0,6	2,1	2,5
Mínimo	0,3	0,2	0,4	1,0	0,8
D. Padrão	0,0	0,0	0,1	0,3	0,4

Tabela B-44 – Inverno - Medição de Particulados – Jurídico 62

Fonte: Autor (2020)

Dados tratados de particulados – medição de verão

TI 2						
	C 0,3ug/m3	C 0,5ug/m3	C 0,7ug/m3	C 1,0ug/m3	C 2,0ug/m3	C 5,0ug/m3
Mediana	1,6	0,7	0,0	1,7	4,9	3,9
Média	1,6	0,7	0,0	1,7	5,1	4,1
Máximo	1,8	0,8	0,0	2,1	6,8	6,6
Mínimo	1,6	0,6	0,0	1,5	4,0	1,6
D. Padrão	0,1	0,0	0,0	0,1	0,8	1,4

Tabela B-45 – Verão - Medição de Particulados - Posição TI 2

Fonte: Autor (2020)

TI 4					
	C 0,3ug/m3	C 0,5ug/m3	C 1,0ug/m3	C 2,0ug/m3	C 5,0ug/m3
Mediana	1,6	0,7	1,7	5,5	6,6
Média	1,6	0,7	1,7	5,9	6,4
Máximo	1,7	0,7	2,0	8,0	10,5
Mínimo	1,6	0,6	1,5	4,5	2,5
D. Padrão	0,0	0,0	0,1	1,1	2,1

Tabela B-46 – Verão - Medição de Particulados - Posição TI 4

Fonte: Autor (2020)

Operações 8						
	C 0,3ug/m3	C 0,5ug/m3	C 0,7ug/m3	C 1,0ug/m3	C 2,0ug/m3	C 5,0ug/m3
Mediana	1,8	0,7	0,0	1,7	4,6	3,9
Média	1,8	0,7	0,0	1,7	4,6	3,8
Máximo	1,9	0,8	0,0	2,0	5,8	6,6
Mínimo	1,7	0,6	0,0	1,4	2,9	1,9
D. Padrão	0,1	0,0	0,0	0,2	0,7	1,1

Tabela B-47 – Verão - Medição de Particulados - Posição Operações 8

Fonte: Autor (2020)

Operações 10					
	C 0,3ug/m3	C 0,5ug/m3	C 1,0ug/m3	C 2,0ug/m3	C 5,0ug/m3
Mediana	1,6	0,6	1,5	4,4	4,3
Média	1,6	0,6	1,9	6,0	5,4
Máximo	1,7	0,9	3,7	13,3	12,5
Mínimo	1,5	0,5	1,1	2,6	2,2
D. Padrão	0,1	0,1	0,8	3,6	3,3

Tabela B-48 – Verão - Medição de Particulados - Posição Operações 10

Fonte: Autor (2020)

Operações 14					
	C 0,3ug/m3	C 0,5ug/m3	C 1,0ug/m3	C 2,0ug/m3	C 5,0ug/m3
Mediana	1,6	0,6	1,3	3,1	2,6
Média	1,6	0,6	1,3	3,3	3,0
Máximo	1,7	0,6	1,7	5,8	9,8
Mínimo	1,5	0,6	1,0	2,3	0,3
D. Padrão	0,1	0,0	0,2	0,9	2,2

Tabela B-49 – Verão - Medição de Particulados - Posição Operações 14

Fonte: Autor (2020)

Operações 16					
	C 0,3ug/m3	C 0,5ug/m3	C 1,0ug/m3	C 2,0ug/m3	C 5,0ug/m3
Mediana	1,6	0,6	1,3	3,5	3,7
Média	1,6	0,6	1,3	3,5	3,6
Máximo	1,7	0,6	1,5	4,6	5,1
Mínimo	1,6	0,5	1,0	2,1	0,8
D. Padrão	0,0	0,0	0,1	0,7	1,3

Tabela B-50 – Verão - Medição de Particulados - Posição Operações 16

Fonte: Autor (2020)

RH/Contabilidade 17						
	C 0,3ug/m3	C 0,5ug/m3	C 0,7ug/m3	C 1,0ug/m3	C 2,0ug/m3	C 5,0ug/m3
Mediana	1,9	0,6	0,0	1,3	3,4	2,6
Média	1,9	0,6	0,0	1,3	3,3	2,9
Máximo	2,0	0,7	0,0	1,6	4,6	5,1
Mínimo	1,7	0,6	0,0	1,1	2,1	1,6
D. Padrão	0,1	0,0	0,0	0,2	0,6	0,9

Tabela B-51 – Verão - Medição de Particulados - Posição RH / Contabilidade 17

Fonte: Autor (2020)

RH/Contabilidade 20					
	C 0,3ug/m3	C 0,5ug/m3	C 1,0ug/m3	C 2,0ug/m3	C 5,0ug/m3
Mediana	2,2	0,7	1,4	3,3	2,5
Média	2,2	0,7	1,4	3,4	2,8
Máximo	2,4	0,8	1,8	5,6	7,4
Mínimo	2,0	0,6	1,1	2,4	0,5
D. Padrão	0,1	0,0	0,2	0,7	1,4

Tabela B-52 – Verão - Medição de Particulados - Posição RH / Contabilidade 20

Fonte: Autor (2020)

RH/Contabilidade 22					
	C 0,3ug/m3	C 0,5ug/m3	C 1,0ug/m3	C 2,0ug/m3	C 5,0ug/m3
Mediana	2,2	0,8	1,5	4,3	4,9
Média	2,2	0,8	1,6	4,6	4,9
Máximo	2,3	0,8	2,1	6,1	7,0
Mínimo	2,1	0,7	1,4	3,3	2,2
D. Padrão	0,0	0,0	0,2	0,8	1,5

Tabela B-53 – Verão - Medição de Particulados - Posição RH / Contabilidade 22

Fonte: Autor (2020)

RH/Contabilidade 25					
	C 0,3ug/m3	C 0,5ug/m3	C 1,0ug/m3	C 2,0ug/m3	C 5,0ug/m3
Mediana	2,3	0,8	1,5	4,4	4,9
Média	2,3	0,8	1,5	4,5	4,9
Máximo	2,4	0,8	1,8	5,6	9,0
Mínimo	2,3	0,7	1,3	3,2	2,2
D. Padrão	0,0	0,0	0,1	0,6	1,6

Tabela B-54 – Verão - Medição de Particulados - Posição RH / Contabilidade 25

Fonte: Autor (2020)

Financeiro/Fiscal 29					
	C 0,3ug/m3	C 0,5ug/m3	C 1,0ug/m3	C 2,0ug/m3	C 5,0ug/m3
Mediana	2,5	0,9	1,7	6,5	9,0
Média	2,6	0,9	1,8	6,6	9,3
Máximo	2,8	1,1	2,2	8,7	15,6
Mínimo	2,4	0,8	1,4	4,8	5,9
D. Padrão	0,1	0,1	0,3	1,1	2,4

Tabela B-55 – Verão - Medição de Particulados - Posição Financeiro 29

Fonte: Autor (2020)

Financeiro/Fiscal 31						
	C 0,3ug/m3	C 0,5ug/m3	C 0,7ug/m3	C 1,0ug/m3	C 2,0ug/m3	C 5,0ug/m3
Mediana	2,2	0,7	0,0	1,1	3,3	4,3
Média	2,2	0,7	0,0	1,2	3,3	4,1
Máximo	2,3	0,8	0,0	1,4	5,3	7,0
Mínimo	2,1	0,7	0,0	1,0	2,3	1,6
D. Padrão	0,1	0,0	0,0	0,1	0,8	1,4

Tabela B-56 – Verão - Medição de Particulados - Posição Financeiro 31

Fonte: Autor (2020)

Financeiro/Fiscal 32					
	C 0,3ug/m3	C 0,5ug/m3	C 1,0ug/m3	C 2,0ug/m3	C 5,0ug/m3
Mediana	2,9	1,1	1,6	4,4	4,9
Média	2,9	1,1	1,7	4,5	4,8
Máximo	3,2	1,2	2,1	6,9	7,8
Mínimo	2,7	1,0	1,5	3,6	2,2
D. Padrão	0,1	0,1	0,2	0,8	1,5

Tabela B-57 – Verão - Medição de Particulados - Posição Financeiro 32

Fonte: Autor (2020)

Financeiro/Fiscal 36					
	C 0,3ug/m3	C 0,5ug/m3	C 1,0ug/m3	C 2,0ug/m3	C 5,0ug/m3
Mediana	2,6	0,9	1,7	5,5	6,4
Média	2,6	0,9	1,8	5,7	6,4
Máximo	2,8	1,1	2,3	7,7	10,2
Mínimo	2,3	0,8	1,5	4,6	2,8
D. Padrão	0,2	0,1	0,2	0,9	1,9

Tabela B-58 – Verão - Medição de Particulados - Posição Financeiro 36

Fonte: Autor (2020)

Assist. Diretoria 38						
	C 0,3ug/m3	C 0,5ug/m3	C 0,7ug/m3	C 1,0ug/m3	C 2,0ug/m3	C 5,0ug/m3
Mediana	3,9	1,7	0,0	2,5	5,3	5,1
Média	3,9	1,7	0,0	2,5	5,4	4,8
Máximo	4,2	1,8	0,0	2,8	6,4	6,2
Mínimo	3,7	1,6	0,0	2,4	4,5	3,0
D. Padrão	0,1	0,0	0,0	0,1	0,6	1,0

Tabela B-59 – Verão - Medição de Particulados - Posição Assistente de Diretoria 38

Fonte: Autor (2020)

Diretoria 40						
	C 0,3ug/m3	C 0,5ug/m3	C 0,7ug/m3	C 1,0ug/m3	C 2,0ug/m3	C 5,0ug/m3
Mediana	4,1	1,7	0,0	2,4	5,3	4,3
Média	4,1	1,7	0,0	2,4	5,4	4,5
Máximo	4,4	1,8	0,0	2,7	6,8	7,0
Mínimo	4,0	1,6	0,0	2,2	4,4	1,9
D. Padrão	0,1	0,0	0,0	0,1	0,6	1,3

Tabela B-60 – Verão - Medição de Particulados - Posição Diretoria 40

Fonte: Autor (2020)

Investimento 43						
	C 0,3ug/m3	C 0,5ug/m3	C 0,7ug/m3	C 1,0ug/m3	C 2,0ug/m3	C 5,0ug/m3
Mediana	2,2	0,9	0,0	2,7	11,3	12,9
Média	2,2	0,9	0,0	2,8	12,2	14,9
Máximo	2,3	1,0	0,0	4,2	23,0	34,0
Mínimo	2,1	0,8	0,0	2,0	6,5	4,3
D. Padrão	0,1	0,0	0,0	0,5	4,3	8,2

Tabela B-61 – Verão - Medição de Particulados – Investimento 43

Fonte: Autor (2020)

Investimento 47					
	C 0,3ug/m3	C 0,5ug/m3	C 1,0ug/m3	C 2,0ug/m3	C 5,0ug/m3
Mediana	1,8	0,7	1,8	6,0	5,9
Média	1,8	0,7	1,8	6,1	6,0
Máximo	1,9	0,7	2,1	7,9	9,4
Mínimo	1,7	0,6	1,5	4,7	3,6
D. Padrão	0,1	0,0	0,1	0,8	1,4

Tabela B-62 – Verão - Medição de Particulados – Investimento 46

Fonte: Autor (2020)

