



APONTAMENTOS SOBRE O CONFORTO TÉRMICO NAS ESCOLAS MUNICIPAIS DA ÁREA URBANA DE BARRA DO CORDA-MA¹

José Fernando Ferreira Lima dos Santos²

Prof. Dr. Francisco Wendell Dias Costa³

RESUMO

O objetivo deste trabalho é analisar o conforto térmico nas escolas municipais da área urbana de Barra do Corda, considerando a temperatura atmosférica e a umidade relativa do ar como variáveis ambientais e as características arquitetônicas e as adequações das estruturas prediais das escolas pesquisadas. A pesquisa está pautada na teoria geossistêmica e no método hipotético-dedutivo, que auxiliaram na verificação do conforto térmico, utilizando o IDT (Índice de Desconforto Térmico). Os procedimentos metodológicos foram: levantamento bibliográfico, mensurações simultâneas da temperatura atmosférica e umidade relativa do ar em dois ambientes diferentes: P1 (dentro da sala de aula) e P2 (pátio da escola), usando termo-higrômetros em cinco escolas. Os resultados apontaram que o IDT das 5 escolas ficou classificado em parcialmente confortável, desconfortável e muito desconfortáveis. Nas medições, o IDT mostrou que as escolas A e B, no P1, foram classificadas como desconfortável, nas demais escolas, tanto o P1 quanto o P2, indicaram índice muito desconfortável. A intensa radiação solar potencializou a elevação das temperaturas atmosféricas, agravada pela estrutura predial com pouca ventilação natural e ausência de vegetação arbórea para refletir os raios solares, evitando que se forme um microclima dentro as escolas. O P1 das escolas A e B possuem o ar-condicionados, favorecendo para diminuição das médias térmicas, indicando ambiente parcialmente confortável.

Palavras-chave: Conforto, Temperatura, Barra do Corda, Escolas, Ensino.

ABSTRACT

The aim of this work is to analyse thermal comfort in municipal schools in the urban area of Barra do Corda by evaluating atmospheric temperature and relative humidity as environmental variables, as well as the architectural characteristics and the suitability of the schools' building structures. The research is based on the geosystem theory and the hypothetical-deductive method, which helped verify the thermal comfort using the IDT (Thermal Discomfort Index). The methodological procedures used were: bibliographical survey, simultaneous measurements of atmospheric temperature and relative humidity in two different environments: P1 (inside the classroom) and P2 (schoolyard) using thermo-hygrometers in five schools. The results suggest that the RTD of the 5 schools was classified as partially comfortable, uncomfortable and very uncomfortable. In the evaluations, the IDT results have shown that schools A and B were classified as uncomfortable at P1, while the other schools, both P1 and P2, were classified as very uncomfortable. Heavy solar radiation has caused atmospheric temperatures to rise, made worse by the building structure which has little natural ventilation and no tree vegetation to reflect the sun's rays so as to prevent a microclimate from forming inside the schools. Schools A and B have air conditioning at their P1 rooms, which lowers the average temperatures, thus indicating a partially comfortable environment.

Keywords: Comfort, Temperature, Barra do Corda, Schools, Teaching.

¹ Trabalho desenvolvido com base no Projeto de Pesquisa **Conforto Térmico nas Escolas Municipais da Área Urbana de Barra do Corda-MA**, do Programa Institucional de Bolsas de Iniciação Científica (PIBIC) Ensino Médio, Edital PRPGI nº 09/2022 e financiado pelo IFMA/CNPq, com vigência 2022-2023.

² Estudante do Curso Técnico em Edificações Integrado ao Ensino Médio do IFMA Campus Barra do Corda; E-mail: fernando.f@acad.ifma.edu.br

³ Professor EBTT dos Cursos Técnicos Integrados ao Ensino Médio do IFMA Campus Barra do Corda; E-mail: geo.fwcosta@gmail.com

INTRODUÇÃO

O crescimento desordenado e sem planejamento de muitas cidades provocou uma série de transformações no ambiente natural e, dentre elas, destaca-se o clima (MONTEIRO, 1990). Landsberg (1981) estabeleceu uma síntese para a compreensão do clima urbano de uma cidade, afirmando que clima urbano é a modificação substancial de um clima local, e que a cidade modifica o clima através de alterações na superfície, produzindo aumento de calor, modificações na ventilação, na umidade e até nas precipitações.

Monteiro (2003) aponta que no Sistema Clima Urbano (SCU) aponta que o conforto térmico é entendido como um efeito paralelo perceptivo dos seres humanos, que está inteiramente ligado ao fenômeno da ilha de calor, alterações na precipitação e ventilação. O conforto térmico influencia diretamente no desempenho humano, seja no nível individual (fisiológico e psicológico) como no social (problemas sanitários e de higiene pública).

Viana (2013) indica que a compreensão do conforto térmico perpassa pela identificação e mensuração das variáveis do local por meio estudos de técnicas e métodos, iniciando pela análise do planejamento e execução de um projeto arquitetônico.

