UNIVERSIDADE FEDERAL DA PARAÍBA - UFPB
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ARQUITETURA E URBANISMO - PPGAU

POLLYANNA PADRE DE MACEDO

VENTILAÇÃO NATURAL EM ESCOLAS NA CIDADE DE CAMPINA GRANDE: A INFLUÊNCIA DA VELOCIDADE DO AR NA PERCEPÇÃO E SENSAÇÃO DE CONFORTO TÉRMICO DO USUÁRIO

JOÃO PESSOA (PB)
2021

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

VENTILAÇÃO NATURAL EM ESCOLAS NA CIDADE DE CAMPINA GRANDE: A INFLUÊNCIA DA VELOCIDADE DO AR NA PERCEPÇÃO E SENSAÇÃO DE CONFORTO TÉRMICO DO USUÁRIO

Trabalho submetido ao programa de Pós Graduação em Arquitetura e Urbanismo, da Universidade Federal da Paraíba, como requisito para obtenção do Grau de Mestre em Arquitetura e Urbanismo.

Mestranda: Pollyanna Padre de Macedo
Orientadora: Profa.ª Dra.ª Solange Maria Leder

JOÃO PESSOA (PB)
2021

Catalogação na publicação
Seção de Catalogação e Classificação

M141v Macedo, Pollyanna Padre de.
Ventilação natural em escolas na cidade de Campina Grande : a influência da velocidade do ar na percepção e sensação de conforto térmico do usuário / Pollyanna Padre de Macedo. - João Pessoa, 2021.
159 f. : il.

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

1. Ventilação natural - Escolas. 2. Velocidade do ar. 3. Arquitetura - Urbanismo. I. Leder, Solange Maria. II. Título.

UFPB/BC CDU 644.1:727.1(043)

Elaborado por Gracilene Barbosa Figueiredo - CRB-794

Ventilação natural em escolas na cidade de Campina Grande: a influência da velocidade do ar na percepção e sensação de conforto térmico do usuário

Por

Pollyanna Padre de Macedo

Trabalho de pesquisa aprovado em 03 de maio de 2021

Prof. Dr. Solange Maria Leder
(Orientador – UFPB)

Prof. Dr. Felipe Tavares da Silva
(Avaliador Interno – UFPB)

Prof. Dr. Lucila Chebel Labaki
(Avaliadora Externa)

Prof. Dr. Luiz Bueno da Silva
(Avaliador Externo – UFPB)

João Pessoa-PB - 2021

“O vento sopra onde quer. Você o escuta, mas não pode dizer de onde vem nem para onde vai. Assim acontece com todos os nascidos do Espírito”

(João 3:8)

“Porque dEle, por Ele e para Ele são todas as coisas. A Ele seja a glória para sempre! Amém.”

(Romanos 11:36)

RESUMO

A ventilação natural é um parâmetro que deve ser levado em consideração em projetos arquitetônicos, uma vez que auxilia a reduzir os ganhos indesejáveis de calor, resfriando o ambiente e fornecendo uma maior possibilidade deste ser percebido como agradável para o desenvolvimento de atividades. Sendo assim, a relação da ventilação com a qualidade do ambiente construído é um fator relevante para edifícios escolares, onde o conforto térmico deve ser promovido a fim proporcionar um espaço adequado ao ensino, possibilitando maior produtividade e qualidade do trabalho. Porém, o conforto não está apenas ligado ao ambiente físico, mas, também, a questões subjetivas e individuais do usuário, como a percepção e a sensação de conforto térmico no espaço. Desta forma, por meio de questionário, medições in loco, observação e análise de dados, objetivou-se nesta pesquisa identificar os limites da velocidade do ar quanto a sensação e percepção do conforto térmico de alunos em escolas públicas de ensino médio integral de Campina Grande, Paraíba; ao confrontar os limites de velocidade do ar estipulados pela literatura com as velocidades identificadas na pesquisa, para se ter um maior entendimento da relação da intensidade do movimento do ar com os aspectos subjetivos dos indivíduos no clima do semiárido. O experimento compreendeu sete escolas, das quais, no inverno, foi obtida uma amostra de 569 participantes, temperaturas do ar médias de 22,44 a 26,28°C e velocidades do ar médias de 0,15 a 0,34 m/s; e no período do verão, a amostra foi de 646 participantes, temperaturas de 25,91 a 30,78 °C e velocidades médias de 0,23 a 0,51 m/s. Com relação a sensação térmica, no inverno, a maioria dos alunos (35,85%) afirmaram estar levemente com frio; e de modo semelhante, no verão, 33,44% afirmaram sentir-se com muito calor. Todavia, 87% dos estudantes indicaram o ambiente térmico como aceitável, e 33,57% como confortável no inverno. No verão, porém, 47,83% disseram estar termicamente aceitável, e apenas 13,62%, confortável. Contudo, a aceitabilidade da velocidade do vento e a preferência por mais velocidade do vento foi de 84,7% e 45,16%, respectivamente, para o inverno; e de 51,54% e 81,89%, para o verão. Por outro lado, quanto aos testes estatísticos da velocidade do ar, houve significância apenas quanto à preferência térmica no inverno, indicando que o aumento de 0,1m/s na velocidade do ar acrescem as chances em 37,6% do ocupante preferir o ambiente térmico mais refrescado. No verão, temos que o acréscimo de 0,1m/s na velocidade do ar aumenta em 10,81% as chances do aluno indicar sensações térmicas mais frias; assim como, também pode reduzir em 7,74% as chances do usuário preferir o ambiente térmico mais refrescado. Por fim, verifica-se que há conformidade com os limites de velocidade do ar estipulados na literatura de modo geral, pois velocidades do ar acima dos 0,50 m/s foram consideradas aceitáveis no inverno; e acima dos 0,80 m/s, no verão; concluindo que maiores intensidade da velocidade do ar em ambientes escolares naturalmente ventilados pode ser aceita pelos estudantes.

Palavras-chave: ventilação natural, velocidade do ar, percepção, sensação, conforto, escolas.

ABSTRACT

Natural ventilation is a parameter that should be taken into consideration in architectural projects, as it helps to reduce undesirable heat gains, cooling the environment and providing a greater possibility of being perceived as pleasant for the development of activities. Therefore, the relationship between ventilation and the quality of the built environment is a relevant factor for school buildings, where thermal comfort must be promoted in order to provide an adequate space for teaching, enabling greater productivity and quality of work. However, comfort is not only related to the physical environment, but also to the subjective and individual issues of the user, such as the perception and sensation of thermal comfort in the space. So, through questionnaire, on-site measurements, observation and data analysis, the objective of this research was to identify the limits of air velocity regarding the sensation and perception of thermal comfort of students from public high schools in Campina Grande, Paraíba; when confronting the air velocity limits stipulated by the literature with the velocities identified in the research, in order to have a better understanding of the relationship between the intensity of air movement and the subjective aspects of individuals in the semiarid climate. The experiment included seven schools, which, in the winter, a sample of 569 participants was obtained, with an average air temperatures from 22,44 to 26,28 °C and an average air velocity from 0,15 to 0,34 m/s; and in the summer period, the sample was 646 participants, with an temperatures from 25,91 to 30,78 °C and average velocity from 0,23 to 0,51 m/s. Regarding the thermal sensation, in the winter, most students (35,85%) declared that they were slightly cold; and similarly, in the summer, 33,44% said they felt very hot. Nevertheless, 87% of students indicated the thermal environment as acceptable, and 33,57% as comfortable in the winter. In the summer, however, 47,83% said it was thermally acceptable, and only 13,62%, comfortable. Furthermore, the acceptability of wind velocity and the preference for more wind velocity was 84,7% and 45,16%, respectively, for the winter; and 51,54% and 81,89%, for the summer. On the other hand, as for the statistical tests of air velocity, there was significance only regarding the thermal preference in winter, indicating that the increase of 0,1m/s in the air velocity raises the chances in 37,6% of the occupant preferring the cooler thermal environment. In the summer, the increase in air velocity of 0,1m/s improves the student's chances of indicating cooler thermal sensations by 10,81%; as well as, it can also reduce the chances of the user to prefer the cooler thermal environment by 7,74%. Finally, it appears that there is compliance with the air velocity limits stipulated in the literature in general, since air velocity above 0,50 m/s were considered acceptable in the winter; and above 0,80 m/s, in the summer; concluding that greater air velocity intensity in naturally ventilated school environments can be accepted by the students.

Keywords: natural ventilation, air velocity, perception, sensation, comfort, schools.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Gráfico da porcentagem de pessoas insatisfeitas (PPD) em função do voto médio predito (PMV). 28

Figura 2 - Fluxograma para determinar os limites das entradas de velocidade do ar..... 30

Figura 3- Organograma metodológico. 36

Figura 4 - Localização das ECI's em Campina Grande. 38

Figura 5 - (1) TGD-300; (2) TAFR-200 e (3) TGD-400..... 41

Figura 6 – Desencadeamento dos procedimentos dos experimentos de campo 44

Figura 7– Posicionamento padrão dos equipamentos nas salas de aula das ECI's: Dep. Álvaro Gaudêncio 45

Figura 8 – Planta esquemática de uma sala de aula: assentamento dos equipamentos no ambiente para os experimentos de campo. 45

Figura 9 – Relação das variáveis para os testes estatísticos. 50

Figura 10 – Amplitude térmica: Campina Grande 55

Figura 11 – Gráfico 3D de temperatura de bulbo seco de Campina Grande: variação média diária 55

Figura 12 – Gráfico de temperatura e zona de conforto de Campina Grande 56

Figura 13 – Gráfico 3D de umidade relativa mensal: Campina Grande 57

Figura 14 – Temperatura de bulbo seco x Umidade relativa mensal: Campina Grande. 57

Figura 15 – Gráfico de umidade relativa de Campina Grande..... 58

Figura 16 – Rosa dos ventos: Campina Grande. 59

Figura 17 - Rosa dos ventos de Campina Grande 59

Figura 18 – Gráfico 3D de velocidade do vento mensal: Campina Grande. 60

Figura 19 – Faixa de velocidade de vento: Campina Grande..... 60

Figura 20 – Exemplo dos tipos de esquadrias encontradas nas ECI's: (1) Assis Chateaubriand – Madeira, (2) Dep. Álvaro Gaudêncio de Queiroz- Metálicas e vidro e (3) Félix Araújo - Cobogó. 62

Figura 21 – Escola A - ECI Raul Córdula: (1) Fachada, (2) Implantação, (3 e 4) Sala de aula. 62

Figura 22 - Escola B - ECI Assis Chateaubriand:(1) Fachada, (2) Implantação, (3 e 4) Esquadrias de uma mesma sala de aula, (5 e 6) Salas de aula, (7) Pátio interno. 63

Figura 23 - Escola C - ECI Monte Carmelo: (1) Implantação, (2) Fachada, (3 e 4) Sala de aula. 63

Figura 24 - Escola D - ECI Hortêncio Sousa Ribeiro (Premen): (1) Bloco de salas, (2) Implantação, (3) Pátio interno, (4) Sala de aula. 64

Figura 25 - Escola E - ECI Félix Araújo: (1) Fachadas, (2) Fachada interna, (3) Implantação, (4 e 5) Sala de aula. 64

Figura 26 - Escola F - ECI Dep. Álvaro Gaudêncio de Queiroz:(1 e 2) Fachadas, (3) Implantação, (4 e 5) Sala de aula. 65

Figura 27 - Escola G - ECI Nenzinha Cunha Lima: (1) Implantação, (2) Fachada, (3, 4 e 5) Sala de aula 65

Figura 28- Escola F - ECI Dep. Álvaro Gaudêncio de Queiroz: (1) Vista aérea - fachada sul – perspectiva sudeste; (2) Fachada norte - perspectiva noroeste. 68

Figura 29 - Escola G - ECI Nenzinha Cunha Lima: (1) Fachada Sul; (2) Vista do pátio para o bloco avaliado; (3) Janelas da fachada sul; (4) Sala de aula - janela pivotante 69

Figura 30- Escola C - ECI Monte Carmelo: (1) Vista do pátio para bloco de salas avaliado, (2) Disposição da estrutura e das esquadrias na fachada, (3) Vista Noroeste - Detalhe da estrutura, (4) Sala de aula - Detalhe da bandeira. 69

Figura 31 – Vestimentas utilizadas pelos alunos nas ECI's. 71

Figura 32 - Escola B - ECI Assis Chateaubriand: (1) Fachada Leste; (2) Vista do bloco mais ao norte; (3) Detalhe da coberta; (4) Vista externa a sala de aula; (5) Vista interna da sala de aula 91

Figura 33 – Resíduo padronizado ajustado da Aceitabilidade térmica por sexo - verão..... 114

Figura 34 – Coeficientes dos parâmetros para o modelo de regressão logística da Aceitabilidade da velocidade do vento – Verão. 145

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Limites de velocidade do ar e suas respectivas reações de acordo com PLEA - Notes 3. ... 31

Tabela 2 - Limites de velocidade do ar considerados aceitáveis pela literatura. ... 32

Tabela 3 - Amostra probabilística dos alunos de ensino médio das ECI's para erros de 2 a 5 %. ... 39

Tabela 4 – Amostra coletada de acordo com as ECI's por período. ... 40

Tabela 5 – Especificações dos instrumentos de medição das variáveis ambientais. ... 42

Tabela 6 – Agrupamento das perguntas e descrição do questionário em blocos. ... 43

Tabela 7 – Valores de isolamento da vestimenta por peça. ... 43

Tabela 8 - Dados das normais climatológicas (1981-2010) de Campina Grande - PB ... 56

Tabela 9 – Estatística descritiva das variáveis ambientais por ECI - Inverno. ... 67

Tabela 10 – Níveis de conforto térmico indicados no método PMV e Adaptativo - Inverno. ... 70

Tabela 11 – Estatística descritiva da idade, altura, peso e isolamento da vestimenta aferidas no experimento de campo por ECI - Inverno. ... 72

Tabela 12 – Dados cruzados de preferência e sensação térmica - Inverno. ... 80

Tabela 13 – Dados cruzados de aceitabilidade e sensação térmica - Inverno. ... 80

Tabela 14 – Dados cruzados de aceitabilidade e percepção do conforto térmico - Inverno. ... 81

Tabela 15 – Dados cruzados de aceitabilidade e preferência da velocidade do vento - Inverno. ... 82

Tabela 16 – Dados cruzados de aceitabilidade e preferência da frequência do vento - Inverno. ... 84

Tabela 17 – Estatística descritiva das variáveis ambientais por ECI - Verão. ... 89

Tabela 18 – Níveis de conforto térmico indicados no método PMV e Adaptativo - Verão. ... 91

Tabela 19 – Estatística descritiva da idade, altura, peso e isolamento da vestimenta aferidas no experimento de campo por ECI - Verão. ... 93

Tabela 20 – Dados cruzados de preferência e sensação térmica - Verão. ... 101

Tabela 21 – Dados cruzados de aceitabilidade e sensação térmica - Verão..... 101

Tabela 22 – Dados cruzados de aceitabilidade e percepção do conforto térmico - Verão. 102

Tabela 23 – Dados cruzados de aceitabilidade e preferência da velocidade do vento - Verão. 103

Tabela 24 – Dados cruzados de aceitabilidade e preferência da frequência do vento - Verão..... 105

Tabela 25 - Resultado dos testes estatísticos: relação do sexo com as questões térmicas e de ventilação - Inverno. 109

Tabela 26 - Resultado dos testes estatísticos: relação do sexo com as questões térmicas e de ventilação - Verão..... 113

Tabela 27 - Resultado dos testes estatísticos: relação da idade com as questões térmicas e de ventilação - Inverno. 117

Tabela 28 - Resultado dos testes estatísticos: relação da idade com as questões térmicas e de ventilação - Verão..... 119

Tabela 29 - Resultado dos testes estatísticos: relação do IMC com as questões térmicas e de ventilação - Inverno. 120

Tabela 30 - Resultado dos testes estatísticos: relação do IMC com as questões térmicas e de ventilação - Verão..... 121

Tabela 31 - Resultado dos testes estatísticos: relação da temperatura com as questões térmicas e de ventilação - Inverno..... 122

Tabela 32 - Resultado dos testes estatísticos: relação da temperatura com as questões térmicas e de ventilação - Verão. 124

Tabela 33 - Resultado dos testes estatísticos: relação da umidade com as questões térmicas e de ventilação - Inverno..... 126

Tabela 34 - Resultado dos testes estatísticos: relação da umidade com as questões térmicas e de ventilação - Verão. 128

Tabela 35 - Resultado dos testes estatísticos: relação da velocidade do ar com as questões térmicas e de ventilação - Inverno..... 130

Tabela 36 - Resultado dos testes estatísticos: relação da velocidade do ar com as questões térmicas e de ventilação - Verão. 131

Tabela 37 - Resultado dos testes estatísticos: relação da sensação térmica de conforto com as questões térmicas e de ventilação - Inverno..... 134

Tabela 38 - Resultado dos testes estatísticos: relação da sensação térmica de conforto com as questões térmicas e de ventilação - Verão. 135

Tabela 39 - Resultado dos testes estatísticos: relação da percepção de conforto térmico com as questões térmicas e de ventilação - Inverno..... 137

Tabela 40 - Resultado dos testes estatísticos: relação da percepção de conforto térmico com as questões térmicas e de ventilação - Verão. 138

Tabela 41 – Dados cruzados de aceitabilidade da velocidade do vento e intervalos da velocidade do ar - Inverno. 139

Tabela 42 – Dados cruzados de aceitabilidade da velocidade do vento e perturbação na sala de aula por conta do movimento vento - Inverno. 140

Tabela 43 – Dados cruzados de aceitabilidade da velocidade do vento e intervalos da velocidade do ar – Verão. 141

Tabela 44 – Dados cruzados de aceitabilidade da velocidade do vento e perturbação na sala de aula por conta do movimento vento - Verão. 142

Tabela 45 - Resultado dos testes estatísticos: relação da temperatura e velocidade do ar com a aceitabilidade da velocidade do vento - Inverno. 144

Tabela 46 - Resultado dos testes estatísticos: relação da temperatura e velocidade do ar com a aceitabilidade da velocidade do vento - Verão..... 144

Tabela 47 – Previsão da velocidade do ar aceitável por ECI, em função da temperatura do ar média, com um intervalo de confiança de 95% - Verão. 146

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1 – Quantidade de respondentes do questionário por escola e tempo médio de resposta - Inverno 66

Gráfico 2 – Preferência por sistemas de resfriamento - Inverno. 75

Gráfico 3 – Percepção de tempo quanto a exposição a ar condicionado - Inverno. 75

Gráfico 4 – Percepção de tempo quanto a exposição a ventilador - Inverno. 76

Gráfico 5 – Sensação térmica geral - Inverno. 76

Gráfico 6 – Sensação térmica por ECI's - Inverno. 77

Gráfico 7 – Percentual de sensação térmica feminina e masculina nas ECI's - Inverno. 78

Gráfico 8 – Preferência térmica geral - Inverno. 78

Gráfico 9– Preferência térmica por sexo - Inverno. 79

Gráfico 10 – Preferência térmica por ECI's - Inverno. 79

Gráfico 11 – Aceitabilidade da velocidade do vento por ECI's - Inverno. 81

Gráfico 12 – Preferência da velocidade do vento por ECI's - Inverno. 82

Gráfico 13– Aceitabilidade da frequência do vento por ECI's - Inverno 83

Gráfico 14– Preferência da frequência do vento por ECI's - Inverno. 84

Gráfico 15 – Causa da perturbação na sala de aula por conta do movimento vento - Inverno. 85

Gráfico 16 – Atenção afetada pelo conforto térmico - Inverno 86

Gráfico 17– Estratégias adaptativas de conforto e controle do vento - Inverno. 86

Gráfico 18– Opinião de modificações no prédio escolar para melhorar o conforto térmico - Inverno. 87

Gráfico 19 – Quantidade de respondentes do questionário por escola e tempo médio de resposta - Verão 88

Gráfico 20 – Preferência por sistemas de resfriamento - Verão 95

Gráfico 21 – Percepção de tempo quanto a exposição a ar condicionado - Verão..... 96

Gráfico 22 – Percepção de tempo quanto a exposição a ventilador - Verão..... 96

Gráfico 23 – Sensação térmica geral - Verão..... 97

Gráfico 24 – Sensação térmica por ECI's - Verão..... 98

Gráfico 25 – Percentual de sensação térmica feminina e masculina nas ECI's - Verão..... 99

Gráfico 26 – Preferência térmica geral – Verão..... 99

Gráfico 27 – Preferência térmica por sexo - Verão..... 100

Gráfico 28 – Preferência térmica por ECI's - Verão..... 100

Gráfico 29 – Aceitabilidade da velocidade do vento por ECI's - Verão..... 102

Gráfico 30 – Preferência da velocidade do vento por ECI's - Verão..... 103

Gráfico 31 – Aceitabilidade da frequência do vento por ECI's - Verão..... 104

Gráfico 32 – Preferência da frequência do vento por ECI's - Verão..... 104

Gráfico 33 – Perturbação na sala de aula por conta do movimento vento - Verão..... 106

Gráfico 34 – Atenção afetada pelo conforto térmico - Verão..... 106

Gráfico 35 – Estratégias adaptativas de conforto e controle do vento - Verão..... 107

Gráfico 36 – Opinião de modificações no prédio escolar para melhorar o conforto térmico - Verão. 107

Gráfico 37 – Box-plot da Sensação térmica por sexo - inverno..... 109

Gráfico 38 – Box-plot da Preferência térmica por sexo - inverno..... 110

Gráfico 39 – Histogramas da preferência térmica por sexo - inverno..... 110

Gráfico 40– Box-plot do Conforto térmico por sexo - inverno..... 110

Gráfico 41 – Box-plot da Aceitabilidade da velocidade do vento por sexo - inverno..... 111

Gráfico 42 – Box-plot da Preferência da velocidade do vento por sexo - inverno..... 111

Gráfico 43 – Box-plot da Aceitabilidade da frequência do vento por sexo - inverno..... 112

Gráfico 44 – Box-plot da Preferência da frequência do vento por sexo - inverno. 112

Gráfico 45 – Box-plot da Sensação térmica por sexo - verão. 113

Gráfico 46 – Box-plot da Preferência térmica por sexo - verão. 114

Gráfico 47 – Box-plot do Conforto térmico por sexo - verão. 114

Gráfico 48 – Box-plot da Aceitabilidade da velocidade do vento por sexo - verão. 115

Gráfico 49 – Box-plot da Preferência da velocidade do vento por sexo - verão. 115

Gráfico 50 – Box-plot da Aceitabilidade da frequência do vento por sexo - verão. 116

Gráfico 51 – Box-plot da Preferência da frequência do vento por sexo - verão. 116

Gráfico 52 – Previsão da velocidade do ar dado o modelo de regressão logística da aceitabilidade da velocidade do vento em função da probabilidade e da temperatura do ar - Verão..... 145

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ABNT – Associação Brasileira de Normas Técnicas;

ASHRAE – *American Society of Heating and Air-Conditioning Engineers*;

β_0 – Coeficiente do Intercepto;

β_1 – Coeficiente da Velocidade do ar;

β_2 – Coeficiente da Temperatura do ar;

BDMEP – Banco de dados meteorológicos para ensino e pesquisa;

CBE – *Center for the Built Environment;*

Clo – Unidade de medida da resistência térmica da roupa;

D – Diâmetro do globo;

E – Margem de erro;

E – Leste;

εg – Emissividade do globo negro;

ECI's – Escolas Cidadãs Integrais;

hcg – Coeficiente de troca de calor por convecção de globo;

IMC – Índice de Massa Corporal;

INMET – Instituto Nacional de Meteorologia;

ISO – *International Organization for Standardization;*

LABEEE – Laboratório de Eficiência Energética em Edificações;

m – Modelo de regressão logística

met – Unidade de medida de metabolismo;

n – Tamanho da amostra;

N – Tamanho da população em estudo;

NBR – Norma Brasileira;

OR – *Odds Ratio* (razão da chance);

p – Proporção populacional de indivíduos que pertencem à categoria de interesse;

P – Probabilidade de aceitabilidade da velocidade do vento;

PB – Paraíba;

PMV – *Predicted Mean Vote;*

PPD – *Predicted Percentage of Dissatisfied;*

Prec – Precipitação acumulada;

ProjetEEE – Projetando Edificações Energeticamente Eficientes;

SE – Sudeste;

SPSS - *Statistical Package for the Social Sciences;*

S.R. – Sem resposta;

Ta – Temperatura do ar;

Ta max – Temperatura máxima do ar;

Ta med – Temperatura média do ar;

Ta min – Temperatura mínima do ar;

TAFR – Termo Anemômetro Digital;

TCLE – Termo de Consentimento e Livre Esclarecimento;

Te – Temperatura externa;

Tg – Temperatura de globo;

TGD – Termômetro de Globo Digital;

To – Temperatura operativa;

Trm – Temperatura radiante média;

UFPB – Universidade Federal da Paraíba;

UR – Umidade relativa;

Va – Velocidade do ar;

Z – Valor crítico correspondente ao grau de confiança desejado;

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO 21

1.1. Objetivos 23

1.1.1 Objetivo geral 23

1.1.2 Objetivos específicos 24

1.2 Estrutura do trabalho 24

2. REFERENCIAL TEÓRICO 26

2.1 Conforto térmico 26

2.1.1 Índices de conforto térmico 27

2.2 Limites de velocidade do ar 29

2.3 Relevância da ventilação natural 32

3. MATERIAIS E MÉTODOS 36

3.1 Estudo de caso 36

3.1.1 Levantamento e análise bioclimática 37

3.1.2 Caracterização do universo de pesquisa 37

3.1.3 Delimitação da amostra 38

3.2 Pesquisa de campo 40

3.2.1 Instrumentação 41

3.2.2 Elaboração do questionário e estudo piloto 42

3.2.3 Experimento de campo 44

3.3 Análise de dados 46

3.3.1 Análise descritiva 46

3.3.1.1 Cálculos de temperaturas 47

3.3.1.2 Níveis de conforto térmico preditos 48

3.3.2 Análise explicativa / comparativa 49

3.3.2.1 Testes estatísticos para a análise explicatica 49

3.3.2.2 Testes probabilísticos para a análise comparativa 52

4. ANÁLISE DOS RESULTADOS 54

4.1 Análise bioclimática de Campina Grande 54
4.1.1 Temperatura do ar 54
4.1.2 Umidade relativa 57
4.1.3 Ventilação 58
4.2 Análise das possibilidades de aproveitamento da ventilação natural 61
4.3 Análise descritiva dos dados da pesquisa de campo - Inverno 66
4.3.1 Variáveis ambientais - Inverno 66
4.3.2 Características individuais - Inverno 71
4.3.3 Relação do indivíduo com o ambiente térmico - Inverno 74
4.3.3.1 Conforto térmico - Inverno 74
4.3.3.2 Movimento do ar - Inverno 81
4.3.4 Questões exploratórias - Inverno 85
4.4 Análise descritiva dos dados da pesquisa de campo – Verão 88
4.4.1 Variáveis ambientais - Verão 88
4.4.2 Características individuais - Verão 92
4.4.3 Relação do indivíduo com o ambiente térmico - Verão 95
4.4.3.1 Conforto térmico - Verão 95
4.4.3.2 Movimento do ar - Verão 102
4.4.4 Questões exploratórias - Verão 105
4.5 Análise explicativas dos dados da pesquisa de campo 108
4.5.1 Características pessoais 108
4.5.1.1 Sexo 108
4.5.1.2 Idade 117
4.5.1.3 Índice de Massa Corporal - IMC 120
4.5.2 Variáveis ambientais 121
4.5.2.1 Temperatura 121
4.5.2.2 Umidade do ar 125
4.5.2.3 Velocidade do ar 129
4.5.3 Sensação e percepção do conforto 133

4.5.3.1 Sensação térmica 133

4.5.3.2 Percepção térmica de conforto 136

4.6 Análise comparativa dos dados da pesquisa de campo com a literatura 139

4.6.1 Probabilidade da aceitabilidade da velocidade do vento 143

5. CONCLUSÕES 147

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS 153

APÊNDICE A - QUESTIONÁRIO DE CONFORTO TÉRMICO E MOVIMENTO DO AR . 158

ANEXO A - PARECER CONSUBSTANCIADO DO CEP 159

1. INTRODUÇÃO

A relação da ventilação com a qualidade do ambiente construído é um fator relevante para edifícios de ensino, como apresentado por Kowaltowski (2011) em seu livro, "Arquitetura escolar: o projeto do ambiente escolar", que indica a ventilação natural como um dos parâmetros a serem levados em consideração no projeto de uma boa escola. De maneira semelhante, Souza (2018) aponta para outros autores (NAIR; FIELDING; LACKNEY,2013) que também elencam essa estratégia como sendo um parâmetro a ser utilizado, com as características de trocas de ar (ventilação cruzada) e de janelas passíveis de serem manipuladas, pontos estes fundamentais nos modelos adaptativos, nos quais o ambiente deve ser naturalmente ventilado e o indivíduo deve ter a possibilidade de controlar as aberturas. Essas recomendações mostram a preocupação com a qualidade do ambiente nas escolas (OCHOA, *et al.*, 2012), onde o conforto ambiental é de suma importância para promover condições saudáveis ao corpo e a mente (SILVA e MUZARDO, 2016).

A correta adequação da edificação aos condicionantes ambientais externos é um bom caminho para projetar um edifício que use melhor os recursos que o próprio ambiente dispõe, como a ventilação natural. Contudo, é necessário saber e entender o que se pode aproveitar e o que se deve evitar, de acordo com a análise climática de cada local, levando em consideração o programa de necessidades e o público alvo, para que se forneça condições ambientais confortáveis aos usuários no interior da edificação. Porém, o conforto não está apenas ligado ao ambiente físico, mas, também, a questões subjetivas e individuais do usuário (KOWALTOWSKI, 2011), como a percepção e a sensação de conforto térmico no espaço.

Para Mari e Silveira (2010), essas questões estão relacionadas a apreensão do conhecimento, na qual a sensação é entendida como a captação primária de dados externos pelo organismo, o qual repassa a informação e integra a atividade neurofisiológica, resultando na percepção, como um estágio de elaboração do conhecimento. Bergson, em 1999, entende a sensação como representante das mudanças qualitativas internas advindas do mundo externo, que se transforma em reações físicas de acordo com as escolhas operadas pelo cérebro; e a percepção como qualidade atual do corpo, consistindo em uma infinidade de elementos rememorados, por mais instantânea que a mesma seja (MODENESI, 2011). Enquanto que, Collot (2015) diz que a sensação é a apreensão do sensível, uma recepção passiva dos dados sensoriais, antecedendo à reflexão, a concepção e a própria percepção, sendo esta capaz de interpretar e organizar os dados em uma estrutura que lhe dá forma e sentido.

Portanto, a percepção térmica é um processo acumulativo (NEGREIROS, 2010), dependente de experiências passadas que envolvem a sensação térmica, podendo ser diferente de pessoa para pessoa e influenciar as zonas de conforto previstas na literatura. Sendo assim, ao levar em conta que indivíduos distintos submetidos ao mesmo ambiente térmico podem diferir quanto a tais aspectos subjetivos inerentes ao ser humano, a norma ASHRAE 55-2017 prevê, para os modelos adaptativos, uma faixa de

conforto na qual pelo menos 80% das pessoas dentro do espaço devem considerar o ambiente termicamente aceitável.

De acordo com essa norma, os limites de velocidade do ar aceitáveis para incrementar a temperatura de conforto variam com a possibilidade ou restrição de controle da ventilação (ex. manusear esquadrias), não sendo estabelecido um limite máximo caso o ocupante possua controle sobre o movimento do ar (ASHRAE 55, 2017). Dessa forma, velocidades do ar mais altas são bem-vindas, uma vez que o aumento do movimento do ar em climas quentes e úmidos é essencial para melhorar o conforto térmico dos ocupantes (CÂNDIDO *et al*., 2011)

Assim, é preciso entender a ventilação natural como uma das variáveis ambientais que afetam o conforto térmico, aprofundando a compreensão dos aspectos subjetivos dos indivíduos em ambientes escolares com relação à intensidade do movimento do ar. Logo, no presente trabalho propõe-se pensar: quais são os limites da ventilação natural, quanto a velocidade do ar, na percepção e sensação do conforto térmico dos usuários em escolas públicas de ensino médio integral de Campina Grande, Paraíba?

Uma vez que nos encontramos em uma região com o clima quente, temos, aqui no semiárido paraibano, temperaturas relativamente altas durante todo o ano, com poucas variações médias, devido a sua latitude (-7.22°). Nesta localidade, as aberturas da edificação são uma das principais maneiras de ganhos de radiação e trocas de calor entre o meio externo e interno. Sendo assim, é importante compreender a necessidade de se utilizar dos recursos naturais como forma de reduzir os ganhos indesejáveis de calor, para resfriar o ambiente e fornecer uma maior possibilidade deste ser percebido como agradável para o desenvolvimento de atividades.

Uma das estratégias bioclimáticas mais eficientes para controlar esses ganhos térmicos, reduzir o consumo energético e melhorar o conforto do indivíduo se dá por meio da ventilação natural. Esta é utilizada, por vezes, de maneira complementar, segundo Bittencourt e Cândido (2010) e Cândido (2006), para (i) a manutenção da qualidade do ar nos ambientes, (ii) termorregulação das edificações e (iii) resfriamento fisiológico dos usuários.

A primeira finalidade (i), guiada pela NBR 15220-3 (ABNT, 2004), têm como característica a ventilação higiênica visando remover eventuais impurezas e odores indesejáveis pela renovação do ar (números de trocas de ar por hora), além de manter os níveis de oxigênio em patamares apropriados e qualidade do ar nos ambientes. Estes aspectos foram discutidos no século XIX, no intuito de melhorar a salubridade e higiene das habitações para uma melhor saúde e aptidão ao trabalho da população, atribuindo à arquitetura a função climática (BEGUIN, 1977).

A segunda (ii), como ventilação térmica, diz respeito à redução dos ganhos de calor externos (radiação solar) e internos à construção. A remoção do calor acumulado no interior da edificação, seja ele produzido por pessoas ou fontes de energia internas (sistemas de iluminação artificial, motores e equipamentos); resfria o ambiente e regula o aquecimento do ar interno (LAMBERTS, DUTRA e PEREIRA, 2014).

Por último (iii), temos a ventilação de conforto no auxílio das trocas térmicas do corpo humano com o meio ambiente. Como forma de termorregulação do organismo, em situações de calor, os vasos se dilatam perifericamente e a pele produz suor aumentando a perda de calor por convecção, radiação e evaporação, quando o vento entra em contato com a pele, havendo assim resfriamento fisiológico (LAMBERTS, DUTRA e PEREIRA, 2014; BITTENCOURT e CÂNDIDO, 2010).

Nesse sentido, a velocidade do ar é um parâmetro-chave no conforto térmico, uma vez que compensa elevadas temperaturas do ar (NEGREIROS, 2010). Contudo, muitas vezes o movimento do ar se limita com a finalidade de evitar desconforto por corrente de vento (CÂNDIDO *et al*., 2011). Tal limitação pode se dar pela temperatura do ar ser maior que a do indivíduo, aumentando a sensação de insatisfação térmica; bem como, pela atividade desenvolvida, já que altas velocidades podem causar perturbações e dificultar o desenvolvimento da tarefa (NEGREIROS, 2010).

> O impacto do movimento do ar no conforto térmico, no entanto, é ainda uma área em aberto quando se trata em considerar seu efeito na determinação dos limites de desconforto ao calor (SANTAMOURIS; WOUTERS, 2006). O limite máximo de 1 m/s é geralmente adotado para não levantar papéis em ambientes de escritórios. Em condições muito quentes, velocidades de até 2 m/s podem ser desejáveis e velocidades acima de 5 m/s são quase sempre consideradas desconfortáveis para qualquer tipo de atividade exercida (NEGREIROS, 2010, p.31).

Sendo assim, diante do exposto, esta dissertação insere-se na área de concentração "Arquitetura e Cidade: Processo e produto", por tratar o objeto arquitetônico como parte constitutiva de um processo complexo de concepção, especificamente pelo enfoque configuracional e ambiental. Além disso, uma vez que o trabalho busca, por meio de métodos quantitativos e qualitativos (medições in loco, questionário e análise estatística) identificar os limites da velocidade do ar decorrentes da sensação e percepção de conforto térmico, este apresenta, então, interface com a linha de pesquisa 03 (três), "Qualidade do Ambiente Construído" do Programa de Pós-Graduação em Arquitetura e Urbanismo da UFPB; contribuindo, assim, para o avanço da pesquisa sobre o entendimento dos aspectos subjetivos dos usuários quanto ao conforto térmico alcançado pelo movimento do ar proporcionado pela arquitetura, mais pontualmente em escolas, no clima do semiárido paraibano.

1.1. Objetivos

1.1.1 Objetivo geral

Pretende-se neste trabalho **identificar os limites da velocidade do ar quanto a sensação e percepção do conforto térmico de alunos de escolas públicas de ensino médio integral de Campina Grande, PB**; tendo-se a hipótese que a elevada velocidade do ar em ambientes escolares será aceita pelos alunos.

1.1.2 Objetivos específicos

I. Identificar os limites da velocidade do ar estipulados como aceitáveis ao usuário na literatura acerca dos modelos estáticos e adaptativos de conforto térmico;

II. Compreender as possibilidades de aproveitamento da ventilação natural nas escolas que podem influenciar na percepção e sensação do conforto térmico dos alunos nas salas de aula;

III. Confrontar os limites de velocidade do ar encontrados na pesquisa com a literatura levantada ao identificar as variáveis ambientais, pessoais e psicológicas que influenciam a percepção e sensação do conforto térmico dos usuários.

1.2 Estrutura do trabalho

Dividida em cinco seções, o presente trabalho se desenvolve de forma a alcançar os objetivos previamente listados. A priori, o Capítulo 2 - REFERENCIAL TEÓRICO apresenta os temas centrais que embasam a pesquisa, contendo a revisão teórica sobre o conforto térmico (i), compreendendo a relação das variáveis ambientais e pessoais que contribuem para o conforto, além dos índices de conforto térmico; a ventilação natural (ii), identificando parâmetros de desempenho e limites de conforto quanto a velocidade do ar; bem como a percepção do conforto (iii), com a finalidade de compreender a aceitabilidade e preferência da ventilação natural de acordo com o local.

O Capítulo 3 - MATERIAIS E MÉTODOS descreve a metodologia utilizada na pesquisa, embasada por parâmetros encontrados na literatura, atribuindo mais confiabilidade à estrutura adotada. Assim, são explanados os instrumentos e as etapas de desenvolvimento da pesquisa de campo: levantamento e análise bioclimática, caracterização do universo de pesquisa, delimitação da amostra, instrumentação, elaboração do questionário, estudo piloto, experimento de campo e análise de dados.

Em seguida, tem-se o Capítulo 4 - ANÁLISE DOS RESULTADOS que contém a análise bioclimática de Campina Grande (temperatura, umidade, movimento do ar e horas de conforto térmico), e de possibilidades de aproveitamento da ventilação natural por escola, além das análises dos dados obtidos nas medições no período de inverno e verão, tanto de forma estatística descritiva, por meio de medidas de posição e dispersão (médias, medianas, variância e desvios padrão), gráfico e tabelas; bem como de maneira explicativa, através de testes estatísticos, gráficos e tabelas, avaliando, assim, as respostas dos usuários e as variáveis ambientais aferidas. Tem-se, em última avaliação, a análise comparativa dos dados do experimento de campo com os limites de velocidade do ar levantados na literatura.

Por fim, é apresentado no Capítulo 5 - CONCLUSÕES uma síntese dos resultados obtidos pelas análises supracitadas, possibilitando, assim, uma reflexão sobre os limites que a literatura propõe, ao compreender as relações do clima e do ambiente na percepção e sensação do conforto térmico do usuário.

2. REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 Conforto térmico

Ao projetarmos uma edificação devemos atentar sobre a forma, a função e os fechamentos da mesma, considerando-os de acordo com a realidade construtiva e o contexto climático local. Além disso, a correta orientação, dimensão e especificação dessas variáveis arquitetônicas são de suma importância para proporcionar as condições internas de conforto ambiental, à medida que se busca aproveitar os recursos naturais, evitando ganhos excessivos de calor em climas quentes (LAMBERTS, *et al.*, 2014).

O conforto térmico é um dos aspectos do conforto ambiental que a arquitetura deve servir ao homem. A definição de conforto térmico é a descrita pela ASHRAE 55 – 2017[1] como a condição da mente que expressa a satisfação com o ambiente térmico, sendo esta amplamente aceita pela literatura (LAMBERTS, *et al.*, 2014; CÂNDIDO, 2006; DE DEAR, *et al.*, 1997; FANGER, 1973).

Portanto, o conforto térmico é tomado como uma sensação humana dependente de fatores físicos, entendidos como trocas de calor do corpo com o meio; fisiológicos, referente a mudanças nas respostas fisiológicas do organismo; e psicológicos, quanto a diferenças na percepção e na resposta a estímulos sensoriais (LAMBERTS, *et al*., 2011). Ou seja, o conforto térmico não depende apenas das condições do ambiente térmico externo, mas da percepção que o homem tem do mesmo, conformando uma avaliação subjetiva.

> [...] o conforto térmico está estritamente relacionado com o equilíbrio térmico do corpo humano e esse equilíbrio é influenciado por fatores ambientais e pessoais. Assim, há ambientes em que as condições são favoráveis ao equilíbrio térmico do corpo humano e o homem sente-se bem disposto e há outros em que as condições são desfavoráveis (RUAS, 1999, p. 10).

As variáveis para determinar o conforto que interagem com a sensação de conforto térmico podem ser divididas em ambientais (temperatura do ar; temperatura radiante média; umidade relativa do ar e velocidade do ar), aferidas através de equipamentos; e humanas (metabolismo gerado pela atividade desempenhada e resistência térmica oferecida pela vestimenta), identificadas por meio de observação e respostas à questionário; sendo, também, consideradas outras variáveis como sexo, idade, raça, hábitos alimentares, peso e altura. Assim, pode-se inferir que o arquiteto deve ponderar acerca dessas variáveis apresentadas para atingir o conforto térmico. Por exemplo, para a atividade amena desenvolvida no interior de salas de aula em clima quente e úmido, prever uma boa ventilação sem que haja um fluxo de ar excessivo que faça voar papéis sobre a mesa (BITTENCOURT e CÂNDIDO, 2010) é fundamental a fim de aprimorar o desempenho e o conforto dos alunos (MARÇAL, *et al.*, 2018).

[1] Essa mesma definição de conforto térmico está presente nas edições anteriores da ASHRAE 55 e não apenas na versão 2017, por isso, autores com publicações mais antigas referenciam tal definição.

Nesse sentido, o contato do vento com o corpo pode reduzir a temperatura efetiva do indivíduo por meio da evaporação do suor da pele e pelas trocas de calor por convecção, a depender da temperatura do ar, umidade relativa, vestimenta e atividade, bem como, da velocidade e da turbulência do fluxo de ar. Essas trocas térmicas são bem vindas em climas quentes e úmidos, onde o uso de roupas leves é comum e é desejável o resfriamento fisiológico (BITTENCOURT e CÂNDIDO 2010).

2.1.1 Índices de conforto térmico

A ventilação é uma boa estratégia bioclimática para proporcionar um ambiente confortável termicamente e é utilizada como uma alternativa para ampliar as temperaturas limites máximas estipuladas nas zonas de conforto[2], propostas em índices de conforto térmico (BITTENCOURT e CÂNDIDO, 2010). Por sua vez, o principal desafio para estabelecer os níveis de conforto de ambientes internos é a combinação da aceitabilidade térmica e da aceitação do movimento de ar (CÂNDIDO *et al.*, 2011).

Os índices de conforto térmico têm a função de predizer e quantificar a frequência de ocorrência de conforto, além de facilitar a compreensão do mesmo em determinada situação (LAMBERTS, *et al.*, 2014; NEGREIROS, *et al.*, 2013). Os índices dividem-se em dois modelos: (i) estático, no qual existe um ambiente controlado (câmaras climatizadas) onde homem é considerado um receptor passivo do ambiente térmico; e (ii) adaptativo, no qual o usuário (agente ativo) interage com o ambiente naturalmente ventilado em resposta às suas sensações e preferências térmicas (LAMBERTS, *et al.*, 2014).

No primeiro grupo (i) podemos destacar o modelo do balanço térmico de Fanger, de 1970, o qual, para estabelecer o nível de conforto térmico, utiliza o PMV *(Predicted Mean Vote)* e o PPD (*Predicted Percentage of Dissatisfied*). O PMV prevê um valor médio de sensação térmica para um grupo, que varia em uma escala de sete pontos (valores positivos indicam calor, negativos, frio, e o zero aponta para o conforto). Já o PPD estima a porcentagem de pessoas insatisfeitas termicamente com o ambiente, estando relacionado a preferência térmica. Na Figura 1 pode-se observar a relação destes dois fatores, entendendo que quanto maior a porcentagem de insatisfação maior será o desconforto por frio ou calor.

Esse modelo é considerado o mais completo dos índices de conforto, por levar em consideração as variáveis ambientais e humanas. Apesar de Fanger apontar que os cálculos poderiam ser usados na íntegra em qualquer parte do mundo e dos índices serem adotado em normas como a ISO 7730-1984 e ASHRAE 55-1992, o método reduz o conforto térmico a uma equação de balanço térmico estática não considerando as questões de percepção do indivíduo (DE DEAR, *et al.* 2013).

[2] Auliciems *et al*. (1997) afirma que Olgyay foi o primeiro a definir zona de conforto em termos arquitetônicos. Sendo assim, a zona de conforto pode ser delimitada pela combinação de determinadas condições ambientais em que uma pessoa comum se sentiria confortável, ou não experimentaria a sensação de desconforto; dada a prerrogativa que o equilíbrio da qualidade ambiental do espaço seja alcançado por meios naturais (Olgyay,1963).

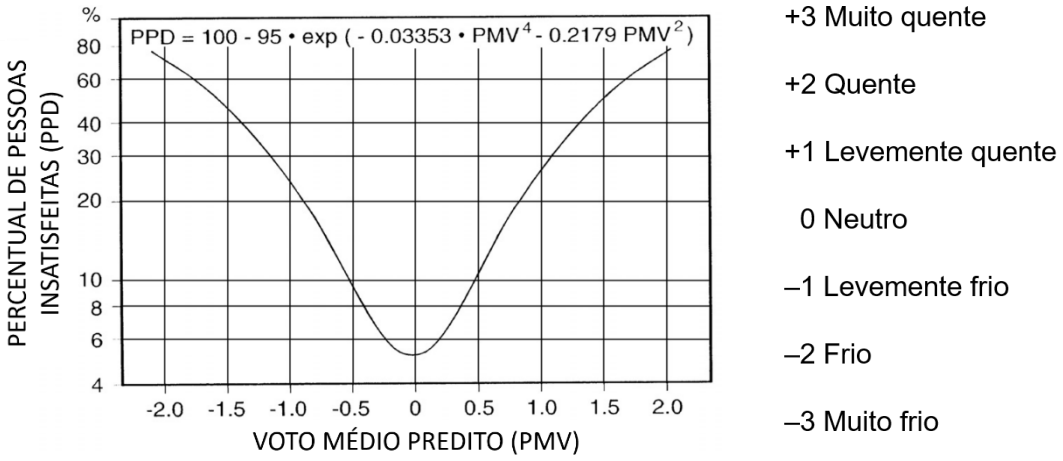


Figura 1 - Gráfico da porcentagem de pessoas insatisfeitas (PPD) em função do voto médio predito (PMV).

Fonte: Adaptado de ASHRAE 55, 2017, p.39.

O intervalo de conforto adotado como aceitável pela ISO 7730- 2005 é de um PPD de 10% do grupo de pessoas insatisfeitas, que corresponde a índices de PMV entre +0,5 e -0,5 (FANGER, *et al.*, 2002). Além disso, vale destacar que esta norma indica que a velocidade do ar para conforto no inverno tem que ser inferior a 0,15 m/s, com temperaturas entre 20 e 24ºC; e no verão, inferior a 0,25 m/s, com temperaturas entre 23 e 26ºC.

Contudo, apesar do modelo estático original não ter sido desenvolvido para ambientes naturalmente ventilados, no qual se tem maior aceitabilidade térmica pela maior possibilidade de adaptação do usuário, Fanger e Toftum (2002), afirmando combinar o melhor do PMV (variáveis ambientais e humanas que têm impacto direto sobre o balanço térmico) e do modelo adaptativo (variáveis psicológicas que influenciam a expectativa do usuário), propuseram uma extensão do modelo PMV para edifícios não condicionados artificialmente em climas quentes o qual prediz uma temperatura limite mais elevada quando a expectativa é um fator baixo.

Já o modelo adaptativo (ii), foi elaborado por Humphreys e Nicol, nos anos 1970, quando se pesquisou acerca da aclimatação das pessoas (LAMBERTS, *et al.*, 2014). Neste estudo foi apontando uma forte relação entre a temperatura do ar em condições de conforto e a temperatura média do ar no interior do edifício, levando em consideração a temperatura média mensal externa (DE DEAR, *et al.*, 2013) e a ventilação dos ambientes, ponto este considerado fundamental para o conforto térmico em climas quentes e úmidos (CÂNDIDO, 2006). Humphreys e Nicol, em 2002, dizem que o princípio do pensamento adaptativo é a reação das pessoas para restaurar o conforto quando ocorre uma mudança que produz desconforto (NEGREIROS, 2010). Auliciems, em 1981, no seu modelo psicofisiológico (NEGREIROS, 2010), indica que o indivíduo se acostuma termicamente aos ambientes aos quais é habitualmente exposto (SOUSA, 2018), dando base para De Dear e Brager classificarem os processos adaptativos como comportamentais (ações externas), fisiológicos (aclimatação) e psicológicos (expectativas) (DE DEAR, *et al.*, 2013).

No âmbito da presente pesquisa, portanto, o modelo adaptativo se faz mais coerente como parâmetro de comparação dos limites de velocidade do ar estipulados na literatura e os aferidos nas medições, posto que é utilizado em ambientes naturalmente ventilados. No entanto, os índices de PMV e PPD também serão úteis na compreensão do trabalho quanto às questões subjetivas que influenciam a percepção e sensação do conforto térmico (aceitabilidade e preferência térmica).

> Por essa razão, a análise do conforto ambiental por meio apenas da percepção do usuário apresenta limitações por ser uma avaliação basicamente qualitativa. Entretanto, ela é de fundamental importância para validar as análises quantitativas obtidas de medições técnicas, tendo em vista que o objetivo dessas medições é determinar parâmetros ambientais que permitam classificar o nível de conforto de uma edificação, o que, em última instância, depende da satisfação do usuário dela (OCHOA, *et al.,* 2012, p. 92).

2.2 Limites de velocidade do ar

As zonas de conforto são estipuladas sob determinadas condições ambientais. Todavia, essa zona pode ter seus limites expandidos através de algumas estratégias passivas como a ventilação de conforto. Sendo assim, serão explanados a seguir alguns autores que estipulam limites de velocidade do ar como forma de ampliar a aceitabilidade de temperatura de conforto por meio de estratégias de controle térmico passivo.

A ASHRAE 55-2017 indica o modelo adaptativo para ambientes naturalmente ventilados, onde as janelas podem ser ajustadas e operadas pelos usuários de acordo com suas necessidades, permitindo o uso de velocidades do ar elevadas para aumentar a temperatura operativa[3] máxima sob certas condições (NEGREIROS, 2010). Este método de elevação da temperatura por meio da velocidade do ar se aplica a níveis de atividade com taxas metabólicas entre 1 e 2 met, isolamento de vestimenta de até 1,5 *clo* e velocidades médias do ar acima de 0,20 m/s.

Desta forma, para temperaturas operativas acima de 25,5°C e quando não há controle sobre a velocidade do ar se estabelece o limite máximo de 0,8 m/s, porém, quando há controle[4], ou o metabolismo está acima de 1,3 met, não há limite de velocidade (Figura 2) (ASHRAE 55, 2017). Tais informações estão em acordo com a hipótese que os ocupantes de edifícios ventilados naturalmente obtêm conforto térmico em uma faixa mais ampla de temperaturas, devido aos maiores níveis de controle pessoal proporcionados pelas janelas operáveis (DE DEAR, *et al.,* 2013).

[3] Temperatura Operativa é definido como sendo a "temperatura uniforme das superfícies de um ambiente imaginário no qual o ocupante trocaria a mesma quantidade de calor por radiação mais convecção que no ambiente real não uniforme" (LAMBERTS, *et al.,* 2013,p.85)

[4] O controle do movimento do ar em espaços onde há ocupação múltipla, como por exemplo salas de aula, deve ser por meio de pelo menos um controle por ambiente, não dependendo do tamanho do local (ASHRAE-55, 2017)

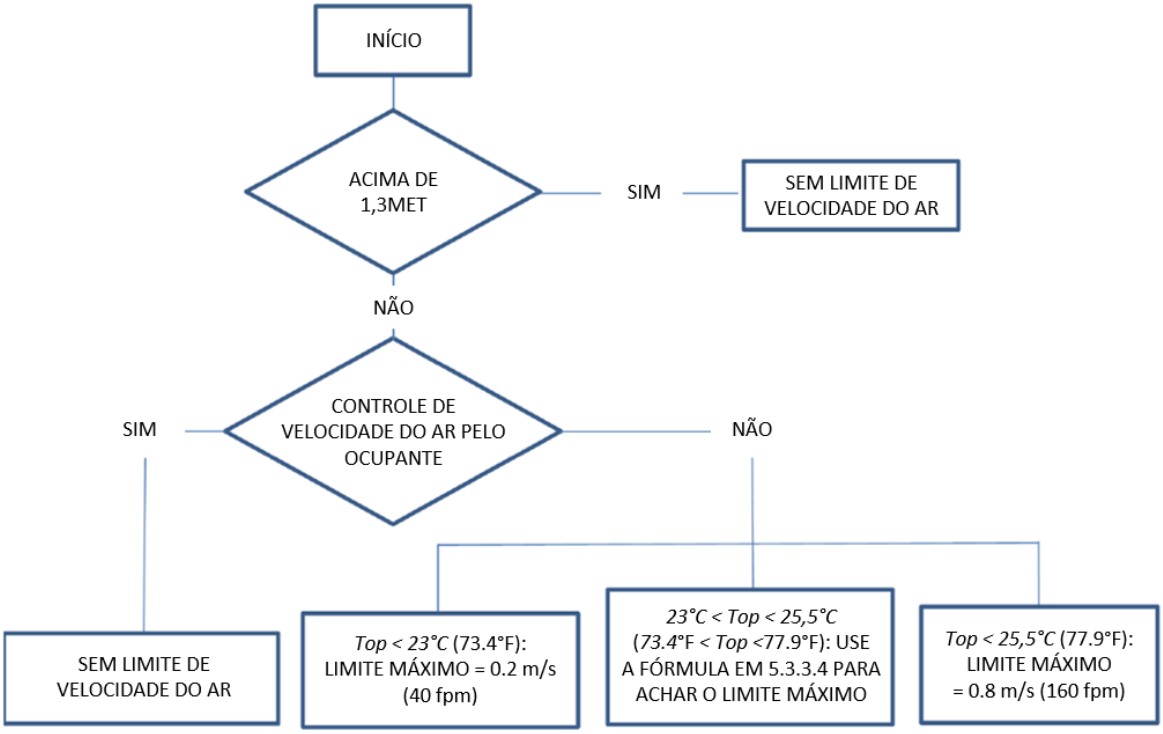


Figura 2 - Fluxograma para determinar os limites das entradas de velocidade do ar.

Fonte: Adaptado de ASHRAE 55, 2017, p.13.

Contudo, Lamberts, *et al.* (2013) desenvolveram uma proposta para norma brasileira de conforto térmico, baseada na ASHRAE 55-2010 (quando esta ainda estipulava o limite máximo de 1,2 m/s para ambientes internos com controle da velocidade do ar pelo ocupante), ao entenderem que velocidades do ar mais altas são aceitas em climas quentes e úmidos (CÂNDIDO, *et al*., 2010). As ideias iniciais da norma foram apresentadas na conferência de Windsor[5], em 2010, e aprofundada por Cândido, *et al*. (2011), visando iniciar as discussões no Brasil sobre as condições de conforto térmico humano em ambientes internos. Porém, apesar de algumas mudanças serem introduzidas para tornar a norma mais compreensiva e acessível à prática e aos usuários, os limites de velocidade do ar indicados são os mesmos propostos na norma em que se basearam, sejam com ou sem controle do ocupante. Esta restrição pode ser justificada pelo efeito perturbador do vento no ambiente e não, necessariamente, pelo desconforto por corrente de vento (draft).

Outra fonte que relata limites de velocidade do ar são os livretos da série "*PLEA Notes - Design tools and techniques*" (Notas PLEA - Ferramentas e técnicas de projeto). Estes têm o propósito de contribuir para a criação de melhores edifícios, ambientes internos mais saudáveis e conservação de

[5] A conferência de Windsor, no Reino Unido, é um evento que reúne especialistas para discutir avanços em pesquisas voltadas para o conforto térmico em edificações. Em sua 6ª edição, realizada de 9 a 11 de abril de 2010, apresentou a temática *Adapting to Change - New Thinking on Comfort* (Adaptando-se à Mudança - Novo Pensamento em Conforto), onde Richard De Dear, apresentou uma palestra sobre "Conforto Térmico em Ventilação Natural - Uma Hipótese Neurofisiológica", dando início a produção de uma série de artigos sobre Normas Internacionais de Conforto, incluindo o conforto em climas quentes e sessões sobre conforto, energia e edifícios (WINDSOR CONFERENCE,2018).

energia, através das notas como instrumentos de aprendizado e projeto, auxiliando para o aumento da conscientização da responsabilidade ambiental na arquitetura (AULICIEMS e SZOKOLAY, 1997).

A nota 3, sobre conforto térmico, descreve o movimento do ar como uma das variáveis ambientais, que sob condições cotidianas, indica uma relação entre as reações subjetivas (percepção) e as velocidades do ar (Tabela 1) como forma de ampliar o limite superior da zona de conforto (AULICIEMS e SZOKOLAY, 1997).

Tabela 1 - Limites de velocidade do ar e suas respectivas reações de acordo com PLEA - Notes 3.

VELOCIDADE DO AR (m/s)	PERCEPÇÃO
< 0.25	Imperceptível
0.25-0.50	Agradável
0.50-1.00	Consciência do movimento do ar
1.00-1.50	Incômodo
> 1.50	Irritantemente incômodo

Fonte: Adaptado de Auliciems e Szokolay, 1997, p.14.

Entendendo que a perda de calor por convecção da superfície do corpo e por evaporação da pele são efeitos do movimento do ar, esta nota indica que sob condições quentes, velocidades até 1,5 m/s são consideradas aceitáveis, pois acima desse valor objetos leves podem ser arrastados gerando efeitos desagradáveis; enquanto que, sob condições frias, a velocidade tem um limite bem inferior, de 0,25 m/s, mesmo em uma sala aquecida (AULICIEMS e SZOKOLAY, 1997).

