

**As crianças e o Conforto Térmico: sensações e preferências
térmicas em escolas de ensino fundamental no clima
quente e úmido**

Jullyanne Ferreira de Souza

AS CRIANÇAS E O CONFORTO TÉRMICO: SENSações
E PREFERÊNCIAS TÉRMICAS EM ESCOLAS DE
ENSINO FUNDAMENTAL NO CLIMA QUENTE E
ÚMIDO

Versão corrigida de dissertação
apresentada ao programa de Pós-
Graduação em Arquitetura e Urbanismo,
da Universidade Federal da Paraíba
(UFPB), como requisito para obtenção do
Grau de Mestre em Arquitetura e
Urbanismo.

Área de concentração: Qualidade do
ambiente construído

Orientadora: Profa.^a Dra.^a Solange Maria
Leder

João Pessoa
2020

Catálogo na publicação
Seção de Catalogação e Classificação

S729c Souza, Jullyanne Ferreira de.

As crianças e o Conforto Térmico: sensações e preferências térmicas em escolas de ensino fundamental no clima quente e úmido / Jullyanne Ferreira de Souza.
- João Pessoa, 2020.
122 f. : il.

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

1. conforto térmico. 2. condicionamento artificial. 3. ventilação natural. 4. escolas. I. Leder, Solange Maria. II. Título.

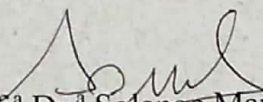
UFPB/BC

As crianças e o Conforto Térmico: sensações e preferências térmicas em escolas de ensino fundamental no clima quente e úmido

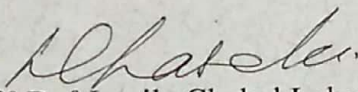
Por

Jullyanne Ferreira de Souza

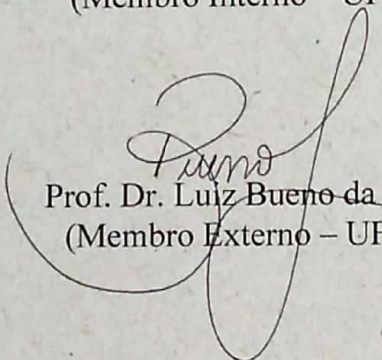
Trabalho de pesquisa aprovado em 14 de fevereiro de 2020



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



Prof.ª Dr.ª Lucila Chebel Labaki
(Membro Interno – UFPB)



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

João Pessoa-PB - 2020

DEDICATÓRIA

À minha mãe e minha tia, Claudete Ferreira e Claudeci Ferreira, minhas maiores entusiastas e maiores exemplos.

AGRADECIMENTOS

Agradeço a Deus, por ter ouvido todas as minhas preces, me dado forças e colocado tantas pessoas maravilhosas no meu caminho durante esses dois anos.

Gostaria de agradecer a minha orientadora Solange Leder por ter me dado atenção desde a primeira troca de e-mails, pela oportunidade, por ter acreditado em mim, por todas as aulas, por cada orientação, por todos os conselhos, por ser essa pessoa paciente e um exemplo de pesquisadora para mim.

Agradeço as integrantes do LabCon UFPB, por serem amigas e companheiras de pesquisa muito melhores do que eu pude sequer imaginar que poderia ter um dia, por cada risada nos momentos felizes, por cada lágrima nos momentos de desespero e por me acalmar sempre que precisei. Gostaria de agradecer especialmente a: Amanda Vieira, Mayara Brasileiro, Lumy Noda e Eliana Costa. Me sinto muito honrada de ter trabalhado com essas grandes pesquisadoras, companheiras e mulheres ao meu lado.

Gostaria de agradecer ao professor Rafael Ponce de Leon, por ter plantado a sementinha da pesquisa no meu coração ainda durante a graduação, por ter me orientado, me ajudado e por suas palavras de incentivo. Agradeço a minha querida amiga Tamaris Brasileiro, por ser um exemplo de pesquisadora e por sempre me ajudar e me aconselhar na vida pessoal e acadêmica. Agradeço ao professor Franzé Costa e a José Eduardo Barros, por terem sido verdadeiros anjos da estatística caídos do céu. Gostaria de agradecer a Rodrigo Tavares, o principal responsável pela manutenção da minha pouca sanidade nesses dois anos mais difíceis da minha vida.

Gostaria de agradecer aos meus amigos e minha família, que me deram o suporte, o carinho e tiveram a paciência necessária, não apenas durante os dois anos desse trabalho, como também em toda a minha vida como estudante. Agradeço a minha mãe Claudete Ferreira e minha tia Claudeci Ferreira por terem se dedicado intensamente durante toda a minha vida, me dado sempre a oportunidade de ter uma boa educação e me mostrado a importância dela. Vocês são as mulheres mais fortes que eu conheço, são o meu maior exemplo. Espero sempre lhes dar orgulho.

Agradeço a Secretaria de Educação do Município de João Pessoa, aos diretores e professores das escolas participantes e, em especial, a todas as crianças que responderam os questionários com toda a sinceridade, foram carinhosas e tornaram meus dias estressantes em campo mais leves.

Agradeço também a Capes, pela bolsa de mestrado.

1. Sobre calor ou frio, como você está se sentindo agora?

Com muito calor	Com calor	Com um pouquinho de calor	Bem, nem com calor nem com frio	Com um pouquinho de frio	Com frio	Com muito frio
☐	☐	☐	☒	☐	☐	☐

2. Sobre calor ou frio, como você gostaria de estar se sentindo agora?

Bem mais quente	Mais quente	Um pouquinho mais quente	Assim, nem mais quente nem mais frio	Um pouquinho mais frio	Mais frio	Bem mais frio
☐	☐	☐	☐	☒	☐	☐

3. Você prefere ambientes com ou sem ar condicionado?

☐ COM ☒ SEM

Por que?
 Por que gosta muito de energia e eu prefiro o ar da natureza

Questionário de criança participante da pesquisa.
 Escola Municipal Luiz Augusto Crispim, 4º ano B, 10 anos.

RESUMO

A ausência de atenção às exigências mínimas de conforto térmico em escolas pode comprometer a qualidade das atividades desenvolvidas e a saúde dos usuários, sejam eles professores, funcionários ou alunos, além de prejudicar o processo de aprendizagem. Assim, a presente pesquisa teve como objetivo investigar a sensação e percepção de conforto térmico em escolas da Rede Municipal da cidade de João Pessoa– PB, tendo como base a avaliação da condição de conforto térmico relatada por crianças dos últimos anos do ensino fundamental, na faixa etária de 8 a 11 anos. A metodologia da pesquisa consistiu na realização de medições de variáveis ambientais (identificar) e, simultaneamente, aplicação de questionários adaptados às crianças. A etapa experimental do trabalho aconteceu durante os meses de agosto, setembro, novembro e dezembro de 2018. Seis escolas foram analisadas em parte do inverno e parte do verão. Foram aplicados no total 712 questionários com crianças (410 no inverno e no 302 no verão), que continham perguntas a respeito de sensação e preferência térmica, em salas ventiladas naturalmente e condicionadas artificialmente, enquanto variáveis ambientais foram medidas simultaneamente. Os resultados mostram que no verão e no inverno a maioria das crianças sentiu algum desconforto por calor e preferiu que a condição térmica fosse outra (mais frio). Também nos dois períodos, nas escolas com ventilação natural um número maior de crianças relatou calor em comparação com as escolas condicionadas artificialmente, essa diferença foi mais acentuada no verão do que no inverno. Porém o desempenho térmico não foi satisfatório em nenhum dos dois tipos de ambientes, já que, o melhor resultado encontrado foi de 35,06% dos votos na sensação de neutralidade, nas salas condicionadas artificialmente no inverno, e considerando os votos -1 e 1 também como conforto, 71,84%. Em relação aos votos de preferência por ambientes climatizados, a maioria das crianças em todas as salas e todos os períodos relatou preferir o uso de ar-condicionado, o que indica uma associação por parte delas entre conforto e a climatização. Nas análises estatísticas, verificou-se que, em média, os alunos do sexo masculino têm mais sensação de calor que alunas do sexo feminino, porém, não foram encontradas diferenças em relação a preferência. Em relação ao IMC, foi possível afirmar que em todas as salas quanto maior o IMC, maior número de alunos com preferência por ambientes frios. Os modelos de predição PMV e Adaptativo subestimaram as sensações relatadas pelos alunos. Em relação a temperatura do ar, os resultados indicam que as crianças das salas ventiladas naturalmente têm uma tolerância maior a temperaturas mais altas que as das salas condicionadas artificialmente. No período de inverno, os votos de neutralidade, das crianças das escolas ventiladas naturalmente, ocorreram, no intervalo de temperatura do ar entre 27°C e 29,5°C, enquanto nas escolas condicionadas artificialmente no intervalo entre 26,00°C e 27,50°C. No período de verão, os votos de neutralidade, das crianças das escolas ventiladas naturalmente, ocorreram, no intervalo de temperatura do ar entre 27,00°C e 28,00°C, enquanto nas escolas condicionadas artificialmente no intervalo entre 26,00°C e 27,50°C, como no inverno.

Palavras-chave: conforto térmico, condicionamento artificial, ventilação natural, escolas.

Abstract

The lack of attention to the minimum requirements about thermal comfort in schools, can compromise the quality of work and the health of its users, whether they are teachers, workers or students, in addition to impairing the students' learning process. Due to the few studies about Thermal Comfort with children done in Northeast Brazil, the present research begins its investigation in an analysis of perception and sensation of thermal comfort in schools in the Rede Municipal de Ensino in the city of João Pessoa - PB. The investigation intended to identify the thermal sensations and preferences of children, from the last years of elementary school, with the age range of 8 to 11 years old. The research methodology consisted of measuring environmental variables (identifying) and, simultaneously, applying questionnaires adapted to children. The experimental stage of the work occurred during the months of August, September, November and December of the year 2018. A total of 712 questionnaires were administered to children (410 in winter and 302 in summer). These questionnaires presented four questions regarding sensation and preference, in naturally ventilated rooms and air-conditioned rooms, while the environmental variables were measured simultaneously. The results show that in summer and winter most children felt some discomfort due to heat and preferred it to be cooler. Also in both periods, in schools with natural ventilation more children reported heat than in artificially conditioned schools, this difference was more pronounced in summer than in winter. However, the thermal performance was not satisfactory in any of the two types of environments, since, the best result found is 35,06% of the votes in the sense of neutrality, in artificially conditioned classrooms in winter, and considering votes -1 and 1 also as comfort, 71.84%. Regarding votes of preference for air-conditioned environments, most children in all rooms and all periods, reported preferring the use of air conditioning, what shows an association on their part between comfort and air conditioning. In statistical analysis, it was found that, on average, male students have more heat sensation than female students, however, no differences were found in relation to preference. Regarding the body mass index, it was possible to state that, in all classrooms, the higher the body mass index, the higher the number of students with a preference for cold environments. The PMV and Adaptive prediction models underestimated the feelings reported by the students. It was examined that children who were in naturally ventilated environments, had a greater tolerance for higher temperatures than children subjected to acclimatized environments. In the winter, the votes of neutrality, of children from naturally ventilated schools, occurred in the air temperature range between 27 °C and 29,50 ° C, while in artificially conditioned schools in the range between 26.00 ° C and 27,50°C. In the summer, the votes of neutrality, of the children from the naturally ventilated schools, occurred, in the air temperature range between 27,00 °C and 28,00°C, while in the artificially conditioned schools in the range between 26,00 °C and 27,50°C, as in winter.

Keywords: thermal comfort, artificial conditioning, natural ventilation, schools.

Sumário

1. INTRODUÇÃO	13
1.1 Objetivo geral.....	17
1.2 Objetivos específicos	17
1.3 Estrutura do trabalho	17
2. ESTADO DA ARTE.....	18
2.1 Conforto térmico, sensação e preferência	18
2.2 Índices de conforto térmico.....	21
2.2.1 Cálculo do PMV e PPD.....	24
2.2.2 Cálculo do modelo adaptativo.....	28
2.3 Conforto térmico em escolas.....	30
3. MÉTODO	36
3.1 Preparação dos instrumentos e estudo piloto	36
3.2 Determinação da amostra e objeto de estudo	42
3.3 Procedimentos experimentais de campo	43
3.4 Tratamento dos dados e análises	45
3.4.1 Uso do PMV, PPD e Modelo Adaptativo.....	45
3.4.2 Dados climáticos	46
3.4.3 Índice de Massa Corporal.....	46
3.5 Procedimentos estatísticos	46
3.5.1 Testes de hipótese.....	47
3.5.2 Teste t para amostras independentes	47
3.5.3 Correlação bivariada de Pearson	48
4. RESULTADOS.....	49
4.1 Escolas objeto de estudo	49
4.1.1 Escola Municipal Leonidas Santiago	49
4.1.2 Escola Municipal Francisco Edwar	52
4.1.3 Escola Municipal Luiz Augusto Crispim	55
4.1.4 Escola Municipal Governador Leonel Brizola.....	57
4.1.5 Escola Municipal Chico Xavier	59
4.1.6 Escola Municipal Radegundis Feitosa	61
4.2 Análise descritiva das escolas	63
4.2.1 Escolas ventiladas naturalmente no inverno	64
4.2.2 Escolas ventiladas naturalmente no verão.....	71

4.2.3 Escolas condicionadas artificialmente no inverno	77
4.2.4 Escolas condicionadas artificialmente no verão.....	84
4.3 Análise estatística.....	90
6.3.1 Desconforto sobre as sensações e preferências relatadas	90
4.3.2 Comparação entre as salas CA e VN.....	93
4.3.3 Comparação entre o gênero e as sensações e preferências	96
4.3.4 Correlação entre PMV, IMC, sensação e preferência	99
4.3.5 Diferenças entre crianças e adultos	101
5. CONCLUSÕES	105
REFERÊNCIAS	107

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - PPD em função do PMV.....	26
Figura 2- Temperatura operativa aceitável em intervalos para espaços naturalmente condicionados	28
Figura 3 - Escala utilizada em questionário para crianças.....	32
Figura 4 - Escala utilizada em questionário para crianças.....	33
Figura 5 - Equipamentos de medição [a] TGD-300, [b] Tarf- 180, [c] Hobo U12-012.....	36
Figura 6 - Ficha de dados.	37
Figura 7 - Questionário piloto.	38
Figura 8 - Questionário dos professores adaptado da ASHARE 55-2017.....	39
Figura 9 - Medições e Aplicação de Questionário Piloto.....	40
Figura 10 - Escolas Municipais Leônidas Santiago e Francisco Edwar.....	42
Figura 11 - Escolas Municipais Leonel Brizola e Luiz Augusto Crispim, Chico Xavier, Radegundis Feitosa, respectivamente.....	43
Figura 12 - Equação de cálculo de Teste t.....	46
Figura 13 - Planta baixa da Escola Municipal Leônidas Santiago com indicação de salas medidas.....	48
Figura 14 - Medições na Escola Municipal Leônidas Santiago.	49
Figura 15 - Planta baixa da Escola Municipal Francisco Edwar com indicação de salas medidas.	51
Figura 16 - Medições na escola Francisco Edwar	51
Figura 17 - Planta baixa da Escola Municipal Luiz Augusto Crispim com indicação de salas medidas.....	53
Figura 18 - Medições nas salas de aulas da Escola Municipal Luiz Augusto Crispim.....	54
Figura 19 - Planta baixa da Escola Municipal Leonel Brizola com indicação de salas medidas.....	55
Figura 20 – Medições nas salas de aula da Escola Municipal Governador Leonel Brizola.	56
Figura 21 - Planta baixa da Escola Municipal Chico Xavier com indicação de salas medidas.	57
Figura 22 – Medições nas salas de aula da Escola Municipal Chico Xavier.....	58
Figura 23 – Planta baixa da Escola Municipal Radegundis Feitosa com indicação de salas medidas.....	59
Figura 24 – Medições nas salas de aula da Escola Municipal Radegundis Feitosa.....	60

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Aplicabilidade de métodos para determinação de ambientes térmicos aceitáveis em espaços.....	24
Tabela 2 - Calibração dos equipamentos.	35
Tabela 3 - Precisão dos equipamentos usados na pesquisa	36
Tabela 4 - Descrições e escalas da ASHRAE 55.....	38
Tabela 5 - Quantidade de alunos entrevistados nas escolas	61
Tabela 6 – Condições ambientais nas seis salas de aula.....	62
Tabela 7 – Resultados de PMV, PPD, SET e Método Adaptativo para salas ventiladas naturalmente no inverno.	66
Tabela 8 – Condições ambientais nas salas de aula no verão.....	68
Tabela 9 – Resultados de PMV, PPD, SET e Método Adaptativo para salas ventiladas naturalmente no verão.	72
Tabela 10 – Condições ambientais nas salas de aula.....	73
Tabela 11 - Resultados de PMV, PPD e SET para salas ventiladas naturalmente no inverno.....	78
Tabela 12– Condições ambientais nas salas de aula CA durante as medições de verão.	81
Tabela 13 - Resultados de PMV, PPD e SET para salas ventiladas naturalmente no inverno.....	84
Tabela 14 – Resultados da amostra e Teste t.....	86
Tabela 15 - Resultados da amostra e teste t nas salas CA e VN sobre a sensação.	87
Tabela 16 - Resultados da amostra e Teste t.....	87
Tabela 17 - Resultados da amostra e teste t nas salas CA e VN sobre a preferência	88
Tabela 18 – Resultados de curtose e assimetria dos votos das crianças.	89
Tabela 19 - Comparação geral entre as salas CA e VN.....	89
Tabela 20 – Teste de amostras independentes.....	89
Tabela 21 – Comparação das salas CA nos grupos inverno e verão.	90
Tabela 22 – Teste de amostras independentes.....	90
Tabela 23 – Comparação das salas com VN nos grupos inverno e verão.	91
Tabela 24 – Teste de amostras independentes.....	91
Tabela 25 – Comparação global das salas nos grupos de sexo (Feminino/Masculino).....	92
Tabela 26 – Teste de amostras independentes.....	92
Tabela 27 – Comparação das salas CA e VN nos grupos de sexo (Feminino/Masculino)	93
Tabela 28 – Teste de amostras independentes.....	94
Tabela 29 – Correlações entre sensação, preferência, IMC e PPD	95
Tabela 30 – Comparação global entre os grupos de crianças e adultos.....	96
Tabela 31 – Teste de amostras independentes.....	97
Tabela 32 – Comparação no inverno entre os grupos de crianças e adultos.	98
Tabela 33 – Teste de amostras independentes.....	98
Tabela 34 – Comparação no verão entre os grupos de crianças e adultos.....	99
Tabela 35 – Teste de amostras independentes.....	99

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1 – Sensação e Preferência relatada pelos alunos no inverno na escola Leônidas Santiago.....	49
Gráfico 2 – Sensação e Preferência relatada pelos alunos no verão na escola Leônidas Santiago.	50
Gráfico 3 – Sensação e Preferência relatada pelos alunos no inverno na escola Francisco Edwar.	52
Gráfico 4 – Sensação e Preferência relatada pelos alunos no verão na escola Francisco Edwar.....	52
Gráfico 5 – Sensação e Preferência relatada pelos alunos no inverno na escola Luiz Augusto Crispim	54
Gráfico 6 – Sensação e Preferência relatada pelos alunos no verão na escola Luiz Augusto Crispim	55
Gráfico 7 – Sensação e Preferência relatada pelos alunos no inverno na escola Leonel Brizola.....	56
Gráfico 8 – Sensação e Preferência relatada pelos alunos no verão na escola Leonel Brizola.	56
Gráfico 9 – Sensação e Preferência relatada pelos alunos no inverno na escola Municipal Chico Xavier	58
Gráfico 10 - Sensação e Preferência relatada por alunos no verão na escola Municipal Chico Xavier.....	58
Gráfico 11 – Sensação e Preferência relatada pelos alunos no inverno na escola Radegundis Feitosa.....	60
Gráfico 12 – Sensação e Preferência relatada pelos alunos no verão na escola Radegundis Feitosa.....	60
Gráfico 13– Variáveis ambientais (temperatura do ar e velocidade do ar) nas escolas VN durante o inverno.	63
Gráfico 14 - Votos de sensação e preferência relatadas por crianças em escolas ventiladas naturalmente no inverno.	63
Gráfico 15 – Relação entre temperatura do ar e votos de sensação no inverno.....	64
Gráfico 16 – Boxplot relação votos de sensação térmica com temperatura do ar	65
Gráfico 17 – Boxplot relação votos de preferência térmica com temperatura do ar	66
Gráfico 18 – Resultados do PMV x Sensação relatada pelas crianças	67
Gráfico 19 – Variáveis ambientais (temperatura do ar e velocidade do ar) nas escolas VN durante o verão.	69
Gráfico 20 – Votos de sensação e preferência relatadas por crianças em escolas ventiladas naturalmente no verão.	69
Gráfico 21 – Relação entre temperatura do ar e votos de sensação no verão.....	70
Gráfico 22 – Boxplot relação votos de sensação térmica com temperatura do ar	71
Gráfico 23 – Boxplot relação votos de preferência térmica com temperatura do ar	71
Gráfico 24 – Resultados do PMV x Sensação relatada pelas crianças	73

Gráfico 25- Votos de sensação e preferência relatadas por crianças em escolas condicionadas artificialmente no inverno.....	74
---	----

Gráfico 26 – Variáveis ambientais (temperatura do ar e velocidade do ar) nas escolas CA durante o inverno.	75
Gráfico 27 – Relação entre temperatura do ar e votos de sensação no inverno.....	76
Gráfico 28 – Boxplot relação votos de sensação térmica com temperatura do ar	77
Gráfico 29 – Boxplot relação votos de preferência térmica com temperatura do ar	78
Gráfico 30 – Resultados do PMV x Sensação relatada pelas crianças	80
Gráfico 31 – Variáveis ambientais (temperatura do ar e velocidade do ar) nas escolas VN durante o verão.	81
Gráfico 32 – Votos de sensação e preferência relatadas por crianças em escolas condicionadas artificialmente no verão	82
Gráfico 33 – Relação entre temperatura do ar e votos de sensação no verão.....	82
Gráfico 34 – Boxplot relação votos de sensação térmica com temperatura do ar	83
Gráfico 35 – Boxplot relação votos de preferência térmica com temperatura do ar	84
Gráfico 36 – Resultados do PMV x Sensação relatada pelas crianças.	85

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

t_a – Temperatura do ar;

t_r – Temperatura radiante;

v_a – Velocidade do ar;

Text – Temperatura externa;

CA – Condicionamento artificial;

clo – Unidade de medida da resistência térmica da roupa;

EJA – Educação de jovens e adultos;

INMET – Instituto Nacional de Meteorologia;

INEP – Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas

Educacionais; LABEME – Laboratório de ensaios materiais e estruturas;

met – Unidade de medida de metabolismo;

NICHHD – Instituto Nacional de Saúde Infantil e Desenvolvimento Humano dos Estados Unidos;

PMV – Voto Médio Predito;

PPD – Percentual de pessoas insatisfeitas;

SET – Temperatura efetiva padrão;

TSV – Voto de sensação térmica;

UFPB – Universidade Federal da Paraíba;

VN – Ventilação Natural;

1. INTRODUÇÃO

O Ministério da Saúde (2009), na Avaliação do Painel Intergovernamental de Mudança Climática, apresentou em suas principais conclusões os aspectos de impactos das mudanças climáticas na saúde humana e identificou como populações mais vulneráveis, que sofrerão maiores dificuldades de adaptação, os idosos, as crianças, os portadores de doenças crônicas e de doenças respiratórias.

Segundo Pereira et al. (2009), vários estudos já constataram que a produtividade e a qualidade do trabalho realizado estão diretamente relacionadas às boas condições do ambiente em que se desenvolvem as atividades, salientando que a educação é um dos fatores que mais influem no desenvolvimento de um país e a qualidade de ensino se torna algo de grande importância para que esta educação seja eficiente. É do ambiente escolar que surgirão os futuros profissionais que poderão levar o Brasil a patamares de desenvolvimento mais avançados. Destaque-se que uma boa qualidade de ensino não só depende da capacitação dos professores, mas também das condições físicas dos ambientes em que eles interagem com os alunos.

Apesar de a aprendizagem ser uma ação constante para o ser humano ao longo da vida, é na infância que o desenvolvimento cognitivo passa por suas fases mais importantes. Piaget (1973) explica que o último estágio do desenvolvimento cognitivo acontece com crianças de 7 a 11 anos, momento em que elas desenvolvem processos de pensamento lógico. No Brasil, na maior parte das escolas, é nessa idade que as crianças frequentam os primeiros anos do Ensino Fundamental.

“Já que existe relação direta da qualidade e da produtividade com o ambiente de trabalho, pode-se afirmar que as salas de aulas precisam prover os alunos e professores de condições saudáveis.” (FERNANDES FILHO et al., 2007, p.1)

Labaki et al. (2001) explica que situações de desconforto causadas por temperaturas extremas, falta de ventilação adequada, umidade excessiva combinada com temperaturas elevadas e radiação térmica, por exemplo, podem ser bastante prejudiciais e causar alterações físicas, como: sonolência, alteração nos batimentos cardíacos e aumento da sudorese. Essas alterações também têm efeitos psicológicos e podem provocar apatia e desinteresse pelo trabalho, sendo, assim, situações extremamente desfavoráveis num ambiente escolar.

As exigências de conforto térmico em países como o Brasil podem ser vinculadas à atenuação das temperaturas frequentemente elevadas no clima tropical. Para Nogueira et al., (2012) a falta da atenção com as condições mínimas de conforto requeridas pelos usuários em

muitas das escolas municipais comprometem o ensino-aprendizagem, a saúde física e psicológica dos seus alunos.

Na abordagem de conforto térmico existem dois modelos mais utilizados para nortear pesquisas: o estático e o adaptativo. No primeiro, os experimentos são realizados em câmaras climatizadas, onde todas as variáveis ambientais são controladas e, no segundo, são realizados experimentos em ambientes reais, visto que o usuário é capaz de se adaptar a eles, e disso surge a necessidade de um modelo versátil em relação aos locais, edifícios e ao próprio usuário.

Straub et al. (2016) explica que é importante ressaltar que embora a abordagem adaptativa tenha surgido depois da abordagem estática e leve em consideração mais variáveis e fatores que possam afetar a sensação de conforto, o objetivo de ambas as abordagens é muito próximo: alcançar a condição de conforto térmico em ambientes reais.

O modelo adaptativo pode ser aplicado em pesquisas com adultos e com crianças. Em áreas como Psicologia e Educação, por exemplo, existem inúmeras pesquisas onde se colhem dados com crianças. Na área de conforto térmico não são tantas que o fazem, entretanto, Hox et al. (2003) explica a importância de investigações com crianças afirmando que em vez de usar seus pais ou cuidadores como informantes, elas são cada vez mais os seus informantes sobre suas próprias experiências, perspectivas, atitudes e comportamentos.

Para Lazarotto et al. (2007), as análises oriundas de pesquisas de campo são muito importantes, pois só por meio delas é possível conhecer a influência de condições climáticas e culturais diversas daquelas sob as quais os modelos normalizados foram desenvolvidos. Nesse contexto, o questionamento do conforto térmico no ambiente escolar assume grande importância, pois a avaliação das reais situações vivenciadas pelos estudantes é fundamental para dotar os espaços escolares de melhores condições de habitabilidade e, assim, contribuir para um processo educativo de melhor qualidade.

Vásquez et al. (2017, apud, CRUZ et al, 2010) explica que o desafio metodológico que representa os estudos em que as fontes principais de informação são crianças é, principalmente na questão da comunicação entre adultos pesquisadores e crianças, um dos fatores que determina a falta de pesquisas com este tipo de usuário. No entanto, diferentes instrumentos e técnicas, desenvolvidos e validados nas pesquisas da Educação, Ciências Forenses e Psicologia, possibilitam o acesso às opiniões das crianças desde sua própria experiência e permitem superar tal desafio com sucesso.

O crescimento populacional das cidades acarreta na abertura de várias escolas ao longo dos anos e muitos destes edifícios construídos não demonstram ter estudos prévios de

adequação ao clima. Segundo o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (2019), o crescimento populacional da cidade de João Pessoa superou as estimativas, apresentando uma população estimada de 809.015 habitantes. O pouco conhecimento de conforto térmico relacionado a escolas de Ensino Infantil pode acarretar na falha do aproveitamento das condicionantes locais para oferecer conforto aos seus usuários e, conseqüentemente, na implantação de sistemas artificiais de refrigeração usados durante todo o dia.

Em algumas escolas de Educação Básica de João Pessoa, as crianças passam a maior parte do seu dia realizando diversos tipos de atividades, tornando-se imprescindível o conhecimento das condições térmicas desses usuários e as suas preferências. Assim, muitas dessas escolas necessitam de adequações e, quando recebem, é por meio de instalações de aparelhos de condicionadores de ar, sem pensar em outras soluções mais sustentáveis e mais viáveis financeiramente

Segundo dados públicos da Prefeitura Municipal de João Pessoa (2015), no ano de 2015 teve início um projeto com a finalidade de climatizar todas as salas de aula das suas escolas e até hoje treze escolas já possuem os equipamentos em suas salas, salientando que essas reformas e instalações custaram entre \$300 e \$400 mil reais por escola. Atualmente, reformas nas escolas são realizadas, principalmente nas suas redes elétricas, para proporcionar a climatização das salas de aula. A Escola Municipal Francisco Pereira da Nóbrega, no bairro do Cristo Redentor, por exemplo, foi a 13ª a ser climatizada e só nela foram investidos \$335 mil reais para possibilitar a instalação dos aparelhos.

Apesar de o desempenho térmico das edificações ser determinado principalmente por variáveis definidas na fase projetual, como implantação, orientação, forma e os materiais da envoltória do edifício, Lopes e Ornstein (2018) ressaltam que é importante que se estude e se realizem avaliações, métodos sistemáticos e de aferição do desempenho de edifícios para possível adequação posterior que contribua para sua melhoria por meio da redução dos ganhos térmicos obtidos pela envoltória, proteção solar nas aberturas e outras soluções.

Teli et al. (2017) destaca o desafio de projetar edifícios escolares com desempenho térmico e energético aceitáveis durante todo o ano, assim como a necessidade de estabelecer padrões mais elevados no projeto do prédio da escola, usando critérios baseados especificamente em crianças.

Acredita-se que o questionamento a respeito desse tema, aplicado a várias escolas da rede municipal de João Pessoa, é uma maneira de chamar a atenção dos gestores e das autoridades educacionais para a imprescindibilidade de proporcionar aos usuários das

instituições condições ambientais adequadas ao processo de educação, como uma forma de melhorar a qualidade do ensino e da aprendizagem.

Busca-se colaborar com o avanço do conhecimento científico em relação ao conforto térmico em clima quente e úmido por meio do fornecimento de informações que auxiliem em pesquisas futuras, projetos e adequações, visando ao crescimento populacional e à demanda de novas instituições de ensino, não só em João Pessoa, como em todo o Nordeste do país. Esta pesquisa se justifica na reduzida quantidade de estudos, especialmente no Nordeste do Brasil, relacionados ao desempenho térmico em edificações escolares, especificamente de Ensino Infantil, com a percepção e preferências de crianças em relação ao ambiente térmico.

1.1 Objetivo geral

Caracterizar as condições térmicas ambientais das salas de aula nas escolas de ensino fundamental em João Pessoa e avaliar a percepção de conforto térmico relatada pelos alunos.

1.2 Objetivos específicos

- Monitorar e quantificar o comportamento das variáveis ambientais térmicas que influenciam no conforto térmico;
- Identificar a percepção e a sensação térmica das crianças nas salas de aula;
- Investigar as possíveis relações entre as variáveis ambientais térmicas e as preferências encontradas;
- Comparar o desempenho térmico, das salas de aulas ventiladas naturalmente e condicionadas artificialmente, com a sensação e percepção de conforto térmico dos alunos investigados;

1.3 Estrutura do trabalho

O conteúdo deste trabalho foi dividido em três partes, sendo a primeira o ESTADO DA ARTE, com as principais informações encontradas a respeito do desenvolvimento de pesquisas na área de Conforto Térmico, principalmente pesquisas com crianças. A segunda parte trata sobre o MÉTODO adotado na pesquisa de campo, tratamento e análise dos dados. E por último, RESULTADOS, onde serão apresentados os resultados oriundos de análises realizadas a respeito dos dados das medições nas estações de verão e inverno nas salas de aula com e sem climatização.

2. ESTADO DA ARTE

Os estudos do conforto ambiental são amplamente disseminados com a finalidade de entender o desempenho dos edifícios e as variáveis ambientais que mais impactam nas reais sensações dos usuários, com isso, os seus resultados trazem contribuições importantes para a melhoria das condições ambientais as quais as pessoas são submetidas.

Dados de estudos em construções reais têm sido fundamentais no desenvolvimento de padrões convencionais de conforto térmico para o ambiente construído. No entanto, existem evidências crescentes da necessidade de avançar esses padrões, através de registros de trabalho de campo mais robustos e abrangentes (RODRIGUEZ, et al, 2019).

Lazzarotto (2007) destaca que, em vários continentes, pesquisas de campo são desenvolvidas na tentativa de ampliar o conhecimento sobre o conforto térmico, possibilitando uma melhor compreensão de como este estado se instala, a identificação da relevância de variáveis conhecidas ou novas variáveis envolvidas e também quais os efeitos do bem-estar térmico sobre a produtividade humana.

Para a elaboração desse trabalho, foi necessário realizar um levantamento a respeito da evolução científica das pesquisas de conforto térmico, principalmente sobre as que são feitas em campo e realizadas em salas de aula e com crianças. Destaque-se que esse capítulo da pesquisa contém as referências principais para o embasamento e desenvolvimento das discussões, metodologia e análises realizadas.

2.1 Conforto térmico, sensação e preferência

Lamberts (2016) explica que o conceito de conforto térmico se refere ao estado mental que expressa a satisfação do homem com o ambiente térmico que o circunda, que está situado no campo subjetivo e depende, além de fatores físicos, de fatores fisiológicos e psicológicos. Os fatores físicos determinam as trocas de calor do corpo com o meio; já os fatores fisiológicos referem-se a alterações na resposta fisiológica do organismo, resultantes da exposição contínua a determinada condição térmica; e, finalmente, os fatores psicológicos, os quais se relacionam às diferenças na percepção e na resposta a estímulos sensoriais, frutos da experiência passada e da expectativa do indivíduo.

Os padrões de conforto térmico são necessários para ajudar os projetistas de edificações a fornecer um clima interno que os ocupantes dos edifícios considerem termicamente

confortável, ressaltando que um padrão que procura definir climas interiores aceitáveis deve considerar todos os fatores (NICOL; HUMPHREYS, 2002).

Lamberts (2015) apresenta três principais argumentos sobre a importância dos estudos de conforto: a satisfação do homem, permitindo-lhe se sentir termicamente confortável; a performance do homem: as atividades intelectuais, manuais e perceptivas geralmente apresentam um melhor rendimento quando realizadas em conforto térmico; a conservação de energia: conhecer as condições e os parâmetros relativos ao conforto térmico dos ocupantes do ambiente, evitam-se desperdícios com aquecimento e refrigeração, muitas vezes desnecessários.

Nesses fatores e padrões que definem o conforto térmico está a neutralidade térmica, descrita por Fanger (1970) como uma condição na qual uma pessoa não prefira sentir nem mais calor, nem mais frio no ambiente a seu redor. Já para a ASHRAE (2010), o conceito de neutralidade está relacionado à sensação e é descrito como circunstância em que o indivíduo não sente frio e nem calor.