Neste trabalho são apresentados resultados de um projeto de pesquisa PIBIC Ensino Médio, desenvolvido pelo IFMA campus Barra do Corda-MA com o CNPq. Posto isso, o projeto de pesquisa parte do princípio de que as diferentes formas de uso e cobertura do solo, impermeabilização do solo, desmatamento, o material de construção dos prédios escolares situados na área urbana de Barra do Corda-MA e o elevado número de alunos por sala alteraram o conforto térmico local, interferindo no ensino-aprendizagem dos alunos, professores e demais profissionais das escolas.

O trabalho está pautado no pressuposto da teoria geossistêmica, na pesquisa-ação-exploratória, na abordagem quanti-qualitativa e nos trabalhos de Monteiro (1976), Troppmair (1988), Rana *et al.* (2013) e Thom (1959), utilizando o IDT (Índice de Desconforto Térmico) que auxiliou na avaliação das condições de conforto térmico de 5 escolas municipais da área urbana de Barra do Corda-MA.

O objetivo deste trabalho é analisar o conforto térmico nas escolas municipais da área urbana de Barra do Corda, considerando a temperatura atmosférica e a umidade relativa do ar como variáveis ambientais e as características arquitetônicas e as adequações das estruturas prediais das escolas pesquisadas. Objetivos específicos são: mensurar a temperatura



atmosférica e umidade relativa do ar das escolas; calcular o Índice de Desconforto Térmico (IDT) e avaliar a percepção de conforto térmico de estudantes e servidores das escolas.

METODOLOGIA

O trabalho foi pautado no pressuposto da teoria geossistêmica, no método hipotético-dedutivo, na pesquisa-ação-exploratória e na abordagem quanti-qualitativa. Foram definidas algumas estratégias metodológicas baseadas nas propostas de Monteiro (1976), Troppmair (1988), Thom (1959) e Rana *et al.* (2013), que auxiliaram para avaliar as condições de conforto térmico, utilizando o IDT (Índice de Desconforto Térmico).

Foram adotados alguns procedimentos metodológicos, tais como:

- Levantamento e análise da bibliografia relacionada ao tema do projeto de pesquisa;
- Realização de 5 trabalhos de campo que tiveram como objetivos:
 - Apresentação do projeto para a direção das escolas (17 e 18 de outubro de 2022);
 - Mensurações da temperatura atmosférica e umidade relativa do ar, com utilização de 2 termo-higrômetros digitais da marca Exbom HTC-1 em cada escola.
- As medições foram realizadas em três trabalhos de campo:
 - Primeira medição: 6/11/2022: período de transição entre a estiagem e o chuvoso.
 - Segunda medição: 22/03/2023, ocorreu no período chuvoso;
 - Terceira medição: 16/08/2023, realizado no período da estiagem;
- Instalação dos aparelhos – um dentro da sala (P1) e o outro no pátio das escolas (P2). Todos os aparelhos ficaram suspensos a 1,60m do solo, anexado em um tripé, conforme fotos 01 e 02.

Foto 01: tripé dentro da sala



Fonte: registro da pesquisa, 2022.

Foto 02: tripé no pátio da escola



Fonte: registro da pesquisa, 2022.



- As mensurações das variáveis ambientais: temperatura atmosférica e umidade relativa do ar ocorreram simultaneamente nas 5 escolas, nos horários de 7h00min, 9h00min, 11h00min, 13h00min, 15h00min e 17h00min, intervalo de tempo que as escolas funcionam nos dois turnos.

- - Para avaliar as condições de conforto térmico, utilizou-se as propostas de Thom (1959) e Rana *et al.* (2013). Para tanto, foi medido o IDT (Índice de Desconforto Térmico), que ofereceu uma medida razoável do grau de desconforto, expresso em graus Celsius, obtido pela equação $IDT = T - (0,55 \times 0,0055 UR) \cdot (T \times 14,5)$,

Onde: T é a temperatura do ar (°C);

UR é a umidade relativa do ar (%);

IDT final é expresso em °C.

- Na caracterização do nível de desconforto térmico, utiliza-se a classificação apresentada por Santos (2011) ajustada para regiões tropicais, conforme figura abaixo.

FAIXAS	IDT (° C)	NÍVEL DE DESCONFORTO TÉRMICO
1	IDT < 24	Confortável
2	$24 \leq IDT \leq 26$	Parcialmente confortável
3	$26 < IDT < 28$	Desconfortável
4	IDT ≥ 28	Muito desconfortável

- As 5 escolas pesquisadas são foram indicadas por A, B, C, D e E, como forma de não citar os nomes das respectivas instituições para evitar conflitos de interesses e constrangimentos na comunidade em geral.

- Foram elaborados 2 mapas de Temperaturas de Superfícies Terrestres (TST), que foram confeccionados mediante manipulação de imagens de satélites Landsat-8 (OLI e TIRS), de 221/63 e 221/64 Órbita/Ponto, na Banda 10 - de canal do Infravermelho Termal/TIRS 1 (10.6 - 11.19 μm) 100m - tratada em pixel de 30 metros disponibilizadas no site da USGS (<http://earthexplorer.usgs.gov/>). Imagens com pouca nebulosidade.

