

A MELHORIA CLIMÁTICA E CONFORTO TÉRMICO PROPORCIONADO PELA ARBORIZAÇÃO EM UMA ESCOLA ESTADUAL EM VÁRZEA GRANDE – MT

THE CLIMATE IMPROVEMENT AND THERMAL COMFORT PROVIDED BY AFFORESTATION IN A STATE SCHOOL IN VÁRZEA GRANDE – MT

Jonathan Willian Zangeski Novais¹, Francisca Menezes de Farias², Nathalia Martins da Silva Reis³, Ana Carolina Amorim Marques⁴, Angélica Yara Siqueira⁵, Thiago D’Orazio Joaquim⁶, Benedito Valdevino Ribeiro⁷

RESUMO

O desconforto térmico exerce influência negativa nos ambientes de aprendizagem, como escolas. Em contrapartida, ambientes arborizados são espaços mais agradáveis, proporcionando bem-estar aos usuários e favorecendo a aprendizagem. Essa pesquisa objetiva avaliar a influência da arborização no conforto térmico em uma Escola Estadual em Várzea Grande–MT. Para isso comparou-se duas salas de aula, uma sem arborização no entorno e outra com entorno arborizado. As coletas de dados meteorológicos foram realizadas nos dias 15 e 16 de abril/2016, entre as 7 e 17 horas, em intervalos a cada 20 minutos. Nas aferições realizadas no dia 15/04 foi encontrada uma diferença de temperatura de até 4,3°C entre as duas salas e no dia 16/04, 2,1°C. O teste de Mann-Whitney constatou que as diferenças nas temperaturas aferidas não foram estatisticamente significativas. O teste evidenciou um desconforto térmico de 100% na sala sem arborização e de 98% na sala com arborização na fachada. Estratégias de mitigação do desconforto térmico devem ser pensadas levando em consideração a possibilidade de aumentar a arborização no entorno das edificações.

Palavras-chave: Carta psicrométrica; aprendizagem; temperatura do ar; umidade relativa do ar.

ABSTRACT

Thermal discomfort exerts a negative influence on learning environments such as schools. On the other hand, wooded areas are more pleasant spaces, providing well-being to the users and favoring the learning. This research aims to evaluate the influence of afforestation on thermal comfort in a State School in Várzea Grande-MT. For this, we compare two classrooms, one without afforestation in the surroundings and the other with wooded surroundings. Meteorological data collection were performed on April 15 and 16, 2016, between 7 and 17 hours, at intervals of every 20 minutes. In the measurements performed day 04/04, a temperature difference of up to 4.3°C was found between two rooms and on 16/04, 2.1°C. The Mann-Whitney test verified that differences in measured temperatures were not statistically significant. The test showed a thermal discomfort of 100% in the room without afforestation and 98% in the room with trees on the facade. Strategies to mitigate thermal discomfort should be thought out, taking into account the a possibility of increasing afforestation around buildings.

Keywords: Psychrometric chart; learning; air temperature; relative humidity.

Recebido em 17.03.2017 e aceito em 14.09.2017

¹ Físico. Doutor em Física Ambiental. Docente do Programa de Mestrado em Ciências Ambientais da Universidade de Cuiabá. Cuiabá/MT. E-mail: Jonathan.novais@kroton.com.br

² Engenheira Civil. E-mail: fhran_czs@hotmail.com

³ Engenheira Eletricista. Mestranda. Discente do Programa de Mestrado em Ciências Ambientais da Universidade de Cuiabá. Cuiabá/MT. E-mail: nathaliarmartins499@gmail.com

⁴ Bióloga. Mestranda. Discente do Programa de Mestrado em Ciências Ambientais da Universidade de Cuiabá. Cuiabá/MT. E-mail: amarques091@hotmail.com

⁵ Bióloga. Mestranda. Discente do Programa de Mestrado em Ciências Ambientais da Universidade de Cuiabá. Cuiabá/MT. E-mail: angélica.siq@hotmail.com

⁶ Designer de Interiores. Professor da Universidade de Cuiabá. Cuiabá/MT. E-mail: Thiago_dorazio@hotmail.com

⁷ Tecnólogo em controle de obras. Mestrando. Discente do Programa de Mestrado em Ciências Ambientais da Universidade de Cuiabá. Cuiabá/MT. E-mail: benedito_tecnologiaeng.civil@hotmail.com

INTRODUÇÃO

A percepção arquitetônica contemporânea dos ambientes construídos leva em consideração a harmonia, o belo, a inovação – não só por designs vanguardistas, mas também por materiais biosustentáveis – e uma ascendente preocupação com o bem-estar que esses ambientes proporcionam, desde a acústica, claridade natural, humanização e sensação térmica.

