

CONFORTO TÉRMICO EM AMBIENTE ESCOLAR NA CIDADE DE CUIABÁ - MT: UM ESTUDO DE CASO DA ESCOLA MUNICIPAL PROFESSORA MARIA DIMPINA LOBO DUARTE

PABLINNE CYNTHIA BATISTA ANGELINI

Mestre em Física Ambiental. Doutoranda em Física Ambiental, Universidade Federal do Mato Grosso, Cuiabá – MT¹
pablinne.cynthiao6@gmail.com

JOSÉ CARLOS UGEDA JÚNIOR

Doutor em Geografia. Professor do Departamento de Geografia da Universidade Federal de Mato Grosso, Cuiabá – MT¹
ugedajunior@gmail.com

RESUMO: O conforto térmico ambiental vem se tornando uma preocupação nos últimos anos. As edificações escolares municipais e estaduais apresentam padrões arquitetônicos geralmente similares em todo país, sendo desconsiderado as características climáticas da região. As condições climáticas do município de Cuiabá – MT são rigorosas, com temperaturas médias anuais próximas a 25°C. O ambiente escolar exerce influência no desempenho dos estudantes em seu processo de ensino-aprendizagem. Assim o objetivo desse artigo foi analisar o ambiente escolar e as condições de conforto e desconforto térmico, através da aplicação do Índice de Temperatura Efetiva bem como as percepções dos estudantes. A aplicação do índice de temperatura efetiva demonstrou que ambientes climatizados oferecem melhores condições de conforto, proporcionando aos alunos um melhor desempenho escolar. A aplicação do índice subjetivo evidenciou o predomínio de sensação de conforto na sala com ar condicionado e o predomínio da sensação de desconforto na sala sem ar condicionado.

Palavras-chave: Ambiente Escolar; Conforto Térmico; Percepção Térmica.

THERMAL COMFORT IN A SCHOOL ENVIRONMENT IN THE CITY OF CUIABÁ - MT: A CASE STUDY OF THE MUNICIPAL SCHOOL TEACHER MARIA DIMPINA LOBO DUARTE

ABSTRACT: The environmental thermal comfort has become a concern in recent years. Municipal and state school buildings have generally similar architectural patterns across the country, disregarding the climatic characteristics of the region. The climatic conditions of the city of Cuiabá - MT are strict, with average annual temperatures close to 25 ° C. The school environment influences students' performance in their teaching-learning process. So the objective of this article was to analyze the school environment and the conditions of thermal comfort and discomfort, through the application of the Effective Temperature Index as well as the students' perceptions. The application of the effective temperature index demonstrated that air-conditioned environments offer better conditions of comfort, providing students with better school performance. The application of the subjective index showed the predominance of a feeling of comfort in the air-conditioned room and the predominance of discomfort in the room without air conditioning.

Keywords: School Environment; Thermal Comfort; Thermal Perception.

CONFORT TÉRMICO EN EL AMBIENTE ESCOLAR DE LA CIUDAD DE CUIABÁ: UN ESTUDIO DE CASO DE LA ESCUELA MUNICIPAL DOCENTE MARIA DIMPINA LOBO DUARTE

RESUMEN: El confort térmico ambiental se ha convertido en una preocupación en los últimos años. Los edificios escolares municipales y estatales tienen patrones arquitectónicos generalmente similares en todo el país, sin tener en cuenta las características climáticas de la región. Las condiciones climáticas de la ciudad de Cuiabá - MT son estrictas, con temperaturas medias anuales cercanas a los 25 ° C. El ambiente escolar influye en el desempeño de los estudiantes en su proceso de enseñanza-aprendizaje. Por lo que el objetivo de este artículo fue analizar el ambiente escolar y las condiciones de confort y incomodidad térmico, mediante la aplicación del Índice de Temperatura Efectiva así como las percepciones de los estudiantes. La aplicación del índice de temperatura efectiva demostró que los

¹ Endereço para correspondência: Avenida Fernando Corrêa da Costa, 2367, Boa Esperança. CEP: 78060-900. Cuiabá - MT.

ambientes con aire acondicionado ofrecen mejores condiciones de confort, brindando a los estudiantes un mejor desempeño escolar. La aplicación del índice subjetivo mostró el predominio de una sensación de confort en la clase climatizada y el predominio de la incomodidad en la clase sin aire acondicionado. **Palabras clave:** Ambiente escolar; Confort Térmico; Percepción Térmica.

Introdução

O conforto térmico ambiental vem se tornando uma preocupação mundial nos últimos anos e suas alterações são influenciadas por diferentes parâmetros como: vegetação, construções e fatores climáticos (COUTINHO et al., 2014). O conforto térmico ambiental está associado a temperatura do ar, umidade relativa, radiação solar, velocidade do vento, atividade desenvolvida e a vestimenta utilizada, resultando em uma sensação de bem-estar (RORIZ, 1987). Desta maneira, espaços com temperaturas e umidade desfavoráveis tornam os ambientes inadequados, causando desconforto térmico, influenciando diretamente na qualidade de vida e saúde da população.

Atualmente 55% da população mundial vive em áreas urbanas (ONU, 2019). No Brasil essa porcentagem salta para 84,4% (IBGE, 2020). FREY et al., 2007 destacam que nos espaços urbanos a vida e as condições ambientais têm se desenvolvido de maneira imprópria. No Brasil, a intensificação do processo de urbanização ocorreu de forma tardia, a partir da segunda metade do século XX. A industrialização e a modernização atraíram enormes contingentes de migrantes em busca de oportunidades de trabalho, caracterizando uma rápida expansão populacional em áreas urbanas (SANTOS, 1996).

Foram criadas a partir de 1960, políticas de incentivos à exportação agroindustrial e créditos rurais, que teve como consequência a expansão das fronteiras agrícolas, a concentração da propriedade e o êxodo rural no país (BERNARDES, 2007). Neste contexto, o estado de Mato Grosso passou por uma rápida e crescente expansão demográfica impulsionada pelos programas de desenvolvimento do agronegócio (CUIABÁ, 2007).

O município de Cuiabá - MT torna-se a partir de então um polo de apoio aos fluxos migratórios cada vez mais intensos, aumentando sua população de aproximadamente 50 mil habitantes em 1960 para mais de 618 mil em 2010 (IBGE, 2020). A partir de 1960 o espaço urbano de Cuiabá - MT foi sendo (re)produzido, onde áreas de vegetação nativa foram sendo substituídas por áreas construídas. Neste sentido, estudos demonstram que a diminuição permanente e crescente das áreas verdes no espaço urbano, tem afetado consideravelmente o clima local e a qualidade de vida da população (LONDE e MENDES, 2014).

As condições climáticas do município de Cuiabá - MT são rigorosas, caracterizada por duas estações bem definidas: uma seca no período de inverno, e outra chuvosa, no período de verão (SANTOS, 2013). As temperaturas médias anuais estão normalmente próximas a 25°C, o que caracteriza um clima com temperaturas elevadas durante todo o ano. A localização geográfica do município é também um fator importante para seu rigor climático, pois caracteriza-se por uma área de depressão, cercada por chapadões, o que resulta em uma fraca circulação do vento (MAITELLI, 1994).

O rigor climático de Cuiabá - MT nos últimos anos tem sido acentuado em consequência da intensificação do processo de urbanização, que em geral, ocorre sem considerar as características naturais da região como o clima, e normalmente visam apenas o viés econômico. Neste sentido, o objeto desse artigo é analisar o conforto térmico em ambiente escolar, visto que a maior parte das edificações escolares, foram projetadas para realidades climáticas muito diferentes das encontradas no município.

As edificações escolares municipais e estaduais existentes, apresentam sistemas construtivos geralmente padronizados, como em todo país, sendo desconsiderado as características naturais da região, como o clima, para atender as necessidades de agilização das obras e diminuição de custos (NOGUEIRA et al., 2005). Neste sentido, observa-se que as

edificações dos ambientes escolares merecem atenção e um planejamento adequado, visto que as boas condições climáticas irão influenciar no desenvolvimento das atividades escolares, seja pelos alunos, docentes ou demais funcionários.

A concepção do ambiente escolar é muito complexa e com um nível de relevância bastante acentuado, considerando sua significância social no processo de formação de futuros cidadãos (AZEVEDO, 2002). Portanto, ao se projetar os ambientes escolares, o poder público deve levar em consideração as condições mínimas de conforto requeridas pelos usuários, pois esses espaços colocam em comprometimento o processo de ensino-aprendizagem dos alunos, sua saúde física e psicológica (NOGUEIRA et al., 2005).

Estudos demonstram que ambientes em situações climáticas desfavoráveis influenciam negativamente no rendimento dos seres humanos, seja em ambientes externos ou internos (COUTINHO FILHO et al., 2007). Assim, as condições climáticas encontradas nos ambientes externos ou internos irão influenciar positivamente ou negativamente em diversos fatores dos seres humanos assim como: na saúde, no bem-estar, na fisiologia, nas emoções, no comportamento humano e no desempenho das atividades diárias (VIANA, 2013).

O organismo humano reage a variação da temperatura corporal através de uma série de respostas fisiológicas de adaptação, onde muitos estudos demonstram que esse processo de adaptação (climatização) afeta o rendimento na execução de suas tarefas intelectuais e diminui sua produtividade. Sendo assim, as condições de conforto térmico encontradas pelos alunos na escola irão influenciar diretamente o seu processo de ensino-aprendizagem.

A escolha da Escola Municipal Professora Maria Dimpina Lobo Duarte para realização da pesquisa se justifica, pois, essa unidade escolar apresenta salas climatizadas e não climatizadas, elemento que permite a comparação entre elas. A escolha também está assentada em sua localização geográfica, visto que a escola está inserida na região sul do perímetro urbano, região essa que vivencia um acelerado crescimento urbano nos últimos anos e uma expressiva alteração de sua paisagem local. Outro motivo a ser considerado, foi padrão construtivo da escola, visto que a mesma possui uma “arquitetura moderna”, com a presença de poucas árvores em seu entorno.

O público estudado foram alunos de nível fundamental, do 4º ao 6º ano, com uma faixa etária que varia de 8 a 11 anos. A escolha de alunos de nível fundamental, inseridos na rede municipal de ensino para a aplicação dessa pesquisa, foi em função dos diferentes ambientes térmicos encontrados na escola, onde foram identificadas salas com ar-condicionado e salas sem ar-condicionado.

A faixa etária para respostas dos alunos ao questionário, está respaldada pela teoria de Piaget (1971). Segundo o autor, crianças de 6 a 12 anos encontram-se no estágio operacional concreto, onde a criança tem a capacidade de estabelecer relações e coordenar pontos de vistas diferente e de integrá-los de modo lógico e coerente.

De maneira geral, observa-se que processo de ensino-aprendizado é influenciado por diversos fatores, não somente ao conforto ambiental que está relacionado aos aspectos físicos e estruturais da escola, mas também se relaciona aos métodos pedagógicos, aos aspectos psicológicos e sociais do aluno. No entanto, essa pesquisa tem como objetivo analisar a influência da estrutura física do ambiente, assim como suas interferências na sensação de conforto térmico.

Características climáticas urbanas e de Cuiabá – MT

O clima em um dado local pode ser definido pelo conjunto de condições meteorológicas observadas durante um período de aproximadamente 30-35 anos (SILVEIRA, 2007). O clima de um lugar pode ser considerado como a integração de seus elementos com os fatores geográficos, que se verificam em escalas diferentes, abrangendo desde a macro até a

microescala. Para essa pesquisa o clima é entendido como a sucessão habitual dos tipos de tempo, conforme definido por Sorre.

O clima da região centro-oeste é predominantemente classificado em tropical continental, sendo o clima do estado de Mato Grosso considerado como quente e alternadamente seco - úmido, com duas estações bem definidas, um inverno (seco) entre os meses de abril a agosto e um verão (úmido) entre os meses de setembro a março, podendo ser divididas em três períodos distintos em função da temperatura (DUARTE, 2000, p.30):

- a) Estação seca e mais fresca, no inverno;
- b) Estação seca e mais quente, um pouco antes das chuvas;
- c) Estação úmida e quente, durante as chuvas no verão. (DUARTE, 2000, p.30)

Já os ambientes urbanos provocam alterações climáticas locais pela substituição de ambientes naturais por áreas construídas, gerando um aumento das temperaturas e uma redução da umidade do ar, dando origem a um clima particular, denominado clima urbano (LIMA e AMORIM, 2010). A cidade gera um clima próprio, sendo esse resultante da interferência de todos os fatores que se processa sobre a camada de limite urbano e que agem no sentido de alterar o clima em escala local.

Os efeitos mais diretos do clima urbano, são percebidos pela população através de manifestações capazes de desorganizar a vida da cidade e deteriorar a qualidade de vida de seus habitantes (MONTEIRO, 1976). Desta maneira, a cidade de Cuiabá, capital do estado de Mato Grosso, se destaca por ser uma das capitais mais quentes do país, com frequências diárias de temperaturas altas, sendo que nos meses mais quentes as temperaturas máximas podem ultrapassar os 40°C (NOGUEIRA et al., 2005).

Segundo França et al., (2015), existem dois fatores que contribuem para essa constatação: o quadro natural, como a continentalidade e o relevo de depressão relativa, e o quadro social, decorrente da intensa urbanização ocorrida nos últimos anos. Sendo assim, além das características climáticas da região centro-oeste, que tem a predominância do clima tropical continental, a localização geográfica da cidade influencia diretamente no seu rigor climático. Segundo Maitelli (1994) a depressão cuiabana, parte integrante da depressão do Rio Paraguai, compreende uma área rebaixada, localizada as margens do Rio Cuiabá, limitando-se ao sul do Pantanal Mato-Grossense. A oeste, noroeste e norte com a província Serrana e a leste com a Chapada dos Guimarães.

As crescentes alterações na cobertura do solo, decorrente da intensificação do processo de urbanização e da falta de planejamento urbano tem se tornado outro agravante nas alterações das condições climáticas locais a partir da década de 1980, pois segundo ROMERO (2001, p.43):

Os efeitos das complexas superfícies geométricas, a sombra e a orientação dos edifícios individuais, as propriedades térmicas e higrótérmicas dos edifícios, vias e outros elementos construídos, o calor do metabolismo e dos vários processos de combustão da cidade bem como os poluentes cedidos nas trocas do ar criam um clima diferente daquele das áreas não urbanas ou não construídas. (ROMERO, 2001, p.43):

O clima urbano de Cuiabá – MT e suas alterações em consequência da intensificação do processo de urbanização, já foi tema de diversas pesquisas ao longo dos anos, iniciando com Maitelli, Zamparoni e Lombardo em 1991, com a pesquisa intitulada *Ilha de Calor em Cuiabá/MT: uma Abordagem de Clima Urbano* e continua sendo discutido, pois suas alterações geram graves impactos socioambientais.