O mapa de uso e cobertura da terra foi elaborado com intuito de se avaliar a distribuição das principais feições geográficas que passaram por processos de melhoramento e extração da informação, conforme descrito por Meneses e Madeira Netto (2001), Moraes (2002), Florenzano (2011), Meneses e Almeida (2012).



Sendo assim, foram identificadas seis feições: formações florestais, formações savânicas e campestres, pastagens, corpos hídricos e área construída. Os limites estabelecidos devem ser considerados como faixas de transição definidas no QGIS e com auxílio da interpretação de imagens de satélites (CREPANI *et al.*, 2001).

- Foi ministrada uma palestra, de no máximo 15 minutos, para os alunos do 9º (por ter maior maturidade e experiência) nas 5 escolas, apresentando conceitos, características, fatores e consequências sobre o conforto térmico e a relação com o processo de ensino-aprendizagem. Após a palestra foi distribuído aos alunos um questionário, sem qualquer interferência da equipe executora da palestra em auxiliá-los de como responder as questões.

- Aplicação de um questionário com a direção escolar.

REFERENCIAL TEÓRICO

Mills *et al.* (2010) afirmaram que a urbanização foi causada pelo crescimento industrial das cidades, da mudança nos padrões da vida humana e na transformação física do espaço natural, dando lugar ao espaço urbanizado, que é caracterizado pela impermeabilização do solo, transformações no uso e cobertura do solo, mudanças no balanço de energia e na atmosfera sobrejacente. Essas características geram propriedades térmicas e radiativas distintas e formaram um clima distinto nessas áreas, o chamado clima urbano.

Landsberg (1981) estabeleceu uma síntese para a compreensão do clima urbano de uma cidade, afirmando que clima urbano é a modificação substancial de um clima local, e que a cidade modifica o clima através de alterações na superfície, produzindo aumento de calor, modificações na ventilação, na umidade e até nas precipitações. Monteiro (2003, p. 19) complementa o conceito, afirmando que o clima urbano “[...] é um sistema que abrange o clima de um dado espaço terrestre e sua urbanização”.

Shams, Giacomeli e Sucomine (2009) definem o clima urbano como o conjunto de características morfoclimáticas presentes na área urbana, indicado pelas alterações nas taxas de evapotranspiração, aumento da concentração de poluentes, alteração dos padrões de circulação do ar, os quais transformam as cidades em cenários que podemos caracterizar de estufas ou o surgimento de bolsões de calor e nas características térmicas das superfícies de recobrimento das construções, influenciando direta e indiretamente no conforto térmico das áreas urbanas.

Ashrae apud Lamberts, Ghisi e Papst (2000) conceituam o conforto térmico como um estado de espírito que reflete satisfação com o ambiente térmico que envolve a pessoa. Nogueira e Nogueira (2003) afirmam que o conforto térmico humano está diretamente ligado à produção de calor metabólico, aos parâmetros ambientais básicos e ao tipo de vestuário do indivíduo.

Lamberts, Xavier e Goulart (2011) afirmam que o conforto térmico é uma sensação humana que depende de fatores físicos, fisiológicos e psicológicos. Khedari *et al.* (2006) defendem a ideia de que o conforto térmico depende de fatores mensuráveis (como temperatura do ar, velocidade do vento, umidade do ar, entre outros) e de fatores não-mensuráveis (como estado mental, hábitos, educação, entre outros). Sendo assim, a sensação de conforto térmico pode variar bastante de uma pessoa para outra, mesmo que elas estejam sob as mesmas condições térmicas.

Viana (2013) defende a tese de que a verificação e busca pelo entendimento do conforto térmico perpassa pela identificação e mensuração das variáveis do local por meio estudos de técnicas e métodos, iniciando pela análise do planejamento e execução de um projeto arquitetônico. Posto isso, a maioria das edificações escolares municipais apresenta projetos arquitetônicos e sistemas construtivos mais ou menos padronizados, sem levar em conta as características da área e do clima.

A partir da padronização, os espaços de uma edificação escolar são organizados dentro de um determinado terreno. Dessa forma, muitos não levam em consideração a incidência da radiação solar durante o dia nas paredes das escolas, potencializando a formação de um microclima local dentro das escolas.

Muitas não atendem as condições mínimas de conforto requeridas pelos usuários, comprometendo o processo de ensino-aprendizagem, a saúde física e psicológica, além aumentar o consumo de energia elétrica para condicionar os ambientes devido a problemas de condensação e ventilação natural insuficiente. Todos estes fatores aliados conferem à maioria das edificações escolares públicas um espaço que não satisfaz as necessidades básicas de conforto térmico.



RESULTADOS E DISCUSSÃO

O processo de crescimento urbano de Barra do Corda afetou direta e indiretamente na construção do processo de uso e cobertura da, afetando nos registros da temperatura de superfície, ocasionados pela concentração da construção civil, ruas asfaltadas, aumento de veículos automotores e retirada da vegetação nativa.