As pessoas que ocupam um determinado ambiente, edificado ou não, sofrem interferência direta e indireta desses ambientes e de todos os elementos e fatores que o compõem. Nos ambientes construídos com o objetivo de possibilitar a formação acadêmica, em especial às escolas de Ensino Fundamental e Médio a interferência pode maximizar ou minimizar o desempenho, podendo comprometer o processo de aprendizagem. Beltrame e Moura (2009), afirmam que é necessário projetos que pensem edificações que possam ser modificadas ao longo dos anos, sofrendo as adequações pertinentes, tendo em vista o conforto ambiental que resulta em variações climáticas comprometendo o bem estar e o aproveitamento didático dos alunos que estejam nesses ambientes.

O conforto ambiental compreende o estudo das condições térmicas, acústicas, luminosas e energéticas, bem como os fenômenos físicos a elas associados, atrelados ainda as condicionantes da forma e da organização do espaço (ARAÚJO, 2015). Em regiões de clima tropical, com alta incidência solar devido à proximidade com a linha do equador, as condições térmicas causam considerável desconforto, sendo por isso objeto de pesquisas.

Conforme Wang et al. (2012) a sensação de conforto está diretamente relacionada às condições ambientais a qual está sujeita. Para que a pessoa sinta conforto térmico, deve haver um equilíbrio entre todas as trocas de calor a que seu corpo está submetido de forma que a temperatura da sua pele e o suor estejam dentro de certos limites.

Andrade et al. (2016) mencionam que as construções e os veículos contribuem para acelerar o aquecimento das cidades através do calor dissipado pela atmosfera e que esse índice pode representar um terço da energia solar incidida e, cabe considerar a grande área de espaços pavimentados no ambiente urbano. Enquanto a vegetação tem baixa condutibilidade de calor, os materiais construtivos como o concreto, a cerâmica, os tijolos e o asfalto têm boa condutibilidade, criando condições propícias para o aquecimento (LEAL, 2012).

Condições climáticas urbanas inadequadas significam perda da qualidade de vida para uma parte da população, principalmente para crianças que precisam de condições favoráveis para o seu aprendizado (ANDREASI; LAMBERTS; CÂNDIDO, 2010).

Todos os seres humanos apresentam respostas comportamentais e fisiológicas às variações térmicas ambientais. A busca pelo bem-estar físico, fisiológico e psicológico humano vem de longa data, porém apenas nas últimas décadas têm se intensificado os estudos dos efeitos do conforto térmico sobre as pessoas em ambientes internos (RUPP; GHISI, 2017).

Elali, (2003) menciona que os ambientes escolares são espaços pouco valorizados, contudo esse quadro tem-se alterado por ser evidente a sua necessidade. Enfatiza também que, “de modo geral, os pátios escolares não conseguem um projeto definido, sendo, na maioria das vezes, considerados apenas como um local onde as crianças ficam quando não estão em sala de aula”.

Considerar o conforto térmico no planejamento das construções urbanas, em especial as escolas é, a princípio, condição para maximizar o processo de aprendizagem. ELALI (2003), esclarece que os fatores que podem interferir no desenvolvimento didático dos alunos são as condições como acústica, temperatura, insolação, ventilação e luminosidade da edificação, condições estas que podem refletir-se em fatores tão diversos como a sociabilidade dos usuários, seu desempenho acadêmico e conseqüentemente em sua saúde.

Rossetti et. al (2010), afirmam que a arborização em ambientes públicos, seja ela em vias públicas e espaços viáveis de edificação, atuam na relação de melhoria ambiental e sobre o conforto humano no ambiente.