Lamberts et al. (2016) define neutralidade térmica como o estado físico, no qual todo o calor gerado pelo organismo através do metabolismo seja trocado em igual proporção com o ambiente ao redor, não havendo nem acúmulo de calor, nem perda excessiva dele, mantendo a temperatura corporal constante. O autor explica ainda que a neutralidade térmica é uma condição necessária, mas não suficiente, para que uma pessoa esteja em conforto térmico, por isso, um indivíduo que estiver exposto a um campo assimétrico de radiação, por exemplo, pode estar em neutralidade térmica e não estará em conforto térmico. Portanto, mesmo que o termo seja comumente utilizado com o mesmo significado, neutralidade térmica não necessariamente significa conforto térmico.

Para um entendimento das sensações e preferências térmicas dos indivíduos, é necessário analisar detalhadamente e ter uma compreensão da influência do ambiente construído na carga térmica a que está sujeito esse indivíduo. Coutinho et al. (2007) explica que, para isso, existem quatro parâmetros ambientais básicos: temperatura do ar, temperatura média radiante, velocidade do ar e umidade absoluta. Além dessas variáveis, há, ainda, a resistência térmica das vestes e o tipo de atividade desenvolvida, salientando que é através das medições de variáveis que podemos definir os parâmetros mencionados e é possível obter uma estimativa mais geral da influência deles no ambiente.

Frota e Schiffer (2006) apontam que o homem é um animal homeotérmico, que esse tipo de organismo pode ser comparado a uma máquina térmica e sua energia é obtida através

de fenômenos térmicos, salientando que a energia térmica produzida pelo organismo dos seres humanos é oriunda de reações químicas internas e esse processo de produção de energia a partir de elementos combustíveis é denominado metabolismo.

O conforto térmico está diretamente ligado ao sistema termorregulador, portanto, envolve uma sucessão de fatores pessoais que dificultam uma definição objetiva. Logo, o conforto ambiental pode apresentar dois pontos de vista: pessoal ou ambiental (COUTINHO et al. 2007). Ao se sentirem desconfortáveis, os indivíduos reagem ao calor ou ao frio. Frota e Schiffer (2006) explicam que quando as condições ambientais proporcionam perdas de calor no corpo, além das necessárias para a manutenção da sua temperatura interna constante, o organismo reage por meio de mecanismos automáticos, buscando reduzir as perdas e aumentar as combustões internas. Quando as perdas de calor são inferiores às necessárias para a manutenção da sua temperatura interna constante, o organismo busca condições de troca de calor mais intensas com o ambiente, reduzindo as combustões internas.

Do ponto de vista ambiental, confortável é o ambiente que possibilita ao organismo humano a manutenção da temperatura interna corporal sem requerer o trabalho do seu sistema termorregulador, já do ponto de vista pessoal, conforto térmico é uma condição mental que expressa satisfação com o ambiente térmico (ASHRAE, 2003). Para Nicol e Humphreys (1998), o conforto térmico é uma resposta comportamental de cada indivíduo às condições ambientais e não apenas um problema de termorregulação fisiológica.

Geralmente, o homem se encontra em ambientes em que a sua temperatura é diferente da temperatura do ar e superfícies próximas, o que exige trocas de calor que ocorrem na pele e nas mucosas do aparelho respiratório, por meio de processos físicos, como convecção, radiação, evaporação e condução e, dessa forma, encontra o conforto térmico.

Nicol e Humphreys (2002) indicam que as pessoas têm uma tendência natural para se adaptar às mudanças que ocorrem durante um determinado tempo nos ambientes em que se encontram e que essa tendência natural é expressa na abordagem adaptativa ao conforto térmico. Sendo assim, o modelo de Conforto Adaptativo é indicado para pesquisas em ambientes reais, quando o pesquisador interfere o mínimo possível, onde é possível que os usuários controlem as condições térmicas dos espaços, principalmente as aberturas. Souza (2018) aponta que é possível definir adaptação térmica como a plasticidade de usar estratégias para se adequar ao meio, adequar o meio a si, ou de modificar a relação pessoa-meio com as necessidades e preferências térmicas.

Já para ambientes com variáveis ambientais internas controladas, existe o modelo

baseado num modelo matemático desenvolvido na década de setenta, em que Fanger (1973), elaborado a partir de experimentos com pessoas em uma câmara climatizada, que correspondeu a uma amostra reduzida de pessoas submetidas por um mesmo ambiente térmico predefinido. Estes índices que norteiam as pesquisas de Conforto Térmico serão detalhados a seguir.

2.2 Índices de conforto térmico

Com o objetivo principal de entender a percepção dos usuários em relação ao ambiente térmico, verificando quais as variáveis e os fatores que interferem nas suas sensações e preferências, e de que forma isso afeta a saúde e produtividade humana, várias pesquisas ao longo dos anos têm o conforto térmico como seu objeto.

Para avaliar o efeito das variáveis de conforto térmico nas sensações humanas e determinar as condições aceitáveis para o conforto, vários autores usaram diferentes índices de conforto térmico (NICOL, et al., 2002; SILVA, et al., 2016; VIEIRA, et al., 2018). Ressalta-se que estes índices são desenvolvidos a partir das características das pessoas (atividades, vestimentas), relacionando as variáveis ambientais, e são usados de acordo com as condições ambientais que cada espaço proporciona ao usuário, seja ele um ambiente ventilado naturalmente ou condicionado artificialmente.

Segundo Humphreys e Nicol (1998), o estudo científico sobre o conforto pode ser classificado em dois grupos: os de índices racionais, que avaliam as trocas de calor sob condições de laboratório, e os índices empíricos e estatísticos, que são realizados em campo e relacionam estatisticamente a sensação térmica com as condições externas ao ambiente.

Sobre os índices utilizados nas pesquisas de conforto térmico, para estimar as condições de conforto das pessoas por meio de pesquisas em campo em situações reais, no ambiente construído, Nicol et al (2002) explica que a abordagem adaptativa sugere que as pessoas são mais tolerantes às variações de temperatura em virtude do caráter “adaptativo” que elas assumem no momento em que se adaptam às condições ambientais, ou seja, se uma mudança ocorre para gerar desconforto, as pessoas reagem de forma a restabelecê-lo.

O uso do modelo adaptativo é regulamentado pela ASHRAE 55-2017, a qual determina que os espaços devem ser controlados por seus ocupantes e não possuir sistema de refrigeração instalado, os ocupantes devem possuir taxa de metabolismo entre 1,0 e 1,3 met e vestimentas variando entre 0,5 a 1,0 clo, e a temperatura média externa deve estar dentro do intervalo de 10 °C a 33,5°C. Em relação às medições ambientais, estas estão ligadas à satisfação através de um

modelo empírico, em que a temperatura média do ar predominante no exterior determina a posição de percentuais de perfis de satisfação na fronteira da zona de conforto. De acordo com esse modelo, a zona de conforto em um determinado dia depende de uma média de execução de temperaturas do ar externas anteriores, às quais as pessoas se adaptam continuamente ao longo do tempo, destacando que o modelo adaptativo considera como critério de aprovação uma condição ambiental dentro dos limites de 80% de aceitação.

Na década de setenta, Povl Ole Fanger realizou diversos experimentos na Dinamarca sobre conforto térmico em câmaras climatizadas e, até hoje, é visto, segundo Lamberts (2016), como o principal representante da linha analítica de avaliação das sensações térmicas humanas. As suas equações e métodos têm sido utilizados mundialmente e serviram de base para a elaboração de normas internacionais importantes, fornecendo subsídios para o equacionamento e cálculos analíticos de conforto térmico, conhecidos hoje como PMV (Predicted Mean Vote) e o PPD (Predicted Percentage of Dissatisfied). Este método é considerado o mais completo dos índices de conforto, pois analisa a sensação deste em função das 6 variáveis relacionado com PMV e o PPD.

O PMV é um índice que prediz o valor médio dos votos de sensação térmica de um determinado grupo de pessoas a uma escala de sete pontos de sensação expressa, a partir de -3 a +3 correspondentes às categorias “frio”, “fresco”, “um pouco frio”, “neutro”, “um pouco quente”, “quente”, “muito quente”, enquanto o índice de percentual de pessoas insatisfeitas (PPD) baseia-se no pressuposto de que as pessoas que votam em +2, +3, -2 ou -3 na sensação térmica da escala estão insatisfeitos e na simplificação de que a PPD é simétrica em torno de um PMV neutro. (ASHRAE, 2017).

A 55-2017 traz também os critérios de aprovação no modelo preditivo PMV, os quais são: -0,5 a +0,5 na escala PMV, referentes a uma estimativa de 90% de satisfação com o ambiente térmico.

No mínimo, uma suposta insatisfação de 10% causada pelo desconforto local é adicionada ao desconforto previsto pelo PMV para obter a insatisfação térmica geral de um ambiente. A radiação solar nos ocupantes em condições neutras ou quentes não deve exceder 10% da radiação solar ao ar livre incidente na janela (ASHRAE 2013).

Porém, vários autores (BRAGER, 2004; DEDEAR, 1998; DEDEAR; BRAGER, 2002; FANGER; TOFUM, 2002; NICOL, 2004), inclusive em estudos brasileiros (ARAÚJO, 1996; GONÇALVES, 2000), demonstraram que o PMV não é capaz de estimar a real sensação de

conforto térmico de indivíduos aclimatados a climas tropicais, condição predominante no território brasileiro, prevendo sensação de desconforto térmico mais severa do que os usuários realmente percebem. (PEREIRA, ASSIS, 2009).

Xavier (2008), explica que o modelo é baseado no princípio físico do balanço térmico entre o homem e o ambiente, correlacionando as sensações térmicas das pessoas à carga térmica atuando sobre o corpo, a qual é definida como sendo a diferença entre a produção interna de calor pelo corpo, através da taxa metabólica, e os mecanismos de transferência de calor deste para o ambiente. Aponta ainda que a aplicação generalizada desse modelo, para diferentes edifícios em diferentes situações e populações analisadas, tem apresentado divergências entre os resultados e as sensações de conforto térmico reais dos usuários. Essa metodologia pode levar a previsões de sensações térmicas não correspondentes à realidade, uma vez que não considera algumas características individuais das pessoas analisadas ao correlacionar os processos físicos de transferência de calor com um processo subjetivo das pessoas, que são suas sensações.

Por se basear em um modelo físico de trocas de calor entre o homem e o ambiente, não leva em consideração os mecanismos de adaptação das pessoas e nem seus hábitos e estilos de vida diferenciados, o que, segundo alguns autores, são tão ou mais importantes do que os próprios mecanismos de troca de calor. (XAVIER, 2008).

Em pesquisas em escolas, esse cenário não é diferente, tendo em vista que Wang et al. (2017) constatou em sua pesquisa que os alunos entrevistados são menos sensíveis às mudanças de temperatura do que o previsto pelo modelo, e que a “adaptabilidade psicológica” fez diferença na percepção dos alunos e, por isso, os valores obtidos dos votos de sensação térmica e do PMV no inverno foram significativamente diferentes. Almeida et al. (2016) verificou que, ao utilizar a abordagem analítica do PMV, a taxa metabólica deve ser ajustada e também que nenhuma concordância perfeita foi encontrada entre o PMV calculado e a sensação térmica média coletada através de questionários. Além disso, ressaltou que, ao comparar o índice PMV e o modelo EN 15251, o PMV se destaca como mais restritivo. Mors et al. (2011) indicou que a comparação do voto médio real com o PMV calculado, com base nos dados medidos, indica uma clara diferença. A conclusão deste estudo é que o modelo de PMV não prevê a sensação térmica dessas crianças com precisão, subestimando sua sensação térmica média em até 1,5 ponto de escala. Quando os votos da sensação térmica real foram comparados a previsões de conforto baseadas em limites de temperatura adaptativos, foi constatado que as crianças preferem temperaturas mais baixas do que o previsto por esses métodos.

Outra possibilidade em relação ao uso do PMV é a adoção de índices adaptativos, que tomam como base medições de variáveis ambientais e as sensações do usuário simultaneamente. Vários modelos adaptativos estão sendo desenvolvidos em pesquisas nacionais e internacionais, porém, não há um consenso de qual modelo deve ser usado no Brasil.

Humphreys (1976) aponta que o interesse no estudo do modelo adaptativo ocorre pela percepção de que os resultados de estudos em câmaras climatizadas que divergem dos encontrados em ambientes reais, bem como pela constatação de que as pessoas se adaptam ao lugar em que vivem e, por isso, aceitam um intervalo de temperatura muito superior ao proposto pela abordagem estática.

Em sua pesquisa, com a finalidade de identificar o índice de conforto adaptativo mais adequado, Pereira e Assis (2009) fizeram uma comparação entre quatro diferentes índices de conforto adaptativo nas cidades de Fortaleza, Florianópolis e Belo Horizonte, com os parâmetros de conforto térmico definidos por estudos regionais brasileiros, e identificaram que a temperatura neutra resultante das equações propostas por Auliciems (1981) e DeDear e Bragger (2002) apresentam melhor resultado. Com relação à amplitude da zona de conforto térmico, o melhor resultado encontrado são as faixas de $T_n \pm 2^\circ\text{C}$, para pouco desconforto e $T_n \pm 4^\circ\text{C}$, para desconforto.

O modelo de Humphreys et al. (1978) mostrou boa aproximação nas localidades de climas sem grandes amplitudes térmicas e em cidades de clima mais seco ou subtropical, com maior amplitude térmica diária, salientando que o modelo gera temperaturas neutras mais baixas, causando um resultado elevado de desconforto por calor.

2.2.1 Cálculo do PMV e PPD

A norma ASHRAE Standard 55-2017 indica diferentes formas de avaliação do conforto em edifícios existentes, de acordo com as características deles. A norma explica que, para edifícios condicionados artificialmente, os ambientes devem ser avaliados utilizando a zona de conforto PMV e SET. Nesses casos, as avaliações podem ser feitas de acordo com três métodos diferentes que podem ser vistos na Tabela 1.

Tabela 1 - Aplicabilidade de métodos para determinação de ambientes térmicos aceitáveis em espaços.

Velocidad e do Ar Média (m	Taxa de umidade	Met	Clo	Método
----------------------------------	--------------------	-----	-----	--------

	/s)				
1	<0.20	<0,012 kg · H2O / kg de ar seco	1.0 a 1.3	0.5 a 1.0	Método Gráfico da Zona de Conforto
2	<0.20	Todas	1.0 a 2.0	0 a 1.5	Método Analítico da Zona de Conforto
3	>0.20	Todas	1.0 a 2.0	0 a 1.5	Método da Zona de Conforto com Velocidade do Ar Elevada

Fonte: Ashrae Standard 55-2017, traduzido.

Para relacionar os votos de sensação e preferência térmica das crianças com as variáveis ambientais térmicas, foi calculado, através da ferramenta online CBE - Thermal Comfort Tool (TYLER et al. 2017), o PMV, baseado na ASHRAE 55-2017. Para obter os resultados por meio do CBE, a ferramenta exige o cálculo anterior da temperatura operativa, da velocidade do ar(m/s), da umidade (%), da taxa metabólica (met) e do isolamento da vestimenta (clo). Para isso, primeiramente foi calculado o coeficiente de troca de calor por convecção, utilizado para definir a equação a ser adotada, convecção natural (Eq. 1) ou Convecção forçada (Eq. 2). Depois, foi calculada a temperatura radiante média (Eq.3 e 4) e, por fim, a temperatura operativa de acordo com o método proposto por ASHRAE handbook (2013) (Eq. 5).

Equação 1. Convecção Natural

$$h_{cg} = 1,4 \sqrt[4]{\frac{\Delta T}{D}}$$

¹ Índice que prevê o valor médio de grupo de pessoas, segundo a escala de sensações de 7 pontos (ASHRAE), criado a partir de análises estatísticas de acordo com resultados obtidos por Fanger (1972) em estudos em câmaras climatizadas.

² Temperatura efetiva padrão é a temperatura de um ambiente imaginário a 50% hr, <0,1 m/s de velocidade média do ar, na qual a perda total de calor da pele de um ocupante imaginário com um nível de atividade de 1,0 met e um nível de roupas de 0,6 clo é o mesmo de uma pessoa no ambiente real com roupas reais e nível de atividade.

Equação 2. Convecção Forçada

$$h_{cg} = 6,3 \frac{V^{0,6}}{D^{0,4}}$$

Onde:

h_{cg} = coeficiente de troca de calor por convecção de globo;

ΔT = diferença de temperatura ($t_g - t_a$); D = diâmetro do globo;

V = velocidade do ar(m/s);

Equação 3. Temperatura radiante média (Convecção Natural)

$$tr = \sqrt[4]{(tg + 273)^4 + 0,4 \times 10^8 \times \sqrt[4]{|tg - ta|} \times (tg - ta) - 273}$$

Equação 4. Temperatura radiante média (Convecção Forçada)

$$tr = \sqrt[4]{(tg + 273)^4 + 2,5 \times 10^8 \times V^{0,6} \times (tg - ta) - 273}$$

Onde:

t_g = Temperatura de termômetro de globo (°C);

t_a = Temperatura do ar (°C);

V = Velocidade do ar (m/s)

Equação 5. Temperatura operativa

$$t_o = A \cdot t_a + (1 - A) \cdot t_r$$

Onde:

t_o = Temperatura operativa;

t_a = Temperatura do ar (°C);

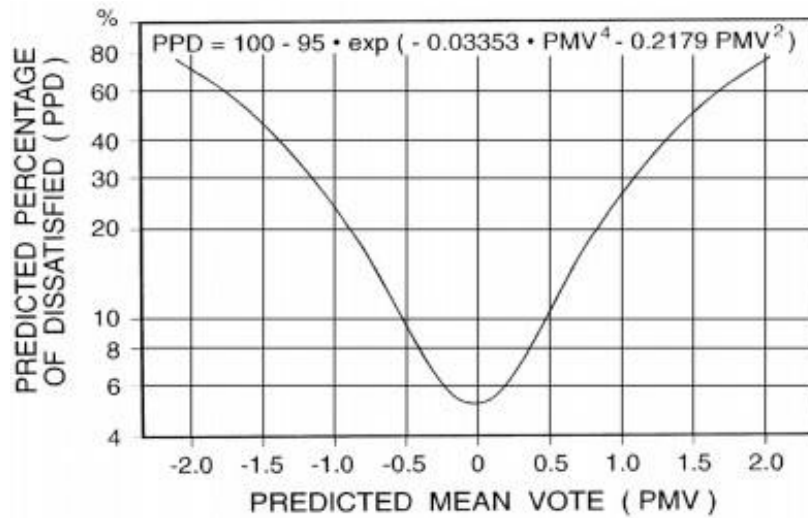
t_r = Temperatura radiante média (°C);

A = Parâmetro que varia em função da velocidade do ar (m/s);

O modelo de PMV (Figura 1) é calculado a partir da temperatura do ar, da temperatura radiante média, da taxa metabólica, do isolamento da roupa, da velocidade do ar e da umidade. Se o valor de PMV resultante gerado pelo modelo estiver dentro do intervalo recomendado, as condições estarão dentro da zona de conforto. O uso do modelo PMV neste padrão é limitado à velocidades de ar inferiores a 0,20 m/s. Quando as velocidades do ar excedem 0,20 m/s, que é o caso das salas de aula analisadas, os limites da zona de conforto são ajustados com base no modelo SET, o qual deve ser usado para explicar o efeito de resfriamento de velocidades de ar maiores que o máximo permitido nos métodos do gráfico da zona de conforto e método analítico. Ressalta-se que o cálculo do PMV pode ser realizado por meio de ferramentas computacionais.

³ Temperatura uniforme de um invólucro preto imaginário em que um ocupante trocava a mesma quantidade de calor por radiação e convecção que no ambiente não uniforme real.

Figura 1 - PPD em função do PMV.



Fonte: Ashrae Standard 55-2017.

$$PMV = (3,303 e^{-0,036M} + 0,028).L$$

Equação 6. Cálculo do PMV

Onde,

PMV= voto médio estimado, ou voto de sensação de conforto térmico M= Atividade desempenhada pelo indivíduo

L= Carga térmica atuante sobre o corpo

$$PMV = (0,303 \cdot e^{-0,036M} + 0,028) \cdot \{ (M - W) - 3,05 \cdot 10^{-3} \cdot [5733 - 6,99(M - W) - P_a] - 0,42 \cdot [(M - W) - 58,15] - 1,7 \cdot 10^{-5} \cdot M \cdot (5867 - P_a) - 0,0014 \cdot M \cdot (34 - t_a) - 3,96 \cdot 10^{-8} \cdot \int cl + 273)^4 - (t_r + 273)^4 - \int cl \cdot h_c \cdot (t_{cl} - t_a) \}$$

Equação 7. Cálculo do PMV

Onde:

M = Taxa metabólica (pode ser obtida a partir do MET (1MET=58,2W/m²); W = Trabalho mecânico, em W/m², sendo nulo para a maioria das atividades;

Icl = Resistência térmica das roupas, em m².°C/W (pode ser obtida a partir do clo, 1clo=0,155m².C/W);

fcl = Razão entre a área superficial do corpo vestido, pela área do corpo nu; ta = Temperatura do ar, em °C;

tr = Temperatura radiante média, em °C; var = Velocidade relativa do ar, em m/s;

pa = Pressão parcial do vapor de água, em Pa;

hc = Coeficiente de transferência de calor por convecção, em W/m².°C; tcl = Temperatura superficial das roupas, em °C;

Para um determinado conjunto de variáveis ambientais térmicas e pessoais, incluindo uma velocidade média do ar elevada, temperatura média do ar e uma temperatura radiante média, o SET é calculado. Em seguida, a velocidade média do ar é substituída por ar parado (0,1 m/s), salientando que a temperatura média do ar e a temperatura radiante são ajustadas de acordo com o efeito de resfriamento (CE). O PMV ajustado para um ambiente com velocidade média do ar elevada é calculado usando a temperatura média do ar ajustada, a temperatura radiante ajustada e ainda ar (0,1 m/s) (Eq.8).

$$PMV_{adj} = PMV(t_a - ER, t_r - ER, v *)$$

Equação 8. Cálculo do PMV ajustado

Onde:

ta = Temperatura média do ar;

tr = Temperatura radiante média;

v = velocidade do ar elevada média; ER = efeito de resfriamento

2.2.2 Cálculo do modelo adaptativo

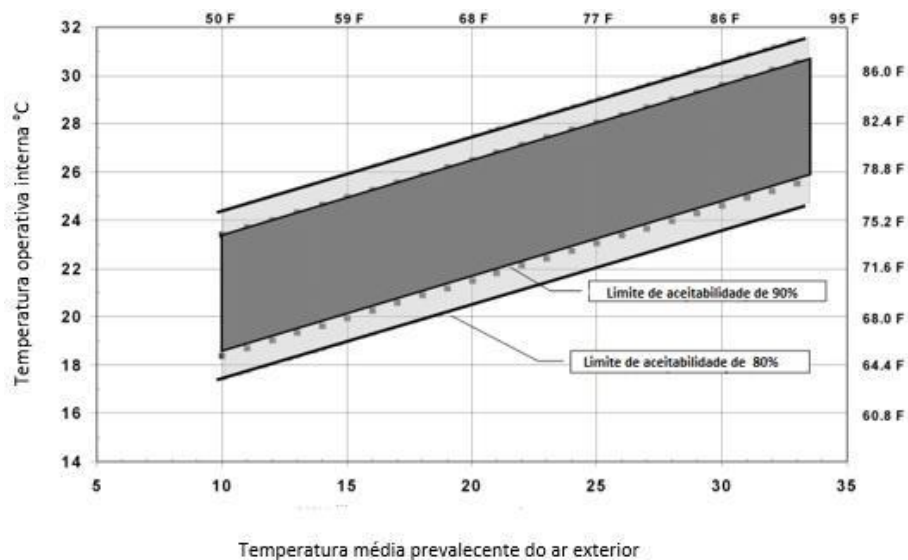
Proposto por DeDear e Brager (2002), como alternativa para o método da ASHRAE Standart 55 de 1998, o modelo adaptativo foi adicionado na versão de 2004. Pereira e Assis (2010) explicam que os modelos adaptativos utilizam dados de temperatura do ar exterior no cálculo da temperatura de conforto. Brager e DeDear (1998) apontam que o conforto térmico adaptativo depende de adaptações comportamentais, fisiológicas e psicológicas, destacando que os usuários usam uma variedade de oportunidades de adaptação para regular seu ambiente térmico interno.

Os edifícios naturalmente ventilados e com janelas controladas por ocupantes devem ser avaliados utilizando a temperatura interior em relação à zona de conforto do modelo adaptativo, incluindo as extensões de contorno para as velocidades médias do ar superiores a 0,3 m/s. Para utilizar esse método, os critérios que os ambientes precisam obedecer são: não ter sistema de refrigeração mecânica instalado (é permitido usar ventilação mecânica com ar

não condicionado, mas o espaço não deve ter um sistema mecânico e arrefecimento instalado); taxa metabólica dos ocupantes representativos variando de 1,0 a 1,3 met; ocupantes devem ser livres para adaptar suas roupas às condições térmicas interiores e/ou exteriores dentro de um alcance pelo menos tão largo quanto 0,5 a 1,0 clo; temperatura exterior média prevalecente maior que 10 ° C e menor que 33,5 °C. As salas de aula das escolas mais antigas não padronizadas se encaixam nesses critérios e, por isso, serão avaliadas a partir desse método.

A norma ASHRAE 55 (2017) explica ainda que, para espaços que atendem a esses critérios, é aceitável determinar as temperaturas operacionais internas admissíveis da Figura 2. Esta figura inclui dois conjuntos de limites de temperatura, um para 80% de aceitabilidade e outro para 90% de aceitabilidade. Os 80% de limites de aceitabilidade são para aplicações típicas e é aceitável usar 90% de aceitabilidade, quando um padrão mais alto de conforto térmico é desejado.

Figura 2 - Temperatura operativa aceitável em intervalos para espaços naturalmente condicionados.



Fonte: Ashrae Standard 55-2017, traduzido.

Ashrae Standard 55 (2017) indica que a variável de entrada que deve ser usada no modelo adaptativo é a temperatura média do ar externo, a qual é baseada na média aritmética das temperaturas médias diárias ao ar livre durante um certo período de dias. Isso representa o ambiente climático externo mais amplo para o qual os ocupantes dos edifícios se tornaram fisiologicamente, psicologicamente e nos seus comportamentos adaptados, ou seja, na sua forma mais simples, esse valor pode ser a temperatura média mensal.

2.3 Conforto térmico em escolas

Corgnati et al. (2007) explicam que desde meados de 1950 são realizados estudos científicos, muitos deles estudos de campo, sobre os efeitos da qualidade do ambiente térmico em salas de aula e a relação dessa qualidade sobre o desempenho dos alunos. Esses estudos diminuíram com a criação da teoria de Fanger na década de setenta sobre conforto térmico, baseada nos resultados de uma câmara climática totalmente controlada. Entretanto, o crescente interesse nos últimos anos pela teoria adaptativa do conforto térmico voltou a estimular pesquisas de estudos de campo que objetivavam qualificar a térmica ambiental de forma objetiva (por medidas) e subjetivamente (pelos julgamentos dos ocupantes).

Costa et al. (2012) apontam que o conforto térmico dentro das escolas é um fator que tem ganhado pouca importância ou, até mesmo, tem sido desprezado pelo poder público. Quando entramos em um estabelecimento de ensino, analisamos que muitos espaços não são projetados para garantir um ambiente mais confortável, tanto em relação ao fator térmico, lumínico ou acústico.

Montazami et al. (2017) esclarecem que um dos fatores que influenciam a percepção térmica dos ocupantes do edifício é a possibilidade de ajustes comportamentais e a aclimatização fisiológica. Ressalta-se que a literatura sugere que o ajuste comportamental depende das preferências dos ocupantes, seu nível de compreensão e o nível de oportunidade para controlar seu ambiente. A relação entre o ambiente e os seus ocupantes é mais complexa em escolas, principalmente as primárias, pois, geralmente, o professor é quem se encarrega de controlar o ambiente interno, e ele pode ter uma percepção térmica diferente das crianças, que são os principais ocupantes das salas de aula.

Estudos de conforto térmico (BRAGER et al, 2004; HUMPHREYS et al, 2004; LEAMAN et al, 1999) sugerem que a oportunidade de controlar um ambiente afeta a percepção térmica dos ocupantes, tornando-os mais tolerantes. Para Bernardi et al. (2006), os edifícios escolares criam o que é chamado de ambiente de aprendizagem. O entendimento dos alunos sobre esse ambiente, assim como as condições de conforto do espaço, é importantes e está relacionado com a aprendizagem e a produtividade. Dessa forma, escolas devem oferecer segurança, acessibilidade e conforto aos usuários.

Apesar de existir uma quantidade considerável de publicações nacionais e internacionais sobre o conforto térmico em salas de aula, há muito menos a respeito de crianças em escolas de Ensino Fundamental. Humphreys (1997) explica que, como as crianças pequenas têm um

metabolismo mais alto do que os adultos, estão sujeitas a diferentes restrições em suas roupas e se envolvem em atividades diferentes, portanto, não se pode presumir que suas exigências de conforto térmico sejam as mesmas que para adultos ou, até mesmo, para crianças do Ensino Médio.

Em relação especificamente a questionários aplicados com crianças, em pesquisas de várias áreas, elas são usadas como fonte de informação. Nas Ciências Forenses, área interdisciplinar que compreende um conjunto de técnicas para esclarecer crimes e assuntos legais, em vários casos, é necessário que seja levado em conta o depoimento de crianças e, para isso, existe o protocolo do NICHD (National Institute of Child Health and Human Development), usado para entrevistas com crianças, realizado com o intuito de obter respostas mais precisas. Segundo Williams (2014), a precisão da memória infantil sobre eventos está relacionada com como é realizada a entrevista e não com a quantidade de entrevistas realizadas. De forma geral, em protocolos de entrevista forense, para coletar informações confiáveis, deve-se estabelecer confiança, avaliar o desenvolvimento, colocar questões abertas e a realização de apenas uma entrevista.

Haghighi et al. (2013, apud Frostig et al. 1979) explicam que, para ser eficiente em entrevistas com crianças, deve-se considerar critérios mais simples, como evitar perguntas difíceis, narrativas emparelhadas, além de fornecer materiais mais concretos para crianças mais novas. As ilustrações e cores também são consideradas eficazes para conseguir informações confiáveis, pois prendem a atenção das crianças, aumentam a memória e a compreensão. A teoria cognitiva também observa que a integração de informações de audiovisual aumenta a atenção e compreensão dos conceitos verbais, especialmente para crianças pequenas que são cognitivamente imaturas e incapazes de compreender conceitos muito abstratos.

No que diz respeito a pesquisas realizadas no Brasil, no sul e sudeste brasileiro (LABAKI et al. 2001, DALVITE et al. 2007), constataram que os problemas que causam desconforto térmico nos usuários das escolas e as fragilidades decorrentes da falta de planejamento de projeto, da implantação e orientação solar inadequadas, não são muito diferentes dos que ocorrem em outras regiões do país. Antunes et al. (2014), em uma pesquisa realizada em escolas no estado do Espírito Santo, explica que existem poucos estudos que avaliam a qualidade ambiental e a funcionalidade de edifícios escolásticos padronizados. Santos (2017) realizou uma pesquisa, afim de verificar um índice de conforto térmico em três escolas integrais de João Pessoa por meio da verificação de duas variáveis ambientais (temperatura e umidade relativa) e verificou que as escolas de tempo integral investigadas tinham condições insalubres de conforto térmico nas salas de aula.

Estudos recentes, a nível internacional, têm utilizado métodos de investigação com crianças semelhantes aos dos adultos, em vários climas diferentes, e isso trouxe resultados que agregam no desenvolvimento das investigações em escolas. As pesquisas desenvolvidas têm, por vezes, foco na análise do edifício e, ocasionalmente, na percepção das crianças.

Kim et al. (2018) objetivou compreender melhor a percepção do conforto térmico e as características comportamentais relacionadas de crianças em idade escolar na Austrália. Para isso, nos anos de 2012 e 2013 analisou crianças a partir de 10 anos em regiões de clima temperado por meio de medições das variáveis ambientais, além de serem aplicados questionários que continham perguntas sobre sensação térmica, preferência térmica, aceitabilidade térmica, atividade imediatamente anterior ao levantamento, lista de verificação de uniforme escolar e as estratégias preferidas de conforto adaptativo. Em parte deles foi usada a escala de sensação térmica de 5 pontos e, em outra parte do questionário, na escala da ASHRAE padrão de 7 pontos.

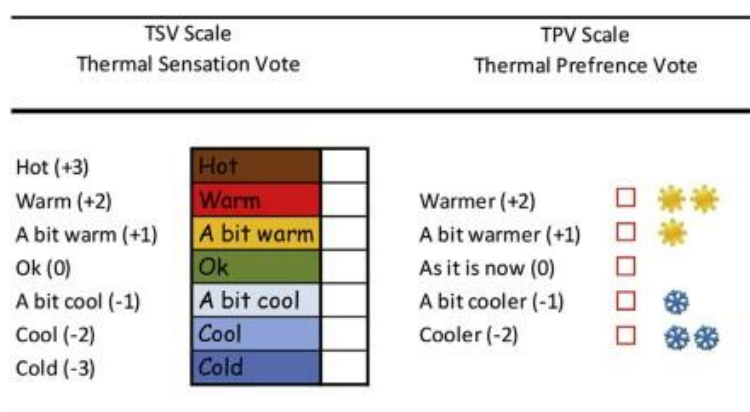
Para analisar o conforto térmico em ambientes fechados e áreas livres na Suécia, Yang et al. (2018) coletaram as variáveis climáticas e calcularam através do voto médio predito (PMV). Os autores ainda aplicaram questionários semanalmente com 150 alunos com idades entre 8 e 10 anos, por 31 semanas, salientando que estes questionários colhiam dados antropométricos, informações de vestimentas e votos de preferência térmica. Já Jiang et al. (2018), em seu estudo, controlou parâmetros de conforto térmico (temperatura do ar, umidade relativa e velocidade do ar) sob diferentes condições, para investigar a relação entre temperatura e desempenho de aprendizagem em escolas na China. Ressalta-se que a concentração de dióxido de carbono, a acústica e a iluminação foram mantidas no mesmo nível. Para isso, recrutaram seis grupos para participar do experimento em seis condições de temperatura. Durante cada experimento, os participantes votaram em suas percepções da sensação térmica, conforto térmico, satisfação térmica e sintomas da síndrome do edifício doente e realizaram tarefas de aprendizado, consistindo em dez itens para avaliar o desempenho.

Trebilcock et al (2017) tiveram como objetivo determinar a temperatura de conforto de crianças do Ensino Fundamental e avaliou 12 escolas, 440 alunos em Santiago, (uma cidade com temperaturas relativamente baixas no inverno e altas no verão) que não têm aquecimento nem sistema de refrigeração. A metodologia incluiu medidas de parâmetros térmicos complementados com questionários baseados no modelo de conforto adaptativo e modificados para serem compreendidos por estudantes de 9 a 10 anos, no inverno e na primavera. O questionário para este projeto foi baseado em métodos padronizados para adultos, adaptados para o entendimento das crianças, desenvolvido por referência e dividido em duas partes: a

primeira a respeito de sensações e preferências e a segunda parte, sobre vestimentas e atividades.