A classificação de uso e cobertura da terra para área urbana de Barra do Corda foi possível com técnicas de geoprocessamento, identificando seis feições: formações florestais, formações savânicas e campestres, pastagens, corpos hídricos e área construída, conforme tabela 01.

Tabela 01: Classes de uso e coberta da terra para a área urbana de Barra do Corda

Classes	Área (Km ²)	%
Área construída (urbano)	14,56	34,08
Formação savânica	12,25	28,65
Pastagens	10,57	24,72
Formação florestal	3,36	7,87
Formação campestre	1,20	2,8
Corpos hídricos	0,80	1,87
Outros	0,01	0,03

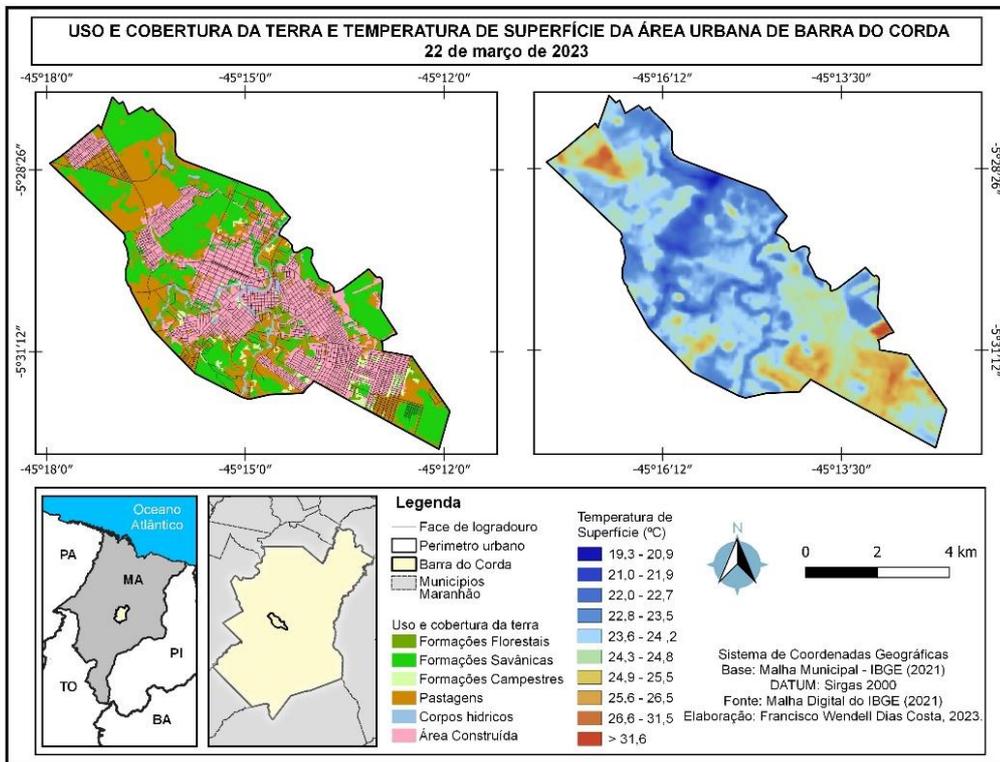
Fonte: registro da pesquisa, 2022-2023.

A área construída foi a classe de uso e cobertura que apresentou maior representatividade na área urbana de Barra do Corda, indicando edificações contínuas, habitações, rede de iluminação, calçamentos, abertura de loteamentos, dentre outras.

As figuras 01 e 02 demonstram a relação entre o uso e cobertura da terra e TST (Temperatura de Superfície Terrestre) da área urbana de Barra do Corda, em março e abril de 2023, indicando a influencia direta ou indiretamente das áreas construídas na temperatura.



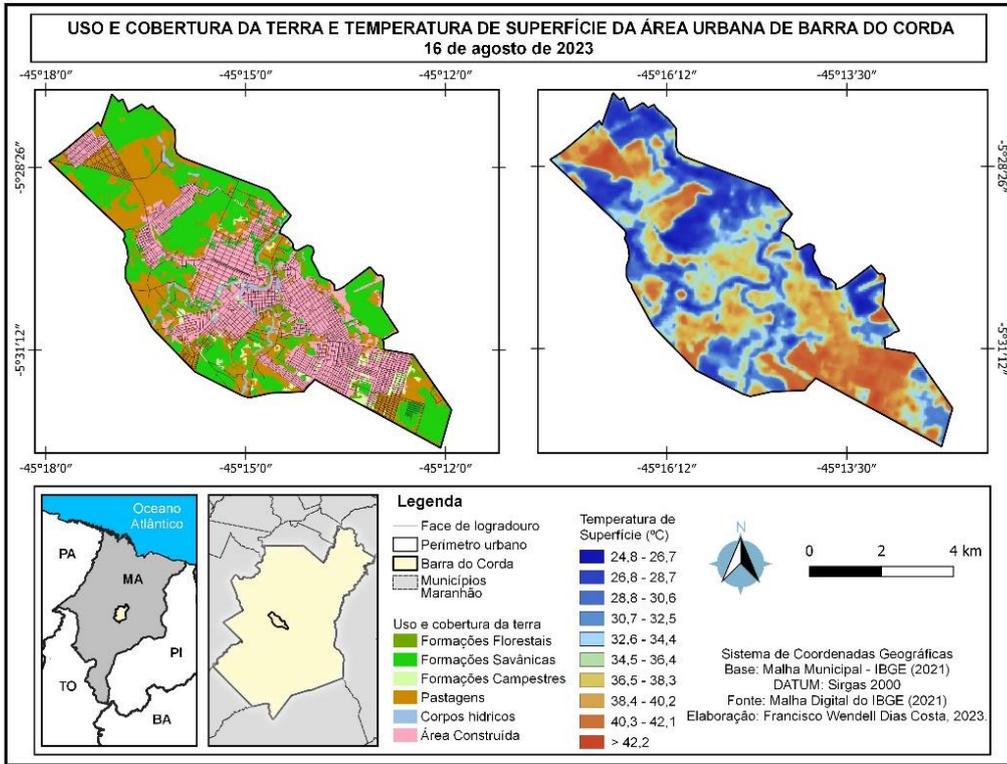
Figura 01: relação do uso e cobertura da terra e TST da área urbana de Barra do Corda, 22/03/2023