Investimento 49					
	C 0,3ug/m3	C 0,5ug/m3	C 1,0ug/m3	C 2,0ug/m3	C 5,0ug/m3
Mediana	1,9	0,7	2,0	6,6	6,8
Média	1,9	0,7	2,0	7,0	7,3
Máximo	2,0	0,8	2,4	10,0	15,2
Mínimo	1,7	0,7	1,7	5,7	4,3
D. Padrão	0,1	0,0	0,2	1,2	2,6

Tabela B-63 – Verão - Medição de Particulados – Investimento 49

Fonte: Autor (2020)

Investimento 51					
	C 0,3ug/m3	C 0,5ug/m3	C 1,0ug/m3	C 2,0ug/m3	C 5,0ug/m3
Mediana	1,9	0,7	2,1	7,1	7,0
Média	1,9	0,7	2,0	7,0	7,3
Máximo	2,0	0,8	2,3	8,7	10,9
Mínimo	1,8	0,7	1,6	5,1	3,6
D. Padrão	0,1	0,0	0,2	1,0	1,5

Tabela B-64 – Verão - Medição de Particulados – Investimento 51

Fonte: Autor (2020)

Jurídico 53						
	C 0,3ug/m3	C 0,5ug/m3	C 0,7ug/m3	C 1,0ug/m3	C 2,0ug/m3	C 5,0ug/m3
Mediana	1,9	0,8	0,0	2,0	6,4	6,6
Média	1,9	0,8	0,0	2,0	6,5	6,3
Máximo	2,0	0,8	0,0	2,4	8,4	9,8
Mínimo	1,7	0,6	0,0	1,5	4,0	3,6
D. Padrão	0,1	0,0	0,0	0,2	1,1	1,7

Tabela B-65 – Verão - Medição de Particulados – Jurídico 53

Fonte: Autor (2020)

Jurídico 56					
	C 0,3ug/m3	C 0,5ug/m3	C 1,0ug/m3	C 2,0ug/m3	C 5,0ug/m3
Mediana	1,8	0,7	1,8	4,9	4,3
Média	1,8	0,7	1,8	4,9	4,5
Máximo	1,8	0,8	2,1	6,3	7,8
Mínimo	1,6	0,6	1,5	3,9	2,2
D. Padrão	0,1	0,0	0,2	0,6	1,6

Tabela B-66 – Verão - Medição de Particulados – Jurídico 56

Fonte: Autor (2020)

Jurídico 58					
	C 0,3ug/m3	C 0,5ug/m3	C 1,0ug/m3	C 2,0ug/m3	C 5,0ug/m3
Mediana	2,0	0,9	2,4	6,8	6,2
Média	2,0	0,9	2,4	6,9	6,5
Máximo	2,1	1,0	2,8	8,5	9,4
Mínimo	2,0	0,8	2,1	5,6	3,6
D. Padrão	0,0	0,0	0,2	0,9	1,8

Tabela B-67 – Verão - Medição de Particulados – Jurídico 58

Fonte: Autor (2020)

Jurídico 62					
	C 0,3ug/m3	C 0,5ug/m3	C 1,0ug/m3	C 2,0ug/m3	C 5,0ug/m3
Mediana	2,1	0,9	2,3	6,7	6,8
Média	2,1	0,9	2,4	6,9	7,0
Máximo	2,2	1,0	2,9	10,8	12,5
Mínimo	2,0	0,9	2,0	4,9	3,9
D. Padrão	0,0	0,0	0,2	1,3	2,1

Tabela B-68 – Verão - Medição de Particulados – Jurídico 62

Fonte: Autor (2020)

APÊNDICE C – DADOS TRATADOS DE CONFORTO TÉRMICO

A seguir seguem as tabelas dos dados coletados para as posições de trabalho. Sendo, va – Velocidade do Ar [m/s]; UR – Umidade Relativa [%]; ta – Temperatura do Ar [°C]; tg – Temperatura de Globo [°C]; tr – Temperatura Radiante [°C]; E – Esquerda; C – Centro; D – Direita; V – Valor. Além disso, a numeração que acompanha E; C e D representam a altura na qual houve a medição. Exemplo. E1,7 = O ponto foi medido à esquerda do usuário a 1,7 metros de altura, representando ele em uma possível situação em que ele esteja em pé. Os valores abaixo representam a mediana dos dados.

Dados tratados de conforto térmico–medição de inverno

POSIÇÃO - T1 1																
VARIÁVEL	E1,7	E1,1	E0,6	E0,1	C1,7	C1,1	C0,6	C0,1	D1,7	D1,1	D0,6	D0,1	Emédio	Cmédio	Dmédio	Vmédio
va [m/s]	0,11	0,05	0,11	0,04	0,07	0,05	0,05	0,05	0,04	0,05	0,07	0,09	0,08	0,06	0,06	0,07
UR [%]	52,4	51,0	51,5	52,4	52,0	51,2	51,4	51,8	51,6	50,9	51,4	52,1	51,8	51,6	51,5	51,6
ta [oC]	25,0	25,4	24,9	24,7	25,2	25,3	24,8	24,6	25,4	25,3	24,8	24,4	25,0	25,0	25,0	25,0
tg [oC]	25,3	25,4	25,2	24,9	25,3	25,4	25,1	24,9	25,4	25,3	25,0	24,9	25,2	25,2	25,1	25,2
tr [oC]	25,4	25,4	25,3	25,0	25,4	25,4	25,2	25,0	25,4	25,2	25,1	25,1	25,3	25,3	25,2	25,3

Tabela C-1 – Inverno - Variáveis Ambientais de Conforto Térmico, Posição T1-1

Fonte: Autor (2020)

POSIÇÃO - T1 3																
VARIÁVEL	E1,7	E1,1	E0,6	E0,1	C1,7	C1,1	C0,6	C0,1	D1,7	D1,1	D0,6	D0,1	Emédio	Cmédio	Dmédio	Vmédio
va [m/s]	0,10	0,04	0,05	0,12	0,05	0,04	0,04	0,14	0,06	0,08	0,06	0,11	0,08	0,07	0,08	0,07
UR [%]	50,9	48,6	48,6	49,7	49,3	48,5	48,6	50,4	48,4	47,8	48,0	50,9	49,4	49,2	48,8	49,1
ta [oC]	24,9	25,6	25,2	24,7	25,5	25,6	25,2	24,3	25,8	25,8	25,4	24,1	25,1	25,2	25,3	25,2
tg [oC]	25,0	25,3	25,4	25,4	25,2	25,4	25,4	25,3	25,2	25,4	25,4	25,3	25,3	25,3	25,3	25,3
tr [oC]	25,1	25,2	25,4	25,7	25,0	25,3	25,4	26,1	25,0	25,1	25,4	26,0	25,4	25,4	25,4	25,4

Tabela C-2 - Inverno - Desconforto Térmico Localizado, Posição T1-3

Fonte: Autor (2020)

POSIÇÃO - T1 5																
VARIÁVEL	E1,7	E1,1	E0,6	E0,1	C1,7	C1,1	C0,6	C0,1	D1,7	D1,1	D0,6	D0,1	Emédio	Cmédio	Dmédio	Vmédio
va [m/s]	0,06	0,07	0,09	0,06	0,04	0,05	0,04	0,06	0,05	0,04	0,15	0,05	0,07	0,05	0,07	0,06
UR [%]	50,6	49,4	49,3	51,4	50,1	49,2	50,2	51,2	49,6	49,3	50,8	51,5	50,2	50,2	50,3	50,2
ta [oC]	24,1	24,5	24,4	23,7	24,4	24,5	24,2	23,7	24,4	24,5	23,9	23,6	24,2	24,2	24,1	24,1
tg [oC]	25,0	24,8	24,7	24,7	24,9	24,8	24,7	24,7	24,8	24,8	24,7	24,7	24,8	24,7	24,7	24,7
tr [oC]	25,4	24,9	24,9	25,1	25,1	24,9	24,9	25,1	25,0	24,8	25,3	25,1	25,1	25,0	25,0	25,0

Tabela C-3 - Inverno - Desconforto Térmico Localizado, Posição T1-5

Fonte: Autor (2020)

POSIÇÃO - Operações 7																
VARIÁVEL	E1,7	E1,1	E0,6	E0,1	C1,7	C1,1	C0,6	C0,1	D1,7	D1,1	D0,6	D0,1	Emédio	Cmédio	Dmédio	Vmédio
va [m/s]	0,05	0,04	0,08	0,04	0,06	0,04	0,11	0,05	0,08	0,04	0,05	0,13	0,05	0,06	0,07	0,06
UR [%]	51,7	50,5	50,6	51,2	51,1	50,6	51,0	51,6	50,8	50,5	51,4	52,0	51,0	51,1	51,2	51,1
ta [oC]	23,8	24,1	23,7	23,6	23,9	24,1	23,5	23,4	24,0	24,1	23,6	23,1	23,8	23,7	23,7	23,7
tg [oC]	24,4	24,0	23,6	23,5	24,3	23,9	23,6	23,5	24,2	23,8	23,6	23,5	23,9	23,8	23,7	23,8
tr [oC]	24,7	24,0	23,6	23,5	24,4	23,8	23,6	23,5	24,2	23,7	23,6	23,7	23,9	23,9	23,8	23,9

Tabela C-4 - Inverno - Desconforto Térmico Localizado, Posição Operações-7

Fonte: Autor (2020)

POSIÇÃO - Operações 9																
VARIÁVEL	E1,7	E1,1	E0,6	E0,1	C1,7	C1,1	C0,6	C0,1	D1,7	D1,1	D0,6	D0,1	Emédio	Cmédio	Dmédio	Vmédio
va [m/s]	0,04	0,05	0,05	0,06	0,07	0,09	0,04	0,06	0,05	0,05	0,05	0,04	0,05	0,07	0,05	0,05
UR [%]	51,3	49,7	49,5	50,0	50,3	49,3	49,7	50,7	49,7	49,5	49,6	50,9	50,1	50,0	49,9	50,0
ta [oC]	23,6	24,2	24,0	23,8	23,9	24,1	24,0	23,6	24,1	24,1	23,9	23,4	23,9	23,9	23,9	23,9
tg [oC]	23,5	23,7	23,8	23,8	23,6	23,7	23,8	23,8	23,7	23,8	23,8	23,8	23,7	23,7	23,8	23,7
tr [oC]	23,5	23,5	23,7	23,8	23,4	23,5	23,7	23,9	23,5	23,6	23,7	24,0	23,6	23,6	23,7	23,7

Tabela C-5 - Inverno - Desconforto Térmico Localizado, Posição Operações-9

Fonte: Autor (2020)

POSIÇÃO - Operações 11																
VARIÁVEL	E1,7	E1,1	E0,6	E0,1	C1,7	C1,1	C0,6	C0,1	D1,7	D1,1	D0,6	D0,1	Emédio	Cmédio	Dmédio	Vmédio
va [m/s]	0,05	0,10	0,10	0,07	0,04	0,07	0,05	0,13	0,04	0,05	0,11	0,15	0,08	0,07	0,09	0,08
UR [%]	50,2	48,5	48,4	48,7	49,4	48,5	48,4	49,2	48,9	48,3	48,1	49,1	48,9	48,9	48,6	48,8
ta [oC]	23,9	24,6	24,5	24,3	24,2	24,5	24,3	23,9	24,5	24,5	24,4	23,9	24,3	24,2	24,3	24,3
tg [oC]	23,9	24,1	24,2	24,3	23,9	24,1	24,2	24,3	24,0	24,2	24,3	24,3	24,1	24,2	24,2	24,1
tr [oC]	23,9	23,8	24,1	24,3	23,8	24,0	24,2	24,6	23,8	24,0	24,2	24,6	24,0	24,2	24,1	24,1