A nota 5, sobre análise climática, destaca que esta avaliação do clima é um dos passos mais importantes na elaboração do projeto e reitera que o limite de velocidade do ar é de 1,5 m/s, uma vez que se fundamenta nos livretos anteriores. Dentre as estratégias de controle térmico passivo que podem proporcionar o conforto térmico interno em climas quente e úmido, a depender das condições externas, orientação, tamanho de aberturas e mecanismo de fechamento; o movimento do ar é, mais uma vez, destacado como um efeito eficaz para o resfriamento do corpo e para criar condições aceitáveis do ambiente interno (DOCHERTY e SZOKOLAY, 1999).

De maneira semelhante, ao afirmar que o efeito do movimento do ar e da umidade relativa é de grande importância em climas quentes, nos quais a perda de calor por evaporação é uma das estratégias predominantes para alcançar o conforto, Nicol (2004) indica que velocidades do ar constantes de até 1m/s permite aumentar a temperatura de conforto em cerca de 3,4°C, uma vez que essa levaria a um resfriamento fisiológico.

Por último, pode-se citar o trabalho realizado por Givoni (1994), sobre desempenho e aplicabilidade de sistemas de resfriamento passivo e de baixo consumo de energia, baseado, principalmente, em estudos experimentais. Neste, o autor afirma que os limites de conforto diferem para cada localidade, uma vez que o clima e o tipo de construção influenciam quais os níveis de aclimatação das pessoas residentes e quais sistemas de resfriamento podem ser aplicados.

Para regiões de clima quente e úmido, especificamente, a ventilação de conforto, por meio da ventilação cruzada, é a mais simples estratégia para minimizar o desconforto, aumentando a perda de calor por evaporação e convecção da pele. Assim, quando se tem temperaturas do ar externas máximas de até 32°C e quando a amplitude de temperatura diurna é menos de 10°C, velocidades do ar entre 1,5 e 2 m/s são consideradas aceitáveis, a depender da aclimatação da população, minimizando o efeito fisiológico da alta umidade e aumentando a perda de calor por convecção do corpo (GIVONI,1994).

Portanto, a ventilação natural é uma estratégia amplamente aceita para elevar os limites de conforto, muito embora, haja pequenas divergências quanto aos limites de velocidades do ar estipulados e que não causem desconforto. Sendo assim, a Tabela 2 fornece uma síntese das velocidades limites que são indicadas pelos autores supracitados do referido modelo.

Tabela 2 - Limites de velocidade do ar considerados aceitáveis pela literatura.

AUTOR (ANO)	LIMITE DE VELOCIDADE DO AR
Givoni (1994)	Entre 1,5 e 2,0 m/s
Auliciems e Szokolay (1997) / Docherty e Szokolay (1999)	1,5 m/s (sob condições quentes)
	0,25 m/s (sob condições frias)
Nicol (2004)	1,0 m/s
Lamberts, *et al*. (2013)	0,8 m/s (sem controle)
	1,2 m/s (com controle)
ASHRAE 55 (2017)	0,8 m/s (sem controle)
	Não há limite (com controle)

Fonte: Autora, 2020.

2.3 Relevância da ventilação natural

Quando pensamos nas repercussões das condições ambientais do lugar nos indivíduos, Coutinho Filho *et al*. (2007) afirmam que a produtividade e a qualidade do trabalho estão relacionadas a tais fatores, apontando que o excesso de calor afeta o desempenho dos usuários. Logo, em ambientes escolares o conforto térmico deve ser promovido a fim proporcionar um espaço adequado ao ensino.

Como estratégia bioclimática, a ventilação natural é uma alternativa viável para incrementar o conforto térmico do ocupante, além de auxiliar a reduzir gastos desnecessários de energia com ventilação artificial ou mecânica. Edifícios que se utilizam destes recursos não naturais, geralmente, gastam mais que o dobro da energia utilizada em construções naturalmente ventiladas (LEITE, 2015).

Utilizar técnicas de resfriamento e aquecimento passivos são uma forma sustentável e eficaz de reduzir o uso do ar condicionado, diminuindo os custos de energia; e aumentar as possibilidades de se obter conforto. Nesse sentido, a ventilação natural adequada pode desempenhar um papel importante para o conforto do usuário pelo controle da qualidade do ar (renovação do ar) e da temperatura interna dos edifícios (YANG e ZHANG, 2008).

Em específico, estudos sobre o resfriamento convectivo noturno (ventilação noturna), evidenciam que essa alternativa auxilia na redução da carga térmica e consequentemente no consumo de energia das edificações, indicando a eficácia dessa estratégia bioclimática no clima do semiárido e no quente e úmido (SOUZA *et al*., 2019).

De Dear *et al*. (2013) apresentam o progresso das pesquisas de conforto térmico nos últimos vinte anos, destacando que, desde os anos 1990, o foco do conforto térmico pelo movimento do ar se limita pelo resfriamento local indesejado (*draft*), que é sentido com maior intensidade em áreas do corpo que não estão cobertas (cabeça, pescoço, ombros, tornozelos, pés e pernas) (ASHRAE 55, 2017). Nesse sentido, o uso de velocidades do ar elevadas para aumentar a faixa de conforto térmico não é recomendado quando os ocupantes estiverem neutros ou levemente com frio, mas sim, quando estiverem ligeiramente com calor (ASHRAE 55, 2017).

Cândido *et al*. (2011) reconhecem que tipicamente os limites máximos de velocidade do ar são estabelecidos com o propósito de evitar desconforto por correntes de vento, muito embora, afirmem que no clima quente e úmido maiores velocidade do ar são desejadas. Nesse sentido, estudos conduzidos no Brasil apontam que o mesmo movimento de ar desejado pelos usuários em climas quentes é considerado como desconfortável em climas frios (CÂNDIDO *et al*., 2010).

> Recentemente, Cândido (2010) e De Vecchi (2011) realizaram experimentos em salas de aula universitárias, resultando em grandes amostras de pesquisa com foco na aceitabilidade térmica dos ocupantes e, em particular, na aceitabilidade do movimento do ar. Os experimentos foram realizados em diferentes regiões - mas em climas quentes e úmidos (Maceió / AL e Florianópolis / SC, respectivamente) - e concluíram que ocupantes de edifícios adaptados a esses climas não apenas aceitam, mas preferem valores mais elevados de velocidade do ar (superior a 0,80 m/s) para restaurar o conforto térmico. Os resultados também indicaram que o risco de *'draft'* resultante dos valores mais altos de velocidade do ar recomendados pela ASHRAE 55 (2004) e ISO 7730 (2005) é irrelevante para a esmagadora maioria dos ocupantes do edifício. (Tradução livre - LAMBERTS, *et al*., 2013)

De semelhante modo, Yang e Zhang (2008), na China, chegaram à conclusão que a velocidade do ar teve grande influência na sensação de conforto térmico dos ocupantes e que estes precisam de um alto nível de movimento do ar para se sentirem confortáveis, uma vez que as velocidades do ar exigidas pelos participantes aumentaram com o aumento da temperatura operacional. Todavia, apesar da pesquisa indicar que uma porcentagem maior dos entrevistados se sentiam mais confortáveis em edifícios com ar-condicionado, é relevante salientar que a faixa de temperatura aceita em edifícios desse tipo foi ligeiramente menor que os edifícios com ventilação natural, apontando que estas pessoas aparentam ser mais tolerantes a temperaturas mais elevadas e que encontram-se termicamente confortáveis em uma faixa mais ampla de temperatura do que os ocupantes dos edifícios com ar condicionado.

A percepção do usuário sobre a ventilação está relacionada ao clima local, a aclimatação (ajustes fisiológicos) e as expectativas do indivíduo (reações psicológicas ao meio) (CÂNDIDO, 2006), podendo levá-lo a entender a corrente de ar como uma agradável brisa ou então como uma incômoda corrente de ar (CÂNDIDO *et al*., 2010). Tal divergência é natural, já que o organismo do usuário se ajusta às condições a que está submetido durante a maior parte do tempo (OCHOA *et al*., 2012). Nesse sentido, a percepção pode ser identificada por meio da preferência e aceitabilidade térmica, que indicam quais as condições térmicas do ambiente interno que as pessoas optam e aceitam.

Pode-se citar como exemplo, tanto Silveira (2020) como Wu *et al*. (2019) que, em seus estudos com idosos sobre o ambiente térmico em climas quente e úmido, concluíram que esses são usuário passivos, no sentido da sua preferência em utilizar a ventilação natural como meio para reduzir a sensação de calor, entendendo que o vento é uma estratégia adaptativa que atua a favor de seu conforto.

Foi constatado por De Vecchi (2015), que uma questão de grande influência na escolha da estratégia de climatização ambiental por parte dos usuários é a memória térmica, uma vez que as pessoas expostas por um período prolongado a ambientes climatizados artificialmente, por exemplo, tem sua preferência, aceitabilidade e tolerância térmicas afetadas (NOGUEIRA *et al., 2019)*.

Souza (2020), por sua vez, ao tratar sobre a sensação e a preferência térmica em escolas de ensino fundamental no clima quente e úmido, aponta que os alunos que estudam nas salas ventiladas naturalmente apresentam uma maior tolerância ao calor, já que indicaram desconforto por calor em temperaturas mais altas que as crianças que estudam nas salas condicionadas artificialmente.

Cândido *et al*. (2011) afirmam que, para o contexto climático do Brasil, deve haver conexão da aceitabilidade térmica com a aceitação do movimento do ar para ambientes internos naturalmente ventilados, apontando que o movimento do ar é relevante em termos de preferência e aceitabilidade térmica, uma vez que afeta a sensação de conforto dos ocupantes.

Assim, para analisar criticamente as condições de conforto propostas na literatura, incluindo os limites da velocidade do vento, Ochoa *et al.* (2012) diz que é necessário haver o cruzamento das informações de satisfação do usuário (percepção) e os dados obtidos de medições técnicas. Desta forma, as medições das variáveis ambientais devem ser acompanhadas de aplicação de questionário visando apreender as questões subjetivas e individuais de cada ocupante.

> Além disso, como afirmam Becker, Goldberg e Paciuk (2007), estudos demonstram que podem existir divergências entre os valores preditos para a zona de conforto e os valores reais, em função das condições de cada localidade. Ainda, segundo Fransson, Västfjäll e Skoog (2007), as medições técnicas podem falhar na captura de experiências subjetivas de dimensão simples sensorial, justificando a importância de obter-se uma avaliação sob o ponto de vista do usuário no ambiente interno (OCHOA, *et al.*, 2012, p.93).

Portanto, é notória a relevância e eficácia da ventilação natural como estratégia bioclimática para o conforto térmico em ambientes internos, seja quanto a satisfação do usuário e o desempenho das atividades desenvolvidas, bem como, pela conservação de energia devido a redução do uso do ar condicionado. Logo, esta pesquisa contribuirá com o desenvolvimento das discussões sobre a avaliação do conforto térmico por meio da percepção dos usuários, com enfoque no movimento do ar.

> É sabido que a extrapolação e o uso de limites para velocidade do ar oriundos de estudos com realidades climáticas diferentes podem resultar em significativa disparidade em termos de aceitabilidade térmica em geral e em preferência do movimento do ar. No entanto, pouco foi desenvolvido no intuito de se aprofundar o entendimento de aspectos subjetivos da relação do usuário com a intensidade do movimento do ar. Nesse sentido, estudos que comparam tais valores máximos da velocidade do ar com os resultados da preferência e aceitabilidade do movimento de ar dos usuários se constituem em importante contribuição para essa área do conhecimento (CÂNDIDO *et al*., 2010, p.61).

3. MATERIAIS E MÉTODOS

Este trabalho lida com resultados quantitativos e qualitativos, pois trata de aspectos individuais e subjetivos dos usuários associados às medições técnicas em relação ao movimento do ar. Assim, este capítulo está voltado para descrição da metodologia utilizada na pesquisa, embasada por autores e normas que tratam acerca da temática em questão (Cândido, 2010; Cândido *et al*., 2010; De Vecchi, 2015; Sousa, 2018; ASHRAE 55-2017; ISO 7726:1998; ISO 7730:2005).

Os processos para a realização da pesquisa incluem, além da revisão bibliográfica, apresentada previamente; as fases de estudo de caso, pesquisa de campo e a análise de dados (Figura 3) que serão descritas a seguir.

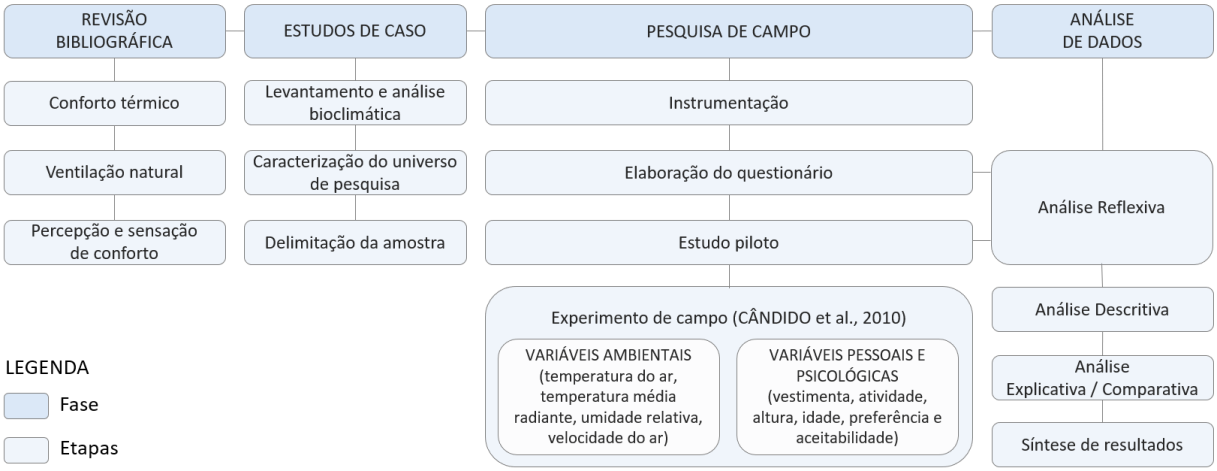


Figura 3- Organograma metodológico.

Fonte: Autora, 2020.

3.1 Estudo de caso

Nesta fase houve a definição dos estudos de casos. Para tanto, realizou-se, o levantamento e a análise de dados climáticos (i) para caracterizar o clima local, a orientação predominante, a velocidade e a intensidade dos ventos na cidade de Campina Grande. Em seguida, caracterizou-se o universo de pesquisa e delimitou-se a amostra (ii) elencando os parâmetros para escolha das escolas públicas de ensino médio integral (escolha não aleatória) que comporiam os experimentos de campo. Isso possibilitou a realização de uma avaliação arquitetônica das salas de aula dos estudos de caso definidos, auxiliando na pesquisa de campo quanto à elaboração do questionário e a disposição dos equipamentos no local.

3.1.1 Levantamento e análise bioclimática

Diante da definição de Campina Grande, Paraíba, como a cidade sede para realização da pesquisa, foi possível levantar os dados do clima local por meio do programa *CLIMATE CONSULTANT 6.0*, a partir do arquivo climático da referida cidade na extensão *epw* (LIGGETT e MILNE, 2015); da plataforma ProjetEEE[6] - Projetando Edificações Energeticamente Eficientes (LABEEE,2020), bem como, pelas informações das normais climatológicas (1981-2010) de Campina Grande – PB (INMET, 2018). A partir disso, realizou-se a análise bioclimática da cidade em questão por meio da temperatura, umidade e ventilação, além de horas de conforto. Esta avaliação está presente no Tópico 4.1 ANÁLISE BIOCLIMÁTICA DE CAMPINA GRANDE.

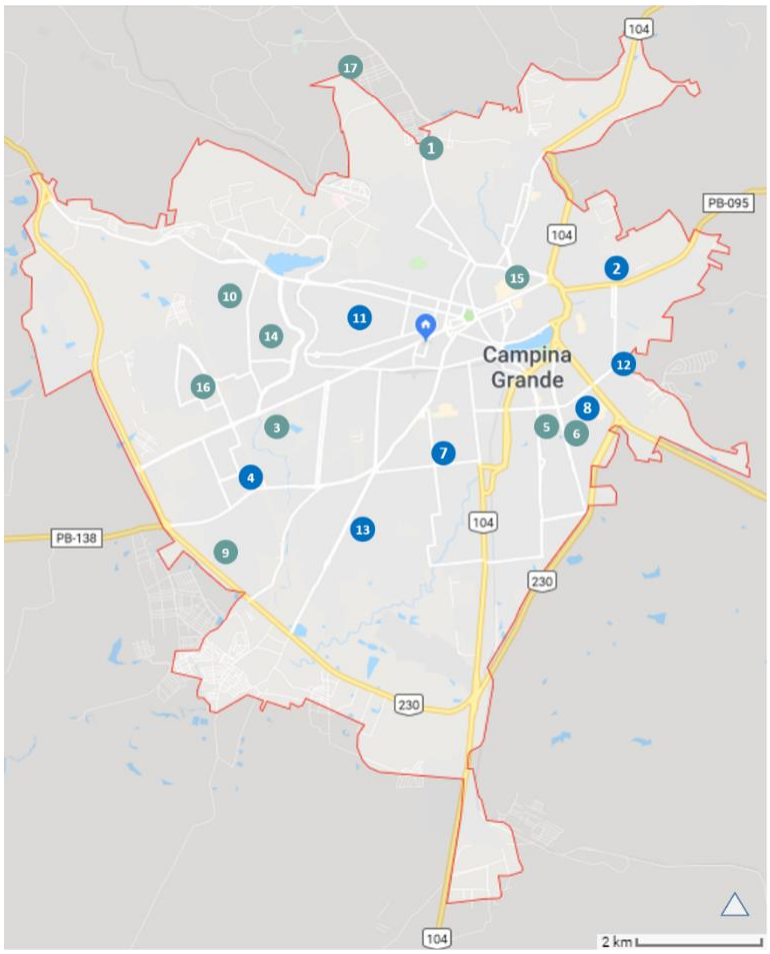
3.1.2 Caracterização do universo de pesquisa

Sabendo que o objetivo da pesquisa é identificar os limites aceitáveis de velocidade do ar para alunos em Campina Grande, Paraíba, o universo de pesquisa estabelecido foram as escolas públicas de ensino médio integral, também conhecidas como Escolas Cidadãs Integrais – ECI, geridas pela 3ª Regional de Educação. Esta região abrange 32 ECI's, das quais 17 estão localizadas em Campina Grande (Figura 4), com 4073 estudantes matriculados no ensino médio regular[7] em 2019.

Sendo assim, o universo compreende alunos do 1º ao 3º ano, por compor uma faixa etária com maior possibilidade de entendimento do questionário que seria aplicado. Além disso, a integralidade do ensino, também, foi levada em consideração pela maior disponibilidade de tempo para coleta de dados. Nesse sentido, foram realizadas pesquisas de campo no inverno (período frio), e, também, no verão (período quente), com o intuito de avaliar as divergências na sensação e percepção térmica entre tais estações.

[6] O Laboratório de Eficiência Energética em Edificações (LabEEE) e a Universidade Federal de Santa Catarina, desenvolveram o ProjetEEE, resultado do Projeto Transformação do Mercado de Eficiência Energética no Brasil, com o objetivo de colaborar com referências projetuais para construções eficientes, contribuindo para a capacitação técnica dos profissionais da área. Este produto é uma plataforma on-line, que permite o acesso aos dados climáticos de mais de 400 cidades brasileiras (ventilação, temperatura, radiação, umidade), indicando as estratégias bioclimáticas de projeto, componentes construtivos e equipamentos que mais se adequa à localidade; de maneira lúdica, prática e detalhada, por meio dos arquivos climáticos do INMET 2016 (LABEEE, 2020)

[7] Este dado foi obtido através do sistema Saber, plataforma de acompanhamento e fornecimento de dados da situação das escolas da rede estadual paraibana (PARAÍBA, 2020), e disponibilizado pela gestão pedagógica da ECI Assis Chateaubriand.



ESCOLAS CIDADÃS INTEGRAIS

1. Anesio Leão
2. **Assis Chateuabriand**
3. Braulio Maia Junior
4. **Dep. Alvaro Galdêncio de Queiroz**
5. EDAC
6. Elpidio de Almeida
7. **Felix Araujo**
8. **Hortensio de Sousa Ribeiro**
9. Irmã Stefanie
10. Itan Pereira
11. **Monte Carmelo**
12. **Nenzinha Cunha Lima**
13. **Raul Córdula**
14. Severino Cabral
15. Solon de Lucena
16. Virginius da Gama e Melo
17. Willians de Sousa Arruda

(Destaque em negrito para as escolas definidas para o levantamento de campo).

Figura 4 - Localização das ECI's em Campina Grande.

Fonte: Autora, 2020, adaptado do Google maps, 2020.

3.1.3 Delimitação da amostra

Compreendendo que seria inviável realizar a pesquisa com todos os alunos do universo, optou-se por realizar uma amostragem não probabilística por conveniência e acessibilidade, estabelecendo os seguintes parâmetros para a escolha das escolas, criando camadas de aleatoriedade à amostra: ser de ensino integral, ser ventilada naturalmente[8] e, se possível, ter elementos que favorecem tal estratégia, bem como, ter aberturas operáveis e disponibilidade de acesso para realização da pesquisa nos períodos de medição, sabendo que uma porção da estação do verão, assim como, do inverno, são férias escolares.

Assim, foi possível realizar, um cálculo probabilístico[9], de acordo com a Equação 1, levando em consideração, o tamanho da população em estudo (4073 estudantes); a proporção populacional de

[8] Este critério exclui a possibilidade do uso de ar-condicionado, porém, não elimina a utilização de ventiladores, uma vez que, estes servem de complemento para a ventilação natural.

[9] Tal amostragem probabilística foi realizada com o auxílio das professoras da Universidade Federal de Campina Grande, Areli Mesquita e Ana Cristina Brandão, Mestres em Matemática com área de concentração em Estatística.

indivíduos que pertencem à categoria de interesse com um valor conservador de 0,5; o intervalo de confiança de 95% com valor crítico de 1,96; e um erro amostral de 2 a 5%, a fim de que se tenha uma amostra representativa, como podemos observar na Tabela 3.

$$n = \frac{N \times p \times (1-p) \times Z^2}{p \times (1-p) \times Z^2 + (N-1) \times E^2} \quad \text{(Eq.1)}$$

Onde:

n = Tamanho da amostra / N = Tamanho da população em estudo / E = Margem de erro

p = Proporção populacional de indivíduos que pertencem à categoria de interesse

Z = Valor crítico correspondente ao grau de confiança desejado

Tabela 3 - Amostra probabilística dos alunos de ensino médio das ECI's para erros de 2 a 5 %.

ERRO	TAMANHO DA AMOSTRA
2 %	1511 alunos
3 %	846 alunos
4 %	524 alunos
5 %	352 alunos

Fonte: Autora, 2020.

Sendo assim, buscou-se, então, alcançar a quantidade significativa de alunos para um erro amostral de 4%, de acordo com os parâmetros estabelecidos e dentro do tempo hábil de cada período avaliado, para amenizar a possibilidade de uma amostra enviesada, bem como, para obter uma amostra mais a consistente e eficaz.

Todavia, o valor da amostra obtida para o período do inverno (569 respondentes) ultrapassou o tamanho calculado de 524 alunos, uma vez que a contagem das unidades amostrais alcançadas em cada escola dependia do horário de aula dos professores que disponibilizaram suas aulas para realizar a pesquisa, tendo em vista que a troca de sala quando acaba a aula de uma matéria é dos alunos e não do professor. Embora isso tenha facilitado o manejo dos equipamentos, a quantidade de turmas, e por consequência de estudantes, que se tinha acesso estava condicionada ao horário dos professores no dia da medição. Assim, a contagem só podia ser realizada ao final do experimento de campo em uma escola, seja pela quantidade variada de estudantes por sala de aula, pela disponibilização voluntária em responder ao questionário, bem como, pela verificação do registro dos dados aferidos pelos equipamentos durante o tempo decorrido no experimento.

No verão, procurou-se obter uma amostra similar a do inverno, contudo, esta, também, foi excedida (646 respondentes), pois, além de apresentar as mesmas limitações da contagem das unidades amostrais do período anterior, uma das ECI's, excedeu a quantidade de respondentes esperado, chegando a quase o dobro do obtido nesta escola no inverno (Tabela 4). Outro ponto que levou a extrapolar a amostra foi o agendamento prévio para a realização da pesquisa de campo nas escolas, que, para evitar desfeitas ou maiores constrangimentos, foi seguido.

Tabela 4 – Amostra coletada de acordo com as ECI's por período.

REFERÊNCIA DAS ECI's	INVERNO		VERÃO	
	DATA DA PESQUISA	AMOSTRA	DATA DA PESQUISA	AMOSTRA
A	13/06/2019	55	-	-
B	02/08/2019	51	28/02/2020	72
C	08/08/2019	68	20/02/2020	71
D	09/08/2019	90	19/02/2020	172
E	15/08/2019	104	18/02/2020	158
F	23/08/2019	118	21/02/2020	100
G	30/08/2019	83	02/03/2020	73
TOTAL		**569**		**646**

Fonte: Autora, 2020.

Portanto, no período do inverno foi aplicado o questionário a 569 respondentes, e no verão a 646, representando, desta forma, de acordo com a Equação 1, uma margem de erro inferior aos 4% calculado anteriormente, em ambos os casos. Tais amostras foram recolhidas nas seguintes ECI's:

A. Raul Córdula[10];
B. Assis Chateaubriand;
C. Monte Carmelo;
D. Hortêncio Sousa Ribeiro (Premen);
E. Félix Araújo;
F. Deputado Álvaro Gaudêncio de Queiroz;
G. Nenzinha Cunha Lima.

Estas escolas serão apresentadas no Tópico 4.2 ANÁLISE DAS POSSIBILIDADES DE APROVEITAMENTO DA VENTILAÇÃO NATURAL, a fim de compreender melhor a estrutura e as estratégias de captação do ar.

3.2 Pesquisa de campo

Esta é a fase chave do trabalho, uma vez que exigiu dedicação e maior atenção, pois foi onde os dados para análise foram obtidos nas escolas escolhidas. Essa, demandou uma grande quantidade de tempo, tanto pela tramitação dos processos da pesquisa no Comitê de Ética (ANEXO A) e na Secretaria de Educação, como pelo contato e acessibilidade das escolas, levando em consideração também o elevado número de respondentes para atingir a amostra, o recorte temporal (inverno e verão) e o próprio processo de ajustes até a execução dos experimentos.

[10] Na ECI Raul Córdula não foi possível a realização das medições no período de verão por incompatibilidade de horários. Todavia, isso não foi um empecilho para alcançar uma amostra considerável, compatível com a recolhida no período de inverno.

Nesse sentido, após a definição da amostra e das escolas, elaborou-se o questionário, que posteriormente seria reproduzido de forma impressa (i); calibrou-se os equipamentos (ii) de forma prévia, por meio de testes que comprovaram sua precisão na coleta dos dados das variáveis ambientais, fundamentais para a fase de análise da pesquisa. Após esses passos preliminares, foi realizado o estudo piloto (iii), possibilitando a análise reflexiva das observações do comportamento dos alunos e respostas obtidas no questionário, levando a um aprimoramento tanto do questionário como dos procedimentos adotados nos experimentos de campo (iv).

3.2.1 Instrumentação

Os instrumentos necessários para a coleta dos dados ambientais foram (Figura 5): um TGD-300 (medidores de stress térmico), utilizado para as medições de temperatura de globo, bulbo seco e bulbo úmido; um termo anemômetro digital (modelo INSTRUTHERM TAFR-200), para a aferição da velocidade do ar (SOUSA,2018) e um TGD-400, que realiza as funções dos dois aparelhos anteriormente citados[11]. Ressalta-se que em ambos os TGD's foram utilizadas esferas térmicas de cobre de duas polegadas de diâmetro (5,08 cm) tanto para os testes de calibração e piloto, como para os experimentos de campo.

(1) (2) (3)

Figura 5 - (1) TGD-300; (2) TAFR-200 e (3) TGD-400.

Fonte: (1) http://www.unimetro.com.br; (2 e 3) https://www.instrutherm.net.br. Acesso em: 2019.

Para verificar a precisão na medição das variáveis ambientais de tais instrumentos, foram realizados testes comparativos no Laboratório de Conforto Ambiental – UFPB, no qual os equipamentos foram postos para funcionar durante o dia inteiro. Sendo assim, foi possível utilizar os dados coletados do TGD-300 (equipamento calibrado) como referência para os do TGD-400, que demonstrou similaridade nas variáveis de temperatura e divergências não significativas quanto a umidade relativa. Todavia, foi inviável realizar a calibração do TAFR-200 devido a indisponibilidade de um túnel de vento.

[11] Os equipamentos utilizados foram disponibilizados pelo Laboratório de Conforto da UFPB e pelo Laboratório de Análise do Trabalho da mesma instituição.

Contudo, foi verificado que os três equipamentos apresentaram medições dentro das especificações de seus manuais (Tabela 5), bem como, estão de acordo com as indicações da norma ISO 7726:1998, que apresenta parâmetros de faixa de medição e precisão dos aparelhos.

Tabela 5 – Especificações dos instrumentos de medição das variáveis ambientais.

EQUIPAMENTO	VARIÁVEL	FAIXA DE MEDIÇÃO	PRECISÃO
TGD – 300	Temperatura do ar	-5 a 60 ºC	± 0,5°C
	Umidade Relativa	0 a 85%	-
	Temperatura de globo	-5 a 60 ºC	± 0,5°C
TGD – 400	Temperatura do ar	-10 a 150 ºC	± 0,5°C
	Umidade Relativa	0 a 100 %	-
	Temperatura de globo	-10 a 150 ºC	± 0,5°C
	Velocidade do ar	0 a 20m/s	± 4% + 0.1m/s
TAFR – 200	Velocidade do ar	0.1 a 25.0 m/s	± 5% +1 dígito

Fonte: Autora, 2020 (Adaptado de INSTRUTHERM, 2009; INSTRUTHERM, 2015 e INSTRUTHERM, 2016).

3.2.2 Elaboração do questionário e estudo piloto

O questionário foi elaborado com perguntas abertas e fechadas, baseado nos modelos de Cândido (2010), ASHRAE 55 (2017), De Vicchi (2015) e Sousa (2018), dando enfoque ao movimento do ar por meio da ventilação natural, no qual consta questões relativas a aceitabilidade e preferência térmica (variáveis psicológicas), além de informações pessoais dos alunos[12].

Com a finalidade de observar o comportamento e o tempo de resposta dos usuários, bem como, para identificar possíveis lacunas no questionário elaborado, foram realizados os estudos pilotos nas Escolas Cidadãs Integrais Severino Cabral e Assis Chateaubriand. Nestes obteve-se uma amostra de 91 respostas ao questionário, com tempo médio de retorno de 15 minutos, estando de acordo com o tempo-resposta recomendado pela ASHRAE 55-2017.

A partir dessas medições e das reações dos alunos, foi possível analisar reflexivamente o questionário, notando-se a necessidade de pequenas alterações no mesmo, pois houve discrepâncias entre a intenção e o entendimento de algumas perguntas, bem como, a ausência de respostas a outras. Portanto, foram realizados ajustes na linguagem, acréscimos de exemplos e reorganização do layout do

[12] Vale ressaltar que por ocasião da publicação dos resultados, os dados pessoais dos alunos foram mantidos em total sigilo, atendendo a legislação brasileira (Resolução Nº 466/12 do Conselho Nacional de Saúde), utilizando as informações somente para fins acadêmicos e científicos. Informamos, também, que essa pesquisa ofereceu riscos mínimos aos participantes, uma vez que poderia causar algum tipo de desconforto ou constrangimento ao responder ao questionário. Todavia, não houve previsão de riscos físicos para a saúde ou influência no desempenho/atividades, bem como, de qualquer dano aos equipamentos instalados na sala de aula por ocasião de derrubá-lo, sendo atribuída a responsabilidade à pesquisadora. Por isso, para minimizar qualquer risco ao participante, caso o mesmo optasse por não fornecer qualquer informação pessoal, indicou-se que os dados pessoais fossem omitidos no questionário, preservando seu anonimato. Além disso, caso o mesmo considerasse que o tempo necessário para a realização da tarefa implicaria em qualquer prejuízo às suas atividades ou se decidisse não dar prosseguimento à participação no estudo, seria possível declinar da participação a qualquer momento, não implicando em nenhum dano ao estudante ou à escola.

questionário, para que a formatação das questões levasse a uma melhor compreensão, findando na versão final do questionário (APÊNDICE A), que será descrito com mais detalhes a seguir.

Optou-se por agrupar as perguntas em três blocos para a explicação da relevância das questões. Assim, a Tabela 6 foi elaborada apenas a nível de esclarecimento, não cabendo esta descrição na hora da aplicação do questionário.

Tabela 6 – Agrupamento das perguntas e descrição do questionário em blocos.

BLOCOS	PERGUNTAS	RELEVÂNCIA
Características individuais	Idade / Altura / Peso / Sexo	Metabolismo e isolamento da vestimenta
	Questões 1 e 2	
Relação do indivíduo com o ambiente térmico	Questões 3, 8, 9, 13 e 15	Sensação/ percepção / preferência
	Questões 4 a 7	Histórico térmico e aclimatação
	Questões 10, 11, 12,14	Aceitabilidade térmica / Conforto térmico
Exploratório	Questões 16 e 18	Incômodo
	Questões 17 e 19	Adaptação

Fonte: Autora, 2020.

O primeiro bloco é referente as características individuais abrangendo perguntas biométricas (sexo, idade, peso, altura), de permanência no ambiente e sobre os itens de roupa em uso no momento de preenchimento do questionário, cujas respostas levaram a estimar o metabolismo dos participantes, por meio da " Tabela 5.2.1.2 - Taxas metabólicas para tarefas típicas" da ASHRAE 55-2017; e o isolamento da vestimenta. Para este cálculo do Índice *Clo*, realizou-se o somatório de cada peça de roupa, levando em consideração os valores atribuídos a cada item conforme a Tabela 7 (ASHRAE 55-2017, ISO 7730:2005 e SOUSA,2018); e acrescentou-se 0,04 *clo* relativo a roupas íntimas de cada indivíduo.

Tabela 7 – Valores de isolamento da vestimenta por peça.

VESTIMENTA	*Clo*	Referência	VESTIMENTA	*Clo*	Referência
Botas	0,10	ASHRAE 55-2017	Jaqueta	0,35	ISO 7730:2005
Boné / Touca	0,07	SOUSA,2018	Macacão	0,30	ASHRAE 55-2017
Calça de moletom	0,28	ASHRAE 55-2017	Meia	0,02	ASHRAE 55-2017
Calça de tecido fino	0,20	ISO 7730:2005	Roupas íntimas	0,04	ASHRAE 55-2017
Calça Jeans	0,25	ISO 7730:2005	Saia curta	0,15	ISO 7730:2005
Camisa de manga curta	0,15	ISO 7730:2005	Saia longa	0,25	ISO 7730:2005
Camisa de manga longa	0,25	ISO 7730:2005	Sandálias	0,02	ASHRAE 55-2017
Camisa Polo	0,17	ASHRAE 55-2017	Shorts/Bermuda	0,08	ASHRAE 55-2017
Camiseta	0,12	ASHRAE 55-2017	Sapatilha	0,02	SOUSA,2018
Casaco	0,60	ISO 7730:2005	Suéter	0,28	ISO 7730:2005
Chinelo	0,02	ASHRAE 55-2017	Tênis/Sapato	0,02	ASHRAE 55-2017
Colete	0,12	ISO 7730:2005	-	-	-

Fonte: Autora, 2020.

O segundo bloco é voltado para a relação do indivíduo com o ambiente térmico, o qual explora a sensação e percepção dos alunos voltadas para o conforto térmico. Por meio de questões sobre o histórico térmico e aclimatação, na qual se obtém o tempo médio de exposição a sistemas de resfriamento artificial (ar-condicionado e ventilador); foi possível estimar o vício por frio, bem como, a sensação térmica individual. Esta, leva pessoas em um mesmo ambiente a diferir quanto a percepção de conforto térmico, aspecto este que foi explorado por meio de questões de preferência e aceitabilidade térmica, da velocidade e da intensidade do ar.

Por fim, com o bloco de perguntas exploratórias buscou-se apreender se havia alguma perturbação por conta da intensidade do vento ou se as condições térmicas que os estudantes se encontravam afetava o seu desempenho nas aulas. Além disso, as demais questões dessa parte, permitiu avaliar a adaptação dos participantes para alcançar o conforto térmico, seja por meio de estratégias de controle térmico passivo (abrir / fechar janelas e portas, mudar / afastar a carteira, ligar/ desligar o ventilador), seja através de modificações arquitetônicas, a nível mais amplo.

3.2.3 Experimento de campo

A etapa de experimento de campo se deu de forma semelhante aos procedimentos que Cândido *et al*. (2010) utilizaram em sua pesquisa sobre os limites da velocidade do ar para efeito de conforto térmico. Assim, variáveis ambientais, pessoais e psicológicas foram coletadas por meio do encadeamento do processo ilustrado na Figura 6, visando a avaliação de conforto, preferência e aceitabilidade térmica e do movimento do ar por parte dos estudantes de ensino médio das sete ECI'S selecionadas previamente (Tabela 4).

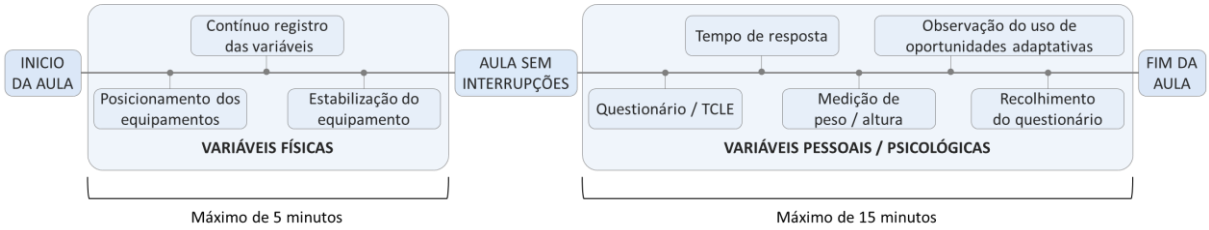


Figura 6 – Desencadeamento dos procedimentos dos experimentos de campo.

Fonte: Autora, 2020.

Visto o ambiente de ensino, vale salientar que para este experimento se considerou um ambiente homogêneo, ou seja, um lugar moderado que se aproxima das condições de conforto; e todos os sensores foram dispostos a altura de 0,60 metros, dimensão esta relativa à altura do abdômen de um usuário sentado (ISO 7726, 1998).

Desse modo, no início de cada aula (máximo de 5 minutos) os equipamentos foram posicionados de forma a cobrir a área interna da sala de aula, a fim de registrar as variáveis ambientais (Figura 7). O TGD-400 foi assentado no centro do primeiro quadrante, enquanto o TGD-300 juntamente com o TAFR-200 foi posicionado no centro do segundo quadrante (Figura 8). Porém, para evitar maiores transtornos, em alguns casos, os equipamentos foram levemente deslocados do eixo central, tendo em vista a área de circulação entre as carteiras.

Figura 7– Posicionamento padrão dos equipamentos nas salas de aula das ECI's: Dep. Álvaro Gaudêncio

Fonte: Autora, 2020.

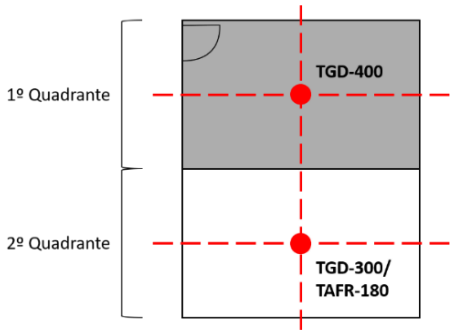


Figura 8 – Planta esquemática de uma sala de aula:
assentamento dos equipamentos no ambiente para os experimentos de campo.

Fonte: Autora, 2020.

Em seguida ao posicionamento, os equipamentos foram ligados, iniciados os registros contínuos das variáveis ambientais, no intervalo de um em um minuto, e deixados na sala, para que não houvesse maiores interrupções na aula. Os primeiros 30 minutos serviram para estabilização tanto dos instrumentos de medição com o ambiente (ASHRAE 55,2017), como dos indivíduos com a sala, sabendo que, após esse tempo, o julgamento que as pessoas fazem sobre seu próprio estado térmico estão tipicamente de acordo com o julgamento geral que fazem sobre a temperatura ambiente, dado atividades sedentárias com os níveis de isolamentos de vestimentas normais (ISO 10551, 1995).

Após esse tempo de estabilização, visando, agora, obter dados das variáveis psicológicas e pessoais dos alunos, o questionário e o Termo de Consentimento e Livre Esclarecimento - TCLE foram distribuídos e explicados aos estudantes nos últimos 15 minutos da aula, para não haver maiores perturbações. Enquanto os mesmos respondiam ao que lhes foi solicitado, o tempo de resposta foi aferido, as medições de altura e peso foram feitas[13], além de se observar o uso de oportunidades adaptativas (esfregar as mãos, fechar a janela, etc.) dos alunos. Por fim, os equipamentos e questionários foram recolhidos e arquivados para etapa posterior de análise.

3.3 Análise de dados

Considerando os aspectos individuais e subjetivos dos usuários associados às variáveis ambientais, foi possível coletar na pesquisa de campo os dados necessários para esta fase de análise. Contudo, foi necessário realizar, primeiramente, a tabulação e o tratamento dos dados em planilhas eletrônicas no *software* Microsoft Excel, para que os mesmos pudessem ser analisados, também, com auxílio do *software* R Studio[14] e do *software* IBM SPSS[15].

Para tanto, foram analisados os dados obtidos, tanto de forma reflexiva, como já mencionado anteriormente no estudo piloto para aperfeiçoar o questionário e auxiliar no experimento de campo; bem como, de maneira descritiva (i), por meio de medidas de posição e dispersão; e, também, de forma explicativa / comparativa (ii), através da relação de variáveis; para que haja assim, ao final da análise, uma síntese dos resultados obtidos (iii).

3.3.1 Análise descritiva

Para a realização da descrição estatística dos dados, estes foram analisados no *software* Microsoft Excel, após o tratamento dos mesmos. Nesta ferramenta, foi possível calcular valores mínimos, máximos, médias como medidas de posição; e variâncias e desvios padrões como medidas de dispersão; além de realizar a ilustração dos dados por meio de gráficos e tabelas, para o tempo médio de resposta aos questionário e das variáveis ambientais (temperatura do ar, temperatura média radiante, temperatura operativa, temperatura externa, umidade relativa, velocidade do ar), psicológicas (sensação,

[13] Visando reduzir a ausência ou imprecisão de respostas nas questões de peso e altura no questionário, foram disponibilizados balança e trena eletrônica no experimento de campo para aferição dos alunos que não soubessem suas medidas.

[14] O *software* R Studio é uma ferramenta gratuita de análise estatística, que comporta um elevado volume de dados e fornece uma vasta gama de opções de análise quantitativa, porém, o mesmo não é indicado para a etapa de organização dos dados (tabulação e tratamento dos dados), ficando esta parte a cago do *software* Microsoft Excel (COSTA,2017).

[15] O *software* IBM SPSS é uma ferramenta de fácil uso que oferece análise estatística avançada, adequado para projetos de tamanhos e níveis de diversa complexidade, além de auxiliar na eficiência dos testes.

percepção, preferência e aceitabilidade térmica) e pessoais (vestimenta, atividade, altura, peso, idade, sexo). Tais medidas foram analisadas e descritas no Capítulo 4. ANÁLISE DOS RESULTADOS.

3.3.1.1 Cálculos de temperaturas

A temperatura radiante média, a temperatura operativa e a temperatura externa foram calculadas como variáveis requeridas para verificar os níveis de conforto térmico preditos nos métodos PMV e adaptativo propostos pela ASHRAE 55-2017.

Tendo como base a temperatura do ar, a temperatura de globo e a velocidade do ar, foi possível calcular a temperatura radiante média de acordo com a fórmula apresentada no anexo B da ISO 7726:1998. Como requisito para um ambiente sem condições extremas de conforto térmico, foi preciso verificar primeiro se o maior coeficiente de troca de calor foi por convecção natural e forçada, através das Equações 2 e 3, respectivamente. O coeficiente que obteve o maior valor foi o adotado para o cálculo da temperatura radiante média, definindo a fórmula utilizada como a Equação 4, no caso de convecção natural; e a Equação 5, para convecção forçada.

$$h_{cg} = 1{,}4\sqrt[4]{\frac{\Delta t}{D}} \qquad \text{(Eq.2)}$$

$$h_{cg} = 6{,}3\frac{{V_a}^{0,6}}{D^{0,4}} \qquad \text{(Eq.3)}$$

$$\overline{T_{rm}} = \left[\left(T_g + 273\right)^4 + \frac{0{,}25 \times 10^8}{\varepsilon_g}\left(\frac{|T_g - T_a|}{D}\right)^{1/4} \times \left(T_g - T_a\right)\right]^{1/4} - 273 \qquad \text{(Eq.4)}$$

$$\overline{T_{rm}} = \left[\left(T_g + 273\right)^4 + \frac{1{,}1 \times 10^8 \times {V_a}^{0,6}}{\varepsilon_g \times D^{0,4}} \times \left(T_g - T_a\right)\right]^{1/4} - 273 \qquad \text{(Eq.5)}$$

Onde:

hcg = coeficiente de troca de calor por convecção de globo (W/ (m² × K)) / Trm = Temperatura radiante média (°C)

$\Delta T = Tg - Ta$ (°C) / Ta = Temperatura do ar (°C) / Tg = Temperatura de globo (°C)

Va = Velocidade do ar (m/s) / D = Diâmetro do globo (metros) / εg = Emissividade do globo negro

Em seguida, a temperatura operativa foi calculada utilizando a Equação 6, com base na velocidade do ar, temperatura do ar e temperatura radiante média, tendo como referência o anexo G da ISO 7726:1998.

$$T_o = \frac{T_a \times \sqrt{10 \times V_a} + \overline{T_{rm}}}{1 + \sqrt{10 \times V_a}} \quad \text{(Eq.6)}$$

Onde:

To= Temperatura operativa (°C) / Ta = Temperatura do ar (°C)

Trm = Temperatura radiante média (°C) / Va = Velocidade do ar (m/s)

Quanto à temperatura externa, esta foi calculada de acordo com a ASHRAE 55-2017, pela média aritmética simples das temperaturas externas dos sete dias sequenciais imediatamente anteriores à medição. Os dados dessas temperaturas foram obtidos do Banco de Dados Meteorológicos para Ensino e Pesquisa do INMET (BDMEP, 2020).

3.3.1.2 Níveis de conforto térmico preditos

A fim de verificar se as condições climáticas aferidas nas escolas estavam em conformidade com os níveis de conforto térmico preditos nos métodos PMV e adaptativo propostos pela ASHRAE 55-2017, utilizou-se a ferramenta da CBE *Thermal Comfort Tool*[16].

Para o primeiro método, foram inseridos os dados médios por escola da temperatura operativa, velocidade do ar e da umidade relativa. Além disso, considerou-se que os ocupantes tinham controle do movimento do ar, bem como, uma taxa metabólica de 1met e um isolamento médio da vestimenta por escola baseado na Tabela 11, para o inverno; e na Tabela 19, para o verão. Esse modelo, baseado nos dados de entrada, supõe qual a sensação térmica dos indivíduos; e fornece qual seria o PMV e o PPD, indicando se estão de acordo com a norma da ASHRAE 55-2017.

Por outro lado, para o método adaptativo, foram solicitados, apenas, os dados médios da temperatura externa, da temperatura operativa e da velocidade do ar. Por sua vez, esse modelo fornece um percentual de aceitabilidade da temperatura operativa de 80% ou 90%, para espaços naturalmente ventilados; além de propor se as condições térmicas são confortáveis às pessoas, indicando, também, sua concordância ou não com a norma.

[16] O CBE *Thermal Comfort Tool* é indicado na norma ASHRAE 55-2017, e o mesmo foi licenciado pela *Creative Commons Attribution-NonCommercial 4.0 International License* por uma equipe da Universidade da Califórnia, Berkeley (HOYT *et al*., 2019).

3.3.2 Análise explicativa / comparativa

Após compreender melhor os dados, a análise explicativa se faz necessária para aprofundar o entendimento dos resultados obtidos, utilizando-se do *software* R Studio e o SPSS para relacionar as variáveis dependentes e independentes, a fim de avaliar as influências das respostas dos usuários e das variáveis ambientais aferidas no conforto térmico.

Além disso, se almejou identificar os limites de velocidade do ar aceitáveis levantados no experimento de campo, ressaltando a qualidade do ambiente construído por meio da utilização da ventilação natural para incrementar o conforto em climas quentes.

Para realizar a comparação entre os limites de velocidade do ar levantados neste trabalho e os estipulados na literatura, apresentados no Capítulo 2 - REFERENCIAL TEÓRICO; utilizou-se do *software* Microsoft Excel para agrupar as velocidades (separadamente para o período do inverno e verão) em intervalos similares aos apresentados na Tabela 1; e relacioná-los com a aceitabilidade da velocidade do vento. Foi verificado, também, a relação desta variável com a perturbação por conta do movimento do ar na sala de aula, através do cruzamento dos dados em tabelas comparativas.

Assim, foi possível, estabelecer os limites de aceitabilidade da velocidade do ar de acordo com o que foi levantado em campo, para cada período em análise, permitindo, então, que estes resultados fossem comparados aos limites apresentados na Tabela 2, verificando se houve ou não adequação com o que é previsto pela literatura.

Contudo, para se estipular um valor mais exato para o limite da aceitabilidade da velocidade do vento, partindo das variáveis ambientais e psicológicas aferidas no experimento de campo, calculou-se a velocidade do ar ao estabelecer-se uma probabilidade de aceitabilidade da velocidade do vento, com um intervalo de confiança de 95% do estudante considerá-la aceitável, dada uma temperatura do ar. Possibilitando, mais uma vez, a comparação com os limites da literatura; e uma maior compreensão das relações do clima e do ambiente com a percepção e sensação do conforto térmico do usuário.

3.3.2.1 Testes estatísticos para a análise explicatica

Buscando uma maior compreensão das influências das respostas dos usuários e das variáveis ambientais aferidas no conforto térmico, as análises explicativas foram agrupadas em três tópicos: Características pessoais (i), Variáveis ambientais (ii) e Sensação e percepção do conforto (iii), apresentados na Figura 9.

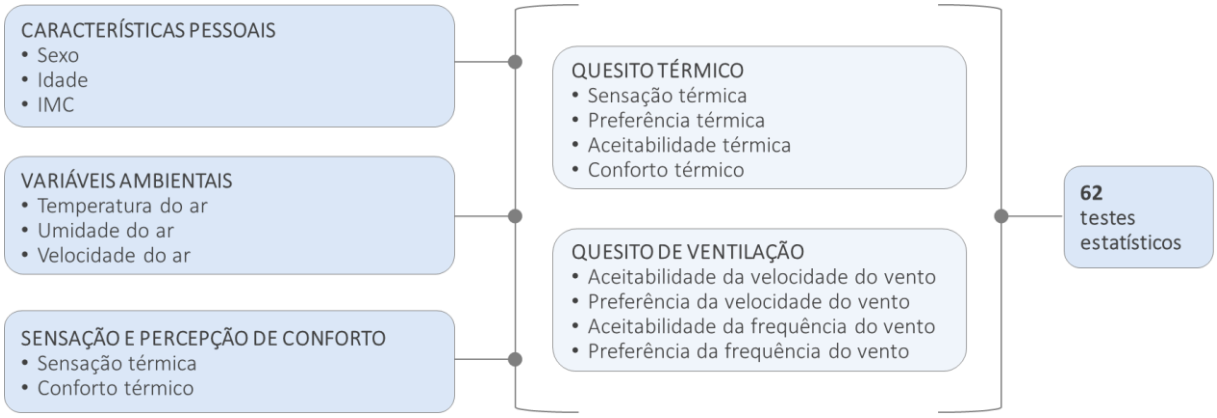


Figura 9 – Relação das variáveis para os testes estatísticos.

Fonte: Autora, 2021.

Os itens dos três grupos foram relacionados, individualmente, a quesitos térmicos (sensação, preferência, aceitabilidade e conforto térmico) e de ventilação (aceitabilidade e preferência da velocidade e frequência do vento), totalizando 62 testes estatísticos, uma vez que a mesma variável não foi testada com ela mesma, como foram os casos da sensação e do conforto térmico.

Tendo esquematizados quais relações seriam realizadas, partiu-se para a definição de quais testes melhor se adequariam a cada uma delas. A priori, foram configurados os dados de entrada, para ser compatível com a linguagem utilizada no programa R Studio; e estabelecido o intervalo de confiança de 95% ($\alpha = 0,05$).

Em seguida, levando em consideração os tipos de variáveis em questão (quantitativa ou qualitativa), bem como, a quantidade da amostra (569 no inverno; e 646 no verão) e a independência dos grupos; realizaram-se dois testes de pressupostos que direcionaram quais tipos de testes estatísticos seriam utilizados. Esses foram os testes de normalidade de Shapiro-Wilk e de homogeneidade para os dados da pesquisa, os quais não apresentaram distribuição normal e nem homogeneidade.

Assim, nesse caso, pela configuração dos dados, optou-se pela utilização de testes não-paramétricos. Desta forma, foi estabelecido qual teste estatístico melhor se adequaria a cada hipótese levantada, sendo esses utilizados para ambos os períodos avaliados.

A primeira variável independente a ser analisada foi o sexo, uma variável qualitativa nominal com duas alternativas (feminino (1) ou masculino (2)) conforme apresentado no questionário (APÊNDICE A). Sendo assim, foi executado o teste de comparação não-paramétrica de Mann-Whitney para as relações com as variáveis dependentes ordinais, e o teste de associação Qui-quadrado para as relações com as variáveis dependentes nominais.

A segunda, foi a idade, uma variável independente quantitativa discreta. Assim, foi executado o teste de regressão logística ordinal com as variáveis ordinais, e o teste de regressão logística binária para as relações com a variável nominal.

A última variável independente pessoal a ser analisada foi o Índice de Massa Corporal (IMC), uma variável qualitativa ordinal. Esta foi ordenada em baixo peso (grupo 1), peso adequado (grupo 2), sobrepeso (grupo 3) e obesidade (grupo 4), de acordo com a classificação por idade e sexo do Ministério de Saúde (2020), que estipula o IMC como sendo a razão entre o peso e o quadrado a altura de um indivíduo. Dessa forma, foi executado o teste de correlação de Spearman para as relações do IMC com outras variáveis ordinais, e o teste de regressão logística binária para as relações do IMC com as variáveis nominais.

Passando para os testes do grupo das variáveis ambientais, a primeira variável independente a ser analisada neste ponto foi a temperatura, uma variável quantitativa contínua. Sendo assim, foi executado o teste de regressão logística ordinal para as interações com as variáveis dependentes ordinais, e o teste de regressão logística binária para as relações com as variáveis dependentes nominais.

Em seguida, a umidade do ar foi analisada, uma variável independente quantitativa contínua. Portanto, foi executado o teste de regressão logística ordinal para as relações com as variáveis ordinais, e o teste de regressão logística binária para as interações com as variáveis nominais.

Dentre as variáveis ambientais, a última variável independente a ser analisada foi a velocidade do ar, uma variável quantitativa contínua. Assim, foi executado o teste de regressão logística ordinal para as interações com as variáveis ordinais, e o teste de regressão logística binária para as relações com as variáveis nominais.

Por outro lado, no grupo de sensação e percepção de conforto, a priori, a variável independente analisada foi a sensação térmica, uma variável qualitativa ordinal, que possui sete categorias (com muito calor (1), com calor (2), levemente com calor (3), neutro (4) levemente com frio (5), com frio (6) e com muito frio (7)), conforme apresentado no questionário (APÊNDICE A). Dessa forma, foi executado o teste de correlação de Spearman para as relações com as variáveis ordinais; e o teste de regressão logística binária para as relações com as variáveis nominais.

Assim, a última variável analisada foi a percepção acerca do conforto térmico, uma variável independente qualitativa ordinal, que, conforme apresentado no questionário (APÊNDICE A), possui três alternativas (confortável (1), bom, mas poderia melhorar (2) e desconfortável (3)). Sendo assim, de semelhante modo ao ponto anterior, foi realizado o teste de correlação de Spearman para as relações com as variáveis ordinais; e o teste de regressão logística binomial para as relações com as variáveis nominais.

Ressalta-se que todos os testes estatísticos apresentados nas análises explicativas dos dados foram realizados através do *software* R Studio, excetuando o teste de regressão logística ordinal, que foi realizado no *software* IBM SPSS, devido a complexidade da linguagem no outro programa.

3.3.2.2 Testes probabilísticos para a análise comparativa

De forma específica, dentro das análises comparativas, buscou-se estabelecer um valor mais exato para o limite da aceitabilidade da velocidade do vento através de um modelo que previse qual a velocidade do ar, dada uma temperatura, com um intervalo de confiança de 95% do estudante considerá-la aceitável.

Para tanto, agrupou-se as respostas de aceitabilidade da velocidade do ar em dois grandes conjuntos, aceitável e inaceitável[17], transformando, assim, essa em uma variável nominal dicotómica, otimizando os cálculos estatísticos[18]. Deste modo, foi estipulado o teste de regressão logística binomial para a relação da aceitabilidade da velocidade do vento, tendo como variáveis preditoras a temperatura e a velocidade do ar, simultaneamente (Equação 7).

Ao colocarmos essa equação em função da probabilidade (Equação 8) e isolarmos a variável de interesse (Equação 9), pode-se calcular a velocidade do ar ao estabelecer-se uma probabilidade de aceitabilidade da velocidade do vento e uma temperatura do ar. Logo, definindo o modelo a ser usado, tem-se uma função de duas variáveis ($V_a = f(P, m, T_a)$).

$$m = \beta_0 + \beta_1 . V_a + \beta_2 . T_a \quad \text{(Eq.7)}$$

$$ln\left(\frac{P}{1-P}\right) = \beta_0 + \beta_1 . V_a + \beta_2 . T_a \quad \text{(Eq.8)}$$

$$V_a = f(P, m, T_a) = \frac{\left(ln\left(\frac{P}{1-P}\right) - \beta_0 - \beta_2 . T_a\right)}{\beta_1} \quad \text{(Eq.9)}$$

Onde:

β_0 = Coeficiente do Intercepto / β_1 = Coeficiente da Velocidade do ar / β_2 = Coeficiente da Temperatura do ar /

Va = Velocidade do ar (m/s) / Ta= Temperatura do ar (°C) / P = Probabilidade de aceitabilidade da velocidade do vento /

m = Modelo de regressão logística

[17] Para realizar este agrupamento, os níveis da aceitabilidade da velocidade do vento que apresentavam a classificação aceitável, com atribuições inaceitável, aceitável e excessiva; foram rotulados como "Aceitável", enquanto que, os demais níveis (inaceitável com atribuições inaceitável e excessiva) passaram para a categoria "Inaceitável".