A figura 01 indica que as áreas de maior concentração urbana (denominada de área construída) foram as que apresentaram as maiores temperaturas de superfícies terrestres, sobretudo nas porções sudeste e noroeste do perímetro urbano de Barra do Corda. As localizações geográficas das escolas pesquisadas estão dispostas nas áreas de maiores incidência da temperatura de superfície. É notório que esses aspectos afetaram direta e indiretamente no conforto térmico dentro das escolas para o mês de março de 2023.

Por outro lado, a figura 02 demonstra um espalhamento das áreas de maiores temperaturas, com foco nas porções sudeste, noroeste e central do perímetro urbano de Barra do Corda, coincidindo com as áreas urbanas já efetivadas e nas áreas de expansão e crescimento do espaço urbano. No mês de agosto de 2023, o aumento da incidência de radiação solar, elevadas temperaturas atmosféricas, aumento das temperaturas de superfícies terrestres e a queda na umidade relativa do ar foram determinantes para o registro de altos níveis de desconforto térmico dentro das escolas municipais pesquisadas em Barra do Corda.

Figura 02: relação uso e cobertura da terra e TST da área urbana de Barra do Corda, 16/08/2023



Essa relação dos elementos demonstrados nas figuras acima é confirmada com a verificação e análise dos dados obtidos de temperatura atmosférica e umidade relativa do ar das escolas pesquisadas apresentaram os seguintes resultados, conforme quadro 01.

Quadro 01: IDT das Escolas Municipais de Barra do Corda-MA

Escolas	Período de Transição		Período Chuvoso		Período da Estiagem	
	16/11/2022		22/03/2023		16/08/2023	
	P ₁	P ₂	P ₁	P ₂	P ₁	P ₂
A	27,9°C	30,7°C	25,8°C	28,4°C	25,8 C	32,1°C
B	26,3°C	30,3°C	25,3°C	26,9°C	-	-
C	30°C	30,2°C	26,6°C	27,2°C	26,4°C	31,2°C
D	29,8°C	30,3°C	27,1°C	27,7°C	-	-
E	30°C	30,3°C	26,7°C	26,9°C	31,9°C	31,2°C

Fonte: registro da pesquisa, 2022-2023.

Sendo:

- P1: é a identificação dos termo-higrômetros dentro das salas e o P2 é o ponto que os aparelhos ficaram no pátio das escolas.

- A, B, C, D e E: são formas de indicar as escolas municipais de Barra do Corda sem citar os nomes das respectivas instituições para evitar conflitos de interesses e constrangimentos na comunidade em geral.

O IDT das 5 escolas ficou na classificação de parcialmente confortável, desconfortável e muito desconfortável. Porém, não houve, nos três períodos de mensurações, registro dentro da faixa 1 com indicativo nível confortável do ambiente escolar.

No período de transição (16/11/2022), o P1 das escolas A e B ficou dentro de salas climatizadas, com a presença de ar-condicionados ligados durante as medições nos dois momentos. Ainda sob influência de intensa radiação solar agindo na estrutura predial, os ar-condicionados não foram suficientes, tornando as salas desconfortáveis. Ao passo que, o P2 de todas as escolas mostrou nível de muito desconfortável, apresentando médias térmicas de 30,3°C e com umidade relativa do ar abaixo dos 50%.

As Estações Meteorológicas Oficial de Barra do Corda e do IFMA campus Barra do Corda, mostraram, respectivamente, 27,1°C e 28°C, influenciando direta e indiretamente nos valores coletados dentro das escolas, sobretudo pela estrutura predial de alvenaria, com baixa ventilação, formando um microclima dentro das escolas, proporcionando um ambiente com índice de conforto térmico muito desconfortável.

No período chuvoso (22/03/2023), todas as escolas apresentaram nos P2 índice de desconforto térmico como desconfortável, com médias térmicas entre 28,4°C e 26,9°C. Porém, esses valores foram menores que no período de transição.