Tabela C-6 - Inverno - Desconforto Térmico Localizado, Posição Operações-11

Fonte: Autor (2020)

POSIÇÃO - Operações 12																
VARIÁVEL	E1,7	E1,1	E0,6	E0,1	C1,7	C1,1	C0,6	C0,1	D1,7	D1,1	D0,6	D0,1	Emédio	Cmédio	Dmédio	Vmédio
va [m/s]	0,06	0,04	0,04	0,09	0,04	0,07	0,07	0,04	0,07	0,06	0,08	0,06	0,06	0,06	0,07	0,06
UR [%]	49,6	48,8	49,1	49,6	49,2	48,7	49,0	49,6	48,9	48,7	49,2	49,7	49,3	49,1	49,1	49,2
ta [oC]	23,9	24,1	24,0	23,7	24,0	24,1	23,9	23,6	24,1	24,1	23,8	23,6	23,9	23,9	23,9	23,9
tg [oC]	24,2	24,1	24,0	24,1	24,1	24,1	24,0	24,1	24,1	24,1	24,1	24,1	24,1	24,1	24,1	24,1
tr [oC]	24,3	24,1	24,1	24,3	24,2	24,1	24,1	24,3	24,1	24,1	24,2	24,3	24,2	24,2	24,2	24,2

Tabela C-7 - Inverno - Desconforto Térmico Localizado, Posição Operações-12

Fonte: Autor (2020)

POSIÇÃO - Operações 14																
VARIÁVEL	E1,7	E1,1	E0,6	E0,1	C1,7	C1,1	C0,6	C0,1	D1,7	D1,1	D0,6	D0,1	Emédio	Cmédio	Dmédio	Vmédio
va [m/s]	0,04	0,07	0,05	0,06	0,05	0,04	0,04	0,06	0,04	0,04	0,04	0,04	0,06	0,05	0,04	0,05
UR [%]	50,0	48,5	48,4	48,8	49,5	48,5	48,5	49,4	49,3	48,5	49,2	49,5	48,9	49,0	49,1	49,0
ta [oC]	23,4	23,8	23,9	23,5	23,6	23,9	23,8	23,3	23,8	24,0	23,7	23,3	23,6	23,7	23,7	23,7
tg [oC]	22,7	23,1	23,4	23,6	22,9	23,2	23,5	23,7	23,0	23,3	23,5	23,7	23,2	23,3	23,4	23,3
tr [oC]	22,5	22,8	23,3	23,7	22,5	23,0	23,4	23,8	22,7	23,1	23,5	23,8	23,1	23,2	23,3	23,2

Tabela C-8 - Inverno - Desconforto Térmico Localizado, Posição Operações-14

Fonte: Autor (2020)

POSIÇÃO - RH/Contabilidade 18																
VARIÁVEL	E1,7	E1,1	E0,6	E0,1	C1,7	C1,1	C0,6	C0,1	D1,7	D1,1	D0,6	D0,1	Emédio	Cmédio	Dmédio	Vmédio
va [m/s]	0,04	0,04	0,09	0,10	0,03	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,03	0,07	0,07	0,04	0,05	0,05
UR [%]	50,3	49,1	49,0	49,6	49,9	48,9	49,4	50,0	49,4	48,9	49,5	50,4	49,5	49,5	49,6	49,5
ta [oC]	23,3	23,7	23,5	23,3	23,4	23,8	23,5	23,2	23,6	23,8	23,5	23,0	23,4	23,5	23,5	23,4
tg [oC]	23,6	23,5	23,5	23,4	23,6	23,5	23,5	23,5	23,6	23,5	23,4	23,5	23,5	23,5	23,5	23,5
tr [oC]	23,8	23,5	23,5	23,5	23,6	23,4	23,5	23,6	23,6	23,4	23,4	23,7	23,6	23,5	23,5	23,5

Tabela C-9 - Inverno - Desconforto Térmico Localizado, Posição RH/Contabilidade-18

Fonte: Autor (2020)

POSIÇÃO - RH/Contabilidade 20																
VARIÁVEL	E1,7	E1,1	E0,6	E0,1	C1,7	C1,1	C0,6	C0,1	D1,7	D1,1	D0,6	D0,1	Emédio	Cmédio	Dmédio	Vmédio
va [m/s]	0,04	0,04	0,05	0,05	0,04	0,03	0,04	0,05	0,04	0,06	0,04	0,04	0,05	0,04	0,05	0,04
UR [%]	49,9	47,9	47,7	48,3	49,1	47,8	48,1	48,9	48,4	47,6	48,1	49,0	48,5	48,5	48,3	48,4
ta [oC]	23,5	24,2	24,1	23,9	23,8	24,3	24,0	23,6	24,1	24,3	24,1	23,5	23,9	23,9	24,0	23,9
tg [oC]	23,6	23,8	23,9	24,0	23,6	23,8	23,9	24,1	23,7	23,9	24,0	24,1	23,8	23,9	23,9	23,9
tr [oC]	23,6	23,6	23,8	24,1	23,5	23,7	23,9	24,2	23,6	23,7	23,9	24,3	23,8	23,8	23,9	23,8

Tabela C-10 - Inverno - Desconforto Térmico Localizado, Posição RH/Contabilidade-20

Fonte: Autor (2020)

POSIÇÃO - RH/Contabilidade 21																
VARIÁVEL	E1,7	E1,1	E0,6	E0,1	C1,7	C1,1	C0,6	C0,1	D1,7	D1,1	D0,6	D0,1	Emédio	Cmédio	Dmédio	Vmédio
va [m/s]	0,04	0,04	0,04	0,19	0,04	0,04	0,07	0,26	0,04	0,05	0,04	0,05	0,08	0,10	0,05	0,07
UR [%]	47,9	46,1	45,3	46,8	47,2	45,9	45,8	47,7	46,3	44,7	46,1	47,9	46,5	46,7	46,2	46,5
ta [oC]	24,3	24,9	24,9	24,1	24,6	24,9	24,8	23,7	24,9	25,3	24,7	23,7	24,6	24,5	24,7	24,6
tg [oC]	24,7	25,6	26,0	25,9	25,1	25,7	26,0	25,7	25,3	25,8	26,0	25,6	25,5	25,6	25,7	25,6
tr [oC]	24,9	25,8	26,3	27,4	25,2	26,0	26,6	27,9	25,5	26,0	26,5	26,3	26,1	26,4	26,1	26,2

Tabela C-11 - Inverno - Desconforto Térmico Localizado, Posição RH/Contabilidade-21

Fonte: Autor (2020)

POSIÇÃO - RH/Contabilidade 26																
VARIÁVEL	E1,7	E1,1	E0,6	E0,1	C1,7	C1,1	C0,6	C0,1	D1,7	D1,1	D0,6	D0,1	Emédio	Cmédio	Dmédio	Vmédio
va [m/s]	0,05	0,04	0,05	0,06	0,05	0,10	0,05	0,07	0,04	0,07	0,08	0,06	0,05	0,07	0,06	0,06
UR [%]	49,1	48,9	49,2	49,6	49,1	48,7	49,0	49,8	49,0	48,9	49,4	50,2	49,2	49,1	49,4	49,2
ta [oC]	23,6	23,6	23,4	23,1	23,6	23,6	23,3	22,9	23,5	23,5	23,2	22,7	23,4	23,4	23,2	23,3
tg [oC]	24,8	24,1	23,7	23,6	24,5	24,0	23,7	23,6	24,3	23,9	23,6	23,6	24,1	23,9	23,8	23,9
tr [oC]	25,3	24,3	23,9	23,9	24,9	24,2	23,8	23,9	24,6	24,1	23,9	23,9	24,3	24,2	24,1	24,2

Tabela C-12 - Inverno - Desconforto Térmico Localizado, Posição RH/Contabilidade-26

Fonte: Autor (2020)

POSIÇÃO - RH/Contabilidade 24																
VARIÁVEL	E1,7	E1,1	E0,6	E0,1	C1,7	C1,1	C0,6	C0,1	D1,7	D1,1	D0,6	D0,1	Emédio	Cmédio	Dmédio	Vmédio
va [m/s]	0,04	0,04	0,05	0,15	0,04	0,07	0,03	0,14	0,03	0,04	0,05	0,05	0,07	0,07	0,04	0,06
UR [%]	49,6	48,1	48,0	48,7	49,0	48,0	48,4	49,1	48,5	48,0	48,4	49,3	48,6	48,6	48,6	48,6
ta [oC]	23,3	23,9	23,8	23,4	23,6	23,9	23,7	23,2	23,8	24,0	23,7	23,2	23,6	23,6	23,7	23,6
tg [oC]	23,6	23,9	24,1	24,2	23,8	24,0	24,1	24,2	23,9	24,0	24,1	24,2	24,0	24,0	24,0	24,0
tr [oC]	23,8	24,0	24,2	24,7	23,8	24,0	24,2	24,8	23,9	24,0	24,3	24,5	24,1	24,2	24,2	24,2

Tabela C-13 - Inverno - Desconforto Térmico Localizado, Posição RH/Contabilidade-24

Fonte: Autor (2020)

POSIÇÃO - Financeiro/Fiscal 27																
VARIÁVEL	E1,7	E1,1	E0,6	E0,1	C1,7	C1,1	C0,6	C0,1	D1,7	D1,1	D0,6	D0,1	Emédio	Cmédio	Dmédio	Vmédio
va [m/s]	0,04	0,07	0,07	0,07	0,03	0,09	0,05	0,05	0,04	0,06	0,11	0,05	0,06	0,06	0,07	0,06
UR [%]	55,8	56,0	56,7	56,9	56,0	56,3	56,8	57,0	56,0	56,4	56,9	57,0	56,3	56,5	56,6	56,5
ta [oC]	21,8	21,8	21,6	21,6	21,8	21,7	21,6	21,5	21,9	21,7	21,6	21,5	21,7	21,7	21,7	21,7
tg [oC]	21,8	21,8	21,8	21,8	21,8	21,8	21,8	21,8	21,8	21,8	21,8	21,8	21,8	21,8	21,8	21,8
tr [oC]	21,7	21,8	21,8	21,9	21,7	21,8	21,9	21,9	21,7	21,8	21,9	21,9	21,8	21,8	21,8	21,8

Tabela C-14 - Inverno - Desconforto Térmico Localizado, Posição Financeiro/Fiscal -27

Fonte: Autor (2020)

POSIÇÃO - Financeiro/Fiscal 29																
VARIÁVEL	E1,7	E1,1	E0,6	E0,1	C1,7	C1,1	C0,6	C0,1	D1,7	D1,1	D0,6	D0,1	Emédio	Cmédio	Dmédio	Vmédio
va [m/s]	0,06	0,06	0,06	0,07	0,05	0,07	0,09	0,05	0,04	0,08	0,10	0,06	0,06	0,06	0,07	0,06
UR [%]	57,3	56,8	56,7	57,3	56,8	56,7	56,9	57,4	56,9	56,6	57,2	57,5	57,0	57,0	57,1	57,0
ta [oC]	21,6	21,7	21,6	21,4	21,7	21,7	21,6	21,4	21,7	21,7	21,5	21,4	21,6	21,6	21,5	21,6
tg [oC]	21,8	21,8	21,8	21,7	21,8	21,8	21,8	21,7	21,8	21,8	21,8	21,7	21,8	21,8	21,8	21,8
tr [oC]	21,9	21,9	21,9	21,9	21,9	21,8	21,9	21,9	21,9	21,9	21,9	21,8	21,9	21,9	21,9	21,9

Tabela C-15 - Inverno - Desconforto Térmico Localizado, Posição Financeiro/Fiscal-29