As substituições de ambientes naturais por superfícies com alto potencial de armazenamento de calor, como áreas construídas, causam mudanças significativas no balanço

de energia (GRIMMOND e OKE, 1999; GRIMMOND e OKE, 1995). As mudanças no balanço de energia ocorrem em função das alterações no balanço de radiação que se baseiam na primeira lei da termodinâmica, onde toda energia absorvida pela superfície irá aquecer o ar acima da superfície ou será evaporada com a umidade ou será armazenada nos materiais em forma de calor (GARTLAND, 2010).

A quantidade de radiação que será absorvida e refletida por determinada superfície irá depender de seus fatores termodinâmicos, expressos pelo albedo, emissividade, rugosidade da superfície, condutibilidade, difusividade e efusividade térmica da superfície (CALLEJAS et al., 2015). Os diferentes tipos de materiais que compõe determinado espaço, são formados por uma complexa estrutura de blocos de construção que produzem um mosaico de superfícies iluminadas e sombreadas, gerando diferentes trocas de energia, massa e momentum (FREY et al., 2007).

Sendo assim, o balanço de energia em um determinado local se dá de forma diferenciada e depende de diversos fatores, tais como: tipo e cor dos materiais utilizados nas edificações, densidade de construções, pavimentação, verticalização, presença de vegetação, entre outros (SANTOS, 2012). A vegetação desempenha um papel fundamental para a melhoria da qualidade ambiental na cidade em virtude da atenuação da radiação, diminuição da temperatura e aumento da umidade relativa do ar (OLIVEIRA, et al. 2013).

A vegetação influencia diretamente a temperatura ao bloquear a radiação solar direta, reduzindo a temperatura da superfície, a radiação de onda longa reemitida pelo solo e folhas e através da umidade que é liberado pelas folhas pelo processo de evapotranspiração (FREY et al., 2007; DURANTE e NOGUEIRA, 2013; OLIVEIRA et al. 2013). Sendo assim, a vegetação nas diferentes localidades desempenha diversas funções, que influenciam os aspectos sociais, culturais, econômicos e, sobretudo ecológicos, interferindo diretamente nas condições de conforto ambiental da sociedade (RAVEN et al., 2001).

Conforto térmico

Segundo Silva (2002) o conforto térmico não é um conceito exato, já que não implica um valor exato das variáveis microclimáticas ou de um estado fisiológico padrão, mas que variam bastante conforme a aclimatização particular de cada indivíduo em um determinado local. De acordo com Monteiro (1976), não somente os componentes termodinâmicos do clima são um referencial básico para a noção do conforto térmico urbano, mas que deve haver uma associação com os demais componentes do meio urbano.

Nesse sentido, além do estudo das variáveis climáticas, considerar-se-á o grau de transformação que os elementos urbanos (edificações, pavimentação asfáltica e o concreto) exercem sobre o clima da cidade e sobre as reações fisiológicas da sociedade. Assim, segundo a ASHRAE apud LAMBERTS et al. (1997: p. 41), conforto térmico é definido como "*um estado de espírito que reflete satisfação com o ambiente térmico que envolve a pessoa*". Se o balanço de todas as trocas de calor a que está submetido o corpo for nulo e a temperatura da pele e suor estiverem dentro de certos limites, pode-se dizer que o homem sente conforto térmico. Essa afirmação, contudo, é delicada, pois essa sensação é muito subjetiva, pois vai variar em cada indivíduo.

Portanto, um determinado ambiente que propicie absoluta neutralidade térmica à uma pessoa pode causar desconforto – sensação de frio ou calor – à outra. "*Um estudo de conforto térmico deve, portanto, ter como objetivo a obtenção de condições ambientais que propiciem sensação de conforto a um número maior de pessoas possível que estejam realizando determinado tipo de atividade*" (JABARDO, 1984: p. 3).

Lamberts et al. (2006) define conforto térmico como o estado mental que expressa a satisfação do homem com o ambiente térmico que o circunda. A não satisfação pode ser

causada pela sensação de desconforto pelo calor ou pelo frio, quando o balanço térmico não é estável, ou seja, quando há diferenças entre o calor produzido pelo corpo e o calor perdido para o ambiente. Sendo assim, os índices de conforto estão ligados a diversas variáveis: as características fisiológicas individuais, as condições ambientais e as condições subjetivas (psicológicas).

Conforme esclarece Carvalho (2006) as características fisiológicas individuais podem ser resumidas em:

- Hábitos alimentares - afetam o metabolismo e justificam as diferenças de dieta entre diferentes áreas geográficas;
- A idade – quanto mais idosa for uma pessoa maior a preferência por ambientes mais aquecidos;
- O sexo – as mulheres apresentam um metabolismo inferior ao dos homens, ou seja, produz menos calor, o que conduz a preferências, em termos médios, por ambientes um pouco mais aquecidos;
- A forma do corpo – a relação entre volume e superfície influencia na preferência térmica;
- A gordura do corpo – funciona como um isolante térmico;
- O estado de saúde – uma pessoa doente pode ter os seus limites de conforto muito estreitos;
- O vestuário – responsável pela alteração das trocas térmicas;
- Aclimatização dos indivíduos – o tempo de permanência do ser humano num determinado contexto climático tende a que este produza hábitos e alterações metabólicas (quantidade de sangue e de suor) enquanto respostas de adaptação térmica. Carvalho (2006)

O ambiente construído e as condições ambientais do seu entorno também desempenham um papel fundamental na sensação de conforto térmico do indivíduo, onde MASCARÓ e MASCARÓ (2009) apontam que:

A arquitetura, ao se situar na cidade, a mostra como sendo marco de sua própria razão de ser, mas ao mesmo tempo, esta inter-relação cria o ambiente projetado da cidade, ao qual a arquitetura deveria contribuir a melhorar. A ambiência urbana é consequência desta inter-relação. O clima urbano e seus microclimas não se explicam nem são compreendidos sem a intermediação da arquitetura que forma recintos urbanos, cujo sentido está em seu entorno (MASCARÓ e MASCARÓ, 2009, p.9).

As condições ambientais do entorno das construções que o indivíduo está inserido também irá contribuir para sua sensação de conforto ou desconforto térmico. De acordo com Frota e Schiffer (2003) compõem as variáveis ambientais do conforto térmico: a temperatura, a umidade, a velocidade do vento e a radiação solar incidente. Agregam-se a estas variáveis: a precipitação, vegetação, permeabilidade do solo, águas superficiais e subterrâneas, morfologia do relevo, entre outras características locais que podem ser alteradas pela presença humana.

Portanto, diante da crescente e desordenada urbanização vivenciada em várias regiões do país, muitos estudos vêm sendo realizados afim de avaliar os índices de conforto ou desconforto térmico dos indivíduos, seja em ambientes externos ou internos, pois estes estão diretamente relacionados a qualidade de vida da população. Partindo dessa perspectiva, vários estudos na área do conforto ambiental já foram realizados em ambientes escolares no Brasil, pois estudos dessa natureza tornam-se relevantes, sendo a escola um dos principais lugares em que os seres humanos adquirem competências e habilidades, a serem utilizadas na vida pessoal e profissional (VIANA, 2013).

Dentre os estudos já realizados, cita-se a pesquisa de Xavier (1999) que apresenta os índices ambientais e pessoais de conforto térmico e parâmetros de influência sobre o conforto térmico em estudantes de 2º grau em atividade escolar, na região de Florianópolis em Santa Catarina; o de Viana (2013) que analisou o conforto térmico nas escolas estaduais de Presidente Prudente/SP; e vários outros estudos realizados em Cuiabá – MT: como o de DURANTE (2000) que analisou o conforto ambiental de escolas estaduais em Cuiabá/Mato Grosso; o de Grzybowski (2004) que realizou uma avaliação pós-ocupação em uma escola pública em Cuiabá/MT, através da análise das condições ambientais dos locais utilizados por alunos, determinando índices ambientais e pessoais, através de entrevistas, e de análises de parâmetros de conforto térmico e de SANTOS (2008) que analisou o desempenho térmico e lumínico em uma escola pública na cidade de Cuiabá/MT, entre outros.

Índices biofísicos, fisiológicos e subjetivos que compõem o conforto térmico

Os estudos de conforto térmico pressupõem-se o conhecimento das variáveis envolvidas para a construção de “modelos de conforto térmico” (BOGO et al., 1994).

Com a finalidade de quantificar o comportamento humano ante o ambiente térmico, de acordo com o modelo teórico em estudo, são definidos índices que expressam esta relação de causa e efeito, com a utilização de valores numéricos representativos do fenômeno (BOGO et al., 1994, p.14).

De acordo com o modelo teórico proposto por Bogo et al. (1994), os índices de conforto térmico podem ser classificados em três tipos:

- Índices biofísicos – baseiam-se nas trocas de calor entre o corpo e o ambiente, correlacionando os elementos do conforto com as trocas de calor que dão origem a esses elementos;
- Índices fisiológicos – baseiam-se nas reações fisiológicas originadas por condições conhecidas de temperatura seca do ar, temperatura radiante média, umidade do ar e velocidade do ar;
- Índices subjetivos – baseiam-se nas sensações subjetivas de conforto experimentadas em condições em que os elementos de conforto térmico variam. (BOGO et al., 1994, p.21).

Segundo Bogo et al., (1994) a determinação do índice de conforto a ser utilizado na pesquisa, deve seguir alguns critérios:

- Para a definição de alguns desses índices são utilizadas ESCALAS DE CONFORTO que podem ser semânticas ou numéricas, montadas em termos de sensações subjetivas graduadas por conforto e desconforto térmico, relacionando-se tais graduações com os parâmetros físicos de estímulos. Com base nos índices, estabelecem-se as ZONAS DE CONFORTO TÉRMICO delimitadas graficamente sobre diversos tipos de nomogramas ou através de cartas e diagramas que delimitam os parâmetros físicos e definem o domínio do qual se estabelecem as ditas zonas de conforto térmico. Com base nas zonas de conforto térmico e elementos de previsão de comportamento térmico das edificações são definidas as CARTAS BIOCLIMÁTICAS, onde se associam três informações: O comportamento climático do entorno; A previsão de estratégias indicadas para a correção desse comportamento climático por meio do desempenho esperado na edificação; a zona de conforto. (BOGO et al., 1994, p.24).

Segundo Viana (2013), a utilização de índices para avaliar a situação de conforto de uma determinada área/localidade, seja aberta ou fechada, não é recente e existem estudos e aplicações em diversas partes do globo terrestre, o que inclui o “mundo” tropical. A determinação do índice de conforto que será aplicado deve levar em consideração as atividades envolvidas pelo indivíduo, em um determinado ambiente.

Em países tropicais, como o Brasil, existem vários índices que podem ser utilizados, dentre eles estão: as Cartas Bioclimáticas de: Olgyay (1963 e 1968), Givoni (1962 e 1998) e as Temperaturas Efetivas de: Yaglou e Houghthen; Temperatura Efetiva Corrigida, de Vernon e Warner; Índice de Conforto Equatorial ou Índice de Cingapura, de Web e, ainda, o Índice de Temperatura Efetiva de Thom (FROTA e SCHIFFER, 2003). Nesta pesquisa, foi utilizado o índice da temperatura efetiva proposto por Thom, sendo este criado em 1954, tendo como base as características fisiológicas, a temperatura e a umidade relativa para se determinar a zona de conforto estabelecida, entre 18,9°C e 25,6°C (VIANA, 2013).

A influência do conforto térmico no comportamento e aprendizagem dos alunos

O processo ensino-aprendizagem relaciona-se às condições externas ao indivíduo e às condições internas da pessoa que aprende (NOVAES, 1976). A compreensão de que a aprendizagem depende, em grande parte, dos acontecimentos que se realizam no ambiente com o qual o indivíduo interage, torna possível encará-la como uma ocorrência que pode ser examinada mais de perto e compreendida mais profundamente (DURANTE, 2000).

A eficiência da aprendizagem não está relacionada apenas as condições internas inerentes a personalidade e as questões didática-pedagógicas, mas também as questões da interação entre o estudante o ambiente.

Segundo Libâneo (1985), a escola funciona como modeladora do comportamento humano através de técnicas específicas, tais como, pedagógicas, psicológicas, econômicas e sociais. A ela compete organizar o processo de aquisição de habilidades, atitudes e conhecimentos específicos, úteis e necessários para os indivíduos.

A tarefa de concepção de um edifício escolar é muito complexa e com um nível de relevância bastante acentuado, considerando sua significação social tanto como objeto arquitetônico emblemático para determinada comunidade, como na sua relevância no próprio processo educativo, que tem em vista a formação de futuros cidadãos (AZEVEDO, 2002). A construção de uma edificação escolar deve ater-se a muitos fatores para que a sua função maior que é a educação, seja garantida.

Partindo dessa perspectiva, ao se elaborar um projeto de uma edificação escolar, vários requisitos devem ser analisados afim de se atender as exigências humanas quanto ao conforto térmico, a partir de determinada tarefa que será desenvolvida. Sendo assim, as características do clima local devem ser consideradas, assim como o controle da radiação solar (geometria solar, dispositivos de proteção solar, sombras, incidência da radiação solar), a climatização natural (fontes de calor e a ventilação natural) e a participação dos principais interessados (sociedade), levando em consideração os aspectos históricos, sociais e culturais do local da edificação (VIANA, 2013).

No entanto, observa-se que para redução de custos na elaboração dos projetos a maioria das edificações escolares municipais e estaduais apresenta padrões construtivos mais ou menos similares, moldados a mesma maneira em boa parte do país (NOGUEIRA et al., 2005). Nota-se que normalmente as edificações escolares não levam em consideração as características da área e as condições climáticas do local.