A elevada umidade relativa do ar em Barra do Corda potencializou para altos índices pluviométricos registrados pelas duas estações meteorológicas automáticas. A estação oficial de Barra do Corda registrou 42mm/m³ e a estação do IFMA campus Barra do Corda indicou 48,5mm/m³, no dia 22/03/2023.

Mesmo com as chuvas intensas, queda parcial das temperaturas do ar e elevada umidade reativa do ar, o IDT no P2 nas escolas continuou como desconfortável. Porém, a intensa radiação solar sobre a estrutura predial não foi suficientemente para transformar o ambiente térmico totalmente desconfortável, devido à presença de nuvens formadoras de chuvas, que impediram parcialmente os raios solares chegassem até a superfície terrestre.

Apenas as escolas A e B apresentaram IDT na faixa de parcialmente confortável no P1, com médias térmicas de 25,5°C, pois são as únicas duas escolas pesquisadas, que possuem ar-condicionados nas salas de aula, indicando 16°C nos aparelhos.

No trabalho de campo do período da estiação (16/08/2023), as medições não foram realizadas nas escolas B e D, pois tiveram que ocupar outros prédios devido reforma da estrutura predial do local de origem. Dessa forma, a mudança de ambiente poderia interferir nos coleta dos dados, pois uma das escolas foi para um prédio com salas climatizadas com ar-condicionados.

As três escolas que foram pesquisadas no terceiro trabalho de campo apresentaram nos P2 Índice de Desconforto Térmico como muito desconfortável, com médias térmicas entre 31,2°C e 32,1°C.

Em agosto, a umidade relativa do ar apresentou médias entre 51% e 39%. No P1 da escola C foi registrado 38% de umidade relativa do ar às 17h00min., indicando um tempo quente e seco. Porém, no P1 da escola A, que possui salas com ar-condicionados, apresentou média de 51% na umidade relativa do ar com e temperatura do ar de 25,8°C, indicando um ambiente parcialmente confortável.

O IDT no P1 da escola C continuou como parcialmente confortável, pois a escola possui ar-condicionados nas salas de aula. Mesmo com a intensa radiação solar sobre a estrutura predial não foi suficiente para transformar o ambiente térmico desconfortável. Por outro lado, o IDT no P2 da escola A foi o maior entre as três escolas pesquisadas, sendo classificado como muito desconfortável.

A escola E foi a que apresentou os piores IDT, indicando 31,9°C no P1 e 31,2°C P2, mostrando um ambiente muito desconfortável. Essa mesma escola registrou 35,8°C às 15h00min. no P1, sendo a maior temperatura atmosférica entre as três escolas pesquisadas para o dia 16/08/2023.

A estação oficial de Barra do Corda e a estação do IFMA campus Barra do Corda não registraram índices pluviométricos para o dia 16/08/2023, confirmando que a baixa umidade relativa do ar e as elevadas temperaturas atmosféricas favoreceram para nenhum registro de chuvas.

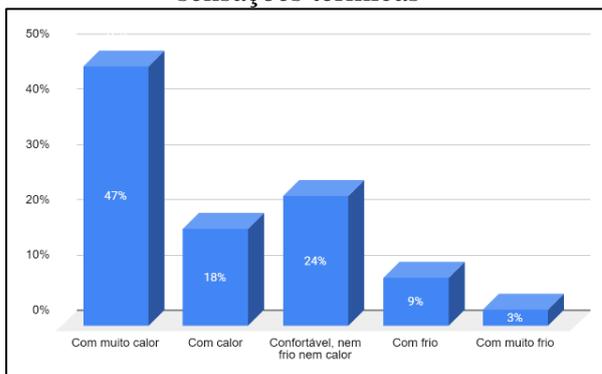
Os resultados apontaram que dos 316 alunos do 9º das cinco escolas apenas 34 quiseram participar da palestra e responder ao questionário, representando 1,08% dos alunos. Foram 20 meninas (58,8%) e 14 meninos (41,2%). Por outro lado, dos 444 servidores existentes nas 5 escolas, apenas 9 responderam ao questionário.



Sobre o conceito de conforto térmico, o aluno C respondeu que “depende de uma temperatura agradável, com ventilação boa para que o clima fique mais confortável. O aluno D amplia a discussão afirmando que “conforto térmico é uma sensação humana que depende de fatores físicos, fisiológicos e psicológicos”. Por outro lado, o aluno E complementa a discussão indicando que “depende dos fatores mensuráveis (como temperatura do ar, velocidade do vento, umidade do ar e outros) e de fatores não mensuráveis (como estado mental, hábitos, educação, entre outros).