Fonte: Autor (2020)

POSIÇÃO - Financeiro/Fiscal 31																
VARIÁVEL	E1,7	E1,1	E0,6	E0,1	C1,7	C1,1	C0,6	C0,1	D1,7	D1,1	D0,6	D0,1	Emédio	Cmédio	Dmédio	Vmédio
va [m/s]	0,09	0,09	0,05	0,06	0,10	0,04	0,11	0,10	0,04	0,05	0,12	0,08	0,07	0,09	0,07	0,08
UR [%]	58,2	57,8	57,4	58,9	58,1	57,3	57,3	59,0	57,9	57,2	58,3	59,9	58,1	57,9	58,4	58,1
ta [oC]	21,2	21,3	21,4	20,9	21,2	21,5	21,4	20,9	21,3	21,4	21,1	20,9	21,2	21,2	21,2	21,2
tg [oC]	21,6	21,3	21,1	21,1	21,5	21,2	21,1	21,1	21,4	21,2	21,1	21,1	21,3	21,2	21,2	21,2
tr [oC]	21,8	21,3	21,0	21,2	21,6	21,1	20,9	21,2	21,4	21,1	21,1	21,2	21,3	21,2	21,2	21,2

Tabela C-16 - Inverno - Desconforto Térmico Localizado, Posição Financeiro/Fiscal-31

Fonte: Autor (2020)

POSIÇÃO - Financeiro/Fiscal 33																
VARIÁVEL	E1,7	E1,1	E0,6	E0,1	C1,7	C1,1	C0,6	C0,1	D1,7	D1,1	D0,6	D0,1	Emédio	Cmédio	Dmédio	Vmédio
va [m/s]	0,04	0,05	0,04	0,04	0,04	0,04	0,03	0,04	0,05	0,05	0,03	0,05	0,04	0,04	0,05	0,04
UR [%]	60,7	59,3	58,1	56,7	60,4	59,2	58,0	56,5	59,9	58,5	57,3	56,4	58,7	58,5	58,1	58,4
ta [oC]	21,0	21,3	21,5	21,8	21,2	21,3	21,5	21,8	21,2	21,4	21,7	21,8	21,4	21,4	21,5	21,4
tg [oC]	21,2	21,4	21,6	21,7	21,3	21,5	21,6	21,8	21,4	21,5	21,7	21,9	21,5	21,5	21,6	21,5
tr [oC]	21,2	21,5	21,6	21,7	21,3	21,6	21,6	21,8	21,4	21,6	21,7	21,9	21,5	21,6	21,6	21,6

Tabela C-17 - Inverno - Desconforto Térmico Localizado, Posição Financeiro/Fiscal-33

Fonte: Autor (2020)

POSIÇÃO - Financeiro/Fiscal 35																
VARIÁVEL	E1,7	E1,1	E0,6	E0,1	C1,7	C1,1	C0,6	C0,1	D1,7	D1,1	D0,6	D0,1	Emédio	Cmédio	Dmédio	Vmédio
va [m/s]	0,04	0,04	0,04	0,04	0,03	0,04	0,03	0,04	0,04	0,04	0,03	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04
UR [%]	56,3	55,2	54,8	54,6	56,0	54,9	54,7	54,6	55,8	54,6	54,6	54,8	55,2	55,1	55,0	55,1
ta [oC]	22,0	22,4	22,4	22,4	22,1	22,5	22,4	22,4	22,2	22,5	22,4	22,3	22,3	22,3	22,4	22,3
tg [oC]	22,0	22,2	22,4	22,5	22,1	22,3	22,5	22,5	22,1	22,4	22,5	22,6	22,3	22,3	22,4	22,3
tr [oC]	22,0	22,2	22,4	22,6	22,1	22,3	22,5	22,6	22,1	22,3	22,5	22,7	22,3	22,3	22,4	22,3

Tabela C-18 - Inverno - Desconforto Térmico Localizado, Posição Financeiro/Fiscal-35

Fonte: Autor (2020)

POSIÇÃO - Assistente Diretoria 37																
VARIÁVEL	E1,7	E1,1	E0,6	E0,1	C1,7	C1,1	C0,6	C0,1	D1,7	D1,1	D0,6	D0,1	Emédio	Cmédio	Dmédio	Vmédio
va [m/s]	0,04	0,05	0,07	0,07	0,04	0,04	0,04	0,05	0,04	0,04	0,08	0,05	0,06	0,04	0,05	0,05
UR [%]	55,0	54,1	54,0	54,6	54,5	53,8	53,9	55,2	54,3	54,0	54,3	55,6	54,4	54,3	54,5	54,4
ta [oC]	22,3	22,6	22,7	22,6	22,5	22,7	22,7	22,5	22,6	22,8	22,7	22,6	22,6	22,6	22,6	22,6
tg [oC]	22,5	22,5	22,6	22,7	22,5	22,5	22,6	22,7	22,5	22,5	22,6	22,7	22,6	22,6	22,6	22,6
tr [oC]	22,6	22,5	22,5	22,7	22,5	22,5	22,5	22,7	22,5	22,4	22,6	22,8	22,6	22,6	22,6	22,6

Tabela C-19 - Inverno - Desconforto Térmico Localizado, Posição Assistente Diretoria-37

Fonte: Autor (2020)

POSIÇÃO - Diretoria 40																
VARIÁVEL	E1,7	E1,1	E0,6	E0,1	C1,7	C1,1	C0,6	C0,1	D1,7	D1,1	D0,6	D0,1	Emédio	Cmédio	Dmédio	Vmédio
va [m/s]	0,04	0,04	0,04	0,11	0,04	0,04	0,04	0,05	0,04	0,04	0,04	0,04	0,06	0,04	0,04	0,05
UR [%]	55,3	55,1	56,1	56,5	55,4	55,5	56,1	56,6	55,1	55,6	55,9	56,8	55,8	55,9	55,8	55,8
ta [oC]	22,6	22,7	22,7	22,7	22,7	22,7	22,7	22,6	22,7	22,7	22,7	22,5	22,7	22,7	22,7	22,7
tg [oC]	22,7	22,7	22,7	22,8	22,7	22,8	22,7	22,8	22,7	22,8	22,8	22,8	22,7	22,7	22,8	22,8
tr [oC]	22,8	22,7	22,7	22,9	22,7	22,8	22,8	22,9	22,7	22,8	22,8	22,9	22,8	22,8	22,8	22,8

Tabela C-20 - Inverno - Desconforto Térmico Localizado, Posição Diretoria-40

Fonte: Autor (2020)

POSIÇÃO - Investimento 44																
VARIÁVEL	E1,7	E1,1	E0,6	E0,1	C1,7	C1,1	C0,6	C0,1	D1,7	D1,1	D0,6	D0,1	Emédio	Cmédio	Dmédio	Vmédio
va [m/s]	0,04	0,05	0,04	0,04	0,04	0,05	0,04	0,08	0,04	0,04	0,04	0,06	0,04	0,05	0,05	0,05
UR [%]	58,5	57,8	57,6	57,7	58,1	57,7	57,6	58,0	57,8	57,6	57,6	58,0	57,9	57,8	57,8	57,8
ta [oC]	22,3	22,6	22,6	22,5	22,4	22,6	22,6	22,5	22,5	22,6	22,6	22,5	22,5	22,5	22,5	22,5
tg [oC]	22,3	22,4	22,5	22,6	22,4	22,5	22,6	22,6	22,4	22,5	22,6	22,6	22,5	22,5	22,5	22,5
tr [oC]	22,3	22,4	22,5	22,6	22,4	22,4	22,5	22,7	22,3	22,5	22,6	22,7	22,5	22,5	22,5	22,5

Tabela C-21 - Inverno - Desconforto Térmico Localizado, Posição Investimento-44

Fonte: Autor (2020)

POSIÇÃO - Investimento 46																
VARIÁVEL	E1,7	E1,1	E0,6	E0,1	C1,7	C1,1	C0,6	C0,1	D1,7	D1,1	D0,6	D0,1	Emédio	Cmédio	Dmédio	Vmédio
va [m/s]	0,06	0,05	0,04	0,04	0,04	0,05	0,07	0,04	0,04	0,04	0,07	0,07	0,05	0,05	0,06	0,05
UR [%]	57,4	56,9	56,5	56,5	57,0	56,6	56,5	56,5	57,0	56,6	56,4	56,8	56,8	56,6	56,7	56,7
ta [oC]	22,7	22,9	23,0	22,9	22,8	23,0	22,9	22,8	22,9	23,0	22,9	22,8	22,9	22,9	22,9	22,9
tg [oC]	22,7	22,8	22,9	23,1	22,7	22,9	23,0	23,1	22,7	22,9	23,0	23,1	22,9	22,9	22,9	22,9
tr [oC]	22,6	22,8	22,9	23,1	22,7	22,9	23,1	23,2	22,7	22,9	23,1	23,3	22,9	22,9	23,0	22,9

Tabela C-22 - Inverno - Desconforto Térmico Localizado, Posição Investimento -46

Fonte: Autor (2020)

POSIÇÃO - Investimento 52																
VARIÁVEL	E1,7	E1,1	E0,6	E0,1	C1,7	C1,1	C0,6	C0,1	D1,7	D1,1	D0,6	D0,1	Emédio	Cmédio	Dmédio	Vmédio
va [m/s]	0,04	0,04	0,04	0,04	0,05	0,05	0,04	0,07	0,04	0,05	0,06	0,04	0,04	0,05	0,05	0,05
UR [%]	57,4	57,4	57,2	57,3	57,4	57,3	57,4	57,3	57,4	57,3	57,5	57,5	57,3	57,3	57,4	57,4
ta [oC]	22,6	22,6	22,5	22,4	22,7	22,6	22,5	22,4	22,7	22,6	22,5	22,3	22,6	22,5	22,5	22,5
tg [oC]	23,0	22,8	22,8	22,7	22,9	22,8	22,8	22,7	22,9	22,8	22,7	22,7	22,8	22,8	22,8	22,8
tr [oC]	23,1	22,9	22,8	22,8	23,0	22,9	22,8	22,8	23,0	22,9	22,8	22,8	22,9	22,9	22,9	22,9

Tabela C-23 - Inverno - Desconforto Térmico Localizado, Posição Investimento -52

Fonte: Autor (2020)

POSIÇÃO - Investimento 50																
VARIÁVEL	E1,7	E1,1	E0,6	E0,1	C1,7	C1,1	C0,6	C0,1	D1,7	D1,1	D0,6	D0,1	Emédio	Cmédio	Dmédio	Vmédio
va [m/s]	0,04	0,04	0,04	0,08	0,04	0,04	0,04	0,07	0,04	0,04	0,04	0,04	0,05	0,05	0,04	0,05
UR [%]	57,3	56,9	56,9	57,3	57,2	56,9	57,1	57,6	57,1	56,8	57,1	57,8	57,1	57,2	57,2	57,2
ta [oC]	22,4	22,6	22,7	22,6	22,5	22,6	22,7	22,6	22,6	22,7	22,7	22,6	22,6	22,6	22,6	22,6
tg [oC]	22,7	22,8	22,8	22,8	22,7	22,7	22,8	22,8	22,7	22,7	22,8	22,8	22,7	22,8	22,8	22,8
tr [oC]	22,8	22,8	22,8	22,8	22,8	22,8	22,8	22,9	22,7	22,7	22,8	22,9	22,8	22,8	22,8	22,8

Tabela C-24 - Desconforto Térmico Localizado, Posição Investimento -50

Fonte: Autor (2020)