[18] Os cálculos estatísticos da probabilidade da aceitabilidade da velocidade do vento foram realizados com a contribuição de Erivaldo Lopes de Souza, técnico em métodos quantitativos aplicados do Laboratório de Análise do Trabalho da UFPB, do Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção.

Portanto, realizou-se o teste de regressão logística binária, para cada período em análise, buscando obter os coeficientes necessários para Equação 9. Caso o teste fosse significativo, os coeficientes encontrados seriam inseridos nessa equação para calcular a velocidade do ar, partindo da temperatura média encontrada em cada escola e de um intervalo de confiança de 95% do estudante considerar a velocidade do ar aceitável.

Diante dos valores calculados, foi possível compará-los com as velocidades do ar que foram apresentadas na Tabela 2, e verificar se há conformidade com os limites estipulados.

4. ANÁLISE DOS RESULTADOS

A seguir serão apresentadas as análises relativas às questões bioclimáticas (temperatura, umidade, movimento do ar e horas de conforto térmico) da cidade de Campina Grande, bem como, as análises das possibilidades de aproveitamento da ventilação natural por escola e dos dados apurados nas pesquisas de campo nas ECI's em estudo durante os períodos de inverno e verão.

4.1 Análise bioclimática de Campina Grande

A cidade escolhida para realizar a pesquisa foi Campina Grande, localizada na parte oriental do Planalto da Borborema, agreste paraibano, na latitude 7° 13' 50'' Sul e longitude de 35° 52' 52° Oeste (APOLO 11, 2020), estando mais próximo da linha do Equador, o que não permite, portanto, uma percepção clara das quatro estações do ano. Além disso, a elevação de 551 metros acima do nível do mar (APOLO 11, 2020) garante temperaturas mais amenas durante todo o ano.

A seguir serão apresentados com mais detalhes alguns fatores componentes do clima, como temperatura, umidade e ventilação, além de horas de conforto para a cidade em questão; através dos gráficos gerados pelo programa *CLIMATE CONSULTANT 6.0*, a partir do arquivo climático da referida cidade na extensão *epw* (LIGGETT e MILNE, 2015); dos dados obtidos na plataforma ProjetEEE - (LABEEE,2020), bem como, pelas informações das normais climatológicas (1981-2010) de Campina Grande – PB (INMET, 2018)

4.1.1 Temperatura do ar

De acordo com as Figuras 10, podemos observar que as temperaturas máximas estão entre 27,0 e 32,9°C; e mínimas em torno de 16,6 e 21,0°C. Diante disso, Campina Grande apresenta uma amplitude térmica de 16,3°C, que vai dos 16,6 aos 32,9 ºC ao longo do ano, com uma média térmica anual por volta dos 24°C, indicando que a mesma se encontra dentro da zona de conforto prevista pelo modelo de conforto do programa (de 20 até 26,1ºC), muito embora, as temperaturas ao decorrer dos meses não estejam 100% das horas do ano dentro desta zona (Figura 10).

Na Figura 11 é apresentado a variação média diária de temperatura do ar da cidade em questão, onde podemos observar que em 71% das horas do ano a temperatura do ar se encontra entre 20 e 27°C, intervalo este que abarca a zona de conforto apresentado na Figura 10. Verifica-se, também, que há valores dessas fora da zona de conforto térmico prevista pelo programa, pois em 23% do tempo há incidência de temperaturas acima dos 27°C, encontradas por volta das 9 às 18 horas em todo o ano, e em 6% abaixo dos 20°C, no período das 22 às 6 horas da manhã de junho a outubro.

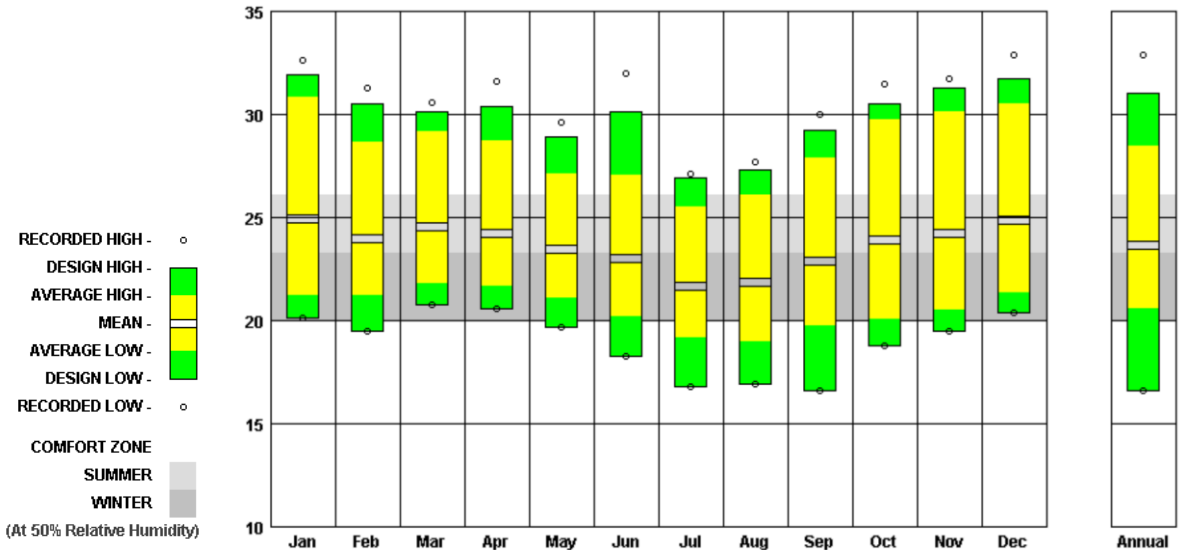


Figura 10 – Amplitude térmica: Campina Grande.

Fonte: Gerado no programa CLIMATE CONSULTANT 6.0, através do arquivo epw. de Campina Grande.

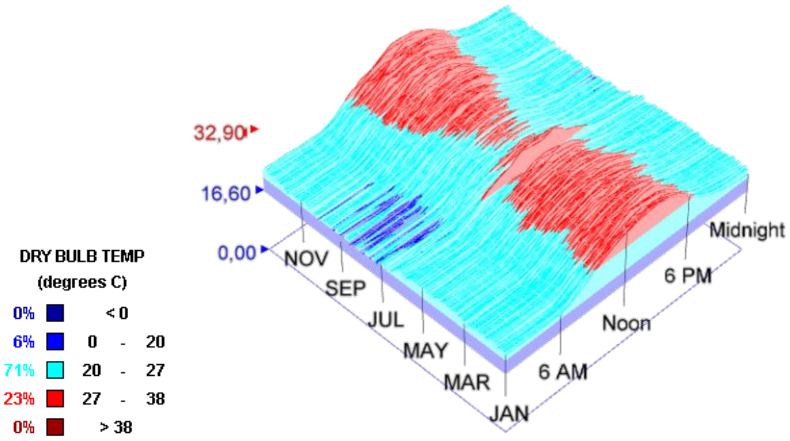


Figura 11 – Gráfico 3D de temperatura de bulbo seco de Campina Grande: variação média diária.

Fonte: Gerado no programa CLIMATE CONSULTANT 6.0, através do arquivo epw. de Campina Grande.

De forma semelhante, a Figura 12 indica que as temperaturas máximas mensais variam de 25,49 a 30,82°C, enquanto que as temperaturas mínimas mensais são de 18,99 a 21,8°C, apresentando uma amplitude térmica anual (11,83°C) menor do que descrita anteriormente. Além disso, todas as temperaturas médias mensais se encontram dentro da faixa de conforto, todavia, a cidade ainda apresenta algumas temperaturas consideradas desconfortáveis, seja por frio ou calor. Podemos verificar, também, que o período mais quente é de outubro a abril, com temperaturas médias entre 24,0 a 24,93°C; e menos quente de maio a setembro, entre 21,67 a 23,44°C.

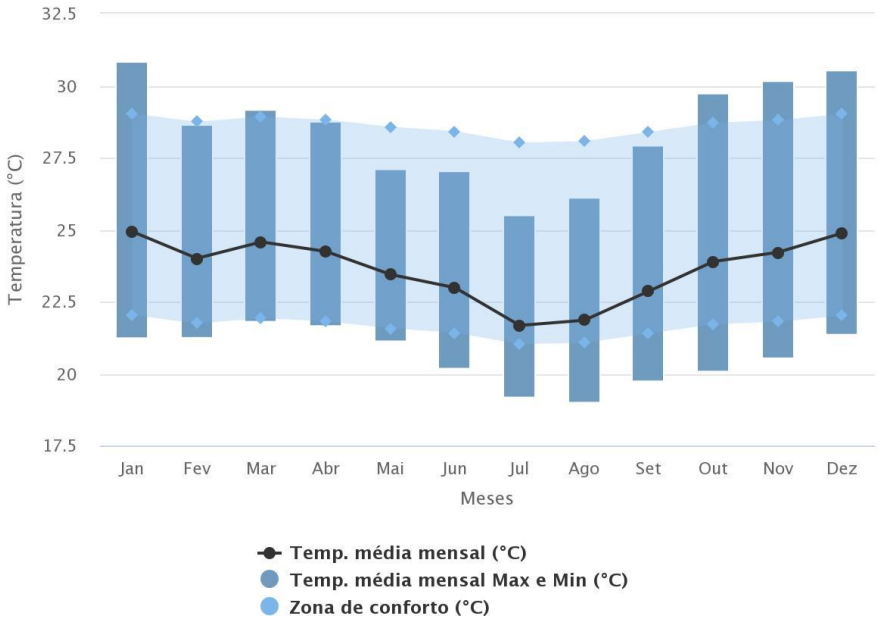


Figura 12 – Gráfico de temperatura e zona de conforto de Campina Grande

Fonte: LabEEE (2020).

De acordo com as normais climatológicas de 1981 a 2010 (Tabela 8) as médias mensais de temperatura mais quentes (coloração avermelhada) foram de 24,2 a 24,7°C, nos meses de novembro a abril, com temperaturas máximas de por volta dos 30°C no período de outubro a março. Quando olhamos para as temperaturas médias mensais menos quentes (coloração azulada) encontramos valores entre 21,5 a 23,5°C de maio a outubro, chegando à temperatura mínima de 18,5°C em agosto.

Tabela 8 - Dados das normais climatológicas (1981-2010) de Campina Grande - PB

	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ	ANO
Ta max	30,7	30,5	30,1	29,1	27,7	26	25,6	26,3	28	29,8	30,5	30,8	28,8
Ta med	24,7	24,7	24,7	24,3	23,4	22,1	21,5	21,5	22,5	23,5	24,2	24,5	23,5
Ta min	21,2	21,3	21,4	21,1	20,5	19,3	18,6	18,5	19	19,9	20,4	20,9	20,2
UR	74,3	75	77,4	79,2	81,6	84	82,9	80,3	74,7	71,3	71	72	77
Prec	45,6	62,8	107,1	89,3	101,7	123,6	96,7	80,1	30	12,5	12,3	15,3	777
Va	4	4	3,7	3,4	3,2	3,2	3,4	3,8	4,2	4,4	4,5	4,3	3,8
Direção	E	E	SE	SE	SE	SE	SE	SE	SE	SE	E	E	SE / E

Onde:

Ta max = Temperatura máxima do ar (°C) / Ta med = Temperatura média do ar (°C) /

Ta min = Temperatura mínima do ar (°C) / UR = Umidade relativa (%) / Prec = Precipitação acumulada (mm)

Direção = Direção predominante do vento (SE – Sudeste / E – Leste) / Va = Velocidade do ar (m/s)

Fonte: Adaptado de INMET (2018).

4.1.2 Umidade relativa

Com relação a umidade do ar, a Figura 13 indica que 80% é a umidade que predomina no ano (57% das horas), enquanto que não se encontram valores inferiores aos 40% de umidade relativa. Além disso, percebe-se que a umidade tende a baixar após o início da manhã voltando a aumentar no fim da tarde, indicando que em horas menos quentes a quantidade relativa de água em relação ao ponto de orvalho é mais elevada do que em horas mais quentes, pois, o ar estando frio está propício a se saturar mais facilmente do que quando está quente. Logo, de acordo com a Figura 14, nos meses de inverno a umidade relativa do ar é mais elevada do que nos de verão. Desta maneira, a cidade apresenta nos meses de abril a agosto valores superiores a 60% de umidade relativa, enquanto que, nos demais meses apresenta algumas horas de umidade inferiores a este percentual.

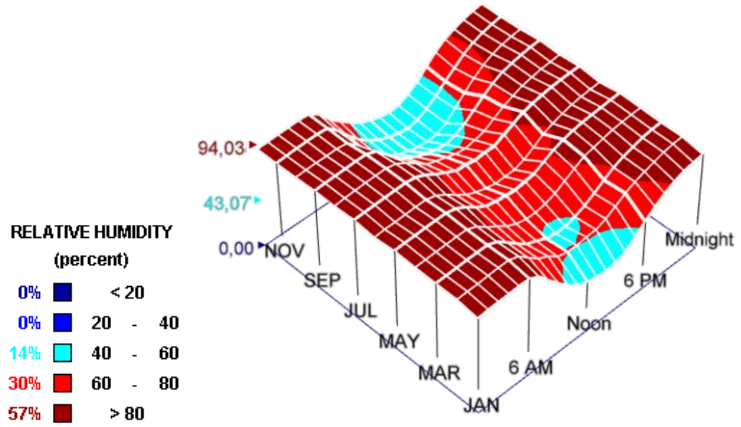


Figura 13 – Gráfico 3D de umidade relativa mensal: Campina Grande.

Fonte: Gerado no programa CLIMATE CONSULTANT 6.0, através do arquivo epw. de Campina Grande.

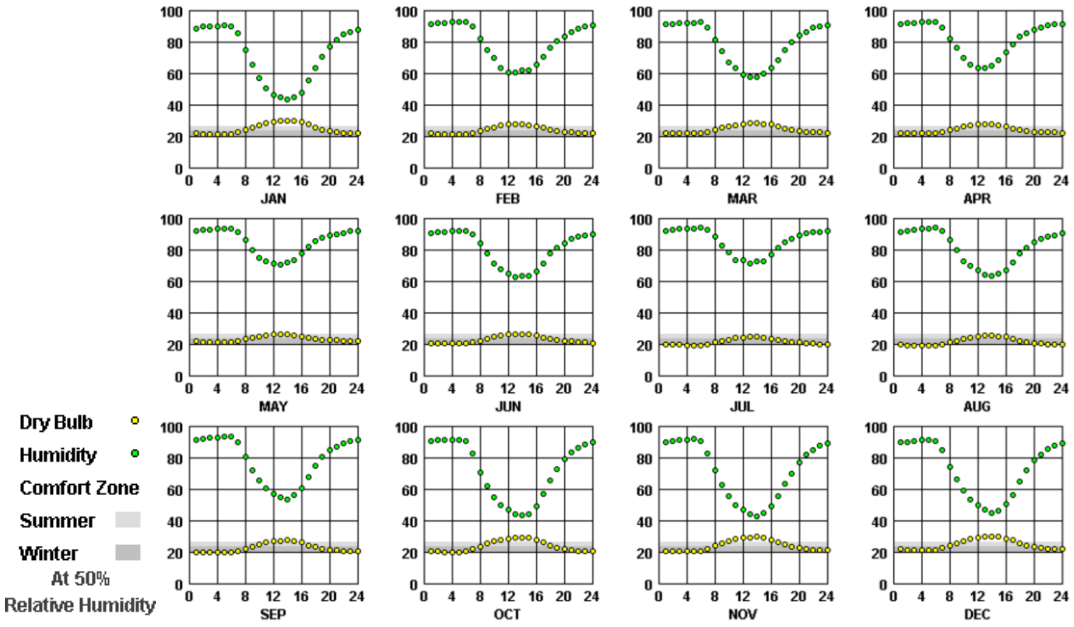


Figura 14 – Temperatura de bulbo seco x Umidade relativa mensal: Campina Grande.

Fonte: Gerado no programa CLIMATE CONSULTANT 6.0, através do arquivo epw. de Campina Grande.

Tais informações são reiteradas pelo Figura 15 que apresenta uma variação média de umidade relativa entre 71,19 a 85,51%, e uma amplitude de 41,06 a 95,16% ao longo de todo o ano. Em complemento, a Tabela 8 indica que umidades mais elevadas estão entre abril e agosto e mais baixa de setembro a fevereiro; períodos nos quais há precipitações mais altas (89,3 a 123,6 mm) e mais baixas (12,3 a 45,6 mm), respectivamente.

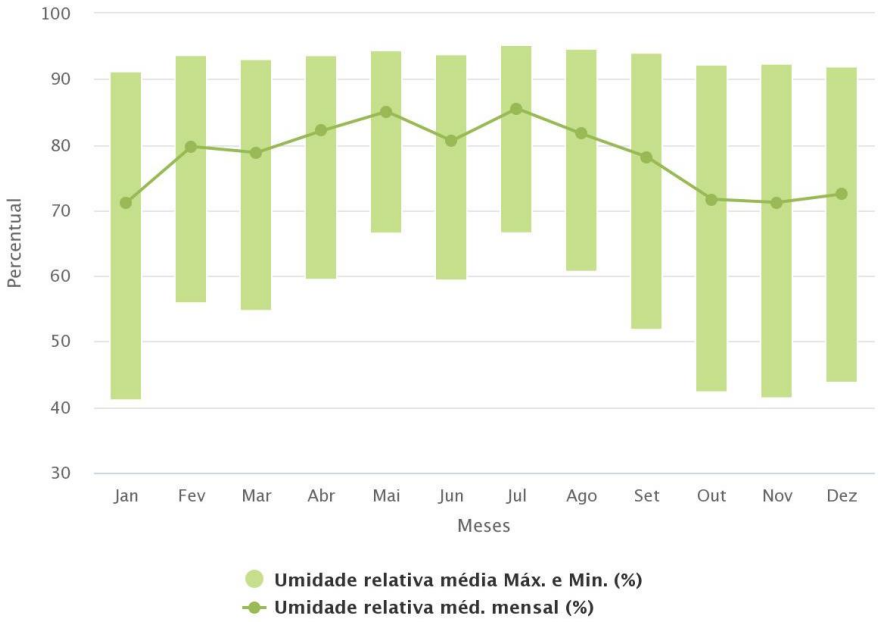


Figura 15 – Gráfico de umidade relativa de Campina Grande

Fonte: LabEEE (2020).

4.1.3 Ventilação

Tendo como base a rosa dos ventos gerada pelo CLIMATE CONSULTANT 6.0 (Figura 16), podemos avaliar o movimento do ar, observando que a ventilação predominante é nas orientações Leste-Sudeste, com velocidade média por volta de 3m/s e umidade relativa acima de 70% ao longo do ano.

Em concordância a tais afirmações a rosa dos ventos do ProjetEEE (Figura 17) (LABEEE, 2020) e os dados das normais climatológicas do INMET (2018) (Tabela 8) indicam a mesma direção predominante dos ventos. Todavia, estes indicam médias de velocidade entre 2 a 4 m/s e de 3,8 m/s respectivamente.

> A velocidade e a direção do vento são geralmente medidas a 10m de altura nas estações meteorológicas. Estas estações se localizam geralmente em regiões abertas, longe dos obstáculos urbanos, pois o movimento de ar sofre grande influência da rugosidade da superfície. (LAMBERTS *et al.*, 2014, p.79)

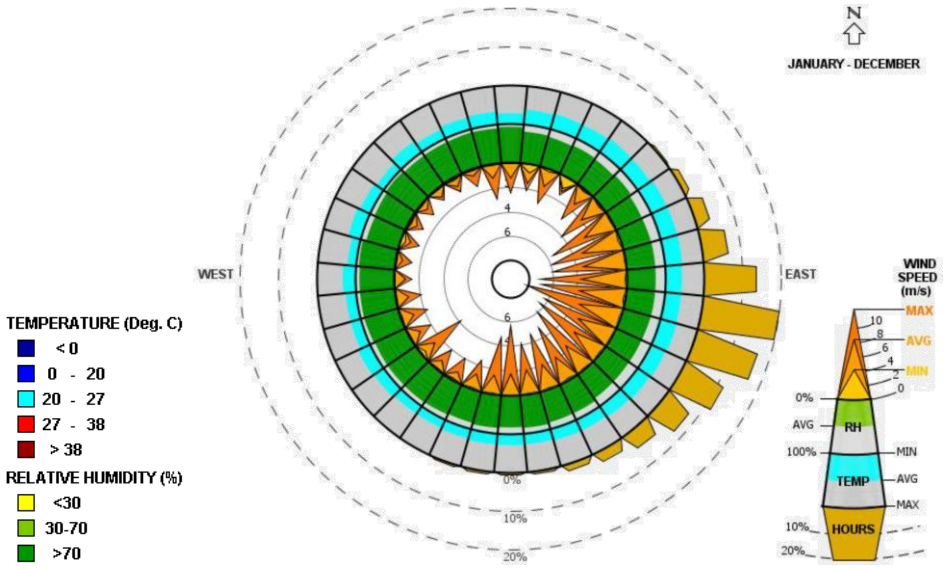


Figura 16 – Rosa dos ventos: Campina Grande.

Fonte: Gerado no programa CLIMATE CONSULTANT 6.0, através do arquivo epw. de Campina Grande.

Podemos, ainda, verificar na Figura 17 a frequência da intensidade do vento nos intervalos indicados no gráfico. As velocidades entre 0 e 2 m/s incidem cerca de 22,5% do tempo; enquanto que, em mais da metade das horas (53,02%) a velocidades é de 2 a 4m/s. Os intervalos de 4 a 6 m/s representam 23,45 % e de 6 a 8 m/s, 0,61 %.

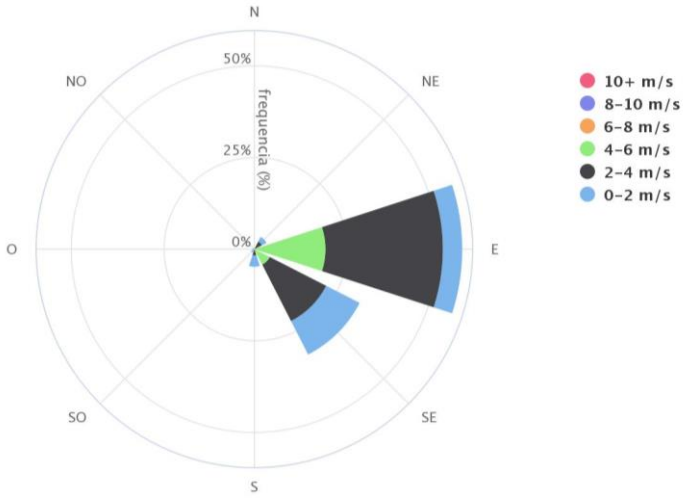


Figura 17 - Rosa dos ventos de Campina Grande

Fonte: LabEEE (2020).

O gráfico 3D de velocidade do vento mensal (Figura 18) mostra que a velocidade entre 3 e 5 m/s é predominante com cerca de 72% das horas médias mensais. Pode-se inferir, também, que próximo ao fim da tarde, nos meses de setembro a janeiro, as velocidades se elevam (entre 5 e 9 m/s); enquanto que, em alguns meses, do fim da noite ao início da manhã, a velocidade decai para entre 2 e 3 m/s.

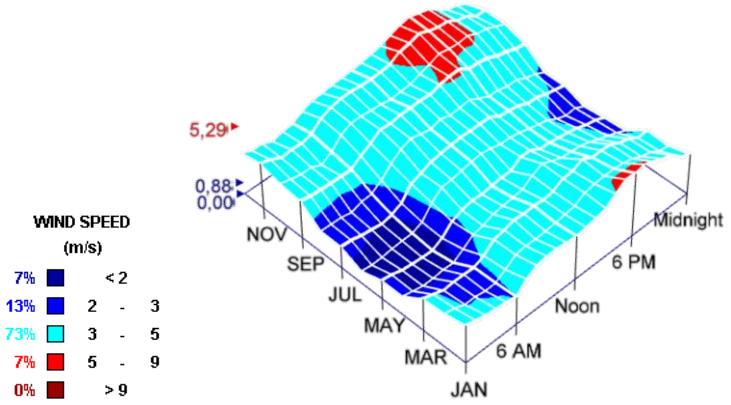


Figura 18 – Gráfico 3D de velocidade do vento mensal: Campina Grande.

Fonte: Gerado no programa CLIMATE CONSULTANT 6.0, através do arquivo epw. de Campina Grande.

Na Figura 19 encontra-se distribuído a intensidade dos ventos, sendo a mínima velocidade média inferior a 1m/s, nos meses de abril a julho; e a máxima velocidade média ultrapassando os 5m/s, nos meses de setembro a fevereiro, com máxima velocidade por volta dos 8m/s. Contudo, ao observar as médias mensais, a Tabela 8 apresenta valores um pouco mais elevados que os da Figura 19, com velocidade acima dos 4m/s de setembro a fevereiro, e em torno dos 3,5 m/s de março a agosto.

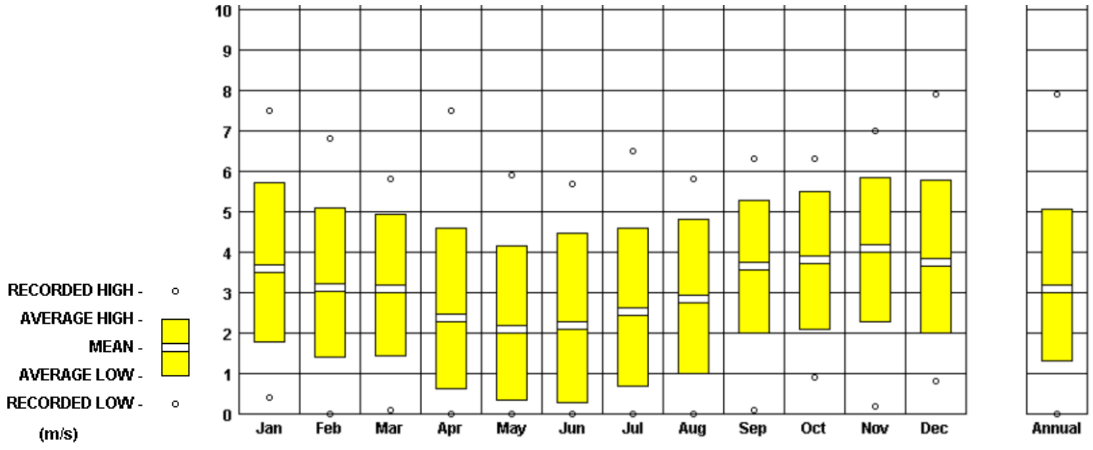


Figura 19 – Faixa de velocidade de vento: Campina Grande.

Fonte: Gerado no programa CLIMATE CONSULTANT 6.0, através do arquivo epw. de Campina Grande.

Diante da análise bioclimática da cidade de Campina Grande, a distinção de períodos quentes (novembro a abril) e frios (maio a setembro) são notórias, levando em consideração a temperatura, umidade, precipitação e intensidade do movimento do ar. Além disso, devido a existência de velocidades relativamente altas e da incidência predominante da direção dos ventos, a utilização da ventilação no ambiente interno se dá como uma boa estratégia bioclimática, a partir da qual se pode ampliar os limites de conforto térmico através da utilização desse recurso natural.

De maneira mais prática o programa CLIMATE CONSULTANT 6.0 [19], ao indicar que em apenas 10,7% do tempo a cidade se encontra na zona de conforto (937 horas), apresenta um lista com recomendações projetuais para se atingir níveis aceitáveis de conforto, propondo estratégias para poder mitigar o desconforto nas demais horas do ano, seja em horas mais ou, então, menos quentes. Dentre as recomendações para Campina Grande está a ventilação natural, utilizada a fim de reduzir ou eliminar o uso de ar condicionado (caso este seja utilizado deve ser de alta eficiência energética), através de grandes aberturas sombreadas e orientadas para a direção predominante dos ventos, facilitando a ventilação cruzada, tanto pelo posicionamento de portas e janelas em lados opostos da edificação (planos abertos), quanto pelos tetos ventilados.

Semelhantemente, a plataforma ProjeTEEE (LABEEE, 2020) apresenta que em 39% das horas do ano a cidade está em conforto, enquanto nas demais horas está em desconforto por calor (55%) ou frio (6%). Para amenizar essa situação, a mesma apresenta três estratégias bioclimáticas para a localidade em estudo: ventilação natural, sombreamento e inércia térmica para aquecimento; dentre as quais a primeira se destaca por sua aplicabilidade média em 68% horas do ano.

4.2 Análise das possibilidades de aproveitamento da ventilação natural

As escolas em estudo têm suas paredes em alvenaria e apresentam a disposição dos volumes em blocos paralelos e longilíneos, criando pátios entre os mesmos, exceto a escola F, que apresenta um átrio central com aberturas zenitais, o qual interliga por rampas retas e escadas as salas a sua volta. Porém há divergência quanto aos tipos de esquadrias ou entradas de ar. Nas escolas A, D e G as janelas são de madeira (Figuras 20.1), enquanto que, nas escolas C e F são metálicas com fechamento de vidro (Figuras 20.2). Nas escolas A e E há salas com a presença de cobogós (Figuras 20.3) que servem para a passagem do vento. Contudo, a escola B, além de ter esses dois tipos de esquadrias, a depender do bloco de aula, tem salas que combinam esquadrias metálicas com cobogós, ou apenas cobogós. Outra diferença é que as escolas C, F e G possuem primeiro andar (Figuras 23, 26 e 27), o que favorece a ventilação natural, uma vez que em alturas mais elevadas a intensidade do ar tende a ser maior.

Outras estratégias de ventilação encontradas nas escolas, que podem auxiliar no incremento do movimento do ar e na ventilação cruzada, são anteparos verticais próximos às janelas (Figuras 25.2), que desviam o fluxo de vento por gerar pressões positivas ou negativas com a barreira (ventilação dinâmica ou por ação dos ventos); diferenças de altura entre aberturas (Figuras 23.3 e 23.4), que favorecem a ventilação por pressão estática (convecção natural); bem como, diferenças de tamanho entre

19 O CLIMATE CONSULTANT 6.0, estabelece em sua configuração o modelo de conforto térmico da ASHRAE Handbook 2005 como parâmetro para verificar a zona de conforto e as possíveis estratégias para se atingir os níveis aceitáveis de conforto.

janelas (Figuras 26.4 e 26.5), auxiliando a maior intensidade e/ou a distribuição mais uniforme do ar no ambiente (BITTENCOURT e CÂNDIDO,2010).

Figura 20 – Exemplo dos tipos de esquadrias encontradas nas ECI's: (1) Assis Chateaubriand – Madeira, (2) Dep. Álvaro Gaudêncio de Queiroz- Metálicas e vidro e (3) Félix Araújo - Cobogó.
Fonte: Autora, 2020.

Especificamente, a sala da escola A em análise, apresenta as seguintes possibilidades de aproveitamento da ventilação natural: anteparos externos, diferença de tamanho entre as janelas e disposição de esquadrias em paredes opostas (Figura 21), favorecendo o movimento do ar interno.

Figura 21 – Escola A - ECI Raul Córdula: (1) Fachada, (2) Implantação, (3 e 4) Sala de aula.
Fonte: (1 e 2) Adaptado do Google maps,2020; (3 e 4) Autora, 2020.

Na sala de aula da escola B, há tanto diferença de tamanho, como de altura entre as esquadrias que estão em paredes opostas (Figura 22), o que deve permitir uma uniformidade da velocidade do ar no ambiente, uma vez que as saídas de ar são menores que as entradas (BITTENCOURT e CÂNDIDO,

2010). No mais, suas esquadrias pivotantes podem auxiliar a gerar maiores diferenças de pressão entre aberturas, assim como as salas que contém basculantes tem a possibilidade de direcionar o movimento do ar.

Figura 22 - Escola B - ECI Assis Chateaubriand:(1) Fachada, (2) Implantação, (3 e 4) Esquadrias de uma mesma sala de aula, (5 e 6) Salas de aula, (7) Pátio interno.

Fonte: (1, 5 e 6) https://www.facebook.com/groups/494077090628840/; (2) Adaptado do Google maps, 2020; (3 e 4) Autora, 2020; (7) https://www.flickr.com/photos/hellohellenn/8744483941.

Semelhantemente, nas salas de aula da escola C, também, há diferença de tamanho e de altura entre as janelas opostas (Figura 23). Muito embora, a divergência de tamanho seja bem mais expressiva neste caso, podendo levar a uma distribuição disforme da ventilação dentro do ambiente. Porém, o seu diferencial, além de localizar-se no primeiro andar e ter esquadrias basculantes, é a presença de uma bandeira na parte superior da janela (Figura 23.3), possibilitando uma maior convecção natural do ar.

Figura 23 - Escola C - ECI Monte Carmelo: (1) Implantação, (2) Fachada, (3 e 4) Sala de aula.

Fonte: (1) Adaptado do Google maps, 2020;
(2) https://www.facebook.com/EeefmMonteCarmel/; (3 e 4) Autora, 2020.

Todavia, as salas da escola D, não apresentam tamanha variedade de possibilidades de aproveitamento da ventilação natural, visto que suas janelas (pivotantes) se concentram em apenas um dos lados do ambiente (Figura 24), incorrendo na ventilação cruzada apenas com a porta. Porém, a esquadria pivotante se estende por toda extensão da parede, proporcionando uma maior área útil para entrada de ar. Contudo, foi observado que no corredor, ao lado da entrada da sala, há um lanternim, que

promove a ventilação vertical por meio de aberturas em diferentes níveis, retirando o ar quente do ambiente, o que pode amenizar o calor e melhorar o conforto nas salas de aula.

Figura 24 - Escola D - ECI Hortêncio Sousa Ribeiro (Premen): (1) Bloco de salas, (2) Implantação, (3) Pátio interno, (4) Sala de aula.

Fonte: (1 e 3) https://geografianopibid.wordpress.com/equipe/premen-gif/;
(2) Adaptado do Google maps, 2020; (4) Autora, 2020.

Nas salas da escola E, pode-se destacar os anteparos como uma possível estratégia de incremento do movimento do ar ou proteção solar (Figura 25), pois podem auxiliar na captação do vento por diferença de pressão (ventilação dinâmica). Além disso, a presença dos cobogós admite uma distribuição mais uniforme do fluxo do vento dentro do ambiente.

Figura 25 - Escola E - ECI Félix Araújo: (1) Fachadas, (2) Fachada interna, (3) Implantação, (4 e 5) Sala de aula.

Fonte: (1, 2 e 3) Adaptado do Google maps, 2020; (4 e 5) Autora, 2020.

As salas da escola F se assemelham com as da escola C, pois além de localizar-se no primeiro andar, também, exibem diferenças quanto ao tamanho e a altura entre as janelas em localizações opostas (Figura 26). No entanto, suas esquadrias, do tipo correr, fornecem uma área útil de abertura para passagem do ar de, apenas, 50%. Além disso, contém um átrio central com aberturas zenitais, que permitem a ventilação vertical, à semelhança do lanternim da escola D.

Figura 26 - Escola F - ECI Dep. Álvaro Gaudêncio de Queiroz:(1 e 2) Fachadas, (3) Implantação, (4 e 5) Sala de aula.

Fonte: (1, 2 e 3) Adaptado do Google maps, 2020; (4 e 5) Autora, 2020.

Por fim, as salas da escola G, de igual modo a escola D, apresentam janelas, apenas, em uma de suas paredes, e suas esquadrias são do tipo pivotantes (Figura 27), o que pode auxiliar na criação da diferença de pressão (ventilação dinâmica). Porém, nessas especificações, apesar da distribuição da velocidade do ar próxima às janelas ser considerável, no restante do ambiente ocorre uma diminuição brusca da velocidade, levando a uma distribuição não uniforme do movimento do ar.

Figura 27 - Escola G - ECI Nenzinha Cunha Lima: (1) Implantação, (2) Fachada, (3, 4 e 5) Sala de aula.

Fonte: (1 e 2) Adaptado do Google maps, 2020; (3, 4 e 5) Autora, 2020.

Portanto, observa-se que algumas salas de aula apresentam maior possibilidade de ventilação natural que outras, por terem maior diversidade e eficiência quanto às estratégias de captação do ar.

4.3 Análise descritiva dos dados da pesquisa de campo - Inverno

Diante dos dados levantados no período do inverno, foi realizada a análise descritiva dos resultados. Sendo assim, nesta primeira etapa de medições verificou-se que o tempo médio de resposta dos alunos ao questionário foi de 16 minutos, valor este dentro do previsto e em conformidade com o que é recomendado pela ASHRAE 55-2017. Com uma amostra total de 569 no inverno, observa-se no Gráfico 1 que, apesar da diferença de quantidade de respondentes ao questionário aplicado por escola, houve um tempo médio de resposta similar entre as ECI's. As escolas B, D, E e F apresentaram um tempo-resposta de 15 minutos, enquanto as escolas A, C e G, de 17 minutos. Estas constatações auxiliaram na apuração dos dados das variáveis ambientais, uma vez que, os registros de interesse foram filtrados por meio do tempo médio de resposta de cada turma.

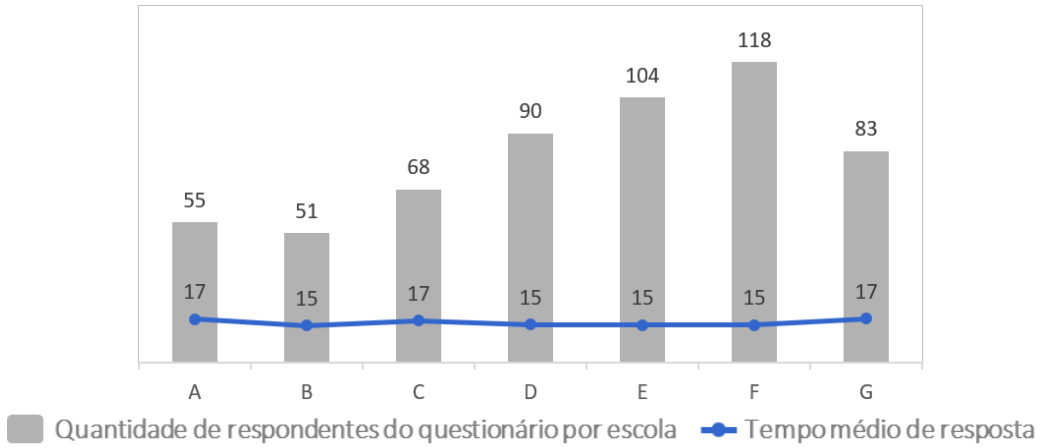


Gráfico 1 – Quantidade de respondentes do questionário por escola e tempo médio de resposta - Inverno.

Fonte: Autora, 2020.

4.3.1 Variáveis ambientais - Inverno

Para melhor compreensão dos dados sintetizou-se a estatística descritiva das variáveis ambientais aferidas por ECI's na Tabela 9. Esta apresenta máximos, mínimos, médias, variâncias e desvios padrões das condições climáticas analisadas, sejam da umidade relativa, temperatura do ar, temperatura de globo e velocidade do ar, temperatura radiante média e temperatura operativa, quanto da temperatura externa.

Observando as medidas de resumo do conjunto de dados referentes a umidade relativa, nota-se que os máximos valores alcançados nas escolas foram de 74,70 a 99,90 % e os mínimos de 65,10 a 91,36%. As umidades relativas médias acima dos 82% nas escolas A, B, C, E e G podem ser atribuídas aos dias chuvosos de medição, enquanto que, as médias por volta dos 72% nas demais escolas foram obtidas em dias nublados, porém, sem precipitação. Assim, vale-se destacar que em média a escola G

apresentou um desvio de 9,30% em relação à média (84%), indicando uma maior variância; e que a escola A exibiu um desvio de 0,85%, demonstrando uma maior homogeneidade na sua distribuição.

Quanto a temperatura do ar verificou-se que a escola A, também, expôs o menor desvio padrão (0,09°C) com uma média de 23,82°C, mínima de 23,70°C e máxima de 23,93°C, se mostrando como um dia com temperaturas mais estáveis e com baixa amplitude térmica. É possível conferir na Tabela 9 que as temperaturas do ar médias foram de 22,44 a 26,28°C, as máximas de 23 a 28,10°C e mínimas de 22 a 24,5°C, sendo que, a escola F além de ter o maior desvio (1,43°C), sua média (26,28 °C) e máxima (28,10 °C) são as mais elevadas, enquanto que, a escola C tem as mais baixas médias (22,44 °C), máximas (23°C) e mínimas (22°C) temperaturas do ar.

Tabela 9 – Estatística descritiva das variáveis ambientais por ECI - Inverno.

VARIÁVEIS	ESTATISTICA	A	B	C	D	E	F	G
UR	Máximo	93,25	91,80	90,70	74,70	87,10	78,80	99,90
	Mínimo	91,36	85,60	83,50	71,20	77,00	65,10	77,00
	Média	92,06	89,58	87,30	72,65	82,48	72,02	84,00
	Desvio Padrão	0,85	2,37	2,95	1,47	3,66	5,51	9,30
	Variância	0,72	5,63	8,73	2,17	13,43	30,32	86,56
Ta	Máximo	23,93	24,50	23,00	25,50	25,80	28,10	26,40
	Mínimo	23,70	23,00	22,00	24,20	22,60	24,00	24,50
	Média	23,82	23,73	22,44	25,03	24,04	26,28	25,55
	Desvio Padrão	0,09	0,60	0,38	0,45	1,12	1,43	0,78
	Variância	0,01	0,36	0,15	0,20	1,25	2,03	0,61
Tg	Máximo	24,20	24,60	23,00	25,60	25,80	28,40	26,50
	Mínimo	24,10	23,00	22,10	24,10	22,60	24,50	24,60
	Média	24,13	23,78	22,56	24,98	24,06	26,53	25,78
	Desvio Padrão	0,05	0,59	0,34	0,49	1,10	1,42	0,72
	Variância	0,00	0,35	0,12	0,24	1,21	2,03	0,52
Va	Máximo	0,56	0,30	0,30	0,35	0,51	0,54	0,17
	Mínimo	0,19	0,06	0,08	0,13	0,08	0,00	0,12
	Média	0,33	0,21	0,19	0,27	0,34	0,31	0,15
	Desvio Padrão	0,14	0,08	0,09	0,07	0,13	0,16	0,02
	Variância	0,02	0,01	0,01	0,00	0,02	0,03	0,00
Te	Média	25,06	21,67	22,46	22,46	22,06	22,67	22,54
Trm	Máximo	25,08	24,78	23,26	25,77	25,80	29,22	26,67
	Mínimo	24,37	23,00	22,19	23,91	22,44	25,33	24,71
	Média	24,72	23,86	22,75	24,89	24,12	26,99	26,05
	Desvio Padrão	0,29	0,62	0,35	0,60	1,08	1,45	0,79
	Variância	0,09	0,38	0,13	0,36	1,16	2,09	0,63
To	Máximo	24,20	24,60	23,00	25,60	25,80	28,40	26,50
	Mínimo	24,10	23,00	22,10	24,10	22,60	24,51	24,60
	Média	24,14	23,78	22,56	24,97	24,06	26,53	25,77
	Desvio Padrão	0,04	0,59	0,34	0,49	1,10	1,42	0,72
	Variância	0,00	0,35	0,12	0,24	1,21	2,02	0,52

Onde:

UR = Umidade relativa (%) / Ta = Temperatura do ar (°C) / Tg = Temperatura de globo (°C) / Va = Velocidade do ar (m/s)
Trm = Temperatura radiante média (°C) / To = Temperatura operativa (°C) / Te = Temperatura externa (°C)

Fonte: Autora, 2020.

Passando para a velocidade do ar, não se obtiveram médias e máximas tão altas quanto esperado. Todavia, máximas de 0,17 a 0,56 m/s, médias de 0,15 a 0,34 m/s e mínimas de 0 a 0,19 m/s foram alcançadas. Vale destacar, mais uma vez, a escola F que apresentou maior desvio (0,16 m/s) em relação a sua média (0,31m/s) por apresentar uma amplitude de movimento do ar de 0 a 0,54m/s. Em contraposição, a escola G obteve velocidades com pouca variância, com mínima de 0,12m/s e máxima de 0,17m/s, representando uma brisa praticamente imperceptível.

Observamos, assim, que algumas escolas exibem um desempenho melhor que outras, o qual podemos relacionar a eficiência das estratégias arquitetônicas adotadas na edificação. Pode-se destacar a escola F, que, apesar de apresentar as maiores temperaturas do ar máximas (28,10 °C) e médias (26,28 °C), e as menores médias de umidades do ar (72,02 %); esta obteve uma das maiores médias (0,31 m/s) e máximas (0,54 m/s) da velocidade do ar aferidas, bem como, a menor velocidade mínima (0 m/s).

Tais resultados na escola F podem ser justificado pelo gabarito do edifício (dois pavimentos), o qual permite uma maior intensidade do vento pela altura; assim como, pela sua orientação e disposição das salas de aula com um corredor central, onde as salas localizadas na fachada sul têm suas aberturas posicionadas na direção predominante do vento (Leste/Sudeste), enquanto que, salas localizadas na fachada norte e oeste não, que por sua vez, também recebem parte da radiação oeste (Figuras 26 e 28). Este ganho de calor poderia ser amenizado com o uso adequado de proteção solar, pois no caso da fachada norte, não abarca todas as aberturas, apenas, parcialmente, as do primeiro pavimento.

Figura 28- Escola F - ECI Dep. Álvaro Gaudêncio de Queiroz:
(1) Vista aérea - fachada sul – perspectiva sudeste; (2) Fachada norte - perspectiva noroeste.
Fonte: (1) Alexhb,2021; (2) Adaptado do Google maps, 2021

Por sua vez, a escola G, tanto apresentou as menores velocidades do ar média (0,15 m/s) e máxima (0,17m/s), quanto as segundas maiores temperaturas do ar média (25,55°C) e a maior temperatura mínima (24,50°C). Obteve, também, a mais elevada umidade do ar máxima (99,90%) e a menor homogeneidade na distribuição da umidade, pois apresentou um desvio padrão de 9,30%. Todavia, cabe ressaltar que no dia da medição do inverno houve precipitação, o que destacou a perspectiva de manter as esquadrias fechadas em parte do tempo decorrido no experimento. Isso pode ter contribuído para a baixa intensidade do vento.

Porém, apesar da configuração das salas de aula avaliadas dificultarem a ventilação cruzada e a distribuição uniforme do movimento do ar no interior do ambiente, por ter suas janelas posicionadas em apenas um dos lados da sala e a porta no outro; a escola G tem potencial na sua solução arquitetônica. Pois o tipo de esquadria (pivotante) utilizado, que fornece uma área útil para a passagem de ar de 100% e ajuda na ventilação dinâmica; a extensão da janela de um pilar ao outro e a implantação dos blocos (sentido Leste-Oeste) auxiliam a entrada do vento Sudoeste. Além disso, o fato da orientação das maiores fachadas estarem paralelas ao percurso do sol, minimiza o ganho de calor por meio da radiação direta (Figura 27 e 29).

Figura 29 - Escola G - ECI Nenzinha Cunha Lima: (1) Fachada Sul;
(2) Vista do pátio para o bloco avaliado; (3) Janelas da fachada sul; (4) Sala de aula - janela pivotante
Fonte: (1 e 2) Adaptado do Google maps, 2021; (3 e 4) Autora, 2020.

A escola C, no entanto, tanto apresentou as menores temperaturas do ar média (22,44°C), mínima (22°C) e máxima (23°C); quanto a segunda menor velocidades do ar média (0,19 m/s), e obteve, também, uma umidade do ar média intermediária (87,30%). Podemos atribuir esses resultados mais amenos na escola C, ao olharmos para a sua solução arquitetônica, e verificarmos que a estrutura sacada da edificação, assim como, a projeção da coberta, servem de proteção solar (anteparos) para as aberturas (Figura 23 e 30).

Figura 30- Escola C - ECI Monte Carmelo: (1) Vista do pátio para bloco de salas avaliado,
(2) Disposição da estrutura e das esquadrias na fachada, (3) Vista Noroeste - Detalhe da estrutura,
(4) Sala de aula - Detalhe da bandeira.
Fonte: (1) https://twitter.com/realrcoutinho/status/773531241446514688;
(2 e 3) https://www.facebook.com/EeefmMonteCarmel/; (4) Autora, 2020.

Outra questão que podemos considerar são as janelas basculantes, que, neste caso, direcionam o movimento do ar a um nível acima do usuário, devido a diferença de altura entre as aberturas opostas e a configuração desse tipo de esquadria em conjunto com a presença de uma bandeira superior. Embora isso dificulte a ventilação no nível do usuário, estas soluções proporcionam a convecção natural do ar, resfriando o ambiente, e a melhor distribuição interna da luz natural (Figura 23 e 30).

Todavia, a orientação que o edifício da escola C foi implantado forma uma barreira à entrada do vento predominante da cidade (Leste/Sudeste), ainda mais no bloco avaliado (bloco ao Noroeste), que também tem as suas menores aberturas voltadas para o pátio interno. Contudo, as baixas intensidades do ar podem ser relacionadas, também, à precipitação no dia da medição, limitando a abertura das esquadrias em parte do tempo decorrido no experimento.

Por outro lado, utilizou-se a ferramenta da CBE *Thermal Comfort Tool*, a fim de verificar se às condições climáticas aferidas nas escolas estavam de acordo com os níveis de conforto térmico preditos nos métodos PMV e adaptativo propostos pela ASHRAE 55-2017,

A Tabela 10 mostra que, de acordo com o método adaptativo, as condições térmicas aferidas em todas as ECI's devem ser consideradas confortáveis, com um percentual de aceitabilidade da temperatura operativa entre 23,1 a 28,1°C de 90%, para espaços naturalmente condicionados.

Tabela 10 – Níveis de conforto térmico indicados no método PMV e Adaptativo - Inverno.

ECI's	Método PMV			Método Adaptativo	
	PMV	PPD	Sensação térmica	Aceitabilidade	Condições térmicas
A	0,06	5%	Neutro	90 %	Confortável
B	0,09	5%	Neutro	90 %	Confortável
C	-0,40	8%	Neutro	90 %	Confortável
D	-0,17	6%	Neutro	90 %	Confortável
E	-0,21	6%	Neutro	90 %	Confortável
F	0,20	6%	Neutro	90 %	Confortável
G	0,50	10%	Neutro	90 %	Confortável

Onde:

PMV = Voto médio predito / PPD = Percentual de pessoas insatisfeitas (%)

Aceitabilidade = Faixa do limite de aceitabilidade da temperatura operativa (%)

90% = Temperatura operativa entre 23,1 a 28,1°C

Fonte: Autora, 2020.

Semelhantemente, o método PMV, supõe que a sensação térmica dos estudantes deve ser em média neutro, uma vez que apresentam um Voto Médio Predito entre -0,4 e 0,5; e um Percentual de pessoas insatisfeitas de até 10%. Portanto, todas as variáveis teoricamente estão em conformidade e dentro dos padrões de conforto térmico descritos na norma ASHRAE 55-2017. Todavia, a seguir, serão relatadas as questões de sensação, preferência e aceitabilidade térmica levantadas nas medições de campo, possibilitando uma noção real dos níveis de conforto dos alunos das ECI's em estudo.

4.3.2 Características individuais - Inverno

Diante das observações e por ser um local de estudo, a taxa metabólica constatada nos experimentos de campo, tanto no inverno como no verão, foi de 1 met, correspondendo a atividade sedentária de escrita ou leitura em um escritório (ASHRAE 55, 2017), por ser a atividade que mais se assemelha com a desenvolvida em sala de aula.

Muito embora 196 pessoas assinalaram que se ausentaram da sala nos últimos 30 minutos, cerca de 20% vieram de outras salas, em torno de 50% foi ao banheiro, 13% estava no intervalo ou bebendo água e os demais estavam em outros locais como no pátio ou na área externa.

Quando se verifica as respostas dos 569 estudantes ao questionário, nota-se que 50,27% das pessoas se identificaram com o sexo feminino, 43,23% com o masculino e 6,50% dos participantes não responderam a esse quesito. Levando isso em consideração, a Tabela 11 exibe as características biométricas e de vestimenta das ECI's.

É possível verificar que há uma diferença na média total das escolas entre os homens e as mulheres. Estas apresentaram médias de 16 anos de idade, 1,61m de altura, 56,2 Kg de peso e um isolamento da vestimenta de 0,83 *Clo.*; enquanto aqueles, de 17 anos, 1,74m, 64,1Kg e 0,72 *Clo*. Portanto, a média total das escolas foi de 16 anos de idade, 1,67m de altura, 59,9 Kg de peso e um isolamento da vestimenta de 0,77 *Clo* (Figura 31).

Figura 31 – Vestimentas utilizadas pelos alunos nas ECI's.

Fonte: Autora, 2020.

Tabela 11 – Estatística descritiva da idade, altura, peso e isolamento da vestimenta aferidas no experimento de campo por ECI - Inverno.

ECI's		FEMININO				MASCULINO				GERAL			
		I	A	P	V	I	A	P	V	I	A	P	V
A	Máximo	19	178	83,0	1,53	19	190	111,1	1,18	19	190	111,1	1,53
	Mínimo	13	152	38,1	0,43	14	152	35,9	0,43	13	152	35,9	0,43
	Média	16	163	58,0	0,93	17	174	64,9	0,87	16	169	61,4	0,92
	Mediana	16	163	58,6	1,06	17	175	64,5	1,06	16	167	60,0	1,06
	Des. Padrão	1,47	5,68	12,13	0,31	1,50	7,77	13,65	0,28	1,49	8,59	12,89	0,29
B	Máximo	20	170	83,0	1,18	19	188	91,4	1,16	20	188	91,4	1,18
	Mínimo	15	150	42,8	0,45	15	154	38,8	0,21	15	150	38,8	0,21
	Média	16	160	57,4	0,98	17	173	63,2	0,83	17	166	59,9	0,90
	Mediana	16	159	53,2	1,05	17	173	59,0	1,03	16	165	56,2	1,03
	Des. Padrão	1,40	5,64	11,13	0,19	1,08	7,89	12,30	0,29	1,24	9,12	11,86	0,25
C	Máximo	18	168	86,5	1,51	22	187	80,0	1,31	22	187	86,5	1,51
	Mínimo	14	145	34,0	0,21	15	151	47,0	0,23	14	145	34,0	0,21
	Média	16	159	55,8	0,91	17	172	60,1	0,71	16	164	57,7	0,82
	Mediana	16	159	53,0	1,05	17	173	59,2	0,49	16	163	55,6	1,00
	Des. Padrão	1,09	5,58	11,92	0,31	1,46	7,99	8,80	0,31	1,28	8,86	11,36	0,32
D	Máximo	19	177	81,0	1,33	19	191	115,0	1,18	19	191	115,0	1,33
	Mínimo	15	150	41,0	0,23	16	160	49,0	0,21	15	150	40,0	0,21
	Média	17	162	54,3	0,82	17	176	67,9	0,59	17	168	60,2	0,70
	Mediana	17	162	53,3	1,03	17	177	63,0	0,48	17	167	57,5	0,50
	Des. Padrão	0,80	6,08	7,97	0,31	0,76	7,39	15,52	0,26	0,79	9,57	13,52	0,31
E	Máximo	19	168	76,2	1,33	19	191	115,0	1,45	19	191	115,0	1,45
	Mínimo	13	150	35,4	0,38	14	160	46,1	0,43	13	150	35,4	0,38
	Média	16	159	53,1	0,87	16	174	63,8	0,83	16	166	58,4	0,84
	Mediana	16	160	51,5	1,05	16	174	62,2	0,78	16	164	56,0	1,03
	Des. Padrão	1,17	4,67	8,52	0,30	1,23	6,82	12,65	0,29	1,21	9,34	12,67	0,30
F	Máximo	20	179	89,0	1,37	20	188	98,0	1,16	20	188	98,0	1,37
	Mínimo	14	150	39,9	0,23	14	156	42,0	0,18	14	149	39,9	0,18
	Média	16	162	57,8	0,68	17	176	65,8	0,67	16	167	60,6	0,68
	Mediana	16	162	55,0	0,48	17	177	62,7	0,48	16	167	60,0	0,48
	Des. Padrão	1,25	6,28	12,17	0,28	1,34	6,44	12,06	0,30	1,36	9,36	12,39	0,29
G	Máximo	21	173	105,0	1,26	20	185	96,0	1,11	21	185	105,0	1,26
	Mínimo	14	150	32,0	0,33	15	156	45,0	0,21	14	150	32,0	0,21
	Média	16	161	58,4	0,80	16	173	62,2	0,63	16	168	60,7	0,69
	Mediana	16	161	54,1	0,97	16	173	58,9	0,48	16	169	58,1	0,48
	Des. Padrão	1,36	6,33	16,70	0,31	1,03	6,53	10,59	0,27	1,21	8,78	13,18	0,30
MÉDIA TOTAL		**16**	**161**	**56,2**	**0,83**	**17**	**174**	**64,1**	**0,72**	**16**	**167**	**59,9**	**0,77**

Onde:

I = Idade (anos) / A = Altura (cm) / P = Peso (kg) / V = Isolamento da vestimenta (*Clo.*)

Fonte: Autora, 2020.

Contudo, podemos avaliar de forma mais específica quanto aos sexos nas diferentes ECI's. Para o feminino, observa-se que, no tocante a idade, apenas a escola D apresentou uma média e uma mediana de 17 anos, enquanto que as demais foram de 16 anos. As suas idades máximas variaram de 18 a 21 anos; e as mínimas entre 13 a 15 anos, sendo que a escola A teve o maior desvio (1,47 anos) e a escola D o menor (0,80 anos).

Por outro lado, para o sexo masculino, as escolas E e G apresentaram uma média e uma mediana de 16 anos, em contraponto com as outras que foram de 17 anos. As suas idades máximas variaram de 19 a 22 anos; e as mínimas entre 14 a 16 anos. A escola A teve o maior desvio (1,50 anos) e a escola D o menor (0,76 anos).

Desta maneira, quando olhamos para a idade dos participantes de forma geral, verifica-se que as escolas B e D apresentaram uma média de 17 anos, e as outras ECI's tiveram uma média de 16 anos. Quanto à mediana, apenas a escola D divergiu das demais com uma idade de 17 anos. As suas idades máximas variaram entre 19 a 22 anos; e as mínimas de 13 a 15 anos, sendo que a escola A teve o maior desvio (1,49 anos) e a escola D o menor (0,79 anos).