Certamente, estas condições interferem negativamente na motivação e concentração dos estudantes. Desta forma, faz-se necessário uma arquitetura escolar que tenha como preocupação o atendimento às necessidades de conforto térmico, principalmente,

proporcionando um ambiente agradável e que favoreça um aprendizado adequado (NOGUEIRA e NOGUEIRA, 2003). Segundo Coll, Palacios e Marchesi (1995), o desenvolvimento cognitivo e os processos de aprendizagem da pessoa perpassam pelos aspectos da motivação individual, do meio (ambiente em que está inserido o indivíduo), das relações sociais e efetivas, e da própria educação (social e formal – escola).

Para se obter uma boa qualidade no processo de ensino-aprendizagem não basta levar em consideração apenas a capacitação dos professores e as questões sociais dos alunos, mas também das condições físicas das salas de aulas e demais ambientes de interação dos alunos. Segundo Coutinho Filho et al., (2007) existe uma relação direta da qualidade térmica do ambiente com a produtividade em ambientes de trabalho, podendo se afirmar que as salas de aulas precisam prover aos alunos e aos professores condições saudáveis, garantindo a espontaneidade de uma das atividades mais importantes para a sociedade.

Portanto, Coutinho Filho et al., (2007) afirmam que:

[...] o excesso de calor dificulta a concentração, causa inquietação e afeta o desempenho dos mesmos. A umidade pode provocar sonolência e aumento de suor. Tais fatores, nem sempre diagnosticados, podem causar estresse e, depois de maior permanência, causar doenças mais complexas. Se as trocas de calor entre o organismo humano e o meio ambiente forem prejudicadas pode-se chegar ao ponto de ocorrer um estresse térmico. (Coutinho Filho et al., 2007, p. 28)

No estudo de Aiala et al., (2011) em Conceição do Araguaia/PA, durante o inverno, apontou que as crianças têm maior susceptibilidade aos efeitos do tempo seco já que, elas respiram maiores volumes de ar em relação ao peso corporal, e seus órgãos e tecidos estão em desenvolvimento. Os sintomas mais comuns, observados, foram inflamações no trato respiratório, olhos secos, dores de cabeça e tonturas.

Portanto, os efeitos conjugados ao período de aulas podem desencadear déficit de concentração e memorização comprometendo dessa maneira o rendimento escolar. E ainda, os autores apontaram 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 (AIALA, 2011).

Desta maneira, observa-se que a implementação de áreas verdes no entorno das escolas, no pátio, assim como melhor planejamento para ventilação natural e artificial e a utilização de materiais construtivos adequados ao clima local se tornam fundamentais para melhoria do conforto térmico refletindo positivamente na melhoria da aprendizagem, além de criar um ambiente mais agradável e mais prazível.

Caracterização da área de estudo

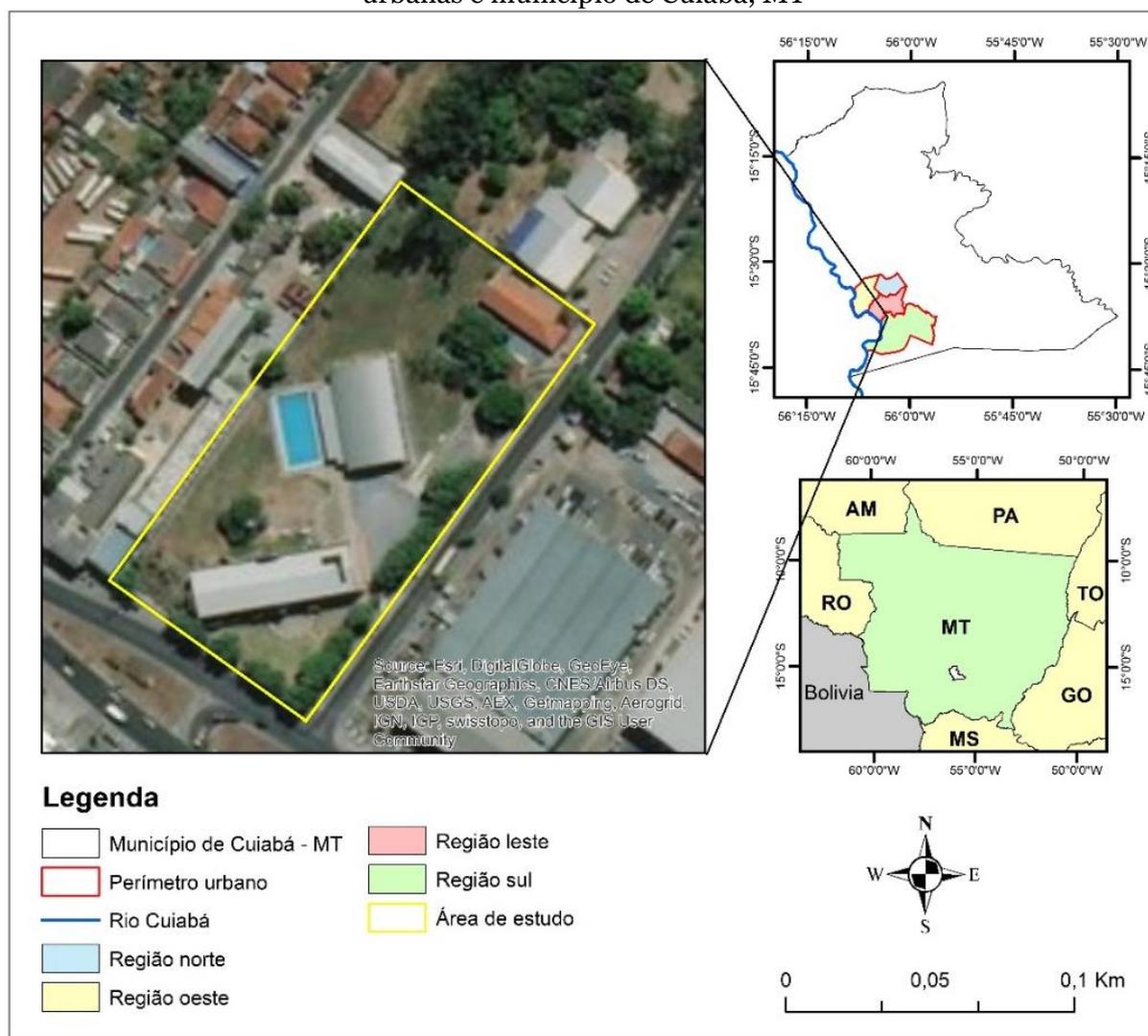
A cidade de Cuiabá, capital do estado de Mato Grosso, está localizada na região denominada depressão cuiabana, com altitude variando entre 150 a 220 metros, elemento que já garante temperaturas elevadas, e ainda associado a configuração geomorfológica do entorno, tem-se baixa velocidade do vento.

O município possui uma população estimada de 618.124 habitantes (IBGE, 2020), sendo 92% residente na área urbana. O município possui uma área de 3.538,17 km², sendo 254,57 km² de área urbana e 3.283,60 km² de área rural (CUIABÁ, 2010). A macrozona urbana de Cuiabá é dividida em quatro regiões administrativas (Figura 1).

A cidade situa-se na confluência de três importantes ecossistemas brasileiros, o Pantanal ao sul, o Cerrado ao seu entorno e a floresta Amazônica ao norte. Com um relevo

suavemente ondulada sendo drenada pelo Rio Cuiabá e seus afluentes, dos quais destaca o Rio Coxipó (MAITELLI, 2010). A cobertura vegetal predominante na região é o Cerrado, sendo que as matas mais densas são encontradas nas proximidades dos cursos d'água (CUIABÁ, 2012).

Figura 1 - Localização da área de estudo, perímetro urbano, distribuições macrozonas urbanas e município de Cuiabá, MT

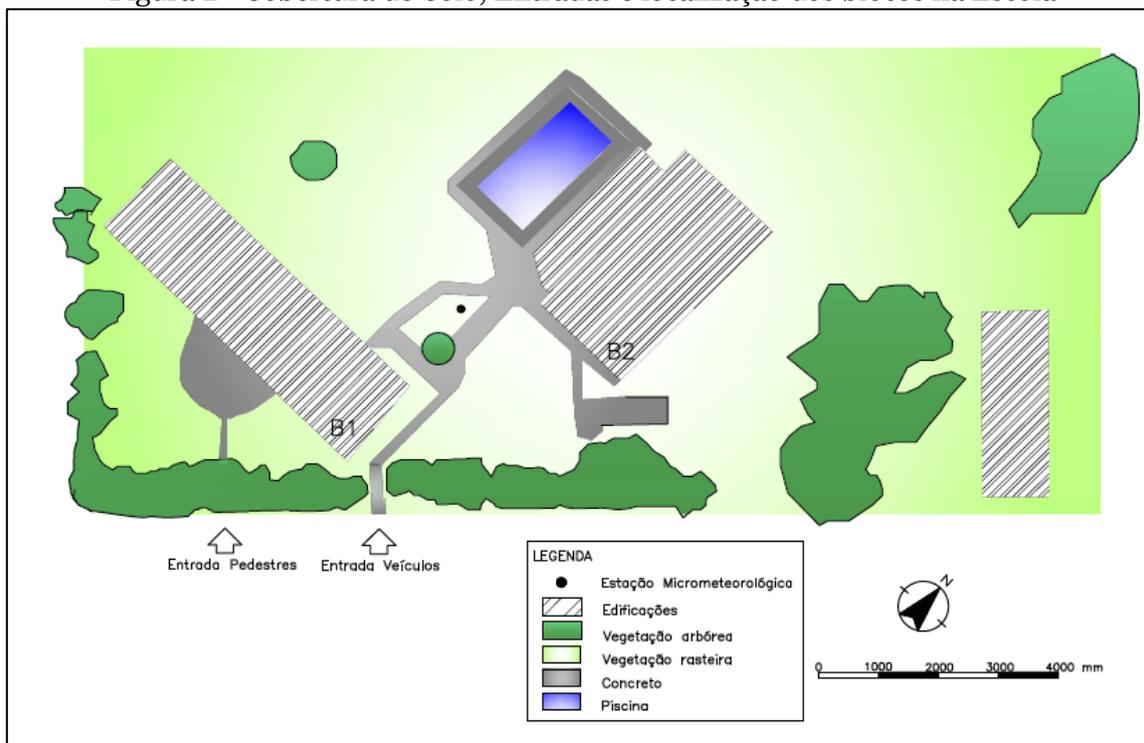


Fonte: Silva, 2017.

O clima regional é Aw de acordo com a classificação de Köppen, que representa um clima tropical semi-úmido, com duas estações bem definidas. A média anual de precipitação é de 1335 mm e seu regime apresenta dois períodos distintos, sendo uma estação seca de maio a setembro (outono-inverno) e uma estação chuvosa de outubro a abril (primavera-verão) (CHIARANDA et al., 2012). As temperaturas médias anuais oscilam entre 25 °C e 26 °C (BARROS e DE MUSIS, 2013).

A Escola Municipal Professora Maria Dimpina Lobo Duarte localiza-se na região sul da macrozona urbana de Cuiabá, funcionando como uma escola de ensino fundamental. A escola conta com uma área territorial de aproximadamente de 13.013 m², abrangendo dois blocos principais, B1 e B2 (Figura 2).

Figura 2 - Cobertura do Solo, Entradas e localização dos blocos na Escola



Fonte: Silva, 2017.

Observando-se a Figura 2, percebe-se que a escola possui uma grande área de vegetação rasteira, enquanto sua vegetação arbórea está concentrada no eixo norte-sul e nas extremidades do terreno. No bloco B1 está localizada a entrada principal para a escola, onde no mesmo há o setor administrativo e as salas de aula (Figura 3).

Figura 3 - Fachada principal da escola.



Fonte: Silva, 2017.

No bloco B1, piso inferior, está localizado o refeitório, cozinha e sanitários. Enquanto no piso superior localiza-se a coordenação, direção, secretária e as salas de aula. No bloco B2 está localizada a quadra coberta e os vestiários para o uso da piscina (Figura 4).

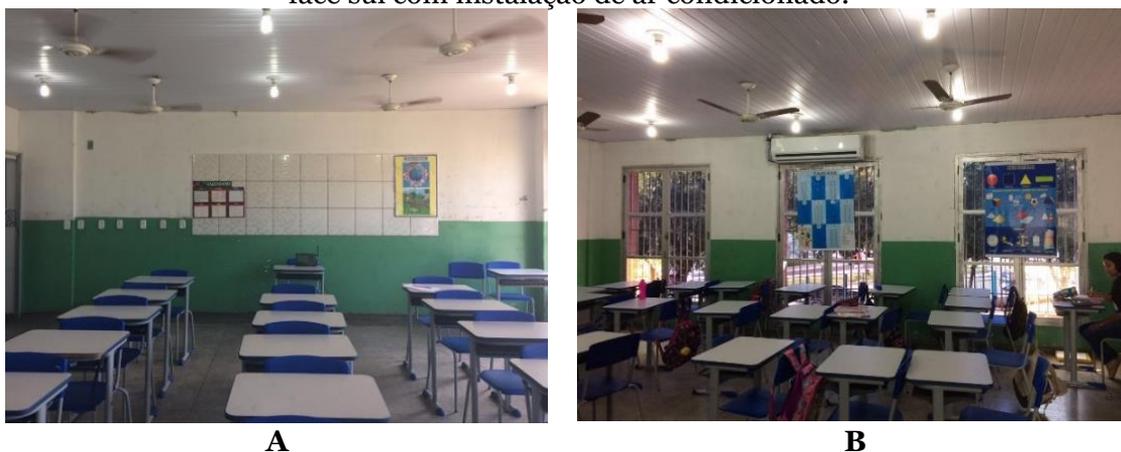
Figura 4 - Quadra, vestiários e piscina



Fonte: Silva, 2017.

As salas de aula estão localizadas no piso superior do bloco B1, com as janelas localizadas na face sul e/ou na face norte. Todas as salas de aula possuem janelas altas e ventiladores de teto, algumas possuem instalação de ar condicionado (Figura 5).

Figura 5 - Salas de aula (A) janela face norte sem instalação de ar condicionado (B) janela face sul com instalação de ar condicionado.



Fonte: Silva, 2017.