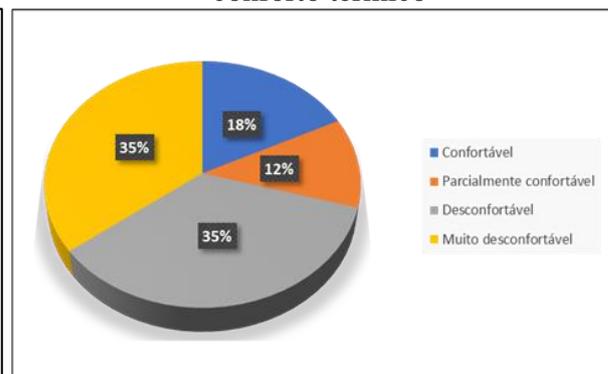
Foi perguntado como o aluno se sentia no momento da aplicação do questionário, os alunos responderam conforme gráfico 01. Logo em seguida, foi perguntado qual a opinião sobre o conforto térmico da sala que os alunos estudavam (gráfico 02).

Gráfico 01: diferentes níveis de sensações térmicas



Fonte: registro da pesquisa, 2023.

Gráfico 02: categorias de conforto térmico

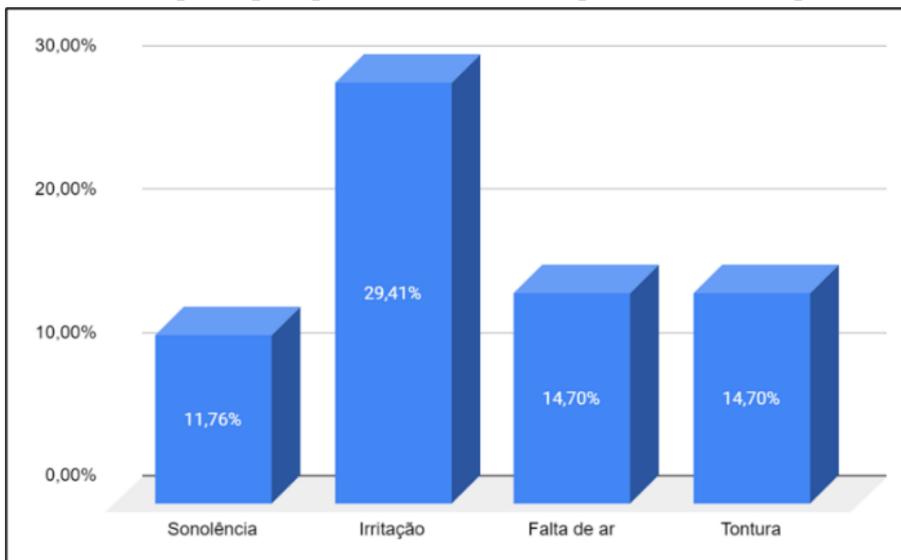


Fonte: registro da pesquisa, 2023.

Com relação como temperatura atmosférica no dia da aplicação do questionário está afetando o seu desempenho escolar, concentração ou comportamento, 75,59% dos alunos falaram sim está afetando o ensino-aprendizagem e 23,41% responderam que não afeta em nada os estudos, pois são alunos que estudam em escolas que possuem salas com ar-condicionados. Dos que responderam que apresentaram algum tipo problema na saúde devido a elevada temperatura, é possível verificar no gráfico 03. 82% dos alunos que relataram algum desconforto térmico, tiveram notas bimestrais sempre abaixo de 5,85.



Gráfico 03: principais problemas causados pela elevada temperatura



Fonte: registro da pesquisa, 2023.

Com relação da interferência da elevada temperatura no processo de ensino-aprendizagem, a aluna X respondeu dizendo que “quando uma temperatura que causa grande desconforto, a aprendizagem é mais difícil, pois dificulta a concentração”. O aluno Y complementa afirmando que “eu próprio sinto muitas dores de cabeça nos dias quentes, ai eu pergunto como vou aprender com esse calor?”. O aluno Y complementa afirmando que “eu próprio sinto muitas dores de cabeça nos dias quentes, ai eu pergunto como vou aprender com esse calor?”.

Sobre possíveis mudanças na estrutura predial das escolas para melhorar o conforto térmico e ajudar no ensino-aprendizado, o aluno A afirmou que “um ar-condicionado, com certeza mudaria o clima das salas”. Aluno B respondeu confirmando “ar-condicionado manteria o conforto melhor e eu poderia aprender mais”. O aluno C complementou afirmando que além da instalação do ar-condicionado, “a escola deveria pensar nos tecidos do uniforme porque é muito quente e com o calor a situação piora”. Portanto, ficou claro que os(as) alunos(as) relacionam sempre conforto térmico e melhoria do ensino-aprendizagem com ar-condicionado instalado nas salas de aula, sobretudo devido a cidade de Barra do Corda apresentar altas temperaturas durante o ano.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

A maioria das edificações escolares municipais apresenta projetos arquitetônicos e sistemas construtivos mais ou menos padronizados, moldados à mesma maneira em toda área urbana de Barra do Corda, sem levar em conta as características do clima local. Dessa forma,

não levaram em consideração a incidência da radiação solar durante o dia nas paredes das escolas, potencializando a formação de um microclima.

As elevadas temperaturas dentro das salas de aulas provocou maior sudorese, rápida desidratação, fadiga, tontura, dores de cabeça e elevação da pressão arterial, interferindo na concentração e no foco durante as aulas e avaliações. Essas características afetaram direta e indiretamente no processo de ensino-aprendizagem, que contribuíram para baixos rendimentos nas notas bimestrais dos alunos.

