

VARIAÇÃO DE TEMPERATURA DO AR: UM ESTUDO COMPARATIVO E SEU IMPACTO NA APRENDIZAGEM EM DIFERENTES PERÍODOS DO ANO LETIVO

¹Sueleide Castro Fernandes

INTRODUÇÃO

O conforto térmico tem uma relação direta com a qualidade de vida das pessoas e, intensifica-se a necessidade de estar em ambientes confortáveis que promovam bem-estar. Garcia (1995) define conforto térmico como o conjunto de elementos que minimizam os mecanismos de autorregulação, criando uma zona térmica na qual a maioria das pessoas se sente bem. No ambiente escolar, o conforto térmico é essencial para que o processo de aprendizagem ocorra de forma satisfatória.

Compreende-se que o processo de aprendizagem se dá de forma gradativa, ajustando-se ao desenvolvimento do indivíduo, e está diretamente relacionado a diversos fatores, incluindo o conforto térmico. Humphreys, Rijal e Nicol (2013) propõem que o modelo adaptativo de conforto térmico se baseie nas modificações comportamentais adotadas para alcançar o conforto, e não na teoria da troca de calor. Neste sentido, Nogueira *et al.* (2005) apontam que a negligência em relação às necessidades básicas de conforto dos estudantes afeta negativamente o processo de ensino-aprendizagem e a saúde física e psicológica dos estudantes. Fernandes Filho *et al.* (2007) destacam que salas de aula devem prover condições saudáveis para alunos e professores, pois há uma relação direta entre a qualidade do ambiente e a aprendizagem dos estudantes.

No Brasil, muitos projetos arquitetônicos escolares desconsideram o clima local, resultando em desconforto térmico e, portanto, maior necessidade de condicionamento artificial. Kowaltowski (2001) afirma que até mesmo projetos bem planejados podem ser insuficientes em climas rigorosos. Os espaços edificados foram sendo construídos, entretanto, de acordo com a necessidade da escola, sem um planejamento adequado, gerando algumas adaptações de usos e improvisos no dia-a-dia, o que provocou prejuízos ao conforto ambiental da edificação escolar (Azevedo, 2002, 200 – 210p.).

Diante do exposto, aponta-se a importância da pesquisa no sentido de refletir sobre os efeitos da variação de temperatura do ar na aprendizagem dos estudantes do ensino médio, da EEEFM Rio Branco, situada no município de Patos - PB, considerando

¹ Mestra em Ciência da Educação pela Faculdade de Tecnologia e Ciências – FATEC. UF: SP. sueleidecastro16@gmail.com

diferentes períodos do ano, setembro/2023 período mais quente e maio/2024 período mais úmido e chuvoso. Embasada em uma abordagem teórico-metodológica interdisciplinar, que integra dados meteorológicos e resultados escolares, buscou-se compreender como os padrões climáticos sazonais afetam o desempenho cognitivo dos estudantes. Aiala, *et al* (2011, 3p.) apontam que em condições ambientais (temperatura e umidade) desfavoráveis, os alunos passam a experimentar sintomas neurofisiológicos, que estão ligados a perda da eficiência em processos de concentração e memorização, as quais são condições básicas para que haja rendimento escolar.

REFERENCIAL TEÓRICO

Define-se como homotermia, a propriedade de um corpo, que consiste em conservar uniforme sua temperatura do ar (Homotermia, 2024). De acordo com Frota e Schiffer (2003, 20p.), os seres humanos são homeotérmicos, mantendo sua temperatura corporal em torno de 37°C, com limites estreitos entre 36,1 e 37,2°C, e extremos de 32°C e 42°C em condições de enfermidade. Para proporcionar conforto térmico ambiental, Frota e Schiffer (2003) enfatizam a importância de adaptar projetos arquitetônicos ao clima local, para oferecer espaços com maior conforto e sensação térmica agradável, mesmo em climas severos.

O clima alterado pela cidade pode afetar diretamente a saúde e o bem estar da população, sendo possível, distinguir, nesta influência, inúmeras variáveis, dentre as quais o complexo térmico, que é formado pela temperatura do ar e umidade do ar, temperatura do ar radiativa e velocidade dos ventos (Andrade, 2005). De acordo com (Moura, 2008) os índices de conforto térmico são utilizados para medir a sensação de conforto e as trocas de calor entre o indivíduo e o ambiente. Para Frota e Schiffer, 2001, o bem-estar de uma pessoa está diretamente relacionado à capacidade do corpo de funcionar adequadamente sem ser afetado por variações de temperatura do ar, que causam cansaço e estresse, diminuindo a concentração e aumentando a propensão a erros.