Montazami et al (2017) investigaram a percepção térmica das crianças em casa e em escolas no Reino Unido, seu comportamento para alcançar o conforto térmico e a relação disso com a sua origem socioeconômica. Nessa pesquisa, explicou-se que o princípio do desenho do questionário para uso com crianças inclui simplicidade, uso de figuras e cores (Figura 3), adoção de uma escala adequada, ressaltando a importância da verificação da clareza das questões com professores, diretores e também estudos anteriores. O artigo revela uma relação entre o histórico socioeconômico das crianças e sua percepção do conforto térmico.

Figura 3 - Escala utilizada em questionário para crianças.



Fonte - Montazami et al, 2017.

Wang et al. (2017) realizaram um estudo que teve como objetivo analisar ambientes térmicos em escolas primárias e secundárias na China e identificar valores adequados para os parâmetros de projeto de sistemas de aquecimento que garantissem o conforto térmico dos estudantes. Foram realizadas medições que incluíram parâmetros ambientais internos e externos e coletados um total de 36 salas de aula, em 13 escolas primárias e secundárias. As percepções dos alunos em relação ao ambiente interno foram coletadas por meio de questionários com o voto de sensação térmica (TSV) e do voto médio predito (PMV).

Baseada nas várias diferenças reveladas em estudos entre a percepção de alunos e os resultados dos modelos de conforto térmico, Almeida et al. (2016) explicam que, em espaços livres, as expectativas dos ocupantes tendem a ser diferentes de quando estão em espaços aquecidos ou ventilados mecanicamente.

Foram recolhidos dados em espaços educativos e aplicados questionários para avaliar as condições de conforto térmico nos edifícios educativos portugueses. As medições foram realizadas em salas de aula e bibliotecas e a amostra incluiu edifícios do jardim de infância até

faculdade. Vale ressaltar que o conforto foi avaliado pelo índice PMV e de acordo com o modelo adaptativo EN 15251 e os questionários a respeito da percepção eram específicos e adaptados de acordo com as idades.

O estudo de Nam et al. (2015) teve como objetivo examinar o conforto térmico em creches para crianças de 4 a 6 anos em Seul, Coréia. Destaque-se que características de conforto térmico de creches nas quatro estações no ano foram avaliadas por meio de medições e entrevistas. As temperaturas confortáveis das crianças foram identificadas como sendo inferiores às dos adultos em aproximadamente 0,5°C no verão e em aproximadamente 3,3 °C no inverno, indicando que as crianças têm uma percepção térmica diferente dos adultos.

Fabbri (2013) apresentou os resultados de um estudo sobre medição e avaliação do conforto térmico em creches para crianças de 4 e 5 anos de idade. O estudo objetivou uma comparação de parâmetros internos do microclima e o julgamento subjetivo das crianças, coletado por meio de um questionário, ressaltando que os questionários para crianças pré-escolares foram modificados com base em uma abordagem psicopedagógica, como pode ser observado na Figura 4., que permitiu verificar como as crianças entendem conceitos como temperatura ou sensação de calor. Os resultados mostraram que as crianças são sensíveis a essas questões, mesmo que expressem sua opinião de acordo com modelos mundiais específicos.

Figura 4 - Escala utilizada em questionário para crianças.



Fonte: Fabbri, 2013.

A comparação entre dados instrumentais e questionários evidenciou a necessidade de ampliar o conceito de conforto. Esta análise mostrou que as crianças entendem essa noção e podem definir seu nível de bem-estar térmico percebido e preferido.

Mors et al. (2011) pesquisaram os parâmetros de conforto térmico para crianças em escolas primárias.

Para isso, a sensação térmica e o isolamento de roupas de crianças em salas de aula não climatizadas em três escolas diferentes na Holanda foram obtidos durante manhãs e tardes. Parâmetros físicos (temperatura, umidade relativa, etc.) foram registrados para o uso do PMV e os resultados mostraram que as crianças adaptam a roupa durante o ano a partir de valores

médios, em torno de 0,9 clo no inverno, a 0,3 clo no verão, e há uma pequena diferença na adaptação de vestuário entre crianças do sexo masculino e feminino, com as meninas se adaptando mais.

Teli et al. (2014), em pesquisa que comparou edifícios escolares, chegou em resultados que apoiam ainda mais a constatação de que os critérios atuais de conforto térmico levam a uma subestimação de sensação térmica dos alunos durante o verão europeu. Teli et al. (2017) investigaram o desempenho térmico de quatro edifícios escolares naturalmente ventilados de diferentes características e idades (de 1894 a 2013), através de medições e questionários. As análises foram desenvolvidas a partir de um modelo de conforto adaptativo associando a temperatura de conforto das crianças ao clima externo com base nas respostas de conforto térmico das crianças e, através da avaliação do desempenho térmico das escolas com o uso de medições de temperatura de ar, aplicando a metodologia de avaliação do sobreaquecimento baseada na norma europeia EN15251.

Existe uma quantidade menor no Brasil de estudos de avaliação de conforto térmico aplicadas especificamente a crianças, do que pesquisas com adultos, principalmente pela dificuldade de utilização dos métodos normatizados, como explica Vásquez et al. (2017), porém, o entendimento das preferências das crianças pode ajudar projetos de escolas, por exemplo. As crianças são usuários significativos em ambientes escolares e, tendo em vista que informações sobre as sensações de conforto coletadas de estudos com adultos não podem ser generalizadas, já que na infância o organismo apresenta uma taxa metabólica de produção de calor mais elevada, podendo alterar a percepção térmica, é importante a realização de estudos que compreendam a percepção desse público.

3. MÉTODO

3.1 Preparação dos instrumentos e estudo piloto

A primeira etapa realizada foi a preparação dos instrumentos de medição e elaboração de questionários do estudo piloto. Para isso, foi necessária a coleta das variáveis ambientais (temperaturas de bulbo seco e bulbo úmido, temperatura de globo e velocidade do ar), e os instrumentos utilizados nas medições de inverno para as três primeiras variáveis citadas foram: dois medidores de stress térmico digitais (TGD-300), data logger de temperatura e umidade (Hobo U12-012) e termo anemômetro digital portátil de fio quente (Tarf- 180).

Estes equipamentos foram previamente testados no Laboratório de Conforto Ambiental – UFPB. Inicialmente, foram colocados para aferições durante dois dias e depois que algumas diferenças foram encontradas, optou-se por calibrar os equipamentos por meio de modelagens matemáticas. Conforme Sousa (2018), foram analisadas as observações, que culminaram em regressões para os sensores dos TGDs e geradas equações com linha de tendência linear, exponencial, logarítmica, polinomial (na ordem de 2 a 6) e potência e, em seguida, foi calculado o R^2 . O modelo de regressão que obteve o menor erro médio foi o linear, portanto, foi o escolhido para posterior ajuste dos dados. As equações usadas em cada equipamento, bem como o R^2 , podem ser observados na tabela abaixo (Tabela 2).

Tabela 2 - Calibração dos equipamentos.

Equipamento	Variável	Linha de Tendência	Equação	R^2
TGD 300 7175	ta	Linear	$y = 0,8577x + 4,0506$	0,934
TGD 300 2596	ta	Linear	$y = 0,8968x + 2,6655$	0,9273

Fonte: Elaborado por autora, 2018.

Já nas medições de verão, para a coleta das mesmas variáveis, foram usados dois medidores de stress térmico digitais (TGD-400) e dois data logger de temperatura e umidade (Hobo U12-012) (a precisão dos equipamentos pode ser vista na Tabela 3). Os aparelhos, usados nas medições de verão, também foram testados no Laboratório de Conforto Ambiental – UFPB. Quando submetidos a comparações, os dados dos TGD- 400 (velocidade do vento,

temperaturas de globo e bulbo seco) e dos Hobos (temperatura e umidade) (Figura 5), assim como os dados dos equipamentos calibrados, dois termohigrômetros digitais Ux100-003 Onset, cedidos pelo Laboratório de Ensaios de Materiais e Estruturas (LABEME - UFPB), não apresentaram diferenças significativas. Assim, os equipamentos foram considerados adequados para as medições.

Figura 5 - Equipamentos de medição [a] TGD-300, [b] Tarf- 180, [c] Hobo U12-012.



Fonte: [a] Instrutherm, 2018; [b] Instrutherm, 2018; [c] Onset, 2018.

Tabela 3 - Precisão dos equipamentos usados na pesquisa.

Equipamento	Variável	Faixa de medição	Precisão
Medidor de Stress Térmico Digital (TGD- 300)	Temperatura do ar (ta)	- 5°C a 60°C	±0,5°C
	Umidade Relativa (UR)	0 a 85%	
	Temperatura de Globo	-5 °C + 60 °C	0,5°C
Medidor de Stress Térmico Digital (TGD- 400)	Temperatura do ar (ta)	-5 a + 60 °C	± 0,5°C
	Umidade Relativa (UR)	0 a 85%	
	Temperatura de Globo	-5 a + 60 °C	0,5°C
	Velocidade do vento	0 - 20m/s	±4% + 0.1m/s
Data Logger de Temperatura e Umidade	Temperatura do ar (ta)	-20° à 70°C	±0,35°C (0°C a 50°C)
	Umidade Relativa (UR)	5% a 95%	0,05%
Termo Anemômetro Digital Portátil de Fio Quente	Velocidade do ar (Va)	0.2 a 20.0 m/s	± 3% + 1 dígito

Fonte: Instrutherm, 2018.

Durante a elaboração do questionário, houve um entendimento de que o levantamento com as crianças deveria ser muito próximo ao aplicado a adultos, para que fossem obtidos os mesmos dados e, assim, ele fosse válido, por isso, além dos questionários, também foram elaboradas fichas de informações, baseadas nas de Lima (2019), a respeito das vestimentas, peso, altura, idade, horário de resposta do questionário e posição em relação às janelas. Cada ficha (Figura 6), continha um código de identificação com iniciais das escolas, turma e número relacionado à posição de cada aluno em sala de aula, esse mesmo código individual estava em cada questionário, possibilitando a compatibilização entre o questionário de cada aluno e as suas informações.

Em questionários de adultos, informações pessoais e sobre adaptações em relação ao ambiente são preenchidas pelos entrevistados, enquanto, nessa pesquisa, a própria pesquisadora preencheu essas informações para que as crianças tivessem acesso a um menor número de questões possível.

Não se podia pressupor que as crianças fossem capazes de usar escalas de classificação de conforto térmico convencionais, portanto, foi necessário um trabalho antecedente para examinar essa questão. Esses questionários preliminares foram feitos tomando como base estudos sobre coleta de informações com crianças e/ou adultos realizados e também as pesquisas de índices de conforto térmico baseados no balanço de calor (PMV) e abordagem adaptativa (BERNARDI et al 2006; FABBRI, 2013 e 2015; VÁSQUEZ et al. 2014; VÁSQUEZ, 2017; MONTAZAMI, ET AL. 2017; TREBILCOCK et al. 2017; ASHRAE 55, 2017).

As escalas usadas nos questionários das crianças são as mesmas usadas nos questionários com adultos, como mostra a Tabela 4.

Figura 6 - Ficha de dados.

Código: _____					
Escola: _____			Data: ____/____/____		
Ano: _____			Hora/preenchimento questionário: ____:____h		
Idade: _____			Gênero: M ☐ F ☐		
Peso: _____ kg			Altura: _____ m		
Sala de aula: _____		Outro: _____		Responsável/ Coleta: _____	
Vestimentas:					
Chapéu	Camisa manga curta	Camisa manga longa	Camisa de malha	Colete	
Colete	Bermuda	Calça	Saia longa	Saia curta	
Tênis	Sandálias	Sapatilha	Meias esportivas		
Outros: _____					
Posição em relação a janela:		Próximo	Médio	Distante	
Ventilação natural Ar-Condicionado		Ventilação natural + ventiladores		Ar-Condicionado	
Usa óculos ?		Sim		Não	
Observações: _____					

Fonte: Adaptado de Lima, 2019.

Não se podia pressupor que as crianças fossem capazes de usar escalas de classificação de conforto térmico convencionais, portanto, foi necessário um trabalho antecedente para examinar essa questão. Esses questionários preliminares foram feitos tomando como base estudos sobre coleta de informações com crianças e/ou adultos realizados e também as pesquisas de índices de conforto térmico baseados no balanço de calor (PMV) e abordagem adaptativa (BERNARDI et al 2006; FABBRI, 2013 e 2015; VÁSQUEZ et al. 2014; VÁSQUEZ, 2017; MONTAZAMI, et al. 2017; TREBILCOCK et al. 2017; ASHRAE 55, 2017).

As escalas usadas nos questionários das crianças é a mesma usada nos questionários com adultos como mostra a Tabela 4.

Tabela 4 - Descrições e escalas da ASHRAE 55.

Descrição da ASHRAE	Equivalência numérica	Descrição (Bedford)
Quente	3	Muito quente
Aquecido	2	Quente
Levemente aquecido	1	Confortavelmente quente
Neutro	0	Confortável
Levemente resfriado	-1	Confortavelmente frio
Resfriado	-2	Frio
Frio	-3	Muito frio

Fonte: ASHRAE 55 (2017), traduzido.

Embora as duas descrições das escalas sejam semanticamente diferentes, especialmente na implicação de preferência na escala de Bedford, a experiência mostrou que os sujeitos usam as duas escalas de maneira muito semelhante (ASHRAE, 2017).

O questionário piloto (Figura7) era simples e continha apenas questionamentos a respeito da sensação e preferência dos usuários. As descrições das sensações e preferências também foram pensadas com cuidado para estimular as crianças a darem respostas mais próximas possíveis do que estavam sentindo e preferiam de fato. Cores foram usadas para facilitar a explicação e a identificação das opções, e também para diferenciar as respostas e deixar o questionário mais interessante para elas.

Figura 7 - Questionário piloto.

Código: _____						
Data: ____/____/____				Hora: ____/____ h		
1. Sobre calor ou frio, como você está se sentindo agora?						
Com muito calor	Com calor	Com um pouquinho de calor	Bem, nem com calor nem com frio	Com um pouquinho de frio	Com frio	Com muito frio
☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐
2. Sobre calor ou frio, como você gostaria de estar se sentindo agora?						
Bem mais quente	Mais quente	Um pouquinho mais quente	Assim, nem mais quente nem mais frio	Um pouquinho mais frio	Mais frio	Bem mais frio
☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐

Fonte: Adaptado de ASHRAE 55, (2017)

A fim de compreender o uso das salas de aula, também foi preparado um questionário piloto para os professores com perguntas a respeito de adaptações na sala de aula, atividades dos alunos, queixas em relação ao conforto térmico das salas, sensação e preferência (Figura 8).

Figura 8 - Questionário dos professores adaptado da ASHARE 55-2017.

Data: ____/____/____		Hora início / preenchimento questionário: ____:____ h	
Escola: _____		Ano que ensina: _____	Andar: _____
1. Gênero: Masculino [☐] Feminino [☐]			
2. Idade: até 29 [☐] 30-39 [☐] 40-49 [☐] 50-59 [☐] mais de 60 [☐]			
3. Qual o turno que você trabalha? [☐] Manhã [☐] Tarde			
4. Quais as principais atividades são feitas fora de sala e os horários? Atividade: _____ início: ____:____ h fim: ____:____ h Atividade: _____ início: ____:____ h fim: ____:____ h Atividade: _____ início: ____:____ h fim: ____:____ h			
5. Ar condicionado e/ou ventiladores são usados na sala? Se sim, em quais horários? [☐] Sim [☐] Não ____:____ h ____:____ h ____:____ h			
6. Ar condicionado e/ou ventiladores são ligados a pedidos dos alunos ou quando você acha necessário? _____			
7. Os alunos reclamam de frio ou calor em sala de aula? Se sim, em quais momentos? [☐] Sim [☐] Não [☐] Frio [☐] Calor [☐] Início das aulas [☐] Depois do intervalo [☐] Final das aulas Outro: _____			
8. As janelas/portas são abertas ou fechadas em algum momento? Qual? _____			
9. Em relação a temperatura, como você está se sentindo neste momento? [☐] Levemente quente [☐] Neutro (nem frio, nem calor) [☐] Levemente frio [☐] Quente [☐] Frio [☐] Muito quente [☐] Muito frio			
10. Ainda em relação a temperatura, como você preferia que o ambiente estivesse nesse momento? [☐] Um pouco mais quente [☐] Neutro [☐] Um pouco mais frio [☐] Mais quente [☐] Mais frio [☐] Bem mais quente [☐] Bem mais frio			

Fonte: Adaptado de Lima, 2019.

O estudo piloto (Figura 9) foi realizado no dia 16 de julho de 2018, na Escola Municipal Leônidas Santiago, em uma turma de terceiro ano e em uma do quinto ano, totalizando cinquenta crianças com idades entre oito e onze anos, e dois professores, abrangendo, assim, todas as idades propostas na pesquisa. Os professores e a supervisora da escola foram consultados em relação ao grau de dificuldade do questionário e acreditaram que ele estava de acordo com o entendimento de crianças nessas idades.

Figura 9 - Medições e Aplicação de Questionário Piloto.



Fonte: Acervo pessoal, 2018.

Além de testar o entendimento dos alunos em relação aos questionários, o estudo piloto ajudou a entender o tempo que levaria a instalação dos equipamentos e as medições, já que elas precisaram ser feitas no mínimo de tempo possível pela necessidade da interrupção das aulas.

Os alunos recebiam os questionários e ouviam uma breve explicação a respeito da pesquisa, dos equipamentos e sobre cada questão antes de respondê-las, enquanto a medição era realizada de forma simultânea. Num momento posterior, todos foram pesados e medidos enquanto as fichas com essas informações eram preenchidas. Notou-se que eram necessários de vinte a vinte e cinco minutos em cada sala de aula para fazer todo o levantamento. Informações sobre iluminação também foram coletadas nesse momento, porém, elas não foram utilizadas nessa pesquisa.

Os resultados a respeito dos questionários foram bastante encorajadores. Verificou-se que as crianças do terceiro ano já eram capazes de entender e usar uma escala de conforto térmico com sete categorias. Portanto, parecia possível realizar um estudo de campo em larga

escala, cujos resultados pudessem ser aplicados com alguma confiança às crianças na faixa etária de 8 a 11 anos. Já em relação às medições das variáveis, definiu-se que não seria possível o uso dos equipamentos colocados no mesmo suporte adaptado usado no piloto, pois as alturas não estavam de acordo com a norma STANDARD-55 (2017) utilizada para nortear a pesquisa e o tamanho dificultou a mobilidade e o manuseio durante a medição.

A partir do estudo piloto, foram elaborados os questionários finais simplificados e adaptados a crianças, de acordo com suas idades, para entender as suas percepções em relação ao ambiente térmico.

A norma ISO 7726:1998, que regulamenta a Ergonomia do ambiente térmico e os critérios para medição de grandezas físicas, divide tipos de ambientes em classes e o estudo piloto indicou que as salas de aula medidas estavam inseridas na classe C, que tem características homogêneas e os equipamentos escolhidos atenderam à precisão necessária para medição.

3.2 Determinação da amostra e objeto de estudo

O principal recorte desta pesquisa é a população, crianças de 8 a 11 anos que fazem parte das turmas de terceiro ao quinto ano do Ensino Fundamental. Como a pesquisa teve a finalidade de conhecer a opinião dos indivíduos, além de identificar as variáveis ambientais, foi necessária a escolha de uma faixa etária específica para a amostra. Essa escolha ocorreu pelo entendimento em relação ao questionário, já que crianças de oito e nove anos já iniciaram a sua alfabetização, enquanto a maioria das crianças de dez e onze anos já sabem ler e escrever, o que viabilizou a aplicação desses questionários.

Os objetos desse estudo são salas de aulas de seis escolas da rede Municipal de Ensino da cidade de João Pessoa/PB, capital do estado da Paraíba que, segundo o Zoneamento Bioclimático Brasileiro presente na norma de desempenho térmico (NBR 15220), encontra-se na Zona Bioclimática oito e possui clima tropical úmido. Atualmente, as escolas municipais de João Pessoa estão passando por processo de climatização, mesmo sem estudo prévio de outras possíveis soluções para alcançar o conforto térmico.

A amostra foi selecionada por conveniência e foram escolhidas escolas do modelo padrão, climatizadas e voltadas para Ensino Integral e instituições antigas. Das seis analisadas, quatro são do projeto padrão no município, e duas são escolas antigas, mas que também

possuem semelhanças arquitetônicas entre si, como tipo de coberta e esquadrias, por exemplo.

3.3 Procedimentos experimentais de campo

Nessa etapa, foi realizada a pesquisa de campo nas escolas, no período de inverno e verão de 2018, para identificar e quantificar as variáveis ambientais que influenciam no conforto dos usuários.

Para a instalação dos equipamentos, considerou-se ambiente homogêneo com medição ao nível do abdômen e cabeça em pessoas sentadas, ou seja, 0,60 m e 1,10 m, de acordo com a STANDARD-55-2017, já que, mesmo que as crianças tenham altura média menor que os adultos, os mobiliários das salas de aula tinham as mesmas alturas que as de adultos. Dois medidores de stress térmico, modelo TGD-300 para o inverno, e TGD-400 para o verão, foram colocados em dois tripés próximos ao eixo central das salas de aula para medir por, em média, quinze minutos. Para a medição da velocidade do ar durante o inverno foi utilizado um termo anemômetro digital, modelo Tafr 180, com faixa de medição de 0.2 a 20.0 m/s e precisão de $\pm 3\% + 1$ dígito, que, inclusive, não foi necessário nas medições posteriores, pois o modelo do TGD-400 já possui anemômetro próprio.

Foram analisadas vinte salas de aula de escolas localizadas em diferentes bairros da cidade de João Pessoa, e são: Leonidas Santiago, Francisco Edwar (Figura 10), Luiz Augusto Crispim, Radegundis Feitosa, Chico Xavier (Figura 11) e Leonel Brizola, entre os dias 08/08 e 05/09 de 2018, para o inverno, e 22/11 a 03/12 de 2018, para o verão. Esses dias foram determinados através da disponibilidade das escolas, de acordo com as atividades do ano letivo.

⁴ A Norma Brasileira 15220-3, é onde se encontra a determinação o zoneamento bioclimático brasileiro subdividindo o país em oito zonas e definindo as diretrizes em relação a edificação para cada zona.

⁵ A zona bioclimática 8 tem clima característico das regiões litorâneas brasileiras com temperaturas médias que variam entre 18°C e 26 °C e chuvas abundantes no verão para regiões mais ao sul e no inverno e outono para regiões de latitudes mais baixas (Lamberts, 2016).

Figura 10 - Escolas Municipais Leônidas Santiago e Francisco Edwar.



Fonte: Google maps, 2018.

Figura 11 - Escolas Municipais Leonel Brisola e Luis Augusto Crispim, Chico Xavier, Radegundis Feitosa, respectivamente.



Fonte: Google maps, 2018.

Depois de colocados os equipamentos na sala, assim como no estudo piloto, a pesquisa era introduzida às crianças através de uma explicação breve sobre ela e sobre os equipamentos, e só a partir desse momento eram entregues os questionários aos alunos e professores, os quais foram respondidos simultaneamente às medições das variáveis ambientais. As quatro perguntas eram explicadas para todos os alunos, uma a uma, e, depois que eles respondiam a primeira, a segunda era explicada e assim sucessivamente, salientando que em caso de dúvidas durante os questionários, atendimentos eram feitos individualmente.

A primeira questão continha uma pergunta a respeito da sensação da criança no momento da aplicação e tinha sete cores, cada uma representando uma opção de resposta a sobre sensação. A segunda foi um questionamento a respeito da preferência térmica com as mesmas cores da anterior e também a mesma quantidade de opções. A terceira questão foi concernente à preferência em relação ao ar condicionado, não só na sala de aula, mas numa opinião de preferência geral e, por fim, o quarto questionamento foi um quesito aberto em que as crianças puderam responder qual o motivo de preferir ou não ambientes climatizados. (Apêndice I)

Ressalta-se que o questionário dessa pesquisa foi submetido e aprovado para execução pelo comitê de ética do Centro de Ciências da Saúde da Universidade Federal da Paraíba. (Apêndice III).

3.4 Tratamento dos dados e análises

Nesta etapa foi realizada a tabulação, o tratamento e a análise descritiva e estatística dos dados de todas as medições realizadas na etapa 3.3 PROCEDIMENTOS EXPERIMENTAIS DE CAMPO. As variáveis ambientais (independentes) foram confrontadas com as obtidas através dos questionários aplicados aos alunos (dependentes). Todas as escolas foram visitadas em dias letivos comuns, em que todas as atividades estavam sendo realizadas de forma usual. Destaque-se que os dados climáticos externos também foram coletados nessa etapa.

3.4.1 Uso do PMV, PPD e Modelo Adaptativo

Como as salas de aulas das quatro escolas padrão que têm ares-condicionados instalados tiveram velocidades do ar maiores que 0.2 m/s, e os alunos, taxas metabólicas de 1.2 met e isolamento de vestimentas de até 1.5 clo, o método utilizado para avaliar essas escolas é o Analítico da Zona de Conforto. As tabelas de taxas metabólicas, em função da atividade e do isolamento das roupas usadas para essa análise, foram retiradas da norma ISO standard 7730-2005. Neste método, a conformidade é alcançada se o PMV for maior que -0,5, menor que + 0,5 ($-0,5 < \text{PMV} < +0,5$) e PPD <10. O cálculo do PMV pode ser realizado por meio da ferramenta computacional CBE *Thermal Comfort*.

3.4.2 Dados climáticos

Além dos dados de variáveis climáticas coletados nas salas de aula durante as medições de verão e inverno, para uma análise geral das condições ambientais também foi necessário o conhecimento das variáveis climáticas externas, ressaltando que esses dados foram retirados do banco de dados da plataforma do Instituto Nacional de Meteorologia (INMET). Destaque-se que os dados das primeiras medições (inverno) foram dos dias: 08/08, 15/08, 21/08, 27/08, 28/08, 05/09 de 2018, e os da segunda etapa, (verão) dos dias: 20/11, 22/11, 23/11, 26/11, 27/11, 03/12.

3.4.3 Índice de Massa Corporal

O Índice de Massa Corporal (IMC) foi utilizado neste trabalho como uma das variáveis qualitativas para identificar possíveis correlações entre as variáveis ambientais e os votos de sensação e preferência das crianças.

De acordo com o Ministério da Saúde (2017), o IMC é uma das maneiras de saber se o seu peso está adequado à sua altura através do resultado de uma fórmula matemática, que poderá indicar, por exemplo, se qualquer pessoa está com o peso adequado, se apresenta magreza, sobrepeso ou obesidade. Ele não avalia o estado nutricional como um todo e sua fórmula é a mesma para todas as pessoas, assim, o que muda são os pontos de corte, ou seja, os valores considerados como referências para a classificação do seu peso, as quais são específicas para crianças, adolescentes, adultos, idosos e gestantes.

3.5 Procedimentos estatísticos

Procedimentos estatísticos foram utilizados, afim de correlacionar dados quantitativos e qualitativos. Para isso, inicialmente, foram elaboradas quatro planilhas, duas referentes ao período de verão e duas referentes ao período de inverno, no *software Microsoft Excel 2016*, contendo os códigos referentes a cada aluno, as respostas sobre sensação e preferência térmica, resultados de índice de massa corporal, gênero, idade, isolamento da vestimenta, PMV, horário, metabolismo e médias de temperatura, umidade, temperatura externa e velocidade do ar.

Com a finalidade de verificar a normalidade de todos os dados utilizados nas análises, foram realizados os testes em planilhas do *Microsoft Excel 2016*, levando em consideração o

intervalo de valores de $|assimetria| \leq 3$ e $|curtose| \leq 8$, limites propostos por Kline (2011) para a aceitabilidade de normalidade, também utilizado por Leder et al. (2015), Noda (2017) e Lima (2019). Sendo assim, neste estudo, foram considerados como normais nas análises estatísticas os dados que estivessem dentro deste intervalo. Posteriormente, foram realizados testes de hipótese, a fim de correlacionar os dados, utilizando o *software* IBM SPSS Statistics. A seguir, serão apresentados os testes usados neste trabalho.

3.5.1 Testes de hipótese

Siegel e Castellan (1975) explicam que a hipótese nula (H_0) é de “não-efeito”, usualmente formulada com o propósito de ser rejeitada, ou seja, é a negação do ponto que se está tentando confirmar. Se ela é rejeitada, a hipótese alternativa (H_1) é confirmada. A hipótese alternativa é a afirmação operacional da hipótese de pesquisa do investigador e a hipótese de pesquisa é a predição originada da teoria que está sendo testada. Os testes de hipótese usados nesse trabalho foram utilizados com a finalidade de tomar uma decisão sobre diferenças entre as variáveis ambientais e os votos de sensação e preferência térmica das crianças para saber se uma hipótese é aceita ou rejeitada.

3.5.2 Teste t para amostras independentes

Field (2009) aponta que o teste t é usado quando existem duas condições experimentais e diferentes participantes foram designados para cada condição, bem como também pode ser chamado de teste t medidas independentes ou amostras independentes. O teste t independente é paramétrico e baseado na distribuição normal. Portanto, é assumido que: os dados são de populações normalmente distribuídas e eles são medidos pelo menos em um nível intervalar. O teste t independente, que é usado para testar diferentes grupos de pessoas, também assume que as variâncias populacionais são iguais (homogeneidade da variância) e os escores são independentes (porque eles vêm de diferentes pessoas).

O teste t independente é usado em situações nas quais existem duas condições experimentais e participantes diferentes foram usados em cada uma. Duas equações diferentes podem ser utilizadas para calcular a estatística t, dependendo se as amostras contêm ou não um número igual de participantes. Ressalta-se que podemos calcular a estatística t usando uma

versão numérica da equação da figura 12. Quando participantes diferentes representam condições diferentes, os pares dos escores irão diferir, não somente por causa da manipulação experimental, mas também devido a outras fontes de variação.

Figura 12 — Equação de cálculo de Teste t.

$$t = \frac{\begin{array}{c} \text{diferença} \\ \text{observada} \\ \text{entre as} \\ \text{médias} \\ \text{amostrais} \end{array} - \begin{array}{c} \text{diferença esperada} \\ \text{entre as médias} \\ \text{populacionais} \\ \text{(se a hipótese nula} \\ \text{for verdadeira)} \end{array}}{\begin{array}{c} \text{estimativa do erro padrão} \\ \text{da diferença entre as} \\ \text{médias de duas amostras} \end{array}}$$

Fonte: Field, 2009.

Se as diferenças entre as condições em uma base por participante não puderem ser investigadas, devemos fazer comparações em base. Em vez de observar as diferenças entre pares de escores, agora olhamos para as diferenças entre as médias gerais das duas amostras e as comparamos com as diferenças que esperamos conseguir entre as médias das duas populações de onde as amostras vieram. Se a hipótese nula é verdadeira, as amostras foram retiradas da mesma população.

3.5.3 Correlação bivariada de Pearson

O teste de correlação de Pearson é a medida da distribuição linear entre duas variáveis com distribuição normal. Field (2009) esclarece que, para superar o problema da dependência da escala de mensuração, é necessário converter a covariância em um conjunto padrão de unidades e esse processo de conversão é conhecido como padronização. A covariância padronizada é conhecida como coeficiente de correlação. A correlação de Pearson requer dados intervalares para ser uma medida precisa do relacionamento linear entre duas variáveis. Entretanto, para determinar se o coeficiente de correlação é significativo, mais suposições são necessárias, isto é, para que a estatística teste seja válida, os dados devem ser normalmente distribuídos.

4. RESULTADOS

A partir de uma análise descritiva das informações coletadas (variáveis objetivas e subjetivas) nas medições e entrevistas realizadas no período de inverno e verão do ano de 2018, e dos dados derivados das variáveis coletadas nas salas de aulas e no banco de dados do INMET (2018), foram elaboradas tabelas e gráficos, com resultados que serão apresentados neste capítulo. Partindo de planilhas com transcrições dos dados coletados, apresentados a seguir, foram realizados também os cálculos matemáticos, estatísticos e análises.

As escolas mostradas a seguir foram separadas em dois grupos: as duas primeiras como Ventiladas Naturalmente (VN) e as quatro últimas, que fazem parte do projeto padrão, como e Condicionadas Artificialmente (CA). As escolas CA possuem o mesmo projeto arquitetônico, foram construídas mais recentemente com a finalidade de funcionamento para Ensino Integral e têm salas de aula climatizadas, porém, nem todas foram entregues com aparelhos de climatização instalados.

4.1 Escolas objeto de estudo

4.1.1 Escola Municipal Leonidas Santiago

Localizada no bairro do Rangel, a Escola Municipal Leônidas Santiago foi construída no ano de 1972 e funciona nos turnos manhã, tarde e noite. Segundo dados obtidos através de consulta pública no site na plataforma educacional de censo escolar do INEP (2017), esta escola tem 549 alunos matriculados no Ensino Fundamental I, II e Educação de Jovens e Adultos (EJA), sendo 230 deles nos anos iniciais.

As medições na escola Leônidas Santiago foram realizadas no turno da tarde, já que o fundamental I só tem atividades nesse turno. Todas as salas com alunos na faixa etária proposta nessa pesquisa (8 a 11 anos) foram visitadas nessa escola, totalizando quatro das oito salas existentes. Das quatro salas analisadas, duas são do 4º ano, uma do 3º ano e uma do 5º ano. A localização de cada sala pode ser vista em cor rosa na imagem a seguir. [Figura 13]

Figura 13 - Planta baixa da Escola Municipal Leônidas Santiago com indicação de salas medidas.



Fonte: Adaptado de Secretaria de Educação de João Pessoa (2018).

A escola foi uma das escolhidas pela Prefeitura Municipal de João Pessoa para a climatização, porém, os equipamentos foram instalados de forma incorreta e, portanto, não funcionaram, o que acarretou na retirada de muitos desses equipamentos. As salas de aula têm ventiladores instalados e ventilação natural através das suas janelas, cobogós e porta que permaneceu aberta no momento da medição. O fato de não haver funcionamento de nenhum outro equipamento na sala permite o uso posterior do modelo adaptativo para análise dessas salas de aula, já que a STANDARD-55-2017 indica que esse modelo deve ser usado apenas em situações, em que a ventilação natural prevaleça.

As salas têm revestimento cerâmico até a metade das paredes e pintura até a laje, as esquadrias são de madeira que são abertas facilmente pela professora e pelos alunos [Figura 14].

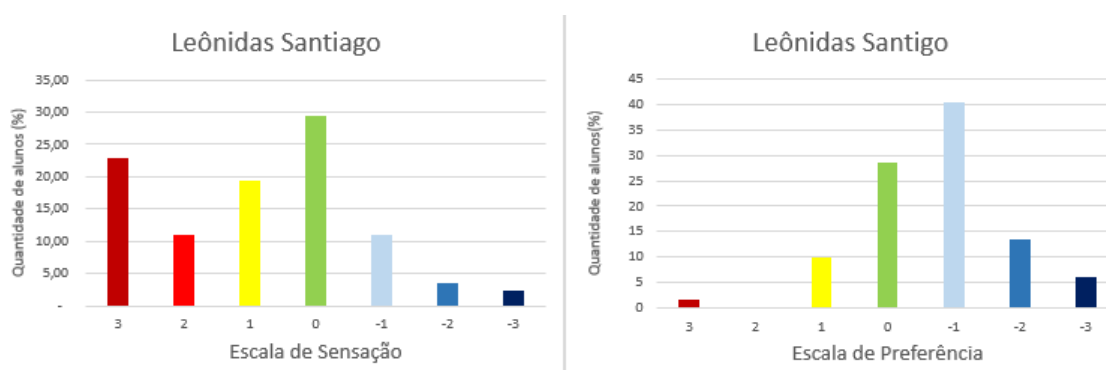
Figura 14 - Medições na Escola Municipal Leônidas Santiago.