Richards e Edwards (2017) identificaram uso de vegetação como mais eficiente do que a substituição das superfícies por materiais de cor clara ou de alto coeficiente de reflexão, pois os materiais absorvem e retêm o calor.

Arborizar, reservar espaços determinados para o cultivo de áreas verdes, contribui para a conservação ambiental, pois espaços arborizados apresentam algumas características geófito fisiológicas que possibilitam a formação de pequenas ilhas climáticas permeando ambientes construídos. A presença de cobertura vegetal sobre um solo não calcetado impede a incidência solar direta sobre esse, além de aumentar o albedo devido a refletividade da superfície foliar, resultando em temperaturas mais amenas. As raízes entremeadas ao solo retêm a umidade e promovem a evapotranspiração aumentando a umidade relativa do ar nesses ambientes, contribuindo também para o seu arrefecimento. Os benefícios bioclimáticos proporcionados pela presença de áreas verdes se propagam aos ambientes construídos devido a interdependência e as relações sistêmicas que se estabelecem entre todos os ambientes planetários, culminando em ambientes mais saudáveis e confortáveis para toda e qualquer espécie. Rossetti et. al (2010) afirmam que a presença de árvores nas cidades promovem melhorias climáticas resultando das mudanças proporcionadas na temperatura, movimentação do ar – pois reduzem a velocidade do vento e criam áreas protegidas , umidade, e radiação solar.

Nota-se que lugares compostos por arborização, sejam espaços públicos ou edificações privadas, desenvolvem ambientes mais agradáveis e bem-estar aos usuários. Gonçalves e Santos (2012), esclarece que concebida de forma adequada, a arborização possui a eficácia de valorizar e influenciar áreas urbanas e suas edificações adjacentes. Ambientes agradáveis e que

promovam o bem-estar dos usuários são condições essenciais para favorecer e possibilitar a aprendizagem em ambiente escolar.

Portanto neste contexto, o objetivo deste trabalho foi avaliar a influência da arborização no conforto térmico em uma Escola Estadual em Várzea Grande – MT.

MATERIAL E MÉTODOS

Área de estudo

Segundo a base de dados do IBGE (Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística), Várzea Grande nasceu da doação de uma sesmaria por parte do governo federal aos índios Guanás. Hoje a cidade possui um número estimado de 268.594 habitantes. O município de Várzea Grande possui uma área de 1.048,212 km² segundo o IBGE. Está no centro-oeste brasileiro, localizada no estado de Mato Grosso e faz limites com os municípios de Cuiabá, Jangada, Nossa Senhora do Livramento, Acorizal e Santo Antônio do Leverger.

A cidade está situada no relevo da baixada do Rio Paraguai e calha do Rio Cuiabá, topograficamente, aos 185m de altitude, Várzea Grande pertence à Baixada Cuiabana, estando localizada nas coordenadas 15°32'30" de latitude sul e 56°17'18" de longitude oeste (Figura 1).

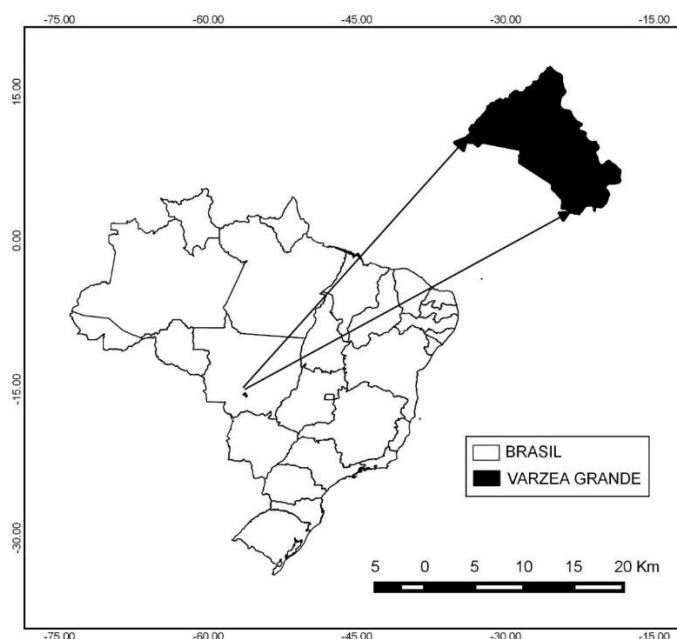


Figura 1. Localização de Várzea Grande em relação ao Estado de Mato Grosso
Figure 1. Location of Várzea Grande in relation to the State of Mato Grosso