POSIÇÃO - Investimento 48																
VARIÁVEL	E1,7	E1,1	E0,6	E0,1	C1,7	C1,1	C0,6	C0,1	D1,7	D1,1	D0,6	D0,1	Emédio	Cmédio	Dmédio	Vmédio
va [m/s]	0,04	0,04	0,04	0,06	0,04	0,04	0,04	0,05	0,04	0,05	0,04	0,05	0,05	0,04	0,05	0,04
UR [%]	57,6	57,5	57,9	58,4	57,8	57,9	58,1	58,7	57,8	57,8	58,3	58,9	57,9	58,1	58,2	58,0
ta [oC]	22,6	22,8	22,9	22,8	22,7	22,8	22,9	22,8	22,9	22,9	22,9	22,8	22,8	22,8	22,8	22,8
tg [oC]	22,9	22,9	23,0	23,0	22,9	22,9	23,0	23,0	22,9	22,9	23,0	23,0	23,0	23,0	23,0	23,0
tr [oC]	22,9	23,0	23,0	23,1	22,9	23,0	23,0	23,1	22,9	23,0	23,1	23,2	23,0	23,0	23,0	23,0

Tabela C-25 - Inverno - Desconforto Térmico Localizado, Posição Investimento -48

Fonte: Autor (2020)

POSIÇÃO - Jurídico 56																
VARIÁVEL	E1,7	E1,1	E0,6	E0,1	C1,7	C1,1	C0,6	C0,1	D1,7	D1,1	D0,6	D0,1	Emédio	Cmédio	Dmédio	Vmédio
va [m/s]	0,09	0,05	0,07	0,13	0,08	0,08	0,05	0,06	0,05	0,07	0,04	0,11	0,09	0,07	0,07	0,07
UR [%]	60,1	60,5	60,4	60,3	60,3	60,2	60,4	60,6	60,2	60,2	60,4	60,8	60,3	60,4	60,4	60,4
ta [oC]	22,7	22,6	22,5	22,3	22,6	22,6	22,4	22,2	22,7	22,6	22,4	22,2	22,5	22,5	22,5	22,5
tg [oC]	23,0	22,8	22,8	22,8	22,9	22,8	22,8	22,8	22,9	22,8	22,8	22,8	22,8	22,8	22,8	22,8
tr [oC]	23,2	22,9	23,0	23,1	23,0	22,9	22,9	23,0	22,9	22,9	22,9	23,2	23,0	23,0	23,0	23,0

Tabela C-26 - Inverno - Desconforto Térmico Localizado, Posição Jurídico-56

Fonte: Autor (2020)

POSIÇÃO - Jurídico 55																
VARIÁVEL	E1,7	E1,1	E0,6	E0,1	C1,7	C1,1	C0,6	C0,1	D1,7	D1,1	D0,6	D0,1	Emédio	Cmédio	Dmédio	Vmédio
va [m/s]	0,06	0,04	0,07	0,05	0,05	0,06	0,07	0,05	0,05	0,05	0,04	0,07	0,05	0,06	0,05	0,05
UR [%]	61,1	59,8	59,0	58,9	60,2	59,2	59,0	58,9	60,1	59,1	58,9	59,1	59,7	59,3	59,3	59,4
ta [oC]	22,4	22,7	22,8	22,7	22,6	22,8	22,8	22,6	22,7	22,8	22,8	22,6	22,7	22,7	22,7	22,7
tg [oC]	22,7	22,7	22,7	22,7	22,7	22,7	22,7	22,7	22,7	22,7	22,7	22,7	22,7	22,7	22,7	22,7
tr [oC]	22,9	22,7	22,6	22,7	22,8	22,6	22,6	22,7	22,7	22,6	22,6	22,7	22,7	22,7	22,7	22,7

Tabela C-27 - Inverno - Desconforto Térmico Localizado, Posição Jurídico -55

Fonte: Autor (2020)

POSIÇÃO - Jurídico 58																
VARIÁVEL	E1,7	E1,1	E0,6	E0,1	C1,7	C1,1	C0,6	C0,1	D1,7	D1,1	D0,6	D0,1	Emédio	Cmédio	Dmédio	Vmédio
va [m/s]	0,04	0,04	0,08	0,21	0,05	0,04	0,13	0,05	0,00	0,04	0,07	0,13	0,09	0,07	0,06	0,07
UR [%]	58,3	57,7	57,5	57,9	58,4	58,0	57,9	58,3	25,7	57,5	57,9	58,7	57,9	58,1	49,9	55,3
ta [oC]	22,4	22,3	22,1	21,7	22,4	22,3	22,0	21,5	22,3	22,3	22,0	21,4	22,1	22,0	22,0	22,1
tg [oC]	22,4	22,1	22,0	21,9	22,4	22,1	22,0	21,9	22,2	22,0	22,0	21,9	22,1	22,1	22,0	22,1
tr [oC]	22,4	22,0	21,9	22,2	22,3	22,0	22,0	22,1	22,2	21,9	21,9	22,2	22,2	22,1	22,1	22,1

Tabela C-28 - Inverno - Desconforto Térmico Localizado, Posição Jurídico -58

Fonte: Autor (2020)

POSIÇÃO - Jurídico 62																
VARIÁVEL	E1,7	E1,1	E0,6	E0,1	C1,7	C1,1	C0,6	C0,1	D1,7	D1,1	D0,6	D0,1	Emédio	Cmédio	Dmédio	Vmédio
va [m/s]	0,03	0,03	0,09	0,18	0,03	0,07	0,04	0,13	0,03	0,04	0,07	0,04	0,08	0,07	0,05	0,06
UR [%]	58,1	56,9	56,5	57,3	57,6	56,4	56,6	57,9	57,3	56,3	56,9	58,0	57,2	57,1	57,1	57,1
ta [oC]	21,9	22,2	22,2	21,9	22,0	22,3	22,2	21,9	22,1	22,3	22,1	21,9	22,1	22,1	22,1	22,1
tg [oC]	21,8	22,1	22,3	22,4	21,9	22,2	22,3	22,4	22,0	22,2	22,3	22,5	22,1	22,2	22,3	22,2
tr [oC]	21,8	22,1	22,3	22,7	21,9	22,1	22,4	22,8	21,9	22,2	22,4	22,7	22,2	22,3	22,3	22,3

Tabela C-29 - Inverno - Desconforto Térmico Localizado, Posição Jurídico -62

Fonte: Autor (2020)

Dados tratados de conforto térmico – medição de verão

POSIÇÃO - TI 2																
VARIÁVEL	E1,7	E1,1	E0,6	E0,1	C1,7	C1,1	C0,6	C0,1	D1,7	D1,1	D0,6	D0,1	Emédio	Cmédio	Dmédio	Vmédio
va [m/s]	0,06	0,13	0,12	0,30	0,04	0,09	0,11	0,15	0,05	0,07	0,04	0,11	0,15	0,10	0,07	0,11
UR [%]	49,7	49,1	50,0	51,3	49,5	49,4	50,1	52,0	49,5	49,6	50,0	52,0	50,0	50,3	50,3	50,2
ta [oC]	24,0	24,1	23,6	22,7	24,2	23,8	23,6	22,7	24,3	24,0	23,7	22,8	23,6	23,6	23,7	23,6
tg [oC]	23,5	23,9	24,1	24,1	23,6	24,0	24,1	24,1	23,8	24,0	24,1	24,1	23,9	24,0	24,0	23,9
tr [oC]	23,2	23,8	24,4	25,7	23,4	24,0	24,4	25,2	23,6	24,0	24,2	25,0	24,3	24,3	24,2	24,2

Tabela C-30 – Verão - Desconforto Térmico Localizado, Posição T1-2

Fonte: Autor (2020)

POSIÇÃO - TI 4																
VARIÁVEL	E1,7	E1,1	E0,6	E0,1	C1,7	C1,1	C0,6	C0,1	D1,7	D1,1	D0,6	D0,1	Emédio	Cmédio	Dmédio	Vmédio
va [m/s]	0,04	0,09	0,08	0,09	0,03	0,06	0,09	0,10	0,06	0,07	0,05	0,11	0,07	0,07	0,07	0,07
UR [%]	50,5	49,2	49,6	50,6	49,7	49,5	49,9	50,4	49,2	49,2	50,5	51,1	50,0	49,9	50,0	49,9
ta [oC]	23,6	23,9	23,9	23,6	23,9	23,9	23,8	23,4	24,0	24,0	23,6	23,2	23,7	23,7	23,7	23,7
tg [oC]	24,1	24,0	23,9	23,9	24,1	23,9	23,9	24,0	24,0	23,9	23,9	23,9	24,0	24,0	23,9	24,0
tr [oC]	24,2	24,0	23,9	24,1	24,1	23,9	24,0	24,3	24,0	23,9	24,0	24,5	24,1	24,1	24,1	24,1

Tabela C-31 - Verão - Desconforto Térmico Localizado, Posição T1-4

Fonte: Autor (2020)

POSIÇÃO - Operações 8																
VARIÁVEL	E1,7	E1,1	E0,6	E0,1	C1,7	C1,1	C0,6	C0,1	D1,7	D1,1	D0,6	D0,1	Emédio	Cmédio	Dmédio	Vmédio
va [m/s]	0,04	0,03	0,05	0,11	0,04	0,04	0,05	0,10	0,06	0,06	0,04	0,10	0,06	0,06	0,06	0,06
UR [%]	51,1	49,6	49,5	50,2	50,7	49,6	49,7	50,9	50,3	49,5	49,8	51,3	50,1	50,2	50,2	50,2
ta [oC]	23,5	24,0	24,0	23,6	23,7	24,0	23,9	23,4	23,9	24,0	23,9	23,3	23,8	23,8	23,8	23,8
tg [oC]	23,9	23,8	23,8	23,7	23,9	23,8	23,8	23,7	23,8	23,8	23,7	23,7	23,8	23,8	23,8	23,8
tr [oC]	24,1	23,7	23,7	23,8	23,9	23,7	23,7	23,9	23,8	23,7	23,7	24,0	23,8	23,8	23,8	23,8

Tabela C-32 - Verão - Desconforto Térmico Localizado, Posição Operações-8

Fonte: Autor (2020)

POSIÇÃO - Operações 10																
VARIÁVEL	E1,7	E1,1	E0,6	E0,1	C1,7	C1,1	C0,6	C0,1	D1,7	D1,1	D0,6	D0,1	Emédio	Cmédio	Dmédio	Vmédio
va [m/s]	0,04	0,04	0,06	0,06	0,03	0,05	0,05	0,12	0,03	0,05	0,04	0,15	0,05	0,06	0,07	0,06
UR [%]	51,1	49,5	49,6	50,1	50,4	49,8	49,8	49,9	50,1	49,0	49,7	50,3	50,1	49,9	49,8	49,9
ta [oC]	23,6	24,0	23,8	23,5	23,8	24,0	23,7	23,4	24,0	24,1	23,7	23,1	23,7	23,7	23,7	23,7
tg [oC]	23,7	23,7	23,6	23,6	23,7	23,7	23,6	23,6	23,7	23,6	23,6	23,6	23,7	23,6	23,6	23,6
tr [oC]	23,7	23,5	23,5	23,7	23,6	23,5	23,6	23,8	23,6	23,5	23,6	24,0	23,6	23,6	23,7	23,6

Tabela C-33 - Verão - Desconforto Térmico Localizado, Posição Operações-10

Fonte: Autor (2020)