Logo, sentir-se confortável é uma necessidade essencial para conseguir alcançar níveis adequados de aprendizagem e a qualidade do ensino está intrinsecamente ligada às condições físicas das salas de aula (Filho, 2007). O desconforto térmico influencia negativamente o processo de aprendizagem dos estudantes, impactando os resultados educacionais e a eficiência das atividades escolares.

Desta forma, a questão norteadora da pesquisa, perpassa por analisar os impactos que os padrões climáticos sazonais e as variações de temperatura do ar têm sobre a aprendizagem dos estudantes ao longo do ano escolar.

METODOLOGIA

Delimitou-se como método de pesquisa uma abordagem quantitativa e qualitativa, de acordo com Gil (2002), o desenvolvimento de produções científicas só se dá de maneira efetiva “[...] mediante o concurso dos conhecimentos disponíveis e a utilização cuidadosa de métodos, técnicas e outros procedimentos científicos”.

A proposta metodológica foi realizada a partir de um estudo preliminar, que se deteve em utilizar a aferição da temperatura do ar como um dos indicadores que interferem no desconforto térmico ao calor dos estudantes. De acordo com Kowaltowsk *et al.* (1999, 1 e 2p.) a maioria das escolas possuem ventilação e elementos de proteção solar inadequada, ocasionando uma isolação excessiva, essa condição, reflete negativamente no processo de ensino e aprendizagem.

Em consonância com esta afirmação, foi detectado que o ambiente de sala de aula pesquisado, recebe incidência direta de raios solares na parede voltada para o norte, possui uma medida de 7m30cm de largura por 7m30cm por metros de comprimento, totalizando 53,29m², dispõe de quatro janelas tipo basculante de 1,96 m de largura por 1,27 m de altura e uma porta de ferro medindo 2,12 m de altura por 82 cm de largura. Geralmente as janelas da sala que estão localizadas nesta direção, permanecem fechadas para impedir a entrada dos raios solares, ficando aberta apenas as janelas da direção sul, contudo, a sala fica sem circulação de ar. Na sala estão instalados 04 (quatro) ventiladores, sendo que 01 (um) não funciona.

Medir o conforto térmico nestas salas de aula e compreender qual a relação com o processo de aprendizagem dos estudantes é algo que só é possível, através da investigação in loco. Para Chevrier (1993, 50p.) “um problema de pesquisa se concebe como uma separação consciente, que se quer superar, entre o que nós sabemos, julgado insatisfatório, e o que nós desejamos saber, julgado indesejável”. Valores elevados de desconforto térmico positivo geram condições de estresse ao calor, o que influencia no bem estar e no agravo do estado de saúde das populações (Moura; Zanella e Sales, 2010).

Na realização da pesquisa, foram utilizados alguns parâmetros de estudo como: medidas de parâmetros ambientais térmicos, e avaliação de satisfação por questionários, ambos adaptados de acordo com a proposta feita para uma análise de conforto térmico

em sala de aula (Oliveira e Costa, 2014 e Marçal, *et al* 2018). A aplicação do questionário foi realizada através do Google Formulário, com perguntas semiestruturadas, a saber: 1. O que entendo por conforto térmico? 2. Qual a sensação térmica no momento da pesquisa? 3. Quando o calor está intenso, interfere no processo de aprendizagem? 4. Quando o conforto térmico ao calor está ao extremo, qual sua motivação para assistir aula? 5. Quando o conforto térmico ao calor está ao extremo, quais as consequências percebidas em sala de aula? O segundo parâmetro utilizado na pesquisa foi a aferição da temperatura do ar, para tanto, foi utilizado um termômetro modelo JZK-601 infravermelho.