O clima predominante na cidade segundo a classificação de Köppen é tropical semiúmido do tipo Aw, com quatro a cinco meses de período seco. As estações são bem definidas, uma seca (outono-inverno) e outra chuvosa (primavera-verão) (ALVARES et al., 2013). O período chuvoso vai de dezembro a fevereiro. A temperatura média anual é de 26,5°C.

Na procura por locais de amostragem foram priorizadas edificações térreas que contivessem semelhanças na estrutura física com relação à arquitetura, dimensionamento, materiais construtivos, além de próximas e com a mesma orientação solar para possibilitar uma análise comparativa com e sem influência de arborização, com base em Biondi et al. (2015).

A Escola Estadual Elmaz Gattas não possui em seu entorno edificações verticais ou qualquer fator interveniente que interfira na incidência solar sobre a área construída, portanto a incidência ocorreu de forma homogênea e equitativa, com exceção da fachada da sala arborizada.

As salas apresentam a mesma direção e sentido em relação à incidência do Sol, estando a diferença centrada em duas árvores que encobrem a fachada de uma delas. Ambas recebem a mesma incidência solar nas paredes laterais e telhados, a parede de fundo não recebe a incidência devido às salas coadunadas que fazem sequência na arquitetura da escola.

Com as características condicionantes do objeto a ser pesquisado, foi encontrada a Escola Estadual Elmaz Gattas Monteiro localizada na avenida presidente Arthur Bernardes na cidade de Várzea Grande – MT, no bairro Vila Ipase (Figura 2).



Fonte: www.google.com.br/maps.

Figura 2. A) Vista frontal da sala arborizada; B) Vista frontal da sala não arborizada; C) Vista da fachada da escola

Figure 2. A) Front view of the wooded room; B) Front view of the non-wooded room; C) View of the facade of the school

A escola ocupa um quarteirão, sendo circundada por uma avenida e ruas pavimentadas, em seu entorno não há edificações verticais. As salas analisadas situam-se nas extremidades do quarteirão adjacentes às ruas laterais e de frente para a Avenida Presidente Arthur Bernardes. A primeira amostra caracterizada pela influência de arborização na fachada da edificação está situada nas coordenadas 15°39'41.22"S e 56°07'27.73"O. A segunda amostra, fachada não arborizada da edificação está situada nas coordenadas 15°39'43.44"S e 56°07'29.30"O, sendo ambas salas de aula da referida escola.

Para medição de temperatura e umidade relativa do ar foi utilizado um sensor para medidas móveis microclimáticas, da marca Kestrel, modelo 4200 Pocket Air Flow Tracker, da marca Nielsen Kellerman. O sensor foi posicionado sobre uma mesa, no centro da sala, a 1 metro de altura, baseado em Biondi et al. (2015).

Foram feitos dois dias de coletas (conforme Biondi et al., 2015), nos dias 15 e 16 de abril de 2016, iniciando às 7 horas e terminando às 17 horas, com medidas de temperatura e a umidade relativa do ar a cada 20 minutos .

Os dados meteorológicos coletados foram utilizados para calcular índices de conforto térmico, por meio das cartas psicrométricas, utilizando o software *AnalysisBio*, desenvolvido pelos pesquisadores do Laboratório de Eficiência Energética em Edificações (LABEEE)/UFSC. Este software utiliza modelo fisiológico, baseado em equações da *American Society of Heating, Refrigerating, and Air-Conditioning Engineers (ASHRAE)* e, por meio dos dados ambientais, calcula índices de conforto e desconforto térmico, bem como fornece soluções para a melhoria do desconforto do local.