POSIÇÃO - Operações 14																
VARIÁVEL	E1,7	E1,1	E0,6	E0,1	C1,7	C1,1	C0,6	C0,1	D1,7	D1,1	D0,6	D0,1	Emédio	Cmédio	Dmédio	Vmédio
va [m/s]	0,04	0,05	0,07	0,09	0,04	0,05	0,06	0,17	0,03	0,04	0,04	0,11	0,06	0,08	0,06	0,07
UR [%]	50,8	49,4	49,6	50,1	50,4	49,3	49,7	50,9	50,0	49,3	50,2	51,3	49,9	50,1	50,2	50,1
ta [oC]	23,2	23,6	23,4	23,1	23,5	23,6	23,4	22,7	23,6	23,6	23,2	22,6	23,3	23,3	23,2	23,3
tg [oC]	23,6	23,5	23,3	23,3	23,5	23,4	23,4	23,2	23,5	23,4	23,3	23,2	23,4	23,4	23,3	23,4
tr [oC]	23,7	23,4	23,3	23,4	23,5	23,3	23,4	23,7	23,4	23,3	23,3	23,6	23,4	23,5	23,4	23,4

Tabela C-34 - Verão - Desconforto Térmico Localizado, Posição Operações-14

Fonte: Autor (2020)

POSIÇÃO - Operações 16																
VARIÁVEL	E1,7	E1,1	E0,6	E0,1	C1,7	C1,1	C0,6	C0,1	D1,7	D1,1	D0,6	D0,1	Emédio	Cmédio	Dmédio	Vmédio
va [m/s]	0,04	0,03	0,06	0,09	0,05	0,03	0,04	0,09	0,07	0,04	0,04	0,04	0,05	0,05	0,05	0,05
UR [%]	50,7	50,3	50,5	51,9	50,7	50,1	50,9	52,6	50,5	50,3	51,3	53,0	50,9	51,1	51,3	51,1
ta [oC]	23,0	23,2	23,1	22,9	23,0	23,3	23,0	22,8	23,1	23,2	23,0	22,8	23,0	23,0	23,0	23,0
tg [oC]	23,1	23,2	23,2	23,2	23,1	23,2	23,3	23,2	23,2	23,2	23,2	23,2	23,2	23,2	23,2	23,2
tr [oC]	23,2	23,1	23,3	23,4	23,2	23,1	23,3	23,4	23,2	23,2	23,3	23,4	23,3	23,3	23,3	23,3

Tabela C-35 - Verão - Desconforto Térmico Localizado, Posição Operações-16

Fonte: Autor (2020)

POSIÇÃO - RH/Contabilidade 17																
VARIÁVEL	E1,7	E1,1	E0,6	E0,1	C1,7	C1,1	C0,6	C0,1	D1,7	D1,1	D0,6	D0,1	Emédio	Cmédio	Dmédio	Vmédio
va [m/s]	0,04	0,04	0,04	0,03	0,06	0,06	0,04	0,04	0,06	0,07	0,04	0,04	0,04	0,05	0,05	0,05
UR [%]	55,3	53,5	54,8	54,0	53,1	53,9	55,4	56,1	53,3	54,5	55,7	57,2	54,4	54,6	55,2	54,7
ta [oC]	23,0	23,4	23,5	23,3	23,1	23,4	23,4	23,3	23,3	23,4	23,4	23,2	23,3	23,3	23,3	23,3
tg [oC]	23,2	23,1	23,1	23,2	23,1	23,1	23,1	23,8	23,1	23,1	23,2	23,8	23,2	23,3	23,3	23,2
tr [oC]	23,2	23,0	23,0	23,2	23,1	22,9	23,0	23,9	23,1	22,9	23,1	23,9	23,1	23,3	23,3	23,2

Tabela C-36 - Verão - Desconforto Térmico Localizado, Posição RH/Contabilidade-17

Fonte: Autor (2020)

POSIÇÃO - RH/Contabilidade 20																
VARIÁVEL	E1,7	E1,1	E0,6	E0,1	C1,7	C1,1	C0,6	C0,1	D1,7	D1,1	D0,6	D0,1	Emédio	Cmédio	Dmédio	Vmédio
va [m/s]	0,04	0,03	0,04	0,04	0,04	0,03	0,03	0,04	0,04	0,00	0,03	0,03	0,04	0,04	0,02	0,03
UR [%]	59,9	59,3	59,1	55,7	59,5	59,7	59,6	55,5	59,2	0,0	59,7	54,7	58,5	58,6	43,4	53,5
ta [oC]	23,7	24,4	24,5	24,2	24,1	24,5	24,4	24,0	24,2	0,0	24,4	23,9	24,2	24,2	18,1	22,2
tg [oC]	23,8	23,8	23,9	24,0	23,8	23,9	23,9	24,0	23,8	0,0	24,0	24,1	23,9	23,9	18,0	21,9
tr [oC]	23,8	23,7	23,7	24,0	23,7	23,7	23,8	24,1	23,7	0,0	23,8	24,1	23,8	23,8	17,9	21,8

Tabela C-37 - Verão - Desconforto Térmico Localizado, Posição RH/Contabilidade-20

Fonte: Autor (2020)

POSIÇÃO - RH/Contabilidade 22																
VARIÁVEL	E1,7	E1,1	E0,6	E0,1	C1,7	C1,1	C0,6	C0,1	D1,7	D1,1	D0,6	D0,1	Emédio	Cmédio	Dmédio	Vmédio
va [m/s]	0,04	0,04	0,04	0,04	0,03	0,03	0,04	0,04	0,03	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04
UR [%]	60,1	58,3	58,9	57,0	58,9	58,1	58,8	57,6	58,7	58,2	60,1	58,3	58,6	58,3	58,8	58,6
ta [oC]	24,2	24,9	25,0	24,4	24,5	24,9	24,9	24,3	24,7	25,0	24,7	24,1	24,6	24,6	24,6	24,6
tg [oC]	24,1	24,3	24,5	24,5	24,2	24,4	24,5	24,5	24,2	24,4	24,5	24,6	24,4	24,4	24,4	24,4
tr [oC]	24,1	24,1	24,3	24,5	24,1	24,2	24,4	24,6	24,1	24,1	24,4	24,7	24,3	24,3	24,3	24,3

Tabela C-38 - Verão - Desconforto Térmico Localizado, Posição RH/Contabilidade-22

Fonte: Autor (2020)

POSIÇÃO - RH/Contabilidade 25																
VARIÁVEL	E1,7	E1,1	E0,6	E0,1	C1,7	C1,1	C0,6	C0,1	D1,7	D1,1	D0,6	D0,1	Emédio	Cmédio	Dmédio	Vmédio
va [m/s]	0,04	0,04	0,04	0,04	0,03	0,04	0,05	0,04	0,03	0,04	0,05	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04
UR [%]	63,4	62,2	62,8	60,1	62,7	62,6	63,9	60,6	62,3	63,0	64,1	61,5	62,1	62,5	62,7	62,4
ta [oC]	24,3	24,7	24,8	24,3	24,5	24,8	24,7	24,1	24,6	24,7	24,6	23,7	24,5	24,5	24,4	24,5
tg [oC]	24,5	24,4	24,3	24,3	24,5	24,4	24,3	24,3	24,4	24,3	24,3	24,3	24,4	24,4	24,3	24,4
tr [oC]	24,6	24,3	24,2	24,3	24,5	24,2	24,2	24,4	24,4	24,2	24,2	24,5	24,4	24,3	24,3	24,3

Tabela C-39 - Verão - Desconforto Térmico Localizado, Posição RH/Contabilidade-25

Fonte: Autor (2020)

POSIÇÃO - Financeiro/Fiscal 31																
VARIÁVEL	E1,7	E1,1	E0,6	E0,1	C1,7	C1,1	C0,6	C0,1	D1,7	D1,1	D0,6	D0,1	Emédio	Cmédio	Dmédio	Vmédio
va [m/s]	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04
UR [%]	66,5	63,6	64,7	63,3	66,0	64,2	64,9	62,4	65,1	64,9	64,5	62,6	64,5	64,4	64,3	64,4
ta [oC]	24,4	24,9	24,8	24,6	24,7	24,8	24,8	24,5	24,9	24,8	24,8	24,4	24,7	24,7	24,7	24,7
tg [oC]	24,3	24,4	24,5	24,6	24,3	24,4	24,5	24,6	24,4	24,5	24,6	24,6	24,4	24,5	24,5	24,5
tr [oC]	24,2	24,2	24,4	24,6	24,1	24,3	24,5	24,7	24,2	24,4	24,5	24,7	24,4	24,4	24,4	24,4

Tabela C-40 - Verão - Desconforto Térmico Localizado, Posição Financeiro/Fiscal -31

Fonte: Autor (2020)

POSIÇÃO - Financeiro/Fiscal 36																
VARIÁVEL	E1,7	E1,1	E0,6	E0,1	C1,7	C1,1	C0,6	C0,1	D1,7	D1,1	D0,6	D0,1	Emédio	Cmédio	Dmédio	Vmédio
va [m/s]	0,04	0,04	0,05	0,04	0,08	0,05	0,05	0,04	0,07	0,04	0,05	0,09	0,04	0,06	0,06	0,05
UR [%]	65,2	62,8	61,1	59,6	64,3	62,8	61,7	59,9	64,0	61,3	61,5	58,8	62,2	62,2	61,4	61,9
ta [oC]	24,9	25,5	25,6	25,0	25,2	25,5	25,1	24,8	25,5	25,7	25,2	24,2	25,3	25,1	25,1	25,2
tg [oC]	24,7	25,0	25,1	25,0	24,8	25,0	25,1	25,0	24,9	25,0	25,1	24,9	25,0	25,0	25,0	25,0
tr [oC]	24,7	24,8	24,9	25,0	24,6	24,8	25,1	25,1	24,6	24,8	25,1	25,2	24,8	24,9	24,9	24,9

Tabela C-41 - Verão - Desconforto Térmico Localizado, Posição Financeiro/Fiscal-36

Fonte: Autor (2020)

POSIÇÃO - Financeiro/Fiscal 29																
VARIÁVEL	E1,7	E1,1	E0,6	E0,1	C1,7	C1,1	C0,6	C0,1	D1,7	D1,1	D0,6	D0,1	Emédio	Cmédio	Dmédio	Vmédio
va [m/s]	0,04	0,04	0,06	0,04	0,04	0,05	0,04	0,07	0,05	0,04	0,04	0,04	0,04	0,05	0,04	0,04
UR [%]	58,5	56,5	57,0	55,9	57,5	56,0	56,0	57,6	57,6	55,3	56,8	57,8	57,0	56,8	56,9	56,9
ta [oC]	24,1	24,4	24,3	23,9	24,2	24,4	24,2	23,7	24,3	24,4	24,1	23,7	24,2	24,1	24,1	24,1
tg [oC]	24,8	24,5	24,3	24,2	24,7	24,4	24,3	24,2	24,6	24,4	24,2	24,2	24,4	24,4	24,3	24,4
tr [oC]	25,0	24,5	24,3	24,3	24,9	24,4	24,3	24,5	24,7	24,3	24,3	24,4	24,5	24,5	24,4	24,5

Tabela C-42 - Verão - Desconforto Térmico Localizado, Posição Financeiro/Fiscal-29

Fonte: Autor (2020)