Fonte: Acervo pessoal, 2018.

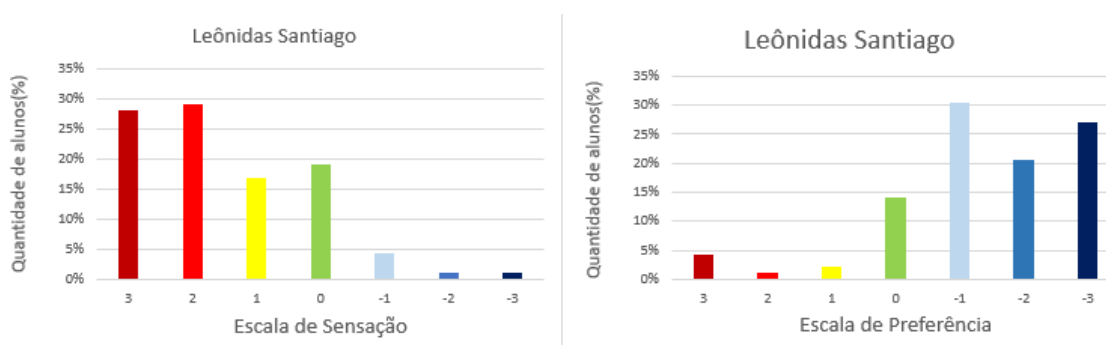
Noventa e quatro crianças foram entrevistadas (quarenta e sete meninas e quarenta e sete meninos). Nas medições do inverno, a maioria das crianças respondeu que estava se sentindo confortável (29,2%), porém, a segunda maior votação na escala foi na sensação +3, “com muito calor”, (23,1%). Em relação à preferência, a maioria respondeu que gostaria de que a sala estivesse um pouco mais fria (40,2%) e, em segundo lugar, que eles gostariam de permanecer como estavam (28,4%). Já nas medições do período de verão, a maioria relatou estar sentindo calor (29,0%) e, em segundo lugar, muito calor (28,0%). No que diz respeito à preferência, assim como no inverno, a maioria preferia que a sala estivesse um pouco mais fria (30,0%), o que significa que mais alunos preferiram estar com o clima mais fresco no inverno que no verão. As diferenças nos votos de sensação e preferência no verão e no inverno, podem ser observadas nos Gráficos 1 e 2.

Gráfico 1 – Sensação e Preferência relatada pelos alunos no inverno na escola Leônidas Santiago.



Fonte: Elaborado por autora, 2018.

Gráfico 2 – Sensação e Preferência relatada pelos alunos no verão na escola Leônidas Santiago.



Fonte: Elaborado por autora, 2018.

Nas medições de inverno foram encontradas variações consideráveis entre os votos de sensação na escola Leônidas Santiago, de acordo com as salas de aula. Na primeira sala de 4º ano e nas de 3º e 5º ano, a maioria dos votos de desconforto foi por calor, enquanto na segunda

sala do 4º ano, a maioria dos votos de desconforto foi por frio. A média de temperatura do ar na sala que obteve mais votos de desconforto por frio (4ºB) foi de 29,41°C, ou seja, não foi a menor média da escola em que se registraram médias de 29,31°C, 30,63°C e 30,10°C, porém, as crianças estavam com roupas com menos isolamento que nas demais salas de aula, visto que a maioria usava roupas com 0,35clo. No verão, essa diferença se repetiu e a segunda sala de 4º ano que sentiu desconforto por frio no inverno teve um desempenho melhor que a outra com mais votos de neutralidade e enquanto a primeira teve a maioria dos votos em e As diferenças nesses votos podem ser atribuídas à combinação entre a temperatura e a velocidade do ar, já que, nessa sala, foi identificada a menor média de temperatura do ar (28,38°C) e média de velocidade do ar de 0,35m/s. A taxa de isolamento da vestimenta dos alunos foi próxima ao período de inverno.

Sobre a pergunta em relação à preferência pelo ar condicionado durante o inverno, doze alunos disseram preferir ambientes sem ar condicionado, enquanto oitenta e dois alunos afirmaram preferir o ar condicionado. No verão, apenas seis alunos disseram preferir ambientes sem ar condicionado.

4.1.2 Escola Municipal Francisco Edwar

De acordo com informações da Secretaria de Educação Municipal de João Pessoa e do INEP (2017), a Escola Municipal Francisco Edwar, que está localizada no bairro de Jaguaribe, funciona nos turnos manhã e tarde e trabalha com Ensino Fundamental I.

A medição na escola Francisco Edwar foi realizada no período da manhã, já que as turmas de 3º a 5º ano realizam as suas atividades nesse período, salientando que essa escola possui uma turma de cada ano. Foi possível aplicar os questionários e medir em duas turmas, 3º e 4º ano. A localização de cada sala pode ser vista na imagem a seguir (Figura 15).

Figura 15 - Planta baixa da Escola Municipal Francisco Edwar com indicação de salas medidas.



Fonte: Adaptado de Secretaria de Educação de João Pessoa (2018).

As salas de aula também têm ventilação natural e uso de ventiladores. Seu revestimento é cerâmico até a metade das paredes e pintura até a coberta que não tem laje, as esquadrias são de madeira de fácil abertura, porém, na maioria do tempo, elas permanecem semiabertas ou fechadas por causa do excesso de luz que a fachada recebe no período da manhã [Figura 16].

Figura 16 - Medições na escola Francisco Edwar.

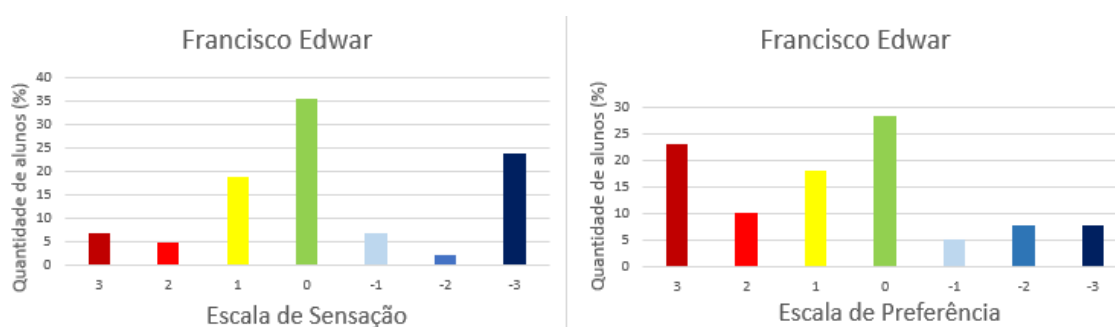


Fonte: Acervo pessoal, 2018.

Assim como a escola Leônidas Santiago, a escola Francisco Edwar é uma das mais antigas do município de João Pessoa, portanto, as duas têm características arquitetônicas semelhantes entre si e muito diferentes das escolas do modelo padrão construídas na cidade a partir dos anos 2000.

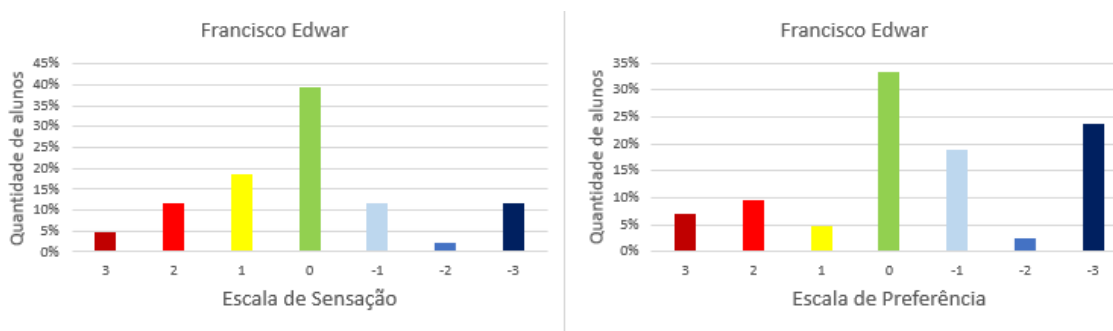
Dos quarenta e sete alunos que responderam ao questionário, vinte e dois são meninas e vinte e cinco, meninos. Nas medições do inverno, a maioria das crianças (35,7%) respondeu que estava se sentindo confortável, e a segunda maior parte delas respondeu que estava sentindo muito frio (23,8%). Em relação à preferência térmica, a maioria respondeu que não gostaria de mudar (26,6%), enquanto a segunda opção mais votada foi que eles preferiam estar bem mais quentes (21,4%). Já nas medições do período de verão, tanto na sensação (40,0%) quanto na preferência (33,0%), a maioria relatou estar se sentindo confortável e não querer mudar, esses votos podem ser observados nos Gráficos 3 e 4.

Gráfico 3 – Sensação e Preferência relatada pelos alunos no inverno na escola Francisco Edwar.



Fonte: Elaborado por autora, 2018.

Gráfico 4 – Sensação e Preferência relatada pelos alunos no verão na escola Francisco Edwar.



Fonte: Elaborado por autora, 2018.

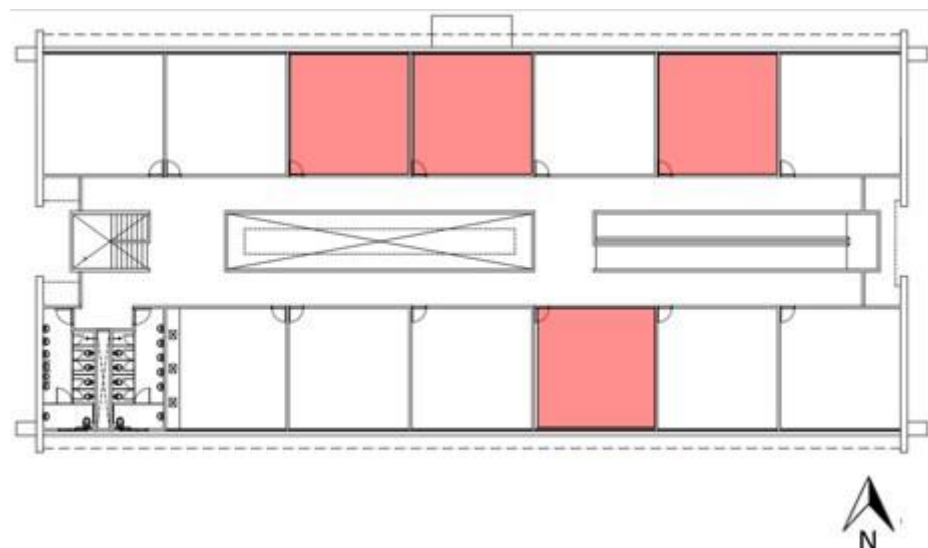
Nesta escola, nas medições de verão, também foram encontradas diferenças significativas nos votos de sensação dos alunos por sala de aula. Na sala do 3º ano, a maioria dos alunos que se sentiram desconfortáveis votaram em e , ao passo que os alunos da sala do 4º ano votaram em desconforto por calor, se sentindo “com um pouquinho de calor” e . Sete alunos disseram preferir ambientes sem ar condicionado, tanto no inverno quanto no verão.

4.1.3 Escola Municipal Luiz Augusto Crispim

A escola Luiz Augusto Crispim foi a oitava escola-padrão do município a ser entregue, e a sua inauguração aconteceu no ano de 2009, mas ela só recebeu a climatização no ano de 2015, quando passou por uma reforma. Nessa reforma, foram realizadas modificações nos sistemas elétricos para a colocação do ar condicionado e serviços de intervenção na cobertura, como impermeabilização através de manta asfáltica.

Essa escola está localizada no Bairro dos Ipês e foi a primeira no modelo padrão visitada e medida. Os questionários e as medições foram realizados em quatro turmas, duas do quarto ano, uma do terceiro e uma do quinto [Figura 17]

Figura 17 - Planta baixa da Escola Municipal Luiz Augusto Crispim com indicação de salas medidas.



Fonte: Adaptado de Secretaria de Educação de João Pessoa, 2018.

A escola funciona nos turnos manhã, tarde e noite e tem Ensino Fundamental I, II e EJA e, segundo o censo da plataforma educacional do INEP (2017), há duzentos e trinta e nove alunos matriculados nos anos iniciais e quinhentos e dois alunos matriculados no total. As salas de aula das escolas padrão têm o mesmo mobiliário das escolas antigas, revestimento cerâmico e pintura nas paredes, mas são escolas maiores, com dois pavimentos, laje, esquadrias metálicas e de vidro e estão localizadas no segundo pavimento. As salas de aula podem ser observadas na Figura 18.

Figura 18 - Medições nas salas de aulas da Escola Municipal Luiz Augusto Crispim.

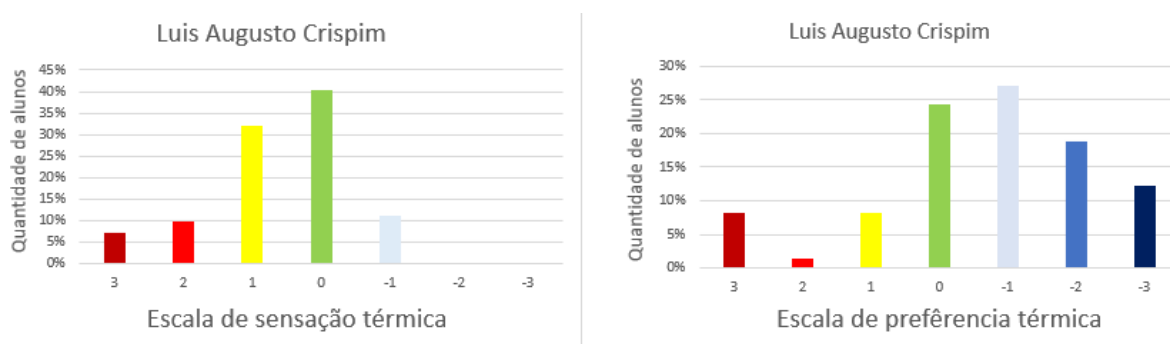


Fonte: Acervo pessoal, 2018.

Noventa questionários foram aplicados na Escola Luiz Augusto Crispim, vinte e seis respondidos por meninas e sessenta e quatro por meninos. Os aparelhos de refrigeração permaneceram ligados durante o período das medições e as janelas e portas fechadas em todos os momentos nas duas salas medidas. Os professores relataram não achar os aparelhos de climatização suficientes para que as salas sejam confortáveis.

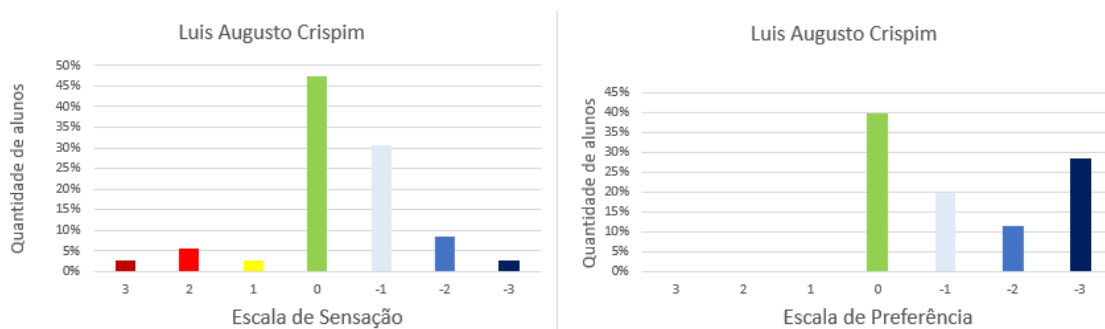
Nas medições de inverno, a maioria das crianças responderam que estavam confortáveis (40,02%), porém, a segunda maior quantidade de relatos foi sobre estarem com um (31,90%), e, em relação à preferência, a maioria respondeu que preferiam um ‘*pouco*’ (27,00%). Já nas medições do período de verão, a maioria das crianças respondeu que estavam confortáveis (47,00%) e a segunda maior parte alegou (31,00%). Em relação à preferência, a maioria respondeu que não gostaria de mudar. [Gráfico 5 e Gráfico 6]

Gráfico 5 – Sensação e Preferência relatada pelos alunos no inverno na escola Luiz Augusto Crispim.



Fonte: Elaborado por autora, 2018.

Gráfico 6 – Sensação e Preferência relatada pelos alunos no verão na escola Luiz Augusto Crispim.



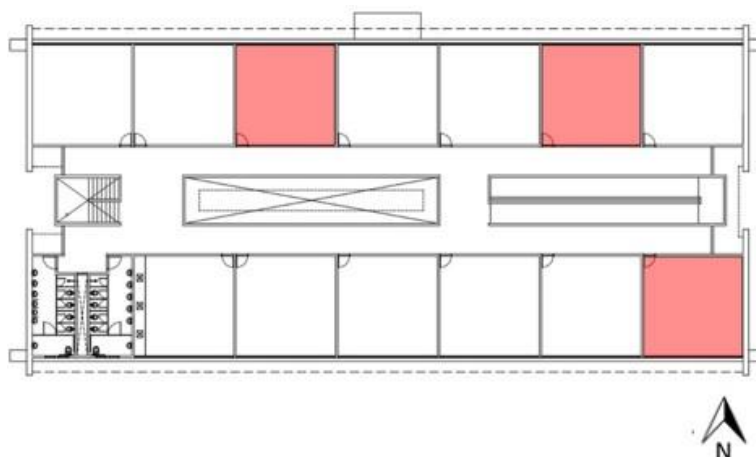
Fonte: Elaborado por autora, 2018.

A respeito dos votos de preferência sobre ar condicionado, uma criança no inverno e uma no verão votou por ambientes sem o aparelho.

4.1.4 Escola Municipal Governador Leonel Brizola

Também reformada e climatizada em 2015, a segunda escola medida foi a Leonel Brizola, localizada no bairro Tambauzinho. Três salas de aula foram monitoradas, uma de terceiro, uma de quarto e uma de quinto ano, no turno da tarde (Figura 19). Nessas salas, os aparelhos de climatização também estavam ligados e adaptações em relação a janelas ou temperatura deles não eram possíveis. A escola funciona nos turnos manhã, tarde e noite e tem Pré-Escola, Ensino Fundamental I, II, EJA e Educação Especial e, segundo dados públicos do censo escolar INEP (2017), tem cento e trinta e cinco alunos matriculados nos anos iniciais e 441 alunos no total.

Figura 19 - Planta baixa da Escola Municipal Leonel Brizola com indicação de salas medidas.



Fonte: Adaptado de Secretaria de Educação de João Pessoa (2018).

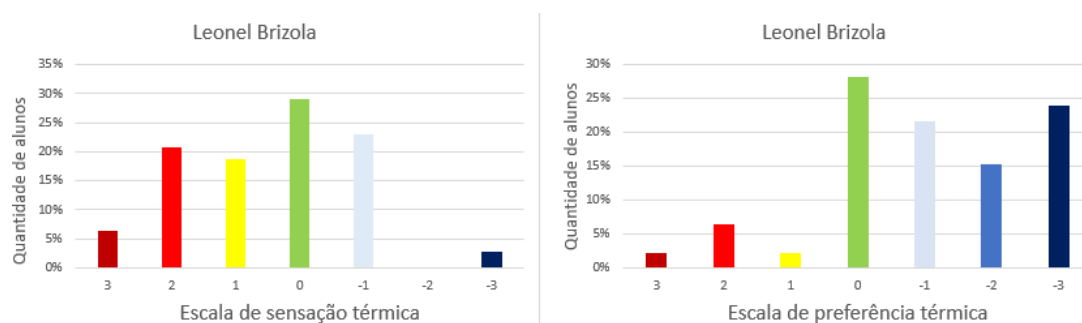
Figura 20 – Medições nas salas de aula da Escola Municipal Governador Leonel Brizola.



Fonte: Acervo pessoal, 2018.

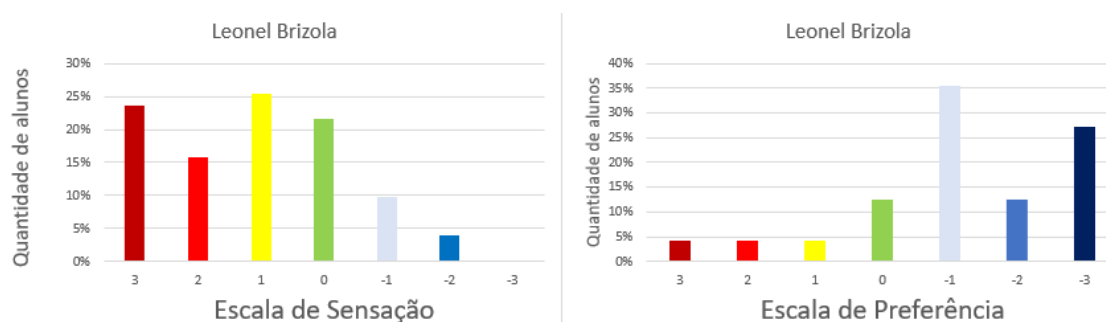
Cinquenta e três questionários foram aplicados, com vinte meninas e trinta e três meninos. Nas medições de inverno, a maioria das crianças responderam que estavam confortáveis e preferiam não mudar (29,00%). Já nas medições do período de verão, a maioria das crianças respondeu que estava com (25,00%) e preferiam (35,00%). [Gráfico 7 e Gráfico 8]

Gráfico 7 – Sensação e Preferência relatada pelos alunos no inverno na escola Leonel



Fonte: Elaborado por autora, 2018.

Gráfico 8 – Sensação e Preferência relatada pelos alunos no verão na escola Leonel Brizola.



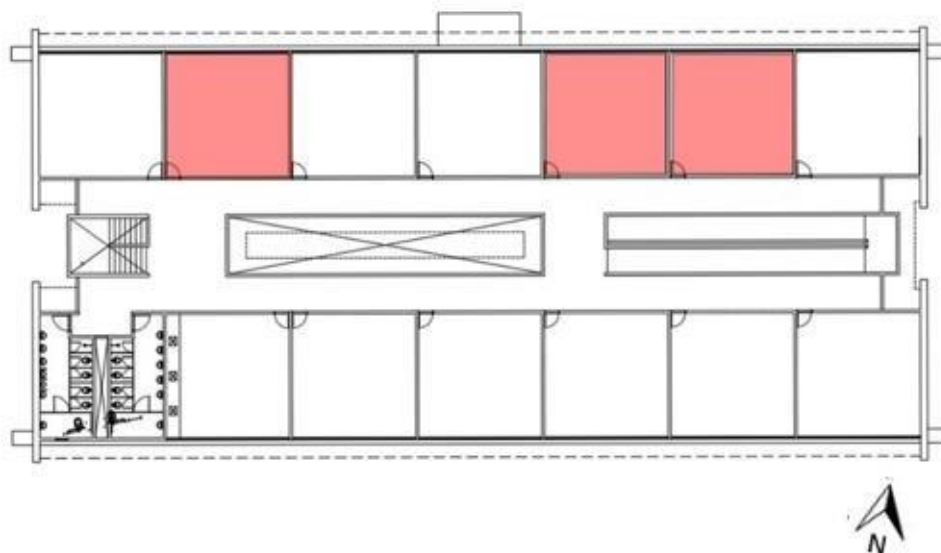
Fonte: Elaborado por autora, 2018.

Na entrevista respondida no período de inverno, seis crianças expuseram sua preferência por ambientes sem ar condicionado, porém, no verão, essa quantidade caiu pela metade.

4.1.5 Escola Municipal Chico Xavier

Inaugurada em abril do ano de 2011, a Escola Municipal Chico Xavier está localizada no bairro do Bessa e foi uma das últimas a serem construídas no modelo- padrão. A escola é de Ensino Integral e possui turmas do Ensino Fundamental e EJA, totalizando 359 alunos e funcionando nos turnos da manhã, tarde e noite. As salas analisadas, possuíam aparelhos de climatização instalados e em funcionamento que podem ser identificadas na imagem a seguir (Figura 21).

Figura 21 - Planta baixa da Escola Municipal Chico Xavier com indicação de salas medidas.



Fonte: Adaptado de Secretaria de Educação de João Pessoa (2018).

A escola Chico Xavier tem oitenta alunos matriculados nos 5º e 6º anos, mas apenas nos 5º anos os alunos se encaixaram na faixa etária da pesquisa, sendo assim, três salas de aula foram medidas nesta escola, porém, devido a atividades que estavam ocorrendo no dia das medições, apenas quarenta e três desses alunos foram entrevistados nas primeiras medições, vinte e um meninos e vinte e duas meninas. [Figura 22]

Figura 22 – Medições nas salas de aula da Escola Municipal Chico Xavier.

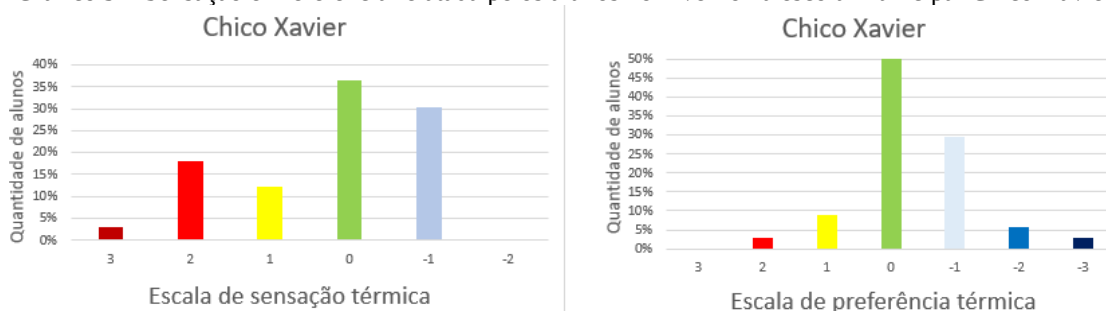


Fonte: Acervo pessoal, 2018.

A escola Chico Xavier tem oitenta alunos matriculados nos 5º e 6º anos, mas apenas nos 5º anos os alunos se encaixaram na faixa etária da pesquisa, sendo assim, três salas de aula foram medidas nesta escola, porém, devido a atividades que estavam ocorrendo no dia das medições, apenas quarenta e três desses alunos foram entrevistados nas primeiras medições, vinte e um meninos e vinte e duas meninas.

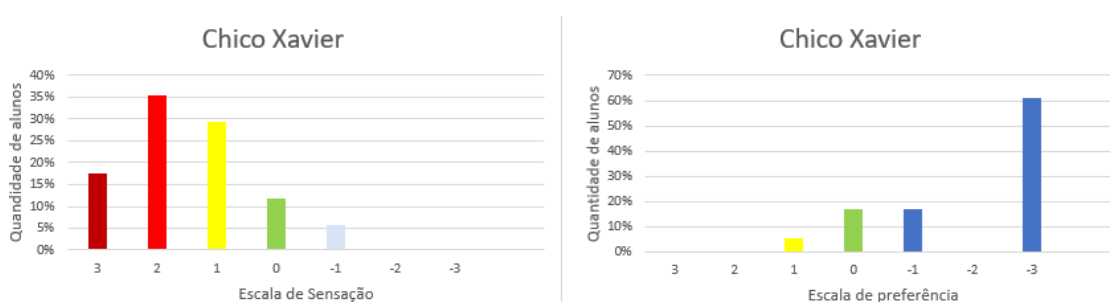
Nas medições de inverno, a maioria relatou estar se sentindo (36,00%) e o segundo maior número de votos foi para ‘um pouco de frio’ (30,00%) (Gráfico 9), como aponta o Gráfico 9. Já no verão, não foi possível realizar as medições em todas as salas de aula dessa escola, pois no mês de dezembro os alunos estavam em período de provas e, posteriormente, de férias escolares. Destaque-se que apenas uma sala foi medida e dezoito alunos questionados. 35% dos alunos dessa sala de aula relataram estar se sentindo representando a maioria desses alunos; 29% deles votaram na opção e 6% as demais opções não foram votadas, como pode ser observado no Gráfico 10.

Gráfico 9 – Sensação e Preferência relatada pelos alunos no inverno na escola Municipal Chico Xavier.



Fonte: Elaborado por autora, 2018.

Gráfico 10 - Sensação e Preferência relatada por alunos no verão na escola Municipal Chico Xavier.

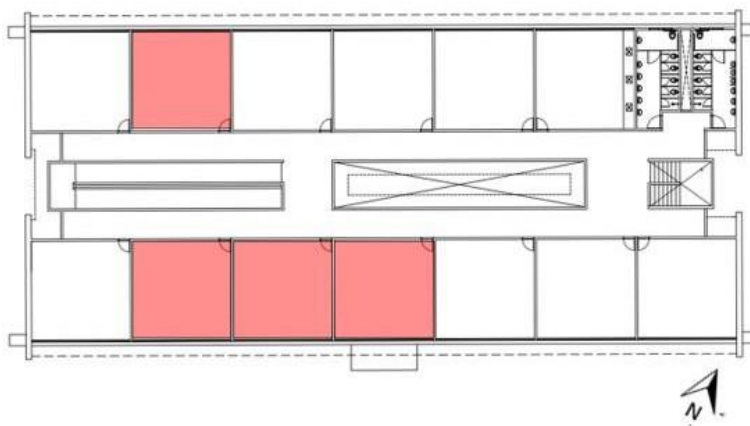


Fonte: Elaborado por autora, 2018.

4.1.6 Escola Municipal Radegundis Feitosa

Também inaugurada no ano de 2011 e uma das últimas a serem construídas no modelo padrão (Figura 23), a escola de Ensino Integral Radegundis Feitosa está localizada no bairro José Américo, funciona nos turnos manhã, tarde e noite para os Ensinos Fundamental, EJA e Educação Especial, possuindo 540 alunos no total, sendo 327 deles matriculados nas turmas de Ensino Inicial, de acordo com o censo do INEP (2017).

Figura 23 – Planta baixa da Escola Municipal Radegundis Feitosa com indicação de salas medidas.



Fonte: Adaptado de Secretaria de Educação de João Pessoa (2018).

Nesta escola quatro turmas foram medidas no turno da manhã, duas de 3º ano, uma de 5º e uma de 4º ano, contabilizando um total de 83 questionários aplicados com 44 meninos e 39 meninas (Figura 24).

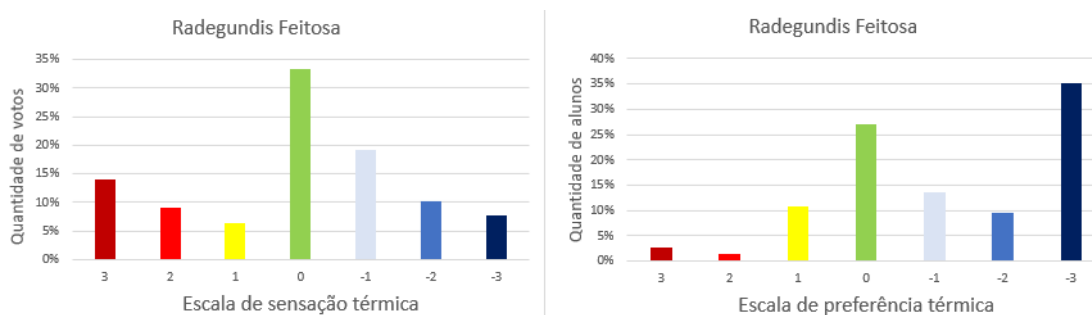
No período de inverno, a maioria votou estar se sentindo (33%), mas a segunda maioria votou em ‘*um pouquinho de frio*’ (19%). No que diz respeito à preferência, a maioria optou por “ *muito mais frio*” (35,00%) seguido de “*não mudar*” (27,00%). No período de verão, a maioria dos votos foi na opção de neutralidade (23,00%), mas as respostas “*muito calor*” (20%), “*um pouquinho de calor*” (20%) e “*um pouquinho de frio*” (20%) receberam de forma igual uma quantidade expressiva de votos. [Gráfico 11 e Gráfico 12]

Figura 24 - Medições nas salas de aula da Escola Municipal Radegundis Feitosa.



Fonte: Acervo pessoal, 2018.

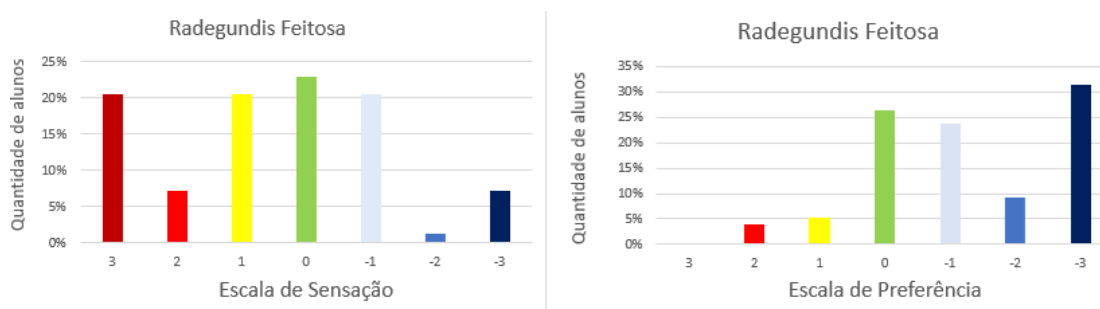
Gráfico 11 – Sensação e Preferência relatada pelos alunos no inverno na escola Radegundis Feitosa.



Fonte: Elaborado por autora, 2018.

Gráfico 12 – Sensação e Preferência relatada pelos alunos no verão na escola Radegundis Feitosa.

Fonte: Elaborado por autora, 2018.



Nas medições de inverno, seis crianças disseram preferir ambientes sem ar condicionado e no verão, apenas duas crianças votaram nessa preferência.

Observando as salas de aula individualmente nessa escola, em uma das salas, todos os alunos que estavam sentados mais próximos às janelas relataram estar sentindo desconforto por calor nas medições de inverno, votando em “ *muito calor* ”, enquanto os demais votaram em “ *bem* ”, e nas opções de desconforto por frio. No verão, nessa mesma sala, a distribuição de votos foi mais uniforme, ou seja, votos distribuídos em todas as opções, com a maioria votando em desconforto por frio.

4.2 Análise descritiva das escolas

As duas escolas com salas de aula ventiladas naturalmente, Leônidas Santiago e Francisco Edwar, apresentaram no inverno e verão resultados diferentes em relação aos votos de sensação e preferência, e também em relação às variáveis que influenciam no conforto térmico.

Já as quatro escolas com modelo padrão e CA, apresentaram no inverno resultados parecidos em relação aos votos de sensação e preferência, já no verão, assim como nas escolas VN, apresentam distribuição de votos diferentes, apesar de as variáveis ambientais apresentarem resultados parecidos nas duas estações. Nas escolas Luiz Augusto Crispim e Leonel Brizola, a maioria dos votos de sensação foi de desconforto por calor e preferência por frio, já na Chico Xavier e Radegundis Feitosa, a maioria dos alunos relatou estar bem, com quantidades próximas de votos de sensação de calor e frio e preferência por frio. Em relação ao verão, a Escola Radegundis Feitosa e a Escola Leonel Brizola tiveram a maioria dos votos de sensação de desconforto por calor e preferência por frio, enquanto na Escola Luiz Augusto Crispim, a maioria relatou estar se sentindo em neutralidade e preferir mais frio.

O número de alunos entrevistados em cada escola e a quantidade de salas analisadas foram outras semelhanças a respeito das escolas, mesmo em dias de medição diferentes. Ao todo, 748 questionários foram aplicados. Na tabela a seguir (Tabela 5), pode-se observar a quantidade de alunos em relação ao gênero.