Percebe-se que apesar de haver vegetação arbórea nas extremidades da escola, não há proteção por meio de vegetação nas proximidades dos blocos, sendo que as áreas de convívio em sua maioria encontram-se com incidência de radiação solar direta. Mesmo o pátio externo que possui bancos para convivência acaba não sendo utilizado devido à falta de proteção de incidência solar. Os alunos acabam preferindo nas horas vagas permanecerem na sala de aula, na quadra coberta, ou encontrando proteção solar embaixo de algumas árvores mais afastadas.

De maneira geral, observa-se que a escola possui poucas árvores, principalmente próximo as áreas de convivências dos alunos, sendo que a vegetação exerce fundamental importância sobre os efeitos microclimáticos. As árvores são elementos fundamentais para a paisagem escolar e urbana, pois atua na melhoria da qualidade do ar, da água, dos solos e do clima, reduzindo calor devido ao sombreamento da superfície e elevando a umidade do ar devido à evapotranspiração (OLIVEIRA, 2011).

Gomes e Amorim (2003) afirmam que a vegetação é um importante componente regulador da temperatura, pois absorve com muito mais facilidade a radiação solar que é utilizada nos seus processos biológicos: fotossíntese e transpiração. Desta maneira, observa-se que a arborização urbana e escolar pode influenciar diretamente na condição microclimática local em dois níveis: no conforto térmico e na diminuição da energia consumida.

Sendo assim, observa-se que a arborização é de fundamental importância para o ambiente escolar, diante de sua contribuição positiva frente as necessidades térmicas de Cuiabá - MT. Atualmente, os novos padrões construtivos escolares não levam em consideração os aspectos ambientais e de conforto térmico existentes. Escolas são construídas apenas para atender à crescente demanda populacional, não sendo levado em consideração os prejuízos que sua estrutura física, assim como suas interfaces podem trazer para a saúde física e psicológica dos alunos.

A partir da década de 1980 com a marcha para o oeste, Cuiabá – MT vivenciou uma intensificação no processo de urbanização, que acarretou em uma necessidade urgente de escolas públicas que atendessem a demanda populacional. Sem um devido cuidado, escolas com padrões modernos e conflituosos foram sendo construídas, gerando então, inúmeras discussões e controvérsias.

Procedimentos metodológicos

COLETA DE DADOS

Os dados meteorológicos de temperatura e umidade relativa do ar foram medidos no período de 7 horas da manhã a 7 horas da noite, no dia 24 de fevereiro de 2017, sendo esse um dia típico para estação do ano presente (verão). Os dados foram coletados por meio de uma estação meteorológica fixa (Modelo: Davis Vantage Pro2) (Figura 6 - A) instalada no pátio da escola ($15^{\circ}37'S$ e $56^{\circ}3'W$), sincronizada a duas estações meteorológica sem fio (Figura 6 - B), que foram instaladas dentro de duas salas de aula, sendo uma com ar-condicionado e outra sem ar-condicionado.

Figura 6 - Equipamentos utilizados para coleta de dados.



A



B

Fonte: Silva, 2017.

As estações meteorológicas automáticas são amplamente utilizadas, pois oferecem resultados precisos, com repetições de até um segundo. O grande avanço desses sistemas de medição está relacionado a facilidade de operação e possível integração simultânea com outros sensores.

As medições das variáveis meteorológicas obtidas por meio das estações meteorológicas dentro e fora das salas de aula, tiveram como objetivo caracterizar o comportamento temporal das variáveis climáticas durante o período de medição e como dados de entrada para o cálculo do índice de conforto térmico. Posteriormente, os dados registrados e os resultados dos índices de conforto térmico foram correlacionados com as respostas obtidas pelos alunos em ambas salas de aula, afim de se verificar suas sensações térmicas e a zona de conforto ou desconforto térmico na qual estão inseridos.

ÍNDICE DE CONFORTO TÉRMICO

A escolha do índice de conforto térmico deve estar relacionada as condições ambientais existentes e as atividades desenvolvidas pelo indivíduo (FROTA e SCHIFFER, 2003). Com base na análise dos índices existentes e do material técnico disponível para realização desta pesquisa, foi utilizado o método proposto por Thom (1959), que trabalha com a Temperatura Efetiva (*TE*).

O índice de Temperatura Efetiva tem como base a temperatura de bulbo úmido e temperatura de bulbo seco para determinar a zona de conforto estabelecida, entre 18,9°C e 25,6°C. Considera-se zonas de desconforto térmico, temperaturas efetivas que estejam abaixo de 18,9°C (estresse térmico para o frio) e acima de 25,6°C (estresse térmico para o calor) (FIGURA 7). Desta maneira, este índice tem sido amplamente utilizado em diversos estudos em regiões tropicais, diante da sua simples aplicação e obtenção de resultados satisfatórios (LOURENÇO et al., 1997; VICENTI, 2001; SILVA, 2009; IKEFUTI, 2009; VIANA, 2013).). O cálculo da temperatura efetiva é obtido através da seguinte equação:

$$TE = 0,4 (T_{bs} + T_{bu}) + 4,8 \quad \text{Eq. (1)}$$

onde *TE* = Temperatura Efetiva, *T_{bs}* = Temperatura do bulbo seco e *T_{bu}* = Temperatura de bulbo úmido.

Além da temperatura efetiva de Thom (1959), também foi utilizado o Índice Térmico Subjetivo, que baseia-se nas sensações subjetivas de conforto experimentadas em condições em que os elementos de conforto térmico variam de acordo com os parâmetros físicos de estímulos (BOGO et al., 1994). Os índices subjetivos, foram propostos para ambientes tropicais e tem sido utilizado por diversos países, pois seus resultados são similares aos da temperatura do ar, demonstrando maiores alterações quando a umidade do ar se encontra mais elevada (VIANA, 2013).

ESTIMATIVAS DE TEMPERATURA DE BULBO ÚMIDO

O índice de temperatura efetiva proposto por Thom (1959) utiliza como base de cálculo a temperatura de bulbo seco e a temperatura de bulbo úmido. A temperatura de bulbo úmido, geralmente, é medida por psicrômetros em estações meteorológicas convencionais ou sensores portáteis digitais. No entanto, na maioria das estações meteorológicas automática esse parâmetro não é medido diretamente, sendo fator limitante para aplicação do método proposto por Thom (1959).

Diante disso, foi proposto um modelo de estimativa da temperatura de bulbo úmido a partir dos dados de temperatura do ar e umidade relativa. A construção do modelo foi feita a partir de dados meteorológicos de estações convencionais do INMET (Instituto Nacional de Meteorologia) da Cidade de Cuiabá – MT, do ano de 2013, tendo em vista que os anos seguintes apresentavam muitas falhas. Com os dados de temperatura de bulbo úmido, temperatura e

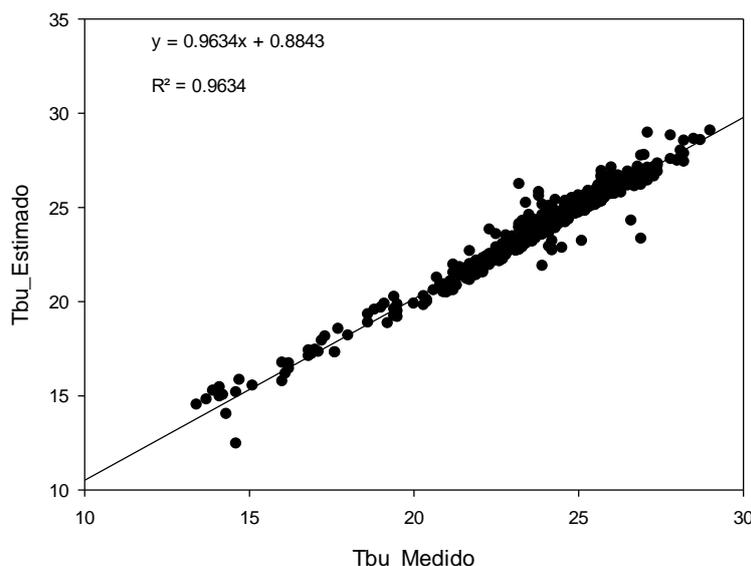
umidade relativa do ar foi feita uma regressão múltipla, visando a modelagem do fator dependente, nesse caso, a temperatura do bulbo úmido, obtendo-se a seguinte equação:

$$T_{bu} = -12.0957 + 0.9232 T_{bs} + 0.1482 UR \quad \text{Eq. (2)}$$

onde T_{bu} = Temperatura de bulbo úmido, T_{bs} = Temperatura do bulbo seco e UR = Umidade relativa do ar.

Os dados modelados foram correlacionados linearmente com os dados medidos do INMET obtendo um R^2 de 0.96, como aponta a figura (7):

Figura 7 - Relação entre temperatura do bulbo úmido medido (T_{bu_medido}) pelo INMET e temperatura do bulbo úmido estimado pelo modelo ($T_{bu_Estimado}$).



Fonte: Silva, 2017.

Diante disso, foi realizada a validação do modelo, que posteriormente foi aplicado aos dados horários de temperatura e umidade relativa do ar medidos dentro das salas de aula para estimativa das temperaturas de bulbo úmido.

PERCEPÇÃO DE CONFORTO TÉRMICO DOS ALUNOS

Os dados referentes a percepção de conforto térmico dos alunos foram realizados mediante questionário no período matutino (9h00) e no período vespertino (15h00) nas duas salas de aula com e sem ar condicionado, concomitantemente com as medições das estações meteorológicas. As perguntas foram aplicadas para alunos do ciclo intermediário do ensino fundamental do 4º ao 6º ano, que se encontram na faixa etária de 8 a 11 anos, sendo orientados a responder sobre a sua percepção térmica, não se deixando influenciar pelos demais participantes.

O questionário foi organizado a partir da associação de cores e perguntas sobre a sensação de conforto e desconforto sentida pelos alunos (Questionário -anexo 1). A associação de cores foi estabelecida como estratégia metodológica, afim de facilitar o entendimento dos alunos sobre a atividade a ser desenvolvida e uma leitura diferenciada das sensações a serem analisadas.

As cores utilizadas nos questionários dos alunos não foram escolhidas aleatoriamente, seguiram as normas estabelecidas pelas convenções cartográficas, onde se refere as cores quentes e as cores frias (HEIMSTRA e MCFARLING, 1978). Assim, a percepção da sensação

térmica foi estabelecida em tons de vermelho, amarelo, verde e azul, partindo do vermelho escuro para a máxima temperatura e azul para a mínima temperatura.

Resultados e discussão

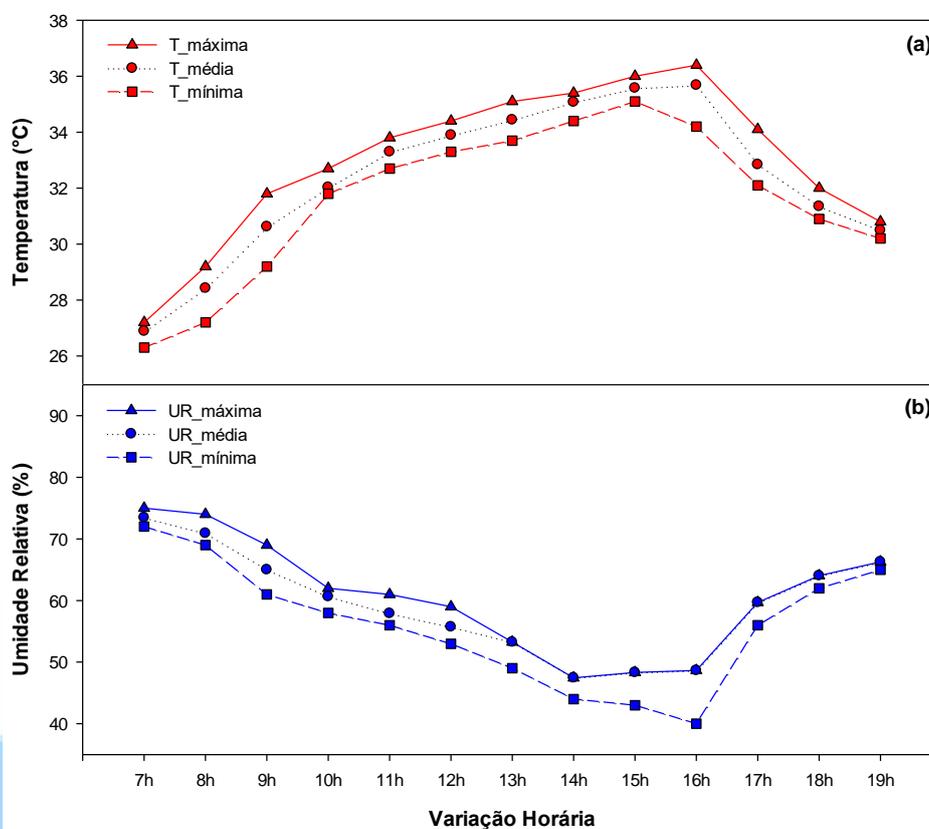
Em estudos de conforto térmico, comumente encontramos parâmetros centrais que são divididas em variáveis ambientais e variáveis humanas (LAMBERTS, 2005). As variáveis ambientais relacionam-se basicamente a temperaturas do ar e radiante, velocidade do vento e umidade relativa (LAMBERTS, 2005). Em se tratando de ambientes fechados, com pouca circulação de ar, a temperatura torna-se um dos principais parâmetros do conforto térmico, tendo em vista que a sensação térmica de determinado indivíduo será dada pela perda de calor do corpo do mesmo para o meio ambiente (LAMBERTS et al., 2000).

Dentre as variáveis que mais comumente são aplicadas em estudos de conforto, destacam-se a temperatura e umidade do ar. A ampla gama de equipamentos e dados disponíveis, associado a difusão de termohigrômetros facilitou a aplicação dessas variáveis em estudos desse gênero.

CARACTERIZAÇÃO DAS VARIÁVEIS AMBIENTAIS NO AMBIENTE EXTERNO

O comportamento das variáveis ambientais externas, advindas da estação meteorológica fixa pode ser observado na Figura 8. Os maiores valores de temperatura foram registradas as 15:00 e 16:00 horas.

Figura 8 - Variação da temperatura do Ar (a) e da umidade relativa do ar (b) fora da sala de aula



Fonte: Silva, 2017.