POSIÇÃO - Financeiro/Fiscal 32																
VARIÁVEL	E1,7	E1,1	E0,6	E0,1	C1,7	C1,1	C0,6	C0,1	D1,7	D1,1	D0,6	D0,1	Emédio	Cmédio	Dmédio	Vmédio
va [m/s]	0,04	0,04	0,04	0,09	0,04	0,04	0,04	0,14	0,00	0,04	0,09	0,05	0,05	0,07	0,05	0,05
UR [%]	24,5	52,3	52,3	53,4	24,6	52,5	52,4	53,5	20,8	52,3	52,6	57,0	45,6	45,7	45,7	45,7
ta [oC]	23,9	24,7	24,5	24,2	24,3	24,6	24,5	24,0	24,6	24,7	24,4	21,5	24,3	24,4	23,8	24,2
tg [oC]	24,2	24,4	24,6	24,7	24,2	24,5	24,7	24,8	24,3	24,5	24,7	21,8	24,5	24,6	23,8	24,3
tr [oC]	24,3	24,3	24,6	25,1	24,2	24,4	24,7	25,3	24,3	24,5	24,9	21,9	24,6	24,7	23,9	24,4

Tabela C-43 - Verão - Desconforto Térmico Localizado, Posição Financeiro/Fiscal-32

Fonte: Autor (2020)

POSIÇÃO - Assistente de Diretoria 38																
VARIÁVEL	E1,7	E1,1	E0,6	E0,1	C1,7	C1,1	C0,6	C0,1	D1,7	D1,1	D0,6	D0,1	Emédio	Cmédio	Dmédio	Vmédio
va [m/s]	0,04	0,03	0,03	0,03	0,04	0,03	0,05	0,12	0,04	0,04	0,07	0,05	0,03	0,06	0,05	0,05
UR [%]	52,0	51,0	51,4	51,6	51,3	50,9	51,4	52,0	51,1	51,0	51,6	52,2	51,5	51,4	51,5	51,5
ta [oC]	23,8	24,1	24,0	23,9	24,0	24,2	24,0	23,7	24,1	24,2	24,0	23,7	23,9	24,0	24,0	24,0
tg [oC]	23,7	24,0	24,1	24,3	23,8	24,1	24,1	24,3	23,9	24,1	24,2	24,3	24,0	24,1	24,1	24,1
tr [oC]	23,7	23,9	24,2	24,4	23,8	24,0	24,2	24,6	23,8	24,1	24,3	24,6	24,1	24,1	24,2	24,1

Tabela C-44 - Verão - Desconforto Térmico Localizado, Posição Assistente Diretoria-38

Fonte: Autor (2020)

POSIÇÃO - Diretoria 40																
VARIÁVEL	E1,7	E1,1	E0,6	E0,1	C1,7	C1,1	C0,6	C0,1	D1,7	D1,1	D0,6	D0,1	Emédio	Cmédio	Dmédio	Vmédio
va [m/s]	0,03	0,03	0,05	0,05	0,03	0,05	0,04	0,04	0,03	0,03	0,04	0,05	0,04	0,04	0,04	0,04
UR [%]	51,7	51,0	51,3	51,6	51,4	51,0	51,4	51,8	51,2	51,0	51,5	51,9	51,4	51,4	51,4	51,4
ta [oC]	23,8	24,1	24,0	23,9	23,9	24,1	24,0	23,8	24,1	24,2	24,0	23,8	24,0	24,0	24,0	24,0
tg [oC]	24,3	24,3	24,2	24,2	24,3	24,2	24,2	24,2	24,3	24,2	24,2	24,2	24,2	24,2	24,2	24,2
tr [oC]	24,5	24,3	24,3	24,3	24,4	24,3	24,3	24,3	24,4	24,2	24,3	24,3	24,3	24,3	24,3	24,3

Tabela C-45 - Verão - Desconforto Térmico Localizado, Posição Diretoria-40

Fonte: Autor (2020)

POSIÇÃO - Investimento 43																
VARIÁVEL	E1,7	E1,1	E0,6	E0,1	C1,7	C1,1	C0,6	C0,1	D1,7	D1,1	D0,6	D0,1	Emédio	Cmédio	Dmédio	Vmédio
va [m/s]	0,04	0,06	0,04	0,10	0,04	0,04	0,04	0,06	0,08	0,04	0,06	0,08	0,06	0,05	0,07	0,06
UR [%]	53,9	53,7	53,2	53,6	53,7	53,6	53,2	53,9	53,9	53,3	53,3	53,8	53,6	53,6	53,6	53,6
ta [oC]	23,8	23,8	23,7	23,4	23,8	23,8	23,7	23,2	23,8	23,8	23,6	23,1	23,7	23,6	23,6	23,6
tg [oC]	23,3	23,4	23,4	23,5	23,3	23,3	23,4	23,4	23,3	23,3	23,5	23,4	23,4	23,4	23,4	23,4
tr [oC]	23,2	23,1	23,3	23,5	23,2	23,2	23,3	23,5	23,1	23,2	23,4	23,6	23,3	23,3	23,3	23,3

Tabela C-46 - Verão - Desconforto Térmico Localizado, Posição Investimento-43

Fonte: Autor (2020)

POSIÇÃO - Investimento 47																
VARIÁVEL	E1,7	E1,1	E0,6	E0,1	C1,7	C1,1	C0,6	C0,1	D1,7	D1,1	D0,6	D0,1	Emédio	Cmédio	Dmédio	Vmédio
va [m/s]	0,10	0,04	0,04	0,04	0,15	0,07	0,05	0,08	0,14	0,09	0,03	0,04	0,06	0,09	0,08	0,07
UR [%]	54,1	54,5	53,6	53,1	53,7	53,8	53,3	52,7	53,7	53,5	52,8	52,9	53,8	53,4	53,2	53,5
ta [oC]	23,0	22,9	23,2	23,5	22,9	23,0	23,3	23,5	22,9	23,0	23,4	23,6	23,1	23,2	23,2	23,2
tg [oC]	23,4	23,2	23,1	23,3	23,3	23,1	23,1	23,3	23,3	23,1	23,1	23,4	23,2	23,2	23,2	23,2
tr [oC]	23,6	23,3	23,1	23,2	23,7	23,2	23,0	23,2	23,6	23,2	23,1	23,3	23,3	23,3	23,3	23,3

Tabela C-47 - Verão - Desconforto Térmico Localizado, Posição Investimento -47

Fonte: Autor (2020)

POSIÇÃO - Investimento 49																
VARIÁVEL	E1,7	E1,1	E0,6	E0,1	C1,7	C1,1	C0,6	C0,1	D1,7	D1,1	D0,6	D0,1	Emédio	Cmédio	Dmédio	Vmédio
va [m/s]	0,04	0,04	0,10	0,27	0,03	0,04	0,09	0,23	0,04	0,04	0,04	0,10	0,11	0,10	0,06	0,09
UR [%]	53,0	51,6	51,2	53,1	52,8	51,5	51,8	53,5	52,7	51,2	52,1	53,5	52,2	52,4	52,4	52,3
ta [oC]	23,8	24,1	23,9	22,9	23,9	24,0	23,6	22,9	24,0	24,0	23,5	22,9	23,7	23,6	23,6	23,6
tg [oC]	23,6	23,7	23,8	23,7	23,6	23,7	23,7	23,6	23,6	23,7	23,7	23,6	23,7	23,7	23,7	23,7
tr [oC]	23,5	23,6	23,7	24,5	23,5	23,6	23,8	24,4	23,5	23,6	23,8	24,0	23,8	23,8	23,7	23,8

Tabela C-48 - Verão - Desconforto Térmico Localizado, Posição Investimento -49

Fonte: Autor (2020)

POSIÇÃO - Investimento 51																
VARIÁVEL	E1,7	E1,1	E0,6	E0,1	C1,7	C1,1	C0,6	C0,1	D1,7	D1,1	D0,6	D0,1	Emédio	Cmédio	Dmédio	Vmédio
va [m/s]	0,06	0,04	0,04	0,10	0,04	0,05	0,12	0,18	0,08	0,04	0,09	0,18	0,06	0,10	0,10	0,08
UR [%]	53,7	52,6	51,7	51,5	53,4	52,4	51,5	51,5	52,8	52,3	51,4	51,5	52,4	52,2	52,0	52,2
ta [oC]	23,1	23,4	23,7	23,6	23,2	23,6	23,6	23,4	23,4	23,6	23,6	23,3	23,5	23,4	23,5	23,5
tg [oC]	23,5	23,4	23,4	23,4	23,4	23,4	23,4	23,4	23,4	23,4	23,4	23,4	23,4	23,4	23,4	23,4
tr [oC]	23,6	23,4	23,3	23,4	23,5	23,3	23,3	23,5	23,4	23,3	23,3	23,6	23,4	23,4	23,4	23,4

Tabela C-49 - Verão - Desconforto Térmico Localizado, Posição Investimento -51

Fonte: Autor (2020)

POSIÇÃO - Jurídico 53																
VARIÁVEL	E1,7	E1,1	E0,6	E0,1	C1,7	C1,1	C0,6	C0,1	D1,7	D1,1	D0,6	D0,1	Emédio	Cmédio	Dmédio	Vmédio
va [m/s]	0,05	0,06	0,14	0,06	0,04	0,04	0,09	0,13	0,04	0,04	0,05	0,11	0,08	0,08	0,06	0,07
UR [%]	51,9	50,8	50,6	51,2	52,1	50,6	50,8	51,1	51,5	50,3	51,1	51,4	51,1	51,1	51,1	51,1
ta [oC]	23,7	24,0	24,0	23,7	23,8	24,2	23,9	23,5	23,9	24,1	23,7	23,3	23,8	23,8	23,8	23,8
tg [oC]	23,4	23,6	23,6	23,6	23,5	23,6	23,7	23,7	23,6	23,6	23,6	23,7	23,6	23,6	23,6	23,6
tr [oC]	23,3	23,4	23,4	23,6	23,4	23,4	23,5	23,8	23,4	23,5	23,6	23,8	23,4	23,5	23,6	23,5

Tabela C-50 - Verão - Desconforto Térmico Localizado, Posição Jurídico-53

Fonte: Autor (2020)

POSIÇÃO - Jurídico 56																
VARIÁVEL	E1,7	E1,1	E0,6	E0,1	C1,7	C1,1	C0,6	C0,1	D1,7	D1,1	D0,6	D0,1	Emédio	Cmédio	Dmédio	Vmédio
va [m/s]	0,04	0,03	0,06	0,05	0,03	0,03	0,07	0,04	0,03	0,04	0,04	0,05	0,05	0,04	0,04	0,04
UR [%]	51,7	50,6	50,1	49,7	50,9	50,4	50,2	50,1	50,8	50,4	49,9	50,6	50,5	50,4	50,5	50,5
ta [oC]	23,6	24,0	24,1	24,2	23,9	24,0	24,1	24,0	24,0	24,0	24,1	23,8	24,0	24,0	24,0	24,0
tg [oC]	23,6	23,7	23,8	23,9	23,7	23,7	23,8	23,9	23,7	23,8	23,9	23,9	23,8	23,8	23,8	23,8
tr [oC]	23,7	23,7	23,7	23,8	23,7	23,7	23,7	23,9	23,6	23,7	23,8	24,0	23,7	23,7	23,8	23,7

Tabela C-51 - Verão - Desconforto Térmico Localizado, Posição Jurídico -56

Fonte: Autor (2020)

POSIÇÃO - Jurídico 58																
VARIÁVEL	E1,7	E1,1	E0,6	E0,1	C1,7	C1,1	C0,6	C0,1	D1,7	D1,1	D0,6	D0,1	Emédio	Cmédio	Dmédio	Vmédio
va [m/s]	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,03	0,05	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04
UR [%]	51,0	50,1	50,1	50,8	50,5	50,0	50,1	50,9	50,4	49,8	50,3	51,1	50,5	50,4	50,4	50,4
ta [oC]	24,0	24,3	24,1	23,9	24,2	24,3	24,1	23,7	24,3	24,3	24,0	23,6	24,1	24,1	24,0	24,1
tg [oC]	24,0	24,0	23,9	23,9	24,0	24,0	23,9	23,8	24,0	24,0	23,9	23,8	24,0	23,9	23,9	23,9
tr [oC]	23,9	23,9	23,9	23,9	23,9	23,9	23,8	23,9	23,9	23,9	23,9	23,9	23,9	23,9	23,9	23,9