Com relação à altura, para as mulheres nas diferentes ECI's observa-se que, as médias e as medianas estão entre 1,59 e 1,63m, e que a escola A apresentou os maiores valores destas medidas. As suas alturas máximas variaram de 1,68 a 1,79m; enquanto que as alturas mínimas são de 1,50m, exceto nas escolas A (1,52m) e C (1,45m). Quanto ao desvio padrão, a escola E teve o menor valor verificado (4,67 cm) e a escola G o maior (6,33 cm).

Entretanto, os homens apresentaram uma estatura um pouco mais elevada. Assim, as médias variaram entre 1,72 e 1,76m; e as medianas entre 1,73 e 1,77m. Destaca-se que as escolas D e F tiveram as maiores médias (1,76m) e medianas (1,77m). As suas alturas máximas variaram de 1,85 a 1,91m; e as mínimas de 1,51 e 1,60m. A escola C teve o maior desvio (7,99 cm) e a escola F o menor (6,44 cm).

Assim, quando olhamos para a altura dos ocupantes de forma geral, verifica-se que as médias estão entre 1,64 a 1,69m; e as medianas estão 1,63 e 1,69m. As suas alturas máximas variaram de 1,85 e 1,91m, e as mínimas 1,45 a 1,52m, sendo que a escola D teve o maior desvio (9,57cm) e a escola A o menor (8,59cm).

No tocante ao peso das pessoas do sexo feminino, vemos que houve médias de 53,1 a 58,4 kg, e medianas entre os 51,5 e 58,6 kg. Os pesos máximos verificados foram na casa dos 80kg, excetuando a escola E, que apresentou o menor valor máximo (76,2 kg) e a escola G, com o maior valor máximo (105 kg). Quanto aos pesos mínimos por ECI's vê-se um intervalo dos 32 aos 42,8 kg. Desta forma, observa-se que a escola G tem o maior desvio padrão (16,7 kg); e a escola D o menor deles (7,97 kg).

Passando para o peso das pessoas do sexo masculino, encontramos médias de 60,1 a 67,9 kg, e medianas de 58,9 a 64,5 kg. Os pesos máximos estão entre 80 e 115 kg; enquanto os pesos mínimos ficam em torno dos 35,9 aos 49 kg. Nota-se, então, que a escola C tem o menor desvio padrão (8,8 kg),

assim como, a menor média (60,1 kg) e peso máximo (80 kg); e a escola D o maior desvio padrão entre as ECI's (15,52 kg), bem como, o maior peso médio (67,9 kg), máximo (115 kg) e mínimo (49 kg).

Portanto, ao observarmos o peso dos participantes de forma geral por ECI's, temos uma média entre 57,7 e 61,4 kg, com medianas entre 56 e 60 kg. Os valores dos pesos máximos são de 86,5 e 115kg; bem como, os dos mínimos são de 32 a 40kg, sendo que o maior desvio padrão é encontrado na escola D (13,5 kg), que, também apresentou os maiores pesos máximo e mínimos; e o menor desvio se deu na escola C (11,4 kg).

Por fim, temos as relações do isolamento da vestimenta. Para as estudantes do sexo feminino, temos médias entre 0,68 e 0,98 *Clo.*, destacando que a média da escola F destoa das demais ECI's (0,68 *Clo.*), que estão acima dos 0,8*Clo.*; e semelhantemente, as medianas verificadas foram em torno de 1 *Clo.*, excetuando a escola F, que apresentou a menor mediana (0,48 *Clo.*) seguida pela escola G (0,97 *Clo.*). As máximas variaram de 1,18 a 1,53 *Clo.*; e as mínimas de 0,21 a 0,45 *Clo.*. Além disso, o maior desvio padrão se repetiu nas escolas A, C, D e G (0,31 *Clo.*); e que o menor desvio foi encontrado na escola B (0,19 *Clo.*).

Para os alunos do sexo masculino, constata-se que as médias do isolamento da vestimenta estão entre 0,59 e 0,87 *Clo.*; e as medianas estão entre 0,48 e 1,06 *Clo.*, destaca-se que a menor mediana se repetiu nas escolas D, F e G, e apenas as escolas A e B tiveram um valor mediano acima de 1 *Clo.*. Todavia, as máximas variaram de 1,11 até 1,45 *Clo.*; e as mínimas de 0,18 a 0,43 *Clo.*; ao passo que, os desvios padrão das ECI's tiveram um intervalo próximo, que foi dos 0,26 aos 0,31 *Clo.*.

Desta forma, quando analisamos o isolamento da vestimenta dos participantes de forma geral, vemos que as médias das escolas estão entre 0,68 e 0,92 *Clo.*; e as medianas estão entre 0,48 e 1,06 *Clo.*. Ressalta-se que medianas inferiores a 0,5 *Clo.* apareceram nas escolas D, F e G, e as demais tiveram um valor mediano acima de 1 *Clo.*. Os isolamentos da vestimenta máximos vão de 1,1 até 1,53 *Clo.*; as mínimas de 0,18 a 0,43 *Clo.*. Destaca-se que o mesmo isolamento mínimo se repetiu nas escolas B, C, D e G (0,21 *Clo.*); e que os desvios padrão foram de 0,25 aos 0,32 *Clo.*.

4.3.3 Relação do indivíduo com o ambiente térmico - Inverno

4.3.3.1 Conforto térmico - Inverno

Com a intenção de compreender a avaliação afetiva, o histórico térmico e aclimatação dos participantes com o lugar, as questões sobre preferência e tempo de exposição a sistemas de resfriamento foram analisadas. De acordo com o Gráfico 2, 53% dos alunos preferem ar condicionado, 32% ventilação natural e apenas 13% optaram por ventilador.

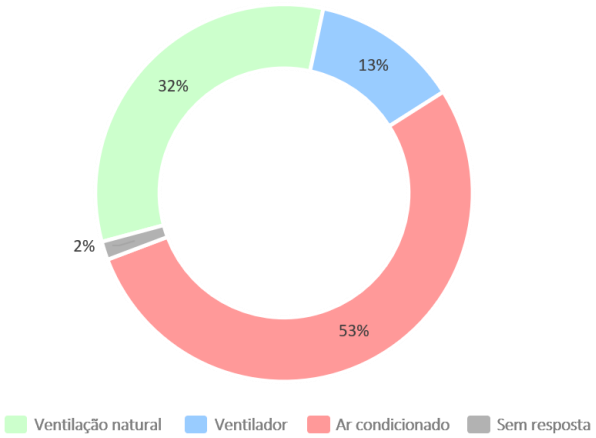


Gráfico 2 – Preferência por sistemas de resfriamento - Inverno.

Fonte: Autora, 2020.

Em contraponto a essa afirmação, o Gráfico 3 mostra que, apesar da maioria preferir ar condicionado, estes não são expostos com frequência a este equipamento, uma vez que 90,33% (514 pessoas) responderam que normalmente não passam muito tempo em ambientes com ar condicionado funcionando, e considerando que mais de 84,01% entendem que menos de 4 horas é uma exposição baixa a este sistema de resfriamento.

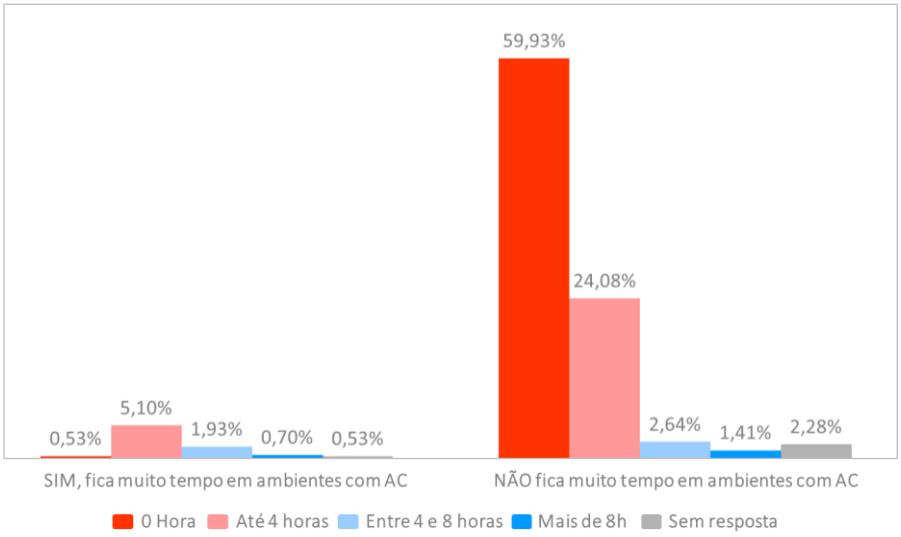


Gráfico 3 – Percepção de tempo quanto a exposição a ar condicionado - Inverno.

Fonte: Autora, 2020.

Por outro lado, a percepção dos estudantes quanto ao tempo de exposição a ambientes com ventilador (Gráfico 4) é mais equilibrada, pois 58,35% dos participantes (332 pessoas) responderam que passam muito tempo em locais com ventilador e que de “até 4 horas” até “mais de 8 horas” é um intervalo considerado elevado; enquanto que 38,31% (218 pessoas) marcaram que não passam muito tempo expostos ao ventilador, afirmando que de “0 horas” a “até 4 horas” é pouco tempo. Portanto, há maior exposição ao ventilador do que ao ar condicionado, apesar da preferência ser oposta.

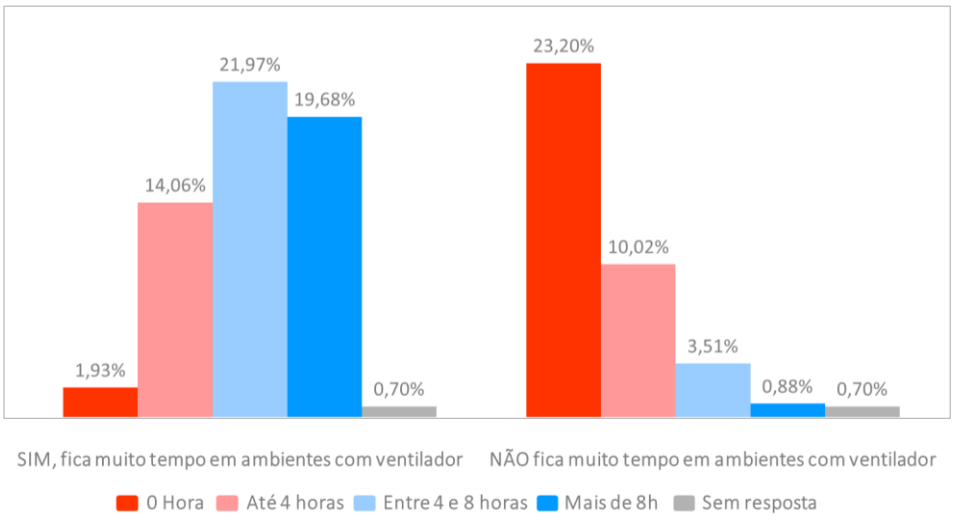


Gráfico 4 – Percepção de tempo quanto a exposição a ventilador - Inverno.

Fonte: Autora, 2020.

É possível avaliar esta declaração por meio dos gráficos de sensação, preferência e aceitabilidade térmica adiante. No Gráfico 5, que ilustra o resultado geral da sensação térmica dos estudantes, observa-se que cerca de 50% dos alunos (278 pessoas) indicaram sentir algum desconforto por frio, sendo que 35,85% disseram se sentir levemente com frio, 10,72% com frio e 2,28% muito frio. Quanto aos demais, 25,66% (146 pessoas) disseram que estavam neutros termicamente, muito embora outros 24,60% (140 pessoas) tenham relatado algum desconforto por calor.

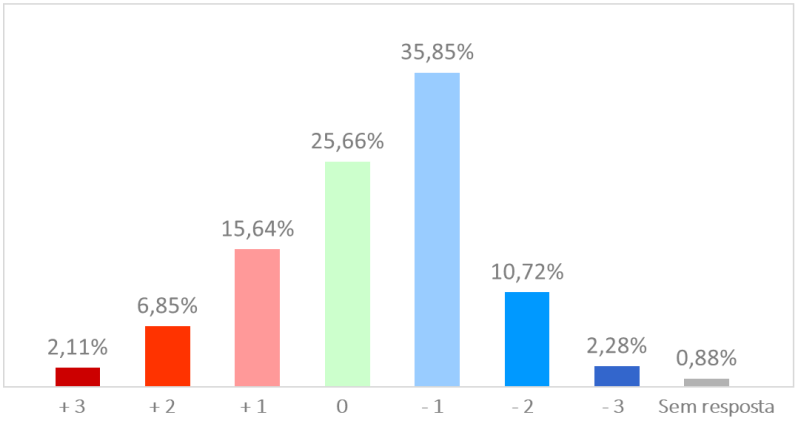


Gráfico 5 – Sensação térmica geral - Inverno.

Fonte: Autora, 2020.

Olhando agora para esses dados por escola (Gráfico 6), nota-se que há uma distinção em suas sensações térmicas. Nas escolas A, C e E predominantemente os alunos se sentem levemente com frio; nas escolas B e D destacam-se a sensação levemente com frio e a neutra, enquanto que na escola F há um mesmo percentual entre os que indicaram levemente com calor e termicamente neutros; e na G, apesar de haver um pequeno realce na sensação neutra, há um equilíbrio aparente entre os ocupantes estarem levemente com frio ou levemente com calor.

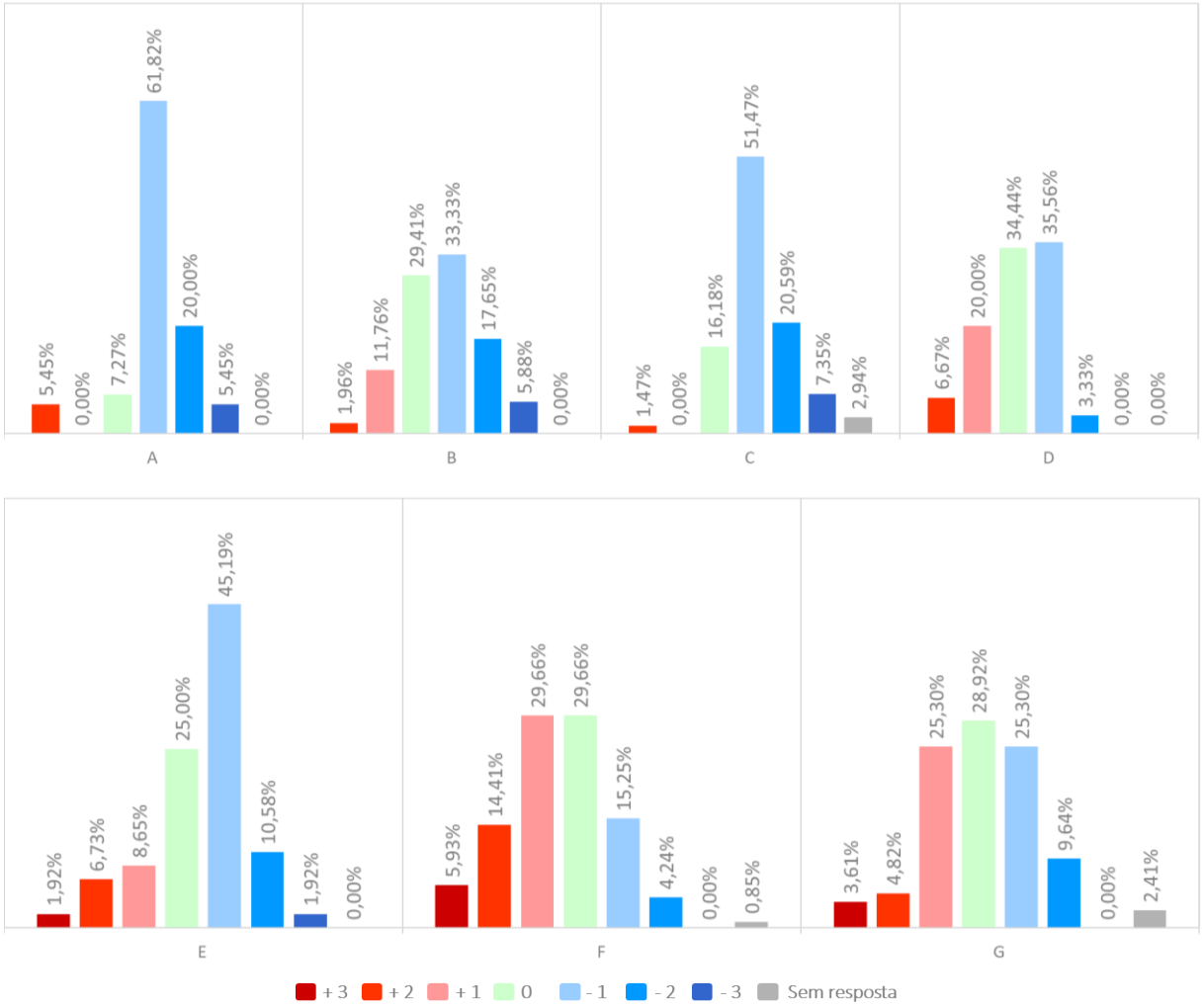


Gráfico 6 – Sensação térmica por ECI's - Inverno.

Fonte: Autora, 2020.

Outro parâmetro que é possível analisar a sensação térmica é por sexo, levando em consideração todas as escolas, como representado no Gráfico 7. A sensação de estarem levemente com frio predomina em ambos os sexos. Relativamente, 40,91% das mulheres e 32,52% dos homens indicaram essa sensação. Todavia, apesar das segundas maiores porcentagens serem a sensação neutra (feminino = 25,87% / masculino = 23,17%), em seguida as meninas tendem a se sentirem com frio (12,94%) enquanto os meninos tendem a se sentir levemente com calor (22,36%).

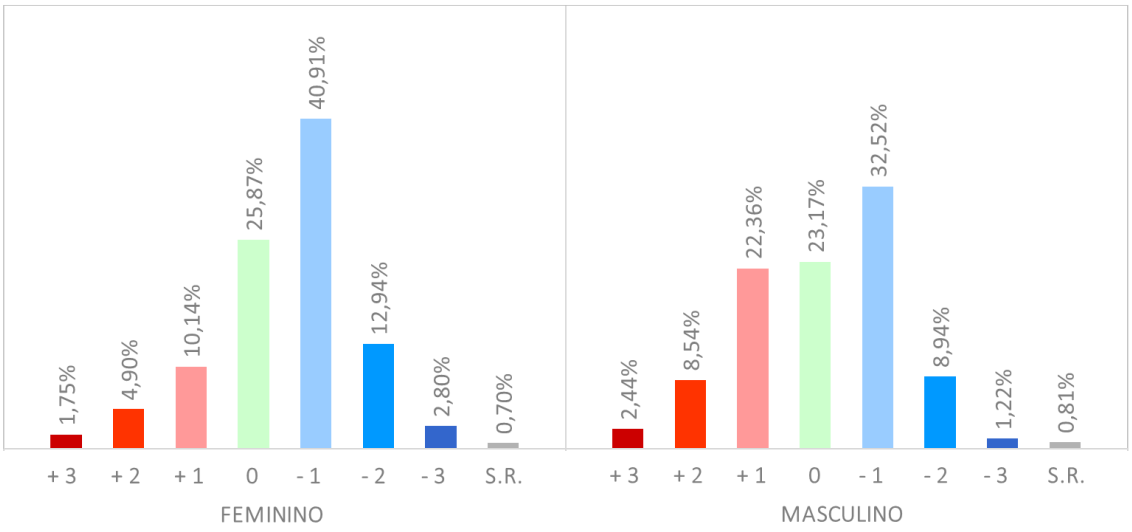


Gráfico 7 – Percentual de sensação térmica feminina e masculina nas ECI's - Inverno.

Fonte: Autora, 2020.

Passando para a análise da preferência térmica, 18,63% dos ocupantes disseram que prefeririam estar mais aquecidos, 35,68 % mais refrescados; e 45,17 % permanecer assim mesmo (Gráfico 8). Isso indica que a maioria dos estudantes preferiria continuar como estava ou estar mais refrescado.

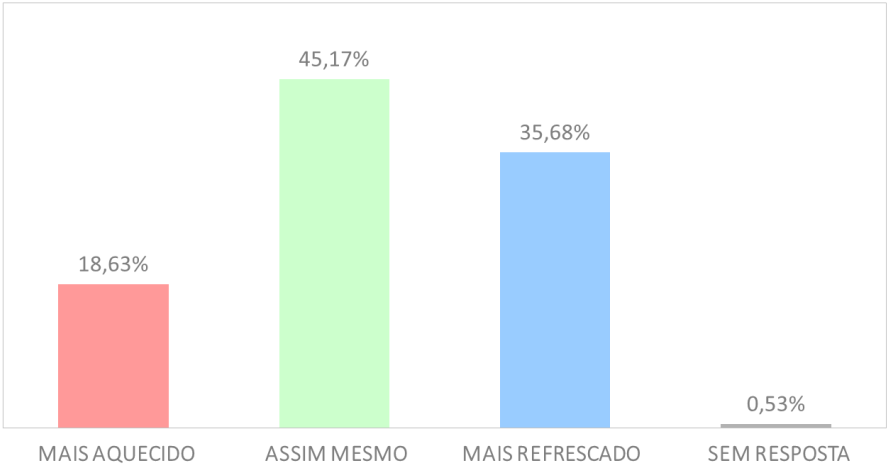


Gráfico 8 – Preferência térmica geral - Inverno.

Fonte: Autora, 2020.

De forma semelhante, as mesmas preferências ocorrem quando se analisa por sexo (Gráfico 9), cerca de 45,5% para conservar-se do mesmo jeito, para ambas as identidades, e 31,12% e 39,84 % para mais refrescado, mulheres e homens, respectivamente.

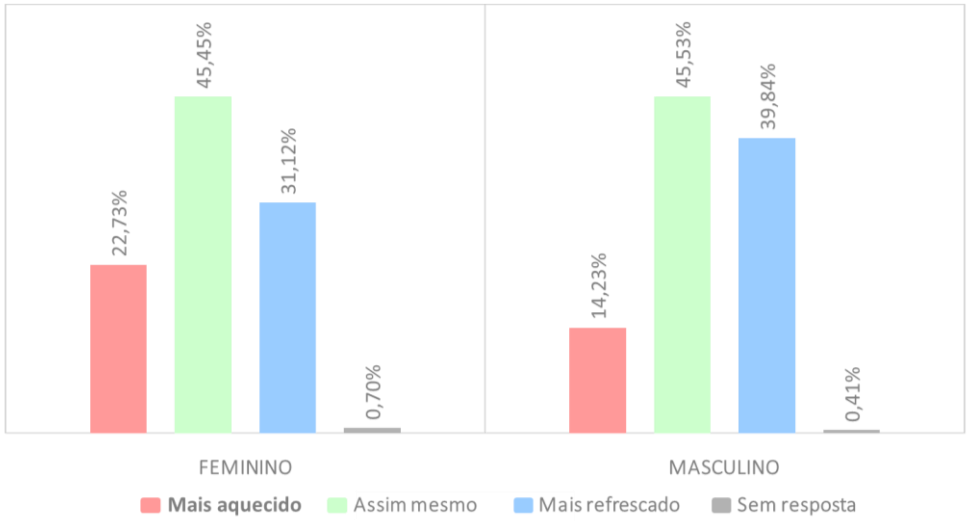


Gráfico 9– Preferência térmica por sexo - Inverno.

Fonte: Autora, 2020.

Por escola, vê-se no Gráfico 10, que a maioria prefere continuar nas mesmas condições térmicas, excetuando a escola F, destacando a preferência por estar mais refrescado em 66,95%; e a escola G que, apresenta um equilíbrio entre os alunos que preferem estar mais refrescados (40,96%) e permanecer assim mesmo, (39,76%).

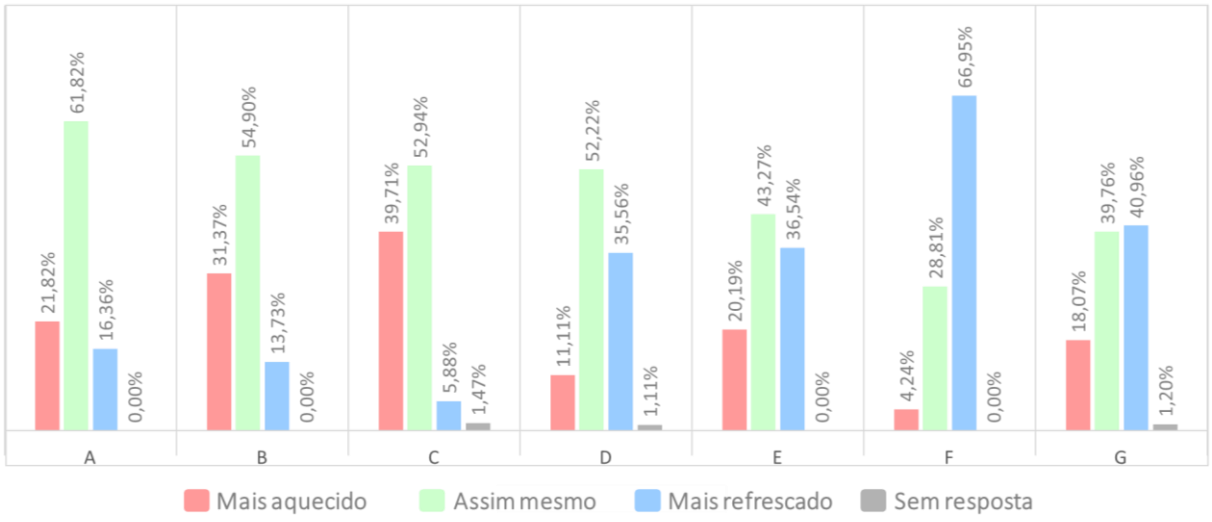


Gráfico 10 – Preferência térmica por ECI's - Inverno.

Fonte: Autora, 2020.

Cruzando os dados de preferência e sensação térmica (Tabela 12) é interessante observar que das 106 pessoas (18,63%) que responderam preferir estar mais aquecidas a maioria se concentra nos que marcaram ter alguma sensação de frio (94 pessoas); enquanto que as que assinalaram preferir estar mais refrescadas (203 pessoas, ou seja, 35,68%) se agrupam nas sensações neutro, levemente com calor e com calor (46, 78, 37 pessoas respectivamente). No entanto, das 257 pessoas (45,17%) que prefeririam permanecer assim mesmo, 92 relataram a sensação térmica neutra e 130 levemente com frio.

Além disso, nota-se que apesar da sensação térmica geral indicar que a maioria dos estudantes estavam levemente com frio, dos 204 (35,85%) que tiveram esta opinião, 130 disseram preferir estar assim mesmo e apenas 48 mais aquecidos.

Tabela 12 – Dados cruzados de preferência e sensação térmica - Inverno.

		SENSAÇÃO TÉRMICA								TOTAL
		+3	+2	+1	0	-1	-2	-3	S.R.	
PREFERÊNCIA TÉRMICA	Mais aquecido	-	1	2	8	48	36	10	1	**106**
	Assim mesmo	-	1	9	92	130	21	3	1	**257**
	Mais refrescado	12	37	78	46	24	4	-	2	**203**
	Sem resposta	-	-	-	-	2	-	-	1	**3**
TOTAL		**12**	**39**	**89**	**146**	**204**	**61**	**13**	**5**	**569**

Fonte: Autora, 2020.

No tocante a análise da aceitabilidade térmica, majoritariamente os ocupantes indicaram estar em um ambiente térmico aceitável (495 pessoas, ou seja 86,99 %), enquanto apenas 63 (11,07%) consideram ser inaceitável (Tabela 13). Destes, não há uma predominância acentuada em relação a sensação térmica, mas, quanto a aqueles as respostas se concentram gradativamente entre levemente com calor (73 pessoas), neutro (138 pessoas) e levemente com frio (185 pessoas).

Tabela 13 – Dados cruzados de aceitabilidade e sensação térmica - Inverno.

		SENSAÇÃO TÉRMICA								TOTAL
		+3	+2	+1	0	-1	-2	-3	S.R.	
ACEITABILIDADE TÉRMICA	Aceitável	4	24	73	138	185	58	10	3	**495**
	Inaceitável	8	13	16	7	12	3	3	1	**63**
	Sem resposta	-	2	-	1	7	-	-	1	**11**
TOTAL		**12**	**39**	**89**	**146**	**204**	**61**	**13**	**5**	**569**

Fonte: Autora, 2020.

Com relação a percepção do conforto térmico, a Tabela 14 exibe que 191 participantes (33,57%) consideraram o ambiente confortável, 332 (58,35%) que estava bom, mas que poderia melhorar; e apenas 39 (6,85%) o consideraram desconfortável. Tais constatações são um fator positivo quando cruzamos os dados com os de aceitabilidade térmica, pois mostram que 186 estudantes (32,69%) responderam que o ambiente é aceitável e confortável; e 286 (50,26%) que é aceitável, mas quanto ao conforto é bom, mas poderia melhorar. Dos indivíduos que responderam que era inaceitável, 22 também afirmaram que era desconfortável e 39 que era bom, mas poderia melhorar. Assim, verifica-se uma certa

coerência entre as questões de aceitabilidade e conforto térmico, uma vez que a opção "bom, mas poderia melhorar" abarca ambos os lados da aceitabilidade, e que as duas outras percepções de conforto, confortável e desconfortável, predominam na aceitação e não aceitação do ambiente térmico, respectivamente.

Tabela 14 – Dados cruzados de aceitabilidade e percepção do conforto térmico - Inverno.

		PERCEPÇÃO DO CONFORTO TÉRMICO				TOTAL
		Confortável	Bom, mas poderia melhorar	Desconfortável	S.R.	
ACEITABILIDADE TÉRMICA	Aceitável	186	286	16	7	**495**
	Inaceitável	2	39	22	-	**63**
	Sem resposta	3	7	1	-	**11**
TOTAL		**191**	**332**	**39**	**7**	**569**

Fonte: Autora, 2020.

4.3.3.2 Movimento do ar - Inverno

Após analisar o conforto térmico, a relação de aceitabilidade e preferência do movimento do ar será explanado a seguir. Observando o Gráfico 11 vemos a relação das respostas quanto a velocidade do vento por escola, onde a resposta "aceitável, com velocidade do vento suficiente" predomina em todas as ECI's. Porém, na escola F, pode-se observar que uma quantidade quase equivalente de pessoas, também, indicou que era aceitável, mas com a atribuição insuficiente (34,75 %).

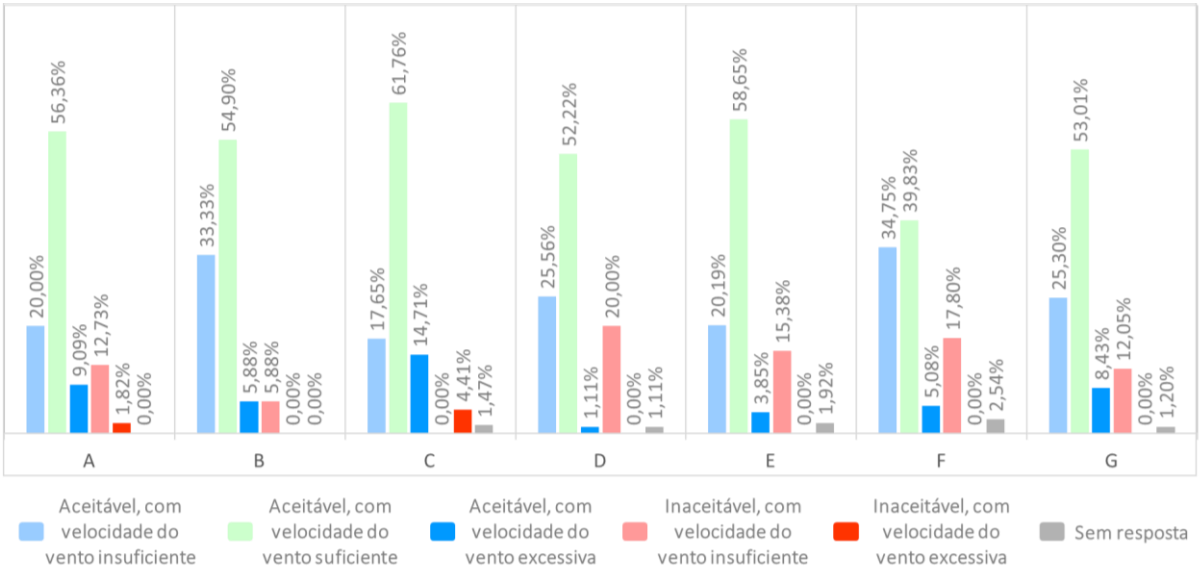


Gráfico 11 – Aceitabilidade da velocidade do vento por ECI's - Inverno.

Fonte: Autora, 2020.

Muito embora, a velocidade do ar seja considerada aceitável e suficiente, o Gráfico 12 mostra que nas escolas A, B, C e E há conformidade com a velocidade do ar encontrada no momento, enquanto que nas escolas D, F e G, os alunos prefeririam mais velocidade do vento (58,89%, 71,19% e 48,19%, respectivamente).

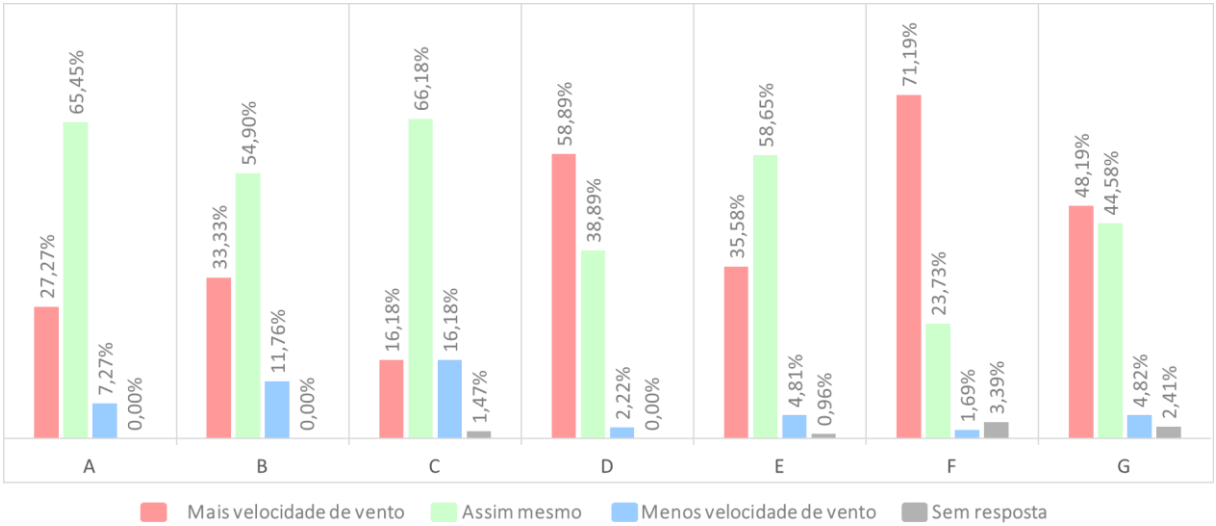


Gráfico 12 – Preferência da velocidade do vento por ECI's - Inverno.

Fonte: Autora, 2020.

Outra possibilidade de análise da velocidade do ar é o cruzamento dos dados de aceitabilidade e preferência, que consta na Tabela 15, na qual 482 respostas (84,7%) foram para aceitável, com atribuições de excessiva (36 pessoas), insuficiente (146 pessoas) e suficiente (300 pessoas); e 79 (13,9 %) foram para inaceitável, sendo 75 por velocidade insuficiente e 4 por excessiva. De maneira geral, a maioria das pessoas preferiram a velocidade do ar assim mesmo (270 pessoas, 47,5%), muito embora, uma quantidade considerável disse que preferiria mais velocidade do vento (257 pessoas, 45,2%).

Tabela 15 – Dados cruzados de aceitabilidade e preferência da velocidade do vento - Inverno.

		PREFERÊNCIA DA VELOCIDADE DO VENTO				TOTAL GERAL
		Mais velocidade do vento	Assim mesmo	Menos velocidade do vento	S.R.	
ACEITABILIDADE DA VELOCIDADE DO VENTO	Aceitável, com velocidade do vento insuficiente	107	33	4	2	**146**
	Aceitável, com velocidade do vento suficiente	71	214	13	2	**300**
	Aceitável, com velocidade do vento excessiva	7	17	12	-	**36**
	Inaceitável, com velocidade do vento insuficiente	71	4	-	-	**75**
	Inaceitável, com velocidade do vento excessiva	-	-	4	-	**4**
	Sem resposta	1	2	1	4	**8**
TOTAL GERAL		**257**	**270**	**34**	**8**	**569**

Fonte: Autora, 2020.

Dos indivíduos que marcaram a opção aceitável ou inaceitável com a atribuição “com velocidade do vento insuficiente” (Tabela 15), a maioria preferiria que houvesse mais velocidade do ar (107 e 71 pessoas, respectivamente). Todavia, as que responderam “aceitável, com velocidade do vento suficiente” confirmaram que prefeririam permanecer com a mesma velocidade (214 pessoas) ou ter mais velocidade do ar (71 pessoas).

A outra grandeza da ventilação que foi questionada aos alunos foi sobre a frequência do movimento do ar. O Gráfico 13 apresenta a aceitabilidade da frequência do vento por escola, onde a resposta mais recorrente em todas as ECI’s é a “aceitável, com frequência do vento suficiente”. Contudo, mais uma vez, a escola F, se destaca por constar uma quantidade elevada no quesito aceitável, com frequência do vento insuficiente (39,83%).

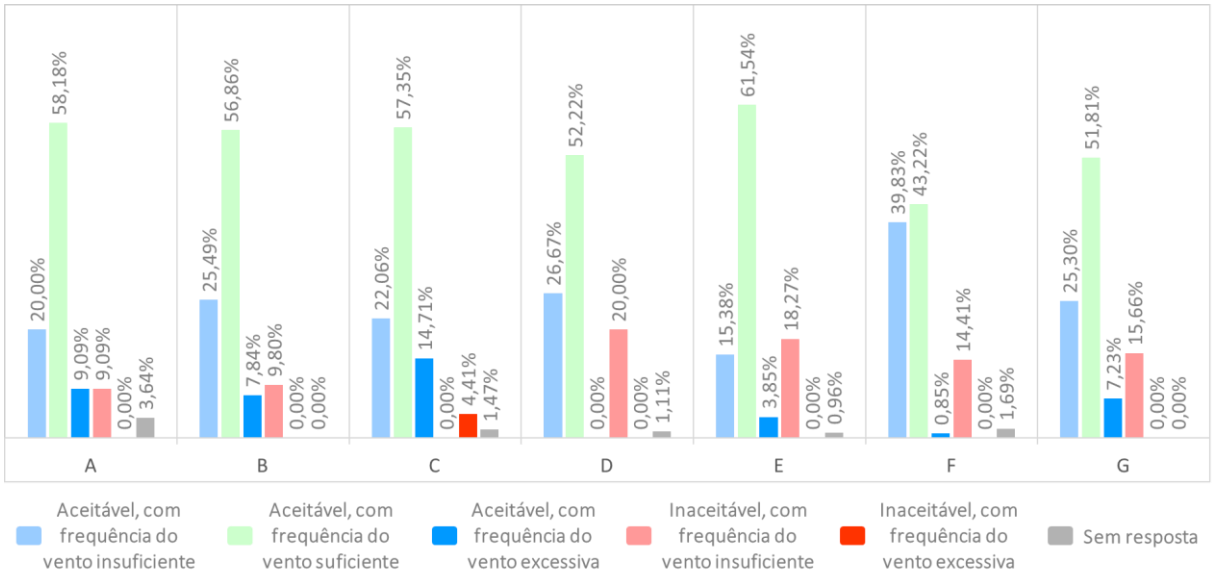


Gráfico 13– Aceitabilidade da frequência do vento por ECI’s - Inverno.

Fonte: Autora, 2020.

Semelhantemente, a velocidade do ar, apesar da frequência ser aceitável, o Gráfico 14 revela que as escolas D, F e G requerem que haja mais frequência de vento (58,89%, 73,73% e 49,40%, respectivamente); em contraste as escolas A, B, C e E que preferem a frequência assim mesmo (65,45%, 60,78%, 66,18% e 56,73%, respectivamente).

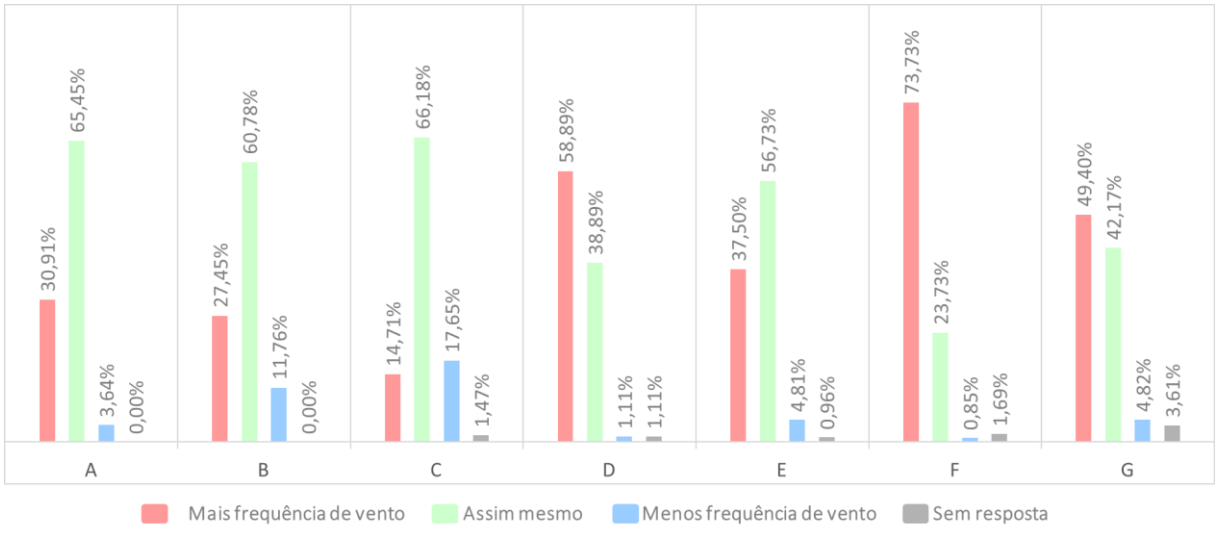


Gráfico 14– Preferência da frequência do vento por ECI's - Inverno.

Fonte: Autora, 2020.

Considerando a Tabela 16, observa-se que 482 estudantes (84,7%) responderam que a frequência do vento estava aceitável, levando em conta as atribuições excessiva (30 pessoas), insuficiente (147 pessoas) e suficiente (305 pessoas); e 80 (14%) que era inaceitável, sendo 3 por frequência excessiva e 77 por insuficiente. Porém, há quase uma equivalência entre a preferência pela frequência do ar assim mesmo (269 pessoas, 47,3%), e mais frequência do vento (261 pessoas, 45,9%), destoando da quantidade de votos para menos frequência de ar (31 pessoas, 5,4%).

Tabela 16 – Dados cruzados de aceitabilidade e preferência da frequência do vento - Inverno.

		PREFERÊNCIA DA FREQUÊNCIA DO VENTO				TOTAL GERAL
		Mais frequência do vento	Assim mesmo	Menos frequência do vento	S.R.	
ACEITABILIDADE DA FREQUÊNCIA DO VENTO	Aceitável, com frequência do vento insuficiente	117	26	3	1	**147**
	Aceitável, com frequência do vento suficiente	67	219	15	4	**305**
	Aceitável, com frequência do vento excessiva	4	15	10	1	**30**
	Inaceitável, com frequência do vento insuficiente	70	4	1	2	**77**
	Inaceitável, com frequência do vento excessiva	1		2	-	**3**
	Sem resposta	2	5	-	-	**7**
TOTAL GERAL		**261**	**269**	**31**	**8**	**569**

Fonte: Autora, 2020.

Das pessoas que assinalaram "aceitável, com frequência do vento suficiente", 219 afirmaram preferir a frequência assim mesmo (Tabela 16). Entretanto, as que responderam a opção aceitável ou inaceitável com a atribuição "com frequência do vento insuficiente", manifestaram preferência por mais

vento (117 e 70 pessoas, respectivamente). Os alunos que marcaram a opção “aceitável, com frequência do vento excessiva” prefeririam manter assim mesmo (15 pessoas) ou ter menos frequência do ar (10 pessoas); assim como, os que disseram que era “inaceitável, com frequência do vento excessiva”, também, prefeririam ter menos velocidade (2 pessoas).

4.3.4 Questões exploratórias - Inverno

Neste último bloco de questões exploratórias da análise descritiva, verificou-se que 90% dos estudantes não consideram haver nenhuma perturbação por conta do movimento do vento. Todavia, os outros 10% relataram que a perturbação pode ser por haver pouca ventilação (13 pessoas), por fazer frio (11 pessoas) ou calor (10 pessoas). Além desses incômodos, citou-se, também, a diminuição da assimilação de informações ou o desconforto para estudar, causando dispersão (4 pessoas); o espalhamento de folhas e bagunça dos cabelos (5 pessoas), bem como, o ventilador fazer barulho ou a sua poeira (6 pessoas), o que pode ser relacionado à alergia ou rinite (2 pessoas) (Gráfico 15).

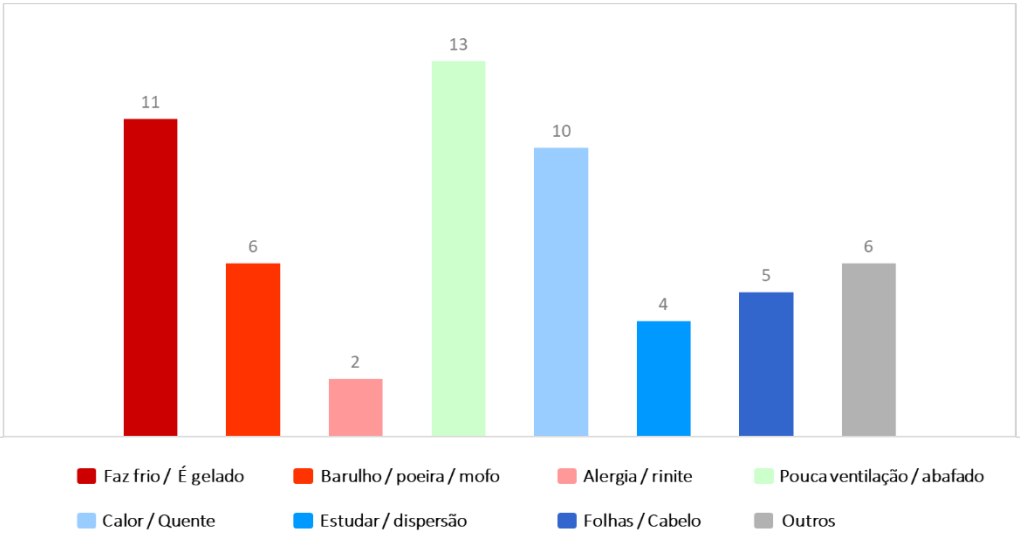


Gráfico 15 – Causa da perturbação na sala de aula por conta do movimento vento - Inverno.

Fonte: Autora, 2020.

Com relação ao incômodo que a sensação térmica pode causar durante as aulas (Gráfico 16), 59% dos alunos indicaram que sua atenção é afetada pelo conforto térmico e 37% disseram não ter problemas com isso.

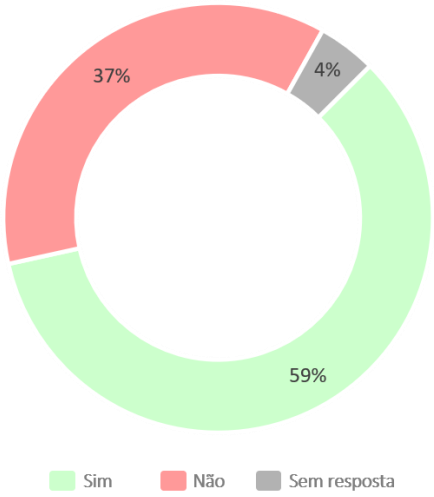


Gráfico 16 – Atenção afetada pelo conforto térmico - Inverno.

Fonte: Autora, 2020.

Estratégias de controle térmico passivo podem auxiliar a ampliar os limites aceitáveis de ventilação por parte dos participantes, por isso a percepção de tais formas de adaptação para alcançar o conforto térmico também foi analisada. O Gráfico 17 indica que as estratégias adaptativas de conforto e controle do vento mais relevantes foram o abrir e fechar as janelas com 58,69%, ligar e desligar o ventilador, 37,08%; abrir e fechar a porta, 28,75%; bem como, mudar de carteira com 21,97%, e afastar a mesma, 14,23%.

Além disso, 13,36% dos ocupantes responderam que não costumam utilizar nenhuma das opções para auxiliar no seu conforto pessoal. Porém, 2,11% dos participantes relataram outras estratégias como trazer um lençol, usar um casaco, ficar parado, dormir e, até mesmo, tirar pessoas da sala de aula, o que faz sentido, pois afetaria a radiação e as trocas de calor com o meio.

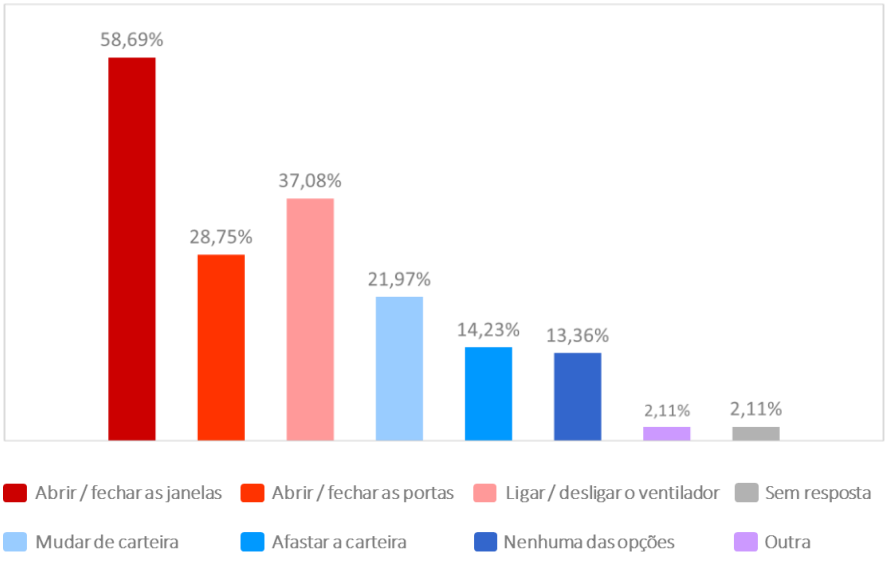


Gráfico 17– Estratégias adaptativas de conforto e controle do vento - Inverno.

Fonte: Autora, 2020.

Ainda se tratando de formas para melhorar o conforto térmico dos alunos, buscou-se analisar a percepção que os mesmos têm sobre o objeto arquitetônico, a escola, e como este pode ser aprimorado (Gráfico 18). Na visão dos estudantes, o que se destacou, com 50,97% votos, para ser modificado no prédio da escola foi a instalação de sistemas de condicionamento de ar (ar condicionado, refrigeradores / aquecedores, sistema de ar central).

Em seguida, 25,48% dos participantes relataram sobre questões de quantidade, qualidade ou conserto de ventiladores; 4,39% que a sala de aula poderia ter um pouco mais de ventilação; 4,22% sobre o conserto ou ampliação de aberturas, para que seja possível abrir e fechar as janelas emperradas ou com venezianas. Ainda, 2,81% alunos opinaram com relação ao sombreamento e iluminação da sala (proteção e sombreamento das janelas, orientação das salas e cortinas, por exemplo); 1,76% sobre a implantação de vegetação na escola e 7,38% acharam que não havia o que mudar no espaço.

Todavia, algumas sugestões foram dadas quanto à comodidades para os estudantes (2,81%), como o *wi-fi*, rede e local para dormir; e questões de estrutura física e curricular da escola (4,57%) como cadeiras melhores, limpeza, lanche e carga horária; que não se enquadram como formas de aprimorar termicamente ambiente. Outros 3,87%, que não se encontram nas demais classificações, foram mais generalistas (não sei, tudo, o conforto, por exemplo), indicando uma falta de percepção quanto ao potencial arquitetônico de afetar as condições térmicas do ambiente.

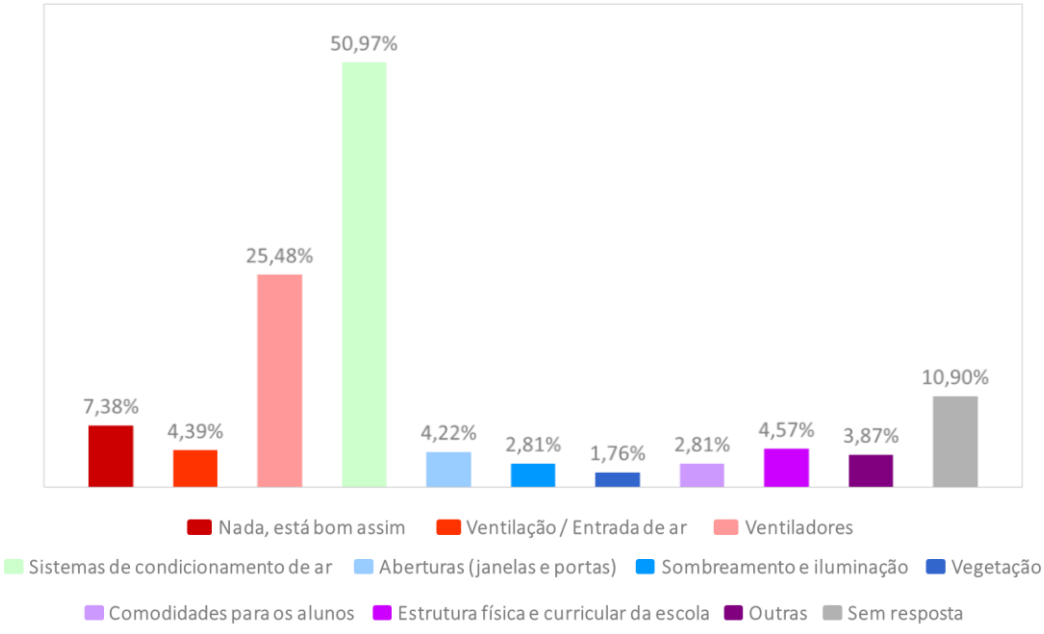


Gráfico 18– Opinião de modificações no prédio escolar para melhorar o conforto térmico - Inverno.

Fonte: Autora, 2020.

4.4 Análise descritiva dos dados da pesquisa de campo – Verão

De semelhante modo, com os dados levantados no período do verão, realizou-se a análise descritiva desses resultados. Sendo assim, nesta segunda etapa de medições verificou-se que o tempo médio de resposta dos alunos ao questionário foi de 13 minutos, valor este dentro do previsto e um pouco abaixo do período de inverno. No Gráfico 19, observa-se que, a escola G apresentou o maior tempo médio de resposta, 15 minutos, enquanto que as demais ECI's apresentaram um tempo-resposta inferior a 13 minutos. Esta diferença, porém, não expressa aparente relação com a quantidade de respondente ao questionário aplicado por escola, uma vez que, quando comparamos as ECI's B, C e G, que têm amostras similares de alunos, os tempos-resposta das primeiras são menores que o da última.

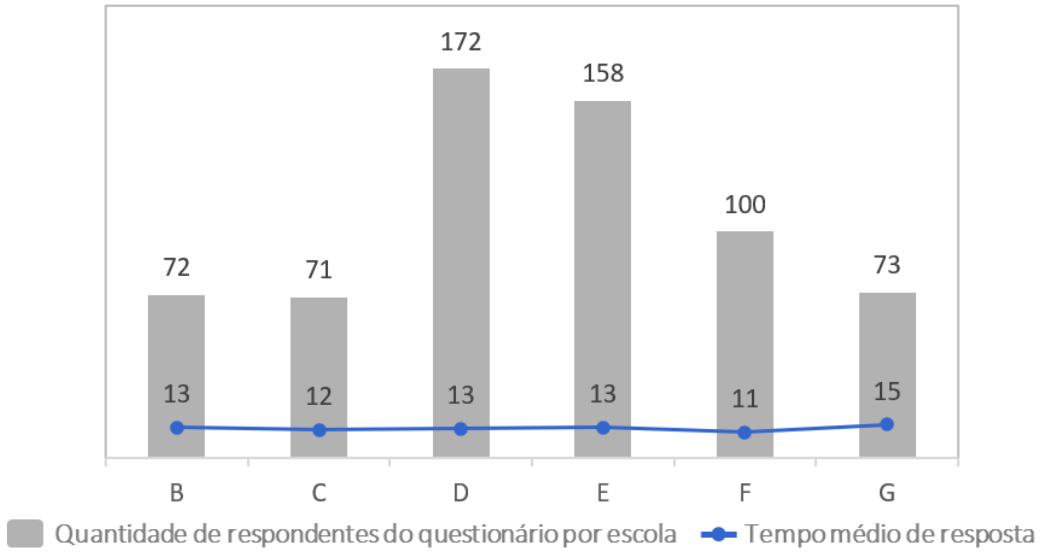


Gráfico 19 – Quantidade de respondentes do questionário por escola e tempo médio de resposta - Verão.
Fonte: Autora, 2020.

4.4.1 Variáveis ambientais - Verão

As variáveis ambientais aferidas por ECI's, na segunda fase de medições, foram sintetizadas na Tabela 17, indicando os máximos, mínimos, médias, variâncias e desvios padrões das condições climáticas analisadas.

Quanto ao resumo dos dados da umidade relativa, pode-se observar que os máximos valores alcançados nas escolas foram de 76,20 a 86,80 % e os mínimos de 62,20 a 77,90%, apresentando, assim, uma umidade inferior à do período de inverno. As umidades relativas médias por volta dos 80% foram registradas nas escolas C, E e F, enquanto que, as médias por volta dos 70% foram verificadas nas ECI's B, D e G. Vale destacar que em média a escola C exibiu um desvio de 1,47% em relação a sua média (80,22%), demonstrando uma maior homogeneidade na sua distribuição; e que a escola B apresentou um desvio de 6,78%, indicando uma maior variância em relação à média.

Em relação a temperatura do ar verificou-se que as médias foram de 25,91 a 30,78 °C, as máximas de 27,10 a 32,80°C e mínimas de 25,30 a 28,90°C, valores tais superiores às temperaturas do ar no inverno. É possível conferir na Tabela 17 que a escola C expôs o menor desvio padrão (0,61°C) e também os menores dados de temperatura do ar média (25,91°C), mínima (25,30°C) e máxima (27,10°C), se mostrando como um dia com temperaturas mais estáveis e com baixa amplitude térmica. Em contraste, a escola B além de ter o maior desvio (1,92°C), sua média (30,78°C) e máxima (32,80 °C) são as mais elevadas deste período de medição.