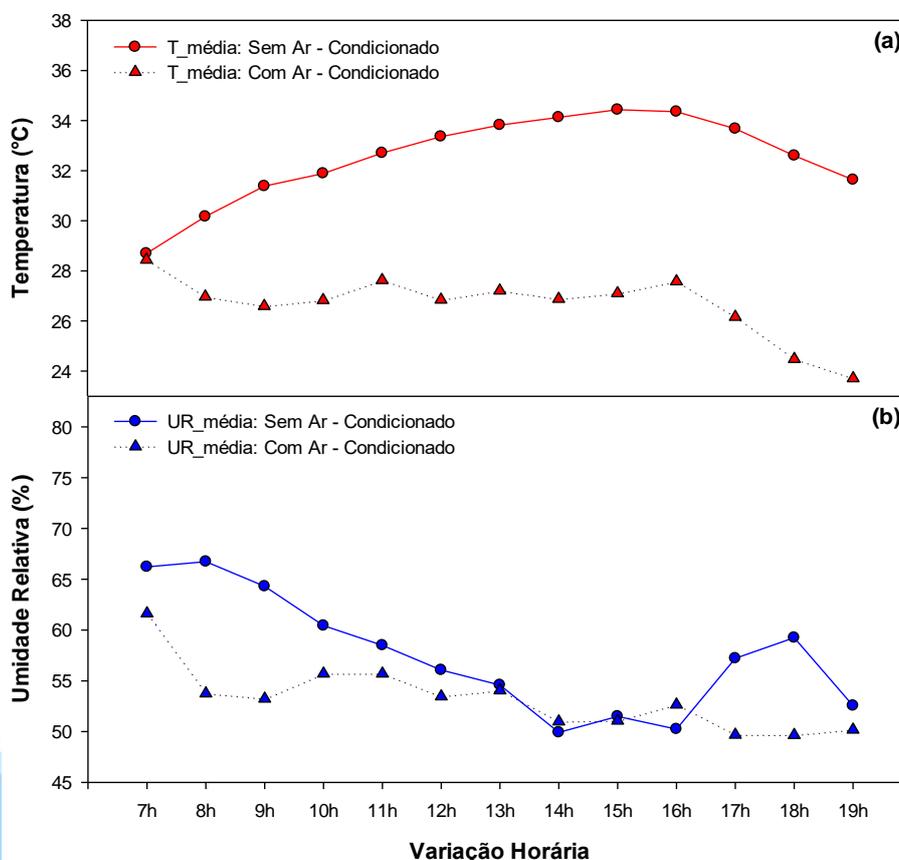
A estação meteorológica fixa registrou valores de temperatura do ar acima de 30°C a partir das 10 horas da manhã. A temperatura média diária registrada no período de estudo na estação fixa foi de 32,3°C (FIGURA 8 - A). Os menores valores de Umidade Relativa (UR) foram registrados as 16:00 horas, estando abaixo de 50%. A Estação meteorológica fixa registrou valores abaixo de 60 % entre 12: 00 as 17 horas com a UR média do período de estudo entono de 59%.

Para a Organização Mundial da Saúde (OMS), os valores ideais de umidade relativa do ar devem estar acima de 60%. A umidade relativa juntamente com a temperatura do ar, são parâmetros cruciais para o conforto ambiental, elevadas temperaturas com altas umidades impossibilitam a troca de calor e transpiração corporal, o que aumenta a sensação de calor (LAMBERTS et al., 2005). Elevadas temperaturas com baixa umidade causam desconfortos nasais, na pele e nos olhos (MESQUITA, 2005).

CARACTERIZAÇÃO DAS VARIÁVEIS AMBIENTAIS NO AMBIENTE INTERNO

O comportamento das variáveis ambientais dentro das salas de aulas estudadas pode ser observado na Figura 9. As maiores temperaturas do ar foram registradas na sala sem ar-condicionado, com valores acima dos 34°C as 15:00 horas. As menores temperaturas do ar foram registradas as 19 horas na sala com ar-condicionado, com valores entorno de 23,7 °C. A sala sem ar-condicionado teve média diária de 32,5°C e a com ar-condicionado média diária de 26,6°C, representando uma diferença de 5,9°C o que corresponde a uma diferença de 22% entre os dois ambientes (FIGURA 9 - A).

Figura 9 - Variação da temperatura média do ar (a) e da umidade média do ar (b) dentro das salas de aula



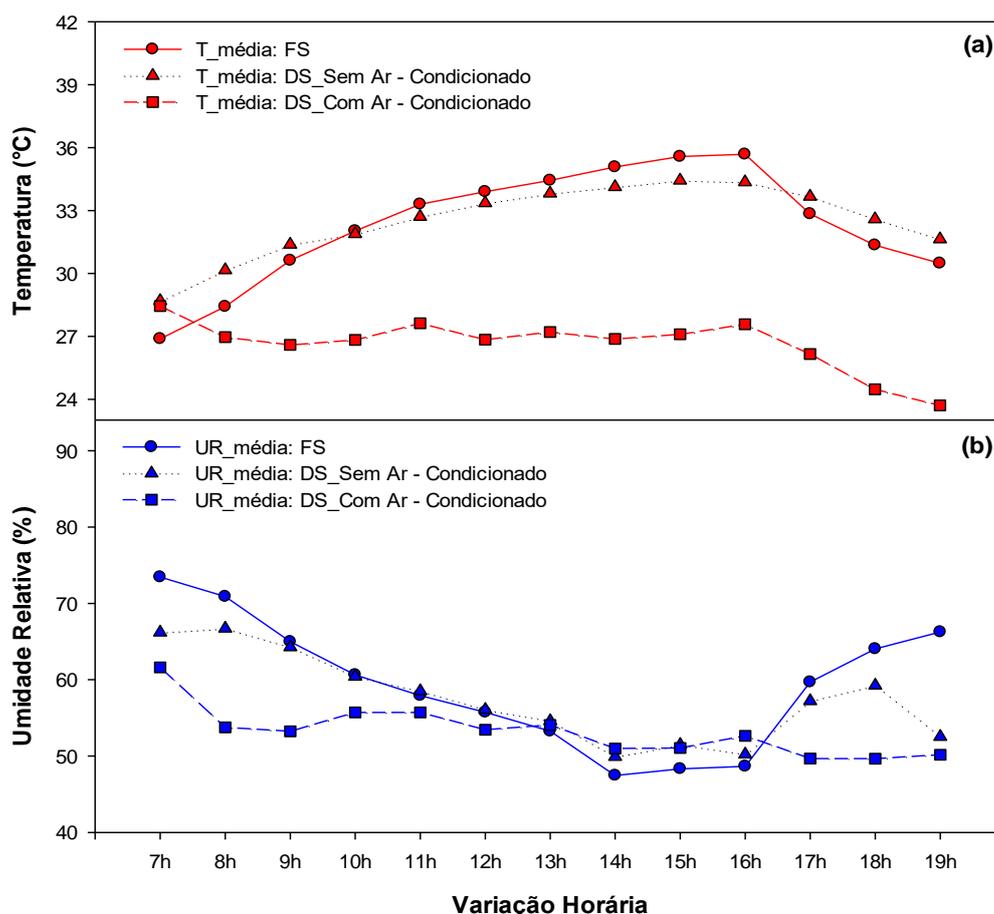
Fonte: Silva, 2017.

Os maiores valores de umidade relativa do ar (UR) foram registrados nas primeiras horas da manhã, com valores acima de 60% em ambas as salas. A diferença de UR entre as salas estudadas foi pequena, com maior média diária na sala sem ar-condicionado, entorno de 57,5%. A sala com ar-condicionado apresentou média diária de 53,2% de UR, ficando abaixo dos 60% em quase todo período de estudo (FIGURA 9 - B). A diferença de UR entre as duas salas foi em média de 4,3%, não correspondendo a amplitude da diferença encontrada na temperatura do ar.

Os valores relativamente próximos de UR entre as salas de aulas com e sem ar-condicionado podem ser explicadas pela ação dos aparelhos refrigeradores que retiram umidade do ar do ambiente refrigerado. Os aparelhos de ar-condicionado resfriam o ar do ambiente através de uma serpentina contendo gás (R-22) que é repetidamente aquecido, comprimido e resfriado. Com o resfriamento da serpentina a aproximadamente a 7°C o ar que entra em contato com a mesma atinge seu ponto de orvalho, ocorrendo a condensação do vapor d'água, que é retirado do ambiente em forma de água líquida.

A relação entre as temperaturas e umidade relativa pode ser observada na Figura (10). As temperaturas médias da estação fixa e da sala sem ar-condicionado apresentaram comportamentos semelhantes, com diferenças médias entorno de 0,5%.

Figura 10 - Variação média da temperatura do ar (a) e da umidade relativa do ar (b) fora da sala de aula (FS) e dentro das salas de aula (DS).



Fonte: Silva, 2017.

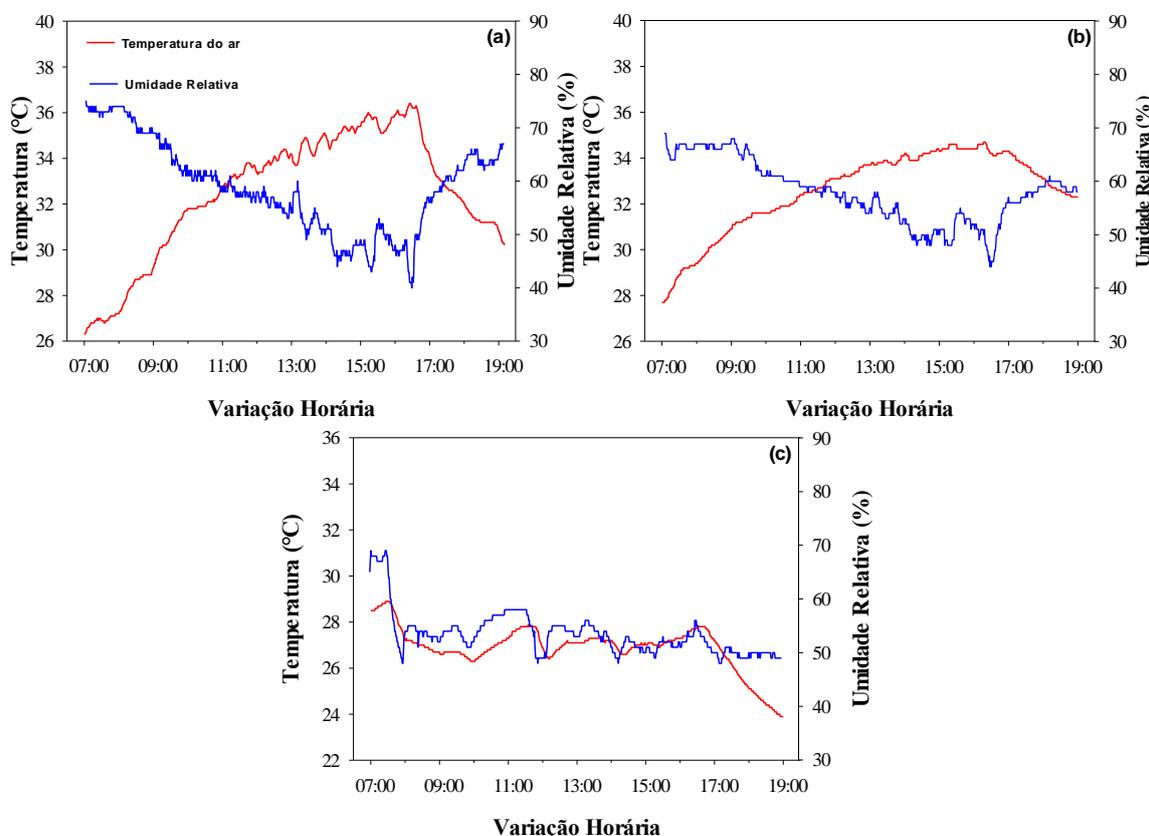
A diferença entre os ambientes sem refrigeração e com refrigeração foi superior a 20%. A sala sem ar-condicionado obteve os maiores valores de temperatura do ar entre os locais medidos após as 17:00 horas, bem como menor variação dos seus dados.

A umidade relativa do ar média entre os ambientes estudados variou menos de 6%, sendo a UR da estação fixa com a maior média diária, ou seja, 59,3%. O maior valor de UR médio registrado no dia do estudo foi de 73,4% na estação fixa as 7:00 horas da manhã. Em comparação entre a estação fixa e as salas de aula, houve uma diferença de 4%.

A sutil diferença de temperatura do ar entre a estação fixa e a sala sem ar-condicionado indica que o ambiente de estudo sem ar-condicionado possui condições termohigrométricas semelhantes a ambientes externos expostos a outras intemperes meteorológicas, o que pode comprometer o processo de ensino e aprendizagem dos alunos. Passos e Westphal (2015) encontraram maiores amplitudes térmicas entre ambientes externo e interno com e sem isolantes, o que indica que as condições da sala sem ar-condicionado fogem do padrão, onde temperatura externa é maior que temperatura interna (COMIRAN et al., 2015).

A relação entre temperatura e umidade relativa do ar normalmente apresenta-se como uma função inversa, haja vista que o conteúdo de vapor de água na atmosfera é uma função que depende da temperatura do ar (PEREIRA et al., 2002). Em outras palavras, a capacidade de suporte de vapor d'água na atmosfera aumenta com incremento da temperatura do ar, havendo um limite de suporte de aproximadamente 4% da massa total de um determinado volume de ar (PEREIRA et al., 2002). Esse comportamento inversamente proporcional pode ser observado na estação fixa (FIGURA 11 - A), onde o pico de temperatura representa o menor valor de UR registrado.

Figura 11 - Variação da temperatura do ar e da umidade relativa: Fora da sala de aula (a), dentro da sala de aula sem ar-condicionado (b) e dentro da sala de aula com ar-condicionado (c).



Fonte: Silva, 2017.

As salas de aulas apresentaram padrões diferentes em relação a estação fixa, principalmente, quando analisamos a sala com ar-condicionado (FIGURA 11 - C), onde não há relação inversa. Este fenômeno pode estar associado a retirada de umidade do ar e pela diminuição da temperatura e pelo processo de condensação causado pelos refrigeradores.

ÍNDICE DE TEMPERATURA EFETIVA (THOM, 1959)

Os resultados de temperatura efetiva (Tabela 1) demonstram que a sala de aula sem ar-condicionado apresentou-se desconfortável em todo período de medição, diferentemente da sala com ar-condicionado que apresentou valores de temperatura efetiva dentro da zona de conforto térmico determinada pelo índice de Thom. No ambiente sem ar-condicionado os menores valores de *TE* foram identificados no início do período de medição (7h às 8h), diferentemente da sala com ar-condicionado, onde a *TE* foi diminuindo ao longo do dia, diante da climatização térmica do ambiente.