De posse dos dados obtidos através do questionário e da aferição da temperatura do ar, procedeu-se uma análise quali-quantitativa de categorização, onde as informações coletadas foram analisadas e os resultados foram discutidos no intuito de compreender a sua relação com o processo de aprendizagem dos estudantes.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Sabendo que o conforto térmico tem influência direta nas ações cotidianas, buscou-se entender os impactos provocados por este desconforto na aprendizagem dos estudantes. Para tanto, foi feita aferição da temperatura do ar ambiente de uma sala de aula no período da tarde, como também, a aplicação de um questionário onde o estudante pôde apresentar sua percepção sobre esses impactos.

Tabela 1: Resultado da aferição de temperatura no ambiente pesquisado – mês de setembro/2023 e maio/2024.

Data	Hora	Temperatura na Sala	Data	Hora	Temperatura na Sala
04/09	16:15	36,2°C	07/05	13:20	30°
06/09	14:53	40,1°C	16/05	15:56	30,4°
14/09	15:36	37,6° C	22/05	16:05	30,9°
22/09	13:37	36,6C	24/05	14:03	31,1°
25/09	14:37	43,7°C	27/05	16:30	30,1°
26/09	16:16	39,4°C	29/05	14:30	31°

Fonte: Formulários Google elaborado pela autora. - Patos - PB – 2023/2024

A análise comparativa das temperaturas do ar em setembro de 2023 e maio de 2024 mostra um aumento significativo em setembro, com variações de 36,2°C a 43,7°C, enquanto em maio variaram de 30°C a 31,1°C. Isso indica que os estudantes enfrentaram condições de calor muito mais intensas no mês de setembro. Segundo Viana (2013), altas temperaturas em ambientes escolares podem comprometer o ensino-aprendizagem e a saúde física e psicológica dos alunos, além de aumentar o consumo de energia elétrica devido a problemas de condensação e ventilação insuficiente.

Observou-se que o mês de setembro, com uma média de temperatura do ar de aproximadamente 38,6°C, os estudantes puderam vivenciar uma diminuição significativa na produtividade e no desempenho das atividades escolares. Percebe-se que o calor excessivo pode causar fadiga mental, aumentando a irritabilidade e dificultando a assimilação de conteúdo. Lamberts, Xavier e Goulart (2008) afirmam que, devido à variação biológica entre as pessoas, é impossível que todos os ocupantes de um ambiente se sintam termicamente confortáveis. Por isso, busca-se criar condições de conforto para o grupo, visando alcançar um estado em que a maior porcentagem possível de pessoas estejam em conforto térmico.

Em contraste, a temperatura do ar mais moderadas registradas em maio, com média de cerca de 30,6°C, são mais favoráveis ao aprendizado. Nessas condições, os estudantes ficam mais confortáveis e menos distraídos, podendo se concentrar e participar melhor das aulas. A moderação térmica melhora o desempenho acadêmico e mantém a saúde e o bem-estar dos estudantes. Segundo Castro *et al.* (2012), temperaturas elevadas nas escolas dificultam a aprendizagem, tornando o ambiente menos propício para o estudo.

No que diz respeito as respostas obtidas através do questionário do Google Formulário, 33 estudantes do Ensino Médio, responderam à pesquisa e expuseram suas concepções e entendimento a respeito da temática em estudo.

Os dados coletados em setembro de 2023 e maio de 2024 revelam mudanças significativas nas percepções e comportamentos dos alunos em relação ao conforto térmico e seu impacto na aprendizagem. Em setembro de 2023, a maioria dos alunos (93,8%) relatou que a temperatura do ar estava muito quente, enquanto que apenas 6,3% se sentiam confortáveis. Em maio de 2024, essa percepção mudou drasticamente, com 82,4% dos alunos relatando sensação térmica confortável e apenas 17,6% relata o desconforto provocado pela elevação da temperatura do ar. Além disso, a compreensão do conforto térmico como uma condição de equilíbrio da temperatura do ar aumentou de 81,3% em setembro para 94,1% em maio, indicando uma maior conscientização sobre o tema ao longo do tempo.