Tabela 17 – Estatística descritiva das variáveis ambientais por ECI - Verão.

VARIÁVEIS	ESTATÍSTICA	B	C	D	E	F	G
UR	Máximo	80,10	82,40	76,20	86,80	80,20	80,90
	Mínimo	62,20	77,90	66,70	74,00	76,00	64,60
	Média	68,85	80,22	70,00	77,80	79,36	72,08
	Desvio Padrão	6,78	1,47	3,55	4,30	1,68	5,27
	Variância	46,00	2,17	12,59	18,46	2,82	27,77
Ta	Máximo	32,80	27,10	31,60	30,50	30,50	30,20
	Mínimo	27,70	25,30	28,90	26,00	27,00	27,00
	Média	30,78	25,91	30,48	29,15	28,40	28,57
	Desvio Padrão	1,92	0,61	0,89	1,52	1,42	1,11
	Variância	3,69	0,37	0,79	2,30	2,01	1,24
Tg	Máximo	32,60	27,30	31,60	30,50	30,70	30,30
	Mínimo	27,70	25,40	28,80	26,20	27,10	26,90
	Média	30,61	26,08	30,46	29,13	28,58	28,58
	Desvio Padrão	1,86	0,64	0,92	1,45	1,46	1,14
	Variância	3,46	0,40	0,85	2,10	2,12	1,30
Va	Máximo	0,70	0,60	0,90	0,30	0,48	0,80
	Mínimo	0,27	0,07	0,20	0,12	0,10	0,20
	Média	0,43	0,41	0,47	0,23	0,31	0,51
	Desvio Padrão	0,13	0,19	0,22	0,07	0,12	0,17
	Variância	0,02	0,04	0,05	0,00	0,01	0,03
Te	Média	27,51	27,20	27,22	27,29	27,13	27,83
Trm	Máximo	32,30	27,64	31,88	30,67	31,03	30,50
	Mínimo	27,70	25,40	28,62	26,40	27,20	26,77
	Média	30,32	26,45	30,44	29,11	28,88	28,60
	Desvio Padrão	1,79	0,74	1,01	1,38	1,51	1,22
	Variância	3,20	0,55	1,03	1,91	2,29	1,49
To	Máximo	32,60	27,30	31,60	30,50	30,69	30,30
	Mínimo	27,70	25,39	28,80	26,19	27,09	26,90
	Média	30,62	26,08	30,46	29,13	28,58	28,58
	Desvio Padrão	1,86	0,64	0,92	1,45	1,45	1,14
	Variância	3,47	0,40	0,85	2,11	2,11	1,30

Onde:

UR = Umidade relativa (%) / Ta = Temperatura do ar (°C) / Tg = Temperatura de globo (°C) / Va = Velocidade do ar (m/s)

Trm = Temperatura radiante média (°C) / To = Temperatura operativa (°C) / Te = Temperatura externa (°C)

Fonte: Autora, 2020.

No tocante à velocidade do ar, assim como no inverno, não se obteve médias e máximas tão altas quanto esperado, muito embora, tenha se aferido velocidades um pouco mais altas que na fase anterior. Portanto, confere-se que as máximas de 0,3 a 0,9 m/s, médias de 0,23 a 0,51 m/s e mínimas de 0,07 a 0,27 m/s foram alcançadas. Ressalta-se que a escola E obteve velocidades com pouca variância, com mínima de 0,12m/s e máxima de 0,30 m/s. Em contraposição, a escola D apresentou o maior desvio padrão (0,22 m/s) em relação a sua média (0,47 m/s), pois teve uma amplitude de movimento do ar registrada de 0,20 a 0,90 m/s.

Tendo visto o comportamento das variáveis ambientais, podemos averiguar a eficiência das estratégias arquitetônicas adotadas na edificação, dado o desempenho que as escolas obtiveram no verão. Assim, podemos dar destaque a escola C, que mais uma vez, assim como no inverno, apresentou as menores temperaturas do ar média (25,91°C), mínima (25,30°C) e máxima (27,10°C); e neste período do verão, teve, também, a maior umidade média (80,22°C) e uma elevação na intensidade da velocidade do ar média e máxima (0,41 e 0,60 m/s, respectivamente), apontando que a ausência de chuva no dia de medição salientou a possibilidade de abertura das esquadrias; e acentuou que as soluções arquitetônicas descritas no tópico 4.3.1 VARIÁVEIS AMBIENTAIS – INVERNO, no capítulo 4, foram assertivas quanto a contribuírem para o desempenho térmico da edificação.

A escola G, no entanto, que no inverno havia apresentado uma das maiores temperaturas e a mais baixa velocidade do vento, no verão, teve uma das temperaturas do ar médias mais amenas (28,58°C), a velocidade do ar média mais elevada (0,51 m/s) e a segunda maior máxima (0,80 m/s), apresentando por meio do seu desempenho o potencial de sua solução arquitetônica.

Contudo, a escola B apresentou as maiores temperaturas média (30,78°C) e máxima (32,80°C), as menores umidades médias (68,85%), muito embora, tenha obtido a terceira maior velocidade do ar média (0,43 m/s) e máxima (0,70 m/s), bem como a maior velocidade mínima (0,27 m/s).

Tais resultados da escola B podem ser melhor compreendidos ao observarmos mais de perto a coberta. Esta é composta por telhas fibrocimento, sem qualquer tratamento ou acabamento superficial contra a absorbância de calor. Isso pode ser agravado pela proximidade do forro ao telhado das salas, que não aparenta conter nenhum isolante térmico ou câmara ventilada que reduza a condução do calor para o ambiente interno (Figura 22 e 32). Ao analisarmos a Figura 32.4 e 32.5, vemos que apesar de existir uma abertura próximo a coberta, essa não ventila a coberta, pois se localiza inferior ao forro, proporcionando, apenas, a convecção natural do ar no interior da sala de aula.

Porém, temos um fator positivo que minimiza o ganho de calor por meio da radiação direta, a orientação Leste-Oeste dos blocos, uma vez que as maiores fachadas estão paralelas ao percurso do sol, embora haja um bloco de salas de aula (com esquadrias de madeira) orientado na direção Norte-Sul. Esses posicionamentos em conjunto com a orientação das esquadrias favorecem a captação da ventilação predominante Sudoeste (Figura 22).

Figura 32 - Escola B - ECI Assis Chateaubriand: (1) Fachada Leste; (2) Vista do bloco mais ao norte; (3) Detalhe da coberta; (4) Vista externa a sala de aula; (5) Vista interna da sala de aula

Fonte: (1 e 4) https://www.facebook.com/groups/494077090628840/;

(2 e 3) Adaptado do Google maps, 2020; (5) Autora, 2020.

Sob outra perspectiva, para verificar os níveis de conforto térmico preditos nos métodos PMV e adaptativo neste período de verão (Tabela 18), utilizou-se, novamente, a ferramenta da CBE *Thermal Comfort Tool*, levando em consideração, agora, os isolamentos médios da vestimenta por escola descritos na Tabela 19 e as respectivas variáveis ambientais da Tabela 17.

Para o método adaptativo, observa-se que as condições térmicas aferidas variaram a depender das ECI's. As escolas B e D, supostamente não estão de acordo com a ASHRAE 55-2017, uma vez que devem se encontram fora da faixa do limite de aceitabilidade de 80% da temperatura operativa, apresentando condições térmicas muito quentes, que poderiam ser amenizadas com o acréscimo de velocidades do ar maiores do que as registradas. Por outro lado, as escolas C, F e G devem se mostrar confortáveis, com um percentual de aceitabilidade da temperatura operativa entre 23,9 a 28,9°C de 90%. Porém, a escola E, apesar do método a considerar confortável para uma aceitabilidade de 80%, e estar em conformidade com a norma, a mesma não deve atingir os 90% de aceitabilidade para as condições térmicas apresentadas, sendo estimada como muito quente para tanto.

Tabela 18 – Níveis de conforto térmico indicados no método PMV e Adaptativo - Verão.

ECI's	Método PMV			Método Adaptativo			
	PMV	PPD	Sensação térmica	Aceitabilidade		Condições térmicas	
B	1,22	36%	Levemente com calor	80 %	90 %	Muito quente	Muito quente
C	0,01	5%	Neutro	80 %	90 %	Confortável	Confortável
D	1,09	30%	Levemente com calor	80 %	90 %	Muito quente	Muito quente
E	1,23	37%	Levemente com calor	80 %	90 %	Confortável	Muito quente
F	0,94	24%	Levemente com calor	80 %	90 %	Confortável	Confortável
G	0,46	9%	Neutro	80 %	90 %	Confortável	Confortável

Onde:

PMV = Voto médio predito / PPD = Percentual de pessoas insatisfeitas (%)

Aceitabilidade = Faixa do limite de aceitabilidade da temperatura operativa (%)

80% = Temperatura operativa entre 22,9 a 29,9°C / 90% = Temperatura operativa entre 23,9 a 28,9°C

Fonte: Autora, 2020.

Todavia, o método PMV supõe que a sensação térmica dos estudantes pode variar de neutro com Voto Médio Predito inferior a 0,5, nas escolas C e G; a levemente com calor, nas demais escolas, uma vez que apresentam um PMV por volta de 1. Observa-se que nestas ECI's há um elevado Percentual de Pessoas Insatisfeitas (entre 24 a 37%), enquanto que naquelas, não chegam aos 10%. Portanto, não são todas as sensações que teoricamente estão em conformidade e dentro dos padrões de conforto térmico indicados na norma ASHRAE 55-2017.

Contudo, para se obter uma noção real dos níveis de conforto térmico dos alunos das escolas em estudo, tais resultados dos métodos apresentados serão posteriormente confrontados com as respostas dos alunos à sensação, preferência e aceitabilidade térmica levantadas na fase de pesquisa de campo.

4.4.2 Características individuais - Verão

Assim como, também, foi constatado no período de medição anterior, a taxa metabólica desenvolvida na sala de aula foi de 1 met, com atividade sedentária escrita. Porém, 152 pessoas indicaram que se ausentaram da sala nos últimos 30 minutos, seja porque foram ao banheiro (47%), vieram de outras salas (17%), ou até mesmo porque estavam no intervalo ou bebendo água (16%); ou então estavam na área externa ou no pátio (18%).

Diante dos 646 respondentes do questionário, verificou-se que 48,92% das pessoas assinalaram como sendo do sexo feminino, 42,41% do masculino e 8,67% dos participantes não responderam a esse quesito. Por sua vez, a Tabela 19 expõe as características biométricas e de vestimenta das ECI's.

Nota-se, entre os homens e as mulheres, que há similaridade nas médias totais das idades (16 anos) e do isolamento da roupa (0,58 *Clo* e 0,60 *Clo*, respectivamente); e diferenças nas médias totais das escolas, seja em relação ao peso ou a altura. As pessoas do sexo feminino apresentam médias de 1,61m de altura e 56,2 Kg de peso; enquanto as do sexo masculino de 1,73m e 64,5 Kg. Portanto, a média total das escolas foi de 16 anos de idade, 1,67m de altura, 60,3 Kg de peso e um isolamento da vestimenta de 0,58 *Clo*, valor este um pouco inferior ao verificado no inverno (0,77 *Clo*), estando naturalmente de acordo com a estação analisada.

Todavia, podemos analisar de forma mais específica quanto aos sexos nas diferentes escolas. Para sexo o feminino, observa-se que, com relação a idade, apenas a escola B apresentou uma média e uma mediana de 15 anos, enquanto que as demais foram de 16 anos. As idades máximas variaram de 17 a 22 anos; e as mínimas entre 13 a 15 anos, sendo que a escola G teve o maior desvio padrão (1,37 anos) e a escola B o menor (0,87 anos), com relação às suas médias (16 e 15 anos, respectivamente).

Por outro lado, para o sexo masculino, a média e a mediana de idade, em todas as escolas, foram de 16 anos. As idades máximas variaram de 18 a 21 anos; e as mínimas foram de 14 anos, exceto na escola D que foi de 15 anos. A escola C teve o maior desvio (1,35 anos) e a escola D o menor (0,76 anos), sendo esta a única escola com o desvio padrão abaixo de 1.

Tabela 19 – Estatística descritiva da idade, altura, peso e isolamento da vestimenta aferidas no experimento de campo por ECI - Verão.

ECI's		FEMININO				MASCULINO				GERAL			
		I	A	P	V	I	A	P	V	I	A	P	V
B	Máximo	17	172	92,8	1,23	18	190	95,0	1,06	18	190	95,0	1,23
	Mínimo	14	137	35,0	0,41	14	159	42,0	0,38	14	137	35,0	0,38
	Média	15	160	54,2	0,51	16	173	61,7	0,56	15	165	57,2	0,54
	Mediana	15	162	50,6	0,46	16	172	60,0	0,48	16	165	55,2	0,46
	Des. Padrão	0,87	6,18	11,07	0,17	1,17	7,81	12,29	0,20	1,04	9,22	12,32	0,19
C	Máximo	19	170	89,0	1,18	19	183	98,0	1,16	19	183	98,0	1,18
	Mínimo	14	150	38,0	0,41	14	155	41,9	0,41	14	150	38,0	0,36
	Média	16	159	56,7	0,77	16	170	60,3	0,61	16	164	58,2	0,68
	Mediana	16	160	52,8	0,65	16	170	59,2	0,48	16	162	56,6	0,49
	Des. Padrão	1,26	4,90	13,11	0,29	1,35	7,81	12,90	0,26	1,33	8,44	12,74	0,29
D	Máximo	19	179	84,0	1,18	18	189	110,0	1,16	19	190	110,0	1,18
	Mínimo	14	147	36,0	0,40	15	155	41,0	0,39	14	147	36,0	0,39
	Média	16	161	56,1	0,52	16	175	66,2	0,53	16	168	61,0	0,52
	Mediana	16	162	54,6	0,46	16	175	64,0	0,46	16	166	58,0	0,46
	Des. Padrão	0,88	6,01	10,88	0,18	0,76	6,65	12,66	0,20	0,85	9,32	12,58	0,18
E	Máximo	19	175	111,0	1,16	19	194	108,0	1,16	19	194	111,0	1,16
	Mínimo	13	149	36,0	0,43	14	153	41,0	0,35	13	149	36,0	0,35
	Média	16	161	57,0	0,61	16	174	64,8	0,58	16	167	61,0	0,60
	Mediana	16	160	55,9	0,48	16	173	63,5	0,48	16	167	59,0	0,48
	Des. Padrão	1,10	6,83	12,02	0,24	1,33	7,26	13,75	0,22	1,22	9,49	13,34	0,23
F	Máximo	21	176	106,0	1,18	19	188	125,0	1,18	21	188	125,0	1,18
	Mínimo	14	144	41,0	0,43	14	157	50,0	0,41	14	144	41,0	0,26
	Média	16	162	54,9	0,64	16	173	64,6	0,66	16	168	60,0	0,64
	Mediana	16	162	52,0	0,48	16	173	62,0	0,48	16	166	56,5	0,48
	Des. Padrão	1,13	5,36	12,33	0,27	1,11	7,54	12,31	0,28	1,12	8,38	13,31	0,27
G	Máximo	22	173	112,0	1,08	21	191	99,0	1,10	22	191	112,0	1,10
	Mínimo	15	145	43,0	0,43	14	158	33,3	0,40	14	145	33,3	0,40
	Média	16	161	58,5	0,62	16	174	66,0	0,53	16	168	62,5	0,57
	Mediana	16	162	53,4	0,48	16	174	65,8	0,48	16	169	60,7	0,48
	Des. Padrão	1,37	6,64	15,17	0,24	1,28	6,85	13,39	0,17	1,30	9,29	14,35	0,21
MÉDIA TOTAL		**16**	**161**	**56,2**	**0,60**	**16**	**173**	**64,5**	**0,58**	**16**	**167**	**60,3**	**0,58**

Onde:

I = Idade (anos) / A = Altura (cm) / P = Peso (kg) / V = Isolamento da vestimenta (*Clo.*)

Fonte: Autora, 2020.

Desta maneira, quando olhamos para a idade dos participantes de forma geral, verifica-se que apenas a escola B apresentou uma média de 15 anos, enquanto as demais escolas apresentaram uma média de 16 anos; muito embora, todas as ECI's tiveram uma mediana de 16 anos. As suas idades máximas variaram entre 18 a 22 anos; e as mínimas foram de 14 anos, fora a escola E, com idade mínima

de 13 anos. A escola D, foi a única a apresentar desvio padrão inferior a 1 ano (0,85 anos); e a escola C obteve o maior desvio (1,33 anos).

Com relação à altura, observa-se que, para as mulheres nas diferentes ECI's, as médias estão entre 1,59 e 1,62 m; e as medianas nas escolas B, D, F e G foram de 1,62m e nas escolas C e D foram de 1,60 m. As alturas máximas variaram de 1,70 a 1,79 m; enquanto que as alturas mínimas são de 1,37 a 1,50 m. Quanto ao desvio padrão, a escola C teve o menor valor verificado (4,9 cm), seguida da escola F (5,36 cm); as demais escolas apresentaram valores acima de 6 cm, chegando a 6,83 cm na escola E.

Entretanto, os homens, como esperado, apresentaram uma altura média um pouco mais elevada, entre 1,70 e 1,75 m. As medianas, também, se encontram dentro deste mesmo intervalo. As alturas máximas variaram de 1,83 a 1,94 m; e as mínimas de 1,53 e 1,59 m. Verifica-se que as escolas B e C tiveram o maior desvio padrão (7,81 cm), e a escola D o menor (6,65 cm).

Assim, quando olhamos para a altura dos ocupantes de forma geral, verifica-se que as médias estão entre 1,64 a 1,68 m, destacando que as escolas D, F e G apresentaram a média mais alta. As medianas variaram de 1,62 a 1,69 m, as alturas máximas de 1,83 e 1,94m, e as mínimas de 1,37 a 1,50 m, sendo que a escola F teve o menor desvio padrão verificado (8,38 cm), seguida da escola C (8,44 cm); as demais escolas apresentaram valores acima de 9 cm, chegando a 9,49 cm na escola E.

No tocante ao peso das meninas, vemos que houve médias de 54,2 a 58,5 kg, e medianas entre os 50,6 e 55,9 kg. Os pesos máximos variaram desde os 84 kg na escola D, até os 112 kg, na escola G. Quanto aos pesos mínimos, vê-se um intervalo dos 35 kg, na escola B; aos 43 kg, na escola G. Desta forma, observa-se que a escola G tem o maior desvio padrão (15,17 kg); e a escola D o menor deles (10,88 kg).

Passando para o peso dos meninos, encontramos médias de 60,3 a 66,2 kg, e medianas de 59,2 a 65,8 kg. Os pesos máximos estão entre 95 e 125 kg; enquanto os pesos mínimos ficam em torno dos 33,3 aos 50 kg. Nota-se, então, que a escola B apresenta o menor desvio padrão (12,29 kg), seguida da escola F (12,31 kg), apesar desta ter o maior peso máximo e mínimo (125kg e 50kg, respectivamente); e que a escola E tem o maior desvio padrão masculino entre as ECI's (13,75 kg).

Portanto, ao observarmos o peso dos participantes de forma geral, temos uma média entre 57,2 e 62,5 kg, com medianas entre 55,2 e 60,7 kg. Os valores dos pesos máximos nas escolas B e C são de 95 kg e 98 kg, enquanto que nas outras são acima de 110 kg, chegando a 125 kg na escola F. Os pesos mínimos são de 33,3 a 41 kg, sendo que o maior desvio padrão é encontrado na escola G (14,35 kg), que, também apresentou as maiores médias e medianas e menor peso mínimo; e o menor desvio se deu na escola B (12,32 kg), que, obteve as menores médias, medianas e peso máximo.

Enfim, temos as relações do isolamento da vestimenta. Para as estudantes do sexo feminino, temos médias entre 0,51 a 0,77 *Clo.*; e medianas de 0,46 *Clo.* nas escolas B e D; de 0,48 *Clo.* nas escolas E, F e G; e de 0,65 *Clo.* na escola C. As máximas variaram de 1,08 a 1,23 *Clo.*; e as mínimas de 0,40 a 0,43 *Clo.*. Além disso, o maior desvio padrão se deu na escola C (0,29 *Clo.*), que apresentou as maiores

média e mediana; e o menor na escola B (0,17 *Clo.*), esta obteve as menores média e mediana, e o maior isolamento máximo.

Para os alunos do sexo masculino, constata-se que as médias do isolamento da vestimenta estão entre 0,53 e 0,66 *Clo.*; e as medianas foram de 0,48 *Clo.*, exceto na escola D (0,46 *Clo.*). Todavia, as máximas variaram de 1,06 até 1,18 *Clo.*; e as mínimas de 0,35 a 0,41 *Clo.*. A escola F teve o maior desvio padrão (0,28 *Clo.*), assim como, teve, também, o maior valor na média, mediana, máximo e mínimo; enquanto a escola G apresentou o menor desvio (0,17 *Clo.*), e a menor média (0,53 *Clo.*)

Desta forma, quando analisamos o isolamento da vestimenta dos participantes de forma geral, vemos que as médias das escolas estão entre 0,52 e 0,68 *Clo.*; e as medianas estão entre 0,46 e 0,49 *Clo.*. Os isolamentos da vestimenta máximos vão de 1,1 até 1,23 *Clo.*; as mínimas[20] de 0,26 a 0,4 *Clo.*. Destaca-se que o maior desvio padrão foi da escola C (0,29 *Clo.*), assim como a maior média e mediana; e o menor desvio foi da escola D (0,18 *Clo.*), que obteve, também, menor média e mediana.

4.4.3 Relação do indivíduo com o ambiente térmico - Verão

4.4.3.1 Conforto térmico - Verão

Preferência e tempo de exposição a sistemas de resfriamento foram as questões analisadas neste tópico, a fim de compreender a relação do indivíduo com o ambiente térmico. Observando o Gráfico 20, verifica-se que 14% dos estudantes tem a preferência por ventilação natural e apenas 15% optaram por ventilador, enquanto que, 69% dos alunos preferem ar condicionado.

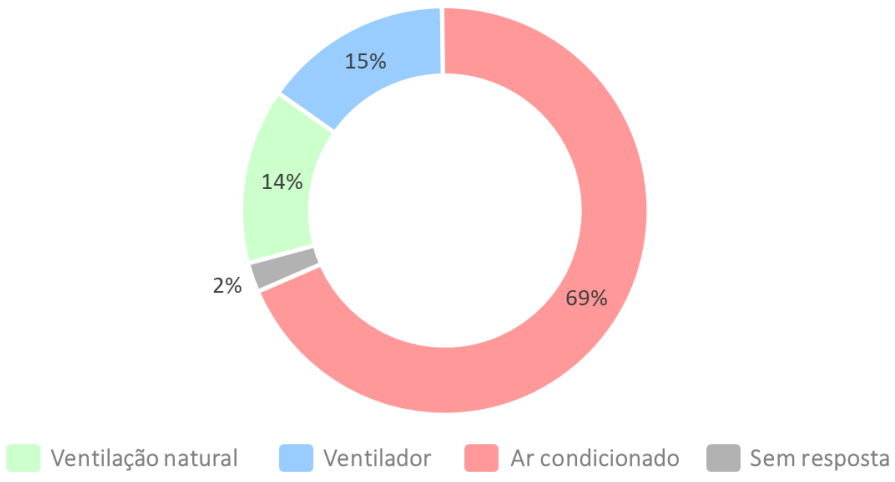


Gráfico 20 – Preferência por sistemas de resfriamento - Verão.

Fonte: Autora, 2020.

[20] Este valor mínimo tão baixo pode ter se dado pela omissão de alguma peça de vestuário no questionário por parte do participante, visto que o valor está de acordo com o verificado na questão.

Muito embora haja preferência por ar condicionado, o Gráfico 21 mostra que 87,62 % dos ocupantes, normalmente, não passam muito tempo em ambientes com este equipamento em funcionamento. Do total de alunos, 79,25% entendem que de zero até de 4 horas é uma exposição baixa a esse sistema de resfriamento, posto que não passam muito tempo em locais com ar condicionado.

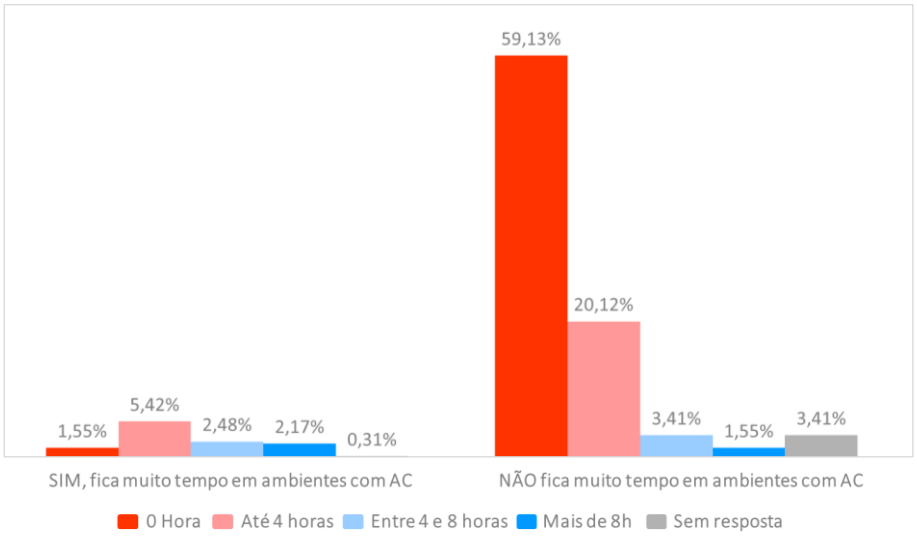


Gráfico 21 – Percepção de tempo quanto a exposição a ar condicionado - Verão.

Fonte: Autora, 2020.

Quando olhamos, porém, para a percepção dos estudantes quanto ao tempo de exposição a ambientes com ventilador (Gráfico 22) notamos que 64,08% indicam passar muito tempo em locais com este aparelho funcionando e 28,79% que não passam muito tempo em ambientes assim. Estes afirmaram que de “0 horas” a “até 4 horas” é um tempo de exposição curto; enquanto que aqueles consideraram um intervalo elevado de “até 4h” até “mais de 8 horas”. Desta forma, assim como no inverno, apesar da preferência ser pelo sistema de ar condicionado, é ao ventilador que são mais expostos.

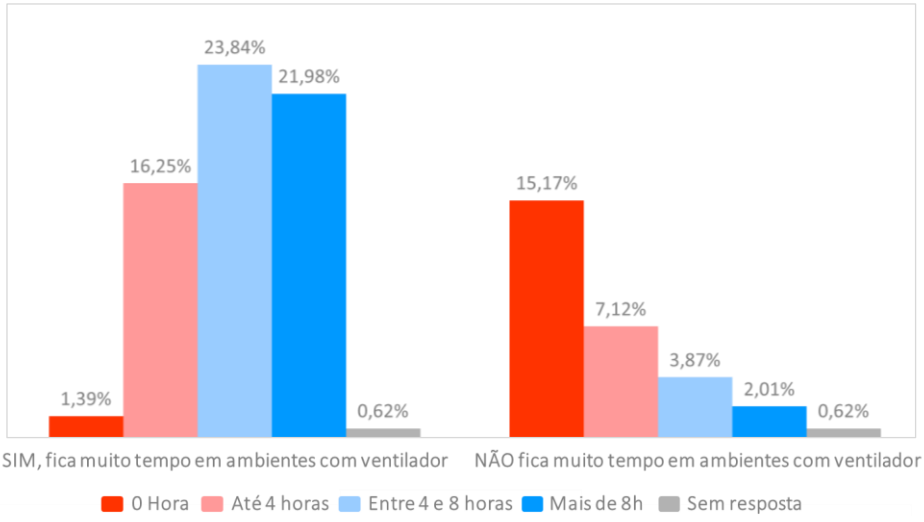


Gráfico 22 – Percepção de tempo quanto a exposição a ventilador - Verão.

Fonte: Autora, 2020.

O resultado geral da sensação térmica dos estudantes (Gráfico 23) aponta que 33,44% indicaram se sentir com muito calor; 21,21%, com calor; e 15,48%, levemente com calor, compondo, então, 70,13% dos alunos com algum desconforto por calor. Quanto aos demais, 15,79% disseram que estavam neutros termicamente; e 12,54% relataram algum desconforto por frio, não se equiparando ao outro extremo de desconforto.

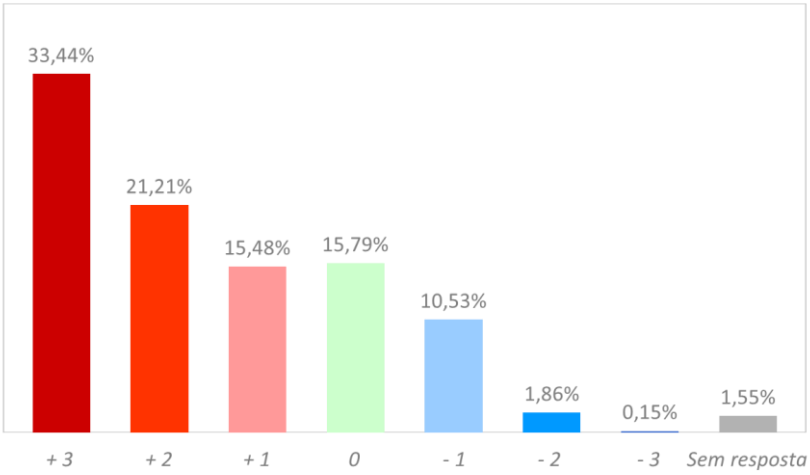


Gráfico 23 – Sensação térmica geral - Verão.

Fonte: Autora, 2020.

O Gráfico 24 representa esses dados por escola, indicando que há distinções nas sensações térmicas entre as mesmas. Nas escolas B, D, E, F e G predominantemente os alunos se sentem com algum desconforto por calor, destacando-se a sensação com muito calor, exceto na escola G que desponta a sensação levemente com calor (27,4%) e apresenta uma distribuição mais uniforme nas demais escalas. Todavia, vale ressaltar que as escolas B e E, também, demonstraram uma quantidade significativa de respostas a alternativa de sensação neutra (23,61% e 20,25%, respectivamente). Contudo, a escola C destoa das demais, pois a maioria dos alunos desta instituição (45,07%) indicou sentir-se levemente com frio.

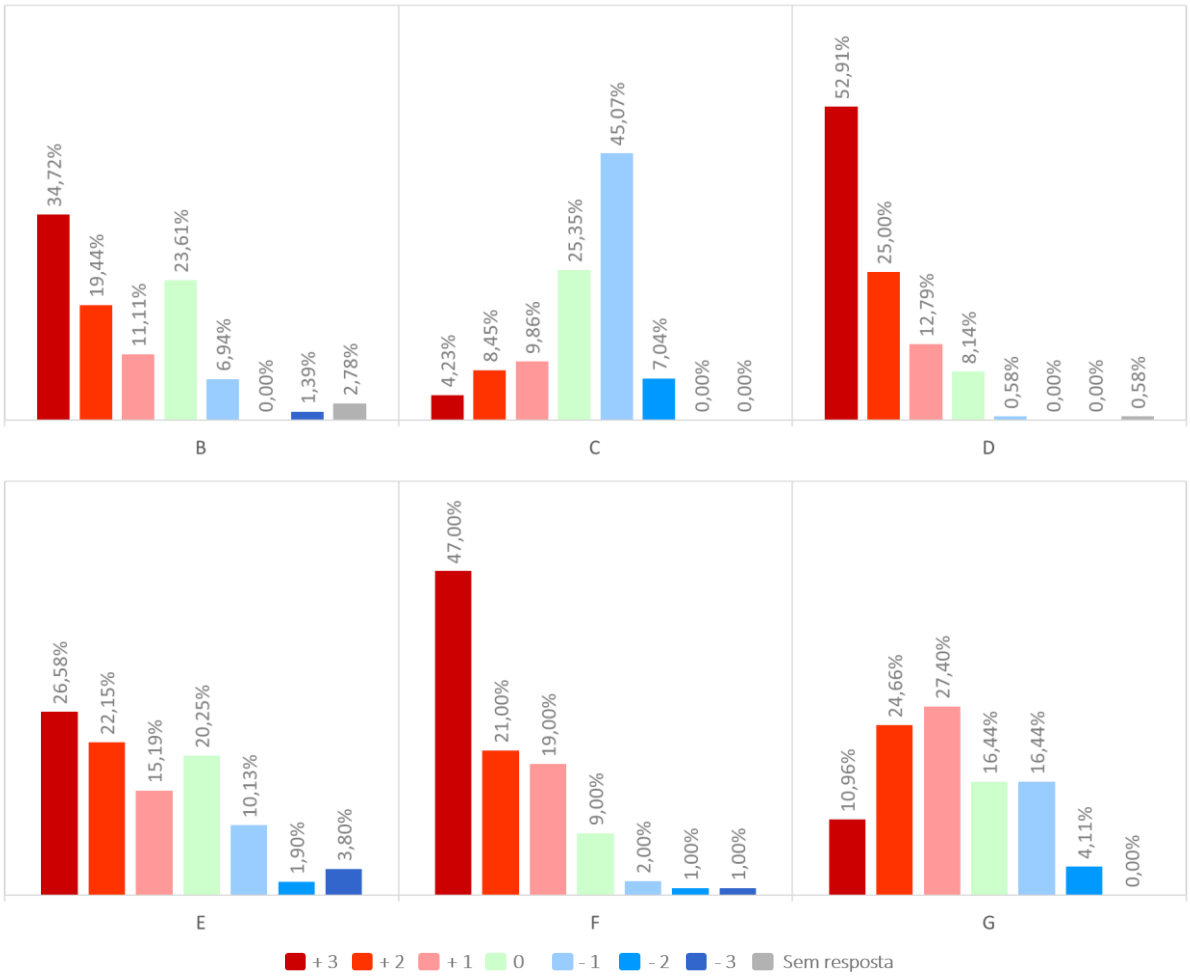


Gráfico 24 – Sensação térmica por ECI's - Verão.

Fonte: Autora, 2020.

Analisando agora a sensação térmica em todas as ECI's por sexo, vê-se, no Gráfico 25, que em ambos os casos há predominância da sensação com muito calor, representado por 33,86% das mulheres e 29,93% dos homens. As segundas maiores porcentagens a serem registradas foi a sensação com calor (feminino = 20,89 % / masculino = 22,63%). Todavia, em seguida, os meninos se sentem um pouco mais termicamente neutros que as meninas, que tendem a se sentirem levemente com calor, muito embora, haja uma grande proximidade entre os valores das alternativas levemente com calor (feminino = 16,14 % / masculino = 16,79%) e neutro (feminino = 14,56 % / masculino = 17,15%).

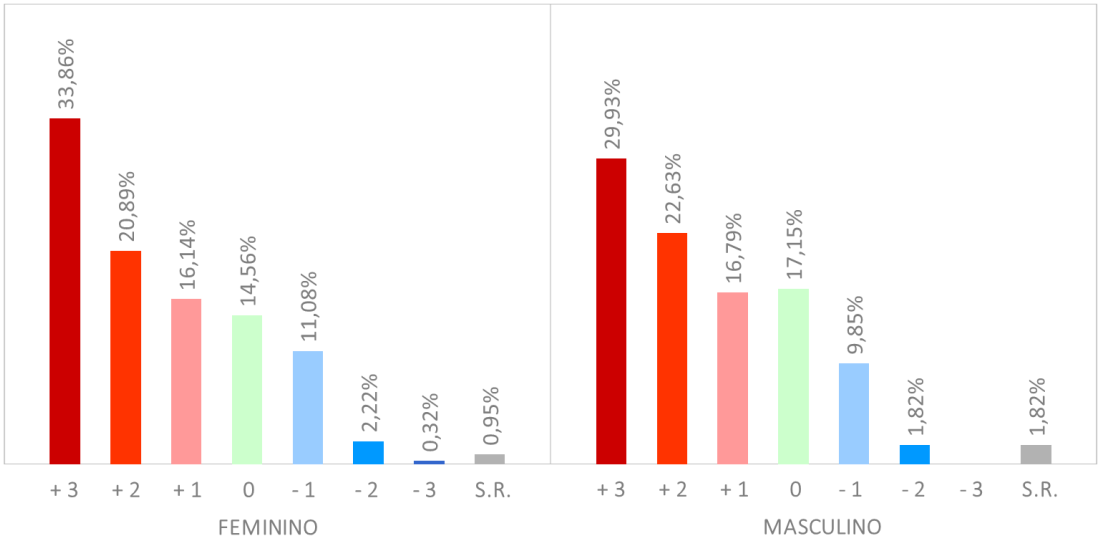


Gráfico 25 – Percentual de sensação térmica feminina e masculina nas ECI's - Verão.

Fonte: Autora, 2020.

O Gráfico 26, sobre análise geral da preferência térmica, mostra que a grande maioria, 78,33% dos alunos, preferiria estar mais refrescado, enquanto que apenas 3,56% dos ocupantes disseram que preferiria estar mais aquecido; e 16,72%, permanecer assim mesmo.

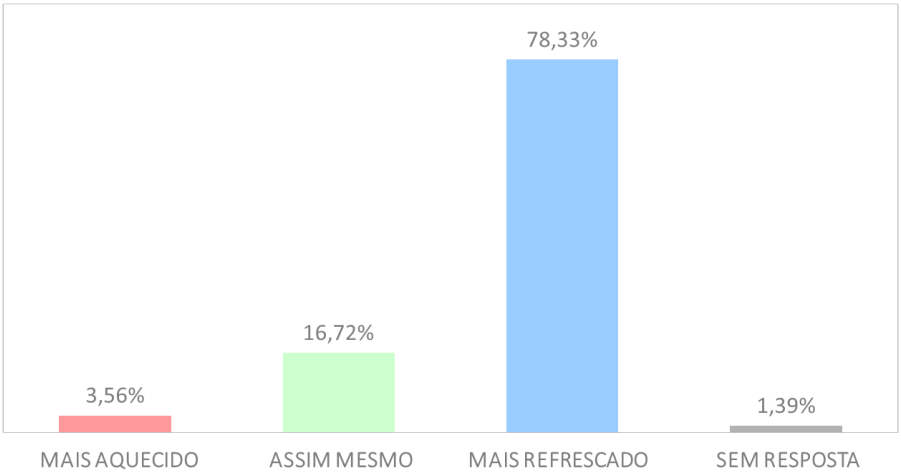


Gráfico 26 – Preferência térmica geral – Verão.

Fonte: Autora, 2020.

As preferências térmicas ocorrem de maneira semelhante no Gráfico 27 quando se analisa por sexo, onde 79,75% das mulheres e 76,28% dos homens prefeririam estar mais refrescados; e 14,56% e 19,71% optariam por conservar-se do mesmo jeito, respectivamente.

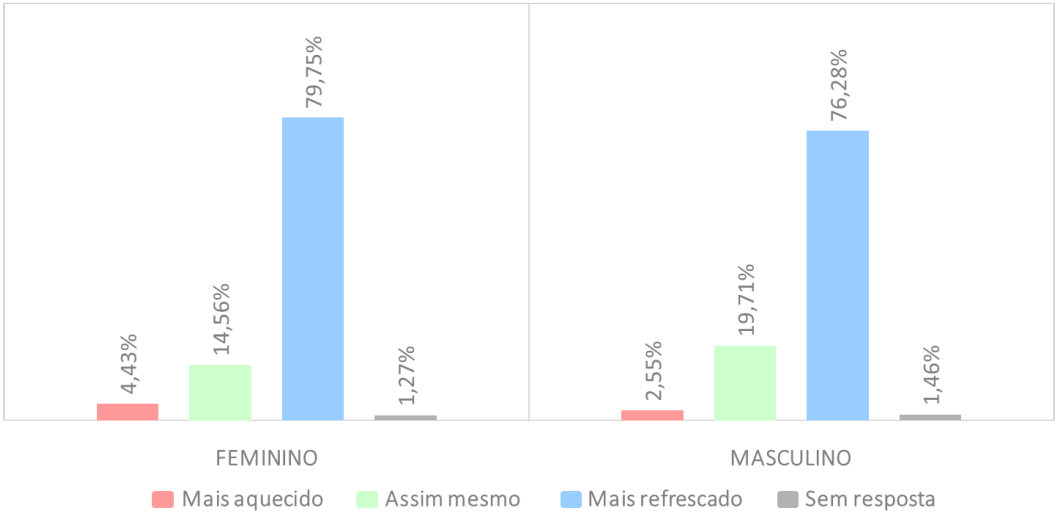


Gráfico 27 – Preferência térmica por sexo - Verão.

Fonte: Autora, 2020.

Observa-se no Gráfico 28, que, por escola, a maioria prefere estar mais refrescado, excetuando a escola C, que destaca a preferência em 49,30% por continuar nas mesmas condições térmicas, muito embora, outros 35,21% dos alunos prefeririam estar mais refrescados. Portanto, de maneira geral, pode-se dizer que seria preferível estar mais refrescado no período do verão nas ECI's em questão.

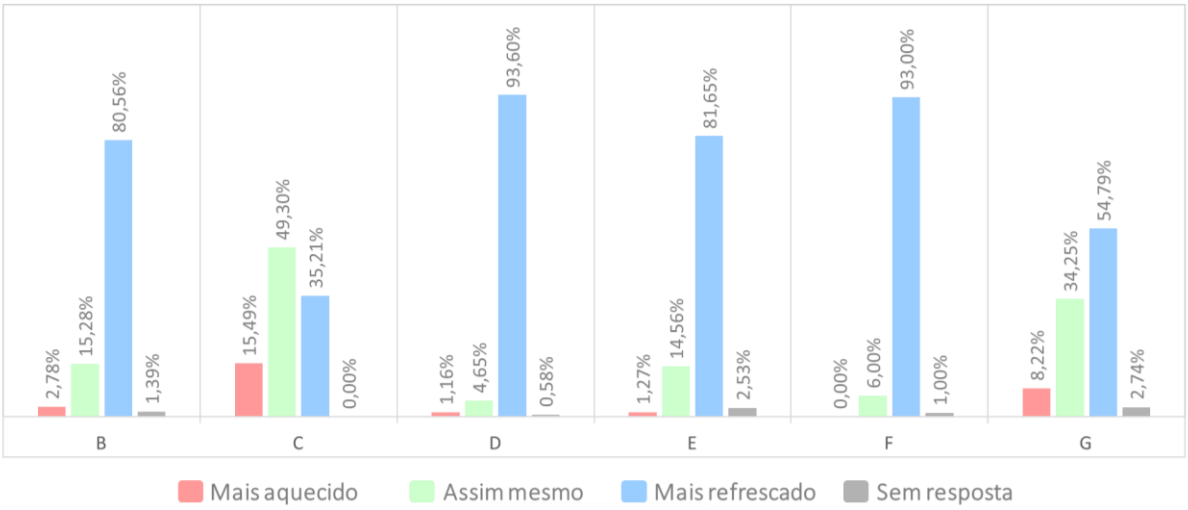


Gráfico 28 – Preferência térmica por ECI's - Verão.

Fonte: Autora, 2020.

Cruzando os dados de preferência e sensação térmica (Tabela 20) repara-se que das 506 pessoas (78,33%) que responderam preferir estar mais refrescadas a maioria se concentra nos que marcaram, também, ter alguma sensação de calor (421 pessoas) ou a sensação térmica neutra (52 pessoas). Além disso, nota-se que de acordo com a sensação térmica geral predominante, dos 216 usuários que indicaram "com muito calor" (33,44%), quase a sua totalidade disse preferir estar mais refrescado (212 pessoas).

Todavia, os estudantes que assinalaram preferir permanecer assim mesmo (108 pessoas ou 16,72%) se agrupam nas sensações neutro, levemente com calor e levemente com frio (45, 17, 37 pessoas respectivamente); enquanto que das 23 pessoas (3,56%) que prefeririam estar mais aquecidas, não há uma predominância acentuada em relação a sensação térmica, uma vez que 9 relatam a sensação térmica levemente com frio e 4 com frio, muito embora, 5 disseram estar com calor.

Tabela 20 – Dados cruzados de preferência e sensação térmica - Verão.

		SENSAÇÃO TÉRMICA								TOTAL
		+3	+2	+1	0	-1	-2	-3	S.R.	
PREFERÊNCIA TÉRMICA	Mais aquecido	2	5	1	2	9	4	-	-	23
	Assim mesmo	1	3	17	45	37	4	-	1	108
	Mais refrescado	212	128	81	52	21	4	1	7	506
	Sem resposta	1	1	1	3	1	-	-	2	9
TOTAL		216	137	100	102	68	12	1	10	646

Fonte: Autora, 2020.

Partindo para a análise da aceitabilidade térmica (Tabela 21), vê-se um equilíbrio entre a quantidade dos ocupantes que indicaram estar em um ambiente térmico aceitável (309 pessoas ou 47,83%) e os que o consideraram inaceitável (329 pessoas, 50,93%). Destes, as sensações térmicas se concentram gradativamente entre com calor (84 pessoas) e com muito calor (195 pessoas); mas, quanto a aqueles há uma predominância nas sensações com calor (50 pessoas), levemente com calor (72 pessoas), neutro (89 pessoas) e levemente com frio (63 pessoas).

Tabela 21 – Dados cruzados de aceitabilidade e sensação térmica - Verão.

		SENSAÇÃO TÉRMICA								TOTAL
		+3	+2	+1	0	-1	-2	-3	S.R.	
ACEITABILIDADE TÉRMICA	Aceitável	20	50	72	89	63	11	-	4	309
	Inaceitável	195	84	25	13	4	1	1	6	329
	Sem resposta	1	3	3	-	1	-	-	-	8
TOTAL		216	137	100	102	68	12	1	10	646

Fonte: Autora, 2020.

No tocante a percepção do conforto térmico, a Tabela 22 exibe que 88 participantes (13,6%) consideraram o ambiente confortável, 313 (48,5%), que estava bom, mas que poderia melhorar; e 237 (36,7%), o consideraram desconfortável. Verifica-se, também, uma certa coerência entre as questões de aceitabilidade e conforto térmico ao cruzarmos os seus dados, pois, percebe-se que dos 313 estudantes responderam que o ambiente térmico é bom, mas poderia melhorar, 115 o indicaram como inaceitável

e 193 como aceitável. Por outro lado, 83 afirmaram que o ambiente era aceitável e confortável, enquanto que, 206 estudantes responderam que era inaceitável e desconfortável.

Tabela 22 – Dados cruzados de aceitabilidade e percepção do conforto térmico - Verão.

		PERCEPÇÃO DO CONFORTO TÉRMICO				TOTAL
		Confortável	Bom, mas poderia melhorar	Desconfortável	S.R.	
ACEITABILIDADE TÉRMICA	Aceitável	83	193	30	3	**309**
	Inaceitável	4	115	206	4	**329**
	Sem resposta	1	5	1	1	**8**
TOTAL		**88**	**313**	**237**	**8**	**646**

Fonte: Autora, 2020.

4.4.3.2 Movimento do ar - Verão

Com relação ao movimento do ar, pode-se ver no Gráfico 29 a relação das respostas quanto a aceitabilidade da velocidade do vento por escola, onde a alternativa "inaceitável, com velocidade do vento insuficiente" predomina nas escolas B, D, E e F. Todavia, na escola B, pode-se observar que uma quantidade quase equivalente de pessoas também indicou que era aceitável, com velocidade do vento suficiente (34,72%). Por outro lado, nas escolas C e G se destacou que a velocidade do vento era aceitável e suficiente (49,30% e 43,84%, respectivamente).

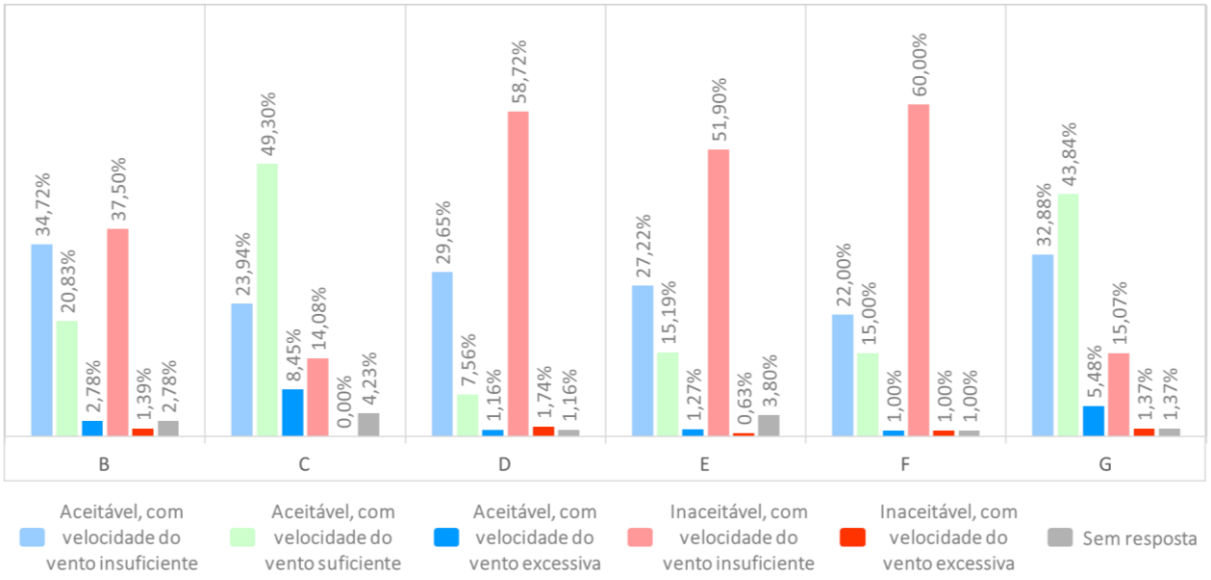


Gráfico 29 – Aceitabilidade da velocidade do vento por ECI's - Verão.

Fonte: Autora, 2020.

Em relação a preferência do movimento do ar, o Gráfico 30 mostra que as ECI's B, D, E, F e G afirmaram, majoritariamente, preferir mais velocidade do vento (81,94%, 93,02%, 89,24%, 93% e 61,64%, respectivamente). Contudo, a escola C foi a única a se destacar por apresentar conformidade com a velocidade do ar encontrada no momento da pesquisa (47,89%), mesmo havendo, também, um valor elevado de pessoas que prefeririam mais velocidade do vento (43,66%).

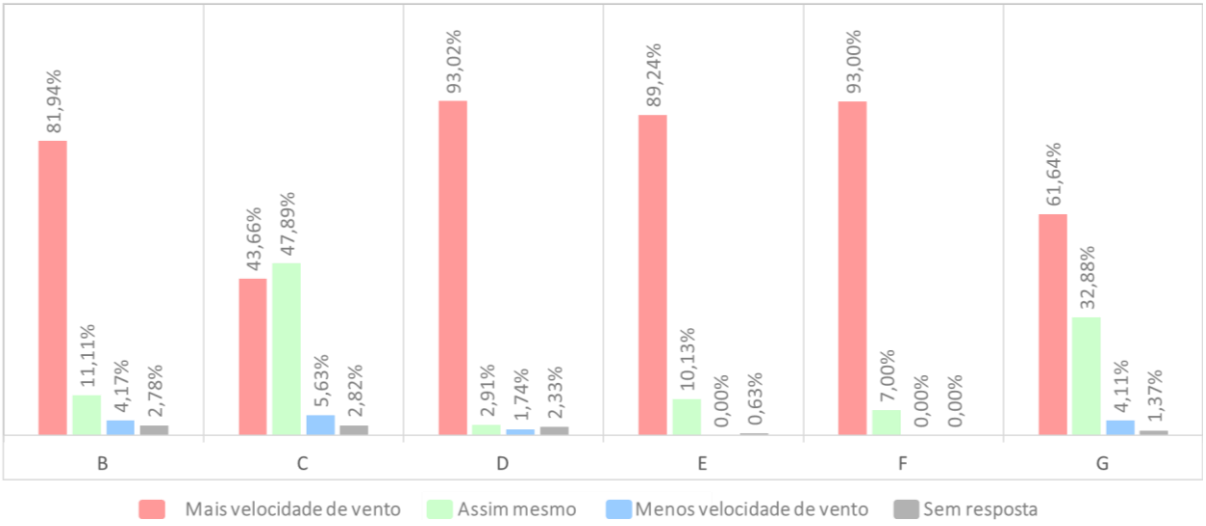


Gráfico 30 – Preferência da velocidade do vento por ECI's - Verão.

Fonte: Autora, 2020.

Na Tabela 23 consta o cruzamento dos dados de aceitabilidade e preferência da velocidade do ar, na qual 333 respostas (51,54%) foram para aceitável, com atribuições de insuficiente (182 pessoas), suficiente (134 pessoas) e excessiva (17 pessoas); e 298 foram para inaceitável (46,13%), sendo 291 por velocidade insuficiente, e 7 por excessiva. No entanto, majoritariamente os alunos prefeririam mais velocidade do vento (529 pessoas, 81,89%), dos quais 452 indicaram a velocidade do vento como insuficiente; e dos 94 que prefeririam manter assim mesmo (14,55%), 73 assinalaram, também, a alternativa "aceitável, com velocidade do vento suficiente".

Tabela 23 – Dados cruzados de aceitabilidade e preferência da velocidade do vento - Verão.

		PREFERÊNCIA DA VELOCIDADE DO VENTO				TOTAL GERAL
		Mais velocidade do vento	Assim mesmo	Menos velocidade do vento	S.R.	
ACEITABILIDADE DA VELOCIDADE DO VENTO	Aceitável, com velocidade do vento insuficiente	170	8	1	3	**182**
	Aceitável, com velocidade do vento suficiente	54	73	6	1	**134**
	Aceitável, com velocidade do vento excessiva	10	4	3	-	**17**
	Inaceitável, com velocidade do vento insuficiente	282	4	3	2	**291**
	Inaceitável, com velocidade do vento excessiva	5	1	-	1	**7**
	Sem resposta	8	4	-	3	**15**
TOTAL GERAL		**529**	**94**	**13**	**10**	**646**

Fonte: Autora, 2020.

Sobre a frequência do movimento do ar, o Gráfico 31 apresenta a aceitabilidade da frequência do vento por escola. A resposta mais recorrente nas ECI's B, D, E e F é "inaceitável, com frequência do vento insuficiente" (51,39%, 56,04%, 51,27% e 53%, respectivamente). Contudo, nas escolas C e G se destacou o quesito aceitável, com frequência do vento suficiente (49,30% e 41,1%, respectivamente).

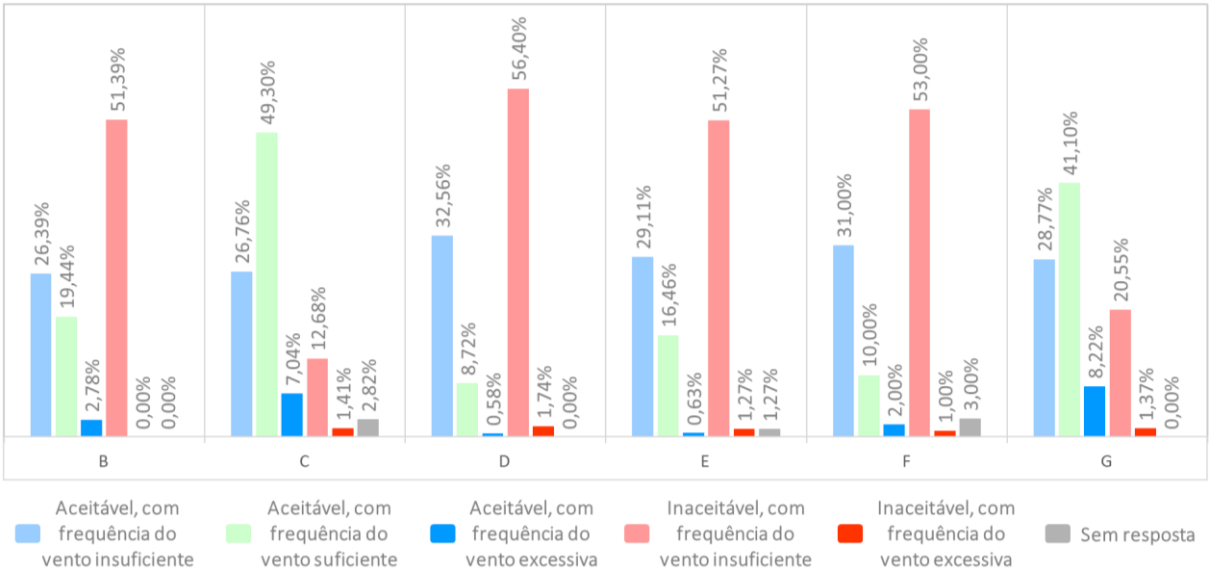


Gráfico 31 – Aceitabilidade da frequência do vento por ECI's - Verão.

Fonte: Autora, 2020.

Além disso, quanto à preferência do movimento do ar, o Gráfico 32 revela que a resposta mais recorrente em todas as ECI's é a preferência por mais frequência do vento. Porém, as escolas C e G têm valores, também, consideráveis quanto a preferência da frequência assim mesmo (40,85% e 31,51%, respectivamente).

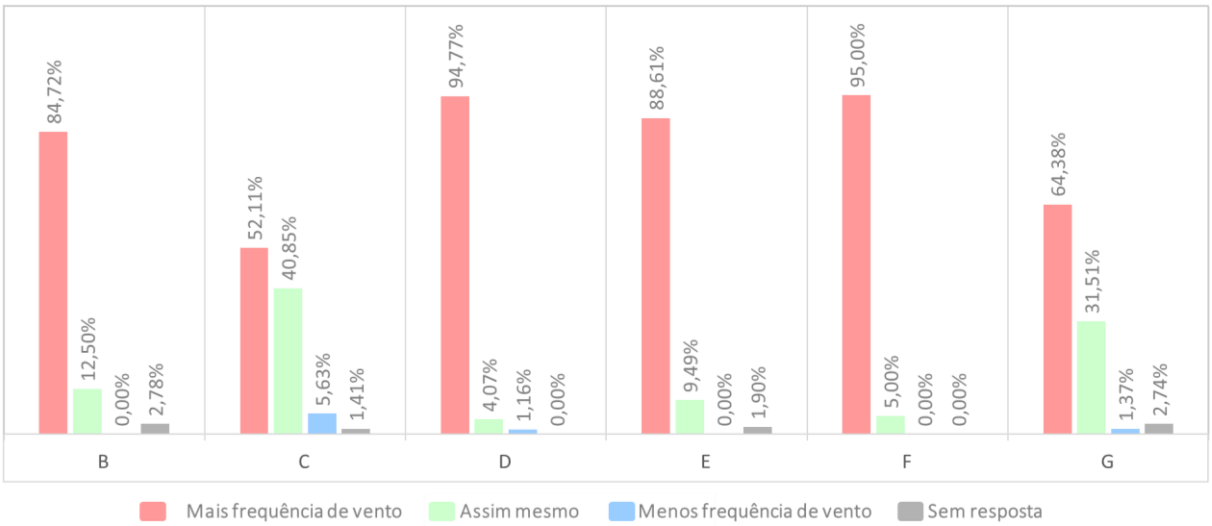


Gráfico 32 – Preferência da frequência do vento por ECI's - Verão.