Os maiores valores de *TE* foram identificados na sala sem ar-condicionado, com um pico de temperatura às 15h00, com valores que chegaram a 29,51°C, que pode ser explicado pelo tempo de resposta dos materiais a radiação solar máxima do dia. A ocorrência de máximas entre as 12 a 17 horas e mínimas nas primeiras horas do dia é um comportamento observado em trabalhos recentes (ARCIÊNega E MARISTANY, 2015; COMIRAN et al., 2015).

Tabela 1 - Comportamento horário da Temperatura Efetiva

Horário	Temperatura Efetiva (°C)	
	Sem ar-condicionado	Com ar-condicionado
07h00	25,96	25,50
08h00	27,13	23,90
09h00	27,92	23,58
10h00	28,07	23,91
11h00	28,59	24,52
12h00	28,95	23,78
13h00	29,22	24,10
14h00	29,18	23,66
15h00	29,51	23,84
16h00	29,37	23,30
17h00	29,26	23,03
18h00	28,55	21,74
19h00	27,42	21,18

Fonte: Silva, 2017.

Os maiores valores de *TE* na sala com ar-condicionado foi identificado no início das medições, pois antes das 7h da manhã, onde ainda não havia se inicia as atividades em sala de aula, o sistema de refrigeração estava desligado, influenciando nos maiores valores de temperatura. Os menores valores de *TE* na sala com ar-condicionado foi identificado no fim do período de medição, onde não havia mais radiação solar para o aquecimento dos materiais e o sistema de refrigeração permanece ligado.

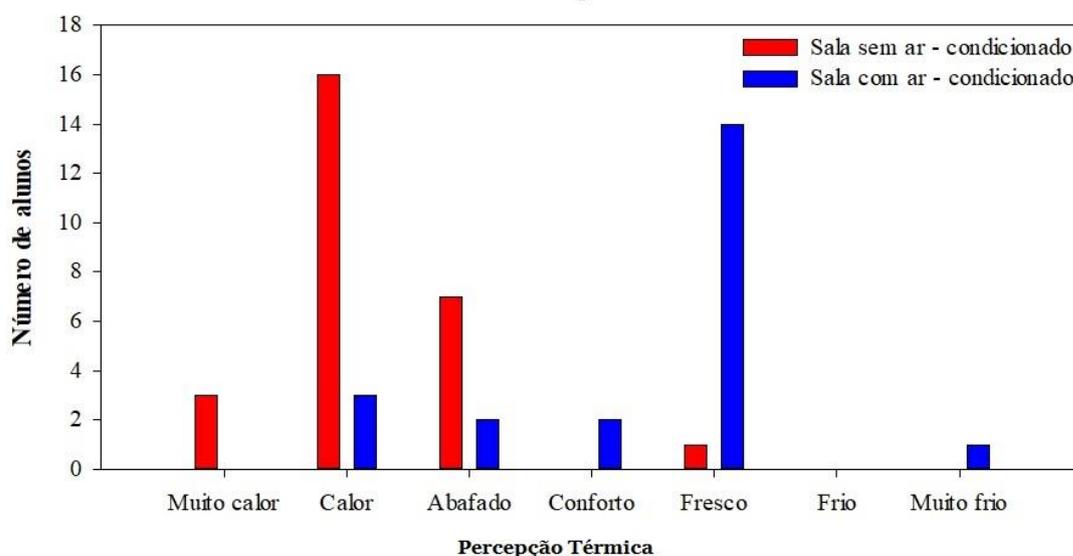
De maneira geral, observa-se que a climatização do ambiente resultou em uma diferenciação significativa entre os dois ambientes, chegando a uma diferenciação horária de até 6°C de *TE*. Observa-se que o comportamento da *TE* na sala sem ar-condicionado seguiu uma distribuição normal ao longo do dia, com valores menores no início e fim do dia e seu pico

entre 14h e 16h da tarde. Na sala com ar-condicionado observa-se uma maior variação dos valores de TE, o que pode ser explicado por momentos de agitação dos alunos em sala de aula e pela abertura da porta da sala.

PERCEPÇÃO TÉRMICA DOS ESTUDANTES

A primeira pergunta realizada no período matutino e vespertino foi referente a percepção térmica dos alunos (Figuras 12 e 13). Observa-se que no período matutino (Figura 12) 16 alunos de um total de 23 da sala sem ar-condicionado, responderam que sua percepção térmica era de calor, diferentemente da sala com ar-condicionado onde 14 alunos de um total de 22, responderam que sua percepção térmica era de um ambiente fresco.

Figura 12 - Respostas dos alunos referentes a percepção térmica do período matutino



Fonte: Silva, 2017.

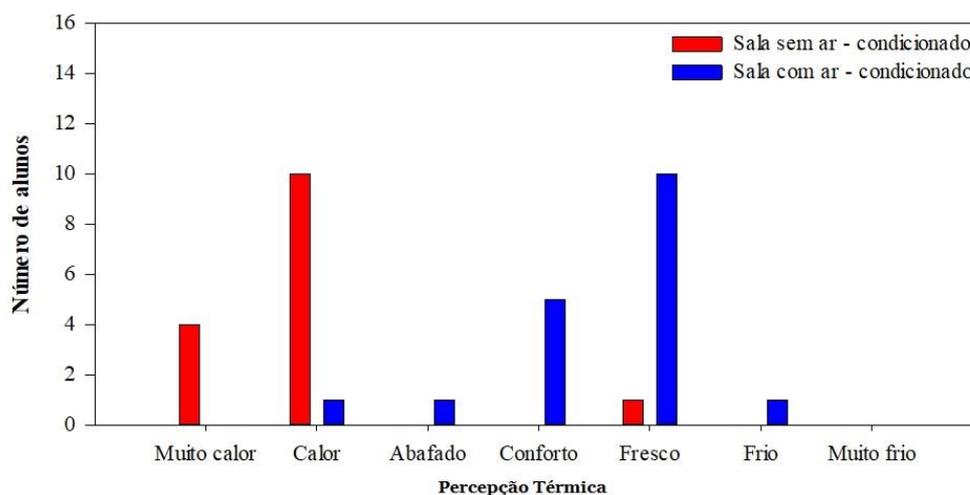
Na sala sem ar-condicionado, sete alunos disseram sentir que o ambiente estava abafado, no entanto, observa-se que três alunos marcaram mais de uma opção para esta pergunta. Sendo assim, para esses alunos, além da percepção térmica de calor, o ambiente encontrava-se abafado, corroborando com baixa circulação do vento vivenciada dentro da sala de aula, pois duas janelas de um total de 3, estavam fechadas para diminuição do incomodo auditivo vindo da área externa.

A percepção térmica para três alunos na sala sem ar-condicionado foi de muito calor, enquanto que apenas para um aluno a percepção térmica era de um ambiente fresco. De maneira geral, observa-se que na sala de aula sem ar-condicionado as percepções térmicas foram desconfortáveis (calor ou abafado) representaram um total de 83% no período matutino, representando assim, a característica predominante do ambiente térmico naquele momento.

Na sala de aula com ar-condicionado, observam-se diferentes percepções térmicas, sendo que para três alunos a percepção térmica era de calor, dois alunos responderam sentir que o ambiente estava abafado, dois alunos disseram sentir uma sensação de conforto, enquanto que para um aluno a percepção térmica era de muito frio. Observa-se que no ambiente com ar-condicionado no período matutino, houve uma maior variação de resposta em relação a sala de aula sem ar-condicionado, no entanto, 73% do total de alunos disseram sentir percepção térmica positiva (fresco e confortável) em relação ao ambiente térmico vivenciado.

No período vespertino (Figura 13) observa-se de maneira geral um menor número de alunos nas salas de medição em relação ao período matutino, representando um total de 15 alunos na sala sem ar-condicionado e 18 alunos na sala com ar-condicionado. Em relação a percepção térmica dos alunos na sala sem ar-condicionado, observa-se que 10 alunos responderam estar se sentindo com calor, diferentemente da sala com ar-condicionado onde 10 alunos responderam que sua percepção térmica era de um ambiente fresco.

Figura 13 - Respostas dos alunos referentes a Percepção Térmica do período vespertino.



Fonte: Silva, 2017.

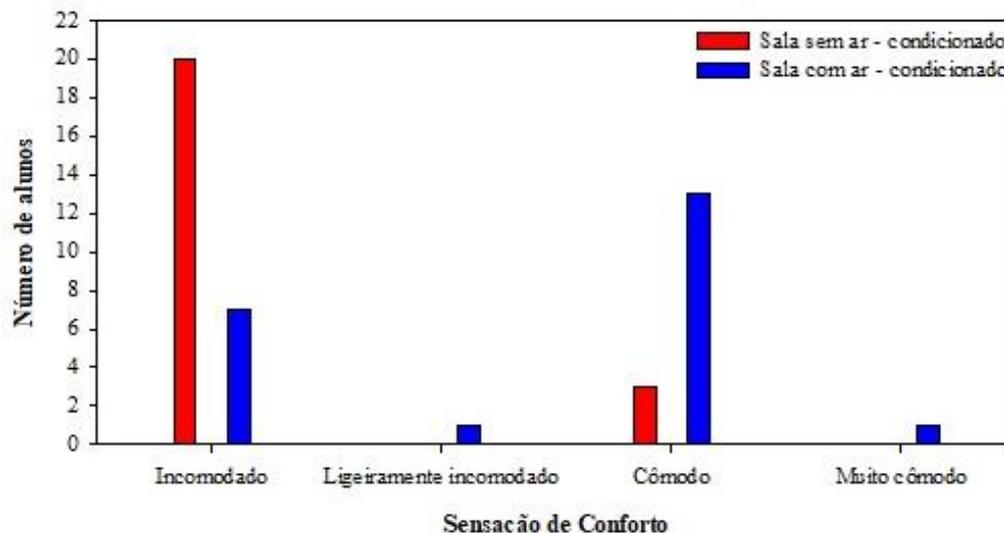
Na sala sem ar-condicionado, quatro alunos disseram que a percepção térmica era de muito calor, sendo que apenas um aluno respondeu que sua percepção era de um ambiente fresco. Observa-se que mesmo com as três janelas da sala de aula aberta para melhoria da circulação do vento, a percepção predominante era de muito calor dentro do ambiente.

De maneira geral, observa-se que 93% do total de alunos da sala sem ar-condicionado disseram que a percepção térmica era negativa (calor e muito calor) no período vespertino. Por outro lado, na sala com ar-condicionado observa-se que a maior parte dos alunos disseram que a percepção térmica apresentava-se de maneira confortável e fresca, representando um total de 83% dos alunos, sendo que apenas 3 alunos (respectivamente) disseram que a percepção térmica do ambiente era negativa (calor, abafado e frio).

A segunda pergunta realizada no período matutino e vespertino foi referente a percepção de conforto térmico dos alunos (Figuras 14 e 15). Observa-se que no período matutino (Figura 14) 20 alunos da sala sem ar-condicionado, disseram se sentir incomodados em relação a sua sensação de conforto térmico, em contrapartida, na sala com ar-condicionado 13 alunos disseram se sentir cômodos em relação ao ambiente térmico da sala de aula.

Na sala de aula sem ar-condicionado três alunos disseram se sentir cômodos com a condição térmica do ambiente, no entanto, observa-se que 87% do total de alunos disseram se sentir incomodados em relação a sua sensação de conforto térmico naquele momento, representando uma condição térmica negativa do ambiente. Por outro lado, observa-se que na sala com ar condicionado a sensação de conforto térmico dos alunos foi positiva, representando um total de 64% que disseram estar se sentir cômodos ou muito cômodos com a temperatura do ambiente, sendo que apenas 36% disseram se sentir incomodados ou ligeiramente incomodados.

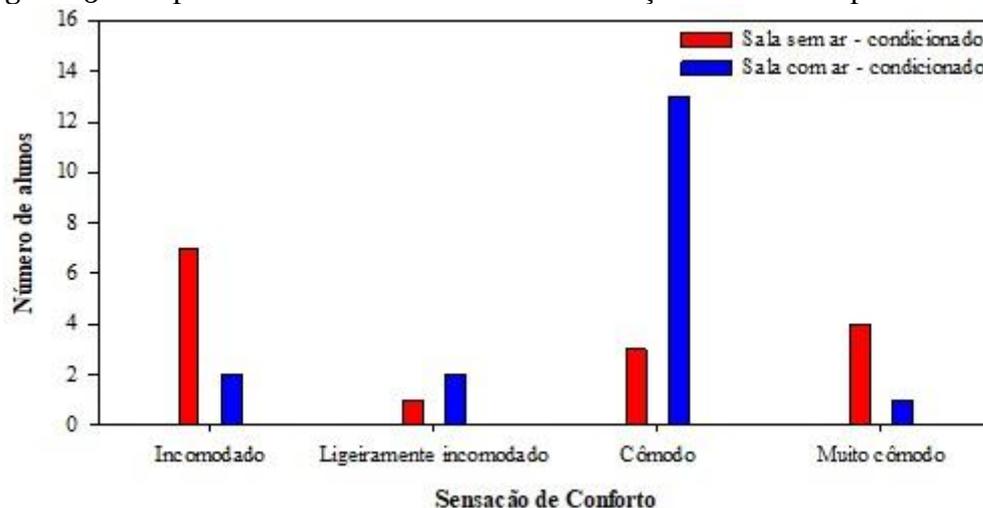
Figura 14 - Respostas dos alunos referentes a sensação conforto do período matutino



Fonte: Silva, 2017.

No período vespertino (Figura 15), observa-se que 8 alunos tiveram uma percepção negativa (incomodados ou ligeiramente incomodados) em relação a sensação de conforto térmico, representando um total de 53%. Por outro lado, 7 alunos disseram que a sua sensação de conforto era de comodidade ou de muita comodidade em relação a temperatura e umidade relativa do ar, o que pode ser explicado pela aclimatação do corpo humano.