Tabela 5 - Quantidade de alunos entrevistados nas escolas.

Inverno			
	Meninos	Meninas	Total
Escolas Condicionadas Artificialmente	162	107	269
Escolas Ventiladas Naturalmente	72	69	141
Verão			
Escolas Condicionadas Artificialmente	116	85	201
Escolas Ventiladas Naturalmente	70	67	137

Fonte: Elaborado por autora, 2018.

4.2.1 Escolas ventiladas naturalmente no inverno

As duas escolas com salas de aula ventiladas naturalmente apresentaram no inverno resultados bem diferentes em relação aos votos de sensação e preferência, já que na Escola Leônidas Santiago(A), a maioria relatou desconforto por calor e preferência por frio, enquanto na Escola Francisco Edwar (B), foi relatada a mesma quantidade de votos de desconforto por calor e frio, sendo que um maior número de alunos relatou estar sentindo muito frio (-3),ressaltando que no verão foram identificados votos parecidos. Na Escola Leônidas Santiago, a maioria dos votos foram de desconforto por calor e preferência por frio, e na Escola Francisco Edwar, a maioria disse estar confortável, porém, os votos de preferência por frio foram a maioria. É importante destacar que o número de alunos entrevistados em cada escola, a quantidade de salas analisadas e os dias de medição foram diferentes.

As medições das variáveis ambientais nas salas ocorreram durante os horários em que as crianças estivessem em aulas, nos turnos da manhã (entre 07:30h e 08:30h) e da tarde (entre 14:00h e 16:00h). No mesmo período e nos mesmos horários das medições internas, procedeu-se à verificação dos registros da temperatura no ambiente externo disponibilizado pelo INMET (2018). A Tabela 6 apresenta os valores médios obtidos das variáveis ambientais monitoradas nos períodos de inverno.

Tabela 6 – Condições ambientais nas seis salas de aula.

Inverno	Temperatura do ar - TBS (°C)			Temp. Ext. (°C)	Umid. Rel. (RH%)	Vel. Ar Média (m/s)
	H = 0,6m	H= 1,1m	Média			
Média	29,08	28,48	28,78	26,4	68,04	0,200
Máxima	30,63	29,62	30,00	27,30	78,65	0,520
Mínima	27,26	26,90	27,10	24,80	62,42	0,000
D.P	1,18	1,15	1,15	0,96	6,40	0,151

Fonte: Elaborado por autora, 2019.

A respeito dos resultados apresentados no Gráfico 13, podem ser observadas as diferenças nas condições ambientais entre as escolas durante o período de medição de inverno. Na escola A, os votos de sensação foram mais distribuídos e também se pôde identificar um pior desempenho relatado pelos alunos, levando em consideração que 35,7% das crianças relataram conforto na escola B, enquanto na escola A foram 29,5% dos votos de sensação em neutralidade. Todas as salas de aula da escola A tiveram temperaturas mais altas que as da escola B. Acredita-se que esta discrepância ocorreu em decorrência da diferença nos turnos em que a pesquisa ocorreu: à tarde na Escola A e pela manhã na Escola B; e do fato de a Escola A ter laje, enquanto a B possui maior pé direito e cobertura de telha de barro.

A partir dos resultados da temperatura do ar no ambiente interno (média das alturas 0,60 m e 1,10m), percebe-se que, enquanto esta variável ficou em torno dos 27°C na escola B, na escola A a temperatura média chegou a atingir 30°C. Ainda sobre o período de inverno, nota-se uma diferença média de 0,6°C entre as alturas que correspondem ao abdome (h = 0,60m) e à cabeça (h = 1,1 m) do aluno na posição sentado. Em relação à velocidade do ar dentro das salas de aula, a ventilação era praticamente imperceptível, sendo em média 0,2 m/s, enquanto a umidade relativa média foi de 68,04%. Em apenas uma das salas monitoradas, cuja temperatura do ar interna atingiu 30,5°C, percebeu-se o uso de ventiladores, resultando na velocidade média do ar de aproximadamente 0,5m/s.

O gráfico apresenta a evolução da temperatura do ar (em °C) e da velocidade do ar média (em m/s) em duas escolas, Escola A e Escola B, para dois níveis de umidade relativa (H = 0,6 e H = 1,1). A temperatura do ar é representada por linhas sólidas (H = 0,6 em marrom e H = 1,1 em laranja) e a velocidade do ar média por linhas tracejadas (TEMP. MÉDIA em verde e VEL. AR MÉDIA em azul). A temperatura do ar varia entre 26,5°C e 30,5°C, enquanto a velocidade do ar média varia entre 0,0 m/s e 0,5 m/s. A temperatura do ar é geralmente mais alta em Escola A do que em Escola B, e a velocidade do ar média é geralmente mais alta em Escola B do que em Escola A.

Local	Humidade Relativa (H)	Temperatura do Ar (°C)	Velocidade do Ar Média (m/s)
Escola A	0,6	29,2	0,0
	1,1	29,2	0,0
	0,6	29,2	0,2
	1,1	29,2	0,2
Escola B	0,6	29,2	0,0
	1,1	29,2	0,0
	0,6	29,2	0,2
	1,1	29,2	0,2

Para a obtenção de um panorama geral dos votos de sensação e preferência nas duas escolas VN, no inverno, foi elaborado o gráfico 14, o qual mostra a quantidade de votos de sensação e preferência.

Escolas VN - Escala de Sensação

Escala	Quantidade de alunos (%)
3	18
2	9
1	20
0	32
-1	9
-2	3
-3	9

Escolas VN - Escala de Preferência

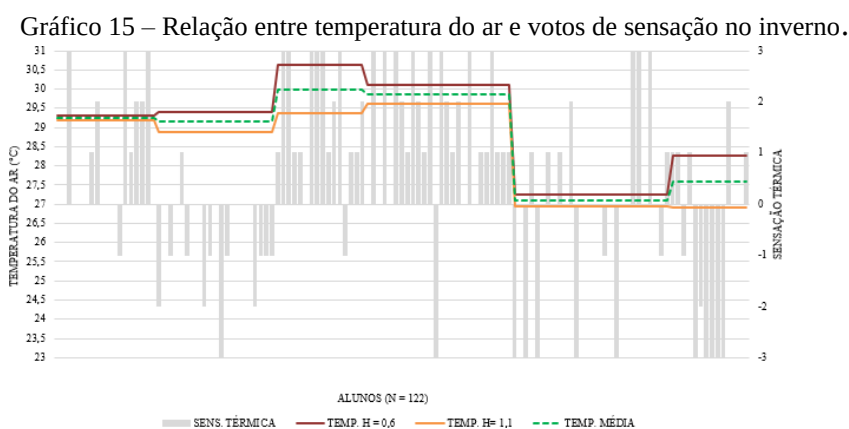
Escala	Quantidade de alunos (%)
3	8
2	3
1	12
0	28
-1	28
-2	11
-3	8

No inverno, sobre as respostas relacionadas à sensação térmica, um total de 31,71% das crianças relataram estar se sentindo ‘*bem, nem com calor, nem com frio*’ (0), mas uma quantidade considerável delas (45,53%) sentiu algum desconforto por calor, sendo a sensação de pouco calor a segunda mais votada na escala de sensação térmica, indicando que a maioria das crianças não estava se sentindo confortável no momento das medições (‘*um pouquinho quente*’: 20,33%; ‘*quente*’: 8,94% e ‘*super quente*’: 16,26%). Simultaneamente, 22,77% das crianças indicaram os diferentes níveis de sensação relacionada ao frio. Uma outra forma de

analisar os votos de sensação é realizando o agrupamento dos votos 1, 0 e -1 e considerando como conforto. Compilando, então, esses votos, apenas 60,47% dos alunos teriam relatado estar em conforto, o que é uma quantidade insuficiente para considerar que as salas de aula tiveram um bom desempenho.

Fazendo uma relação com os resultados da preferência térmica das crianças, 31,71% delas apontou a condição de neutralidade térmica, porém, uma porcentagem inferior (27,64%) afirmou que não gostaria de mudanças no ambiente térmico (‘voto 0’), o que indica que, neste caso, a preferência delas não está exatamente relacionada ao que estão sentindo. Além disso, apesar de 45,53% das crianças terem indicado desconforto relacionado ao calor, uma quantidade maior (47,97%) optou por votar na opção de preferência ‘um pouquinho mais frio’ (-1), ‘mais frio’ (-2) e ‘bem mais frio’ (-3), demonstrando a preferência dos alunos por ambientes mais resfriados do que as condições térmicas ambientais no momento do estudo, o que sugere que os alunos preferem espaços frios, mesmo quando não em desconforto.

Sobrepondo os resultados de temperatura do ar com os votos de sensação térmica dos respondentes (Gráfico 15), nota-se as diferenças por escola e os votos predominantes por faixas de temperatura. Nas condições ambientais com temperaturas entre 30°C e 30,5°C, percebe-se uma concentração equilibrada dos votos relacionados às sensações de calor (1, 2 e 3), enquanto nas faixas de temperatura do ar entre 27°C e 28,5°C ocorrem votos de sensação térmica relacionada ao frio – muito embora os resultados de movimento do ar nessas condições não ultrapassem 0,4m/s. Destaque-se que os votos de neutralidade ocorreram, primordialmente, no intervalo de temperatura do ar entre 27°C e 29,5°C.

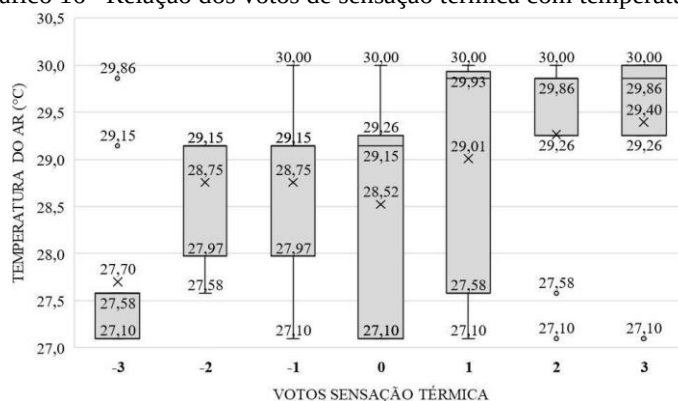


Fonte: Adaptado (Souza et al., 2019).

Relacionando novamente os votos de sensação térmica com os registros da temperatura do ar, no gráfico (Gráfico 16) é possível notar que os votos 0 e 1 apresentaram uma maior

variabilidade das condições de temperatura do ar, com limite inferior em 27,10°C e limite superior em 30°C, o que representa que os estudantes apresentaram uma tolerância às temperaturas mais elevadas. A condição de neutralidade ocorreu na temperatura média de 28,52°C e mediana 29,15°C. Dos resultados, é possível verificar o fato de ocorrerem diferentes votos nas mesmas faixas de temperatura do ar.

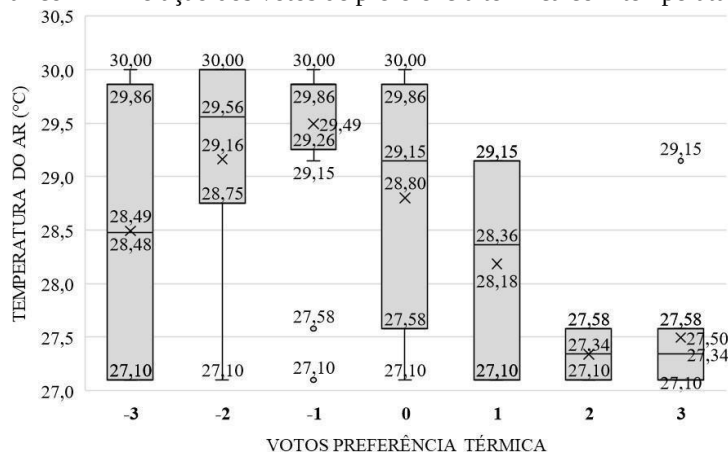
Gráfico 16 – Relação dos votos de sensação térmica com temperatura do ar.



Fonte: Adaptado (Souza et al., 2019).

Ao relacionar a temperatura com os votos de preferência térmica (Gráfico 17), verifica-se igualmente uma maior variabilidade na temperatura do ar relacionada aos votos de neutralidade, cuja média foi 28,80°C e mediana 29,15°C. A respeito do questionamento sobre ambientes climatizados, 84,43% dos estudantes disseram preferir ambientes com ar condicionado quando comparados aos naturalmente ventilados, o que pode indicar que no entendimento e experiência dos respondentes, o uso dos aparelhos é necessário para o alcance do conforto térmico. Essa preferência pode ter refletido nos votos relacionados ao desejo dos alunos pelo ambiente mais resfriado (votos -1; -2 e -3), que somaram 47,97% das crianças participantes do estudo. É importante salientar que os estudantes têm contato com uma sala de aula climatizada na escola, mas apenas uma vez por semana para aulas de informática.

Gráfico 17 – Relação dos votos de preferência térmica com temperatura do ar.



Fonte: Fonte: Adaptado (Souza et al., 2019).

Pode-se observar que nos dois gráficos *Boxplot*, a escala zero situa-se em margem similar aos votos negativos, entretanto, os votos referentes a calor nas escalas dois e três não coincidem com a faixa de neutralidade. Isto aponta uma maior tendência de que os votos de frio sejam “confortáveis”. A partir das variáveis, foram efetuados os cálculos de PMV, PPD, SET e Adaptativo. Os resultados desses cálculos podem ser observados na tabela 7.

Tabela 7 – Resultados de PMV, PPD, SET e Método Adaptativo para salas ventiladas naturalmente no inverno.

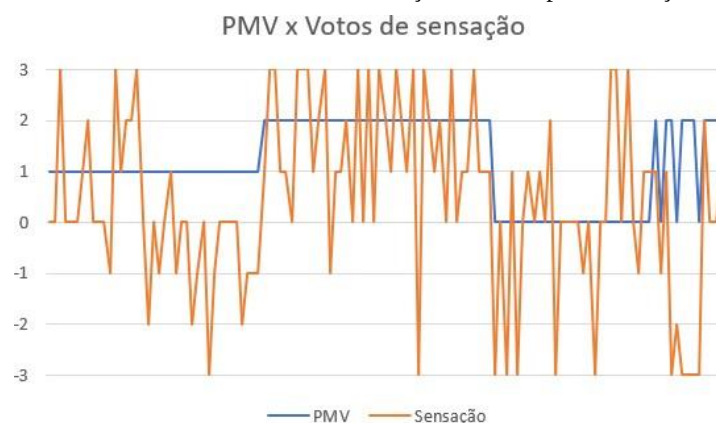
Escola		Clo	PMV	PPD	Sensação	SET	Adaptativo	
							80%	90%
Leônidas Santiago (A)	Sala 01	0,5	1.47	50%	Ligeiramente quente	29.7 °C	Confortável Temperatura Operativa 22.8 °C a 29.8°C	Confortável Temperatura Operativa 22.7 a 29.7 °C
		0,45	1.42	46%	Ligeiramente quente	29.3 °C		
		0,35	1.29	40%	Ligeiramente quente	28.6 °C		
	Sala 02	0,5	1.07	29%	Ligeiramente quente	28.7 °C	Muito Quente Temperatura Operativa 23.8 a 28.8 °C	Muito Quente Temperatura Operativa 23.7 a 28.7 °C
		0,45	1.00	26%	Ligeiramente quente	28.3 °C		
		0,35	0.84	20%	Ligeiramente quente	27.6 °C		
	Sala 03	0,5	1.79	66%	Quente	30.8°C	Muito quente Temperatura Operativa 22.7 a 29.7 °C	Muito quente Temperatura Operativa 23.7 a 28.7 °C
		0,45	1.74	64%	Quente	30.5 °C		
		0,35	1.63	58%	Quente	29.8°C		
	Sala 04	0,5	1.55	53%	Quente	29.8 °C	Confortável Temperatura Operativa 22.4 a 30.6 °C	Muito quente Temperatura Operativa 23.4 a 29.6 °C
		0,45	1.60	57%	Quente	30.1 °C		
		0,35	1.55	53%	Quente	29.8 °C		

Escola		Clo	PMV	PPD	Sensação	SET	Adaptativo	
							80%	90%
Francisco Edwar (B)	Sala 01	0,5	0.14	5%	Neutro	25.8 °C	Confortável	Confortável
		0,45	0.03	5%	Neutro	25.4 °C	Temperatura Operativa 22.6 a 29.6 °C	Temperatura Operativa 23.6 a 28.6 °C
		0,35	-0.20	6%	Neutro	24.4 °C		
	Sala 02	0,5	0.73	16%	Quente	27.8 °C	Confortável	Confortável
		0,45	0.64	13%	Quente	27.4 °C	Temperatura Operativa 22.6 a 29.6 °C	Temperatura Operativa 23.6 a 28.6 °C
		0,35	0.44	9%	Neutro	26.5 °C		

Fonte: Elaborado por autora, 2019.

Os resultados encontrados de PMV foram: neutralidade, levemente quente e quente. Nas salas de aula das escolas naturalmente ventiladas, entretanto, as crianças votaram em todas as opções do questionário, o que indica que o PMV subestimou a opção de muito calor, que representou 17,74% dos votos das crianças, e as opções de desconforto por frio (22,56%). Apresentando esses resultados com os votos das crianças (Gráfico 18), podemos perceber uma maior variação dos votos em relação aos resultados do modelo. Já o método adaptativo identificou conforto e muito calor também, excluindo as sensações de frio. No momento que o PMV apresentou resultados de neutralidade, o modelo adaptativo apresentou conforto.

Gráfico 18 – Resultados do PMV x Sensação relatada pelas crianças.



Fonte: Elaborado por autora, 2019.

4.2.2 Escolas ventiladas naturalmente no verão

No período de verão, uma das salas de aula da escola A teve, em média, temperatura do ar mais baixa que a da escola B, porém, todas as outras salas da escola A apresentaram temperaturas mais elevadas que as da escola B, assim como no período de inverno. No que diz respeito aos resultados, apresentados no Gráfico 19, podem ser observadas as diferenças nas condições ambientais entre as escolas durante o período de medição de verão. A partir dos resultados da temperatura do ar no ambiente interno (média das alturas 0,60 m e 1,10m), nota-se que, em cinco turmas das seis medidas, a temperatura ficou entre 30°C e 31°C e apresentou uma diferença média de 0,02°C entre as alturas que correspondem ao abdome ($h = 0,60\text{m}$) e à cabeça ($h = 1,1\text{ m}$) do aluno na posição sentado. Em relação à velocidade do ar dentro das salas de aula, a ventilação foi maior que nos dias de medição de inverno, sendo em média 0,53 m/s. Já a umidade relativa média foi menor no período de verão (66,24%).

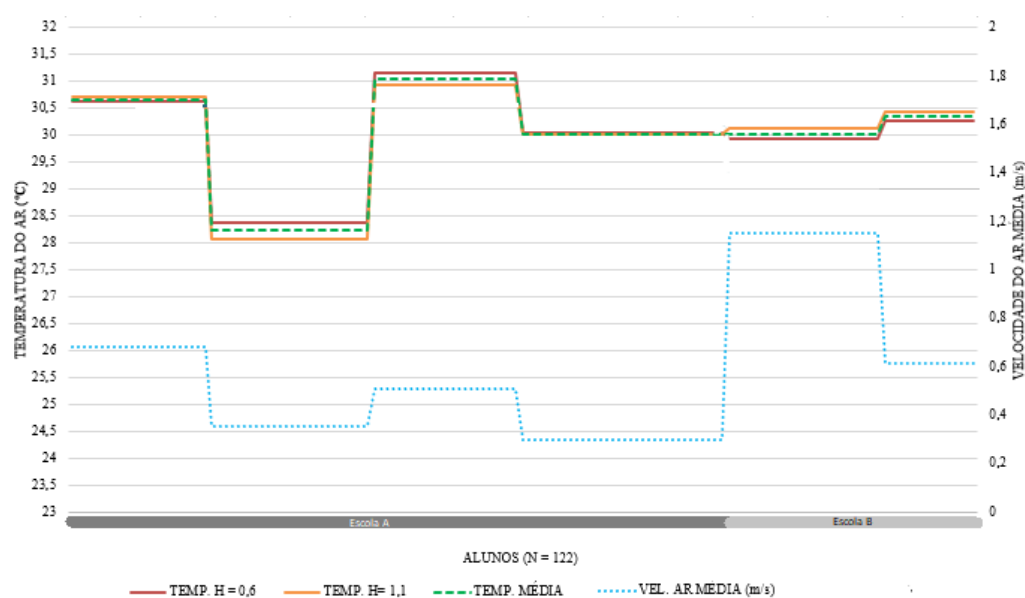
As medições das variáveis ambientais nas salas ocorreram durante o mesmo período e nos mesmos horários que as medições de inverno, nos turnos da manhã (entre 07:30h e 08:30h) e da tarde (entre 14:00h e 16:00h). Novamente, no mesmo período e nos mesmos horários das medições internas realizou-se a verificação dos registros da temperatura no ambiente externo, disponibilizado pelo INMET (2018). A Tabela 8 apresenta os valores médios obtidos das variáveis ambientais monitoradas nos períodos de inverno e verão.

Tabela 8 – Condições ambientais nas salas de aula no verão.

Verão	Temperatura do ar - TBS (°C)			TEMP. EXT. (°C)	UMID. REL. (RH%)	VEL. AR MÉDIA (m/s)
	H = 0,6m	H= 1,1m	MÉDIA			
Média	30,02	30,00	30,01	29,12	66,65	0,51
Máxima	31,16	30,90	31,03	30,3	78,88	1,15
Mínima	28,38	28,08	28,23	27,5	61,74	0,3
D. P.	0,86	0,94	0,90	0,93	2,47	0,28

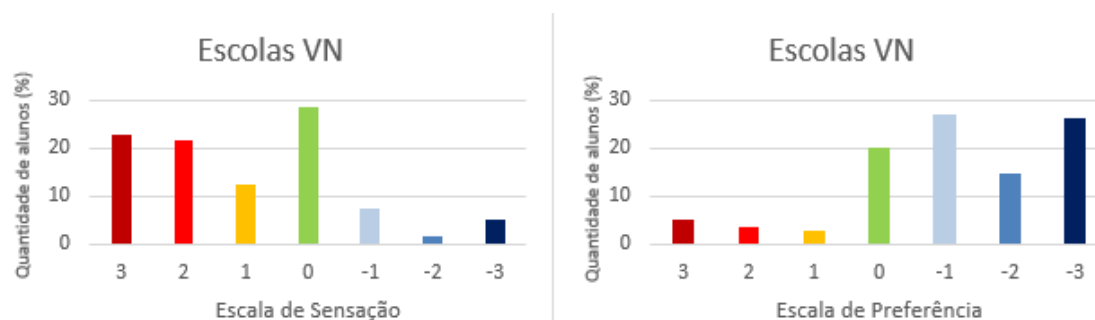
Fonte: Elaborado por autora, 2019.

Gráfico 19 – Variáveis ambientais (temperatura do ar e velocidade do ar) nas escolas VN durante o verão.



Fonte: Elaborado por autora, 2019.

Gráfico 20 – Votos de sensação e preferência relatadas por crianças em escolas ventiladas naturalmente no verão.



Fonte: Elaborado por autora, 2019.

No verão, sobre as respostas relacionadas à sensação térmica, um total de 28,57% das crianças relataram estar se sentindo ‘bem, nem com calor, nem com frio’ (0), mas a maioria delas (57,14%) sentiu algum desconforto por calor, sendo a sensação de a segunda opção mais votada na escala de sensação térmica, indicando que a maioria das crianças não estava se sentindo confortável no momento das medições (‘calor’: 21,84%; ‘um pouquinho de : 12,6%). Simultaneamente, 14,3% das crianças indicaram os diferentes níveis de sensação relacionada ao frio, conforme o Gráfico 20.

Fazendo uma relação com os resultados da preferência térmica das crianças, apenas 20,14% das crianças apontaram a condição de neutralidade térmica, enquanto a maior porcentagem encontrada foi na opção ‘um pouquinho mais frio’ (26,87%). Além disso, 68% das crianças indicaram preferência pelo ambiente mais resfriado, o que corrobora com os 57,14% de votos de desconforto relacionado ao calor. As porcentagens de votos de preferência

por calor ou frio foram: 5,2%

3,70

2,98

26,87%

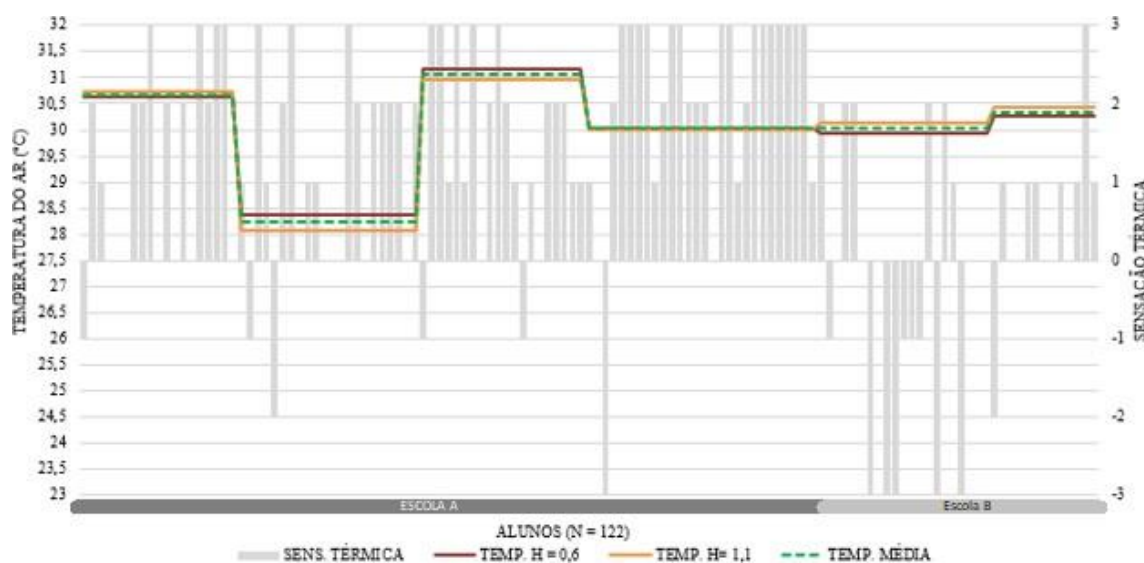
, 14,93%

e 26,20% *‘muito mais*

Considerando os votos nas opções 1 e -1 como conforto, 48,73% dos usuários relataram estar se sentindo termicamente confortáveis, salientando que, em comparação com o período de inverno (60,47%), as salas de aulas tiveram um desempenho ainda menor.

Sobrepondo novamente os resultados de temperatura do ar com os votos de sensação térmica dos respondentes (Gráfico 21), notam-se as diferenças por escola e os votos predominantes por faixas de temperatura: nas condições ambientais com temperaturas entre 28,0°C e 31,2°C, principalmente na escola A, percebe-se uma concentração dos votos relacionados às sensações de calor (1, 2 e 3), enquanto na escola B foram identificados votos de sensação de frio, mesmo em temperaturas de 30,0°C a 30,5°C, o que pode ser explicado pela velocidade do ar, que teve média de 0,37m/s na escola A e 0,86 m/s na escola B. Os votos de neutralidade ocorreram, primordialmente, no intervalo de temperatura do ar entre 27,5°C e 29,0°C.

Gráfico 21 – Relação entre temperatura do ar e votos de sensação no verão.

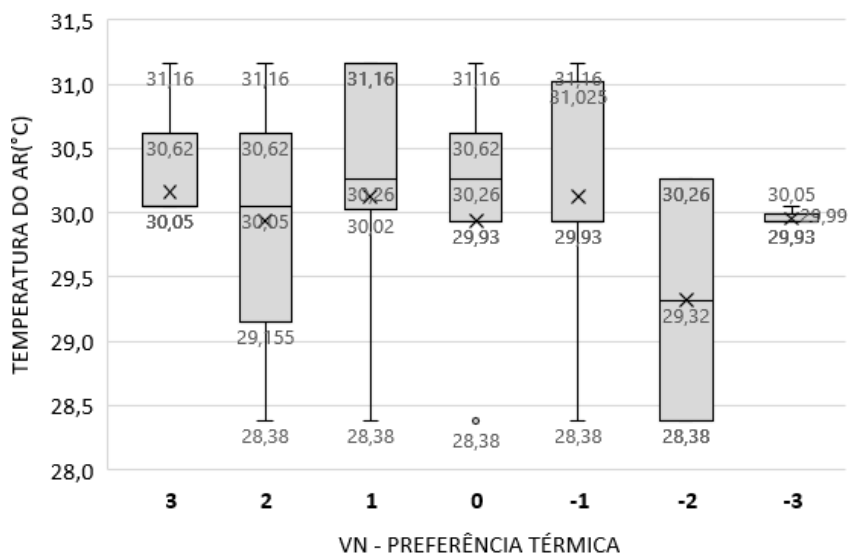


Fonte: Elaborado por autora, 2019.

Relacionando os votos de sensação térmica com os registros da temperatura do ar, no Gráfico 22, é possível observar as diferenças do resultado no período de inverno. Os votos na opção de neutralidade mostraram uma menor amplitude de temperatura do ar, apresentando maiores concentrações de votos entre as temperaturas 29,93°C e 31,16°C. Dessa relação entre os votos e as temperaturas, é possível observar que, assim como no inverno, ocorreram diferentes votos nas mesmas faixas de temperatura do ar. A maioria dos votos de desconforto por calor (3 e 2) ocorreram nas temperaturas entre 30,05°C e 30,62°C, enquanto os votos de

desconforto por frio se distribuíram principalmente com médias de temperatura do ar entre 28,38°C e 30,26. É importante ressaltar que as crianças que relataram desconforto por frio estavam submetidas à velocidade do ar média de 0,83 m/s.

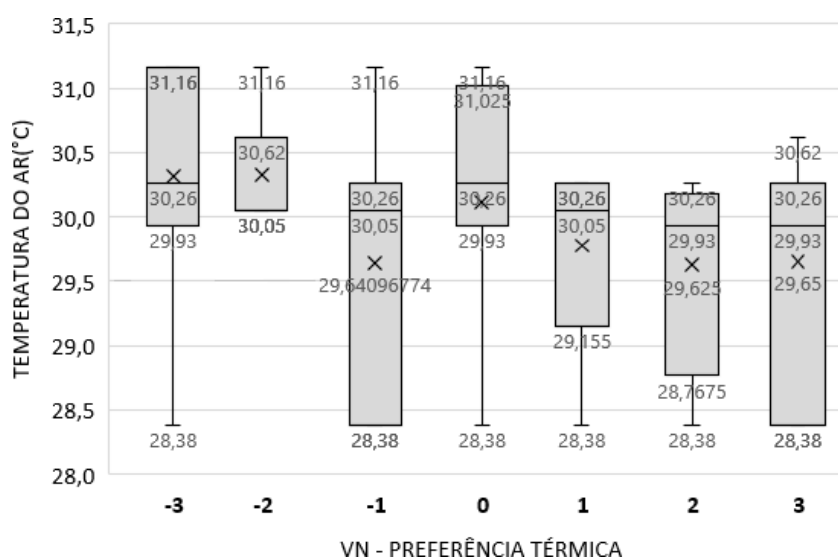
Gráfico 22 – Relação dos votos de sensação térmica com temperatura do ar.



Fonte: Elaborado por autora, 2019.

Ao relacionar a temperatura com os votos de preferência térmica (Gráfico 23), verificam-se maiores variabilidades na temperatura do ar relacionada aos votos de preferência por calor (1, 2 e 3) e por (-1). A respeito do questionamento sobre ambientes climatizados, 90,79% dos estudantes disseram preferir ambientes com ar condicionado, uma porcentagem ainda maior que no período de inverno, o que pode indicar que o aumento da condição de desconforto por calor é diretamente proporcional ao entendimento de que o uso do aparelho de ar condicionado é uma solução eficaz para a diminuição do desconforto. Essa preferência pode ter refletido nos votos relacionados ao desejo dos alunos pelo ambiente mais resfriado (votos -1; -2 e -3), que somaram 68,0% das crianças participantes do estudo.

Gráfico 23 – Boxplot relação votos de preferência térmica com temperatura do ar.



Fonte: Elaborado por autora, 2019.

Considerando as variáveis ambientais térmicas e os três tipos de conjunto de vestimenta, foram efetuados os cálculos de PMV, do PPD, do SET e do método adaptativo. Os resultados desses cálculos são apresentados na Tabela 9.

Tabela 9 – Resultados de PMV, PPD, SET e Método Adaptativo para salas ventiladas naturalmente no verão.

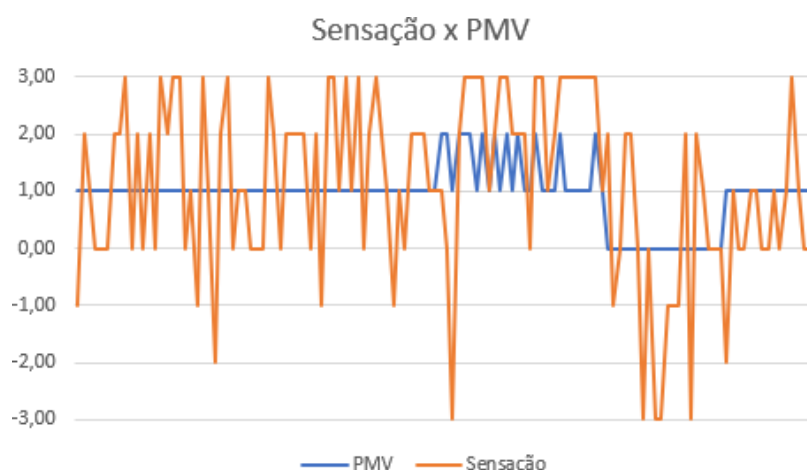
Escola		Clo	PMV	PPD	Sensação	SET	Adaptativo	
							80%	90%
Leônidas Santiago (A)	Sala 01	0,5	0.84	20%	Levemente quente	27.9°C	Confortável Temperatura Operativa: 23.8 a 32.6 °C	Muito Quente Temperatura Operativa: 24.8 a 31.6 °C
		0,45	0.75	17%	Levemente quente	27.5 °C		
		0,35	0.55	11%	Levemente quente	26.7 °C		
	Sala 02	0,5	0.90	22%	Levemente quente	28.4 °C	Confortável Temperatura Operativa: 23.8 a 30.8 °C	Confortável Temperatura Operativa: 24.8 a 29.8 °C
		0,45	0.81	19%	Levemente quente	28.0 °C		
		0,35	0.62	13%	Levemente quente	27.1 °C		
	Sala 03	0,5	1.07	29%	Levemente quente	28.7 °C	Confortável Temperatura Operativa: 23.8 a 32.0 °C	Confortável Temperatura Operativa: 24.8 a 31.0 °C
		0,45	0.99	26%	Levemente quente	28.3 °C		
		0,35	0.80	19%	Levemente quente	27.5 °C		
	Sala 04	0,5	1.57	55%	Quente	30.6 °C	Muito quente Temperatura Operativa: 23.8 a 30.8 °C	Muito quente Temperatura Operativa: 24.8 a 29.8 °C
		0,45	1.50	51%	Quente	30.2 °C		
		0,35	1.36	43%	Levemente quente	29.4 °C		

Escola		Clo	PMV	PPD	Sensação	SET	Adaptativo	
							80%	90%
Francisco Edwar (B)	Sala 01	0,5	0.36	8%	Neutro	26.4 °C	Confortável Temperatura Operativa: 23.4 a 32.6 °C	Confortável Temperatura Operativa: 24.4 a 31.6 °C
		0,45	0.25	6%	Neutro	26.0°C		
		0,35	0.01	5%	Neutro	25.1°C		
	Sala 02	0,5	0.80	19%	Levemente quente	27.8°C	Confortável Temperatura Operativa: 23.3 a 31.5 °C	Confortável Temperatura Operativa: 24.3 a 30.5 °C
		0,45	0.71	16%	Levemente quente	27.4°C		
		0,35	0.51	10%	Levemente quente	26.5°C		

Fonte: Elaborado por autora, 2019.