Fonte: Autora, 2020.

Observando a Tabela 24, vê-se que 339 estudantes (52,47%) responderam que a frequência do vento estava aceitável, com as atribuições insuficiente (192 pessoas), suficiente (130 pessoas) e excessiva (17 pessoas); e 300 (46,44%), que era inaceitável, sendo 292 por frequência insuficiente, e, apenas, 8 por excessiva. Todavia, semelhante à velocidade do ar, os alunos predominantemente prefeririam mais frequência do vento (543 pessoas ou 84,06%), dos quais 469 indicaram a frequência do vento como insuficiente. Enquanto que, dos 88 (13,62%) que prefeririam manter assim mesmo, 70 assinalaram, também, responderam a opção "aceitável, com velocidade do vento suficiente".

Tabela 24 – Dados cruzados de aceitabilidade e preferência da frequência do vento - Verão.

		PREFERÊNCIA DA FREQUÊNCIA DO VENTO				TOTAL GERAL
		Mais frequência do vento	Assim mesmo	Menos frequência do vento	S.R.	
ACEITABILIDADE DA FREQUÊNCIA DO VENTO	Aceitável, com frequência do vento insuficiente	179	12	-	1	**192**
	Aceitável, com frequência do vento suficiente	53	70	3	4	**130**
	Aceitável, com frequência do vento excessiva	10	3	2	2	**17**
	Inaceitável, com frequência do vento insuficiente	290	-	1	1	**292**
	Inaceitável, com frequência do vento excessiva	5	2	1	-	**8**
	Sem resposta	6	1	-	-	**7**
TOTAL GERAL		**543**	**88**	**7**	**8**	**646**

Fonte: Autora, 2020.

4.4.4 Questões exploratórias - Verão

Nesta última parte da análise descritiva, que trata do conjunto das questões exploratórias, verificou-se que 74,6% dos estudantes (482 pessoas) não consideram haver nenhuma perturbação por conta do movimento do vento na sala de aula; e outros 24,9% (161 pessoas) relataram haver algum tipo de perturbação. Destes, podemos ver que a perturbação se deu principalmente pelos seguintes motivos (Gráfico 33[21]): por haver pouca ventilação (64 pessoas), por fazer calor (53 pessoas) e pela diminuição da assimilação de informações ou algum tipo de desconforto, causando dispersão (13 pessoas). Foram citados, também, os incômodos referentes a alergia ou rinite (9 pessoas), o espalhamento de folhas e bagunça dos cabelos (4 pessoas), ao frio (4 pessoas), ao barulho do ventilador ou a sua poeira (2 pessoas), bem como, outras perturbações (20 pessoas) relacionadas a diferentes fatores, como quantidade de

[21] Dos alunos que responderam que o vento na sala de aula causava alguma perturbação, 13 deles relataram duas alternativas, motivo pelo qual o Gráfico 33 apresenta a somatória de 174 respostas.

pessoas, a presença de algum ventilador quebrado e até mesmo a ausência de ar condicionado. Entretanto, cinco pessoas que marcaram que o vento na sala de aula causava alguma perturbação não especificaram que incômodo era esse.

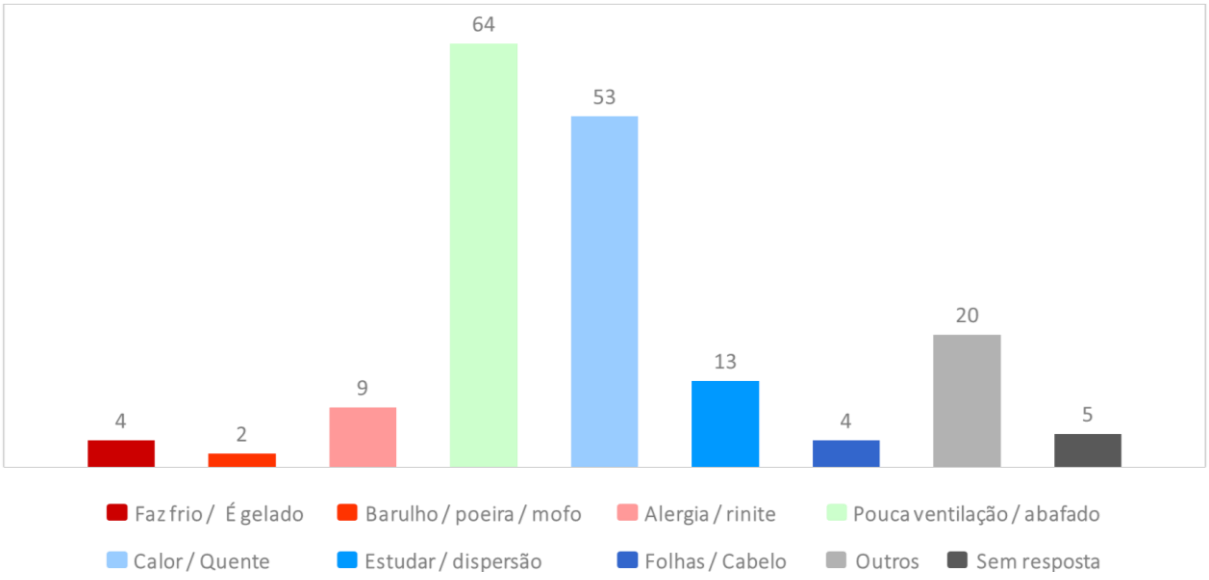


Gráfico 33 – Perturbação na sala de aula por conta do movimento vento - Verão.

Fonte: Autora, 2020.

Tratando-se da sensação térmica quanto afetar a atenção dos alunos durante as aulas, o Gráfico 34 aponta que 76% dos alunos indicaram que sua atenção é afetada pelo conforto térmico (494 pessoas) e 19% disseram não ter problemas com isso (121 pessoas).

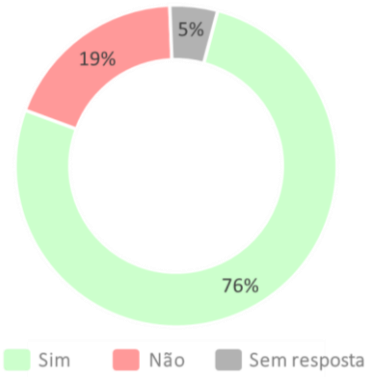


Gráfico 34 – Atenção afetada pelo conforto térmico - Verão.

Fonte: Autora, 2020.

O Gráfico 35 indica quais foram as estratégias adaptativas de conforto e controle do vento que os alunos costumam utilizar na sala de aula. Dentre elas estão o abrir e fechar as janelas, com 51,55%; abrir e fechar a porta, 32,35%; ligar e desligar o ventilador, 43,03%; assim como, mudar de carteira, 21,67%; e afastar a mesma , 13%. Além disso, 13,78% dos ocupantes responderam que não costumam utilizar nenhuma das opções para auxiliar no seu conforto pessoal. Contudo, 3,71% dos indivíduos relataram outras estratégias como se abanar, beber água, sair do ambiente ou dormir .

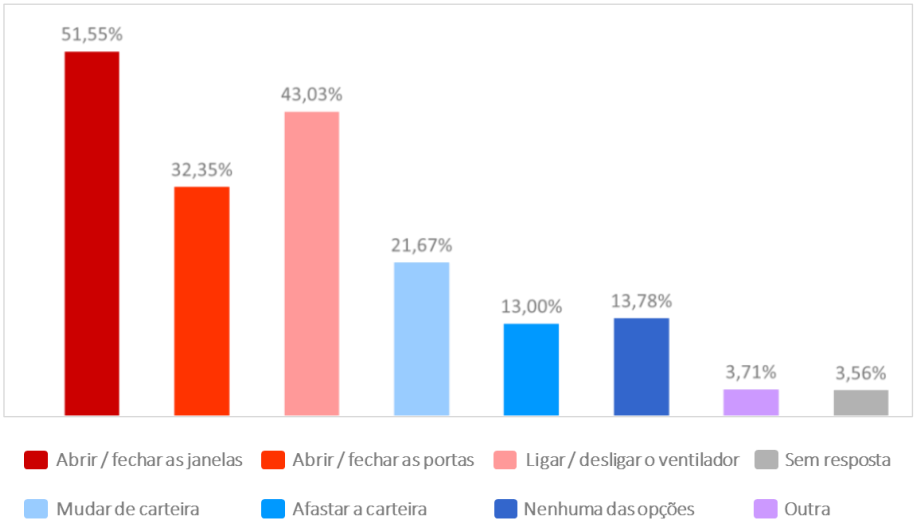


Gráfico 35 – Estratégias adaptativas de conforto e controle do vento - Verão.

Fonte: Autora, 2020.

Analisou-se ainda a percepção dos alunos quanto ao objeto arquitetônico, a escola, e como este pode melhorar o conforto térmico dos usuários quando aprimorado (Gráfico 36). Predominantemente, 54,95% dos estudantes indicaram a instalação de sistemas de condicionamento de ar (ar condicionado, refrigeradores), e 48,92% relataram sobre questões de quantidade, qualidade ou conserto de ventiladores na sala de aula.

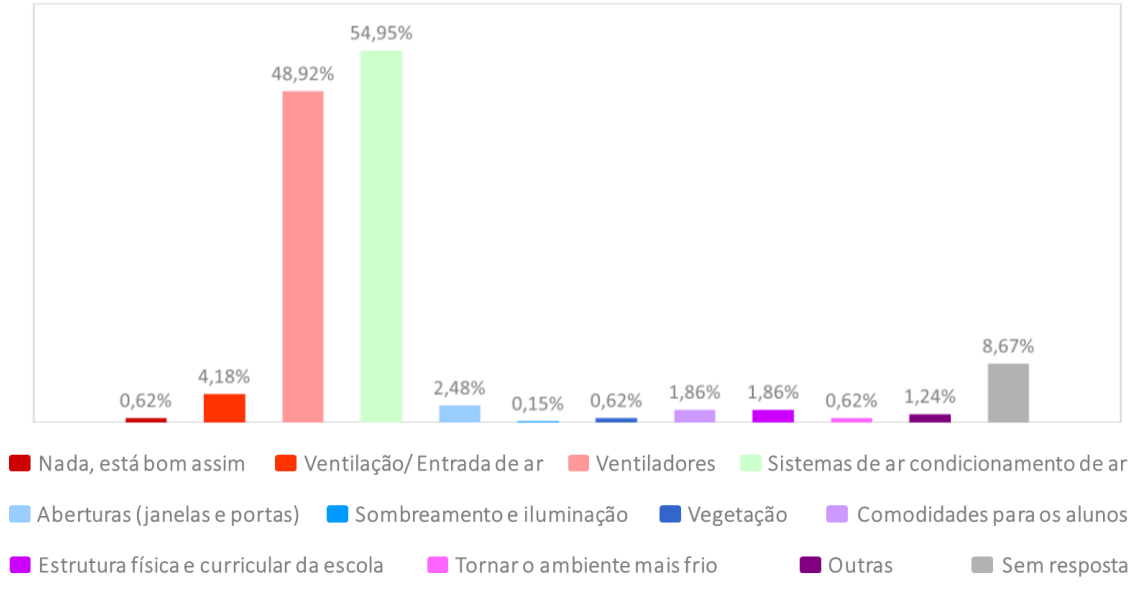


Gráfico 36 – Opinião de modificações no prédio escolar para melhorar o conforto térmico - Verão.

Fonte: Autora, 2020.

Em seguida, com valores menos expressivos, foi dito que a sala de aula poderia ter um pouco mais de ventilação (4,18%), haver o conserto ou ampliação de aberturas (2,48%) e se tornar um ambiente mais frio (0,62%). Ainda, foi registrado que 0,62% dos alunos sugeriram a implantação de vegetação na

escola, 0,62% acharam que não havia o que mudar no espaço, e apenas 0,15% opinou em relação ao sombreamento, proporcionado pela vegetação.

Todavia, algumas respostas foram agrupadas como sendo comodidades para os estudantes (*wi-fi,* cadeiras mais confortáveis e filtro de água) (1,86%) e questões de estrutura física e curricular da escola (reformas e menos pessoas por turma) (1,86%). Outras 1,24% respostas, foram mais generalistas, sugerindo que mudasse tudo ou que não sabia o que poderia ser aperfeiçoado.

4.5 Análise explicativas dos dados da pesquisa de campo

Buscando compreender melhor as influências das respostas dos usuários e das variáveis ambientais aferidas no conforto térmico, foi realizada a análise explicativa dos dados, através de testes estatísticos no *software* R Studio, excetuando o teste de regressão logística ordinal, que foi realizado no *software* IBM SPSS. A amostra total da pesquisa foi de 1.215 respondentes ao questionário, obtidos nos períodos de inverno (569 amostras) e verão (646 amostras).

Portanto, para maior compreensão, os 62 testes estatísticos que compõe as análises explicativas foram agrupados em três tópicos: Características pessoais (i), Variáveis ambientais (ii) e Sensação e percepção do conforto (iii), apresentados a seguir.

4.5.1 Características pessoais

Neste ponto serão relatados os testes e as análises das variáveis independentes pessoais (Sexo, Idade e IMC) relacionadas, primeiramente, as questões térmicas de sensação, preferência, aceitabilidade e conforto; e, em seguida, a quesitos de ventilação, sobre aceitabilidade e preferência da velocidade e frequência do vento.

4.5.1.1 Sexo

A primeira variável independente a ser analisada foi o sexo no período do inverno. Para este, podemos observar, na Tabela 25, que o teste de Mann-Whitney mostrou que há diferença significativa de sensação térmica entre os sexos ($W = 41397$, p-valor $< 0,001$), onde a mediana e o primeiro quartil do sexo feminino (5 e 4) foi superior ao sexo masculino (4 e 3); e o terceiro quartil não apresentou divergência de valores (5) (Gráfico37).

Tabela 25 - Resultado dos testes estatísticos: relação do sexo com as questões térmicas e de ventilação - Inverno.

Variável independente	Variável Dependente	Significância (p-valor < 0,05)	Interpretação
SEXO (Inverno)	Sensação térmica	< 0,001	O teste de Mann-Whitney mostrou que há diferença significativa entre os sexos (W = 41397, p-valor < 0,001).
	Preferência térmica	0,007	O teste de Mann-Whitney mostrou que há diferença significativa entre os sexos (W = 30412, p-valor = 0,007).
	Aceitabilidade térmica	0,144	O teste Qui-quadrado mostrou que não há associação significativa entre a aceitabilidade térmica e o sexo ($X^2_{(1)}$ = 2,133, p-valor = 0,144).
	Conforto térmico	0,126	O teste de Mann-Whitney mostrou que não há diferença significativa entre os sexos (W = 32083, p-valor = 0,126).
	Aceitabilidade da velocidade do vento	0,688	O teste de Mann-Whitney mostrou que não há diferença significativa entre os sexos (W = 34877, p-valor = 0,688).
	Preferência da velocidade do vento	< 0,001	O teste de Mann-Whitney mostrou que há diferença significativa entre os sexos (W = 39950, p-valor < 0,001).
	Aceitabilidade da frequência do vento	0,694	O teste de Mann-Whitney mostrou que não há diferença significativa entre os sexos (W = 33701, p-valor = 0,694).
	Preferência da frequência do vento	< 0,001	O teste de Mann-Whitney mostrou que há diferença significativa entre os sexos (W = 39541, p-valor < 0,001).

Fonte: Autora, 2020.

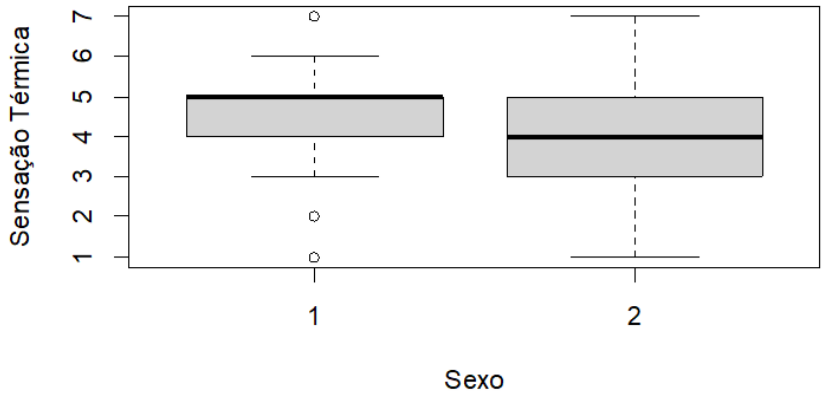


Gráfico 37 – Box-plot da Sensação térmica por sexo - inverno.

Fonte: Software R Studio, 2020.

Quanto à preferência térmica, o teste apontou que há diferença significativa de preferência entre os sexos (W = 30412, p-valor = 0,007). Muito embora a mediana, o primeiro e o terceiro quartil apresentem os mesmos valores (2; 2 e 3) (Gráfico 38), independente do sexo, o teste foi sensível a divergência na distribuição da preferência térmica entre os grupos, como confirmado pelos histogramas por sexo (Gráfico39).

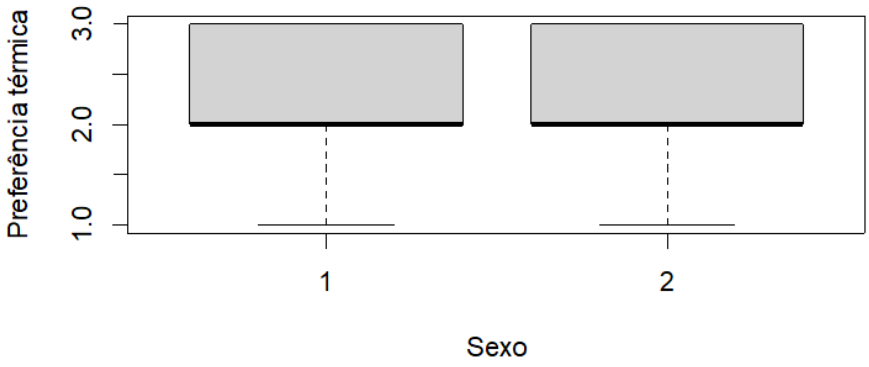


Gráfico 38 – Box-plot da Preferência térmica por sexo - inverno.

Fonte: Software R Studio, 2020.

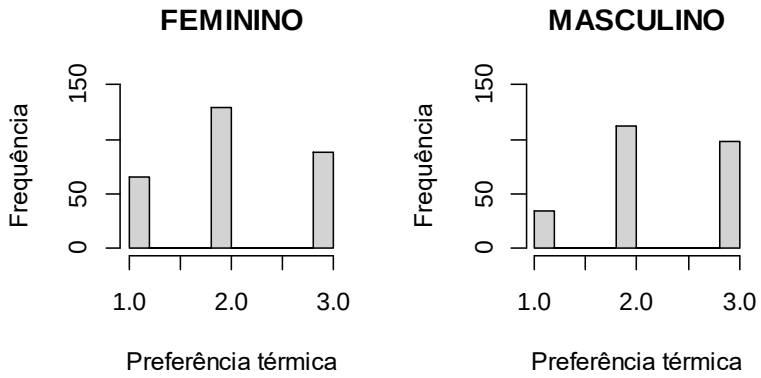


Gráfico 39 – Histogramas da preferência térmica por sexo - inverno.

Fonte: Editado do Software R Studio, 2020.

Por outro lado, para a aceitabilidade térmica, realizou-se o teste Qui-quadrado, que não indicou associação significativa entre esta variável e o sexo ($X^2_{(1)}$ = 2,133, p-valor = 0,144).

No tocante ao conforto térmico, o teste de Mann-Whitney mostrou que não há diferença de percepção de conforto entre os grupos (W = 32083, p-valor = 0,126), onde a mediana, o primeiro e o terceiro quartil não apresentam distinção (2; 1 e 2), independente do sexo (Gráfico 40).

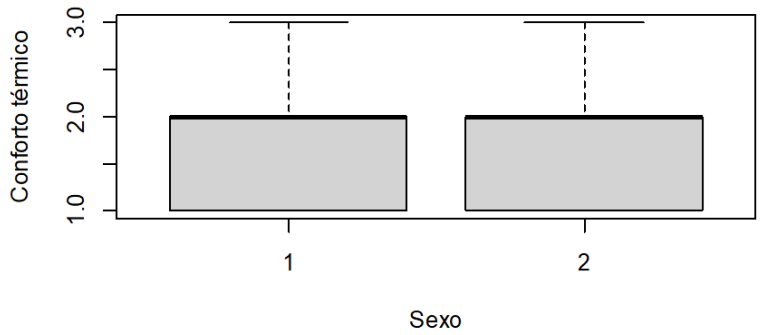


Gráfico 40– Box-plot do Conforto térmico por sexo - inverno.

Fonte: Software R Studio, 2020.

Passando para as questões da ventilação, o teste de Mann-Whitney mostrou que não há diferença significativa de aceitabilidade da velocidade do vento entre os sexos no inverno (W = 34877, p-valor =

0,688) (Tabela 25), ou seja, a mediana da aceitabilidade da velocidade do vento (2) não difere consideravelmente entre os grupos. Todavia, o primeiro quartil não é igual entre os sexos (feminino = 2 e masculino =1), enquanto o terceiro quartil o é (2) (Gráfico 41).

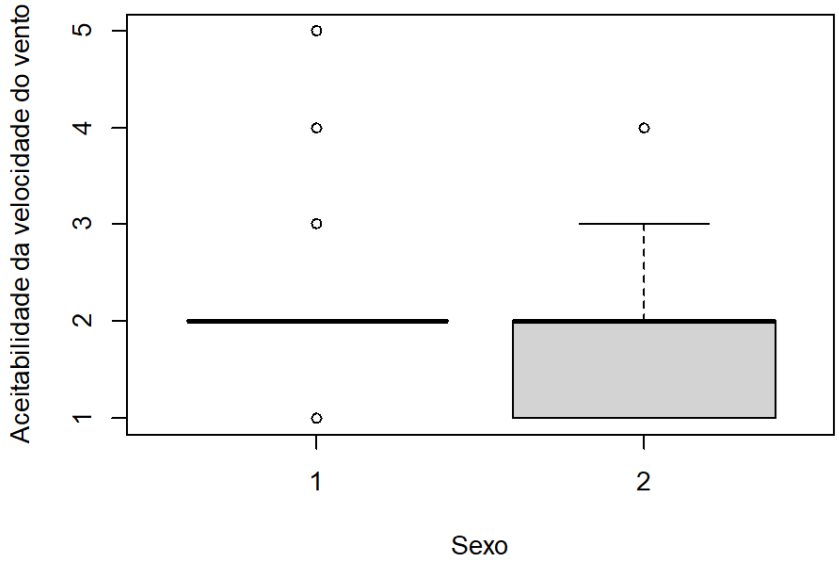


Gráfico 41 – Box-plot da Aceitabilidade da velocidade do vento por sexo - inverno.

Fonte: Software R Studio, 2020.

Já para a preferência da velocidade do vento, o teste de Mann-Whitney indicou que há diferença significativa de preferência da velocidade do vento entre os grupos (W = 39950, p-valor < 0,001), onde a mediana do sexo feminino (2) é consideravelmente superior a do sexo masculino (1), enquanto o primeiro e o terceiro quartil não apresentam divergência de valores entre os grupos (1 e 2) (Gráfico 42).

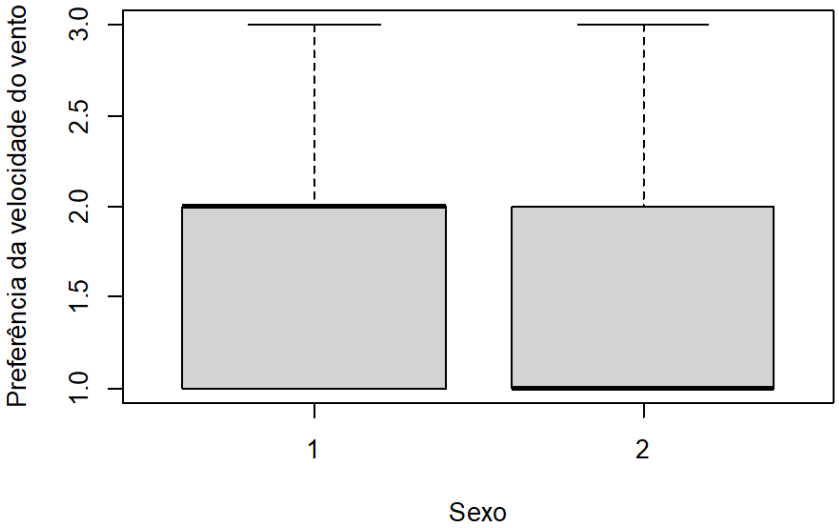


Gráfico 42 – Box-plot da Preferência da velocidade do vento por sexo - inverno.

Fonte: Software R Studio, 2020.

Quanto a aceitabilidade da frequência do vento, não há diferença significativa de aceitabilidade da frequência do vento entre os sexos (W = 33701, p-valor = 0,694) de acordo com o teste de Mann-

Whitney, o que foi expresso em suas medianas iguais (2), assim como o seu o terceiro quartil (2), entretanto, o primeiro quartil não é igual entre os grupos (feminino = 2 e masculino =1) (Gráfico 43).

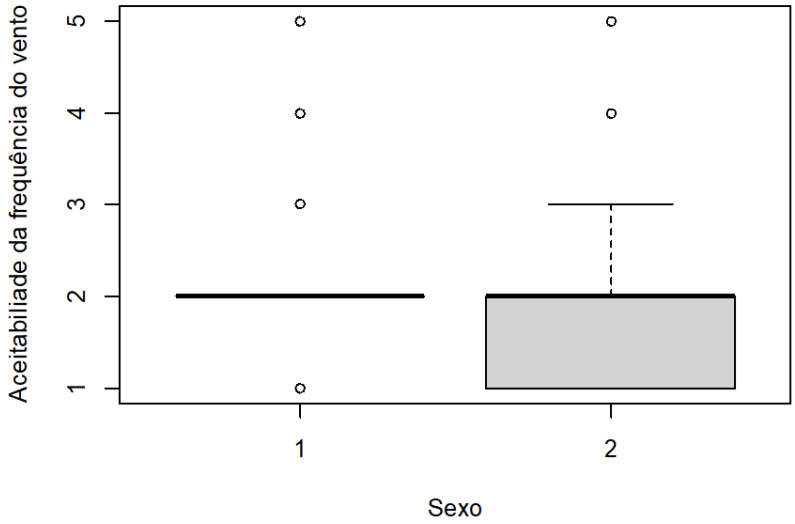


Gráfico 43 – Box-plot da Aceitabilidade da frequência do vento por sexo - inverno.

Fonte: Software R Studio, 2020.

Por fim, a relação da preferência da frequência do vento entre os sexos apresentou uma diferença considerável no teste de Mann-Whitney (W = 39541, p-valor < 0,001). A mediana da preferência da frequência do vento do sexo feminino (2) é consideravelmente diferente da mediana do sexo masculino (1). Todavia, o seu primeiro e o terceiro quartil não obtiveram valores distintos entre os grupos (1 e 2) (Gráfico 44).

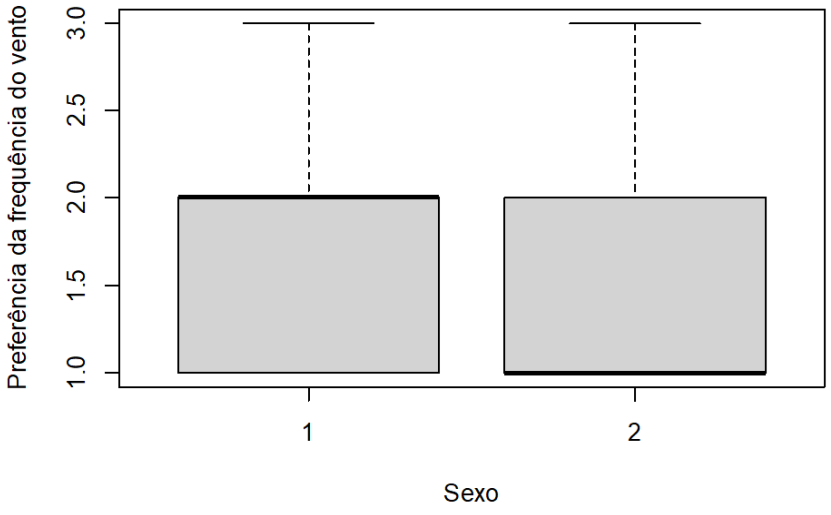


Gráfico 44 – Box-plot da Preferência da frequência do vento por sexo - inverno.

Fonte: Software R Studio, 2020.

Portanto, no inverno, os testes estatísticos apontaram que há diferença significativa, individualmente, das variáveis sensação térmica, preferência térmica, preferência da velocidade do vento e preferência da frequência do vento; entre os sexos feminino e masculino. Por outro lado, não há diferença considerável das variáveis conforto térmico, aceitabilidade da velocidade do vento e

aceitabilidade da frequência do vento, assim como, não há associação da aceitabilidade térmica entre os grupos por sexo.

Para o período do verão, podemos observar, na Tabela 26, que não há diferença considerável de sensação térmica entre os sexos (W = 41085, p-valor = 0,606), de acordo com o teste de Mann-Whitney. Assim sendo a mediana, o primeiro quartil e o terceiro quartil não apresentou divergência de valores entre os grupos (2; 1 e 4) (Gráfico 45).

Tabela 26 - Resultado dos testes estatísticos: relação do sexo com as questões térmicas e de ventilação - Verão.

Variável independente	Variável Dependente	Significância (p-valor < 0,05)	Interpretação
SEXO (Verão)	Sensação térmica	0,606	O teste de Mann-Whitney mostrou que não há diferença significativa entre os sexos (W = 41085, p-valor = 0.606).
	Preferência térmica	0,401	O teste de Mann-Whitney mostrou que não há diferença significativa entre os sexos (W = 43319, p-valor = 0.401).
	Aceitabilidade térmica	0,047	O teste Qui-quadrado mostrou que há associação significativa entre a aceitabilidade térmica e o sexo ($X^2_{(1)}$ = 3,933, p-valor = 0,047).
	Conforto térmico	0,890	O teste de Mann-Whitney mostrou que não há diferença significativa entre os sexos (W = W = 42551, p-valor = 0,890).
	Aceitabilidade da velocidade do vento	0,474	O teste de Mann-Whitney mostrou que não há diferença significativa entre os sexos (W = 40113, p-valor = 0,474).
	Preferência da velocidade do vento	0,781	O teste de Mann-Whitney mostrou que não há diferença significativa entre os sexos (W = 42354, p-valor = 0.781).
	Aceitabilidade da frequência do vento	0,036	O teste de Mann-Whitney mostrou que há diferença significativa entre os sexos (W = 38259, p-valor = 0,036).
	Preferência da frequência do vento	0,947	O teste de Mann-Whitney mostrou que não há diferença significativa entre os sexos (W = 42016, p-valor = 0,947).

Fonte: Autora, 2020.

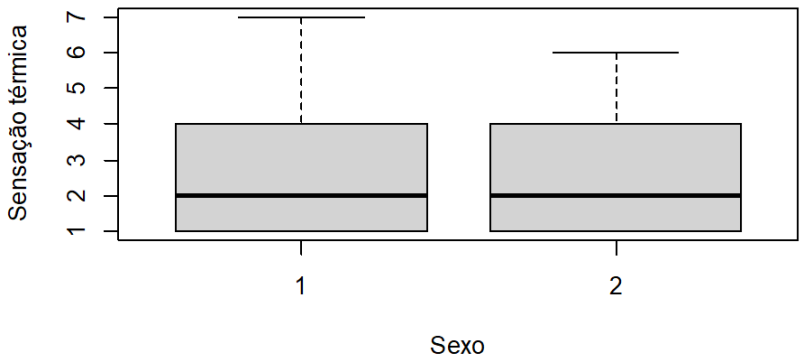


Gráfico 45 – Box-plot da Sensação térmica por sexo - verão.

Fonte: Software R Studio, 2020.

Quanto a preferência térmica, o teste apontou que não há diferença significativa de preferência térmica entre os sexos (W = 43319, p-valor = 0,401), onde a mediana, o primeiro e o terceiro quartil apresentem os mesmos valores (3; 3 e 3), independente do sexo (Gráfico 46).

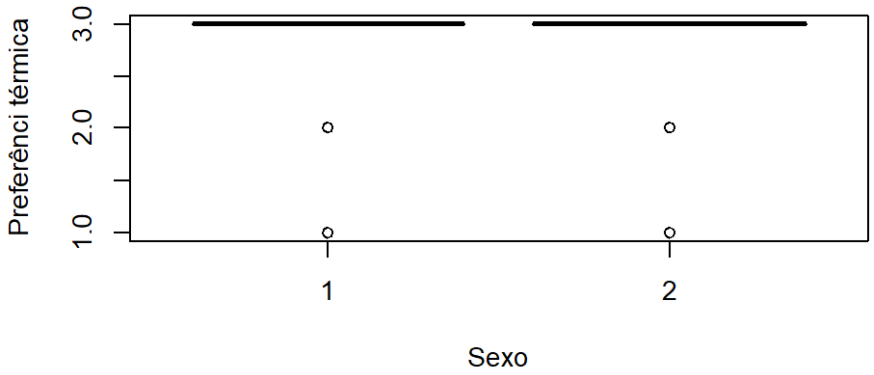


Gráfico 46 – Box-plot da Preferência térmica por sexo - verão.

Fonte: Software R Studio, 2020.

Para a aceitabilidade térmica, o teste Qui-quadrado, indicou que há associação significativa entre esta variável e o sexo ($X^2_{(1)}$ = 3,933, p-valor = 0,047). A análise dos resíduos padronizados ajustados mostrou que há mais casos de aceitabilidade térmica entre os indivíduos do sexo masculino que do feminino, e que a frequência de aceitável para os homens é superior ao que seria esperado caso não existisse associação entre os mesmos (Figura 33).

	F	M
Aceitável	-2.066316	2.066316
Inaceitável	2.066316	-2.066316

Onde: F = Feminino M= Masculino

Figura 33 – Resíduo padronizado ajustado da Aceitabilidade térmica por sexo - verão.

Fonte: Software R Studio, 2020.

No tocante ao conforto térmico, o teste de Mann-Whitney mostrou que não há diferença de percepção de conforto entre os grupos (W = 42551, p-valor = 0,890), apresentando mediana, primeiro e terceiro quartil sem distinção (2; 2 e 3), independente do grupo (Gráfico 47).

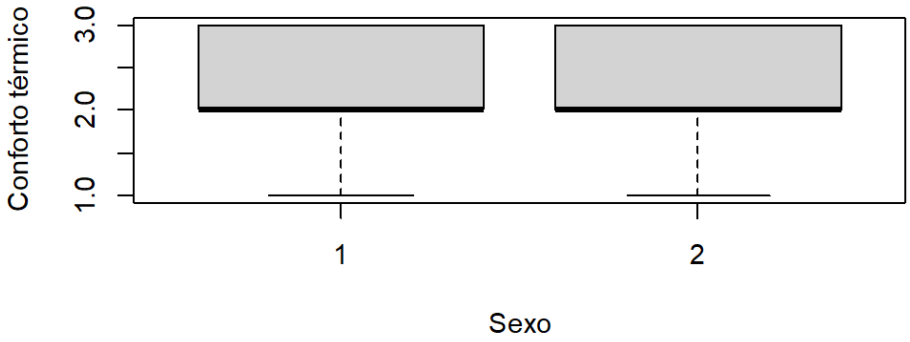


Gráfico 47 – Box-plot do Conforto térmico por sexo - verão.

Fonte: Software R Studio, 2020.

Partindo para as questões da ventilação no verão, o teste de Mann-Whitney mostrou que não há diferença significativa de aceitabilidade da velocidade do vento entre os sexos no inverno (W = 40113, p-valor = 0,474) (Tabela 26), ou seja, a mediana da aceitabilidade da velocidade do vento do sexo feminino (2) não é consideravelmente diferente da mediana da aceitabilidade da velocidade do vento do sexo masculino (3). Entretanto, o primeiro e o terceiro quartil são iguais entre os grupos (1 e 4) (Gráfico 48).

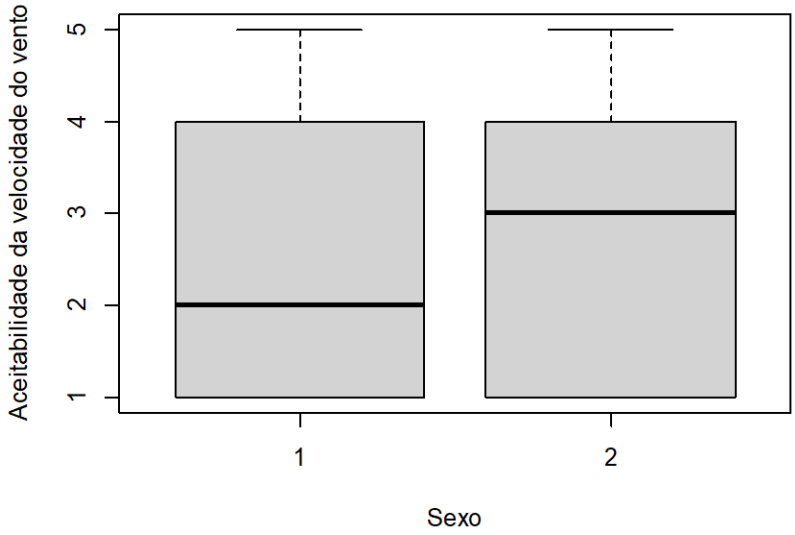


Gráfico 48 – Box-plot da Aceitabilidade da velocidade do vento por sexo - verão.

Fonte: Software R Studio, 2020.

Já para a preferência da velocidade do vento, o teste de Mann-Whitney, também, indicou que a mediana desta variável não difere consideravelmente entre os grupos (W = 42354, p-valor = 0,781), onde a mediana, o primeiro e o terceiro quartil não apresentam divergência de valores entre os sexos (1; 1 e 1) (Gráfico 49).

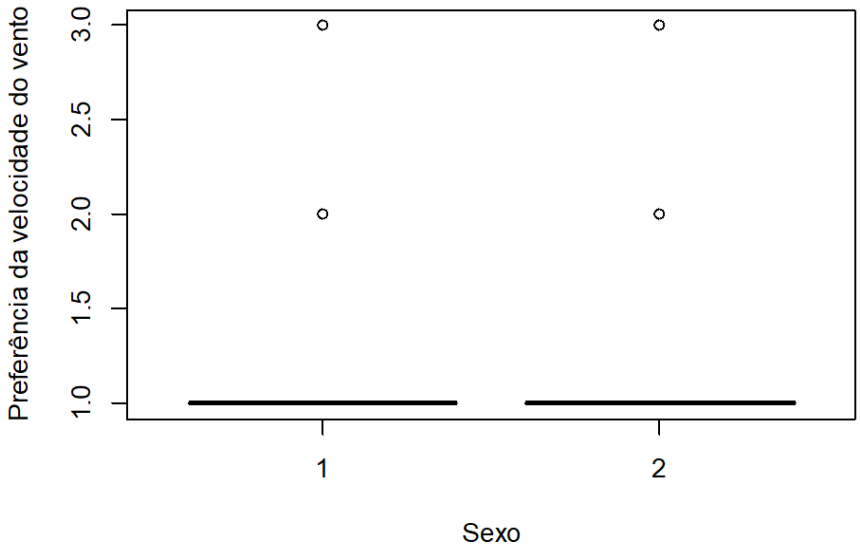


Gráfico 49 – Box-plot da Preferência da velocidade do vento por sexo - verão.

Fonte: Software R Studio, 2020.

Quanto a aceitabilidade da frequência do vento, há diferença significativa de aceitabilidade da frequência do vento entre os grupos (W = 38259, p-valor = 0,036) de acordo com o teste de Mann-Whitney, o que foi expresso pelo valor da mediana da aceitabilidade da frequência do vento do sexo feminino (2) ser consideravelmente inferior à do sexo masculino (4), enquanto que, o primeiro e o terceiro quartil não apresentam valores distintos entre os sexos (1 e 4) (Gráfico 50).

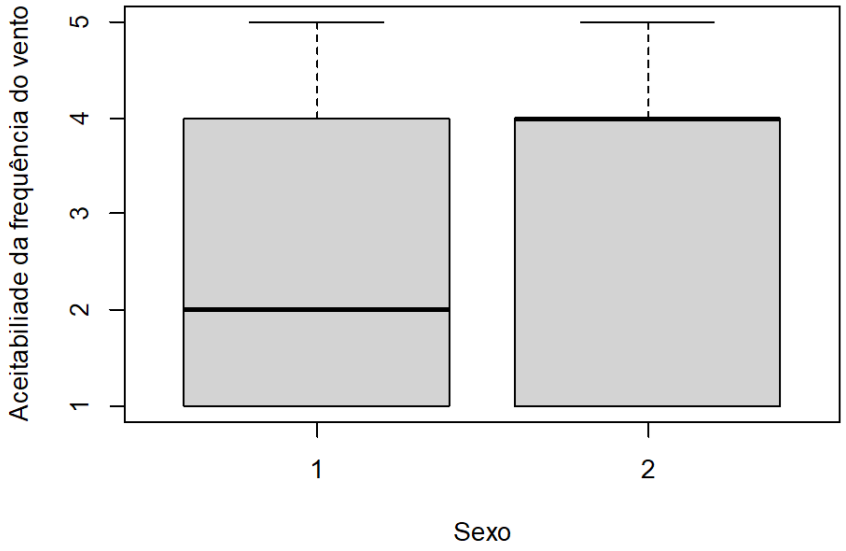


Gráfico 50 – Box-plot da Aceitabilidade da frequência do vento por sexo - verão.

Fonte: Software R Studio, 2020.

Por fim, a relação da preferência da frequência do vento entre os sexos não apresentou uma diferença significativa no teste de Mann-Whitney (W = 42016, p-valor = 0,947). A mediana, o primeiro e o terceiro quartil não apresentam divergência de valores entre os grupos (1; 1 e 1) (Gráfico 51).

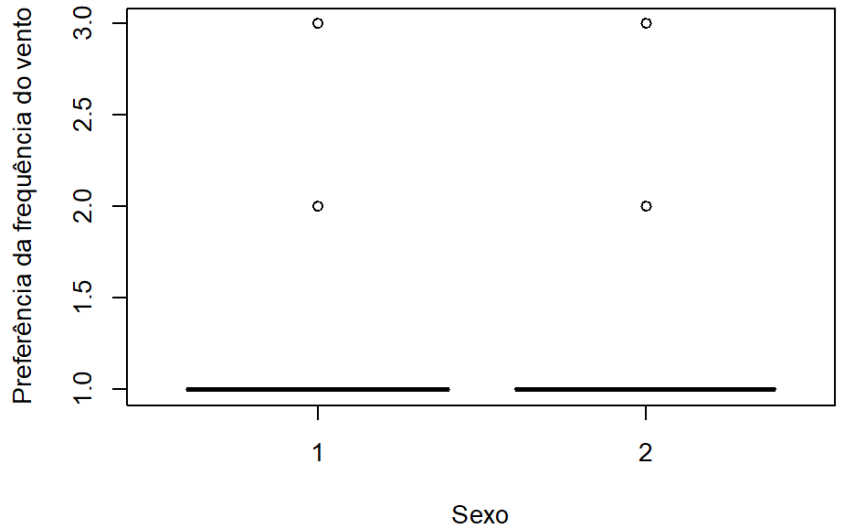


Gráfico 51 – Box-plot da Preferência da frequência do vento por sexo - verão.

Fonte: Software R Studio, 2020.

Desta maneira, no verão, os testes estatísticos apontaram que há diferença significativa quanto a aceitabilidade da frequência do vento, e associação quanto a aceitabilidade térmica entre os sexos

feminino e masculino. Porém, os testes mostraram que não há diferença considerável das medianas das variáveis sensação térmica, preferência térmica, conforto térmico, aceitabilidade da velocidade do vento, preferência da velocidade do vento e preferência da frequência do vento; entre os grupos por sexos.

4.5.1.2 Idade

A segunda variável independente a ser analisada foi a idade. Podemos observar na Tabela 27, relativa ao período de inverno, que o modelo da regressão logística contendo a idade como previsor da sensação térmica foi significativo ($X^2{}_{(1)}$ = 5,81, p-valor= 0,016, $PseudoR^2{}_{\text{Nagelkerke}}$ = 0,011). Desta forma, o teste indica que cada aumento de uma unidade na idade reduzem-se as chances do usuário indicar sensações mais frias em 0,864 vezes ou cerca de 13,6% (OR = 0,864, IC 95%= 0,767 - 0,973).

Tabela 27 - Resultado dos testes estatísticos: relação da idade com as questões térmicas e de ventilação - Inverno.

Variável independente	Variável Dependente	Significância (p-valor < 0,05)	Interpretação
IDADE (Inverno)	Sensação térmica	0,016	O teste de regressão logística ordinal mostrou que o modelo contendo a idade foi significativo ($X^2{}_{(1)}$ = 5,81, p-valor= 0,016, $PseudoR^2{}_{\text{Nagelkerke}}$ = 0,011, OR = 0,864, IC 95%= 0,767 - 0,973).
	Preferência térmica	0,472	O teste de regressão logística ordinal mostrou que o modelo contendo a idade não foi significativo ($X^2{}_{(1)}$ = 0,517, p-valor= 0,472)
	Aceitabilidade térmica	0,65	O teste de regressão logística binária mostrou que o modelo contendo a idade não foi significativo ($X^2{}_{(1)}$ = 0,2, p-valor= 0,65).
	Conforto térmico	0,026	O teste de regressão logística ordinal mostrou que o modelo contendo a idade foi significativo ($X^2{}_{(1)}$ = 4,966, p-valor= 0,026, $PseudoR^2{}_{\text{Nagelkerke}}$ = 0,011, OR = 1,164, IC 95%= 1,018 – 1,332).
	Aceitabilidade da velocidade do vento	0,554	O teste de regressão logística ordinal mostrou que o modelo contendo a idade não foi significativo ($X^2{}_{(1)}$ = 0,351, p-valor= 0,554)
	Preferência da velocidade do vento	0,075	O teste de regressão logística ordinal mostrou que o modelo contendo a idade não foi significativo ($X^2{}_{(1)}$ = 3,175, p-valor= 0,075)
	Aceitabilidade da frequência do vento	0,549	O teste de regressão logística ordinal mostrou que o modelo contendo a idade não foi significativo ($X^2{}_{(1)}$ = 0358, p-valor= 0,549)
	Preferência da frequência do vento	0,017	O teste de regressão logística ordinal mostrou que o modelo contendo a idade foi significativo ($X^2{}_{(1)}$ = 5,717, p-valor= 0,017, $PseudoR^2{}_{\text{Nagelkerke}}$ = 0,013, OR = 0,854, IC 95%= 0,749 – 0,973).

Fonte: Autora, 2020.

Muito embora, neste caso, o $PseudoR^2$ seja baixo, ainda assim, é possível considerar o ajuste como razoável, uma vez que o modelo foi tido como significante (p-valor < 0,05) pelo teste qui-quadrado de razão de verossimilhança.

Tal afirmação pode ser feita, pois de acordo com Cordeiro e Demétrio (2008), ao tratar sobre análise do desvio como sendo uma generalização da análise de variância para os modelos lineares generalizados, é possível julgar o ajuste de um modelo, para grandes amostras, utilizando o teste da razão de verossimilhança, pois a diferença entre os desvios de dois modelos se aproxima de uma distribuição qui-quadrado[22]. Assim, esse teste consiste na comparação do desvio, como uma medida de discrepância, do modelo testado com o do modelo nulo, verificando se a inclusão de uma variável no modelo pode gerar melhorias significativas no ajuste.

Portanto, tem-se que o uso do teste da razão de verossimilhança (χ^2) é suficiente para julgar o ajuste de um modelo como razoável quando o modelo apresenta um p-valor significativo, levando em consideração, também, que a pesquisa busca verificar a existência da relação entre as variáveis, não oferecendo maiores riscos à saúde. Essa justificativa, que aponta a confiabilidade dos resultados, se estende para os demais testes desta pesquisa que apresentam a mesma situação deste caso.

Quanto a aceitabilidade térmica, o modelo de regressão logística binária contendo a idade como preditor se mostrou como não significativo ($X^2_{(1)}$ = 0,2, p-valor= 0,65). Semelhantemente, o teste de regressão logística ordinal, apontou que modelo contendo a idade como previsor da preferência térmica, não foi significativo ($X^2_{(1)}$ = 0,517, p-valor= 0,472), assim como, também não o foi para o teste da aceitabilidade da velocidade do vento ($X^2_{(1)}$ = 0,351, p-valor= 0,554), bem como, da preferência da velocidade do vento ($X^2_{(1)}$ = 3,175, p-valor= 0,075) e da aceitabilidade da frequência do vento ($X^2_{(1)}$ = 0358, p-valor= 0,549).

Por outro lado, o modelo para prever o conforto térmico, com a idade como parâmetro, foi significativo ($X^2_{(1)}$ = 4,966, p-valor= 0,026, $PseudoR^2_{\text{Nagelkerke}}$ = 0,011). O teste mostrou que um aumento de uma unidade na idade aumenta as chances do usuário indicar o ambiente como desconfortável em 1,164 vezes ou cerca de 16,4% (OR = 1,164, IC 95%= 1,018 – 1,332).).

Quanto a preferência da frequência do vento, o teste apontou que há uma relação significativa ($X^2_{(1)}$ = 5,717, p-valor= 0,017, $PseudoR^2_{\text{Nagelkerke}}$ = 0,013). O modelo mostrou que para uma unidade acrescida na idade reduzem-se as chances do usuário indicar preferir que houvesse menor frequência de vento em 0,854 vezes ou cerca de 14,6% (OR = 0,854, IC 95%= 0,749 – 0,973).

Portanto, no inverno, os testes estatísticos apontaram que os modelos contendo idade como preditor não são significativos, com relação às variáveis preferência térmica, aceitabilidade térmica, aceitabilidade da velocidade do vento, preferência da velocidade do vento e aceitabilidade da frequência

[22] Essa distribuição qui-quadrado tem os graus de liberdade expressos por "p - q" ($\chi^2_{(p-q)}$), onde p e q são a quantidade de variáveis nos modelos testado e o nulo, respectivamente.

do vento. Por outro lado, há diferença considerável apenas quanto às variáveis sensação térmica, conforto térmico e preferência da frequência do vento.

Para o período do verão, com relação à idade (Tabela 28), podemos observar que os testes de regressão logística ordinal não apresentaram significância em nenhum dos seus modelos, seja para as questões de sensação térmica, preferência térmica e conforto térmico, ou para os quesitos de ventilação, sobre aceitabilidade e preferência da velocidade e da frequência do vento.

Semelhantemente, o teste de regressão logística binária para a aceitabilidade térmica, também, não se mostrou significativo ($X^2_{(1)}$ = 1,73, p-valor = 0,19), apontando que a idade não é um bom preditor para esta variável.

Desta forma, podemos concluir que, no verão, os testes estatísticos apontaram que não há relação significativa entre nenhuma das variáveis avaliadas com a idade.

Tabela 28 - Resultado dos testes estatísticos: relação da idade com as questões térmicas e de ventilação - Verão.

Variável independente	Variável Dependente	Significância (p-valor < 0,05)	Interpretação
IDADE (Verão)	Sensação térmica	0,525	O teste de regressão logística ordinal mostrou que o modelo contendo a idade não foi significativo ($X^2_{(1)}$ = 0,405, p-valor= 0,525).
	Preferência térmica	0,552	O teste de regressão logística ordinal mostrou que o modelo contendo a idade não foi significativo ($X^2_{(1)}$ = 0,354, p-valor= 0,552).
	Aceitabilidade térmica	0,19	O teste de regressão logística binária mostrou que o modelo contendo a idade não foi significativo ($X^2_{(1)}$ = 1,73, p-valor= 0,19).
	Conforto térmico	0,099	O teste de regressão logística ordinal mostrou que o modelo contendo a idade não foi significativo ($X^2_{(1)}$ = 2,729, p-valor = 0,099).
	Aceitabilidade da velocidade do vento	0,893	O teste de regressão logística ordinal mostrou que o modelo contendo a idade não foi significativo ($X^2_{(1)}$ = 0,018, p-valor = 0,893).
	Preferência da velocidade do vento	0,981	O teste de regressão logística ordinal mostrou que o modelo contendo a idade não foi significativo ($X^2_{(1)}$ = 0,001, p-valor = 0,981).
	Aceitabilidade da frequência do vento	0,710	O teste de regressão logística ordinal mostrou que o modelo contendo a idade não foi significativo ($X^2_{(1)}$ = 0,139, p-valor = 0,710).
	Preferência da frequência do vento	0,883	O teste de regressão logística ordinal mostrou que o modelo contendo a idade não foi significativo ($X^2_{(1)}$ = 0,022, p-valor = 0,883).

Fonte: Autora, 2020.

4.5.1.3 Índice de Massa Corporal - IMC

A última variável independente pessoal a ser analisada foi o Índice de Massa Corporal (IMC). Para o inverno, podemos observar, na Tabela 29, que os testes de correlação não apresentaram significância em seus resultados tanto para as questões térmicas de sensação, preferência e conforto, quanto para os quesitos de ventilação, sobre aceitabilidade e preferência da velocidade e frequência do vento.

De semelhante modo, o teste de regressão logística quanto a aceitabilidade térmica, também, não se mostrou significativo ($X^2_{(3)}$ = 4,43, p-valor= 0,22), apontando que o IMC não é um bom preditor para esta variável.

Tabela 29 - Resultado dos testes estatísticos: relação do IMC com as questões térmicas e de ventilação - Inverno.

Variável independente	Variável Dependente	Significância (p-valor < 0,05)	Interpretação
IMC (Inverno)	Sensação térmica	0,819	O teste de correlação de Spearman mostrou que não há correlação significativa entre esta variável e o IMC (ρ = - 0,01, p-valor = 0,819)
	Preferência térmica	0,221	O teste de correlação de Spearman mostrou que não há correlação significativa entre esta variável e o IMC (ρ = 0,06, p-valor = 0,221)
	Aceitabilidade térmica	0,22	O teste de regressão logística binária mostrou que o modelo contendo o IMC não foi significativo ($X^2_{(3)}$ = 4,43, p-valor= 0,22)
	Conforto térmico	0,294	O teste de correlação de Spearman mostrou que não há correlação significativa entre esta variável e o IMC (ρ = 0,05, p-valor = 0,294)
	Aceitabilidade da velocidade do vento	0,618	O teste de correlação de Spearman mostrou que não há correlação significativa entre esta variável e o IMC (ρ = 0,02, p-valor = 0,618)
	Preferência da velocidade do vento	0,826	O teste de correlação de Spearman mostrou que não há correlação significativa entre esta variável e o IMC (ρ = -0,01, p-valor = 0,826)
	Aceitabilidade da frequência do vento	0,454	O teste de correlação de Spearman mostrou que não há correlação significativa entre esta variável e o IMC (ρ = 0,03, p-valor = 0,454)
	Preferência da frequência do vento	0,989	O teste de correlação de Spearman mostrou que não há correlação significativa entre esta variável e o IMC (ρ = -0,00, p-valor = 0,989)

Fonte: Autora, 2020.

Passando para análise dos dados relativos ao IMC no período do verão, observa-se na Tabela 30 que, também, não houve nenhuma correlação apontada como significativa entre as variáveis térmicas e de ventilação analisadas. Assim como, também, não houve uma relação de predição significativa entre o IMC e a aceitabilidade térmica ($X^2_{(3)}$ = 5,73, p-valor= 0,13).

Sendo assim, tanto no inverno como no verão, os testes estatísticos apontaram que não há correlação significativa entre nenhuma das relações das variáveis avaliadas com o IMC, assim como, não há relação de predição entre este e a aceitabilidade térmica.

Tabela 30 - Resultado dos testes estatísticos: relação do IMC com as questões térmicas e de ventilação - Verão.

Variável independente	Variável Dependente	Significância (p-valor < 0,05)	Interpretação
IMC (Verão)	Sensação térmica	0,831	O teste de correlação de Spearman mostrou que não há correlação significativa entre esta variável e o IMC (ρ = 0,01, p-valor = 0,831)
	Preferência térmica	0,121	O teste de correlação de Spearman mostrou que não há correlação significativa entre esta variável e o IMC (ρ = 0,07, p-valor = 0,121)
	Aceitabilidade térmica	0,13	O teste de regressão logística binária mostrou que o modelo contendo o IMC não foi significativo ($X^2_{(3)}$ = 5,73, p-valor= 0,13)
	Conforto térmico	0,615	O teste de correlação de Spearman mostrou que não há correlação significativa entre esta variável e o IMC (ρ = 0,02, p-valor = 0,615)
	Aceitabilidade da velocidade do vento	0,136	O teste de correlação de Spearman mostrou que não há correlação significativa entre esta variável e o IMC (ρ = -0,07, p-valor = 0,136)
	Preferência da velocidade do vento	0,103	O teste de correlação de Spearman mostrou que não há correlação significativa entre esta variável e o IMC (ρ = -0,07, p-valor = 0,103)
	Aceitabilidade da frequência do vento	0,052	O teste de correlação de Spearman mostrou que não há correlação significativa entre esta variável e o IMC (ρ = -0,08, p-valor = 0,052)
	Preferência da frequência do vento	0,081	O teste de correlação de Spearman mostrou que não há correlação significativa entre esta variável e o IMC (ρ = -0,08, p-valor = 0,081)

Fonte: Autora, 2020.

4.5.2 Variáveis ambientais

De semelhante modo ao tópico anterior, serão apresentados os testes e as análises das variáveis ambientais (Temperatura, Umidade e Velocidade do ar) relacionadas às questões térmicas e de ventilação, separadas entre os períodos de inverno e verão.

4.5.2.1 Temperatura

A primeira variável independente a ser analisada neste ponto foi a temperatura. Para o período do inverno, podemos observar, na Tabela 31, que o teste de regressão logística ordinal para a sensação térmica, contendo a temperatura como previsor, foi significativo ($X^2_{(1)}$ = 207,48, p-valor < 0,001,

$PseudoR^2_{\text{Nagelkerke}}$ = 0,321). Assim, o modelo indica que o aumento de uma unidade na temperatura (1°C) reduz as chances do usuário indicar sensações térmicas mais frias em 0,448 vezes ou cerca de 55,2% (OR = 0,448, IC 95%= 0,398 – 0,503).

Tabela 31 - Resultado dos testes estatísticos: relação da temperatura com as questões térmicas e de ventilação - Inverno.