Figura 15 - Respostas dos alunos referentes a sensação conforto do período vespertino



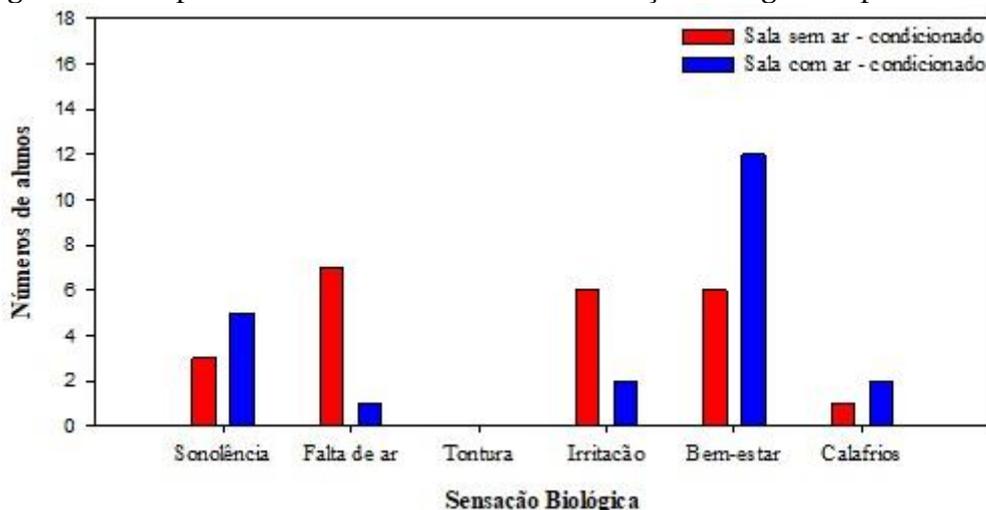
Fonte: Silva, 2017.

Na sala com ar-condicionado 14 alunos disseram se sentir cômodos ou muito cômodos em relação a sua sensação de conforto térmico, representando um total de 78%, sendo que, 4 alunos disseram se sentir incomodados ou ligeiramente incomodados, representando um total de 22%. A terceira pergunta realizada no período matutino e vespertino foi referente a sensação biológica dos alunos (Figuras 16 e 17). Observa-se no período matutino (Figura 16) uma variação da sensação biológica de cada indivíduo nos dois ambientes analisados.

Na sala de aula sem ar-condicionado, observa-se que sete alunos disseram estar se sentindo com falta de ar, seis alunos disseram estar irritados e três alunos disseram estar

sonolentos, o que representa um total de 70%. Em contrapartida, seis alunos disseram estar se sentindo bem em relação a percepção térmica do ambiente. Na sala de aula com ar-condicionado.

Figura 16 - Respostas dos alunos referentes a sensação biológica do período matutino

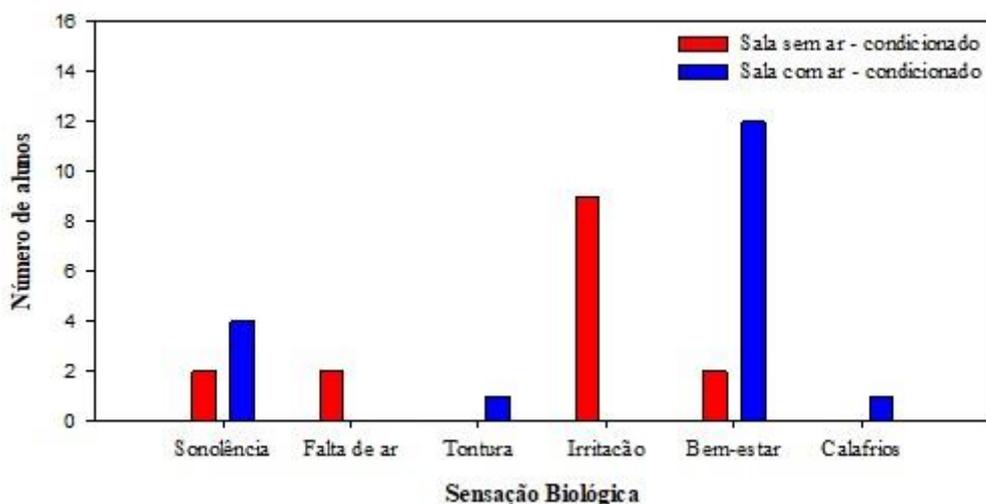


Fonte: Silva, 2017.

Na sala com ar-condicionado, observa-se que 12 alunos disseram sentir bem-estar, representando um total de 55%. Em contrapartida, 5 alunos disse estar se sentindo sonolento em relação percepção térmica do ambiente, representando 23 % do total de alunos. No ambiente com ar-condicionado, apenas 1 aluno alegou estar se sentindo com falta de ar, 2 alunos alegaram estar se sentindo irritados e 2 alunos alegaram estar sentindo calafrios.

No período vespertino (Figura 17), observa-se que na sala de aula sem ar-condicionado, 9 alunos disseram se sentir irritados, 2 com falta de ar e 2 sonolentos diante da condição térmica da sala de aula, representando um total de 87%. Em contrapartida, 2 alunos disseram estar sentindo bem-estar em relação a sua percepção térmica do ambiente. Na sala de aula com ar-condicionado, observa-se 12 alunos disseram estar se sentindo bem com as condições térmicas a que estão colocados, representando um total de 67%.

Figura 17 - Respostas dos alunos referentes a sensação biológica do período vespertino.



Fonte: Silva, 2017.

No ambiente com ar condicionado, 4 pessoas alegaram estar se sentindo sonolentas, 1 tontura e 1 calafrios, representando um total de sensações negativas de 33%. De maneira geral, as melhores condições de conforto térmico foram observadas na sala com ar-condicionado, onde observou-se que a maior parte dos alunos afirmaram se sentir cômodos em relação a condição térmica do ambiente estar fresca. Com relação a sensação biológica os alunos da sala de aula com ar-condicionado afirmaram bem-estar no ambiente.

Fica evidente na Tabela 3 a seguir a relação do conforto térmico com a diminuição do desempenho dos alunos, visto que na sala sem ar-condicionado a maior parte dos alunos alegaram que a condição térmica do ambiente afeta o desempenho de suas atividades e atrapalha a aula. Essa afirmação corrobora com os gráficos anteriores, onde os alunos da sala sem ar-condicionado afirmaram ficar irritados e incomodados diante da condição térmica do ambiente.

Tabela 2 - Respostas dos alunos referentes ao seu desempenho escolar

Perguntas		Respostas dos alunos - Período Matutino		Respostas dos alunos - Período Vespertino	
		Sala sem ar-condicionado	Sala com ar-condicionado	Sala sem ar-condicionado	Sala com ar-condicionado
Há diminuição do desempenho?	Sim	18	3	9	4
	Não	5	19	6	14
A temperatura atrapalha a aula?	Sim	13	3	10	2
	Não	10	19	5	16

Fonte: Silva, 2017.

A sala de aula sem ar-condicionado não apresentava ventilação suficiente para suprir as necessidades dos alunos, fazendo com que os mesmos ficassem inquietos em todo período de observação. Nota-se que os dois ambientes obtiveram respostas diferenciadas, que pode ser justificada pela climatização de um deles, oferecendo um ambiente de maior conforto térmico, o que poderá influenciar diretamente no desempenho dos professores e alunos.

Consideração finais

As análises micrometeorológicas demonstraram um comportamento característico dessa região. A sala de aula sem ar-condicionado registrou os maiores valores de temperatura do ar em relação a sala com ar-condicionado, em contrapartida, a sala com ar-condicionado registrou os menores valores de umidade relativa do ar.

Conclui-se que o conforto como sensação de bem-estar perante o ambiente térmico é uma sensação individual e está relacionada a vários fatores como metabolismo, peso, sexo, entre outros, o que ficou evidente quando observadas as respostas dos alunos com relação as sensações térmicas do ambiente.

As melhores condições de conforto térmico, de acordo com a aplicação do índice de *TE*, foram observadas na sala de aula com ar-condicionado, onde apesar da maior diferenciação das respostas ao questionário a maioria dos alunos afirmaram se sentir cômodos em relação a condição térmica do ambiente. O ambiente sem ar-condicionado é caracterizado por uma zona

de estresse térmico, onde houve uma predominância de percepções negativas, tais como: calor, abafado, irritação, falta de ar e incomodo. Os dados demonstraram que as temperaturas já se apresentavam desconfortáveis desde as primeiras horas de medição às 7h da manhã.

Os dados demonstraram que diante do rigor climático encontrado na cidade de Cuiabá – MT, a climatização dos ambientes escolares passa a ser fundamental, representando uma relação direta com a saúde dos alunos e dos profissionais. De acordo com os dados, salas sem ar-condicionado oferecem condições térmicas e úmidas que podem comprometer a qualidade de vida dos alunos inseridos no ambiente escolar, onde alunos demonstraram sentir falta de ar e sufocados com o ambiente, representando assim, uma relação direta com a condição física dos alunos e profissionais.

Essas características devem ser levadas em consideração pelo poder público, que não oferece condições básicas para permanência desses alunos em sala de aula e nos demais ambientes escolares de convivência. Os dados demonstraram que a maior parte dos ambientes se encontravam fora da zona de conforto, gerando uma preocupação de seus reflexos no cotidiano escolar. Observa-se que não há uma preocupação do poder público com as condições físicas do ambiente escolar e como isso poderá refletir no desenvolvimento cognitivo dos alunos e nas condições físicas dos mesmos.

Este estudo demonstrou que a qualidade térmica do ambiente influencia o desempenho dos alunos. A climatização artificial coloca-se como necessidade frente as condições climáticas de Cuiabá. Muitos estudos já demonstraram a importância da climatização artificial do ambiente escolar, sendo assim, esse estudo reforça-a necessidade de climatização das salas de aula, bem como a revegetação das áreas abertas.

Desta maneira, essa pesquisa demonstrou ser adequada para estudos de conforto térmico em escolas públicas, diante de sua significância social no processo de formação de futuros cidadãos, permitindo um possível apoio a tomada de decisão quanto a melhoria do planejamento escolar. Melhorias essas, que são identificadas como urgentes em Cuiabá, visto a suas condições climáticas rigorosas ao longo do ano. Espera-se com essa pesquisa, que os ambientes escolares sejam repensados pelo poder público, como um ambiente de extrema complexidade e importância social.

Referências bibliográficas

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. Disponível em: www.ibeas.org.br/congresso/Trabalhos2011/XI-014.pdf, 2011.

ARCIÉNEGA, A. MARISTANY, A. Comportamiento Térmico de Vivienda Económica Em El Altiplano Andino – Potencial de Adaptación Climática. **XIII Encontro Nacional e IX Encontro Latino-americano de Conforto no Ambiente Construído.** Tópico 4, artigo 22, 2015.

ASHRAE – American Society of Heating, Refrigerating and Air-Conditioning Engineering. **Thermal Environmental Conditions for Human Occupancy.** Atlanta: ANSI/ASHRAE Standard, 1981.

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.

BARROS, M. P., MUSIS, C. R. Uma abordagem sistêmica sobre as implicações entre a fragmentação das áreas verdes e o ambiente térmico do espaço urbano. **Revista Eletrônica em Gestão, Educação e Tecnologia Ambiental**, v. 9, p. 1999-2017, 2013.

BERNARDES, J. A. Dimensões da ação e novas territorialidades no cerrado brasileiro: pistas para uma análise teórica. **Revista Nera**, n. 10, p. 1-10, 2007.

BOGO, A., PIETROBON, C. E., BARBOSA, M. J., GOULART, S., PITTA, T. **Bioclimatologia aplicada ao projeto de edificações visando o conforto térmico**. Núcleo de Pesquisa em Construção-Departamento de Engenharia Civil-Universidade Federal de Santa Catarina, 1994.

CALLEJAS, I. J. A., DURANTE, L. C., ROSSETI, K. A. C. Pavimentação Asfáltica: Contribuição no Aquecimento de Áreas Urbanas. **Engineering and Science**, v. 1, p. 64-72, 2015.

CARVALHO, V.F.M. de. **Contributos bioclimáticos para o planeamento urbano sustentável: medidas de mitigação e de adaptação enquanto resposta às alterações climáticas**. Dissertação (Mestrado em Planeamento e Projecto do Ambiente Urbano) – Faculdade de Letras da Universidade do Porto – Portugal, 2006.

CHIARANDA, R., RIZZI, N. E., COLPINI, C., SOARES, T. S., SILVA, V. S. M. Análise da precipitação e da vazão da bacia do Rio Cuiabá. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**, v. 7, p. 117-122, 2012.

COLL, C.; PALACIOS, J.; MARCHESI, A. **Desenvolvimento psicológico e educação: psicologia evolutiva**. Porto Alegre: Artmed, 1995.

COMIRAN, S.; SANTOS, J. P.; SOARES, R. M.; GARLET, L. Desempenho Térmico em Hospitais: Estudo de Caso na Área de Internação do Hospital Universitário de Santa Maria/RS. **XIII Encontro Nacional e IX Encontro Latino-americano de Conforto no Ambiente Construído**. Tópico 4, artigo 1, 2015.

COUTINHO FILHO, E. F. et al. **Avaliação do conforto ambiental em uma escola municipal de João Pessoa**. IX Encontro de Extensão Universitária. Desafios da indissociabilidade entre ensino e extensão. João Pessoa: Editora Universitária/UFPB, 2007.

COUTINHO, M. D. L., SANTOS, T. S., GOMES, A. C. S.; SILVA, A. R.; COSTA, M. S., MORAIS, M. D. C. O microclima e o (des)conforto térmico em ambientes abertos na cidade de Natal. **Revista Brasileira de Geografia Médica e da Saúde**, v. 10, p. 65 – 73, 2014.

CUIABÁ. Prefeitura Municipal de Cuiabá / **Evolução Urbana de Cuiabá**. IPDU Instituto de Planejamento e Desenvolvimento Urbano. Cuiabá, 2010.

CUIABÁ. Prefeitura Municipal de Cuiabá / **Perfil Socioeconômico de Cuiabá – Volume V**. Cuiabá – Secretaria Municipal de Desenvolvimento Urbano – SMDU, Setembro, 2012.

Desempenho Térmico de Edificações. Florianópolis : Apostila – Universidade

DUARTE, D. H. S. **Padrão de Ocupação do Solo e Microclimas Urbanos na Região de Clima Tropical Continental**. Tese (Doutorado em Arquitetura), Faculdade de Arquitetura e Urbanismo, Universidade de São Paulo, 2000.