Assim como no inverno, o PMV identificou neutralidade, levemente quente e quente, nas salas de aula das escolas naturalmente ventiladas, entretanto, também como no inverno, as crianças votaram em todas as opções do questionário, assim, o PMV subestimou a opção de muito calor, que representou 22,27% dos votos das crianças, e as opções de desconforto por frio (14,28%). Apresentando esses resultados com os votos das crianças (Gráfico 24), podemos perceber uma maior variação em relação aos resultados do modelo. Já o método adaptativo identificou conforto e muito calor, também excluindo as sensações de frio. Nos momentos em que o PMV indica a opção 1, as crianças votaram nas opções -2, -1, 0, 1 e 2, já quando o PMV indicou entre 1 e 2, as crianças votaram em 0,1,2 e 3 e quando o PMV apontou neutralidade, as crianças votaram em -3,-2,-1,0,1 e 2.

Gráfico 24 – Resultados do PMV x Sensação relatada pelas crianças.



Fonte: Elaborado por autora, 2019.

4.2.3 Escolas condicionadas artificialmente no inverno

Assim como nas escolas ventiladas naturalmente, as medições das variáveis ambientais nas salas ocorreram durante os períodos nos quais as crianças estivessem em horário de aula, nos turnos da manhã (entre 07:00h e 10:00h) e da tarde (entre 13:30h e 16:00h). Os registros de temperaturas externas nos mesmos dias e horários medidos foram coletados dos disponibilizados pelo INMET (2018). A Tabela 10 apresenta os dados com as médias das variáveis no momento da medição.

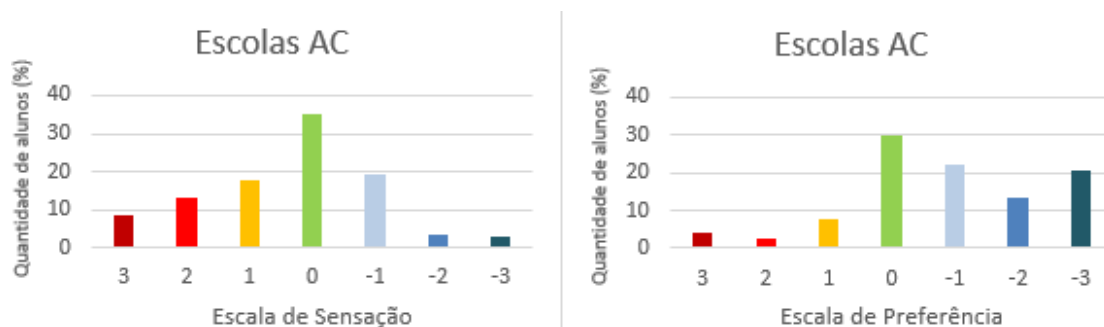
Tabela 10 – Condições ambientais nas salas de aula.

Inverno	Temperatura do ar - TBS (°C)			TEMP. EXT. (°C)	UMID. REL. (RH%)	VEL. AR MÉDIA (m/s)
	H = 0,6m	H= 1,1m	MÉDIA			
Média	26,57	26,82	26,69	27,25	67,07	0
Máxima	27,80	27,80	27,80	28,6	73,77	0
Mínima	26,16	25,75	25,95	26	57,96	0
D. P.	0,85	1,02	0,93	0,72	5,5	0

Fonte: Elaborado por autora, 2019.

Para a obtenção de um panorama geral dos votos de sensação e preferência das quatro escolas CA no período de inverno, foi elaborado o Gráfico 25, que mostra a quantidade de votos de sensação e preferência.

Gráfico 25- Votos de sensação e preferência relatadas por crianças em escolas condicionadas artificialmente no inverno.



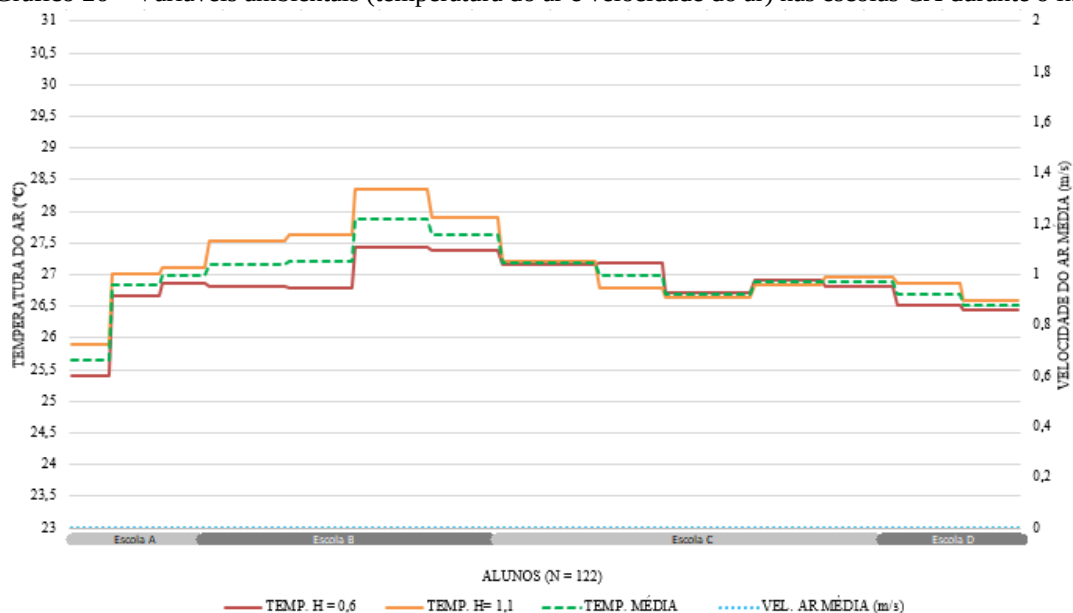
Fonte: Elaborado por autora, 2019.

Os resultados das condições ambientais entre as escolas A, B, C e D, durante o período de medição de inverno, podem ser observados no Gráfico 26. Doze das quatorze salas de aula analisadas apresentaram médias de temperaturas do ar entre 26,50°C e 26,8°C, salientando que essa média caiu na primeira sala da escola A (25,70°C) e cresceu na terceira sala da escola B

(27,80°C). Observando as temperaturas do ar das salas como um todo, essa média foi de 26,69°C. Acredita-se que esta discrepância, principalmente na sala da escola B, ocorreu em decorrência do mau funcionamento dos aparelhos de climatização dessas salas. Esse mau funcionamento foi avisado pela professora no momento da medição.

A média de temperatura externa na escola A foi 26,93°C e de 27,55°C na escola B. A partir dos resultados da temperatura do ar no ambiente interno (média das alturas 0,60 m e 1,10m), é notável a similaridade dessa variável na maioria das salas de aula, o que corrobora com o fato de que as escolas apresentam o mesmo projeto arquitetônico e têm salas climatizadas. Ainda sobre as temperaturas do ar, nota-se uma diferença média de 0,11°C entre as alturas que correspondem ao abdome (h = 0,60m) e cabeça (h = 1,1 m) do aluno na posição sentado, 0,5°C a menos do que nas escolas ventiladas naturalmente no mesmo período, ressaltando que essa menor assimetria vertical pode ser um dos fatores responsáveis pela diminuição do desconforto térmico nessas salas de aula. Em relação à velocidade do ar dentro das salas de aula, a ventilação não foi identificada pelo equipamento, já que os aparelhos condicionadores de ar foram instalados juntos a laje das salas de aula, que tem um pé direito de 3,45m. A umidade relativa média foi de 67,07%, 1% a menos do que nas escolas ventiladas naturalmente.

Gráfico 26 – Variáveis ambientais (temperatura do ar e velocidade do ar) nas escolas CA durante o inverno.



Fonte: Elaborado por autora, 2019.

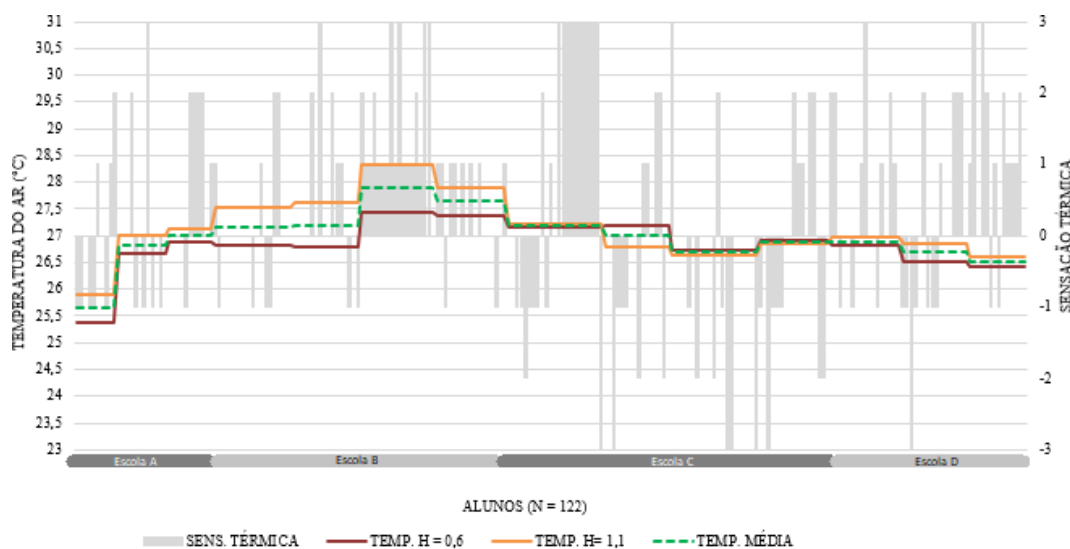
Em relação às respostas relacionadas à sensação térmica, um total de 35,06% das crianças relataram estar se sentindo '*bem, nem com calor, nem com frio*' (0), mas uma quantidade muito próxima (39,37%) sentiu algum desconforto por calor e 25,53% sentiu algum

desconforto por frio, sendo a sensação de pouco frio a segunda mais votada na escala de sensação térmica (19,04%), mostrando que a maioria das crianças não estava se sentindo confortável no momento das medições (*‘um pouquinho quente’*: 17,74%; *‘quente’*: 12,98% e *‘muito quente’*: 8,65%). Levando em conta que além dos votos em neutralidade, os votos nas opções 1 e -1 podem ser considerados ainda como sensação de conforto, 71,84% dos alunos afirmaram estar em conforto. Esse foi o maior percentual encontrado entre as escolas VN e CA em todas as estações.

Relacionando a sensação com os resultados da preferência térmica das crianças, apesar de 35,00% dos alunos optarem pela sensação de neutralidade como voto, apenas 29,82% deles apontou que gostaria de permanecer como estavam. 55,68% das crianças votaram em uma preferência por uma das opções de mais frio (21,92% *‘mais frio’*, 13,15% *‘mais quente’*, 20,61% *‘neutralidade’*) e 14,46% delas nas opções de preferência por calor, demonstrando que os alunos que votaram na sensação de neutralidade podem ter votado nas opções de preferência por mais frio, ou seja, a maioria dos alunos optaram por ambientes mais resfriados do que as condições térmicas ambientais no momento do estudo.

Unindo os resultados de temperatura do ar com os de sensação térmica dos respondentes (Gráfico 27), pode-se observar as diferenças por escola e os votos predominantes por faixas de temperatura: nas condições ambientais com temperaturas entre 27,50°C e 31,00°C, percebe-se uma concentração equilibrada dos votos relacionados às sensações de calor (1, 2 e 3), enquanto nas faixas de temperatura do ar entre 24,50°C e 26,50°C ocorrem votos de sensação térmica relacionada ao frio.

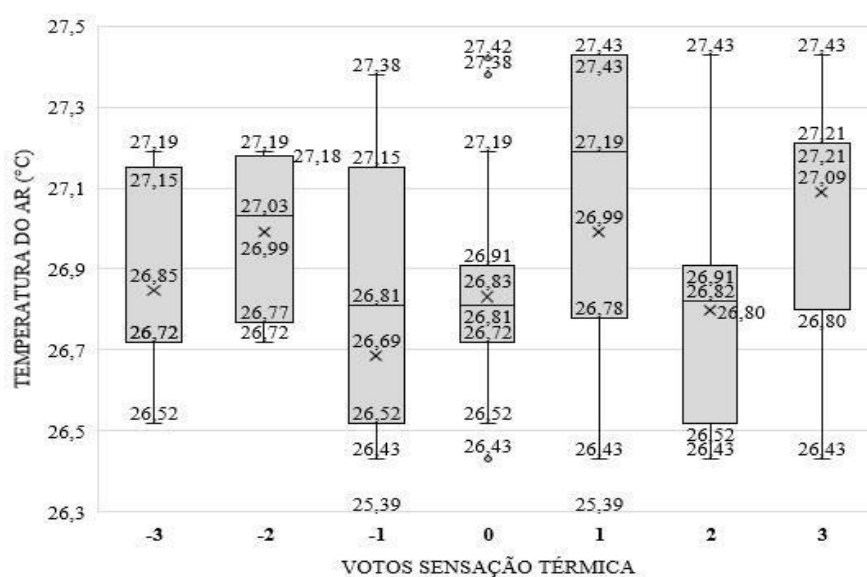
Gráfico 27 – Relação entre temperatura do ar e votos de sensação no inverno.



Fonte: Elaborado por autora, 2019.

Relacionando os votos de sensação térmica com os registros da temperatura do ar, no gráfico (Gráfico 28), é possível notar que os votos -1 e 1 são os que apresentaram uma maior variabilidade das condições de temperatura do ar, com limite inferior em 26,46°C (-1) e limite superior em 27,43°C (1). Observa-se também a diferença entre os limites de temperaturas, que é de 2,04°C, ou seja, como esperado, as escolas condicionadas artificialmente tiveram menor amplitude térmica do que as escolas ventiladas naturalmente, sendo o voto de -1 na menor temperatura (25,39°C) e o de 3 na temperatura mais alta 27,43°C. A condição de neutralidade ocorreu na temperatura média de 26,83°C e mediana 26,81°C e foi a opção que apresentou menor variabilidade, o que indica uma menor tolerância a temperaturas mais altas do que nas escolas ventiladas naturalmente. Dos resultados, é possível verificar o fato de ocorrerem diferentes votos nas mesmas faixas de temperatura do ar. Os votos de desconforto por calor (3 e 2) ocorreram, em média, em temperaturas do ar entre 27,43°C e 26,43°C, ao passo que os votos de desconforto por frio (-2 e -3) ocorreram, em média, em temperaturas do ar entre 26,52°C e 27,19°C.

Gráfico 28 – Relação dos votos de sensação térmica com temperatura do ar.



Fonte: Elaborado por autora, 2019.

Ao relacionar a temperatura com os votos de preferência térmica (Gráfico 29), verifica-se uma maior variabilidade na temperatura do ar relacionada aos votos -2, 2 e 3, salientando que a média da opção de neutralidade foi 26,76°C e mediana 26,81°C. A respeito do questionamento sobre ambientes climatizados, 92,20% dos estudantes disseram preferir ambientes com ar condicionado quando comparados aos naturalmente ventilados, o que pode ser considerado contraditório, visto que estão submetidos a um ambiente condicionado

artificialmente e demonstraram preferências por mudanças nesse ambiente, porém, os alunos podem ter considerado o uso de ar condicionado em outros ambientes e outros momentos e relacionado com sensações de conforto, o que os levou à numerosa quantidade de votos de preferência pelo uso desses aparelhos. Essa preferência pode ter refletido nos votos relacionados à preferência dos alunos pelo ambiente mais resfriado (votos -1; -2 e -3), que somaram 55,68% nas escolas condicionadas artificialmente no inverno.

Gráfico 29 – Relação dos votos de preferência térmica com temperatura do ar.

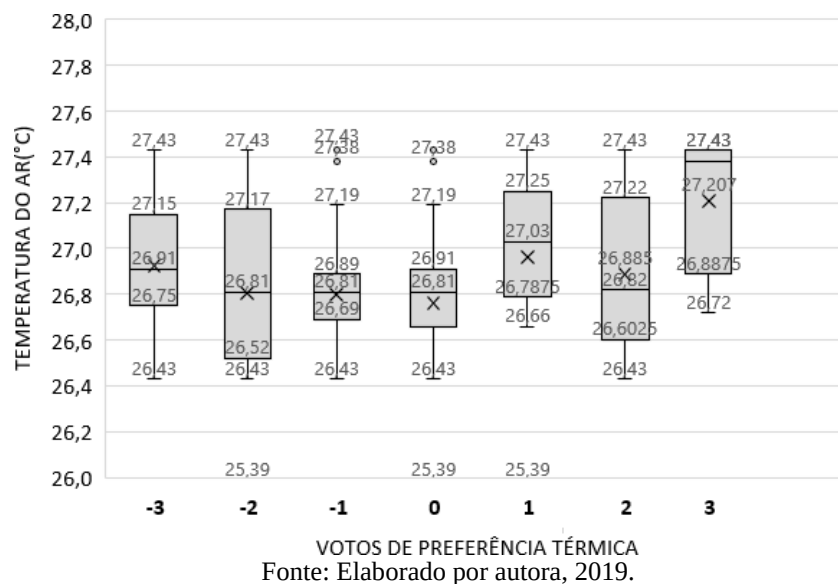


Tabela 11 - Resultados de PMV, PPD e SET para salas ventiladas naturalmente no inverno.

Escola		Clo	PMV	PPD	Sensação	SET
Chico Xavier (A)	Sala 01	0,5	0.04	5%	Neutro	24.9
		0,45	0.16	6%	Neutro	24.5
		0,35	0.42	9%	Neutro	23.6
	Sala 02	0,5	0.37	8%	Neutro	26.3
		0,45	0.27	6%	Neutro	25.8
		0,35	0.04	5%	Neutro	25.0
	Sala 03	0,5	0.36	8%	Neutro	26.2
		0,45	0.26	6%	Neutro	25.8
		0,35	0.03	5%	Neutro	25.0

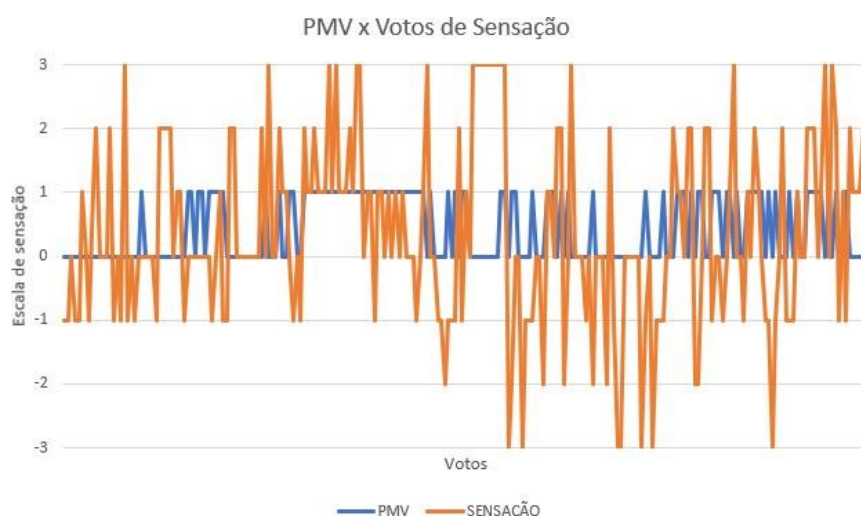
Escola		Clo	PMV	PPD	Sensação	SET
Luiz Augusto (B)	Sala 01	0,5	0.60	13%	Levemente quente	26.9
		0,45	0.51	11%	Levemente quente	26.5
		0,35	0.31	7%	Neutro	25.7
	Sala 02	0,5	0.54	11%	Levemente quente	26.7
		0,45	0.45	9%	Neutro	26.3
		0,35	0.24	6%	Neutro	25.5
	Sala 03	0,5	0.86	21%	Levemente quente	27.8
		0,45	0.78	18%	Levemente quente	27.4
		0,35	0.60	12%	Levemente quente	26.6
	Sala 04	0,5	0.84	20%	Levemente quente	27.8
		0,45	0.75	17%	Levemente quente	27.4
		0,35	0.57	12%	Levemente quente	26.6
Radegundis Feitosa (C)	Sala 01	0,5	0.64	14%	Levemente quente	27.2
		0,45	0.55	11%	Levemente quente	26.8
		0,35	0.34	7%	Neutro	25.9
	Sala 02	0,5	0.52	11%	Levemente quente	26.7
		0,45	0.43	9%	Neutro	26.3
		0,35	0.21	6%	Neutro	25.5
	Sala 03	0,5	0.45	9%	Neutro	26.5
		0,45	0.35	8%	Neutro	26.1
		0,35	0.13	5%	Neutro	25.3
	Sala 04	0,5	0.55	11%	Levemente quente	26.8
		0,45	0.45	9%	Neutro	26.4
		0,35	0.24	6%	Neutro	25.6

Escola		Clo	PMV	PPD	Sensação	SET
Leonel Brizola (D)	Sala 01	0,5	0.56	12%	Levemente quente	26.8
		0,45	0.47	10%	Neutro	26.4
		0,35	0.26	6%	Neutro	25.6
	Sala 02	0,5	0.56	11%	Levemente quente	26.9
		0,45	0.46	9%	Neutro	26.5
		0,35	0.25	6%	Neutro	25.6
	Sala 03	0,5	0.55	11%	Levemente quente	26.8
		0,45	0.46	9%	Neutro	26.4
		0,35	0.25	6%	Neutro	25.6

Fonte: Elaborado por autora, 2019.

O PMV identificou *neutralidade* e *levemente quente* nas salas de aula das escolas condicionadas artificialmente no período de inverno, porém, assim como nas escolas ventiladas naturalmente no mesmo período, as crianças votaram em todas as opções do questionário, o que indica que o PMV subestimou as outras opções de calor que representaram 21,63% dos votos das crianças, e as opções de desconforto por frio que totalizam 25,53% dos votos. Apresentando esses resultados com os votos das crianças (Gráfico 30), podemos perceber, na cor laranja, os votos das crianças em todas as opções de conforto em relação aos resultados em azul (do modelo).

Gráfico 30 – Resultados do PMV x Sensação relatada pelas crianças.



Elaborado por autora, 2019.

4.2.4 Escolas condicionadas artificialmente no verão

No período de verão, a escola A foi a que teve, em média, temperatura do ar mais alta que as demais (29,98°C), e a escola B a que teve temperatura do ar mais baixa (26,85 °C) e menor variação de temperatura do ar entre as salas de aula. A média geral de temperatura do ar no interior das salas de aulas nas escolas CA, no verão, foi 28,19°C. Ressalta-se que a escola C foi a que apresentou maiores diferenças de temperatura entre as salas, visto que essas temperaturas variaram entre 27,54°C e 29,61°C. No que diz respeito aos resultados, apresentados no Gráfico 31, podem ser observadas as diferenças nas condições de temperatura e velocidade do ar entre as escolas durante o período de medição de verão. A partir dos resultados da temperatura do ar no ambiente interno (média das alturas 0,60 m e 1,10m) (Tabela 11), nota-se que, nas turmas das dez salas medidas, a temperatura do ar média ficou entre 26,35°C e 30,1°C, uma diferença de 3,75°C, maior que no período de inverno, e apresentou uma diferença de média de 0,21°C entre as alturas que correspondem ao abdome (h = 0,60m) e a cabeça (h = 1,1 m) do aluno na posição sentado. Em relação à velocidade do ar dentro das salas de aula, a ventilação foi maior que nos dias de medição de inverno, sendo em média 0,35 m/s, já a umidade relativa média foi um pouco maior no período de verão (69,94%).

As medições das variáveis ambientais térmicas nas salas ocorreram durante os mesmos turnos e horários que as medições de inverno, nos turnos da manhã (entre 07:30h e 08:30h) e da tarde (entre 14:00h e 16:00h). A Tabela 12 apresenta os valores médios obtidos das variáveis ambientais monitoradas nos períodos de inverno e verão.

Tabela 12– Condições ambientais nas salas de aula CA durante as medições de verão.

Verão	Temperatura do ar - TBS (°C)			TEMP. EXT. (°C)	UMID. REL. (RH%)	VEL. AR MÉDIA (m/s)
	H = 0,6m	H= 1,1m	MÉDIA			
Média	28,09	28,30	28,19	28,62	69,94	0,3525
Máxima	30	30,2	30,1	31,3	76,11	0,9
Mínima	26,2	26,5	26,35	26,1	61,82	0,2
D. P.	1,08	1,11	1,10	1,8	3,90	0,14

Fonte: Elaborado por autora, 2019.

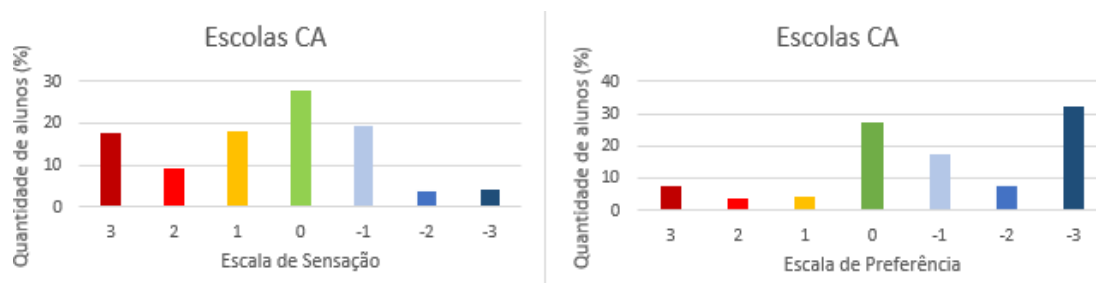
Gráfico 31 – Variáveis ambientais (temperatura do ar e velocidade do ar) nas escolas VN durante o verão.



Fonte: Elaborado por autora, 2019.

No período de verão, sobre as respostas relacionadas à sensação térmica, um total de 27,64% das crianças relatou estar se sentindo ‘*bem, nem com calor, nem com frio*’ (0), isto é, a maioria delas (45,28%) sentiu algum desconforto por calor e 27,04% votou em alguma das opções de desconforto por frio, sendo a sensação de a segunda opção mais votada na escala de sensação térmica (19,41%), indicando que a maioria das crianças não estava se sentindo confortável no momento das medições (‘*calor*’: 17,64%; ‘*um pouquinho de* 18,23%). Destaca-se que os votos das crianças estão apontados no Gráfico 32. Agrupando os votos de desconforto por calor e por frio (-1 e 1), pode-se considerar que 65,28% dos alunos estavam se sentindo confortáveis no momento das medições.

Gráfico 32 – Votos de sensação e preferência relatadas por crianças em escolas condicionadas artificialmente no verão.

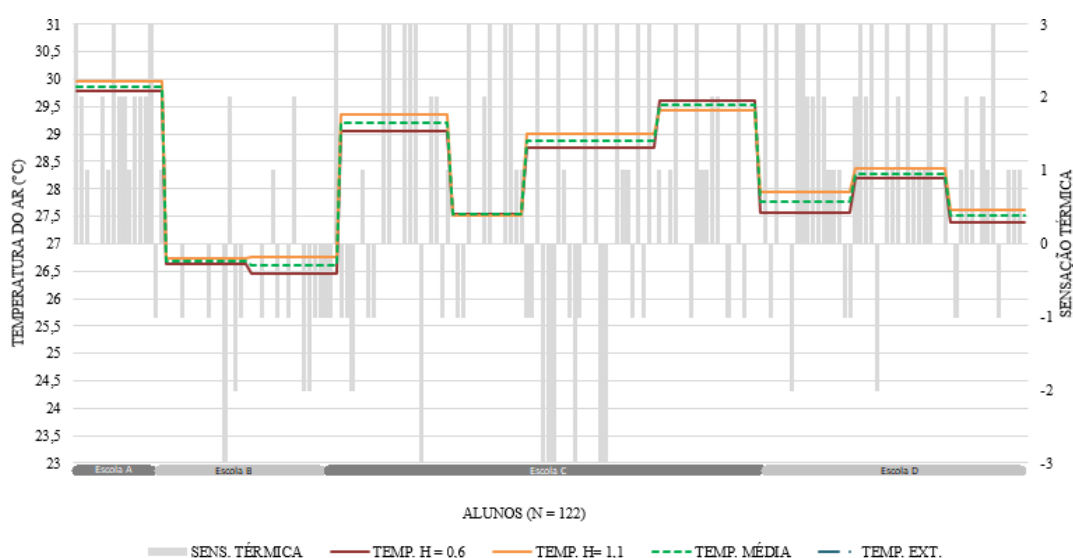


Fonte: Elaborado por autora, 2019.

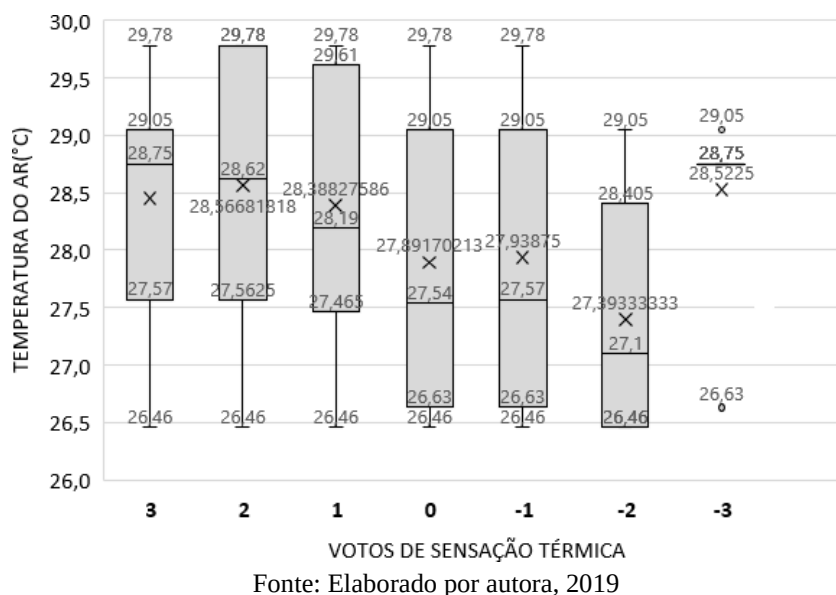
Fazendo uma relação com os resultados da preferência térmica das crianças, a maioria relatou preferir o ambiente ‘ (32,41%), enquanto 27,58% delas apontaram a preferência pela neutralidade térmica. Observando os votos de uma maneira geral, 57,24% dos

usuários indicaram predileção pelo ambiente mais resfriado, o que demonstra que parte das crianças que indicaram neutralidade tiveram preferência por ambientes mais resfriados. As porcentagens de votos de preferência por calor ou frio foram: 7,59%

Sobrepondo novamente os resultados de temperatura do ar com os votos de sensação térmica dos respondentes (Gráfico 33), notam-se as diferenças por escola e os votos predominantes por faixas de temperatura. Na escola A, percebe-se uma concentração dos votos relacionados às sensações de calor (1, 2 e 3), enquanto na escola B foram identificados votos de sensação de frio e temperaturas mais baixas, de 26,3°C a 26,7°C. Os votos de neutralidade nas quatro escolas ocorreram, primordialmente, no intervalo de temperatura do ar entre 26,5°C e 27,5°C, graus mais baixos que nas escolas VN, o que indica uma menor tolerância das crianças submetidas às salas climatizadas e a temperaturas mais elevadas.

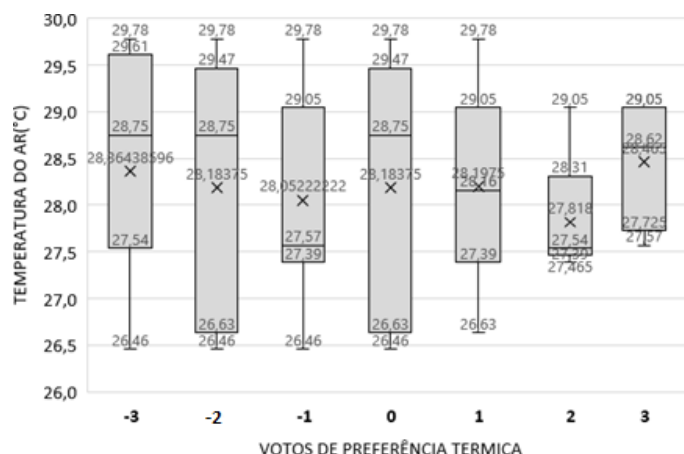


Relacionando os votos de sensação térmica com os registros da temperatura do ar, no gráfico (Gráfico 34), foi possível observar que, assim como no inverno, ocorreram diferentes votos nas mesmas faixas de temperatura do ar. Os votos de desconforto por calor (2 e 3) aconteceram principalmente nas médias de temperatura do ar entre 29,05°C e 27,56°C, ao passo que os de desconforto por frio (-2 e -3) ocorreram principalmente nas médias de temperatura do ar entre 26,46°C e 28,75°C.



Ao relacionar a temperatura com os votos de preferência térmica (Gráfico 35) verificam-se maiores variabilidades na temperatura do ar relacionada aos votos de desconforto por frio (-2,-1), desconforto por calor (1) e neutralidade (0). A respeito do questionamento sobre ambientes climatizados, 95,54% dos estudantes disseram preferir ambientes com ar condicionado, uma porcentagem ainda maior que nas salas VN nos períodos de verão e inverno e CA período de inverno, o que indica que as crianças submetidas a ambientes climatizados na maior parte do seu dia (levando em consideração que são escolas de Ensino Integral) associam o uso dos aparelhos ao conforto, mesmo estando em desconforto nesses ambientes. Destaca-se que essa preferência pode ter refletido nos votos relacionados ao desejo dos alunos pelo ambiente mais resfriado (votos -1; -2 e -3), que somaram 59,24% das crianças das salas de aulas CA no verão.

Gráfico 35 – Boxplot relação votos de preferência térmica com temperatura do ar.



Fonte: Elaborado por autora, 2019.

Tabela 13 - Resultados de PMV, PPD e SET para salas ventiladas naturalmente no inverno.