Tabela C-52 - Verão - Desconforto Térmico Localizado, Posição Jurídico -58

Fonte: Autor (2020)

POSIÇÃO - Jurídico 62																
VARIÁVEL	E1,7	E1,1	E0,6	E0,1	C1,7	C1,1	C0,6	C0,1	D1,7	D1,1	D0,6	D0,1	Emédio	Cmédio	Dmédio	Vmédio
va [m/s]	0,04	0,03	0,04	0,04	0,04	0,04	0,07	0,10	0,04	0,03	0,04	0,05	0,04	0,06	0,04	0,05
UR [%]	51,4	51,0	51,0	51,5	51,0	50,9	51,3	51,6	51,2	50,9	51,2	52,1	51,2	51,2	51,3	51,3
ta [oC]	23,9	24,2	24,1	23,9	24,1	24,2	24,0	23,8	24,1	24,2	24,0	23,6	24,0	24,0	24,0	24,0
tg [oC]	23,4	23,5	23,6	23,6	23,5	23,5	23,6	23,7	23,5	23,5	23,6	23,7	23,5	23,6	23,6	23,5
tr [oC]	23,2	23,3	23,4	23,5	23,2	23,3	23,4	23,6	23,3	23,3	23,5	23,7	23,4	23,4	23,4	23,4

Tabela C-53 - Verão - Desconforto Térmico Localizado, Posição Jurídico -62

Fonte: Autor (2020)

APÊNDICE D – DADOS TRATADOS DE CONFORTO LUMÍNICO

Dados tratados de conforto lumínico – medição de inverno

Pavtc	Sala	Nome Mesa	Posição Me	lux ↑	lux ↓	lux →	EML →
18	Open Space	TI	1	285	871	660	353
18	Open Space	TI	3	615	1661	1006	538
18	Open Space	TI	5	324	1104	981	525
18	Open Space	Operações	7	168	741	586	314
18	Open Space	Operações	9	208	1014	745	399
18	Open Space	Operações	11	170	738	445	238
18	Open Space	Operações	12	229	990	811	434
18	Open Space	Operações	14	245	1094	886	474
18	Open Space	Operações	15	303	1097	832	445
18	Open Space	RH/Contabilidade	18	290	1130	880	471
18	Open Space	RH/Contabilidade	20	306	1207	861	461
18	Open Space	RH/Contabilidade	22	269	789	693	371
18	Open Space	RH/Contabilidade	24	270	1158	860	460
18	Open Space	RH/Contabilidade	26	67	489	332	178
18	Open Space	Financeiro/Fiscal	27	184	483	363	194
18	Open Space	Financeiro/Fiscal	29	372	1328	896	480
18	Open Space	Financeiro/Fiscal	31	214	758	498	267
18	Open Space	Financeiro/Fiscal	35	378	1066	813	435
18	Open Space	Financeiro/Fiscal	33	367	1191	956	512
18	Open Space	Assist. Dir.	37	303	1266	778	416
18	Open Space	Assist. Dir.	38	434	1283	1079	577
18	Open Space	Diretoria	39	356	684	728	390
18	Open Space	Diretoria	41	231	524	656	351
18	Open Space	Investimento	44	348	934	744	398
18	Open Space	Investimento	46	428	937	699	374
18	Open Space	Investimento	52	162	477	367	196
18	Open Space	Investimento	50	539	1245	881	471
18	Open Space	Investimento	48	140	1010	750	401
18	Open Space	Jurídico	54	364	928	791	423
18	Open Space	Jurídico	56	364	930	732	392
18	Open Space	Jurídico	58	237	745	747	400
18	Open Space	Jurídico	60	382	831	852	456
18	Open Space	Jurídico	62	479	975	889	476

Tabela D-1 – Inverno - Iluminação Vertical nas Estações de Trabalho [lux]

Fonte: Autor (2020)

As tabelas D-2 a D-4, abaixo, trazem a mediana, média, medição máxima, mínima e desvio padrão de cada uma das mesas medidas.

MESAS DE TRABALHO - ILUMINAÇÃO VERTICAL ↓								
	TI	Operações	RH/Contabilidade	Financeiro/Fiscal	Assist. Dir.	Diretoria	Investimento	Jurídico
Mediana	1104	1002	1130	1066	1275	604	937	928
Média	1212	946	955	965	1275	604	921	882
Máximo	1661	1097	1207	1328	1283	684	1245	975
Mínimo	871	738	489	483	1266	524	477	745
D. Padrão	406	165	308	342	12	113	279	93

Tabela D-2 - Inverno - Iluminação Vertical nas Mesas de Trabalho [lux]

Fonte: Autor (2020)

MESAS DE TRABALHO - ILUMINAÇÃO REFLETÂNCIA MESAS ↑								
	TI	Operações	RH/Contabilidade	Financeiro/Fiscal	Assist. Dir.	Diretoria	Investimento	Jurídico
Mediana	324	219	270	367	369	294	348	364
Média	408	221	240	303	369	294	323	365
Máximo	615	303	306	378	434	356	539	479
Mínimo	285	168	67	184	303	231	140	237
D. Padrão	180	51	98	96	93	88	172	86

Tabela D-3 - Inverno - Refletância da Iluminação nas Mesas de Trabalho [lux]

Fonte: Autor (2020)

MESAS DE TRABALHO - ILUMINAÇÃO CIRCADIANA →								
	TI	Operações	RH/Contabilidade	Financeiro/Fiscal	Assist. Dir.	Diretoria	Investimento	Jurídico
Mediana	525	416	460	435	497	370	398	423
Média	472	384	388	377	497	370	368	429
Máximo	538	474	471	512	577	390	471	476
Mínimo	353	238	178	194	416	351	196	392
D. Padrão	103	90	124	139	114	27	103	36

Tabela D-4 - Inverno - Iluminação Circadiana [EML]

Fonte: Autor (2020)

Dados tratados de conforto lumínico – medição de verão

Pavtc	Sala	Nome Mesa	Posição Me	Mesas	lux ↑	lux ↓	lux →	EML →
18	Open Space	TI	1	TI 1	284	715	463	248
18	Open Space	TI	3	TI 3	361	1174	722	386
18	Open Space	TI	5	TI 5	265	1042	762	408
18	Open Space	Operações	7	Operações 7	263	836	584	313
18	Open Space	Operações	8	Operações 8	236	1002	620	332
18	Open Space	Operações	10	Operações 10	473	1110	796	426
18	Open Space	Operações	16	Operações 16	238	741	534	286
18	Open Space	Operações	15	Operações 15	355	993	713	382
18	Open Space	Operações	12	Operações 12	508	1154	869	465
18	Open Space	RH/Contabilidade	17	RH/Contabilidade 17	160	810	493	264
18	Open Space	RH/Contabilidade	18	RH/Contabilidade 18	323	949	611	327
18	Open Space	RH/Contabilidade	20	RH/Contabilidade 20	398	1300	822	440
18	Open Space	RH/Contabilidade	22	RH/Contabilidade 22	628	1425	981	525
18	Open Space	RH/Contabilidade	24	RH/Contabilidade 24	294	1129	645	345
18	Open Space	RH/Contabilidade	25	RH/Contabilidade 25	253	985	644	345
18	Open Space	Financeiro/Fiscal	27	Financeiro/Fiscal 27	253	818	567	303
18	Open Space	Financeiro/Fiscal	29	Financeiro/Fiscal 29	406	957	847	453
18	Open Space	Financeiro/Fiscal	30	Financeiro/Fiscal 30	387	1346	926	496
18	Open Space	Financeiro/Fiscal	32	Financeiro/Fiscal 32	642	1705	1330	712
18	Open Space	Financeiro/Fiscal	33	Financeiro/Fiscal 33	495	1276	1000	535
18	Open Space	Financeiro/Fiscal	35	Financeiro/Fiscal 35	368	978	704	376
18	Open Space	Assist. Dir.	37	Assist. Dir. 37	561	1413	944	505
18	Open Space	Assist. Dir.	38	Assist. Dir. 38	455	1733	1084	580
18	Open Space	Diretoria	39	Diretoria 39	106	418	288	154
18	Open Space	Diretoria	40	Diretoria 40	355	909	589	315
18	Open Space	Investimento	43	Investimento 43	405	996	660	353
18	Open Space	Investimento	45	Investimento 45	366	1033	716	383
18	Open Space	Investimento	47	Investimento 47	244	979	801	429
18	Open Space	Investimento	48	Investimento 48	95	384	410	219
18	Open Space	Investimento	50	Investimento 50	178	622	399	213
18	Open Space	Investimento	52	Investimento 52	417	984	680	364
18	Open Space	Jurídico	53	Jurídico 53	333	1067	700	374
18	Open Space	Jurídico	56	Jurídico 56	282	1064	797	427
18	Open Space	Jurídico	57	Jurídico 57	413	919	739	395
18	Open Space	Jurídico	58	Jurídico 58	331	666	550	294
18	Open Space	Jurídico	60	Jurídico 60	496	965	740	396
18	Open Space	Jurídico	62	Jurídico 62	322	648	842	451

Tabela D-5 – Verão - Iluminação Vertical nas Estações de Trabalho [lux]

Fonte: Autor (2020)

As tabelas D-6 a D-8, abaixo, trazem a mediana, média, medição máxima, mínima e desvio padrão de cada uma das mesas medidas.

MESAS DE TRABALHO - ILUMINAÇÃO VERTICAL ↓								
	TI	Operações	RH/Contabilidade	Financeiro/Fiscal	Assist. Dir.	Diretoria	Investimento	Jurídico
Mediana	1042	997	1057	1127	1573	664	982	942
Média	977	972	1099	1180	1573	664	833	888
Máximo	1174	1154	1425	1705	1733	909	1033	1067
Mínimo	715	741	810	818	1413	418	384	648
D. Padrão	236	158	231	327	226	347	267	188

Tabela D-6 - Verão - Iluminação Vertical nas Mesas de Trabalho [lux]

Fonte: Autor (2020)

MESAS DE TRABALHO - ILUMINAÇÃO REFLETÂNCIA MESAS ↑								
	TI	Operações	RH/Contabilidade	Financeiro/Fiscal	Assist. Dir.	Diretoria	Investimento	Jurídico
Mediana	284	309	309	397	508	231	305	332
Média	303	345	343	425	508	231	284	363
Máximo	361	508	628	642	561	355	417	496
Mínimo	265	236	160	253	455	106	95	282
D. Padrão	51	121	160	131	75	176	133	78

Tabela D-7 - Verão - Refletância da Iluminação nas Mesas de Trabalho [lux]

Fonte: Autor (2020)

MESAS DE TRABALHO - ILUMINAÇÃO CIRCADIANA →								
	TI	Operações	RH/Contabilidade	Financeiro/Fiscal	Assist. Dir.	Diretoria	Investimento	Jurídico
Mediana	386	357	345	474	542	235	359	396
Média	347	367	374	479	542	235	327	390
Máximo	408	465	525	712	580	315	429	451
Mínimo	248	286	264	303	505	154	213	294
D. Padrão	87	69	93	141	53	114	89	54

Tabela D-8 - Verão - Iluminação Circadiana [EML]

Fonte: Autor (2020)