Para decisão do uso da estatística paramétrica ou não-paramétrica, fez-se a análise da normalidade pelo teste de Shapiro-Wilk, encontrando não normalidade nos dados de temperatura do ar e umidade relativa do ar. Assim, optou-se pelo teste de Mann-Whitney para verificar se havia diferença estatística entre as medidas a um nível de significância de 5%.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A média de temperatura para o dia 15/04/16 foi de 30,28°C na sala arborizada e 30,73°C na sala não arborizada, diferença de apenas 1,4%. Já para o dia 16/04/16 a média para a sala arborizada foi de 32,07°C, e 32,45°C para a não arborizada, diferença de 1,1%.

A diferença de temperatura no interior das salas com presença e ausência de arborização em cada dia de coleta dos dados meteorológicos pode ser observada na Figura 3.

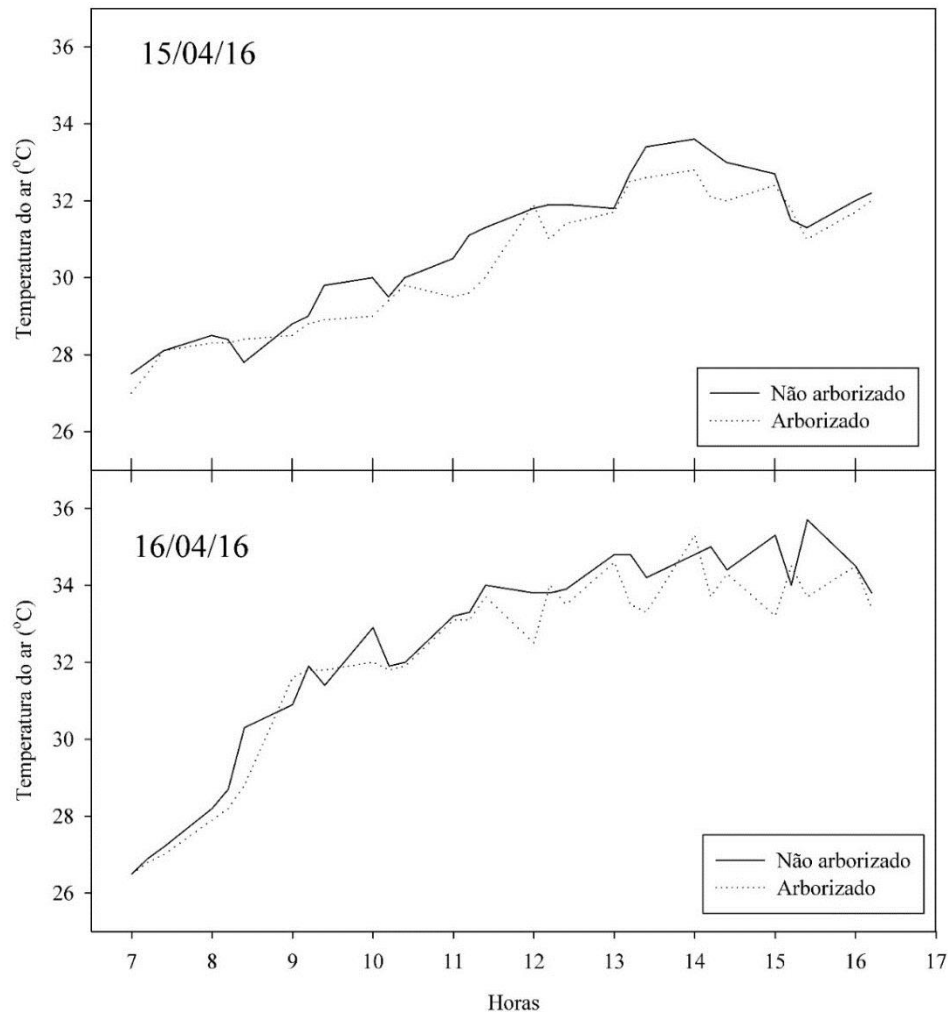


Figura 3. Temperatura do ar (°C) para as salas de aula com e sem arborização nos dias 15/04/16 e 16/04/16 na Escola Estadual Elmaz Gattas Monteiro em Várzea Grande-MT