As escolas pesquisadas não atenderam as condições mínimas de conforto térmico necessárias para o desenvolvimento do ensino-aprendizagem, para a boa saúde física e psicológica. Portanto, para tentar promover o conforto térmico foi necessário a utilização de ar-condicionado nas salas, porém há aumento no consumo de energia elétrica.

É conveniente, ainda, definir através de desenhos arquitetônicos esquemáticos, soluções prévias de iluminação e ventilação naturais para salas de aula, ressaltando o uso de painéis solares, claraboias e telhado verde, medidas que busquem diminuir o gasto com energia elétrica e que potencializem o conforto térmico e o ensino-aprendizado nas escolas municipais da área urbana de Barra do Corda.

REFERÊNCIAS

CREPANI, E. *et al.* **Sensoriamento remoto e geoprocessamento aplicados ao zoneamento ecológico-econômico e ao ordenamento territorial.** São José dos Campos: INPE, 2001.

FLORENZANO, T. G. **Iniciação em sensoriamento remoto.** São Paulo: Oficina de Textos, 2011.

KHEDARI, J.; YAMTRAIPAT, N.; PRATINTONG, N.; HIRUNLABH, J. Thailand ventilation comfort chart. In: SILVA, P. C. P. da. **Análise do comportamento térmico de construções não convencionais através de simulação em VisualDOE.** 2006. 228 f. Tese de mestrado. Universidade do Minho, Portugal.

LANDSBERG, M. E. **The urban climate.** New York: Academia Press, 1981. 276p.

LAMBERTS, R, GHISI, E, PAPST, A. L. **Desempenho Térmico de Edificações.** Apostila. Universidade Federal de Santa Catarina. Florianópolis, 2000.

LAMBERTS, R; XAVIER, A. A.; GOULART, S. **Conforto e stress térmico.** LabEEE, UFSC, 2011.

MILLS, G; CLEUGH, H; EMMANUEL, R; ENDLICHER, W; ERELLE, E; MCGRANAHAN, G. N. G. E; NICKSON, A; ROSENTHAL, J; STEEMER, K. Climate



Information for Improved Planning and Management of Mega Cities (Needs Perspective).
Procedia Environmental Sciences, v.1, n.1, p.228-246. 2010.

MENEZES, P. R; ALMEIDA, T. (org.). **Introdução ao processamento de imagens de sensoriamento remoto**. Brasília: Ed. UnB, 2012.

MENEZES, P. R; MADEIRA NETO, J. S. (org.). **Sensoriamento remoto: reflectância dos alvos naturais**. Brasília: Ed. UnB, 2001.

MORAES, E. C. de. **Fundamentos de sensoriamento remoto**. São José dos Campos: Instituto Nacional de Pesquisa Espaciais, 2002. Disponível em: http://mtcm12.sid.inpe.br/col/Sid.inpe.br/2005/06.14.12.18/doc/CAPI_ECMoraes.pdf. Acesso em: 21 abr. 2016.

MONTEIRO, C. A. de F. **Teoria e clima urbano**. Série Teses e Monografias, São Paulo: USP/Igeog, n. 25. p. 181, 1976.

MONTEIRO, C. A de F. Teoria e clima urbano. In: **Clima Urbano**. São Paulo: Contexto, 2003. p. 9-68.

RANA, R; KUSY, B; JURDAK, R; WALL, J; HU, W. Feasibility analysis of using humidex as an indoor thermal comfort predictor. **Energy and Buildings**, Sydney, v. 64, p. 17-25, 2011. Disponível em: <https://publications.csiro.au/rpr/download?pid=csiro:EP134446&dsid=DS1>. Acesso em: 27 de fev. de 2022.

SANTOS, J. S. **Campo térmico urbano e a sua relação com o uso e cobertura do solo em uma cidade tropical úmida**. 2011. 108 f. Tese (Doutorado) – UFCG, Campina Grande: 2011.

SHAMS, J. C. A; GIACOMELI, D. C; SUCOMINE, N. M. Emprego da arborização na melhoria do conforto térmico nos espaços livres públicos. **REVSBAU**, Piracicaba–SP, v. 4, n. 4, p. 1-16, 2009. disponível em: <https://revistas.ufpr.br/revsbau/article/view/66445/38281>. Acesso em: 04 de marc. de 2022.

THOM, E. C. 1959. The Discomfort Index. **Weatherwise**, 12, 57-60. Disponível em: <https://scirp.org/reference/referencespapers.aspx?referenceid=1694667>. Acesso em: 01 de marc. de 2022.

TROPPEMAIR, H. **Metodologia simples para pesquisar o meio ambiente**. Rio Claro, SP: Edição do autor, 1988.

VIANA, S. S. M. **Conforto Térmico nas escolas estaduais de Presidente Prudente/SP**. 2013. 219 f. Tese (Doutorado em Geografia) – FCT/UNESP, Presidente Prudente-SP, 2013.