O impacto do desconforto térmico na aprendizagem também variou significativamente entre os dois períodos. Em setembro de 2023, todos os estudantes (100%) afirmaram que o calor intenso interferia na concentração durante as aulas, enquanto em maio de 2024, essa porcentagem diminuiu para 76,5%. Em maio, 23,5% dos estudantes relataram que aprendem normalmente, independentemente do calor, grupo

inexistente em setembro. Essa mudança reflete como as condições térmicas mais amenas percebidas no mês de maio contribuíram para um menor impacto negativo na concentração e na aprendizagem. Quando confrontados com o desconforto térmico extremo, 62,5% dos alunos no mês de setembro de 2023 relataram estar sem nenhuma motivação para assistir às aulas, porcentagem esta que caiu para 29,4% em maio de 2024. Frota e Schiffer (2003, p.17) complementam que o “homem tem melhores condições de vida e de saúde quando seu organismo pode funcionar sem ser submetido à fadiga ou estresse, inclusive térmico”.

As consequências percebidas do conforto térmico ao calor em setembro de 2023 e maio de 2024, mudaram consideravelmente. Em setembro de 2023, todos os estudantes (100%) associaram o conforto térmico ao calor à indisciplina, enquanto em maio de 2024, esse número caiu para 76,5%. Além disso, a porcentagem de estudante que conseguia aprender apesar do calor extremo aumentou de 10% para 23,5% em maio/2024. Isso indica que, embora o conforto térmico ao calor seja um problema, suas manifestações variam com a intensidade e a frequência. Nogueira *et al.* (2005, 43-47p.) destacam a importância de desenvolver intervenções específicas e adaptar a infraestrutura escolar para melhorar o conforto ambiental e a qualidade do ensino.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

A escola onde a pesquisa foi realizada, está localizada na cidade de Patos – PB, município pertencente ao semiárido nordestino, área geográfica afetada pelo polígono das secas e que apresenta temperatura do ar elevadas durante todo ano. O estudo serviu para refletir sobre os padrões climáticos sazonais e os efeitos da variação de temperatura do ar na aprendizagem dos estudantes

Neste sentido, pode-se constatar que a temperatura do ar mais elevada em setembro resultou em um desconforto significativo ao calor, afetando negativamente a concentração e a motivação dos estudantes, enquanto que a temperatura do ar estando mais amena no mês de maio melhorou perceptivelmente o conforto térmico, a motivação e o desempenho escolar dos estudantes. Isso destaca a importância de controlar o ambiente térmico nas escolas para otimizar o processo de aprendizagem e o bem-estar dos alunos ao longo do ano letivo.

Logo, constatou-se que há uma grande urgência em se pensar em alternativas que possibilitem a minimização do problema gerado pelo desconforto térmico. Para tanto, se faz necessário que haja um aprofundamento nas pesquisas, pois a temperatura

do ar elevada continuará existindo e junto a ela, as consequências negativas no desempenho da aprendizagem dos estudantes. A educação precisa estar a serviço do estudante, e a este, é necessário que seja proporcionado condições efetivas de aprendizagem (Castro, 2023).

Por fim, compreendeu-se que é possível diminuir o desconforto térmico nas salas de aula, para tanto, se faz necessário que sejam criados espaços de discussão, que a comunidade seja envolvida no processo e que seja traçado um plano com alternativas exequíveis, essa ação, certamente tornará o ambiente de sala de aula mais saudável, inclusivo e propício para que a aprendizagem aconteça de forma satisfatória.

REFERÊNCIAS

AIALA, C.P.M. et al. *Estudo sobre a influência climática no rendimento escolar dos alunos do ensino fundamental II, no município de Conceição do Araguaia*. II Congresso Brasileiro de Gestão Ambiental. 2011. Disponível em: www.ibeas.org.br/congresso/Trabalhos2011/XI-014.pdf. Acesso em: 13/06/2024.

ANDRADE, H. O. Clima urbano- natureza, escalas de análise e aplicabilidade. *Finisterra, Revista Portuguesa de Geografia*, XL, 80, p.66-91, 2005.

AZEVEDO, G.A.N. *Arquitetura escolar e educação: um modelo conceitual de abordagem interacionista*. Tese (Doutorado em Ciências da Engenharia de Produção). Universidade Federal do Rio de Janeiro/RJ. 2002.

CASTRO, F, et al. Conforto térmico como indicador de aprendizagem em escolas de Ituiutaba/MG. *REVISTA GEONORTE, Edição Especial 2, V.1, N.5*, p.121 – 132, 2012. Disponível em: www.revistageonorte.ufam.edu.br/.../013_... Acesso em: 01 de novembro de 2012.