DURANTE, L. C. **Conforto ambiental de escolas estaduais de Cuiabá / Mato Grosso**. Dissertação (Mestrado), Instituto de Educação, Programa de Pós-Graduação em Educação – UFMT, 2000.

DURANTE, L., NOGUEIRA, M. C. J. A. Efeitos do sombreamento arbóreo nas condições termohigrométricas e lumínicas de ambientes internos e externos de edificações. **Revista Eletrônica em Gestão, Educação e Tecnologia Ambiental**, v. 9, p. 1980-1998, 2013.

FRANÇA, M. S.; MAITELLI, G. T.; NOGUEIRA, M. C. J. A.; FRANÇA, S. M. B.; NOGUEIRA, J. S. Estimativa de índices de conforto térmico na cidade de Cuiabá/MT. **Revista Caminhos de Geografia. Uberlândia/MG**, v. 16, n. 555, p. 141-151, 2015.

FREY, C. M. RIGO, G. PARLOW, E. Urban radiation balance of two coastal cities in a hot and dry environment. **International Journal of Remote Sensing**. v. 28, n. 12, p. 2695–2712, 2007.

FROTA, A. B.; SCHIFFER, S. R. **Manual de Conforto Térmico**. 7ª ed. São Paulo: Studio Nobel, 244 p., 2003.

GARTLAND, L. **Ilhas de calor: como mitigar zonas de calor em áreas urbanas**. Tradução: 1. ed. São Paulo: Oficina de textos, 248p, 2010.

GIVONI, B. **Climate considerations in building and urban design**. John Wiley & Sons, USA, 1998.

GOMES, M. A. S., AMORIM, M. C. C. T. Arborização e conforto térmico no espaço urbano: estudo de caso nas praças públicas de Presidente Prudente (SP). **Revista Caminhos de Geografia**, v. 7, p.94 – 106, 2003.

GRIMMOND, C. S. B. OKE, T. R. Heat Storage in Urban Areas: Local-Scale Observations and Evaluation of a Simple Model. **Journal Of Applied Meteorology**. V. 38, p. 922-940, 1999.

GRIMMOND, C. S. B. OKE, T. R. Nocturnal Observation Of Incoming Longwave Radiation And Urban Heat Island. **Journal Of Applied Meteorology**. v. 34. n. 1-2, 1995.

GRZYBOWSKI, G.T. **Conforto térmico nas escolas públicas em Cuiabá-MT: estudo de caso**. Cuiabá, 2004. 101p. Dissertação (Mestrado em física e meio ambiente) Universidade Federal de Mato Grosso. 2004.

IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Censo Demográfico (2010)**. Disponível em <http://www.ibge.gov.br/> Acesso em 10/02/2016.

IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **CIDADES@ (2020)**. Disponível em <http://www.ibge.gov.br/> Acesso em 20/04/2020.

IKEFUTI, P.V. **Estudos do conforto térmico em bairros com diferentes padrões de construções em Presidente Prudente/SP**, (Monografia de bacharelado em Geografia), 2009.

JABARDO, J. M. S. **Conforto Térmico**. São Paulo: Instituto de Pesquisas Tecnológicas, 1984.

LAMBERTS, R. GHISI, E. ABREU, A.L.P; CARLO, J. BATISTA, J.O. MARINOSKI D. L. NARAJO, A. DUARTE, V. C. P. **Desempenho térmico de edificações**. Laboratório de eficiência energética em edificações - UFSC. Florianópolis, março de 2016.

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

LAMBERTS, R.; DUTRA, L; PEREIRA, F. O. R. **Eficiência Energética na Arquitetura**. São Paulo: PW, 1997.

LAMBERTS, R; GHISI, E; ABREU, A. L. P.; CARLO, J. C.; BATISTA, J. O. **Desempenho Térmico de Edificações**. Florianópolis: Apostila – Universidade Federal de Santa Catarina, 2005.

LAMBERTS, R; GHISI, E; ABREU, A. L. P.; CARLO, J. C.; BATISTA, J. O.

LIMA, G. N.; AMORIM, M. C. C. T. Análise das características noturnas dos elementos climáticos em um episódio de verão no município de Teodoro Sampaio-SP. **Revista Geografia em Atos**. Presidente Prudente, n. 10, v.1, p 01-25. 2010.

LONDE, P. R., MENDES, P. C. A influência das áreas verdes na qualidade de vida urbana. **Revista Brasileira de Geografia Médica e da Saúde**, v. 10, p. 264 – 272, 2014.

LOURENÇO, M. et al. **Análise comparativa entre a temperatura do ar e a temperatura efetiva no ano de 1996 para a cidade do Rio Grande RS**. VII Simpósio Brasileiro de Geografia Física Aplicada/ I Fórum Latino-Americano de Geografia Física Aplicada, Universidade Federal do Paraná, Curitiba – PR, 1997.

MAITELLI, G.T. Balanço de Energia Estimado Para a Cidade de Cuiabá: Uma Abordagem de Balanço de Energia pelo Método de Bowen. **Ambiente Construído e Patrimônio Sustentável**, v.4, n.1, p. 2010.

MAITELLI, G.T. **Uma abordagem tridimensional de clima urbano em área tropical continental: o exemplo de Cuiabá-MT**. 1994. 220f. Tese (Doutorado em Geografia) - Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas, Universidade de São Paulo, São Paulo, 1994.

MASCARÓ, L e MASCARÓ, J.J. **Ambiência urbana**. 3ª edição, Porto Alegre: Masquatro Editora, 2009.

MESQUITA, M. A.E. **Geografia da saúde: um estudo sobre clima e saúde**. Anais do X Encontro de Geógrafos da América Latina. Universidade de São Paulo. p. 9398-9408. 2005.

MONTEIRO, C. A. F. **Teoria e clima urbano**. 25. São Paulo: IGEOG/USP, 1976.

NOGUEIRA, M. C. J. A.; DURANTE, L. C.; NOGUEIRA, J. S. Conforto térmico em escola pública em Cuiabá-MT: estudo de caso. **Revista eletrônica em educação ambiental**. Rio Grande/RS, V.14, 2005.

NOGUEIRA, M.C.J.A.; NOGUEIRA, J.S. Educação, meio ambiente e conforto térmico: caminhos que se cruzam. **Revista Eletrônica em Educação Ambiental**. Rio Grande /RS, v. 10, 2003.

NOVAES, M. H. **Psicologia Escolar**. 4ª ed. Petrópolis: Vozes, 1976.

OLGYAY, V. **Arquitetura y clima: Manual de diseno bioclimático para arquitectos y urbanistas**. Editorial: **Gustavo Gili**, Barcelona – ES, 1963.

OLIVEIRA, A. S. **Influência da vegetação arbórea no microclima e uso de praças públicas**. Tese (Doutorado) - Programa de Pós-graduação em Física Ambiental, Universidade Federal de Mato Grosso, 146f., Cuiabá, 2011.

OLIVEIRA, A. S., SANCHES, L., MUSIS, C. R., NOGUEIRA, M. C. J. A. Benefícios da arborização em praças urbanas - o caso de Cuiabá/MT. **Revista Eletrônica em Gestão, Educação e Tecnologia Ambiental**, v.9, p. 1900-1915, 2013.

ONU HABITAT. **Relatório Perspectivas da População Mundial**. Disponível em <http://https://population.un.org/wup/> Acesso em 15/06/2020.

PASSOS, B. A.; WESTPHAL, F. S. Impacto do Uso de Isolantes Térmicos em Ambientes Residenciais com Baixa Carga Térmica Interna. **XIII Encontro Nacional e IX Encontro Latino-americano de Conforto no Ambiente Construído**. Tópico 4, artigo 23, 2015.

PIAGET, J. **A epistemologia genética**. Petrópolis: Vozes, 1971.

PIAGET, Jean. **Epistemologia Genética**. Tradução: Álvaro Cabral. 3ª ed. Martins Fontes: São Paulo, 2007.

RAVEN, P.R.; EVERT, R.F.; EICHHORN, S.E. **Biologia Vegetal**. 6ª ed., Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 906p, 2001.

ROMERO, M. A. B. **Princípios bioclimáticos para o desenho urbano**. São Paulo: Projeto, 2ª edição, 128 p, 2001.

RORIZ, M. **Zona de conforto térmico: um estudo comparativo de diferentes abordagens**. Dissertação (Mestrado em Arquitetura). Departamento de Arquitetura e Planejamento, Universidade de São Paulo. São Carlos, 1987.

SANTOS, F. M. M. **Análise de desempenho térmico e lumínico em uma escola pública na cidade de Cuiabá/MT: estudo de caso**. Dissertação (Mestrado), Instituto de Física, Programa de Pós-Graduação em Física Ambiental - UFMT, 2008.

SANTOS, F. M. M. **Influência da ocupação do solo na variação termo-higrométrica na cidade de Cuiabá-MT**. Tese (Doutorado) Instituto de Física, Programa de Pós-Graduação em Física Ambiental, Cuiabá – MT, 2012.

SANTOS, F. M. M. S., MUSIS, C. R., NOGUEIRA.J.S., PINTO JUNIOR, O. B., NOGUEIRA, M. C. J. A. Análise da variação higrotérmica ocasionada pela influência da ocupação do solo na cidade de Cuiabá-MT, **Revista Eletrônica em Gestão, Educação e Tecnologia Ambiental**, v. 9, p. 1932-1945, 2013.

SANTOS, M. **A natureza do espaço: técnica e tempo, razão e emoção**. Hucitec, São Paulo, 1996.

SILVA, P.C.P. **Análise do comportamento térmico de construções não convencionais através de simulação em visualdoe**. Dissertação (Mestrado em engenharia civil), Universidade do Porto, Portugal. 2002.

SILVEIRA, A. L. R. C. **Parâmetros bioclimáticos para avaliação de conjuntos habitacionais na região tropical subúmida do Brasil**. Brasília, 2007. 312 p. Tese (Doutorado em Arquitetura) - Faculdade de Arquitetura e Urbanismo, Universidade de Brasília. Brasília, 2007.

THOM, E.C. **The discomfort index**. Wetherwise, v. 2, p. 57-60, 1959.

UGEDA JÚNIOR, J.C. **Clima urbano e planejamento na cidade de Jales-SP**. (Tese de doutorado em Geografia) – FCT/Unesp, Presidente Prudente – SP, 2012.

VASCONCELOS, L. C. S.; ZAMPARONI, C. A. G. P. Os efeitos da urbanização no microclima no bairro morada da serra, Cuiabá – MT. **Revista Raega**, v. 23, p. 573599, 2011.

VIANA, S. S. M. **Conforto térmico nas escolas estaduais de Presidente Prudente/SP.** Tese (Doutorado), Universidade Estadual Paulista (UNESP) - Campus de Presidente Prudente, Presidente Prudente - SP, 2013.

XAVIER, A.A.P. **Condições de conforto térmico para estudantes de 2º grau na região de Florianópolis.** 1999. 209p. Dissertação (Mestrado em engenharia civil) – Departamento de engenharia civil, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 1999.

Recebido em: 18/01/2020

Aprovado para publicação em: 26/07/2020

Anexo – Ficha de observação da temperatura do ar e sensação de conforto térmico dentro da sala de aula.

FICHA DE OBSERVAÇÃO DA TEMPERATURA DO AR E SENSações DE CONFORTO TÉRMICO DENTRO DA SALA DE AULA

Nome: _____	Série: _____																		
Sexo: M () F ()	Idade: _____	Função: _____																	
Data: ____/____/____	Período: Manhã () Tarde ()																		
A. De acordo com a sua percepção, qual a sensação térmica da sala de aula neste momento:																			
<table border="1"><tr><td>Horário de Observação</td></tr><tr><td>9h00 min</td></tr><tr><td> </td></tr></table>			Horário de Observação	9h00 min															
Horário de Observação																			
9h00 min																			
<p>LEGENDA</p> <table><tr><td></td><td>Muito Quente</td></tr><tr><td></td><td>Quente</td></tr><tr><td></td><td>Amena</td></tr><tr><td></td><td>Fria</td></tr><tr><td></td><td>Muito Fria</td></tr></table>				Muito Quente		Quente		Amena		Fria		Muito Fria							
	Muito Quente																		
	Quente																		
	Amena																		
	Fria																		
	Muito Fria																		
B. Você tem ou está com algum problema de saúde?																			
() Sim () Não																			
C. Em relação à temperatura do dia de hoje, você está sentindo:																			
<table border="1"><tr><td>() Calor</td></tr><tr><td>() Muito Calor</td></tr><tr><td>() Frio</td></tr><tr><td>() Muito Frio</td></tr><tr><td>() Abafado</td></tr><tr><td>() Fresco</td></tr><tr><td>() Conforto</td></tr></table>	() Calor	() Muito Calor	() Frio	() Muito Frio	() Abafado	() Fresco	() Conforto	<table border="1"><tr><td>() Incômodo</td></tr><tr><td>() Ligeiramente incomodado</td></tr><tr><td>() Cômodo</td></tr><tr><td>() Muito Incômodo</td></tr></table>	() Incômodo	() Ligeiramente incomodado	() Cômodo	() Muito Incômodo	<table border="1"><tr><td>() Sonolência</td></tr><tr><td>() Falta de ar</td></tr><tr><td>() Tontura</td></tr><tr><td>() Irritação</td></tr><tr><td>() Bem-estar</td></tr><tr><td>() Calafrios</td></tr></table>	() Sonolência	() Falta de ar	() Tontura	() Irritação	() Bem-estar	() Calafrios
() Calor																			
() Muito Calor																			
() Frio																			
() Muito Frio																			
() Abafado																			
() Fresco																			
() Conforto																			
() Incômodo																			
() Ligeiramente incomodado																			
() Cômodo																			
() Muito Incômodo																			
() Sonolência																			
() Falta de ar																			
() Tontura																			
() Irritação																			
() Bem-estar																			
() Calafrios																			
D. A temperatura de hoje está afetando o seu desempenho ou comportamento?																			
() Sim () Não																			
E. Os ventiladores ou ar condicionado estão sendo suficientes para amenizar o calor no dia de hoje?																			
() Sim () Não																			
F. A temperatura de hoje...																			
() Atrapalha a aula () Não atrapalha a aula																			
OBRIGADA PELA COLABORAÇÃO!																			