Variável independente	Variável Dependente	Significância (p-valor < 0,05)	Interpretação
TEMPERATURA (Inverno)	Sensação térmica	< 0,001	O teste de regressão logística ordinal mostrou que o modelo contendo a temperatura foi significativo ($X^2_{(1)}$ = 207,48, p-valor < 0,001, $PseudoR^2_{\text{Nagelkerke}}$ = 0,321, OR = 0,448, IC 95%= 0,398 – 0,503)
	Preferência térmica	< 0,001	O teste de regressão logística ordinal mostrou que o modelo contendo a temperatura foi significativo ($X^2_{(1)}$ = 155,67, p-valor < 0,001, $PseudoR^2_{\text{Nagelkerke}}$ = 0,275, OR = 2,088, IC 95%= 1,837 – 2,372)
	Aceitabilidade térmica	< 0,001	O teste de regressão logística binária mostrou que o modelo contendo a temperatura foi significativo ($X^2_{(1)}$ = 22,43, p-valor < 0,001, $PseudoR^2_{\text{Nagelkerke}}$ = 0,08, OR = 1.519, IC 95%= 1.276 - 1.818)
	Conforto térmico	< 0,001	O teste de regressão logística ordinal mostrou que o modelo contendo a temperatura foi significativo ($X^2_{(1)}$ = 41,39, p-valor < 0,001, $PseudoR^2_{\text{Nagelkerke}}$ = 0,086, OR = 1,457, IC 95%= 1,295 – 1,639)
	Aceitabilidade da velocidade do vento	0,951	O teste de regressão logística ordinal mostrou que o modelo contendo a temperatura não foi significativo ($X^2_{(1)}$ = 0,004, p-valor = 0,951)
	Preferência da velocidade do vento	< 0,001	O teste de regressão logística ordinal mostrou que o modelo contendo a temperatura foi significativo ($X^2_{(1)}$ = 121,71, p-valor < 0,001, $PseudoR^2_{\text{Nagelkerke}}$ = 0,236, OR = 0,502, IC 95%= 0,438 – 0,576)
	Aceitabilidade da frequência do vento	0,535	O teste de regressão logística ordinal mostrou que o modelo contendo a temperatura não foi significativo ($X^2_{(1)}$ = 0,386, p-valor = 0,535)
	Preferência da frequência do vento	< 0,001	O teste de regressão logística ordinal mostrou que o modelo contendo a temperatura foi significativo ($X^2_{(1)}$ = 129,43, p-valor < 0,001, $PseudoR^2_{\text{Nagelkerke}}$ = 0,250, OR = 0,486, IC 95%= 0,423 – 0,560)

Fonte: Autora, 2020.

No que diz respeito a preferência térmica, o teste foi estatisticamente significante ($X^2_{(1)}$ = 155,67, p-valor < 0,001, $PseudoR^2_{\text{Nagelkerke}}$ = 0,275), e apontou que a cada aumento de 1°C elevam-se as chances em 2,088 vezes (108,8%) do estudante preferir o ambiente térmico mais refrescado (OR = 2,088, IC 95%= 1,837 – 2,372).

Quanto ao teste de regressão logística binária para a aceitabilidade térmica, o modelo contendo a temperatura se mostrou significativo ($X^2_{(1)}$ = 22,43, p-valor < 0,001, $PseudoR^2_{\text{Nagelkerke}}$ = 0,08), muito embora, sua performance seja apenas 8% melhor que o modelo nulo. Todavia, a temperatura é um preditor significativo para esta variável, uma vez que, cada unidade de temperatura aumenta as chances de aceitabilidade térmica em 1,519 vezes ou cerca de 51,9% (OR = 1,519, IC 95%= 1,276 – 1,818).

Para o conforto térmico, verificou-se que o modelo da regressão logística ordinal apresenta significância estatística ($X^2_{(1)}$ = 41,39, p-valor < 0,001, $PseudoR^2_{\text{Nagelkerke}}$ = 0,086), e que o acréscimo de uma unidade na temperatura aumenta as chances do participante sentir-se desconfortável em 1,457 vezes, ou em 45,7% (OR = 1,457, IC 95%= 1,295 – 1,639).

Passando para as questões da ventilação, o teste de regressão logística mostrou que o modelo não foi significativo quanto a temperatura como preditor da aceitabilidade da velocidade do vento ($X^2_{(1)}$ = 0,004, p-valor = 0,951), assim como, também não o foi, para a aceitabilidade da frequência do vento ($X^2_{(1)}$ = 0,386, p-valor = 0,535).

Por outro lado, o teste do modelo de regressão foi significativo para a preferência da velocidade do vento ($X^2_{(1)}$ = 121,71, p-valor < 0,001, $PseudoR^2_{\text{Nagelkerke}}$ = 0,236), indicando que o aumento da temperatura reduz as chances em 0,502 vezes (49,8%) do usuário preferir menos velocidade do vento (OR = 0,502, IC 95%= 0,438 – 0,576).

De forma similar, o modelo de preferência da frequência do vento, também foi significativo ($X^2_{(1)}$ = 129,43, p-valor < 0,001, $PseudoR^2_{\text{Nagelkerke}}$ = 0,250). Desta forma, o aumento de uma unidade na temperatura reduz as chances do indivíduo preferir menos do vento em 0,486 vezes, cerca de 51,4% (OR = 0,486, IC 95%= 0,423 – 0,560).

Portanto, no inverno, os testes estatísticos apontaram que os modelos contendo a temperatura como preditor são significativos com relação às variáveis sensação térmica, preferência térmica, aceitabilidade térmica, conforto térmico, preferência da velocidade do vento e preferência da frequência do vento. Por outro lado, não há diferença considerável quanto às variáveis aceitabilidade da velocidade do vento e da aceitabilidade frequência do vento.

Passando para o período do verão, podemos observar, na Tabela 32, que o teste de regressão logística ordinal contendo a temperatura como previsor, foi significativo para o modelo da sensação térmica ($X^2_{(1)}$ = 239,84, p-valor < 0,001, $PseudoR^2_{\text{Nagelkerke}}$ = 0,327). Assim, o teste indica o aumento de 1°C na temperatura reduzem as chances do usuário indicar sensações térmicas mais frias em 0,519 vezes, ou seja, por volta de 48,1% (OR = 0,519, IC 95%= 0,474 – 0,567).

Tabela 32 - Resultado dos testes estatísticos: relação da temperatura com as questões térmicas e de ventilação - Verão.

Variável independente	Variável Dependente	Significância (p-valor < 0,05)	Interpretação
TEMPERATURA (Verão)	Sensação térmica	< 0,001	O teste de regressão logística ordinal mostrou que o modelo contendo a temperatura foi significativo ($X^2_{(1)}$ = 239,84, p-valor < 0,001, $PseudoR^2_{\text{Nagelkerke}}$ = 0,327, OR = 0,519, IC 95%= 0,474 – 0,567)
	Preferência térmica	< 0,001	O teste de regressão logística ordinal mostrou que o modelo contendo a temperatura foi significativo ($X^2_{(1)}$ = 147,82, p-valor < 0,001, $PseudoR^2_{\text{Nagelkerke}}$ = 0,295, OR = 1,97, IC 95%= 1,739 – 2,232)
	Aceitabilidade térmica	< 0,001	O teste de regressão logística binária mostrou que o modelo contendo a temperatura foi significativo ($X^2_{(1)}$ = 128,67, p-valor < 0,001, $PseudoR^2_{\text{Nagelkerke}}$ = 0,24, OR = 1,683, IC 95%= 1,525 – 1,866)
	Conforto térmico	< 0,001	O teste de regressão logística ordinal mostrou que o modelo contendo a temperatura foi significativo ($X^2_{(1)}$ = 177,58, p-valor < 0,001, $PseudoR^2_{\text{Nagelkerke}}$ = 0,282, OR = 1,803, IC 95%= 1,640 – 1,984)
	Aceitabilidade da velocidade do vento	< 0,001	O teste de regressão logística ordinal mostrou que o modelo contendo a temperatura foi significativo ($X^2_{(1)}$ = 16,71, p-valor < 0,001, $PseudoR^2_{\text{Nagelkerke}}$ = 0,029, OR = 1,167, IC 95%= 1,083 – 1,257)
	Preferência da velocidade do vento	< 0,001	O teste de regressão logística ordinal mostrou que o modelo contendo a temperatura foi significativo ($X^2_{(1)}$ = 92,47, p-valor < 0,001, $PseudoR^2_{\text{Nagelkerke}}$ = 0,210, OR = 0,573, IC 95%= 0,506 – 0,649)
	Aceitabilidade da frequência do vento	< 0,001	O teste de regressão logística ordinal mostrou que o modelo contendo a temperatura foi significativo ($X^2_{(1)}$ = 23,69, p-valor < 0,001, $PseudoR^2_{\text{Nagelkerke}}$ = 0,040, OR = 1,201, IC 95%= 1,115 – 1,294)
	Preferência da frequência do vento	< 0,001	O teste de regressão logística ordinal mostrou que o modelo contendo a temperatura foi significativo ($X^2_{(1)}$ = 72,19, p-valor < 0,001, $PseudoR^2_{\text{Nagelkerke}}$ = 0,178, OR = 0,601, IC 95%= 0,529 – 0,682)

Fonte: Autora, 2020.

Para o modelo da preferência térmica, o teste foi estatisticamente significante ($X^2_{(1)}$ = 147,82, p-valor < 0,001, $PseudoR^2_{\text{Nagelkerke}}$ = 0,295), e apontou que a cada aumento unitário de temperatura resulta em um valor 1,97 vezes (97%) maior de chances do estudante preferir o ambiente térmico mais refrescado (OR = 1,97, IC 95%= 1,739 – 2,232).

Com relação ao teste de regressão logística binária para a aceitabilidade térmica, este mostrou que o modelo contendo a temperatura é significativo ($X^2_{(1)}$ = 128,67, p-valor < 0,001,

$PseudoR^2_{\text{Nagelkerke}}$= 0,24). Além disso, a temperatura do ar se mostrou como um preditor significativo, uma vez que, cada unidade de temperatura aumenta as chances de aceitabilidade térmica em 1,683 vezes ou cerca de 68,3% (OR = 1,683, IC 95%= 1,525 – 1,866).

Quando se testou o conforto térmico, verificou-se que o modelo apresenta significância estatística ($X^2_{(1)}$ = 177,58, p-valor < 0,001, $PseudoR^2_{\text{Nagelkerke}}$ = 0,282), e que o acréscimo de 1°C na temperatura aumenta as chances em 1,803 vezes (80,3%) do participante sentir-se desconfortável (OR = 1,803, IC 95%= 1,640 – 1,984)

Quanto às questões da ventilação, o teste de regressão logística mostrou que o modelo foi significativo tendo a temperatura como preditor da aceitabilidade da velocidade do vento ($X^2_{(1)}$ = 16,71, p-valor < 0,001, $PseudoR^2_{\text{Nagelkerke}}$ = 0,029). Indicando, também, que o aumento uma unidade da temperatura eleva em 1,167 as chances (16,7%) do usuário considerar a velocidade do vento como inaceitável (OR = 1,167, IC 95%= 1,083 – 1,257)

Por outro lado, apesar do teste do modelo de regressão ser significativo para a preferência da velocidade do vento ($X^2_{(1)}$ = 92,47, p-valor < 0,001, $PseudoR^2_{\text{Nagelkerke}}$ = 0,210), o aumento de 1°C na temperatura reduz as chances em 0,573 vezes (42,7%) do usuário preferir menos velocidade do vento (OR = 0,573, IC 95%= 0,506 – 0,649)

Para a aceitabilidade da frequência do vento, o teste de regressão logística se mostrou significativo ($X^2_{(1)}$ = 23,69, p-valor < 0,001, $PseudoR^2_{\text{Nagelkerke}}$ = 0,040), apresentado que a cada aumento unitário de temperatura resulta em um valor 1,201 vezes maior de chances (20,1%) do estudante considerar a frequência do vento como inaceitável (OR = 1,201, IC 95%= 1,115 – 1,294).

De forma similar, o modelo de preferência da frequência do vento, também foi significativo ($X^2_{(1)}$ = 72,19, p-valor < 0,001, $PseudoR^2_{\text{Nagelkerke}}$ = 0,178). Porém, o aumento de 1°C na temperatura reduz as chances do indivíduo preferir menos do vento em 0,601 vezes, cerca de 39,9% (OR = 0,601, IC 95%= 0,529 – 0,682).

Sendo assim, no verão, os testes de regressão logística apontaram que os modelos contendo a temperatura como preditor são significativos com relação a todas as variáveis analisadas, muito embora preferência térmica, aceitabilidade térmica, conforto térmico, aceitabilidade da velocidade do vento e aceitabilidade da frequência do vento, tenham uma relação diretamente proporcional com a temperatura; enquanto que sensação térmica, preferência da velocidade do vento e preferência da frequência do vento são inversamente proporcionais a temperatura.

4.5.2.2 Umidade do ar

A segunda variável independente a ser analisada foi a umidade do ar. Podemos observar na Tabela 33, relativa ao período de inverno, que o modelo da regressão logística contendo a umidade

relativa como previsor da sensação térmica foi significativo ($X^2_{(1)}$ = 132,76, p-valor < 0,001, $PseudoR^2_{\text{Nagelkerke}}$ = 0,219). Além disso, o teste indicou que o aumento de uma unidade na umidade relativa resulta em um valor 1,118 vezes (11,8%) maior de chances do indivíduo indicar sensações térmicas mais frias (OR = 1,118, IC 95%= 1,096 – 1,140).

Tabela 33 - Resultado dos testes estatísticos: relação da umidade com as questões térmicas e de ventilação - Inverno.

Variável independente	Variável Dependente	Significância (p-valor < 0,05)	Interpretação
UMIDADE (Inverno)	Sensação térmica	< 0,001	O teste de regressão logística ordinal mostrou que o modelo contendo a umidade foi significativo ($X^2_{(1)}$ = 132,76, p-valor < 0,001, $PseudoR^2_{\text{Nagelkerke}}$ = 0,219, OR = 1,118, IC 95%= 1,096 – 1,140)
	Preferência térmica	< 0,001	O teste de regressão logística ordinal mostrou que o modelo contendo a umidade foi significativo ($X^2_{(1)}$ = 95,61, p-valor < 0,001, $PseudoR^2_{\text{Nagelkerke}}$ = 0,178, OR = 0,909, IC 95%= 0,891 – 0,928)
	Aceitabilidade térmica	< 0,001	O teste de regressão logística binária mostrou que o modelo contendo a umidade foi significativo ($X^2_{(1)}$ = 20,21, p-valor < 0,001, $PseudoR^2_{\text{Nagelkerke}}$ = 0,07, OR = 0,928, IC 95%= 0,896 – 0,959)
	Conforto térmico	< 0,001	O teste de regressão logística ordinal mostrou que o modelo contendo a umidade foi significativo ($X^2_{(1)}$ = 26,28, p-valor < 0,001, $PseudoR^2_{\text{Nagelkerke}}$ = 0,056, OR = 0,95, IC 95%= 0,932 – 0,969)
	Aceitabilidade da velocidade do vento	0,784	O teste de regressão logística ordinal mostrou que o modelo contendo a umidade não foi significativo ($X^2_{(1)}$ = 0,075, p-valor = 0,784)
	Preferência da velocidade do vento	< 0,001	O teste de regressão logística ordinal mostrou que o modelo contendo a umidade foi significativo ($X^2_{(1)}$ = 80,29, p-valor < 0,001, $PseudoR^2_{\text{Nagelkerke}}$ = 0,161, OR = 1,096, IC 95%= 1,073– 1,120)
	Aceitabilidade da frequência do vento	0,729	O teste de regressão logística ordinal mostrou que o modelo contendo a umidade não foi significativo ($X^2_{(1)}$ = 0,120, p-valor = 0,729)
	Preferência da frequência do vento	< 0,001	O teste de regressão logística ordinal mostrou que o modelo contendo a umidade foi significativo ($X^2_{(1)}$ = 94,97, p-valor < 0,001, $PseudoR^2_{\text{Nagelkerke}}$ = 0,189, OR = 1,106, IC 95%= 1,082 – 1,130)

Fonte: Autora, 2020.

Quanto a preferência térmica, o teste foi estatisticamente significante ($X^2_{(1)}$ = 95,61, p-valor < 0,001, $PseudoR^2_{\text{Nagelkerke}}$ = 0,178); e apontou que a cada aumento na umidade, reduzem-se as chances em 0,909 vezes (9,1%) do usuário preferir o ambiente térmico mais refrescado (OR = 0,909, IC 95%= 0,891 – 0,928).

Para a variável aceitabilidade térmica, foi realizado o teste de regressão logística binária, que apontou o modelo contendo a umidade como sendo significativo ($X^2_{(1)}$ = 20,21, p-valor < 0,001, $PseudoR^2_{\text{Nagelkerke}}$ = 0,07). Além disso, a umidade do ar se mostrou como um preditor significativo, uma vez que, cada unidade de umidade reduz as chances de aceitabilidade térmica em 0,928 vezes ou cerca de 7,2% (OR = 0,928, IC 95%= 0,896 – 0,959).

No que diz respeito ao conforto térmico, no inverno, verificou-se que o modelo apresenta significância estatística ($X^2_{(1)}$ = 26,28, p-valor < 0,001, $PseudoR^2_{\text{Nagelkerke}}$ = 0,056); e que o acréscimo de uma unidade na umidade reduz em 0,95 vezes (5%) as chances do participante sentir-se desconfortável (OR = 0,95, IC 95%= 0,932 – 0,969).

Para o modelo da aceitabilidade da velocidade do vento, contendo a umidade relativa como preditor, o teste não foi significativo ($X^2_{(1)}$ = 0,075, p-valor = 0,784). Semelhantemente, o modelo da aceitabilidade da frequência do vento, também não foi significativo ($X^2_{(1)}$ = 0,12, p-valor = 0,729).

Por outro lado, o teste de regressão para a preferência da velocidade do vento foi significativo ($X^2_{(1)}$ = 80,29, p-valor < 0,001, $PseudoR^2_{\text{Nagelkerke}}$ = 0,161); e informou que o aumento de 1% na umidade relativa resulta em um aumento de 1,096 vezes (9,6%) na chance do usuário preferir menos velocidade do vento (OR = 1,096, IC 95%= 1,073– 1,120).

Para o teste do modelo de preferência da frequência do vento, a umidade relativa também foi significativa ($X^2_{(1)}$ = 94,97, p-valor < 0,001, $PseudoR^2_{\text{Nagelkerke}}$ = 0,189), no qual, o aumento de uma unidade na umidade acresce as chances do indivíduo preferir menos do vento em 1,106 vezes, cerca de 10,6% (OR = 1,106, IC 95%= 1,082 – 1,130).

Portanto, no inverno, os testes estatísticos apontaram que os modelos contendo a umidade relativa como preditor são significativos com relação às variáveis sensação térmica, preferência térmica, aceitabilidade térmica, conforto térmico, preferência da velocidade do vento e preferência da frequência do vento. Por outro lado, não há diferença considerável quanto às variáveis aceitabilidade da velocidade do vento e da aceitabilidade frequência do vento, no que diz respeito à umidade.

Analisado os resultados dos testes para o período do verão (Tabela 34), temos que o modelo de regressão para a sensação térmica, contendo a umidade relativa como previsor, foi significativo ($X^2_{(1)}$ = 125,95, p-valor < 0,001, $PseudoR^2_{\text{Nagelkerke}}$ = 0,187), e apontou que o aumento de uma unidade na umidade eleva em 1,154 vezes (15,4%) às chances do usuário indicar sensações térmicas mais frias (OR = 1,154, IC 95%= 1,124 – 1,184).

Para a variável a preferência térmica, o teste foi estatisticamente significante ($X^2_{(1)}$ = 61,07, p-valor < 0,001, $PseudoR^2_{\text{Nagelkerke}}$ = 0,130); e indicou que a cada aumento de 1% na umidade reduzem-se as chances em 0,870 vezes (13%) do estudante preferir o ambiente térmico mais refrescado (OR = 0,870, IC 95%= 0,837 – 0,904).

Tabela 34 - Resultado dos testes estatísticos: relação da umidade com as questões térmicas e de ventilação - Verão.

Variável independente	Variável Dependente	Significância (p-valor < 0,05)	Interpretação
UMIDADE (Verão)	Sensação térmica	< 0,001	O teste de regressão logística ordinal mostrou que o modelo contendo a umidade foi significativo ($X^2_{(1)}$ = 125,95, p-valor < 0,001, $PseudoR^2_{\text{Nagelkerke}}$ = 0,187, OR = 1,154, IC 95%= 1,124 – 1,184)
	Preferência térmica	< 0,001	O teste de regressão logística ordinal mostrou que o modelo contendo a umidade foi significativo ($X^2_{(1)}$ = 61,07, p-valor < 0,001, $PseudoR^2_{\text{Nagelkerke}}$ = 0,130, OR = 0,87, IC 95%= 0,837 – 0,904)
	Aceitabilidade térmica	< 0,001	O teste de regressão logística binária mostrou que o modelo contendo a umidade foi significativo ($X^2_{(1)}$ = 64,8, p-valor < 0,001, $PseudoR^2_{\text{Nagelkerke}}$ = 0,13, OR = 0,894, IC 95%= 0,868 – 0,92)
	Conforto térmico	0,002	O teste de regressão logística ordinal mostrou que o modelo contendo a umidade foi significativo ($X^2_{(1)}$ = 82,255, p-valor < 0,002, $PseudoR^2_{\text{Nagelkerke}}$ = 0,14, OR = 0,888, IC 95%= 0,865 – 0,912)
	Aceitabilidade da velocidade do vento	0,029	O teste de regressão logística ordinal mostrou que o modelo contendo a umidade foi significativo ($X^2_{(1)}$ = 4,77, p-valor = 0,029, $PseudoR^2_{\text{Nagelkerke}}$ = 0,008, OR = 0,973, IC 95%= 0,950– 0,997)
	Preferência da velocidade do vento	< 0,001	O teste de regressão logística ordinal mostrou que o modelo contendo a umidade foi significativo ($X^2_{(1)}$ = 25,97, p-valor < 0,001, $PseudoR^2_{\text{Nagelkerke}}$ = 0,062, OR = 1,1, IC 95%= 1,058 – 1,143)
	Aceitabilidade da frequência do vento	< 0,001	O teste de regressão logística ordinal mostrou que o modelo contendo a umidade foi significativo ($X^2_{(1)}$ = 13,55, p-valor < 0,001, $PseudoR^2_{\text{Nagelkerke}}$ = 0,023, OR = 0,955, IC 95%= 0,932– 0,979)
	Preferência da frequência do vento	< 0,001	O teste de regressão logística ordinal mostrou que o modelo contendo a umidade foi significativo ($X^2_{(1)}$ = 19,13, p-valor < 0,001, $PseudoR^2_{\text{Nagelkerke}}$ = 0,049, OR = 1,088, IC 95%= 1,046 – 1,132)

Fonte: Autora, 2020.

O teste de regressão logística binária, para a variável aceitabilidade térmica, que apontou o modelo contendo a umidade do ar como sendo significativo ($X^2_{(1)}$ = 64,8, p-valor < 0,001), $PseudoR^2_{\text{Nagelkerke}}$ = 0,13). Além disso, a umidade do ar se mostrou como um preditor significativo, uma vez que, cada unidade de umidade reduz as chances de aceitabilidade térmica em 0,894 vezes ou cerca de 10,6% (OR= 0,894, IC 95%= 0,868 – 0,92).

No que diz respeito ao conforto térmico, verificou-se que o modelo da regressão logística ordinal apresenta significância estatística ($X^2_{(1)}$ = 82,25, p-valor = 0,002, $PseudoR^2_{\text{Nagelkerke}}$ = 0,14); e que o acréscimo de uma unidade na umidade reduz em 0,888 vezes (11,2%) às chances do participante sentir-se desconfortável (OR = 0,888, IC 95%= 0,865 – 0,912).

Quanto ao teste de regressão logística da aceitabilidade da velocidade do vento, vemos que o modelo foi significativo ($X^2_{(1)}$ = 4,77, p-valor = 0,029, $PseudoR^2_{\text{Nagelkerke}}$ = 0,008). Além disso, pode-se dizer que o aumento de uma unidade da umidade relativa resulta em um valor 0,973 vezes (2,7%) menor de chances do usuário considerar a velocidade do vento como inaceitável (OR = 0,973, IC 95%= 0,950– 0,997).

Para a preferência da velocidade do vento, o teste foi significativo ($X^2_{(1)}$ = 25,97, p-valor < 0,001, $PseudoR^2_{\text{Nagelkerke}}$ = 0,062); e informou que o aumento de 1% na umidade relativa resulta em um aumento de 1,1 vezes (10%) na chance do usuário preferir menos velocidade do vento (OR = 1,1, IC 95%= 1,058 – 1,143)

Se tratando do modelo de regressão da aceitabilidade da frequência do vento, o teste se mostrou significativo ($X^2_{(1)}$ = 13,55, p-valor < 0,001, $PseudoR^2_{\text{Nagelkerke}}$ = 0,023), apresentado que a cada acréscimo unitário na umidade resulta em um valor 0,955 vezes (4,5%) menor de chances do estudante considerar a frequência do vento como inaceitável (OR = 0,955, IC 95%= 0,932– 0,979).

De forma similar, o modelo de preferência da frequência do vento, também, foi significativo ($X^2_{(1)}$ = 19,13, p-valor < 0,001, $PseudoR^2_{\text{Nagelkerke}}$ = 0,049). Contudo, o aumento de uma unidade na umidade melhora as chances do indivíduo preferir menos do vento em 1,088 vezes, cerca de 8,8% (OR = 1,088, IC 95%= 1,046 – 1,132).

Portanto, no verão, os testes de regressão logística apontaram que os modelos contendo a umidade relativa como preditor são significativos com relação a todas as questões analisadas. Todavia, vale ressaltar que existe divergência quanto à proporcionalidade das variáveis em relação a umidade.

4.5.2.3 Velocidade do ar

A última variável independente a ser analisada dentro das variáveis ambientais foi a velocidade do ar. Para o período do inverno, com relação a velocidade do ar (Tabela 35), podemos observar que os testes de regressão logística apresentaram significância apenas para o modelo que contém a preferência térmica. Vale destacar, porém, que o modelo da sensação térmica, apresentou um valor próximo ao considerado significativo ($X^2_{(1)}$ = 3,64, p-valor = 0,056).

Tabela 35 - Resultado dos testes estatísticos: relação da velocidade do ar com as questões térmicas e de ventilação - Inverno.

Variável independente	Variável Dependente	Significância (p-valor < 0,05)	Interpretação
VELOCIDADE DO AR (Inverno)	Sensação térmica	0,056	O teste de regressão logística ordinal mostrou que o modelo contendo a velocidade do ar não foi significativo ($X^2_{(1)}$ = 3,64, p-valor = 0,056)
	Preferência térmica	0,009	O teste de regressão logística ordinal mostrou que o modelo contendo a velocidade do ar foi significativo ($X^2_{(1)}$ = 6,87, p-valor = 0,009, $PseudoR^2_{\text{Nagelkerke}}$ = 0,014, OR = 4,76, IC 95%= 1,474 – 15,373)
	Aceitabilidade térmica	0,37	O teste de regressão logística binária mostrou que o modelo contendo a velocidade do ar não foi significativo ($X^2_{(1)}$ = 0,82, p-valor = 0,37)
	Conforto térmico	0,402	O teste de regressão logística ordinal mostrou que o modelo contendo a velocidade do ar não foi significativo ($X^2_{(1)}$ = 0,703, p-valor = 0,402)
	Aceitabilidade da velocidade do vento	0,639	O teste de regressão logística ordinal mostrou que o modelo contendo a velocidade do ar não foi significativo ($X^2_{(1)}$ = 0,220, p-valor = 0,639)
	Preferência da velocidade do vento	0,613	O teste de regressão logística ordinal mostrou que o modelo contendo a velocidade do ar não foi significativo ($X^2_{(1)}$ = 0,256, p-valor = 0,613)
	Aceitabilidade da frequência do vento	0,348	O teste de regressão logística ordinal mostrou que o modelo contendo a velocidade do ar não foi significativo ($X^2_{(1)}$ = 0,881, p-valor = 0,348)
	Preferência da frequência do vento	0,204	O teste de regressão logística ordinal mostrou que o modelo contendo a velocidade do ar não foi significativo ($X^2_{(1)}$ = 1,614, p-valor = 0,204)

Fonte: Autora, 2020.

O teste da preferência térmica foi significativo ($X^2_{(1)}$ = 6,87, p-valor = 0,009, $PseudoR^2_{\text{Nagelkerke}}$ = 0,014) e indicou que o aumento de 1m/s na velocidade do ar aumentam as chances em 4,76 vezes (376%) do estudante preferir o ambiente térmico mais refrescado (OR = 4,76, IC 95%= 1,474 – 15,373).

Dado o contexto de pesquisa, que não apresentou valores de velocidade do ar acima de 1m/s no experimento de campo, a razão da chance (OR) é teórica. Contudo, é possível fazer uma equivalência prática dentro das condições de velocidades encontradas por meio de uma adaptação simples de proporção. Essa alternativa, que adequa a razão de chances, se estende para as demais interpretações de OR deste trabalho que apresentam a mesma situação deste caso, que, por sua vez, pode ser expresso pelo aumento de 0,1m/s na velocidade do ar elevar as chances em 37,6% do estudante preferir o ambiente térmico mais refrescado.

Por outro lado, temos que no verão (Tabela 36), o teste de regressão logística ordinal mostrou que o modelo contendo a velocidade do ar como preditor da sensação térmica foi significativo ($X^2_{(1)}$ = 4,38, p-valor = 0,036, $PseudoR^2_{\text{Nagelkerke}}$ = 0,007) e aponta que o acréscimo de 0,1m/s na velocidade

do ar aumenta em 0,2081 vezes (10,81%) as chances do aluno indicar sensações térmicas mais frias (OR = 2,081, IC 95%= 1,047 – 4,134).

Tabela 36 - Resultado dos testes estatísticos: relação da velocidade do ar com as questões térmicas e de ventilação - Verão.

Variável independente	Variável Dependente	Significância (p-valor < 0,05)	Interpretação
VELOCIDADE DO AR (Verão)	Sensação térmica	0,036	O teste de regressão logística ordinal mostrou que o modelo contendo a velocidade do ar foi significativo ($X^2_{(1)}$ = 4,38, p-valor = 0,036, $PseudoR^2_{\text{Nagelkerke}}$ = 0,007, OR = 2,081, IC 95%= 1,047 – 4,134)
	Preferência térmica	0,002	O teste de regressão logística ordinal mostrou que o modelo contendo a velocidade do ar foi significativo ($X^2_{(1)}$ = 9,43, p-valor = 0,002, $PseudoR^2_{\text{Nagelkerke}}$ = 0,021, OR = 0,226, IC 95%= 0,088– 0,577)
	Aceitabilidade térmica	0,02	O teste de regressão logística binária mostrou que o modelo contendo a velocidade do ar foi significativo ($X^2_{(1)}$ = 5,62, p-valor = 0,02, $PseudoR^2_{\text{Nagelkerke}}$ = 0,01, OR = 0,379, IC 95%= 0,167 – 0,846)
	Conforto térmico	0,034	O teste de regressão logística ordinal mostrou que o modelo contendo a velocidade do ar foi significativo ($X^2_{(1)}$ = 4,47, p-valor = 0,034, $PseudoR^2_{\text{Nagelkerke}}$ = 0,008, OR = 0,442, IC 95%= 0,207 – 0,944)
	Aceitabilidade da velocidade do vento	0,004	O teste de regressão logística ordinal mostrou que o modelo contendo a velocidade do ar foi significativo ($X^2_{(1)}$ = 8,28, p-valor = 0,004, $PseudoR^2_{\text{Nagelkerke}}$ = 0,014, OR = 0,344, IC 95%= 0,166 – 0,713)
	Preferência da velocidade do vento	0,005	O teste de regressão logística ordinal mostrou que o modelo contendo a velocidade do ar foi significativo ($X^2_{(1)}$ = 7,901, p-valor = 0,005, $PseudoR^2_{\text{Nagelkerke}}$ = 0,019, OR = 4,322, IC 95%= 1,583 –11,799)
	Aceitabilidade da frequência do vento	0,003	O teste de regressão logística ordinal mostrou que o modelo contendo a velocidade do ar foi significativo ($X^2_{(1)}$ = 8,95, p-valor = 0,003, $PseudoR^2_{\text{Nagelkerke}}$ = 0,015, OR = 0,332, IC 95%= 0,161– 0,685)
	Preferência da frequência do vento	0,048	O teste de regressão logística ordinal mostrou que o modelo contendo a velocidade do ar foi significativo ($X^2_{(1)}$ = 3,896, p-valor = 0,048, $PseudoR^2_{\text{Nagelkerke}}$ = 0,01, OR = 2,933, IC 95%= 1,025 – 8,396)

Fonte: Autora, 2020.

No tocante a preferência térmica, o modelo foi significativo ($X^2_{(1)}$ = 9,43, p-valor = 0,002, $PseudoR^2_{\text{Nagelkerke}}$ = 0,021) e mostrou que o aumento de 0,1m/s na velocidade do ar resulta em um

valor 0,0226 vezes (7,74%) menor do usuário preferir o ambiente térmico mais refrescado (OR = 0,226, IC 95%= 0,088– 0,577).

O teste de regressão logística binária para a aceitabilidade térmica, mostrou que o modelo contendo a velocidade do ar é significativo ($X^2_{(1)}$ = 5,62, p-valor = 0,02, $PseudoR^2_{\text{Nagelkerke}}$ = 0,01). Assim, a velocidade do ar se mostrou como um preditor significativo, uma vez que, a cada 0,1m/s de velocidade do ar reduz-se as chances de aceitabilidade térmica em 0,0379 vezes ou cerca de 6,21% (OR = 0,379, IC 95%= 0,167 – 0,846)

Para o conforto térmico, verificou-se que o modelo de regressão logística ordinal apresenta significância estatística ($X^2_{(1)}$ = 4,47, p-valor = 0,034, $PseudoR^2_{\text{Nagelkerke}}$ = 0,008), e que o acréscimo de 0,1m/s na velocidade do ar reduz as chances em 0,0442 vezes (5,58%) do participante sentir-se desconfortável no verão (OR = 0,442, IC 95%= 0,207 – 0,944).

Quanto ao teste da aceitabilidade da velocidade do vento, vemos que o modelo foi significativo ($X^2_{(1)}$ = 8,28, p-valor = 0,004, $PseudoR^2_{\text{Nagelkerke}}$ = 0,014). Além disso, pode-se dizer que o aumento uma unidade da velocidade do ar (0,1m/s) resulta em um valor 0,0344 vezes (6,56%) menor de chances do usuário considerar a velocidade do vento como inaceitável (OR = 0,344, IC 95%= 0,166 – 0,713)

Por outro lado, o teste do modelo de regressão foi significativo para a preferência da velocidade do vento ($X^2_{(1)}$ = 7,901, p-valor = 0,005, $PseudoR^2_{\text{Nagelkerke}}$ = 0,019), indicando que o aumento de 0,1m/s na velocidade do ar eleva as chances em 0,4322 vezes (33,22%) do usuário preferir menos velocidade do vento (OR = 4,322, IC 95%= 1,583 –11,799).

Para a aceitabilidade da frequência do vento, o teste de regressão logística se mostrou significativo ($X^2_{(1)}$ = 8,95, p-valor = 0,003, $PseudoR^2_{\text{Nagelkerke}}$ = 0,015), apresentado que a cada elevação de 0,1m/s na velocidade do ar resulta em um valor 0,0332 vezes menor de chances (6,68%) do estudante considerar a frequência do vento como inaceitável (OR = 0,332, IC 95%= 0,161– 0,685).

De forma similar, o modelo de preferência da frequência do vento, também foi significativo ($X^2_{(1)}$ = 3,896, p-valor = 0,048, $PseudoR^2_{\text{Nagelkerke}}$ = 0,01). Contudo, o aumento de uma unidade na velocidade do ar (0,1m/s) melhora as chances do indivíduo preferir menos do vento em 0,2933 vezes, cerca de 19,33% (OR = 2,933, IC 95%= 1,025 – 8,396)

Sendo assim, em contraste com o inverno, que teve apenas o modelo de regressão para a preferência térmica como significativo; no verão todos os testes foram significativos para a velocidade do ar como preditor das variáveis avaliadas.

4.5.3 Sensação e percepção do conforto

A seguir, serão descritas as relações das variáveis sensação e percepção de conforto térmico relacionados aos quesitos térmicos e de ventilação, como nos tópicos anteriores, separados pelos períodos de inverno e verão.

4.5.3.1 Sensação térmica

A primeira variável independente a ser analisada foi a sensação térmica. No período do inverno, podemos observar na Tabela 37, o teste apontou que há uma correlação moderada e inversamente proporcional entre a preferência térmica e a sensação térmica (ρ = - 0,67, p-valor < 0,001). Já entre o conforto térmico e a sensação térmica, a correlação, também, é inversamente proporcional, mas, fraca (ρ = -0,26, p-valor < 0,001).

Com relação ao teste de regressão logística para a aceitabilidade térmica, o modelo contendo a sensação térmica se mostrou significativo ($X^2_{(6)}$ = 56,78, p-valor < 0,001, $PseudoR^2_{\text{Nagelkerke}}$ = 0,19), muito embora a performance deste seja 19% melhor que o modelo nulo. Podemos destacar, também, que apenas as categorias 1, 2, 3 e 7 apresentaram uma diferença significativa quanto ao parâmetro de referência (neutro), indicando que pertencer a tais categorias faz com que as chances de considerar o ambiente térmico como aceitável diminuam (OR_1 = 0,025, OR_2 = 0,094, OR_3 = 0,231 e OR_7 = 0,169).

Sendo assim, pertencer a sensação térmica “com muito calor”, reduz as chances em 0,025 vezes (ou cerca de 97,5 %) de considerar o ambiente térmico como aceitável; assim como, estar na categoria “com calor”, diminui as chances em 0,094 vezes (90,6%); estar no nível “levemente com calor”, reduz as chances em 0,231 vezes (76,9%), e, também, estar na categoria “com muito frio”, diminui as chances em 0,169 vezes (83,1%) de considerar aceitável o ambiente térmico.

Quanto à aceitabilidade da velocidade do vento e a aceitabilidade da frequência do vento, ambas não apresentaram correlação significativa com a sensação térmica. Todavia, tanto os testes de correlação da preferência da velocidade do vento (ρ = 0,57, p-valor < 0,001), quanto os da preferência da frequência do vento (ρ= 0,56, p-valor < 0,001), em relação a sensação térmica, mostraram uma correlação positiva e moderada, indicando que quanto maior a sensação térmica, maior estas duas variáveis.

Portanto, no inverno, os testes estatísticos apontaram que há correlação significativa entre a sensação térmica e as variáveis preferência térmica, conforto térmico, preferência da velocidade do vento e preferência da frequência do vento, muito embora, com forças de correlação distintas, assim como, há uma relação de significância, de acordo como teste de regressão logística, entre a sensação e a aceitabilidade térmica. Contudo, os testes mostraram que não há correlação considerável da sensação térmica com as variáveis aceitabilidade da velocidade do vento e aceitabilidade da frequência do vento.

Tabela 37 - Resultado dos testes estatísticos: relação da sensação térmica de conforto com as questões térmicas e de ventilação - Inverno.

Variável independente	Variável Dependente	Significância (p-valor < 0,05)	Interpretação
SENSAÇÃO TÉRMICA (Inverno)	Preferência térmica	< 0,001	O teste de correlação de Spearman mostrou que há uma correlação negativa e moderada entre esta variável e a sensação térmica (ρ = - 0,67, p-valor < 0,001)
	Aceitabilidade térmica	< 0,001	O teste de regressão logística binária mostrou que o modelo contendo a sensação térmica foi significativo ($X^2_{(6)}$ = 56,78, p-valor < 0,001, $PseudoR^2_{\text{Nagelkerke}}$ = 0,19). Contudo, apenas os parâmetros 1, 2, 3 e 7 tiveram diferença de efeito significativo, quando comparados a categoria de referência 4. OR 2.5 % 97.5 % (Intercept) 19.714 9.958 46.540 P8Com muito calor 0.025 0.005 0.099 P8Com calor 0.094 0.032 0.252 P8Levemente com calor 0.231 0.086 0.568 P8Com muito frio 0.169 0.040 0.873
	Conforto térmico	< 0,001	O teste de correlação de Spearman mostrou que há uma correlação negativa e fraca entre esta variável e a sensação térmica (ρ = -0,26, p-valor < 0,001)
	Aceitabilidade da velocidade do vento	0,219	O teste de correlação de Spearman mostrou que não há correlação significativa entre esta variável e a sensação térmica (ρ = 0,05, p-valor = 0,219)
	Preferência da velocidade do vento	< 0,001	O teste de correlação de Spearman mostrou que há uma correlação positiva e moderada entre esta variável e a sensação térmica (ρ = 0,57, p-valor < 0,001)
	Aceitabilidade da frequência do vento	0,453	O teste de correlação de Spearman mostrou que não há correlação significativa entre esta variável e a sensação térmica (ρ = 0,03, p-valor = 0,453)
	Preferência da frequência do vento	< 0,001	O teste de correlação de Spearman mostrou que há uma correlação positiva e moderada entre esta variável e a sensação térmica (ρ= 0,56, p-valor < 0,001)

Fonte: Autora, 2020.

Para o período do verão, podemos observar, na Tabela 38, que tanto os testes de correlação da preferência térmica (ρ = -0,53, p-valor < 0,001), assim como, os do conforto térmico (ρ = -0,61, p-valor < 0,001), em relação a sensação térmica, mostraram uma correlação inversamente proporcional e moderada, indicando que quanto maior a sensação térmica, menor estas duas variáveis.

Com relação ao teste de regressão logística para a aceitabilidade térmica, o modelo contendo a sensação térmica se mostrou significativo ($X^2_{(6)}$ = 334,23, p-valor < 0,001, $PseudoR^2_{\text{Nagelkerke}}$ = 0,55), apresentando que performance deste modelo é 55 % melhor que o modelo nulo. Contudo, apenas as categorias 1, 2 e 3 apresentaram diferença significativa quanto ao parâmetro de referência (neutro), indicando que os indivíduos que pertencem a tais categorias têm chances menores de considerar o

ambiente térmico como aceitável quando comparado aos que estão no parâmetro 4 (OR_1 = 0,015, OR_2 = 0,087 e OR_3 = 0,421).

Tabela 38 - Resultado dos testes estatísticos: relação da sensação térmica de conforto com as questões térmicas e de ventilação - Verão.

Variável independente	Variável Dependente	Significância (p-valor < 0,05)	Interpretação
SENSAÇÃO TÉRMICA (Verão)	Preferência térmica	< 0,001	O teste de correlação de Spearman mostrou que há uma correlação negativa e moderada entre esta variável e a sensação térmica (ρ = -0,53, p-valor < 0,001)
	Aceitabilidade térmica	< 0,001	O teste de regressão logística binária mostrou que o modelo contendo a sensação térmica foi significativo ($X^2_{(6)}$ = 334,23, p-valor < 0,001, $PseudoR^2_{\text{Nagelkerke}}$ = 0,55). Contudo, apenas os parâmetros 1, 2 e 3 tiveram diferença de efeito significativo, quando comparados a categoria de referência 4. OR 2.5 % 97.5 % (Intercept) 6.846 3.972 1.284500e+01 P8Com muito calor 0.015 0.007 3.000000e-02 P8Com calor 0.087 0.042 1.670000e-01 P8Levemente com calor 0.421 0.196 8.670000e-01
	Conforto térmico	< 0,001	O teste de correlação de Spearman mostrou que há uma correlação negativa e moderada entre esta variável e a sensação térmica (ρ = -0,61, p-valor < 0,001)
	Aceitabilidade da velocidade do vento	< 0,001	O teste de correlação de Spearman mostrou que há uma correlação negativa e fraca entre esta variável e a sensação térmica (ρ = -0,33, p-valor < 0,001)
	Preferência da velocidade do vento	< 0,001	O teste de correlação de Spearman mostrou que há uma correlação positiva e fraca entre esta variável e a sensação térmica (ρ = 0,46, p-valor < 0,001)
	Aceitabilidade da frequência do vento	< 0,001	O teste de correlação de Spearman mostrou que há uma correlação negativa e fraca entre esta variável e a sensação térmica (ρ = -0,33, p-valor < 0,001)
	Preferência da frequência do vento	< 0,001	O teste de correlação de Spearman mostrou que há uma correlação positiva e fraca entre esta variável e a sensação térmica (ρ = 0,43, p-valor < 0,001)

Fonte: Autora, 2020.

Pode-se dizer, então, que pertencer a sensação térmica "com muito calor", diminui as chances em 0,015 vezes (98,5 %) de considerar o ambiente térmico como aceitável; assim como, estar na categoria "com calor", diminui as chances em 0,087 vezes (91,3%); e, também, estar no nível "levemente com calor", reduz as chances em 0,421 vezes (57,9%), de considerar aceitável o ambiente térmico.

Por outro lado, a correlação de Spearman mostrou que há uma correlação negativa e fraca entre a aceitabilidade da velocidade do vento e a sensação térmica (ρ = -0,33, p-valor < 0,001). Da mesma forma, a aceitabilidade da frequência do vento, também, apresentou uma correlação inversamente proporcional e fraca com relação a sensação térmica (ρ = -0,33, p-valor < 0,001).

De semelhante modo, seja a correlação da preferência da velocidade do vento (ρ = 0,46, p-valor < 0,001), ou da preferência da frequência do vento (ρ = 0,43, p-valor < 0,001), com a sensação térmica, se mostraram estatisticamente significativas, com correlação positiva e fraca.

Assim, no verão, os testes estatísticos apontaram que há correlação significativa entre todas as relações das variáveis avaliadas com a sensação térmica, muito embora, com forças de correlação distintas, assim como há uma relação de significância, de acordo como teste de regressão logística, entre a sensação e a aceitabilidade térmica.

4.5.3.2 Percepção térmica de conforto

A outra variável independente analisada neste grupo foi a percepção acerca do conforto térmico. Na Tabela 39, podemos observar que, para o período do inverno, o teste com relação ao conforto térmico apontou que há uma correlação fraca e inversamente proporcional a sensação térmica (ρ= -0,26, p-valor < 0,001). Já entre a preferência térmica e o conforto térmico, a correlação, também, é fraca, mas, diretamente proporcional (ρ = 0,28, p-valor < 0,001), podendo indicar que quanto maior o desconforto, maior a preferência por ser mais refrescado.

Quanto ao teste de regressão logística para a aceitabilidade térmica, o modelo contendo o conforto térmico se mostrou significativo ($X^2_{(2)}$ = 79,37, p-valor < 0,001), $PseudoR^2_{\text{Nagelkerke}}$ = 0,26), apontando que, a performance deste modelo é 26% melhor que o modelo nulo. Destaca-se que todas as categorias apresentaram diferença significativa quanto ao parâmetro de referência (desconfortável), informando que os indivíduos que pertencem aos níveis 1 e 2 têm chances maiores de considerar o ambiente térmico como aceitável quando comparado aos que estão no parâmetro 3 (OR_1 = 127,875 e OR_2 = 10,083).

Sendo assim, pertencer a percepção de conforto térmico "confortável", aumenta as chances em 127,875 vezes de considerar o ambiente térmico como aceitável; assim como estar na categoria "bom, mas poderia melhorar", aumenta as chances em 10,083 vezes de considerar aceitável o ambiente térmico.

No tocante a aceitabilidade da velocidade do vento (ρ = 0,03, p-valor = 0,518) e a aceitabilidade da frequência do vento (ρ = 0,03, p-valor = 0.505), ambas não apresentaram correlação significativa com o conforto térmico. Contudo, tanto os testes de correlação da preferência da velocidade do vento (ρ = -0,28, p-valor < 0,001), quanto os da preferência da frequência do vento (ρ = -0,28, p-valor < 0,001), em relação ao conforto térmico, mostraram uma correlação negativa e fraca, indicando que quanto menor o conforto, maior a preferência do vento, nestes dois aspectos.

Desta maneira, no inverno, os testes estatísticos apontaram que não há correlação significativa, apenas, entre as relações das variáveis aceitabilidade da velocidade do vento e aceitabilidade da frequência do vento com o conforto térmico. Todavia, a relação é significativa quanto às demais

variáveis , porém, com forças de correlação fraca, assim como, há uma relação de significância, de acordo como teste de regressão logística, entre o conforto térmico e a aceitabilidade térmica.

Tabela 39 - Resultado dos testes estatísticos: relação da percepção de conforto térmico com as questões térmicas e de ventilação - Inverno.

Variável independente	Variável Dependente	Significância (p-valor < 0,05)	Interpretação
CONFORTO TÉRMICO (Inverno)	Sensação térmica	< 0,001	O teste de correlação de Spearman mostrou que há uma correlação negativa e fraca entre esta variável e o conforto térmico (ρ= -0,26, p-valor < 0,001)
	Preferência térmica	< 0,001	O teste de correlação de Spearman mostrou que há uma correlação positiva e fraca entre esta variável e o conforto térmico (ρ = 0,28, p-valor < 0,001)
	Aceitabilidade térmica	< 0,001	O teste de regressão logística binária mostrou que o modelo contendo ao conforto térmico foi significativo ($X^2_{(2)}$ = 79,37, p-valor < 0,001, $PseudoR^2_{\text{Nagelkerke}}$ = 0,26). Ressalta-se que todos os parâmetros tiveram diferença de efeito significativo, quando comparados a categoria de referência 3. OR 2.5 % 97.5 % (Intercept) 0.727 0.376 1.377 P11Confortável 127.875 33.760 845.417 P11Bom, mas poderia melhorar 10.083 4.918 21.164
	Aceitabilidade da velocidade do vento	0,518	O teste de correlação de Spearman mostrou que não há correlação significativa entre esta variável e o conforto térmico (ρ = 0,03, p-valor = 0,518)
	Preferência da velocidade do vento	< 0,001	O teste de correlação de Spearman mostrou que há uma correlação negativa e fraca entre esta variável e o conforto térmico (ρ =-0,28, p-valor < 0,001)
	Aceitabilidade da frequência do vento	0,505	O teste de correlação de Spearman mostrou que não há correlação significativa entre esta variável e o conforto térmico (ρ = 0,03, p-valor = 0,505)
	Preferência da frequência do vento	< 0,001	O teste de correlação de Spearman mostrou que há uma correlação negativa e fraca entre esta variável e o conforto térmico (ρ =-0,28, p-valor < 0,001)

Fonte: Autora, 2020.

Para o período do verão, com relação a percepção conforto térmico (Tabela 40), podemos observar que para a sensação térmica, o teste correlação de Spearman apontou que há uma correlação moderada e inversamente proporcional (ρ = -0,61, p-valor < 0,001). Porém, entre a preferência térmica e o conforto térmico, a correlação é fraca e positiva (ρ = 0,5, p-valor < 0,001), assim como no período de inverno.

Para a aceitabilidade térmica o teste de regressão logística, mostrou que o modelo contendo o conforto térmico se mostrou significativo ($X^2_{(2)}$ = 254,95, p-valor < 0,001), $PseudoR^2_{\text{Nagelkerke}}$ = 0,44), indicando que a performance deste modelo é 44% melhor que o modelo nulo. Vale ressaltar que todas as categorias apresentaram diferença significativa quanto ao parâmetro de referência (desconfortável), indicando que os indivíduos que pertencem aos níveis 1 e 2 têm chances maiores de

considerar o ambiente térmico como aceitável quando comparado aos que estão no parâmetro 3(OR_1 = 142,483 e OR_2 = 11,524).

Dessa forma, pode-se dizer então que, pertencer a percepção de conforto térmico "confortável", aumenta as chances em 142,483 vezes de considerar o ambiente térmico como aceitável; assim como estar na categoria "bom, mas poderia melhorar", aumenta as chances em 11,524 vezes de considerar aceitável o ambiente térmico.

Tabela 40 - Resultado dos testes estatísticos: relação da percepção de conforto térmico com as questões térmicas e de ventilação - Verão.

Variável independente	Variável Dependente	Significância (p-valor < 0,05)	Interpretação
CONFORTO TÉRMICO (Verão)	Sensação térmica	< 0,001	O teste de correlação de Spearman mostrou que há uma correlação negativa e moderada entre esta variável e o conforto térmico (ρ = -0,61, p-valor < 0,001)
	Preferência térmica	< 0,001	O teste de correlação de Spearman mostrou que há uma correlação positiva e fraca entre esta variável e o conforto térmico (ρ = 0,5, p-valor < 0,001)
	Aceitabilidade térmica	< 0,001	O teste de regressão logística binária mostrou que o modelo contendo ao conforto térmico foi significativo ($X^2_{(2)}$ = 254,95, p-valor < 0,001), $PseudoR^2_{\text{Nagelkerke}}$ = 0,44). Ressalta-se que todos os parâmetros tiveram diferença de efeito significativo, quando comparados a categoria de referência 3. OR 2.5 % 97.5 % (Intercept) 0.146 0.097 0.210 P11Confortável 142.483 54.528 491.998 P11Bom, mas poderia melhorar 11.524 7.464 18.299
	Aceitabilidade da velocidade do vento	< 0,001	O teste de correlação de Spearman mostrou que há uma correlação positiva e fraca entre esta variável e o conforto térmico (ρ = 0,35, p-valor < 0,001)
	Preferência da velocidade do vento	< 0,001	O teste de correlação de Spearman mostrou que há uma correlação negativa e fraca entre esta variável e o conforto térmico (ρ = -0,43, p-valor < 0,001)
	Aceitabilidade da frequência do vento	< 0,001	O teste de correlação de Spearman mostrou que há uma correlação positiva e fraca entre esta variável e o conforto térmico (ρ = 0,36, p-valor < 0,001)
	Preferência da frequência do vento	< 0,001	O teste de correlação de Spearman mostrou que há uma correlação negativa e fraca entre esta variável e o conforto térmico (ρ = -0,42, p-valor < 0,001)

Fonte: Autora, 2020.

A correlação de Spearman mostrou que há uma correlação diretamente proporcional e fraca entre a aceitabilidade da velocidade do vento e o conforto térmico (ρ = 0,35, p-valor < 0,001). Semelhantemente, a aceitabilidade da frequência do vento, também, apresentou uma correlação positiva e fraca quanto ao conforto térmico (ρ = 0,36, p-valor < 0,001).

Por fim, a correlação do conforto térmico é positiva e fraca, seja com a preferência da velocidade do vento (ρ = -0,43, p-valor < 0,001), ou com a preferência da frequência do vento (ρ = -0,42, p-valor < 0,001).

Portanto, no verão, os testes estatísticos apontaram que há correlação significativa entre todas as relações das variáveis avaliadas com o conforto térmico, muito embora, com forças de correlação distintas; e que o conforto é um preditor significativo para a aceitabilidade térmica.

4.6 Análise comparativa dos dados da pesquisa de campo com a literatura

Para a comparação entre os limites de velocidade do ar levantados neste trabalho e os estipulados na literatura, observa-se na Tabela 41, para o período do inverno, que velocidades do ar inferiores a 0,25 m/s foram amplamente aceitas pelos participantes (230 pessoas - cerca de 85,8% neste intervalo), avaliando-as como suficientes (145 pessoas), insuficientes (65 pessoas) e excessivas (20 pessoas). Por outro lado, das que consideraram inaceitável este intervalo, 31 pessoas atribuíram como sendo uma velocidade do ar insuficiente (cerca de 11,6 %).

Tabela 41 – Dados cruzados de aceitabilidade da velocidade do vento e intervalos da velocidade do ar - Inverno.

		INTERVALOS DA VELOCIDADE DO AR (m/s)			TOTAL GERAL
		< 0,25	0,25 - 0,50	> 0,50*	
ACEITABILIDADE DA VELOCIDADE DO VENTO	Aceitável, com velocidade do vento insuficiente	65	64	17	**146**
	Aceitável, com velocidade do vento suficiente	145	122	33	**300**
	Aceitável, com velocidade do vento excessiva	20	14	2	**36**
	Inaceitável, com velocidade do vento insuficiente	31	30	14	**75**
	Inaceitável, com velocidade do vento excessiva	3	1	-	**4**
	Sem resposta	4	1	3	**8**
TOTAL GERAL		**268**	**232**	**69**	**569**

* A máxima velocidade do ar aferida durante o período de medição no inverno foi de 0,56 m/s

Fonte: Autora, 2020.

Semelhantemente, para velocidades de 0,25 a 0,50 m/s, houve aceitabilidade de cerca de 86,2% dos alunos neste intervalo de velocidade do ar (200 pessoas), dos quais 64 apontaram como sendo insuficiente; 20, como excessiva; e 122, suficiente. Além disso, outras 30 pessoas marcaram que este intervalo é considerado insuficiente, porém, inaceitável.

Quanto ao último agrupamento, acima de 0,50 m/s, constata-se que cerca de 75,4% dos indivíduos dessa categoria (52 pessoas) afirmaram que esta é uma velocidade aceitável, seja ela suficiente (33 pessoas), insuficiente (17 pessoas) ou excessiva (2 pessoas). Outras 14 pessoas (cerca de 20,3%) apontaram que velocidades do ar acima de 0,50 m/s são consideradas insuficientes e inaceitáveis.

Portanto, para o inverno, verificou-se que, de forma geral, velocidades do ar acima dos 0,50 m/s foram consideradas aceitáveis, com atribuição insuficiente e suficiente, por 78,4% dos alunos (446 pessoas).

Por outro lado, dos 57 participantes que relataram haver alguma perturbação por conta do movimento do ar na sala de aula (Tabela 42), 42 estudantes (73,68%) consideraram a velocidade do vento aceitável, e, apenas 14 (24,56%), como inaceitável; indicando que valores acima dos aferidos não seriam incômodos, mas aceitáveis para a maioria os usuários.

Tabela 42 – Dados cruzados de aceitabilidade da velocidade do vento e perturbação na sala de aula por conta do movimento vento - Inverno.

		PERTURBAÇÃO NA SALA DE AULA POR CONTA DO MOVIMENTO VENTO			TOTAL GERAL
		Sim	Não	Sem resposta	
ACEITABILIDADE DA VELOCIDADE DO VENTO	Aceitável, com velocidade do vento insuficiente	19	126	1	**146**
	Aceitável, com velocidade do vento suficiente	21	279	-	**300**
	Aceitável, com velocidade do vento excessiva	2	34	-	**36**
	Inaceitável, com velocidade do vento insuficiente	13	62	-	**75**
	Inaceitável, com velocidade do vento excessiva	1	3	-	**4**
	Sem resposta	1	7	-	**8**
TOTAL GERAL		**57**	**511**	**1**	**569**

Fonte: Autora, 2020.

Todavia, para o verão, no qual foi verificado velocidades do ar um pouco mais elevadas que no inverno, os intervalos foram separados de forma similar, porém, com uma categoria a mais que o período já apresentado. Sendo assim, foram classificados quatro agrupamentos como pode ser verificado na Tabela 43.