Escola		Clo	PMV	PPD	Sensação	SET
Chico Xavier (A)	Sala 01	0,5	1.28	39%	Levemente quente	30.0 °C
		0,45	1.20	35%	Levemente quente	29.6 °C
		0,35	1.04	28%	Levemente quente	28.7 °C
Luiz Augusto (B)	Sala 02	0,5	0.18	6%	Neutro	25.8 °C
		0,45	0.07	5%	Neutro	25.4 °C
		0,35	-0.15	5%	Neutro	24.6 °C
	Sala 03	0,5	0.00	5%	Neutro	25.2 °C
		0,45	-0.11	5%	Neutro	24.8 °C
		0,35	-0.34	7%	Neutro	24.0 °C
Radegundis Feitosa (C)	Sala 01	0,5	0.43	9%	Neutro	26.7 °C
		0,45	0.33	7%	Neutro	26.3 °C
		0,35	0.11	5%	Neutro	25.4 °C
	Sala 02	0,5	0.33	7%	Neutro	26.4 °C
		0,45	0.23	6%	Neutro	25.9 °C
		0,35	0.01	5%	Neutro	25,1°C
	Sala 03	0,5	0.56	12%	Levemente quente	27.2 °C
		0,45	0.46	9%	Neutro	26.8 °C
		0,35	0.24	6%	Neutro	25.9 °C
	Sala 04	0,5	1.04	28%	Levemente quente	28.9 °C
		0,45	0.96	24%	Levemente quente	28.5 °C
		0,35	0.78	18%	Levemente quente	27.6 °C

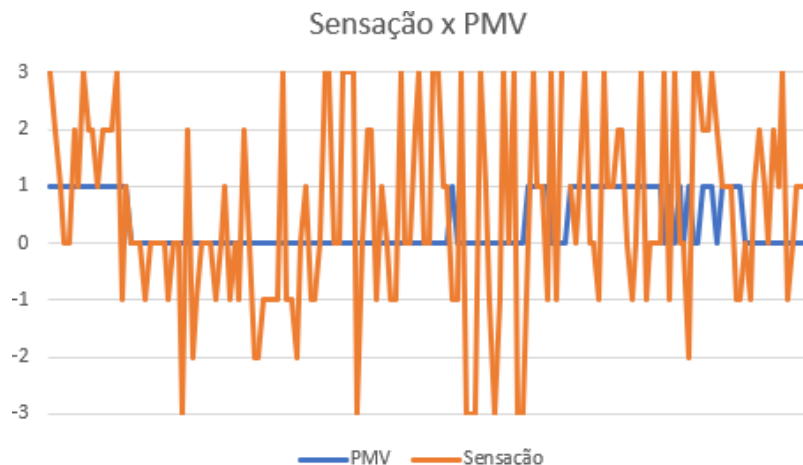
Escola		Clo	PMV	PPD	Sensação	SET
Leonel Brizola (D)	Sala 01	0,5	0.62	13%	Levemente quente	27.4 °C
		0,45	0.53	11%	Levemente quente	26.9 °C
		0,35	0.33	7%	Neutro	26.1 °C
	Sala 02	0,5	0.91	22%	Levemente quente	28.6 °C
		0,45	0.82	19%	Levemente quente	28.2 °C
		0,35	0.64	14%	Levemente quente	27.3 °C
	Sala 03	0,5	0.55	11%	Levemente quente	27.1 °C
		0,45	0.46	9%	Neutro	26.7 °C
		0,35	0.25	6%	Neutro	25.8 °C

Fonte: Elaborado por autora, 2019.

Em relação aos resultados encontrados no modelo PMV, foi constatado que, assim como no inverno, o PMV identificou apenas as opções de *neutralidade* e *levemente quente* nas salas de aula das escolas condicionadas artificialmente no período de verão, subestimando novamente as demais opções, já que os votos das crianças estão distribuídos entre todas as opções. O PMV não foi capaz de prever as outras opções de calor, que representaram 27,05% dos votos das crianças, e as opções de desconforto por frio, que totalizam 27,04% dos votos.

Apresentando esses resultados com os votos das crianças (Gráfico 36), notam-se, na cor laranja, os votos das crianças em todas as opções de conforto em relação aos resultados em azul do modelo.

Gráfico 36 – Resultados do PMV x Sensação relatada pelas crianças.



Fonte: Elaborado por autora, 2019.

4.3 Análise estatística

Inicialmente, para saber se há desconforto a partir da relação entre a sensação e preferência, foram realizados Testes t das amostras, considerando o conforto com o valor de referência zero e testando a hipótese nula de que sensação e preferência são iguais a zero, contra a hipótese alternativa de que são diferentes de zero.

Partindo de um primeiro objetivo de comparar as sensações e preferências relatadas pelos alunos, a amostra da pesquisa foi dividida em quatro grupos: escolas ventiladas naturalmente (VN) no verão, escolas ventiladas naturalmente (VN) no inverno, escolas condicionadas artificialmente (CA) no verão, escolas condicionadas artificialmente (CA) no inverno.

4.3.1 Desconforto sobre as sensações e preferências relatadas

Sobre a sensação, em termos gerais, isto é, considerando as salas CA e VN, em quaisquer das estações, verificou-se que, em média, os alunos têm a sensação de calor ($\mu=0,5802$, $\sigma=1,5901$). A sensação térmica é estatisticamente diferente de zero ($t=9,338$, $p<0,001$), o que significa dizer que é possível rejeitar a hipótese de que, em termos gerais, os alunos se sentem confortáveis. Considerando o intervalo de confiança de 95% a diferença inferior foi 0,4582 e a superior 0,7022. Esse resultado pode ser observado na Tabela 14.

Tabela 14 – Resultados da amostra e Teste t.

Estatísticas de uma amostra		
N	655	
Média	0,5802	
Desvio Padrão	1,59008	
Erro padrão médio	0,06213	
Teste da amostra valor = 0		
t	9,338	
df	654	
Sig.	0,000	
Diferença média	0,58015	
95% Intervalo de Confiança da Diferença	Inferior	0,4582
	Superior	0,7022

Fonte: Elaborado por autora, 2019.

No que diz respeito às salas climatizadas (CA), em quaisquer das estações, verificou-se que, em média, os alunos têm a sensação de calor ($\mu=0,4717$, $\sigma=1,5276$). A sensação térmica é estatisticamente diferente de zero ($t=6,230$, $p<0,001$), o que significa dizer que é possível rejeitar a hipótese de que, nas salas climatizadas, os alunos se sentem confortáveis. Em relação às salas com ventilação natural (VN), em quaisquer das estações, verificou-se que, em média, os alunos têm a sensação de calor ($\mu=0,7581$, $\sigma=1,6756$). A sensação térmica é estatisticamente diferente de zero ($t=7,125$, $p<0,001$), o que significa dizer que é possível rejeitar a hipótese de que, nas salas ventiladas naturalmente, os alunos se sentem confortáveis. Os resultados dos testes nas salas CA e VN podem ser observados na Tabela 15.

Tabela 15 - Resultados da amostra e teste t nas salas CA e VN sobre a sensação.

Estatísticas de uma amostra			
	Condicionadas Artificialmente (CA)		Ventiladas Naturalmente (VN)
N	407		248
Média	0,4717		0,7581
Desvio Padrão	1,52760		1,67560
Erro padrão médio	0,07572		0,10640
Teste da amostra valor = 0			
t	6,230		7,125
df	406		247
Sig.	0,000		0,000
Diferença média	0,47174		0,75806
95% Intervalo de Confiança da Diferença	Inferior	0,3229	0,5485
	Superior	0,6206	0,9676

Fonte: Elaborado por autora, 2019.

Sobre a preferência, em termos gerais, isto é, considerando salas com CA e VN, em quaisquer das estações, verificou-se que, em média, os alunos têm preferência por salas mais frias ($\mu= -0,8916$, $\sigma=1,6138$). A preferência térmica é estatisticamente diferente de zero ($t= -14,140$, $p<0,001$), o que significa dizer que é possível rejeitar a hipótese de que, em termos gerais, os alunos se sentem confortáveis. Esse resultado pode ser observado na Tabela 16.

Tabela 16 - Resultados da amostra e Teste t.

Estatísticas de uma amostra		
N	655	
Média	-0,8916	
Desvio Padrão	1,61383	
Erro padrão médio	0,06306	
Teste da amostra valor = 0		
t	-14,140	
df	654	
Sig.	0,000	
Diferença média	-,89160	
95% Intervalo de Confiança da Diferença	Inferior	-1,0154
	Superior	-0,7678

Fonte: Elaborado por autora, 2019.

Em relação às salas climatizadas (CA), em quaisquer das estações, verificou-se que, em média, os alunos preferem salas mais frias ($\mu = -1,0074$, $\sigma = 1,5842$). A preferência térmica é estatisticamente diferente de zero ($t = -12,828$, $p < 0,001$), o que significa dizer que é possível rejeitar a hipótese de que, nas salas climatizadas, os alunos preferem permanecer como estavam.

Em relação às salas ventiladas naturalmente (VN), em quaisquer das estações, verificou-se que, em média, os alunos preferem salas mais frias ($\mu = -0,7016$, $\sigma = 1,6469$). A preferência térmica é estatisticamente diferente de zero ($t = -6,709$, $p < 0,001$), o que significa dizer que é possível rejeitar a hipótese de que, nos ambientes com ventilação natural, os alunos se sentem confortáveis.

Tabela 17 - Resultados da amostra e teste t nas salas CA e VN sobre a preferência.

Estatísticas de uma amostra		
	Condiionadas Artificialmente (CA)	Ventiladas Naturalmente (VN)
N	407	248
Média	-1,0074	-0,7016
Desvio Padrão	1,58423	1,64688
Erro padrão médio	0,07853	0,10458
Teste da amostra valor = 0		
t	-12,828	-6,709
df	406	247
Sig.	0,000	0,000
Diferença média	-1,00737	-0,70161

95% Intervalo de Confiança da Diferença	Inferior	-1,1617	-0,9076
	Superior	-0,8530	-0,4956

Fonte: Elaborado por autora, 2019.

4.3.2 Comparação entre as salas CA e VN

Levando em consideração um segundo objetivo de saber se há diferenças de sensação e preferência em relação às salas CA e VN e em relação às estações, inverno e verão, foi realizado um teste t de amostras independentes, considerando que as variâncias são desconhecidas e tendo em conta os resultados de assimetria e curtose (Tabela 18). Foi testada a hipótese de que sensação e preferência são estatisticamente diferentes, a um nível de 5%, em média.

Tabela 18 – Resultados de curtose e assimetria dos votos das crianças.

		CA		VN	
		Verão	Inverno	Verão	Inverno
Sensação	Assimetria	0,0433	0,5060	0,6565	0,2853
	Curtose	0,7159	0,6492	0,0573	0,3817
Preferência	Assimetria	0,4720	0,3775	0,7483	0,4110
	Curtose	0,5227	0,2459	0,1186	0,0219

Fonte: Elaborado por autora, 2019.

Considerando novamente as salas em quaisquer das estações, verificou-se que, em média, os alunos em salas com VN têm mais sensação de calor ($\mu=0,7581$, $\sigma=1,6756$) que alunos em salas CA ($\mu=0,4717$, $\sigma=1,5276$). Esta diferença é estatisticamente significativa ($t= -2,192$, $p=0,029$). Por outro lado, em relação à preferência, alunos em salas CA têm, em média, preferência por ambientes mais frios ($\mu=-1,007$, $\sigma=1,5842$) que alunos em salas com VN ($\mu= -0,7016$, $\sigma=1,6469$). Esta diferença também é estatisticamente significativa ($t= -2,338$, $p=0,02$). Esses resultados podem ser observados nas tabelas a seguir. [Tabela 19 e 20]

Tabela 19 - Comparação geral entre as salas CA e VN.

Estatística de grupo					
		N	Média	Desvio Padrão	Erro padrão da média
Sensação	CA	407	0,4717	1,52760	0,07572
	VN	248	0,7581	1,67560	0,10640
Preferência	CA	407	-1,0074	1,58423	0,07853
	VN	248	-0,7016	1,64688	0,10458

Fonte: Elaborado por autora, 2019.

Tabela 20 – Teste de amostras independentes.

	Teste de Levene	Teste t para igualdade de médias
--	------------------------	---

		Z	Sig	t	df	Sig	Diferença média	Erro padrão da diferença	95% Intervalo de confiança da diferença	
									Inferior	Superior
Sensação	Variâncias iguais assumidas	1,958	0,162	-2,242	653	0,025	-0,28632	0,12770	-0,533707	-0,03557
	Variâncias iguais não assumidas			-2,192	484,878	0,029	-0,28632	0,13059	-0,54292	-0,02972
Preferência	Variâncias iguais assumidas	0,280	0,597	-2,360	653	0,19	-0,30576	0,12955	-0,56015	-0,05137
	Variâncias iguais não assumidas			-2,338	506,171	0,020	-0,30576	0,13078	-0,56269	-0,04882

Fonte: Elaborado por autora, 2019.

Fazendo uma comparação entre as salas das escolas condicionadas artificialmente, em relação às estações inverno e verão, verificou-se que, em relação à sensação de calor, não é possível afirmar que alunos em salas CA têm diferenças estatisticamente significativas ($t = -1,740$, $p = 0,083$) em quaisquer das estações analisadas. Por outro lado, em relação à preferência, alunos em salas CA no verão têm, em média, preferência por ambientes mais frios ($\mu = -1,20$, $\sigma = 1,5585$) que os alunos em salas CA no inverno ($\mu = -0,8546$, $\sigma = 1,5912$). Esta diferença é estatisticamente significativa ($t = 2,200$, $p = 0,028$). Todos os resultados dessas comparações podem ser observados nas Tabela 21 e 22.

Tabela 21 – Comparação das salas CA nos grupos inverno e verão.

Estatística de grupo					
		N	Média	Desvio Padrão	Erro padrão da média
Sensação	CA	227	0,3524	1,40449	0,09322
	VN	180	0,6222	1,66178	0,12386
Preferência	CA	227	-,8546	1,59119	0,10561
	VN	180	-1,2000	1,55854	0,11617

Fonte: Elaborado por autora, 2019.

Tabela 22 – Teste de amostras independentes.

Teste de Levene	Teste t para igualdade de médias
-----------------	----------------------------------

		Z	Sig	t	df	Sig	Diferença média	Erro padrão da diferença	95% Intervalo de confiança da diferença	
									Inferior	Superior
Sensação	Variâncias iguais assumidas	10,14	0,002	-1,774	405	0,077	-0,25980	0,15206	-0,056872	0,02912
	Variâncias iguais não assumidas			-1,740	350,214	0,083	-0,26980	0,15502	-0,57469	0,03509
Preferência	Variâncias iguais assumidas	0,011	0,917	2,195	405	0,029	0,34537	0,15738	0,03600	0,65475
	Variâncias iguais não assumidas			2,200	387,507	0,028	0,34537	0,15700	0,03670	0,65405

Fonte: Elaborado por autora, 2019.

Comparando as salas com VN em relação às estações inverno e verão, verificou-se que, em relação à sensação de calor, alunos no verão têm, em média, mais calor ($\mu=1,0960$, $\sigma=1,5576$) que os alunos no inverno ($\mu= 0,4146$, $\sigma=1,7270$). Esta diferença é estatisticamente significativa ($t= -3,261$, $p=0,001$). Em relação à preferência, os alunos no período de verão também têm, em média, preferência por ambientes mais frios ($\mu=- 1,08$, $\sigma=1,6636$) que no inverno ($\mu= -0,3171$, $\sigma=1,5434$). Esta diferença também é estatisticamente significativa ($t= 3,745$, $p<0,001$), e pode ser observada nas Tabela 23 e 24.

Tabela 23 – Comparação das salas com VN nos grupos inverno e verão.

Estatística de grupo					
		N	Média	Desvio Padrão	Erro padrão da média
Sensação	CA	123	0,4146	1,72696	0,15572
	VN	125	1,0960	1,55762	0,13932
Preferência	CA	123	-0,3171	1,54345	0,13917
	VN	125	-1,0800	1,66365	0,14880

Fonte: Elaborado por autora, 2019.

Tabela 24 – Teste de amostras independentes.

Teste de Levene	Teste t para igualdade de médias
-----------------	----------------------------------

		Z	Sig	t	df	Sig	Diferença média	Erro padrão da diferença	95% Intervalo de confiança da diferença	
									Inferior	Superior
Sensação	Variâncias iguais assumidas	0,526	0,469	-3,264	246	0,001	-0,68137	0,20877	-1,09257	-0,27016
	Variâncias iguais não assumidas			-3,261	242,568	0,001	-0,68137	0,20894	-1,09294	-0,26979
Preferência	Variâncias iguais assumidas	0,454	0,501	3,742	246	0,000	0,76293	0,20386	0,36139	1,16447
	Variâncias iguais não assumidas			3,745	245,155	0,000	0,76293	0,20374	0,33162	1,116423

Fonte: Elaborado por autora, 2019.

4.3.3 Comparação entre o gênero e as sensações e preferências

Afim de saber se há relação entre o gênero das crianças e as sensações e preferências relatadas pelas mesmas, foi realizado o teste t (Tabelas 24 e 25). Em termos que englobam CA e VN, isto é, considerando salas em quaisquer das estações e condicionamentos térmicos, verificou-se que, em média, os alunos do sexo masculino têm mais sensação de calor ($\mu=0,6783$, $\sigma=1,5281$) que alunas do sexo feminino ($\mu=0,4110$, $\sigma=1,6463$). Esta diferença é estatisticamente significativa ($t= -2,11$, $p=0,035$). Por outro lado, em relação à preferência, verificou-se que não é possível afirmar que há diferenças estatisticamente significativas considerando os sexos dos alunos ($t=1,555$, $p=0,120$).

Tabela 25 – Comparação global das salas nos grupos de sexo (Feminino/Masculino).

Estatística de grupo					
		N	Média	Desvio Padrão	Erro padrão da média
Sensação	Feminino	292	0,4110	1,64629	0,09634
	Masculino	345	0,6783	1,52812	0,08227
Preferência	Feminino	292	-0,7637	1,58244	0,09261
	Masculino	345	-0,9623	1,63404	0,08797

Fonte: Elaborado por autora, 2019.

Tabela 26 – Teste de amostras independentes.

		Teste de Levene		Teste t para igualdade de médias						
		Z	Sig	t	df	Sig	Diferença média	Erro padrão da diferença	95% Intervalo de confiança da diferença	
									Inferior	Superior
Sensação	Variâncias iguais assumidas	0,526	0,469	-3,264	246	0,001	-0,68137	0,20877	-1,09257	-0,27016
	Variâncias iguais não assumidas			-3,261	242,568	0,001	-0,68137	0,20894	-1,09294	-0,26979
Preferência	Variâncias iguais assumidas	0,454	0,501	3,742	246	0,000	0,76293	0,20386	0,36139	1,16447
	Variâncias iguais não assumidas			3,745	245,155	0,000	0,76293	0,20374	0,33162	1,116423

Fonte: Elaborado por autora, 2019.

Considerando apenas as salas climatizadas, verificou-se que, em relação à sensação de calor, não é possível afirmar que existem diferenças estatisticamente significativas sobre o sexo dos alunos ($t = -0,738$, $p = 0,451$). Em relação à preferência, também não é possível afirmar que existem diferenças estatisticamente significativas ($t = 1,004$, $p = 0,316$). Já se observarmos somente as salas com ventilação natural, em média, os alunos do sexo masculino têm mais sensação de calor ($\mu = 1,0236$, $\sigma = 1,4985$) que alunas do sexo feminino ($\mu = 0,4793$, $\sigma = 1,8078$). Esta diferença é estatisticamente significativa ($t = -2,575$, $p = 0,011$). Por outro lado, em relação à preferência, verificou-se que não é possível afirmar que há diferenças estatisticamente significativas considerando os sexos dos alunos ($t = 1,073$, $p = 0,284$). Todos os resultados desses testes podem ser observados nas tabelas 27 e 28.

Tabela 27 – Comparação das salas CA e VN nos grupos de sexo (Feminino/Masculino).

Estatística de grupo CA					
		N	Média	Desvio Padrão	Erro padrão da média
Sensação	Feminino	171	0,3626	1,52532	0,11664
	Masculino	218	0,4771	1,51245	0,10244
Preferência	Feminino	171	-00,8889	1,55088	0,11860
	Masculino	218	-1,0505	1,60708	0,10884
Estatística de grupo VN					
		N	Média	Desvio Padrão	Erro padrão da média
Sensação	Feminino	121	0,4793	1,80785	0,16435
	Masculino	127	1,0236	1,49849	0,13297
Preferência	Feminino	121	-0,5868	1,61591	0,14690
	Masculino	127	-0,8110	1,67490	0,14862

Fonte: Elaborado por autora, 2019.

Tabela 28 – Teste de amostras independentes.

Salas de aula CA										
		Teste de Levene		Teste t para igualdade de médias						
		Z	Sig	t	df	Sig	Diferença média	Erro padrão da diferença	95% Intervalo de confiança da diferença	
									Inferior	Superior
Sensação	Variâncias iguais assumidas	0,33	0,855	-0,738	387	0,451	-0,11449	-0,15508	-0,41939	0,19041
	Variâncias iguais não assumidas			-0,738	363,809	0,461	-0,11449	-0,15524	-0,41977	0,19079
Preferência	Variâncias iguais assumidas	0,724	0,395	0,999	387	0,318	-0,16157	0,16167	-0,15629	0,47943
	Variâncias iguais não assumidas			1,004	370,862	0,316	-,16157	0,16097	0,15497	0,47811
Salas de aula VN										

		Teste de Levene		Teste t para igualdade de médias						
		Z	Sig	t	df	Sig	Diferença média	Erro padrão da diferença	95% Intervalo de confiança da diferença	
									Inferior	Superior
Sensação	Variâncias iguais assumidas	5,185	0,024	-2,586	246	0,010	-0,54428	0,21045	-0,95880	-0,12976
	Variâncias iguais não assumidas			-2,575	233,310	0,011	-0,54428	0,21140	-0,96079	-0,12778
Preferência	Variâncias iguais assumidas	0,001	0,979	1,072	246	0,285	0,22425	0,20915	-0,18771	0,63620
	Variâncias iguais não assumidas			1,073	245,960	0,284	0,22425	0,20897	-0,18735	0,63585

Fonte: Elaborado por autora, 2019.

4.3.4 Correlação entre PMV, IMC, sensação e preferência

Utilizando os dados de peso e altura das crianças, foi calculado o Índice de Massa Corporal (IMC) delas. Para tentar entender se existe alguma relação entre o IMC e o que as crianças estavam sentindo ou preferindo no momento que as medições foram realizadas, foi aplicada a correlação bivariada de Pearson. Outra hipótese levantada foi em relação as variáveis ambientais consideradas no modelo PMV. Os testes de correlação então, foram aplicados para testar a hipótese de que sensação, preferência e o PMV são correlacionadas ao IMC (a um nível de significância de 5%). As correlações testadas foram entre: sensação e IMC, preferência e IMC e IMC e PMV. [Tabela 29]

Tabela 29 – Correlações entre sensação, preferência, IMC e PPD.

		Sensação	IMC
Sensação	Correlação de Pearson	1	-0,020
	Sig. (2 extremidades)		0,614
	N	655	620
IMC	Correlação de Pearson	-0,020	1
	Sig. (2 extremidades)	0,614	
	N	620	620
		IMC	Preferência
IMC	Correlação de Pearson	1	-0,168**
	Sig. (2 extremidades)		0,000
	N	620	620
Preferência	Correlação de Pearson	-0,168**	1
	Sig. (2 extremidades)	,000	
	N	620	655
		IMC	PMV
IMC	Correlação de Pearson	1	-0,012
	Sig. (2 extremidades)		0,774
	N	620	620
PMV	Correlação de Pearson	-0,012	1
	Sig. (2 extremidades)	0,774	
	N	620	637

Fonte: Elaborado por autora, 2019.

Verificou-se que há correlação, estatisticamente significativa, apenas em relação à preferência e o IMC, ou seja, apesar de uma correlação considerada fraca (ρ de spearman = -0,168, $p < 0,001$), é possível afirmar que, quanto maior o IMC, maior a preferência por ambientes frios. Observou-se também que não é possível verificar correlação, estatisticamente significativa, entre o PMV e o IMC.

4.3.5 Diferenças entre crianças e adultos

A maior parte das pesquisas de conforto ambiental realizadas no Brasil, tem como referência questionários aplicados com adultos. Um desses trabalhos é a pesquisa de Sousa 2017, que teve como objetivo analisar as sensações, percepções e preferências de adultos que se encontravam no semiárido paraibano, especificamente na cidade de Campina Grande, durante o verão e o inverno de 2017. Tomando como base os resultados desse estudo, com a finalidade de analisar possíveis diferenças entre os resultados de crianças e adultos, foi investigado se existem diferenças de sensação, preferência e PMV em relação às esse grupo e as crianças. Para isso, foi utilizado o Teste t de amostras independentes, considerando que as variâncias são desconhecidas, testando a hipótese de que sensação, preferência e PMV são estatisticamente diferentes (a um nível de 5%), em média.

Para saber se, em relação a sensação, as crianças e os adultos tem votos distintos, observando os dados das salas de aula e as considerando em quaisquer das duas estações, verificou-se que, em média, os adultos têm mais sensação de frio ($\mu = -0,2334$, $\sigma = 0,8307$), enquanto as crianças têm mais sensação de calor ($\mu = 0,4717$, $\sigma = 1,5276$). É importante ressaltar que as variáveis ambientais podem ter influenciado nas diferenças encontradas nesses resultados, já que a cidade de Campina Grande tem um clima mais frio do que a cidade de João Pessoa. Esta diferença é estatisticamente significativa ($t = 7,817$, $p < 0,001$). Por outro lado, em relação à preferência, ambos desejavam mais frio, mas as crianças preferem ($\mu = -1,007$, $\sigma = 1,5842$), em média, mais frio que os adultos ($\mu = -0,2265$, $\sigma = 0,7895$). Em relação ao PMV, adultos e crianças são, em média, distintos ($t = 17,687$, $p < 0,001$), tendo as crianças um PMV médio positivo ($\mu = 0,4072$, $\sigma = 0,3187$) e os adultos um PMV médio negativo ($\mu = -0,3453$, $\sigma = 0,6503$). Os resultados desses testes serão apresentados nas tabelas 30 e 31.

Tabela 30 – Comparação global entre os grupos de crianças e adultos.

Estatística de grupo					
		N	Média	Desvio Padrão	Erro padrão da média
Sensação	Crianças	407	0,4717	1,52760	0,07572
	Adultos	287	-0,2334	0,83070	0,04903
Preferência	Crianças	407	-1,0074	1,58423	0,07853
	Adultos	287	-0,2265	0,78953	0,04660
PMV	Crianças	389	0,4072	0,31871	0,01616
	Adultos	273	-0,3453	0,65028	0,03936

Fonte: Elaborado por autora, 2019.

Tabela 31 – Teste de amostras independentes.

		Teste de Levene		Teste t para igualdade de médias						
		Z	Sig	t	df	Sig	Diferença média	Erro padrão da diferença	95% Intervalo de confiança da diferença	
									Inferior	Superior
Sensação	Variâncias iguais assumidas	119,190	0,000	7,113	692	0,000	0,70519	0,9914	0,51054	0,89985
	Variâncias iguais não assumidas			7,817	654,518	0,000	0,70519	0,0921	0,52806	0,88233
Preferência	Variâncias iguais assumidas	121,734	0,000	-7,702	692	0,000	-0,78089	0,10139	-0,97995	-0,58183
	Variâncias iguais não assumidas			-8,552	631,205	0,000	-0,78089	0,09132	-0,95021	-0,60157
PMV	Variâncias iguais assumidas	138		0,000	19,703	660	0,000	0,75250	0,67751	0,82749
					17,687	364,184	0,000	0,75250	0,66883	0,83616
	Variâncias iguais não assumidas									

Fonte: Elaborado por autora, 2019.

No inverno, verificou-se que, em média, os adultos têm sensação de frio ($\mu = -0,3577$, $\sigma = 0,7257$), enquanto as crianças têm sensação de calor ($\mu = 0,3524$, $\sigma = 1,4045$). Esta diferença é estatisticamente significativa ($t = 6,235$, $p < 0,001$). Por outro lado, em relação à preferência, ambos desejavam mais frio, mas as crianças preferem, em média, mais frio ($\mu = -0,8546$, $\sigma = 1,5912$) que os adultos ($\mu = -0,0325$, $\sigma = 0,7121$), sendo esta diferença também estatisticamente significativa ($t = -6,651$, $p < 0,001$). Em relação ao PMV, ainda no período de inverno, adultos e crianças são, em média, distintos ($t = 17,091$, $p < 0,001$), tendo as crianças um PMV médio positivo ($\mu = 0,4213$, $\sigma = 0,2164$) e os adultos um PMV médio negativo ($\mu = -0,5090$, $\sigma = 0,548$). [Tabelas 32 e 33]

Tabela 32 – Comparação no inverno entre os grupos de crianças e adultos.

Estatística de grupo					
		N	Média	Desvio Padrão	Erro padrão da média
Sensação	Crianças	227	0,3524	1,40449	0,09322
	Adultos	123	-0,3577	0,72576	0,06544
Preferência	Crianças	227	-0,8546	1,59119	0,10561
	Adultos	123	-0,0325	0,71213	0,06421
PMV	Crianças	227	0,4213	0,21643	0,01437
	Adultos	109	-0,5090	0,54813	0,05250

Fonte: Elaborado por autora, 2019.

Tabela 33 – Teste de amostras independentes.

		Teste de Levene		Teste t para igualdade de médias						
		Z	Sig	t	df	Sig	Diferença média	Erro padrão da diferença	95% Intervalo de confiança da diferença	
									Inferior	Superior
Sensação	Variâncias iguais assumidas	44,073	0,000	5,239	348	0,000	0,71015	0,13555	0,4435	0,97674
	Variâncias iguais não assumidas			6,235	347,361	0,000	0,71015	0,11390	0,48614	0,93416
Preferência	Variâncias iguais assumidas	69,922	0,000	-5,440	348	0,000	-0,82211	0,15113	-1,11935	-0,52486
	Variâncias iguais não assumidas			-6,651	338,326	0,000	-0,82211	0,12360	-1,06522	-0,57899
PMV	Variâncias iguais assumidas	94,890		0,000	22,240	334	0,000	0,93027	0,84799	1,01255
	Variâncias iguais não assumidas				17,091	124,443	0,000	0,93027	0,82254	1,03800

Fonte: Elaborado por autora, 2019.

Relacionando os dados do período de verão, verificou-se que, em média, os adultos têm sensação de frio ($\mu = -0,1402$, $\sigma = 0,8923$), enquanto as crianças têm sensação

de calor ($\mu=0,6222$, $\sigma=1,6618$). Esta diferença é estatisticamente significativa ($t= 5,365$, $p<0,001$). Por outro lado, em relação à preferência, ambos desejavam mais frio, mas as crianças preferem, em média, mais frio ($\mu= -1,20$, $\sigma=1,5585$) que os adultos ($\mu= -0,372$, $\sigma=0,8152$), sendo esta diferença também estatisticamente significativa ($t= -6,251$, $p<0,001$). Sobre os resultados do PMV no verão, adultos e crianças são, em média, distintos ($t=9,856$, $p<0,001$), tendo as crianças um PMV médio positivo ($\mu=0,3875$, $\sigma=0,4223$) e os adultos um PMV médio negativo ($\mu=-0,2365$, $\sigma=0,6905$). [Tabelas 34 e 35]

Tabela 34 – Comparação no verão entre os grupos de crianças e adultos.

Estatística de grupo					
		N	Média	Desvio Padrão	Erro padrão da média
Sensação	Crianças	180	0,6222	1,66178	0,12386
	Adultos	164	-0,1402	0,89228	0,06968
Preferência	Crianças	180	-1,2000	1,55854	0,11617
	Adultos	164	-0,3720	0,81516	0,06365
PMV	Crianças	162	0,3875	0,42234	0,03318
	Adultos	164	-0,2365	0,69046	0,05392

Fonte: Elaborado por autora, 2019.

Tabela 35 – Teste de amostras independentes

		Teste de Levene		Teste t para igualdade de médias						
		Z	Sig	t	df	Sig	Diferença média	Erro padrão da diferença	95% Intervalo de confiança da diferença	
									Inferior	Superior
Sensação	Variâncias iguais assumidas	80,902	0,000	5,229	342	0,000	0,76247	,14583	0,47564	1,04929
	Variâncias iguais não assumidas			5,665	279,476	0,000	0,76247	0,14211	0,48272	1,04222
Preferência	Variâncias iguais assumidas	69,032	0,000	-6,087	342	0,000	-0,82805	0,13604	-1,09562	-0,56046
	Variâncias iguais não assumidas			-6,251	275,364	0,000	-0,82805	0,13246	-1,08882	-0,56728
PMV	Variâncias iguais assumidas	37,910	0,000	9,829	324	0,000	0,62399	0,6349	0,49910	0,74889
	Variâncias iguais não assumidas			9,856	270,567	0,000	0,62399	0,06331	0,49935	0,74863

Fonte: Elaborado por autora, 2019.

5. CONCLUSÕES

Desde o ano de 2012, a Prefeitura Municipal de João Pessoa implementa um plano para climatizar todas as salas de aula de escolas do município, porém, apesar da compra, instalação e manutenção desses aparelhos terem custos elevados, não foram realizados estudos prévios para saber se a implementação deles tem, de fato, contribuído para a condição de conforto térmico dos usuários. Assim, esta dissertação trata sobre o conforto ambiental térmico a partir da perspectiva de crianças de 8 a 11 anos que frequentam dois tipos de salas de aula de escolas de Ensino Fundamental em João Pessoa, salas ventiladas naturalmente (VN) e climatizadas artificialmente (CA). Como motivadores da escolha do tema, destacam-se: a) a existência de poucos trabalhos, principalmente em climas quente e úmidos, que abordam o tema; b) o fato de os índices de conforto térmico, utilizados correntemente, terem sido criados a partir de pesquisas realizadas com indivíduos adultos e, por último; c) a ação do Estado (em âmbito Federal e Municipal) em prol do condicionamento artificial nas escolas públicas.

Este trabalho foi realizado através da análise de dados coletados nas salas de aulas, sendo eles: variáveis ambientais térmicas, vestimentas, pesos, alturas, votos de sensação e de preferência dos alunos, salientando que esse levantamento foi feito no período de agosto, setembro, novembro e dezembro do ano de 2018, levando em consideração os dados de clima fornecidos pelo Instituto Nacional de Meteorologia. Seiscentos e quatorze votos das crianças foram considerados para essa pesquisa, votos estes recolhidos em seis escolas da Rede Municipal de Ensino da cidade de João Pessoa, localizada no estado da Paraíba e classificada pela NBR 15220 com clima tropical úmido. Na análise dos dados, foram empregadas técnicas estatísticas descritivas e inferenciais, objetivando encontrar possíveis relações entre as variáveis investigadas.

Como principais resultados destacam-se:

De acordo com os votos dos alunos, os resultados de sensação e preferência térmica encontrados nas salas de aula das escolas ventiladas naturalmente apresentaram diferenças relevantes. Na escola Leônidas Santiago, a maioria das crianças votou nas opções relacionadas à sensação de *neutralidade*, *desconforto por calor* e *preferência pelo ambiente mais resfriado* (-1,-2 e -3) nas duas estações. Já na escola Francisco Edwar, os votos relacionados à sensação foram distribuídos de forma mais uniforme no inverno, ou seja, quantidade de votos parecida em todas as opções, pois a maioria escolheu a opção de *desconforto por calor* no verão (1, 2 e

3). Os resultados dos votos de preferência não indicam relação direta com a sensação térmica, já que as crianças que relataram sensação de conforto votaram na preferência pelo ambiente mais resfriado.

Sobre o inverno nas escolas VN, nas condições ambientais com temperaturas entre 30°C e 30,5°C, percebe-se uma concentração de votos relacionados às sensações de calor, enquanto nas faixas de temperatura do ar entre 27°C e 28,5°C ocorreram votos de sensação térmica relacionada ao frio, ressaltando que a condição de *neutralidade* ocorreu na temperatura média de 28,52°C.