CASTRO, S.F. (Des)Conforto Térmico na Sala de Aula: Explorando sua relação com a Aprendizagem. IX ENALIC: Encontro Nacional das Licenciaturas. Lajeados, RS, 2023. Disponível em: <https://editorarealize.com.br/artigo/visualizar/104074>. Acesso em: 14/06/2024.

CHEVRIER, J. (1993). “La spécifications de la problématique” In: GUATHIER, b. (org). *Recherche sociale – De la problematique à la collecte des données*. 2. Ed. Quebec: Presses de l’Université du Quebec, p. 49-76.

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.

FILHO, E.F.C.; SILVA, E.C.S.; SILVA, L.B.; COUTINHO, A.S. Avaliação do conforto ambiental em uma escola municipal de João Pessoa. XI Encontro de extensão, X Encontro de iniciação à docência, João Pessoa, 2007.

FROTA, A. B.; SCHIFFER, S. R. Manual de conforto térmico. São Paulo: Studio Nobel, 2001.

_____, Anésia Barros; SCHIFFER, Sueli Ramos. Manual de Conforto Térmico. São Paulo: Studio Nobel, 2003.

GARCÍA, Felipe Fernández. Manual de climatología aplicada: clima, medio ambiente y planificación. Síntesis, 1995.

GIL, A. C. Métodos e técnicas de pesquisa social. 5.ed. São Paulo: Atlas, 2002.

HEMOTERMIA. In: DICIO, Dicionário Online de Português. Porto: 7Graus, 2009-2023. Disponível em: < <https://www.dicio.com.br/homotermia/>>. Acesso em: 25/05/2024.

HUMPHREYS, M.A.; RIJAL, H.B.; NICOL, J.F. Updating the adaptive relation between climate and comfort indoors; new insights and an extended database. Building and Environment, v. 63, p. 40-55, 2013.

KOWALTOWSKI, D.C.C.K, et al. *Melhoria do conforto ambiental em edificações escolares na Região de Campinas*. In: V Encontro Nacional de Conforto no Ambiente Construído e II Encontro Latino-Americano de Conforto no Ambiente Construído. Fortaleza/CE. 1999

_____, Doris C. C. K. Divulgação do conhecimento em conforto Ambiental. São Paulo. ENTAC 2001.

LAMBERTS, R; XAVIER, A, A, P; GOULART, S. Conforto e stress térmico Florianópolis/SC: Departamento de Engenharia Civil/UFS- Laboratório de Eficiência Energética em Edificações, 2008. 108p. Disponível em <http://www.labeee.ufsc.br>. Acesso em: 24/05/2024.

MARÇAL, et al. Relevância e percepção do conforto térmico no processo de aprendizagem em sala de aula. B. Téc. Senac, Rio de Janeiro, v. 44, n. 2, maio/ago 2018. Disponível em: www.repositorio.ufop.br/bitstream/123456789/10898/1/ARTIGO_Relev%C3%A2nciaPercep%C3%A7%C3%A3oConforto.pdf. Acesso em: 14/06/2024.

MOURA, M. O. O clima urbano de Fortaleza sob o nível do campo térmico. Dissertação de Mestrado apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Geografia (Educação) Ceará: Universidade Federal do Ceará, 2008.

_____, M. O., ZANELLA, M. E., SALES, M. C. L. Conforto Térmico em Fortaleza-CE. Revista da ANPEGE. v.6, p.177 - 189, 2010.

NOGUEIRA, M.C.de J.A. et al. *Conforto térmico na escola pública em Cuiabá-MT: estudo de caso*. In: Revista eletrônica do mestrado em educação ambiental. v.14.2005

OLIVEIRA, S de; COSTA, C. da S. Análise do conforto térmico em uma sala de aula. Conexão ci.,r. cient. UNIFOR-MG, Formiga, v.9 n. 1, p.74-84, jan/jun. 2014. Disponível em: <https://www.researchgate.net/publication/321786439>. Análise do conforto térmico em uma sala de aula. Acesso em: 14/06/2024.



XXX

**Simpósio Brasileiro
de Geografia Física Aplicada**

IV Encontro Lusofrancês de Geografia Física e Ambiente

VIANA, Simone S. M. O Conforto térmico nas escolas estaduais de Presidente Prudente/SP. Tese de Doutorado apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Geografia) Presidente Prudente: Universidade Estadual Paulista, 2013.