Para as velocidades do vento inferiores a 0,25 m/s houve aceitabilidade de cerca de 50% dos participantes (67 pessoas das 134 neste agrupamento), dos quais 34 pessoas avaliaram como insuficiente; 32, como suficiente; e apenas 1 como sendo uma velocidade excessiva. Contudo, cerca de 46% dos estudantes neste intervalo (62 pessoas) consideraram as velocidades inferiores a 0,25 m/s inaceitáveis, com atribuição insuficiente.

Quanto às velocidades de 0,25 a 0,50 m/s, podemos observar algo semelhante. Cerca de 46% dos alunos (147 pessoas), nesta categoria, avaliaram como aceitável a velocidade do vento, sendo que 88 apontaram como insuficiente; 52, suficiente; e 7, como excessiva. Além disso, outras 157 pessoas (49,5%) assinalaram que este intervalo é considerado insuficiente e, também, inaceitável.

Tabela 43 – Dados cruzados de aceitabilidade da velocidade do vento e intervalos da velocidade do ar – Verão.

		INTERVALOS DA VELOCIDADE DO AR (m/s)				TOTAL GERAL
		< 0,25	0,25 - 0,50	0,50 – 0,80	> 0,8*	
ACEITABILIDADE DA VELOCIDADE DO VENTO	Aceitável, com velocidade do vento insuficiente	34	88	42	18	**182**
	Aceitável, com velocidade do vento suficiente	32	52	38	12	**134**
	Aceitável, com velocidade do vento excessiva	1	7	8	1	**17**
	Inaceitável, com velocidade do vento insuficiente	62	157	60	12	**291**
	Inaceitável, com velocidade do vento excessiva	1	5	1	-	**7**
	Sem resposta	4	8	3	-	**15**
TOTAL GERAL		**134**	**317**	**152**	**43**	**646**

* A máxima velocidade do ar aferida durante o período de medição no verão foi de 0,9 m/s

Fonte: Autora, 2020.

O terceiro intervalo, de 0,50 a 0,80m/s, apresentou aceitabilidade de 88 pessoas (57,9% para essa velocidade), seja com atribuição de suficiente (38 pessoas), insuficiente (42 pessoas) ou excessiva (8 pessoas). Enquanto que, das que consideraram essa categoria como inaceitável, 60 conferiram como sendo uma velocidade do ar insuficiente (cerca de 39,5%).

Por fim, para as velocidades do vento acima de 0,80 m/s, constata-se que cerca de 72,1% dos indivíduos (31 pessoas) dessa categoria afirmaram que esta é uma velocidade aceitável, seja ela suficiente (12 pessoas), insuficiente (18 pessoas) ou excessiva (1 pessoa). Além disso, 12 pessoas (cerca de 27,9%) indicaram que velocidades do ar acima de 0,8 m/s são insuficientes e inaceitáveis.

Deste modo, para o verão, de maneira mais ampla, temos que velocidades do vento acima dos 0,80 m/s são consideradas aceitáveis, com atribuição insuficiente e suficiente, por 48,9% dos alunos (316 pessoas).

Todavia, 161 estudantes relataram haver alguma perturbação por conta do movimento do ar na sala de aula (Tabela 44), dos quais 46 (28,57%) disseram que estas são velocidades aceitáveis, e 110 (68,32%), inaceitáveis; indicando que velocidades acima das levantadas em campo poderiam causar um maior incômodo nesses estudantes, porém, a mesma poderia ser aceitável, sem causar incômodo, para a maioria os usuários investigados no geral.

Tabela 44 – Dados cruzados de aceitabilidade da velocidade do vento e perturbação na sala de aula por conta do movimento vento - Verão.

		PERTURBAÇÃO NA SALA DE AULA POR CONTA DO MOVIMENTO VENTO			TOTAL GERAL
		Sim	Não	Sem resposta	
ACEITABILIDADE DA VELOCIDADE DO VENTO	Aceitável, com velocidade do vento insuficiente	29	151	2	**182**
	Aceitável, com velocidade do vento suficiente	14	120	-	**134**
	Aceitável, com velocidade do vento excessiva	3	14	-	**17**
	Inaceitável, com velocidade do vento insuficiente	108	183	-	**291**
	Inaceitável, com velocidade do vento excessiva	2	5	-	**7**
	Sem resposta	5	9	1	**15**
TOTAL GERAL		**161**	**482**	**3**	**646**

Fonte: Autora, 2020.

Podemos dizer, então, tendo em vista os valores máximos de velocidade do vento levantados em campo, que, para o inverno, o limite de aceitabilidade da velocidades do ar pode exceder os 0,50 m/s; enquanto que, para o período do verão, este limite está além dos 0,80 m/s. Portanto, quando estes resultados são comparados aos limites que foram apresentados no Capítulo 2 - REFERENCIAL TEÓRICO (Tabela 2), vê-se que há, majoritariamente, adequação com a literatura, pois houve confirmação dos resultados estipulado pelos autores.

Uma vez que, há controle sobre o movimento do ar por parte dos ocupantes das salas de aula, e que estes apresentam uma taxa metabólica de 1 met, isolamento da vestimenta inferior a 1,5 *clo*, e velocidades médias acima dos 0,20 m/s (excetuando as escolas C e G no período do inverno, que tiveram média de 0,19 m/s e 0,15 m/s, respectivamente); as velocidades do vento aferidas, consideradas aceitáveis para o inverno (maior que 0,50 m/s) e para o verão (maior que 0,80 m/s), estão dentro do que é previsto pela ASHRAE 55 (2017) como um limite de velocidade aceitável. Muito embora, esta norma afirme não haver limite para a velocidade do ar quando dentro dessas condições o usuário tenha controle sobre o movimento da mesma.

Desta forma, as velocidades consideradas aceitáveis segundo a pesquisa, também, estão em concordância com o ideal para Lamberts, *et al.* (2013), que se baseou em uma versão prévia dessa norma (ASHRAE 55, 2010), que segue mesmas diretrizes, porém, estipula, para ambientes internos, o limite máximo de 1,20 m/s, quando há controle da velocidade do ar.

Levando em consideração que as temperaturas externas máximas e a amplitude térmica diurna levantadas na pesquisa foram inferiores a 32°C e 10°C, respectivamente, pode-se afirmar que, tanto para

o inverno, quanto para o verão, as velocidades do ar acima dos 0,50 m/s ou 0,80 m/s estão de acordo com o limite estabelecido como aceitável por Givoni (1994), entre 1,5 e 2 m/s.

De semelhante maneira, tais informações estão em conformidade parcial com os limites estabelecidos por Auliciems e Szokolay (1997) e Docherty e Szokolay (1999). Para condições quentes, o limite de velocidade do vento verificado na pesquisa encontra-se em acordo com o estipulado por eles, de até 1,50 m/s. Todavia, sob condições frias, Auliciems e Szokolay (1997) apontam que uma velocidade do ar de 0,25 m/s já é o máximo aceitável, estando em desacordo com o que foi analisado neste trabalho, no qual velocidades acima dos 0,50 m/s foram consideradas aceitáveis para o inverno.

Em contraponto, Nicol (2004), de maneira mais abrangente, propõe que velocidades do ar de até 1 m/s são aceitáveis para o resfriamento fisiológico do usuário, estando assim em consenso com o que foi verificado em campo nesta pesquisa, para os dois períodos trabalhados.

Portanto, esses resultados apontam que o nível de aclimatação dos alunos à cidade de Campina Grande, proporcionam a eles uma maior tolerância a velocidades mais elevadas, reiterando a teoria que os limites de conforto diferem para cada localidade (GIVONI,1994).

4.6.1 Probabilidade da aceitabilidade da velocidade do vento

Seguindo as análises comparativas, para se estabelecer um valor mais exato para o limite da aceitabilidade da velocidade do vento, realizou-se o teste de regressão logística binária, para cada período em análise, buscando obter os coeficientes necessários para Equação 9, caso o teste fosse significativo.

Sendo assim, para o modelo do inverno, vemos na Tabela 45 que este foi significativo no teste da razão de verossimilhança ($X^2{}_{(1)}$ = 14,17, p-valor < 0,001, AUC = 0,65). Contudo, pelo teste de Wald, verifica-se que a velocidade do ar não tem efeito significativo sobre a aceitabilidade da velocidade do vento (p-valor < 0,089), apenas a temperatura do ar (p-valor < 0,001), apontando que o acréscimo de 1°C na temperatura do ar aumenta em 1,369 vezes (36,9%) as chances do usuário considerar aceitável a velocidade do vento (OR = 1,369, IC 95%= 1,162 – 1,616).

Por essa razão, para o inverno, não foi possível calcular a velocidade do ar necessária para que o indivíduo aponte a ventilação aceitável, dada uma temperatura, visto que esse parâmetro não se fez significativo no modelo.

Tabela 45 - Resultado dos testes estatísticos: relação da temperatura e velocidade do ar com a aceitabilidade da velocidade do vento - Inverno.

Variável independente	Variável Dependente	Significância (p-valor < 0,05)	Interpretação
VELOCIDADE DO AR + TEMPERATURA DO AR (Inverno)	Aceitabilidade da velocidade do vento	< 0,001	O teste de regressão logística binária mostrou que o modelo contendo a aceitabilidade da velocidade do vento foi significativo no teste da razão de verossimilhança ($X^2_{(1)}$ = 14,17, p-valor < 0,001, AUC = 0,65). Ressalta-se que, pelo teste de Wald, a temperatura teve diferença de efeito significativo no modelo (p-valor < 0,001), enquanto que a velocidade do ar não (p-valor < 0,089) OR 2.5 % 97.5 % (Intercept) 0.000 0.000 0.003 TEMPERATURA 1.369 1.162 1.616

Fonte: Autora, 2020.

Porém, para o verão, vemos na Tabela 46 que o modelo foi significativo no teste da razão de verossimilhança ($X^2_{(1)}$ = 47,23, p-valor < 0,001), e que os dois parâmetros foram significativos pelo teste de Wald (Figura 34). Assim, o aumento de 0,1 m/s na velocidade do ar reduz as chances em 0,0242 vezes (7,58%) do usuário considerar aceitável a velocidade do vento (OR = 0,242, IC 95%= 0,099 – 0,576), enquanto que, o acréscimo de 1°C na temperatura do ar aumenta em 1,360 vezes (36%) as chances do usuário considerar aceitável a velocidade do vento (OR = 1,360, IC 95%= 1,242 – 1,492). Além disso, o modelo apresentou um ajuste considerável (AUC = 0,67), porém, tido na classificação, segundo as diretrizes de Kleinbaum e Klein (2010), como pobre (AUC de 0,60 a 0,70).

Tabela 46 - Resultado dos testes estatísticos: relação da temperatura e velocidade do ar com a aceitabilidade da velocidade do vento - Verão.

Variável independente	Variável Dependente	Significância (p-valor < 0,05)	Interpretação
VELOCIDADE DO AR + TEMPERATURA DO AR (Verão)	Aceitabilidade da velocidade do vento	< 0,001	O teste de regressão logística binária mostrou que o modelo contendo a aceitabilidade da velocidade do vento foi significativo no teste da razão de verossimilhança ($X^2_{(1)}$ = 47,23, p-valor < 0,001, AUC = 0,67). Ressalta-se que todos os parâmetros tiveram diferença de efeito significativo no modelo. OR 2.5 % 97.5 % (Intercept) 0.000 0.000 0.003 VELOCIDADE 0.242 0.099 0.576 TEMPERATURA 1.360 1.242 1.492

Fonte: Autora, 2020.

```
Coefficients:
             Estimate Std. Error z value Pr(>|z|)
(Intercept) -8.53207    1.37472  -6.206 5.42e-10 ***
VELOCIDADE  -1.42048    0.44875  -3.165  0.00155 **
TEMPERATURA  0.30723    0.04672   6.576 4.84e-11 ***
---
Signif. codes:  0 ‘***’ 0.001 ‘**’ 0.01 ‘*’ 0.05 ‘.’ 0.1 ‘ ’ 1
```

Figura 34 – Coeficientes dos parâmetros para o modelo de regressão logística da Aceitabilidade da velocidade do vento – Verão.

Fonte: Software R Studio, 2020.

Partindo desse modelo de regressão logística da aceitabilidade da velocidade do vento e dos coeficientes para cada parâmetro avaliado para o verão (Figura 34), podemos aplicar tais dados a Equação 9 para prever as velocidades do vento consideradas aceitáveis por meio da Equação 10, dentro de um intervalo de confiança de 95%, a uma dada temperatura, como podemos verificar no Gráfico 52, que foi gerado por meio desta equação.

$$V_a = f(0{,}95, m_v, T_a) = \frac{\left(ln\left(\frac{0{,}95}{1-0{,}95}\right) - (-8{,}53207) - 0{,}30723.T_a\right)}{(-1{,}42048)}$$

(Eq.10)

Onde:

Va = Velocidade do ar (m/s) / Ta= Temperatura do ar (°C) / m_v = Modelo de regressão logística para o verão

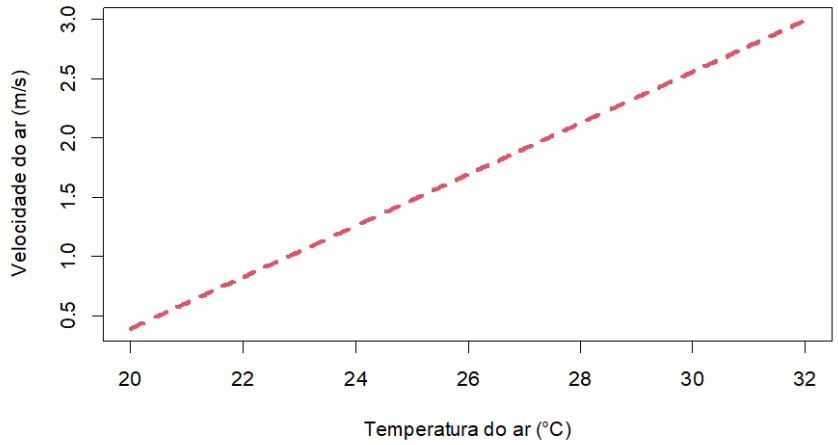


Gráfico 52 – Previsão da velocidade do ar dado o modelo de regressão logística da aceitabilidade da velocidade do vento em função da probabilidade e da temperatura do ar - Verão.

Fonte: Software R Studio, 2021.

Diante do Gráfico 52, pode-se afirmar que, para uma temperatura do ar de 20,5 °C, uma velocidade do ar de 0,50 m/s é tida como aceitável, com um intervalo de confiança de 95%; bem como,

para uma temperatura de 21,9° C, uma velocidade de 0,80 m/s; e para uma temperatura de 22,8°C, uma velocidade de 1 m/s.

Verifica-se, também, que para temperaturas acima dos 23,7 °C, velocidades do ar de 1,20 m/s podem ser consideradas aceitáveis, dentro de um intervalo de confiança de 95%; enquanto que, para temperaturas de 25,1°C é necessário que se tenha velocidades do ar de 1,50 m/s, para que se tenha um grau elevado de certeza que o estudante irá considerar essa velocidade aceitável, dentro dessas condições; assim como, para uma temperatura de 27,4°C, uma velocidade de 2 m/s.

Portanto, ao tomar as temperaturas do ar média para cada escola avaliada no verão e um intervalo de confiança de 95%, observamos na Tabela 47 que velocidades do ar acima dos 1,5 m/s deveriam ser consideradas aceitáveis, como na escola C; passando pelo limite dos 2 m/s, nas escolas E, F e G; e ultrapassado marcas acima dos 2,5 m/s, nas escolas B e D.

Tabela 47 – Previsão da velocidade do ar aceitável por ECI, em função da temperatura do ar média, com um intervalo de confiança de 95% - Verão.

VARIÁVEIS	B	C	D	E	F	G
Temperatura do ar média (°C)	30,78	25,91	30,48	29,15	28,40	28,57
Velocidade do ar prevista (m/s)	2,72	1,67	2,66	2,37	2,21	2,25

Fonte: Autora, 2020.

Tais valores, apesar de serem calculados como aceitáveis, quando os comparamos com as velocidades do ar que foram apresentados na Tabela 2, vê-se que há conformidade, apenas, com os limites estipulados pela ASHRAE 55 (2017), que afirma, dentro de seus parâmetros, que não há limite de velocidade do vento quando se tem controle sobre o movimento do ar. Portanto, esse resultado pode ter se dado pelas limitações do modelo em considerar outros aspectos relacionados ao conforto do usuário.

5. CONCLUSÕES

A ventilação natural é uma das variáveis ambientais que afetam o conforto térmico, assim como a sensação e a percepção de conforto dos indivíduos. Em ambientes internos, esta estratégia bioclimática, além de auxiliar na satisfação térmica do usuário e afetar o desempenho de atividades, pode, também, reduzir o consumo de energia.

Assim, sabendo que em locais de ensino o desconforto térmico pode afetar a atenção e o aprendizado dos alunos, e que o movimento do ar em climas quentes e úmidos auxiliam no conforto térmico dos ocupantes; esta pesquisa buscou identificar quais são os limites da ventilação natural, quanto a velocidade do ar, na percepção e sensação do conforto térmico dos usuários em escolas públicas de ensino médio integral de Campina Grande, Paraíba.

Para tanto, realizaram-se as fases de revisão bibliográfica, estudo de caso, pesquisa de campo e a análise dos dados. A primeira parte do experimento de campo, no período de inverno, foi realizado em sete Escolas Cidadãs Integrais, das quais foi obtida uma amostra de 569 participantes respondentes do questionário, temperaturas do ar médias de 22,44 a 26,28°C e velocidades médias de 0,15 a 0,34 m/s. Enquanto que, no período do verão a amostra foi de 646 participantes em seis ECI's, temperaturas médias de 25,91 a 30,78 °C e velocidades do ar médias de 0,23 a 0,51 m/s.

Com os dados levantados, foi possível, em primeira instância, analisar descritivamente as características individuais dos estudantes (questões biométricas, metabolismo e vestimenta), a relação do indivíduo com o ambiente (sensação, percepção, aceitabilidade e preferência térmica), bem como, a exploração de quesitos como a percepção de estratégias adaptativas e perturbações causadas pelo ambiente térmico.

Dessas análises foi possível verificar que, em ambos os períodos, apesar da preferência por ar condicionado, a maioria dos alunos têm mais acesso e passam mais tempo (por pelo menos 4 ou mais de 8 horas) em ambientes com ventilador, que podem complementar a ventilação natural, e não em um espaço com ar condicionado, que demanda fechar as aberturas do local, isolando-o de estratégias passivas de ventilação. Isso provavelmente indica que os participantes estão aclimatados com o clima mais ameno da cidade e que não têm um alto vício por frio.

Com relação a sensação térmica geral no inverno, a maioria dos respondentes (35,85%, 204 pessoas) afirmaram estar levemente com frio (diferindo da sensação neutra indicada no método PMV), porém, dos que tiveram esta opinião apenas 48 pessoas prefeririam estar mais aquecidos, e 130 disseram preferir estar assim mesmo. Todavia, os ocupantes predominantemente (495 pessoas, 86,99%) indicaram estar em um ambiente térmico aceitável (se assimilando do método adaptativo), dos quais 186 estudantes responderam que o ambiente também é confortável; e 286 que é aceitável, mas quanto ao conforto é bom, mas poderia melhorar.

Quanto ao verão, observou-se que a maioria dos ocupantes, referente ao espaço amostral deste período, (33,44%, 216 pessoas) afirmaram sentir-se com muito calor (diferindo da sensação levemente

com calor ou neutro do método PMV), dos quais 212 pessoas prefeririam estar mais refrescados. Contudo, houve um equilíbrio quanto a aceitabilidade térmica, 309 dos respondentes (47,83%) classificaram o ambiente térmico como aceitável e 329 (50,93%), como inaceitável (se assimilando parcialmente do método adaptativo, que apontou a recorrência de condições confortáveis ou muito quente). Além disso, 206 estudantes responderam que era inaceitável e desconfortável, enquanto que apenas 83 afirmaram que o ambiente era aceitável e confortável.

Mais especificamente, para o inverno, em relação a velocidade e a frequência do vento 482 participantes que responderam ao questionário (84,7%) indicaram que era aceitável. Destes, 300 assinalaram "aceitável, com velocidade do vento suficiente" e confirmaram que prefeririam permanecer com a mesma velocidade (214 pessoas) ou ter mais velocidade do ar (71 pessoas). De maneira geral, a maioria das pessoas preferiram a velocidade do ar assim mesmo (47,5%), muito embora, uma quantidade considerável disse que preferiria mais velocidade do vento (45,2%), assim como, majoritariamente há preferência pela frequência do ar assim mesmo (47,3%) ou mais frequência do vento (45,9%).

Por outro lado, para o verão, a aceitabilidade da velocidade do ar foi de 51,54% (333 pessoas), e da frequência do ar vento foi de 52,47% (339 pessoas). Dos estudantes que apontaram como aceitável a velocidade do vento, 182 atribuíram como insuficiente, dos quais 170 declararam preferir mais velocidade. Já dos 291 alunos que apontaram a velocidade do vento como inaceitável e insuficiente, 282 prefeririam mais velocidade do vento. De maneira geral, houve predominância de 81,89% (529 pessoas) na preferência por mais velocidade do ar; assim como, houve preferência pela maior frequência do vento (84,06%, 543 pessoas).

Quanto às questões exploratórias, foi analisado se o movimento do ar pode causar algum tipo de incômodo na sala de aula, mas, 90% dos estudantes (511 pessoas), no inverno; e 74,6% dos ocupantes (482 pessoas), no verão, não consideraram haver nenhuma perturbação por conta da ventilação. Todavia, quanto ao conforto térmico, de maneira mais ampla, 59% dos alunos no inverno, e 76%, no verão, indicaram que sua atenção nas aulas é afetada.

Deste modo, tratando de condições térmicas, provavelmente o vento não é o principal causador de perturbação que afetava o desempenho dos alunos nas aulas, mas, sim, o conforto térmico de modo geral, sendo a ventilação uma das variáveis ambientais que podem contribuir para amenizar este incômodo.

Outra análise, para ambos os períodos, dentro dessas questões foi sobre as estratégias adaptativas de conforto e controle do vento, que resultou, predominantemente, em manuseio de janelas, portas e ventiladores, e mudança / afastamento da carteira; e sobre a percepção que os mesmos têm sobre o objeto arquitetônico, mas o ar condicionado foi a opinião mais sugerida para melhorar o conforto térmico dos alunos, seguida pela quantidade, qualidade ou conserto de ventiladores. Isso aponta uma percepção rasa dos participantes quanto ao potencial arquitetônico de alterar as condições térmicas do ambiente para proporcionar um maior conforto térmico aos alunos.

Todavia, diante do comportamento das variáveis ambientais, foi possível compreender a influência que as possibilidades de aproveitamento da ventilação natural têm sobre o conforto, ao averiguar o desempenho térmico das soluções arquitetônicas adotadas na edificação.

Dentre as estratégias utilizadas nas escolas, encontram-se os anteparos, que auxiliam no sombreamento da edificação e no incremento do movimento do ar e da ventilação cruzada por gerar diferença de pressão; o gabarito da edificação, que favorece a maior intensidade da ventilação natural; as aberturas zenitais e lanternins, que permitem a ventilação vertical; e os diferentes tipos, tamanhos e alturas de esquadrias, que possibilitam variação na área útil para entrada de ar, assim como, auxiliam a captação e distribuição mais uniforme do ar no ambiente e favorecem a ventilação por convecção natural.

Destaca-se a escola C, que em ambos os períodos de análise apresentou as menores temperaturas do ar mínimas, médias e máximas; e uma elevação da média de velocidade do ar do inverno para o verão. Além disso, em contraste com as demais escolas no verão, que apontaram sentir algum desconforto por calor, essa foi a única escola a indicar predominantemente a sensação térmica levemente frio ou neutro.

Podemos atribuir esses resultados mais amenos na escola C, ao olharmos para a arquitetura, e verificarmos que a estrutura sacada da edificação, assim como, a projeção da coberta, servem de proteção solar (anteparos) para as aberturas; e que as janelas basculantes em conjunto com a bandeira superior e as aberturas opostas (diferentes alturas e dimensões), apesar de dificultar a ventilação no nível do usuário, proporcionam a convecção natural do ar, resfriando o ambiente, e melhorando a distribuição interna da luz natural. Contudo, observou-se que tanto a precipitação no dia da medição do inverno, que restringiu a abertura das esquadrias; quanto a própria implantação do edifício, que forma uma barreira à entrada do vento predominante da cidade; foram fatores limitantes a captação da ventilação natural.

Desta forma, foi possível constatar que há influência na percepção e sensação de conforto térmico dos alunos decorrente das soluções arquitetônicas adotadas nas escolas, incluindo as estratégias de aproveitamento da ventilação natural, pois estas interferem diretamente nas condições ambientais no interior das salas de aula.

Partindo para as análises explicativas dos dados da pesquisa, buscou-se compreender melhor a relação das respostas dos usuários e das variáveis ambientais através de testes estatísticos no *software* R Studio e no *software* SPSS. Assim, foi possível realizar a avaliação dos conjuntos das características pessoais, das variáveis ambientais e da sensação e percepção do conforto; ao relacionar as variáveis independentes desses grupos, primeiramente, as questões térmicas de sensação, preferência, aceitabilidade e conforto, e em seguida quesitos de ventilação, sobre aceitabilidade e preferência da velocidade e frequência do vento.

Com relação aos sexos feminino e masculino (característica pessoal), foi verificado, de acordo com os testes estatísticos, que para o inverno, existe diferença significativa para as variáveis sensação

térmica, preferência térmica, preferência da velocidade do vento e preferência da frequência do vento. Contudo, para o verão, houve diferença significativa, apenas, para a aceitabilidade da frequência do vento, e associação significativa quanto a aceitabilidade térmica entre os sexos, o qual demonstra que há mais casos de aceitabilidade térmica entre os indivíduos do sexo masculino que do feminino.

A segunda característica pessoal analisada foi a idade, que no inverno, foi apontada como um preditor significativo nos modelos da sensação térmica, do conforto térmico e da preferência da frequência do vento. Todavia, no verão, os testes estatísticos não indicaram nenhuma relação significativa entre as variáveis avaliadas com a idade. A última variável independente pessoal analisada foi o IMC que, em ambos os períodos, também não apresentou relação significativa entre as variáveis estudadas.

Seguindo para as análises das variáveis ambientais, temos que, para o inverno, os testes contendo a temperatura ou a umidade do ar como preditor foram significativos com relação a sensação térmica, preferência térmica, aceitabilidade térmica, conforto térmico, preferência da velocidade do vento e preferência da frequência do vento. Todavia, quanto aos testes da velocidade do ar houve significância, apenas, quanto a preferência térmica, indicando que o aumento de 0,1m/s na velocidade do ar aumentam as chances em 0,476 vezes (37,6%) do ocupante preferir o ambiente térmico mais refrescado.

Porém, para o verão, todos os testes foram significativos, seja para a temperatura, umidade ou velocidade do ar como preditores (individualmente) das variáveis avaliadas (sensação térmica, preferência térmica, aceitabilidade térmica, conforto térmico, aceitabilidade da velocidade do vento, preferência da velocidade do vento, aceitabilidade da frequência do vento e preferência da frequência do vento).

Em específico para a velocidade do ar, no verão, temos que o acréscimo de 0,1m/s na velocidade do ar aumenta em 0,2081 vezes (10,81%) as chances do aluno indicar sentir mais frio; eleva as chances em 0,4322 vezes (33,22%) do usuário preferir menos velocidade do vento; e melhora as chances do indivíduo preferir menos frequência do vento em 0,2933 vezes (19,33%).

Contudo, o aumento de uma unidade na velocidade do ar (0,1m/s) também pode reduzir em 0,0226 vezes (7,74%) as chances do usuário preferir o ambiente térmico mais refrescado; diminuir as chances de aceitabilidade térmica em 0,0379 vezes (6,21%); e abater as chances em 0,0442 vezes (5,58%) do participante sentir-se desconfortável no verão; bem como, resultar em um valor 0,0344 vezes (6,56%) menor de chances do usuário considerar a velocidade do vento como inaceitável; e decrescer em 0,0332 vezes (6,68%) as chances do estudante considerar a frequência do vento como inaceitável.

Passando para as análises explicativas do conforto, temos que, para o inverno, existem correlações significativas entre a sensação térmica e as variáveis preferência térmica, conforto térmico, preferência da velocidade do vento e preferência da frequência do vento, bem como, uma relação de significância da sensação com a aceitabilidade térmica.

Além disso, verificou-se que, no inverno, também, há correlação significativa entre o conforto térmico e as variáveis sensação térmica, preferência térmica, preferência da velocidade do vento e preferência da frequência do vento, assim como, há uma relação de significância com a aceitabilidade térmica. Para o verão, com relação ao conforto térmico, todas as variáveis em análise foram significativas nos testes estatísticos realizados.

De semelhante forma, ainda no verão, os testes apontaram que há correlação significativa entre a sensação térmica e as demais variáveis em questão (preferência térmica, aceitabilidade térmica, conforto térmico, aceitabilidade da velocidade do vento, preferência da velocidade do vento, aceitabilidade da frequência do vento e preferência da frequência do vento); e que essa é um preditor significativo para a aceitabilidade térmica.

Por fim, realizou-se a comparação da medição de campo com a literatura, verificando-se inicialmente que, para o inverno, as velocidades do ar acima dos 0,50 m/s foram consideradas aceitáveis, com atribuição insuficiente e suficiente, por 78,4% dos alunos (446 pessoas); e para o verão, velocidades do vento acima dos 0,80 m/s são consideradas aceitáveis, com atribuição insuficiente e suficiente, por 48,9% dos alunos (316 pessoas).

Por outro lado, foi observado, em paralelo, se as pessoas que apontaram haver alguma perturbação por conta do movimento do ar na sala de aula, assinalaram a opção de velocidade do vento aceitável ou inaceitável. Os resultados mostraram que, no inverno, apenas 2,46% (14 pessoas) dos total de estudantes relataram que o vento era inaceitável e havia alguma perturbação; enquanto que, no verão, foram 17,03% (110 pessoas).

Isso indica que, no inverno, valores acima dos aferidos não seriam incômodos, mas aceitáveis para a maioria dos usuários. Porém, no verão, velocidades do ar acima das levantadas em campo poderiam causar um maior incômodo a alguns estudantes, mas, a mesma poderia ser aceitável, sem causar incômodo, para a maioria dos respondentes investigados.

Sendo assim, podemos concluir que há conformidade com a literatura quando estes resultados são comparados aos limites de velocidade aceitáveis previstos por Givoni (1994), Auliciems e Szokolay (1997), Docherty e Szokolay (1999), Nicol (2004), Lamberts, *et al.* (2013) e pela ASHRAE 55 (2017). Muito embora, para a segunda referência, a concordância seja parcial, uma vez que estes estipulam uma velocidade do ar de 0,25 m/s como o máximo aceitável para períodos frios, estando em desacordo com o que foi analisado no presente trabalho, no qual velocidades acima dos 0,50 m/s foram consideradas aceitáveis para o inverno.

Buscando ir além, estipulou-se um modelo que previsse a velocidade do vento, dada uma temperatura, com um intervalo de confiança de 95% do estudante considerá-la aceitável. Embora, para o inverno, não tenha sido possível realizar este cálculo, pois os parâmetros não fizeram-se significativos no modelo; para o verão o foi. Nesse caso, então, verificou-se, baseado nas temperaturas do ar médias das escolas em análise no período do verão, que velocidades do ar acima dos 1,5 m/s poderiam ser

consideradas aceitáveis, na escola C; passando pelo limite dos 2 m/s, nas escolas E, F e G; e ultrapassado valores acima dos 2,5 m/s, nas escolas B e D.

Contudo, mesmo com um elevado grau de certeza que o estudante irá considerar essa velocidade aceitável, de acordo com o modelo, tais valores não encontram consonância com a literatura, exceto pela ASHRAE 55 (2017), que afirma não haver um limite de velocidade do vento quando se tem controle sobre o movimento do ar, dado seus parâmetros.

Portanto, diante das informações e análises apresentadas, a pesquisa assinala que a aclimatação dos alunos a cidade de Campina Grande proporciona a eles maior tolerância a velocidades do ar mais elevadas; e indica que há a possibilidade de uma ventilação com maior intensidade, corroborando com a hipótese que a elevada velocidade do ar em ambientes escolares naturalmente ventilados pode ser aceita pelos ocupantes. Além de, reiterar a teoria de Givoni (1994) que os limites de conforto diferem para cada local.

Desse modo, os resultados encontrados neste trabalho buscam contribuir com o avanço da pesquisa sobre entendimento do conforto mediante a relação da intensidade do movimento do ar com os aspectos subjetivos dos indivíduos no clima do semiárido. Todavia, mais pesquisas precisam ser realizadas para auxiliar nessa compreensão da relação dos aspectos individuais e subjetivos dos usuários com as variáveis ambientais, a fim de colaborar com o desenvolvimento das discussões sobre a avaliação do conforto térmico no clima quente, por meio da sensação e percepção das pessoas, com enfoque na intensidade da velocidade do ar.

Assim, para estudos futuros recomenda-se que escolas em outras cidades da região possam ser abarcadas no levantamento de dados para aquisição de uma amostragem mais robusta; que mais estudos sejam realizados para explorar a velocidade do vento como variável que afeta a sensação e a percepção de conforto dos ocupantes; e que o objeto arquitetônico seja levado em consideração na avaliação de ambientes termicamente confortáveis que utilizem a ventilação natural como estratégia bioclimática.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

_____.ASHRAE (2010). **ANSI/ASHRAE Standard 55-2010: Thermal environmental conditions for human occupancy.** American Society of Heating, Refrigeration and Air-Condition Engineers, Inc. Atlanta, EUA, 2010. ISSN 1041-2336.

_____.ASHRAE (2017). **ANSI/ASHRAE Standard 55-2017: Thermal environmental conditions for human occupancy.** American Society of Heating, Refrigeration and Air-Condition Engineers, Inc. Atlanta, EUA, 2017 ISSN 1014-2336.

_____.ASHRAE (2017). **Addendum a to ANSI/ASHRAE Standard 55-2017 - Thermal Environmental Conditions for Human Occupancy**. American Society of Heating, Refrigeration and Air-Condition Engineers, Inc. Atlanta, EUA, 2017 ISSN 1014-2336.

_____. **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.** ISO 7730:2005 (E), third edition, 2005.

_____. **Ergonomics of the thermal environment – Assessment of the influence of the thermal environment using subjective judgment scales.** ISO 10551, Genebra 1995.

_____. **Ergonomics of the thermal environment – Instruments for measuring physical quantities.** ISO 7726:1998(E), second edition, Suiça, 1998.

ABNT, ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS - NBR 15220. **Norma de desempenho térmico de edificações Parte 3: Zoneamento bioclimático brasileiro e diretrizes construtivas para habitações unifamiliares de interesse social.** Rio de Janeiro, 2004.

APOLO 11. **Latitude e Longitude das cidades Brasileiras.** Disponível em: http://www.apolo11.com/latlon.php?uf=pb&cityid=2599. Acesso em: janeiro de 2020.

AULICIEMS, A. Towards a psycho-physiological model of thermal perception. **In: International Journal of Biometeorology.** Vol.25, n.2, p.109-122, 1981

AULICIEMS, A.; SZOKOLAY, S. V. Thermal comfort. **In: PLEA notes - design tools and techniques**. Passive and Low Energy Architecture International in association with Department of Architecture The University of Queensland; note 3, 1997.

BDMEP. **Banco de Dados Meteorológicos para Ensino e Pesquisa**. Disponível em: http://www.inmet.gov.br/projetos/rede/pesquisa/. Acesso em: janeiro de 2020.

BEGUIN, François. **As maquinarias inglesas do conforto**. 1ª Ed. 1977.

BITTENCOURT, L. e CÂNDIDO, C. . **Ventilação Natural em edificações.** PROCEL EDIFICA - EFICIÊNCIA ENERGÉTICA EM EDIFICAÇÕES, Rio de Janeiro, 2010.

BRASIL, RESOLUÇÃO Nº 466, DE 12 DE DEZEMBRO DE 2012. Aprova as diretrizes e normas regulamentadoras de pesquisas envolvendo seres humanos. **Diário Oficial da União**, nº 12, 13 de junho

de 2013, Seção 1, Página 59. Disponível em: http://conselho.saude.gov.br/resolucoes/2012/Reso466.pdf. Acesso em: dezembro de 2019

CÂNDIDO, C. M. **Indoor air movement acceptability and thermal comfort in hot-humid climates**. Tese (Doutorado – Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil), UFSC. Florianópolis, 2010.

CÂNDIDO, C.; LAMBERTS, R.; BITTENCOURT, L.; DE DEAR, R. . Aplicabilidade dos limites da velocidade do ar para efeito de conforto térmico em climas quentes e úmidos. **Ambiente Construído**. Porto Alegre. 10**,** p.59-68, 2010.

CÂNDIDO, Christhina; DE DEAR, Richard; LAMBERTS , Roberto. Combined thermal acceptability and air movement assessments in a hot humid climate. **In.: Building and Environment**. 46, p.379-385, 2011.

CÂNDIDO, Christhina; LAMBERTS, Roberto; DE DEAR, Richard; BITTENCOURT, Leonardo; DE VECCHI, Renata. Towards a Brazilian standard for naturally ventilated. **In.: Building Research & Information.** 39**,** p.145-153, 2011.

CÂNDIDO, Christina. **Ventilação natural e conforto térmico em climas quentes**. Florianópolis UFSC, 2006.

COLLOT, Michel. Poesia, paisagem e sensação. **In.: Rev. de Letras** jan./jun. - 2015.

CORDEIRO, Gauss M.; DEMÉTRIO, Clarice G. B. **Modelos lineares generalizados e extensões**. Piracicaba, São Paulo, 2008.

COSTA, Franzé. **Análise de dados: Procedimentos Exploratórios**. Apostila da disciplina de Métodos Quantitativos Aplicados à Administração, da Universidade Federal da Paraíba, Paraíba, 2017.

COUTINHO FILHO, Erivaldo Fernandes *et al*.. Avaliação do conforto ambiental em uma escola municipal de João Pessoa. **In: Anais do IX Encontro de Extensão/X Encontro de Iniciação à Docência**, 09 a 11 de maio de 2007.

DE DEAR, R. J. e BRAGER, G. S. Thermal comfort in naturally ventilated buildings: revisions to ASHRAE Standard 55. **In.: Energy and Buildings,** v. 34, p. 549-561, 2002.

DE DEAR, R. J.; AKIMOTO, T.; ARENS, E. A.; BRAGER, G.; CÂNDIDO, C.; CHEONG, K. W. D.; LI, B.; NISHIHARA, N.; SEKHAR, S. C.; TANABE, S.; TOFTUM, J.; ZHANG, H.; ZHU, Y. Progress in thermal comfort research over the last twenty years. **In.: Indoor Air,** v. 23, p. 442–461, 2013.

DE DEAR, Richard; BRAGER, Gail e COOPER, Donna. **Developing an Adaptive Model of Thermal Comfort and Preference**, 1997.

DE VECCHI, R. **Avaliação de conforto térmico em edificações comerciais que operam sob sistemas mistos de condicionamento ambiental em clima temperado e úmido**. Tese (Doutorado – Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil), UFSC. Florianópolis, 2015.

DOCHERTY, M.; SZOKOLAY, S. V. Climate analysis. **In: PLEA notes - design tools and techniques**. Passive and Low Energy Architecture International in association with Department of Architecture The University of Queensland; note 5, 1999.

FANGER, P. O. . Assessment of man's thermal comfort in practice. **In.: British Journal of Industrial Medicine,** v. 30, p. 313-324, 1973.

FANGER, P. O. e TOFTUM, J. . Extension of the PMV model to non-air-conditioned buildings in warm climates. **In.: Energy and Buildings,** v. 34, p. 533-536, 2002.

GIVONI, B. Performance and applicability of passive and low-energy cooling systems. **In.: Energy and Buildings**, 17, p. 177-199, 1991

HOYT, T., SCHIAVON, S., TARTARINI, F., CHEUNG, T., STEINFELD,K., PICCIOLI, A., e MOON, D. **CBE Thermal Comfort Tool**. Center for the Built Environment, University of California Berkeley, 2019

INMET. **Normais climatológicas do Brasil 1981-2010**. INMET, Ministério da agricultura, pecuária e abastecimento, Edição digital, Brasília - DF, 2018. Disponível em: http://www.inmet.gov.br/portal/normais_climatologicas/mobile/index.html#p=1. Acesso em: janeiro de 2020.

INSTRUTHERM. **Manual de instruções - medidor de stress térmico digital portátil com rs-232 e data logger modelo TGD-300**. Instrutherm Instrumentos de Medição Ltda., São Paulo, 2009.

INSTRUTHERM. **Manual de instruções - medidor de stress térmico modelo: tgd-400**. Instrutherm Instrumentos de Medição Ltda., São Paulo, 2015.

INSTRUTHERM. **Manual de instruções - termo anemômetro digital TAFR-200**. Instrutherm Instrumentos de Medição Ltda., São Paulo, 2016.

KLEINBAUM, David G., KLEIN, Mitchel. **Logistic regression, a self-learning text.** 3ª edição, Ed. Springer, New York, 2010.

KOWALTOWSKI, D. C. C. K. **Arquitetura escolar: o projeto do ambiente escolar**. São Paulo: 2011.

LabEEE. **ProjetEEE - Projetando Edificações Energeticamente Eficientes**. UFSC, Santa Catarina, 2020. Disponível em: http://projeteee.mma.gov.br/ Acesso em: janeiro de 2020

LAMBERTS, R., *et al*. **Conforto e stress térmico**. LabEEE-Laboratório de Eficiência Energética em Edificações, 2011.

LAMBERTS, Roberto; DUTRA, Luciano e PEREIRA, F. O. R. **Eficiência energética na arquitetura**. 3ª Ed. Rio de Janeiro, 2014.

LAMBERTS, Roberto; CÂNDIDO, Christhina; DE DEAR, Richard; DE VECCHI, Renata. **Towards a Brazilian Standard on Thermal**. 2013.

LEITE, R. C. V. **Cidade, vento energia: limites de aplicação da ventilação natural para o conforto térmico face à densificação urbana em clima tropical úmido.** Tese (Doutorado – Área de concentração: Tecnologia da Arquitetura), FAUUSP. São Paulo, 2015

LIGGETT, R. e M. MILNE. **Climate Consultant 6,** 2015.

MARÇAL, Viviane Gomes; SOUZA, Henor Artur de; COELHO, Fernanda Fonseca de Melo; MARÇAL, Caio Cesar Sousa. Relevância e percepção do conforto térmico no processo de aprendizagem em sala de aula. **In.: B. Téc. Senac.** Rio de Janeiro. 44, 2018.

MARI, Hugo e SILVEIRA, José Carlos Cavalheiro da. Sobre a cognição visual. In.: SCRIPTA. Belo Horizonte. 14, p.3-26, 2010.

MINISTÉRIO DA SAÚDE, **Governo Federal**, 2020. Disponível em: https://www.gov.br/saude/pt-br. Acesso em: abril de 2020.

MODENESI, Jean Calmon. Tempo e espaço, mudança e movimento, percepção/sensação e lembrança em Henri Bergson. In.: **Revista Geografares**, p. 1-28, 2011.

MORETTIN, Pedro Alberto; BUSSAB, Wilton. **Estatística Básica**. 6° edição, São Paulo, Ed. Saraiva, 2010.

NEGREIROS, Bianca **Análise de métodos de predição de conforto térmico de habitação em clima quente-úmido com condicionamento passivo**. (Dissertação Mestrado) Programa de Pós-Graduação em Arquitetura e Urbanismo, Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal, 2010.

NEGREIROS, Bianca e PEDRINI, Aldomar. **Métodos de predição de desempenho térmico de habitação em clima quente-úmido, com condicionamento passivo**. XII Encontro Nacional de Conforto no Ambiente Construído e VIII Encontro Latinoamericano de conforto no Ambiente Construído. Brasília 2013.

NICOL, F. Adaptive thermal comfort standards in the hot-humid tropics. **In: Energy and Buildings** [S.I.], v. 36, n. 7, p. 628-637, jul 2004.

NOGUEIRA, B. L. N.; LIMA, A. V. P.; SILVA, N. L. da; BRAGA, M. S.; LIMA, C. R. e LEDER, S. M. Conforto térmico e percepção dos usuários em escritórios condicionados artificialmente e ventilados naturalmente no contexto do clima quente e úmido. In: LEDER, S. M.; NOGUEIRA, B. L. N. e LIMA, A. V. P. (org.). **Arquitetura e conforto ambiental nos trópicos: Coletânea de estudos e pesquisas do LabCon – UFPB de 2009 a 2018**. João Pessoa: Editora UFPB, p.11-37. 2019.

OCHOA, J. H., ARAÚJO, D. L. e SATTLER, M. A. . Análise do conforto ambiental em salas de aula: comparação entre dados técnicos e a percepção dos usuários. **In.: Ambiente Construído**. Belo Horizonte. 12**,** p. 91-114, 2012.

OLGYAY, V. **Design with climate: bioclimatic approach to architectural regionalism**. Princeton Uni. Press, Princeton, 1963.

PARAÍBA, Governo da. Secretaria de Estado da Educação. **Página de acompanhamento das Escolas Cidadãs Integrais**, João Pessoa, PB, 2018. Disponível em: https://sites.google.com/view/ecipb/início?authuser=0. Acesso em: abril de 2019.

PARAÍBA, Governo da. **Saber**.2020. Disponível em: http://www.saber.pb.gov.br. Acesso em: janeiro de 2020.

RUAS, A. C. **Conforto térmico no ambiente de trabalho**. São Paulo: FUNDACENTRO, 1999.

SILVA, Fábio Luiz da e MUZARDO, Fabiane Tais. Estudo exploratório sobre o espaço escolar: a percepção de professores de escolas públicas. **In.: Revista Thema**. 13, p. 65-78, 2016.

SILVEIRA, J. G. **Sensação e preferência térmica de idosos em condomínios horizontais implantados em três climas distintos na Paraíba.** (Dissertação de Mestrado) Programa de Pós-Graduação em Arquitetura e Urbanismo, Universidade Federal da Paraíba, João Pessoa, 2020.

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

SOUSA, M. C. B.; QUIRINO, L. M. de M. e LEDER, S. M. Redução da carga térmica através de resfriamento convectivo noturno no clima quente e úmido e no semiárido. In: LEDER, S. M.; NOGUEIRA, B. L. N. e LIMA, A. V. P. (org.). **Arquitetura e conforto ambiental nos trópicos: Coletânea de estudos e pesquisas do LabCon – UFPB de 2009 a 2018**. João Pessoa: Editora UFPB, p.61-92. 2019.

SOUZA, Larissa Negris de. **Arquitetura escolar, parâmetros de projeto e modalidades de aprendizagem**. (Dissertação de Mestrado) Programa de Pós-Graduação em Arquitetura , Tecnologia e Cidade, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2018.

SOUZA, J. F. **As crianças e o Conforto Térmico: sensações e preferências térmicas em escolas de ensino fundamental no clima quente e úmido.** (Dissertação de Mestrado) Programa de Pós-Graduação em Arquitetura e Urbanismo, Universidade Federal da Paraíba, João Pessoa, 2020.

TAYLOR, Anne P. **Linking architecture and education : sustainable design for learning environments**. University of New Mexico Press, Albuquerque, 2009.

WINDSOR CONFERENCE 2018. **History of the Windsor Conference**. 2018. Disponível em: http://windsorconference.com/history/. Acesso em: janeiro de 2019

WU, Yuxin; LIU, Hong; LI, Baizhan; KOSONEN, Risto; KONG, Deyu; ZHOU, Shan; YAO, Runming. Thermal adaptation of the elderly during summer in a hot humid area: Psychological, behavioral, and physiological responses. **Energy and Buildings,** v. 203, p. 109450, 2019.

YANG W., ZHANG G. Thermal comfort in naturally ventilated and air-conditioned buildings in humid subtropical climate zone in China. **Int J Biometeorol**. 52(5):385-98, 2008.

APÊNDICE A - QUESTIONÁRIO DE CONFORTO TÉRMICO E MOVIMENTO DO AR

QUESTIONÁRIO DE CONFORTO TÉRMICO E MOVIMENTO DO AR - ALUNO

Idade:	**Altura (m):**	**Peso (Kg):**

Sexo: ☐ Feminino ☐ Masculino

1. Você se ausentou da sala de aula nos últimos 30 minutos?(Ex: Foi ao banheiro, na coordenação, na cantina, no pátio)
☐ Sim, lugar:_____
☐ Não

2. Marque abaixo os itens de roupa que você está usando agora: (Pode marcar mais de uma opção)

☐ Chinelo	☐ Camiseta	☐ Saia curta	☐ Macacão
☐ Sandálias	☐ Camisa de manga curta	☐ Saia longa	☐ Colete
☐ Tênis/Sapato	☐ Camisa de manga longa	☐ Shorts/Bermuda	☐ Jaqueta
☐ Botas	☐ Camisa Polo	☐ Calça Jeans	☐ Casaco
☐ Meia		☐ Calça de tecido fino	☐ Suéter

☐ Outros. Especifique:

3. Qual desses sistemas de resfriamento você prefere?
☐ Ventilação natural ☐ Ventilador ☐ Ar condicionado

4. Você normalmente fica muito tempo em ambientes com ar condicionado?
☐ Sim
☐ Não ➡

5. Marque quantas horas por dia, em média, você costuma ficar em ambientes com ar condicionado? (Ex: em casa, na escola/ trabalho, no ônibus/carro, etc.)
☐ 0 hora ☐ Até 4 horas ☐ Entre 4 e 8 horas ☐ Mais de 8 horas

6. Você normalmente fica muito tempo em ambientes com ventilador?
☐ Sim
☐ Não ➡

7. Marque quantas horas por dia, em média, você costuma ficar em ambientes com ventilador? (Ex: em casa, na escola/ trabalho, no ônibus/carro, etc.)
☐ 0 hora ☐ Até 4 horas ☐ Entre 4 e 8 horas ☐ Mais de 8 horas

8. Como você se sente neste momento?
☐ Com muito calor ☐ Com calor ☐ Levemente com calor ☐ Neutro
☐ Levemente com frio ☐ Com frio ☐ Com muito frio

9. Como você preferiria estar neste momento?
☐ Mais aquecido ☐ Assim mesmo ☐ Mais refrescado

10. Para você o ambiente térmico neste momento é:
☐ Aceitável ☐ Inaceitável

11. Como você classifica o ambiente neste momento, em termos de conforto térmico?
☐ Confortável ☐ Bom, mas poderia melhorar ☐ Desconfortável

12. Como você classifica a velocidade do vento neste momento?
☐ Aceitável, com velocidade do vento insuficiente ☐ Inaceitável, com velocidade do vento insuficiente
☐ Aceitável, com velocidade do vento suficiente ☐ Inaceitável, com velocidade do vento excessiva
☐ Aceitável, com velocidade do vento excessiva

13. Como você preferiria a velocidade do vento neste momento?
☐ Mais velocidade do vento ☐ Assim mesmo ☐ Menos velocidade do vento

14. Como você classifica a frequência do vento neste momento?
☐ Aceitável, com frequência do vento insuficiente ☐ Inaceitável, com frequência do vento insuficiente
☐ Aceitável, com frequência do vento suficiente ☐ Inaceitável, com frequência do vento excessiva
☐ Aceitável, com frequência do vento excessiva

15. Como você preferiria a frequência do vento neste momento?
☐ Mais vento ☐ Assim mesmo ☐ Menos vento

16. Neste momento o vento na sala de aula causa alguma perturbação ou incômodo?
☐ Sim, porque _____
☐ Não

17. Nesta sala de aula, para o seu conforto pessoal, você costuma: (Pode marcar mais de uma opção)

☐ Abrir/fechar as janelas	☐ Abrir/fechar cortinas/persianas	☐ Nenhuma das opções
☐ Abrir/fechar as portas	☐ Mudar de carteira	☐ Outras. Especifique:
☐ Ligar/desligar o ventilador	☐ Afastar a carteira	

18. Sua atenção durante as aulas é afetada pelo conforto térmico (sensação térmica)? ☐ Sim ☐ Não

19. Em sua opinião, o que poderia ser modificado no prédio da escola para melhorar o conforto térmico dos alunos?

ANEXO A - PARECER CONSUBSTANCIADO DO CEP

CENTRO DE CIÊNCIAS DA SAÚDE DA UNIVERSIDADE FEDERAL DA PARAÍBA CCS/UFPB

PARECER CONSUBSTANCIADO DO CEP

DADOS DO PROJETO DE PESQUISA

Título da Pesquisa: Ventilação natural em escolas na cidade de Campina Grande: a influência da velocidade do ar na percepção e sensação de conforto térmico do usuário **Pesquisador:** POLLYANNA PADRE DE MACEDO **Área Temática:**
Versão: 3
CAAE: 10609219.8.0000.5188
Instituição Proponente: Universidade Federal da Paraíba
Patrocinador Principal: Financiamento Próprio

DADOS DO PARECER

Número do Parecer: 4.297.788

Apresentação do Projeto:
Projeto de pesquisa do CCS-UFPB da aluna POLLYANNA PADRE DE MACEDO que tem como Orientadora: Profa. Dra. Solange Maria Lede JOÃO PESSOA
O universo da pesquisa serão escolas públicas de ensino médio integral, compreendendo alunos do 1º ao 3º ano, por compor uma faixa etária com maior possibilidade de entendimento do questionário que será aplicado.

Objetivo da Pesquisa:
Objetivo geral
Identificar os limites da velocidade do ar quanto a sensação e percepção do conforto térmico de alunos de escolas públicas de ensino médio integral de Campina Grande, PB.
Objetivo Secundário
1. Identificar os limites da velocidade do ar estipulados como aceitáveis ao usuário na literatura acerca dos modelos estáticos e adaptativos de conforto térmico
2. Compreender os atributos arquitetônicos nas escolas que podem interferir na percepção e sensação do conforto térmico dos alunos nas salas de aula;
3. Confrontar os limites de velocidade do ar encontrados na pesquisa com a literatura levantada ao

Endereço: UNIVERSITARIO S/N
Bairro: CASTELO BRANCO **CEP:** 58.051-900
UF: PB **Município:** JOAO PESSOA
Telefone: (83)3216-7791 **Fax:** (83)3216-7791 **E-mail:** comitedeetica@ccs.ufpb.br

identificar as variáveis ambientais, pessoais e psicológicas que influenciam a percepção e sensação do conforto térmico dos usuários em ambientes escolares de clima quente.

Avaliação dos Riscos e Benefícios:

Uma vez que a pesquisa se dará por medições das variáveis ambientais in-loco e questionário a cerca do conforto térmico, a mesma não oferece riscos para a saúde dos envolvidos e não acarretará danos ao desempenho das atividades desenvolvidas.

Benefícios:

Como estratégia bioclimática, a ventilação natural é uma alternativa viável para incrementar o conforto térmico do ocupante, além de auxiliar a reduzir gastos desnecessários de energia com ventilação artificial ou mecânica. Desta forma, tem-se como possível benefício da pesquisa, a contribuição para o avanço das discussões sobre os aspectos subjetivos (percepção e sensação) dos usuários quanto ao conforto térmico alcançado pelo movimento do ar, sendo este proporcionado pela arquitetura, no clima do semiárido paraibano. Além disso, compreender o conforto térmico em
ambientes escolares, auxiliará na promoção de um melhor desempenho dos alunos por estarem em um espaço termicamente adequado ao ensino.

Comentários e Considerações sobre a Pesquisa:

Pesquisa bem descrita e relevante

Considerações sobre os Termos de apresentação obrigatória: As
pendências foram resolvidas e todos os termos foram apresentados

Conclusões ou Pendências e Lista de Inadequações:

Considerando que o protocolo de pesquisa se encontra adequadamente instruído e que apresenta viabilidade ética e metodológica, estando em consonância com as diretrizes da Resolução CNS n.466/2012, do MS, somos favoráveis ao desenvolvimento da investigação

Considerações Finais a critério do CEP:

Certifico que o Comitê de Ética em Pesquisa do Centro de Ciências da Saúde da Universidade Federal da Paraíba – CEP/CCS aprovou a execução do referido projeto de pesquisa. Outrossim, informo que a autorização para posterior publicação fica condicionada à submissão do Relatório Final na Plataforma Brasil, via Notificação, para fins de apreciação e aprovação por este egrégio Comitê.

Endereço: UNIVERSITARIO S/N
Bairro: CASTELO BRANCO **CEP:** 58.051-900
UF: PB **Município:** JOAO PESSOA
Telefone: (83)3216-7791 **Fax:** (83)3216-7791 **E-mail:** comitedeetica@ccs.ufpb.br

Este parecer foi elaborado baseado nos documentos abaixo relacionados:

Tipo Documento	Arquivo	Postagem	Autor	Situação
Informações Básicas do Projeto	PB_INFORMAÇÕES_BÁSICAS_DO_PROJETO_1283339.pdf	26/08/2020 23:19:26		Aceito
Outros	TERMO_DE_ANUENCIA.pdf	26/08/2020 23:15:52	POLLYANNA PADRE DE	Aceito
Cronograma	cronograma_ajustado.pdf	26/08/2020 23:05:38	POLLYANNA PADRE DE	Aceito
Projeto Detalhado / Brochura Investigador	PROJETO_DE_PESQUISA.pdf	18/10/2019 12:07:01	POLLYANNA PADRE DE MACEDO	Aceito
TCLE / Termos de Assentimento / Justificativa de Ausência	Termo_de_Assentimento.pdf	18/10/2019 12:04:46	POLLYANNA PADRE DE MACEDO	Aceito
TCLE / Termos de Assentimento / Justificativa de Ausência	TCLE.pdf	18/10/2019 12:02:33	POLLYANNA PADRE DE MACEDO	Aceito
Folha de Rosto	folhaderosto_1.pdf	15/03/2019 12:12:37	POLLYANNA PADRE DE	Aceito
Outros	certidao_aprova_proj_pesquisa.pdf	08/02/2019 21:59:27	POLLYANNA PADRE DE	Aceito
Outros	questionario.pdf	08/02/2019 21:57:10	POLLYANNA PADRE DE	Aceito
Orçamento	Orcamento.pdf	08/02/2019 21:53:53	POLLYANNA PADRE DE	Aceito

Situação do Parecer:
Aprovado

Necessita Apreciação da CONEP:
Não

JOAO PESSOA, 24 de Setembro de 2020

Assinado por:
Eliane Marques Duarte de Sousa
(Coordenador(a))

Endereço: UNIVERSITARIO S/N
Bairro: CASTELO BRANCO **CEP:** 58.051-900
UF: PB **Município:** JOAO PESSOA
Telefone: (83)3216-7791 **Fax:** (83)3216-7791 **E-mail:** comitedeetica@ccs.ufpb.br