Nas escolas VN, no verão, nas condições ambientais com temperaturas entre 28,0°C e 31,2°C, principalmente na escola Leônidas Santiago, percebe-se uma concentração dos votos relacionados às sensações de calor (1, 2 e 3), enquanto na escola Francisco Edwar foram identificados votos de sensação de frio mesmo em temperaturas de 30,0°C a 30,5°C. Acredita-se que isso ocorreu por causa da maior velocidade do ar na escola Francisco Edwar. As duas escolas tiveram, em média, uma diferença na velocidade do ar de 0,47m/s.

A respeito do questionamento sobre ambientes climatizados, no inverno, 84,43% dos estudantes das escolas VN disseram preferir ambientes com ar condicionado, o que pode indicar que, no entendimento e experiência dos respondentes, o uso dos aparelhos é necessário para o alcance do conforto térmico. No verão, 90,79% dos estudantes disseram preferir ambientes com ar condicionado, uma porcentagem ainda maior que no período de inverno, o que pode apontar que o aumento da condição de desconforto por calor é diretamente proporcional ao entendimento de que o uso do aparelho de ar condicionado é uma solução eficaz para a diminuição do desconforto.

No inverno, grande parte das crianças das escolas VN (45,96%) relatou algum desconforto por calor, porém, ao incluir os votos de desconforto leve, 60,65% das crianças relataram conforto ou leve desconforto no momento das medições. No verão, grande parte das crianças relatou desconforto por calor (57,14%). Contudo, ao extrair os votos de leve desconforto, esse percentual passa para 51,27%, o que representa 48,73% das crianças em conforto ou leve desconforto, um desempenho mais baixo que no inverno.

As escolas CA também apresentaram comportamentos diferentes entre si. Mesmo com diferença de médias de temperatura do ar de 0,76°C, diferença de umidade relativa de 6,21% e com a mesma velocidade do ar, as diferenças entre os votos se repetiram. No inverno, duas das escolas, Luiz Augusto Crispim e Leonel Brizola, apresentaram similaridade em relação aos votos de sensação, com a maioria dos alunos votando nas opções de desconforto por calor. Já

as escolas Radegundis Feitosa e Chico Xavier apresentaram distribuições de votos de sensação uniformes, ou seja, quantidades escolhas parecidas em todas as opções.

A diferença dos votos das escolas CA foi mais acentuada no verão. A escola Chico Xavier exibiu um comportamento completamente diferente nesse período e o pior desempenho, de acordo com os votos dos alunos. Enquanto no inverno 33,30% dos alunos votaram em alguma opção de desconforto por calor, no verão, essa porcentagem subiu para 82,00%, ressaltando que a maior parte desses votos foi na opção 2 ‘com calor’. Destaca-se que essa escola apresentou a maior média de temperatura do ar 29,96°C e, ao mesmo tempo, menor velocidade do ar 0,28 m/s, enquanto as outras escolas têm médias de temperatura do ar em torno de 28,02°C e 0,34m/s de velocidade do ar.

Nas demais escolas CA, no inverno, com temperaturas entre 27,50°C e 31,00°C, percebe-se uma concentração predominante de votos relacionados às sensações de calor (1, 2 e 3), enquanto nas faixas de temperatura do ar entre 24,50°C e 26,50°C ocorrem votos de sensação térmica relacionada ao frio.

A condição de neutralidade predominou na temperatura média de 26,83°C e mediana de 26,81°C, além de que, nas escolas CA a variabilidade da temperatura do ar associada à sensação de conforto foi menor, o que indica uma menor tolerância a temperaturas mais altas do que nas escolas ventiladas naturalmente. Outro ponto importante sobre as escolas CA, no inverno e no verão, foi a maior variabilidade de votos para uma mesma temperatura. Ambas constatações corroboram com os resultados de De Vecchi et al. (2015), de que pessoas frequentemente expostas a ambientes condicionados artificialmente apresentam menor tolerância a temperaturas mais quentes, ou seja, têm aceitabilidade térmica menor.

Ainda no inverno, nas escolas condicionadas artificialmente, mesmo com muitos relatos por preferências de mudanças em relação ao ambiente ao qual estão submetidos, 92,20% dos estudantes disseram preferir ambientes com ar condicionado. A respeito do questionamento sobre ambientes climatizados, no verão, 95,54% dos estudantes disseram preferir ambientes com ar condicionado, uma porcentagem ainda maior que nas salas VN nos períodos de verão e inverno e CA no período de inverno, o que indica que as crianças submetidas a ambientes climatizados associam o uso dos aparelhos ao conforto, mesmo tendo relatado desconforto nesses ambientes.

Em relação às salas CA e VN, em quaisquer das épocas do ano, verificou-se estatisticamente que a sensação térmica é, em média, diferente de zero, ou seja, nas salas climatizadas e ventiladas naturalmente os alunos não se sentem confortáveis. Sobre a

preferência, considerando salas CA e VN, em quaisquer das estações, verificou-se que, em média, os alunos têm predileção por salas mais resfriadas, salientando que a preferência térmica é estatisticamente diferente de zero ($t = -14,140$, $p < 0,001$), o que significa dizer que os alunos não preferem continuar como estão.

Verificou-se que, em média, os alunos das salas VN têm mais sensação de calor que alunos em salas CA, porém, em relação à preferência, alunos das salas CA têm, em média, preferência por ambientes mais frios que os das salas VN. Considerando os alunos das salas CA e VN em quaisquer das estações, verificou-se que, em média, os alunos do sexo masculino têm mais sensação de calor que alunas do sexo feminino. Por outro lado, em relação à preferência, verificou-se que não é possível afirmar que há diferenças estatisticamente significativas considerando os sexos dos alunos.

Verificou-se que há correlação estatisticamente significativa em relação à preferência e o IMC, ou seja, é possível afirmar que, quanto maior o IMC, maior a preferência por ambientes frios, considerando salas CA e VN.

Em uma comparação com os dados da pesquisa de Sousa (2018), realizada na cidade de Campina Grande, com uma amostra de 583 adultos, verificou-se que, em média, os adultos têm mais sensação de frio, enquanto as crianças têm mais sensação de calor. Em relação à preferência nas salas CA e VN, ambos desejavam mais frio, mas as crianças preferem, em média, mais frio que os adultos. No que diz respeito ao PMV, as crianças apresentaram PMV médio positivo e os adultos um PMV médio negativo.

Os resultados da aplicação dos métodos de predição PMV e Adaptativo não foram satisfatórios em relação a essa amostra, pois subestimaram as sensações relatadas pelos alunos das escolas CA e VN, tendo em vista que os dois índices só previram sensações de neutralidade e calor, enquanto os alunos votaram em todas as opções de sensação.

Tomando como base a opinião das crianças e as salas de aula analisadas, percebemos que a solução de climatizar esses ambientes não representou contribuição significativa na sensação de conforto térmico nas crianças entrevistadas.

Levando em consideração que, na maior parte das análises desse estudo, a neutralidade foi entendida como conforto e as sensações de frio e de calor como desconfortáveis, nas salas ventiladas naturalmente, nos períodos de inverno e verão, a maioria das crianças relatou desconforto por calor e preferência por frio. O mesmo aconteceu nas salas de aula climatizadas, também nos períodos de inverno e verão, demonstrando, assim, que, mesmo com o uso dos equipamentos de climatização, as crianças, em sua maioria, não estavam se sentindo

confortáveis.

Somando os votos de sensação nas opções -1 e 1 aos votos de neutralidade (0), apesar de o desempenho mais baixo ter sido encontrado nas salas ventiladas naturalmente no verão (48,73%), em nenhum dos tipos de salas, ventiladas naturalmente ou climatizadas, o desempenho térmico pode ser considerado satisfatório, visto que o melhor resultado foi o de 71,84% das crianças relatando conforto nas salas climatizadas no período de inverno. Os demais resultados sobre essa questão foram: 60,47% relataram conforto no inverno nas salas ventiladas naturalmente e 65,28% declararam conforto nas salas climatizadas no verão.

Também é importante considerar as informações encontradas a respeito da preferência em relação ao ar condicionado. Em todos os casos, a maioria das crianças votaram na preferência por ambientes climatizados nos dois períodos, de inverno e verão, porém, nas escolas CA esse percentual de preferência foi maior, apesar dos relatos de desconforto nos ambientes climatizados. Ainda assim, as crianças associam ambientes climatizados a conforto. Essa associação pode ter ocorrido a partir de experiências em outros ambientes e corrobora com a teoria de De Vecchi (2015), que aponta a memória térmica como um fator importante na escolha dos ocupantes pela estratégia de climatização ambiental. Os autores afirmam que nas análises do seu trabalho, os ocupantes que disseram utilizar o condicionamento artificial diariamente são aqueles que, em sua grande maioria, optam pelo ar-condicionado como estratégia de climatização pessoal.

É notável também que, em ambientes climatizados, as crianças relatam desconforto por calor em temperaturas mais baixas que as submetidas a locais ventilados naturalmente. No período de inverno, os votos de neutralidade das crianças das escolas VN ocorreram no intervalo de temperatura do ar entre 27°C e 29,5°C, enquanto nas escolas CA, no intervalo entre 26,00°C e 27,50°C. No período de verão, os votos de neutralidade das crianças das escolas VN ocorreram no intervalo de temperatura do ar entre 27,00°C e 28,00°C, enquanto nas escolas CA, no intervalo entre 26,00°C e 27,50°C, como no inverno. Esses resultados indicam que as crianças das salas ventiladas naturalmente têm uma tolerância maior a temperaturas mais altas que as das salas condicionadas artificialmente.

Finalmente, esse estudo pretendeu contribuir com avanços científicos a respeito do conforto ambiental térmico em salas de aula de escolas de Ensino Fundamental, principalmente no que diz respeito à perspectiva de crianças e questionamento sobre a eficácia do uso de aparelhos de climatização como solução de conforto. Destaca-se que o fornecimento de informações contidas nesse trabalho podem auxiliar em pesquisas futuras a respeito do

desempenho térmico de edifícios, projetos e adequações, especialmente em climas tropicais e úmidos.

Recomendações para trabalhos futuros

É importante destacar as limitações desse trabalho, especialmente no tocante ao entendimento das crianças sobre a sensação e preferência em relação ao ambiente térmico e às técnicas de obtenção de dados com esse público. Ainda assim, os resultados dessa pesquisa podem constituir uma base para a criação de índices de conforto térmico adequados à população em idade infantil.

Assim, recomenda-se para estudos futuros:

- O estudo com uma amostra maior, com diferentes configurações de ambiente e condições térmicas distintas, afim de aprofundar e identificar o impacto de outras variáveis que podem influenciar no conforto das crianças;
- O aperfeiçoamento do questionário com a participação de equipe multidisciplinar (pedagogos, psicólogos, etc.) e a inserção de questionamentos adicionais que possam contribuir para aproximar a entrevista do universo da criança;
- Comparação de resultados, fazendo uso de outros índices de conforto térmico, já que o PMV e Adaptativo subestimaram as sensações relatadas pelos alunos, mostrando-se inadequados para a predição nesse caso;
- Analisar o impacto da ventilação, especialmente nos ambientes CA, onde a ventilação pode ser um fator específico de desconforto;
- Investigar sobre memória térmica de crianças para entender se o histórico térmico desses indivíduos interfere diretamente nas sensações relatadas por eles em ambientes internos e externos;
- Investigar sobre a preferência por ambientes climatizados, a fim de aprofundar o conhecimento na relação entre essa preferência e o vício no resfriamento artificial.

REFERÊNCIAS

ABNT - Associação Brasileira de Normas Técnicas. NBR 15220 - Desempenho térmico de edificações Parte 3: Zoneamento bioclimático brasileiro e diretrizes construtivas para habitações unifamiliares de interesse social. Brasil, 2003.

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.

ASHRAE (2013). ANSI/ASHRAE Standard 55- 2013: Thermal environmental conditions for human occupancy. American Society of Heating, Refrigeration and Air-Condition Engineers, Inc. Atlanta, EUA.

ASHRAE (2003). ANSI/ASHRAE Standard 55- 2003: Thermal environmental conditions for human occupancy. American Society of Heating, Refrigeration and Air-Condition Engineers, Inc. Atlanta, EUA.

ASHRAE, ASHRAE Handbook - Fundamentals, American Society of Heating, Refrigerating, and Air Conditioning Engineers, Atlanta, 2005.

ASHRAE, The american society of heating, refrigerating and air-conditioning engineers is an american. standard 55 - 2010: Thermal environmental conditions for human occupancy. Atlanta, Georgia, 2010. ISSN 1041-2336.

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 – 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 – Instruments for measuring physical quantities. ISO 7726:1998(E), second edition, Suíça, 1998.

ALMEIDA, R.M., RAMOS, N.M. and de FREITAS, V.P., 2016. Thermal comfort models and pupils' perception in free-running school buildings of a mild climate country. Energy and Buildings, 111, pp.64-75.

ANTUNES, E., RAMOS, L., JESUS, L.OLIVEIRA, H., 2014. Avaliação da qualidade ambiental em escolas: o caso da UMEF Dr. Tuffy Nader, Vila Velha- ES. Encontro Nacional De Tecnologia No Ambiente Construído, 15, pp.2013-2022.

- ÂÑEZ, C.R.R., 2000. Antropometria na ergonomia. Ensaios de Ergonomia. Florianópolis.
- BERNARDI, N.; KOWALTOWSKI, D.C., 2006. Environmental comfort in school buildings: A case study of awareness and participation of users. *Environment and behavior*, 38(2), pp.155-172.
- CENSO DEMOGRÁFICO 2016. Características da população e dos domicílios. Rio de Janeiro: IBGE, 2016. Disponível em: < <https://www.ibge.gov.br/estatisticas-novoportal/sociais/populacao/22827-censo-2020-censo4.html?=&t=o-que-e>>. Acesso em: ago. 2018.
- BRAGER G.S., PALIAGA G., DE DEAR R., OLESEN B., WEN J., NICOL F. Operable windows, personal control and occupant comfort, *ASHRAE Transit*. 110 (2004).
- BRAGER, G. S., & DE DEAR, R. J. (1998). Thermal adaptation in the built environment: a literature review. *Energy and Buildings*, 27(1), 83–96. doi:10.1016/s0378-7788(97)00053-4.
- COUTINHO, A.S; SILVA, L. B; SILVA, E.C.S; FILHO, E.F.C. Avaliação de Conforto Ambiental numa escola municipal em João Pessoa. Centro de Tecnologia/ Departamento de Engenharia de Produção UFPB, João Pessoa, 2007.
- COSTA, R.A; OLIVEIRA, F.P; CASTRO, F.S; Conforto térmico como indicador de aprendizagem em escolas de Ituiutaba- MG. *REVISTA GEONORTE*, Edição Especial 2, V.1, N.5, p.121 – 132, 2012.
- DALVITE, B., OLIVEIRA, D., NUNES, G., PERIUS, M. AND SCHERER, M.J., 2016. Análise do conforto acústico, térmico e lumínico em escolas da rede pública de Santa Maria, RS. *Disciplinarum Scientia| Artes, Letras e Comunicação*, 8(1), pp.1-13.
- DE AZEVEDO, F.R. and Brito, B.C., 2012. Influência das variáveis nutricionais e da obesidade sobre a saúde e o metabolismo. *Revista da Associação Médica Brasileira (English Edition)*, 58(6), pp.714-723.
- DEDEAR, R. J.; BRAGER, G. S. Thermal Comfort in Naturally Ventilated Buildings: revisions to ASHRAE Standard 55. *Energy and Buildings*, v. 34, n. 6, p. 549-561, jul. 2002.
- DE VECCHI, R., 2015. Avaliação de conforto térmico em edificações comerciais que operam sob sistemas mistos de condicionamento ambiental em clima temperado e úmido. Florianópolis, SC.
- DE VECCHI, R., CÂNDIDO, C. M., & LAMBERTS, R. (2016). Thermal history and comfort in a Brazilian subtropical climate: a'cool'addiction hypothesis. *Ambiente Construído*, 16(1), 7-20.

DOS SANTOS, G.D., DOS SANTOS, J.S., DA SILVA, I.A., FURTADO, G.D. AND GONZAGA, B.S., 2017. Estudo das condições de conforto térmico em escolas públicas municipais de tempo integral na cidade de João Pessoa–PB. *Revista Brasileira de Agrotecnologia*, 7(3), pp.001-010.

FABBRI, K. Thermal comfort evaluation in kindergarten: PMV and PPD measurement through datalogger and questionnaire. *Building and Environment*, v. 68, p. 202-214, 2013.

FABBRI, K. *Indoor Thermal Comfort Perception: A Questionnaire Approach Focusing on Children*. Springer, 2015.

FANGER, O. *Thermal Comfort - Analysis and Application in Environmental Engineering*. Copenhagen, 1970.

FANGER, P. O. Assessment of man's thermal comfort in practice. *British Journal of Industrial Medicine*, 30, pp. 313-324, 1973.

FERNANDES FILHO, E; SILVA, E.C; SILVA, L.B; COUTINHO, A.S. Avaliação de Conforto Ambiental numa escola municipal em João Pessoa. Centro de Tecnologia/ Departamento de Engenharia de Produção UFPB, João Pessoa, 2007.

FIELD, A. *Descobrimos a estatística usando o SPSS-2*. Bookman Editora, 2009. FROTA, A.B. AND SCHIFFER, S.R., 1995. *Manual de conforto térmico*. Studio Nobel. HAGHISH, E.F. AND TEYMOORI, A. Illustration facilitates interviewing young children. *Procedia-Social and Behavioral Sciences*, 93, pp.2209-2218. 2013.

HOYT T; SCHIAVON S; PICCIOLI A; CHEUNG T; MOON D; STEINFELD; 2017, CBE Thermal Comfort Tool. Center for the Built Environment, University of California Berkeley, <http://comfort.cbe.berkeley.edu/>

HOX, J. J.; BORGER, N.; SIKKEL, D. Response quality in survey research with children and adolescents: the effect of labeled response options and vague quantifiers. *International Journal of Public Opinion Research*, v. 15, n. 1, p. 83-94, 2003.

HUMPHREYS, M.A., NICOL, J.F. Understanding the Adaptive Approach to Thermal Comfort. In: *ASHRAE Technical Data Bulletin*, v.14, nº 1, 1998.

HUMPHREYS, M. A. Field Studies of Thermal Comfort Compared and Applied. *Building Services Engineer, Watford*, v. 44, p. 5-27, 1976.

INMET. Instituto Nacional de Meteorologia. Dados Meteorológicos. Disponível em: <<http://www.inmet.gov.br/portal/index.php?r=estacoes/estacoesAutomaticas>>. Acesso em 20 de setembro de 2018.

INMET. Instituto Nacional de Meteorologia. Dados Meteorológicos. Disponível em:

<<http://www.inmet.gov.br/portal/index.php?r=estacoes/estacoesAutomaticas>>. Acesso em 08 de janeiro de 2019.

INEP. Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira. Censo Escolar. Disponível em: <<http://portal.inep.gov.br/web/guest/resultados-e-resumos>> Acesso em 10 de outubro de 2018.

JIANG, J., WANG, D., LIU, Y., XU, Y. AND LIU, J., 2018. A study on pupils' learning performance and thermal comfort of primary schools in China. *Building and Environment*, 134, pp.102-113.

LABAKI, L. C.; BUENO-BARTHOLOMEI, C. L. Avaliação do conforto térmico e luminoso de prédios escolares da rede pública, Campinas – SP. In: ENCONTRO NACIONAL DO CONFORTO NO AMBIENTE CONSTRUÍDO, 6, 2001. Anais... São Paulo, 2001.

LAMBERTS, R. Desempenho Térmico de Edificações. Universidade Federal de Santa Catarina CTC - Departamento de Engenharia Civil, 7ª edição, Florianópolis, 2016.

LEAMAN.; B. BORDASS, Productivity in buildings: the ‘killer’variables, *Build. Res. Inf.* 27 (1) (1999) 4e19

LIMA, Amanda Vieira Pessoa. O Impacto Da Orientação Na Qualidade E Conforto Lumínico.: Análise das condições ambientais e opinião dos usuários. 2019. 135 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Engenharia Civil e Ambiental, Centro de Tecnologia, Universidade Federal da Paraíba, João Pessoa, 2019.

MONTAZAMI, A., GATERELL, M., NICOL, F., LUMLEY, M. AND THOUA, C., 2017. Impact of social background and behaviour on children's thermal comfort. *Building and Environment*, 122, pp.422-434.

M.A. HUMPHREYS, J.F. NICOL, I.A. RAJA, Field studies of indoor thermal comfort and the progress of the adaptive approach, *Adv. Build. Energy Res.* 1 (1) (2007).

TER MORS, S., HENSEN, J.L., LOOMANS, M.G. AND BOERSTRA, A.C., 2011. Adaptive thermal comfort in primary school classrooms: Creating and validating PMV-based comfort charts. *Building and Environment*, 46(12), pp.2454-2461.

NAM, I., YANG, J., LEE, D., PARK, E. AND SOHN, J.R., 2015. A study on the thermal comfort and clothing insulation characteristics of preschool children in Korea. *Building and Environment*, 92, pp.724-733.

NICOL, J.F. AND HUMPHREYS, M.A., 2002. Adaptive thermal comfort and sustainable thermal standards for buildings. *Energy and buildings*, 34(6), pp.563- 572.

LAMBERTS, Roberto. Desempenho Térmico de edificações: Florianópolis: Visual, 2015. 47 slides, color.

LAZZAROTTO, N., 2007. Adequação do modelo PMV na avaliação do conforto térmico de crianças do Ensino Fundamental de Ijuí-RS. 2007. 131 f (Doctoral dissertation, Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil)–Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria).

LOPES, S., & ORNSTEIN, S. W. (2018). O potencial da Avaliação Pós-Ocupação (APO) para a preservação de ambientes museológicos localizados em edifícios

antigos: o caso do Museu da Imigração, SP. Revista Projetar-Projeto e Percepção do Ambiente, 3(2), 67-79.

NOGUEIRA et al. Conforto térmico na escola pública em cuiabá-mt: estudo de caso. REMEA - Revista Eletrônica do Mestrado em Educação Ambiental, [S.l.], v. 14, set. 2012. ISSN 1517-1256.

NODA, B.L. Avaliação de conforto térmico em edificações comerciais que operam sob sistemas mistos de condicionamento ambiental em clima temperado e úmido. Dissertação Mestrado em Arquitetura e Urbanismo - Universidade Federal da Paraíba, João Pessoa, 2016.

ORGANIZAÇÃO PAN-AMERICANA DA SAÚDE. Mudança Climática e Saúde: um perfil do Brasil. Organização Pan-Americana da Saúde ; Ministério da Saúde – Brasília, Organização Pan-Americana da Saúde, 2009.

PEREIRA, DAM; COUTINHO, A. S.; SILVA, L. B. Análise das condições de conforto térmico e da inércia térmica a que professores das escolas municipais de João Pessoa–PB estão submetidos. ENCONTRO NACIONAL DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO, v. 24, 2009.

PEREIRA, I. M., DE ASSIS, E. S. Avaliação de modelos de índices adaptativos para uso no projeto arquitetônico bioclimático. Ambiente Construído, p 140. 2010.

PIAGET, J; BRAGA, I. Para onde vai a educação?. J. Olympio, 1973.

PMJP. Prefeitura Municipal De João Pessoa. Informações da Secretaria de Educação e Cultura. Disponível em: <<http://www.joaopessoa.pb.gov.br/secretarias/sedec/>>. Acesso em: mar, 2018.

RODRIGUEZ, C M.; CORONADO, M C; MEDINA, J.M. Classroom-comfort-data: A method to collect comprehensive information on thermal comfort in school classrooms. MethodsX, 2019, 6: 2698-2719.

SOUSA, M. C. B. Desejo por conforto térmico: estratégias adaptativas e modelos preditivos no semiárido paraibano. Dissertação (Mestrado em Arquitetura e Urbanismo) – Universidade Federal da Paraíba. João Pessoa, 2018.

SIEGEL, S., & CASTELLAN JR, N. J. (1975). Estatística não-paramétrica para ciências do comportamento. Artmed Editora.

SILVA, et al.. Performance evaluation of long-term thermal comfort indices in building simulation according to ASHRAE Standard 55. *Building and Environment*, v. 102, p. 95–115, 2016-a. [dx.doi.org/10.1016/j.buildenv.2016.03.004](https://doi.org/10.1016/j.buildenv.2016.03.004).

SOUSA, Mayara Cynthia Brasileiro de. Desejo Por Conforto Térmico: Estratégias Adaptativas E Modelos De Conforto Térmico No Semiárido Paraibano. 2018. 134 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Arquitetura e Urbanismo, Centro de Tecnologia, Universidade Federal da Paraíba, João Pessoa, 2018. Disponível em: <http://www.ct.ufpb.br/labcon/contents/menu/dissertacoes>. Acesso em: 25 setembro 2018.

SOUZA, J; LIMA, A.V.P; MACEDO. P.P; LEDER, S.M. XV Encontro De Nacional De Conforto No Ambiente Construído, 2019, João Pessoa. Estudo De Conforto Térmico Em Salas De Aulas Condicionadas Artificialmente Em Clima Quente E Úmido. João Pessoa: Antac 2019 p.10. Disponível em: https://drive.google.com/file/d/1I8aI5Uq5bXSmiYG3nm1nL_YRLCJk20kF/view?usp=sharing > Acesso em: 02 dez. 2019.

SOUZA, J; SOUSA, NODA, B.L; M.C; LEDER, S.M. XV Encontro De Nacional De Conforto No Ambiente Construído, 2019, João Pessoa. Estudo De Conforto Térmico Em Salas De Aula Ventiladas Naturalmente No Clima Quente E Úmido Em Clima Quente E Úmido. João Pessoa: Antac 2019 p.10. Disponível em: https://drive.google.com/file/d/1I8aI5Uq5bXSmiYG3nm1nL_YRLCJk20kF/view?usp=sharing > Acesso em: 02 dez. 2019.

STRAUB, K.W. Determinação da temperatura de Neutralidade em salas de aula do ensino superior para as zonas bioclimáticas do estado de Mato Grosso. 2016.

TELI, D., JENTSCH, M.F. AND JAMES, P.A. Naturally ventilated classrooms: An assessment of existing comfort models for predicting the thermal sensation and preference of primary school children. *Energy and Buildings*, 53, pp.166-182, 2012.

TREBILCOCK, M., SOTO-MUNOZ, J., YANEZ, M. FIGUEROA-SAN MARTIN, R., 2017. The right to comfort: A field study on adaptive thermal comfort in free- running primary schools in Chile. *Building and Environment*, 114, pp.455-469.

VALLA, J.P., BERGERON, L. AND SMOLLA, N. The Dominic-R: A pictorial interview for 6-to 11-year-old children. *Journal of the American Academy of Child & Adolescent Psychiatry*, 39(1), pp.85-93, 2000.

VÁSQUEZ, N. G; PEREIRA, F.O.R; KUHNEN, A. PREFERÊNCIAS VISUAIS DAS CRIANÇAS EM SALAS DE AULA DE EDUCAÇÃO INFANTIL: UMA APROXIMAÇÃO EXPERIMENTAL. Estão submetidos. XIV Encontro Nacional e X Encontro Latino-Americano sobre Conforto no Ambiente Construído, 2005, Maceió. Anais do XIV ENCAC e X ELACAC. Balneário Camboriu, ANTAC. 2017.

VÁSQUEZ, N.G., RUPP, R.F., DÍAZ, L.A., CARDONA, A.G. AND ARENAS, D.M.. Testing a Method to Assess the Thermal Sensation and Preference of Children in Kindergartens. In 30th International Plea Conference (pp. 16-18), 2014.

VIEIRA, E. A. et al. Comportamento de modelos adaptativos de conforto térmico frente ao modelo de Fanger em intensivistas adaptados ao clima tropical. *Ambient. constr.* [online]. 18: 479-490 p. 2018.

WANG, D., JIANG, J., LIU, Y., WANG, Y., XU, Y. AND LIU, J. Student responses to classroom thermal environments in rural primary and secondary schools in winter. *Building and Environment*, 115, pp.104-117, 2017.

WILLIAMS, L.C.D.A., HACKBARTH, C., BLEFARI, C.A., PADILHA, M.D.G.S. AND PEIXOTO, C.E. Investigação de suspeita de abuso sexual infantojuvenil: o Protocolo NICHD. *Temas em Psicologia*, 22(2), pp.415-432. 2014.

World Health Organization. (1995). Physical status: The use of and interpretation of anthropometry, Report of a WHO Expert Committee.

KIM, J. DE DEAR, R. Thermal comfort expectations and adaptive behavioural characteristics of primary and secondary school students. *Building and Environment*, v. 127, p. 13-22, 2018.

YANG, B., OLOFSSON, T., WANG, F. AND LU, W. Thermal comfort in primary school classrooms: A case study under subarctic climate area of Sweden. *Building and Environment*, 135, pp.237-245, 2018.

APÊNDICE I

Questionário respondido pelas crianças

Código: _____

1. Como você está se sentindo agora sobre calor e frio?													
Com muito calor		Com calor		Com um pouquinho de calor		Bem, nem com calor nem com frio		Com um pouquinho de frio		Com frio		Com muito frio	
☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐
2. Como você gostaria de estar agora?													
Bem mais quente		Mais quente		Um pouquinho mais quente		Assim, nem mais quente nem mais frio		Um pouquinho mais frio		Mais frio		Bem mais frio	
☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐
3. Você prefere lugares com ou sem ar-condicionado?													
COM		☐		SEM		☐							
Porque?													

APÊNDICE II

Ficha preenchida pela pesquisadora

Código: _____				
Escola: _____	Data: ____/____/____			
Ano: _____	Hora/preenchimento questionário: ____:____h			
Idade: _____	Gênero: M ☐ F ☐			
Peso: _____ kg	Altura: _____ m			
Sala de aula: ☐	Outro: _____ Responsável/ Coleta: _____			
Vestimentas:				
Chapéu	Camisa manga curta	Camisa manga longa	Camisa de malha	Colete
Colete	Bermuda	Calça	Saia longa	Saia curta
Tênis	Sandálias	Sapatilha	Meias esportivas	
Outros: _____				
Posição em relação a janela:		Próximo	Médio	Distante
Ventilação natural	Ar-Condicionado	Ventilação natural + ventiladores	Ar-Condicionado	
Usa óculos ?		Sim	Não	
Observações: _____ _____				

APÊNDICE III

Aprovação no Conselho de Ética

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



PARECER CONSUBSTANCIADO DO CEP

DADOS DO PROJETO DE PESQUISA

Título da Pesquisa: AVALIAÇÃO DE CONFORTO TÉRMICO E LUMÍNICO EM ESCOLAS DE ENSINO FUNDAMENTAL DA REDE PÚBLICA EM JOÃO PESSOA-PB

Pesquisador: JULLYANNE FERREIRA DE SOUZA

Área Temática:

Versão: 1

CAAE: 95921318.0.0000.5188

Instituição Proponente: Universidade Federal da Paraíba

Patrocinador Principal: Financiamento Próprio

DADOS DO PARECER

Número do Parecer: 2.838.912

Apresentação do Projeto:

Projeto de pesquisa vinculado ao programa de arquitetura e urbanismo do Centro de Tecnologia da Universidade Federal da Paraíba, realizado pela aluna de mestrado JULLYANNE FERREIRA DE SOUZA. Trata-se de um estudo de caso em escolas da rede municipal com população de 600 alunos localizado em uma cidade de clima quente e úmido (João Pessoa-PB) fazendo uso de medidas de avaliação quantitativas (medições in loco) e de dados qualitativos (aplicação de questionários) para análise de conforto térmico e lumínico por meio de equipamentos, que medem as temperaturas, umidade e a velocidade do ar. Não há definição de hipótese no presente estudo.

Objetivo da Pesquisa:

GERAL Caracterizar e analisar a sensação de conforto térmico e lumínico nas salas de aula

ESPECÍFICOS Caracterizar as condições térmicas das salas de aula;

Identificar a sensação e a preferência térmica e lumínica dos alunos em salas de aula;

Investigar a relação entre as variáveis ambientais e as preferências encontradas;

Correlacionar as sensações e preferências com os intervalos de conforto encontrados em ambientes com e sem ar condicionado;

Avaliação dos Riscos e Benefícios:

O risco ao participante do estudo é mínimo, em razão da exposição dos dados pessoais dos

Endereço: UNIVERSITARIO S/N

Bairro: CASTELO BRANCO

CEP: 58.051-900

UF: PB

Município: JOAO PESSOA

Telefone: (83)3216-7791

Fax: (83)3216-7791

E-mail: comitedeetica@ccs.ufpb.br

Continuação do Parecer: 2.838.912

participantes através das respostas apresentadas nos questionários e da alteração na rotina de estudo dos mesmos, uma vez que é necessário despende um tempo de aula de 30 min para que os questionários sejam aplicados. A fim de minimizar ou mitigar qualquer risco aos alunos, os mesmos e a prefeitura serão informados do contexto da pesquisa, será garantido o anonimato na participação, bem como a opção de desistência da participação da pesquisa a qualquer momento durante procedimento da coleta de dados.

Benefícios

Almeja-se que este trabalho seja capaz de colaborar com o poder público, através do fornecimento de informações que auxiliem em projetos futuros e adequações, visando o crescimento populacional e demanda de novas instituições de ensino não só em João Pessoa como em todo país.

Riscos e benefícios coerentes com a CNS 466/12.

Comentários e Considerações sobre a Pesquisa:

Estudo relevante que se propõe a investigar o conforto físico do aluno em sala de aula através da medida de calor e luz. Em consonância com a resolução 466/12 e 510/16.

Considerações sobre os Termos de apresentação obrigatória:

Adequados

Recomendações:

Mantel a proposta metodológica após aprovação

Conclusões ou Pendências e Lista de Inadequações:

APROVADO

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

Este parecer foi elaborado baseado nos documentos abaixo relacionados:

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



Continuação do Parecer: 2.838.912

Tipo Documento	Arquivo	Postagem	Autor	Situação
Informações Básicas do Projeto	PB_INFORMAÇÕES_BÁSICAS_DO_PROJETO_1181917.pdf	09/08/2018 12:48:31		Aceito
Folha de Rosto	JullyanneFerreira_Folha_de_Rosto.pdf	09/08/2018 12:34:28	JULLYANNE FERREIRA DE SOUZA	Aceito
Outros	JULLYANNEFERREIRA_CERTIFICADO.pdf	18/07/2018 11:42:13	JULLYANNE FERREIRA DE SOUZA	Aceito
Projeto Detalhado / Brochura Investigador	JULLYANNEFERREIRA_PROJETODEPESQUISA.pdf	18/07/2018 11:41:33	JULLYANNE FERREIRA DE SOUZA	Aceito
TCLE / Termos de Assentimento / Justificativa de Ausência	JULLYANNEFERREIRA_TA.pdf	18/07/2018 11:40:34	JULLYANNE FERREIRA DE SOUZA	Aceito
Orçamento	JULLYANNEFERREIRA_ORCAMENTO.pdf	18/07/2018 11:40:19	JULLYANNE FERREIRA DE SOUZA	Aceito
Cronograma	JULLYANNEFERREIRA_CRONOGRAMA.pdf	18/07/2018 11:38:56	JULLYANNE FERREIRA DE SOUZA	Aceito

Situação do Parecer:

Aprovado

Necessita Apreciação da CONEP:

Não

JOAO PESSOA, 23 de Agosto de 2018

**Assinado por:
Eliane Marques Duarte de Sousa
(Coordenador)**

Endereço: UNIVERSITARIO S/N

Bairro: CASTELO BRANCO

CEP: 58.051-900

UF: PB

Município: JOAO PESSOA

Telefone: (83)3216-7791

Fax: (83)3216-7791

E-mail: comitedeetica@ccs.ufpb.br