Figure 3. Air temperature (°C) for the classrooms with and without afforestation on 15/04/16 and 16/04/16 at the Elmaz Gattas Monteiro State School in Várzea Grande-MT

Verificou-se no primeiro dia, 15/04, na sala com presença de arborização que a temperatura máxima registrada alcançou 32,8 °C às 14h40 e na sala sem arborização a temperatura máxima foi de 33,6 °C no mesmo horário, havendo uma diferença 0,8 °C entre locais. No período entre 11 e 13h ocorreu a maior diferença entre as medições, onde a temperatura da sala sem vegetação foi 4,3 °C maior que a sala com vegetação. Nota-se que com a arborização, a incidência solar é barrada pelas folhas minimizando a incidência direta na fachada, com a sombra gerada no local ocorre, a redução de temperatura e consequentemente a melhora da sensação térmica de calor em sala de aula.

Segundo Leal (2012), os espaços construídos urbanos onde a pavimentação e a impermeabilização dos espaços tem sido uma constante, o planejamento da arborização urbana é uma das providências mais eficientes para promover mudanças principalmente no microclima. Os serviços urbanos devem constar no planejamento, haja vista que acarretam microclimas

característicos das ilhas de calor, sendo que nestes locais há maior necessidade da concentração de vegetação.

Na sala onde a arborização é ausente, os raios solares incidem diretamente na fachada, justificando suas maiores temperaturas.

No segundo dia, a sala de aula sem vegetação, apresentou temperatura máxima de 35,7 °C às 16h20, e na sala com vegetação a temperatura máxima foi de 34,6 °C às 13h40, sendo a diferença entre as máximas de 1,1 °C.

A maior diferença de temperatura observada no segundo dia ocorreu as 15h40, quando a temperatura do ar da sala sem vegetação foi 2,1 °C maior. Em estudos realizados por Novais et al. (2016), em Cuiabá, sobre condições térmicas e dependência espacial da temperatura de diferentes superfícies, demonstraram que a arborização diminui a incidência solar em determinados horários, o que promove uma solução ecologicamente viável.

Ao longo do monitoramento, verificou-se uma diferença de até 4,3 °C na temperatura do ar entre as duas salas, sendo que as temperaturas mais amenas foram encontradas sempre na sala com presença de árvores na fachada, evidenciando a melhoria no conforto térmico pela presença de arborização, no primeiro dia de coleta. As mesmas características foram encontradas no segundo dia, atingindo uma diferença de até 2,1 °C entre os locais. A sensação térmica ou temperatura aparente que trata à forma como os nossos sentidos percebem a temperatura do ar, e que pode diferir da temperatura real, altera-se consideravelmente com uma variação de temperatura de 2,1 °C e principalmente 4,3°C. Consequentemente o conforto térmico, que se refere ao estado de espírito de uma pessoa frente a sua satisfação com o ambiente térmico que a envolve também é afetado.

A diferença de umidade relativa no interior das salas com presença e ausência de arborização em casa dia de coleta dos dados meteorológicos pode ser observada na Figura 4.

A média de umidade relativa do ar para a sala com arborização foi de 72,84% e 59,33% para os dias 15 e 16 respectivamente. Já para a sala sem arborização foram encontradas médias de 70,49% e 57,68%.

Nas primeiras horas da manhã foi observada uma diferença de até 2,7% na umidade relativa, sendo os valores maiores observados na sala de aula com árvores. Conforme o aumento de temperatura do ar, observou-se para ambos os dias um decréscimo nos valores de umidade relativa, o menor valor registrado foi 60% no dia 15/04 e 44% no dia 16/04, ambos para a sala sem árvores.

Fez-se o teste de Mann-Whitney para temperatura do ar e umidade relativa do ar, e em ambos os casos não houve diferença estatística para as amostras, p-valor 0,320 e 0,274 respectivamente. Apesar das diferenças observadas nas figuras 02 e 03, estas não corroboraram

para promover diferenças estatística, indicando que somente a utilização de duas árvores na fachada não foi suficiente para diminuir consideravelmente a temperatura interior do local.

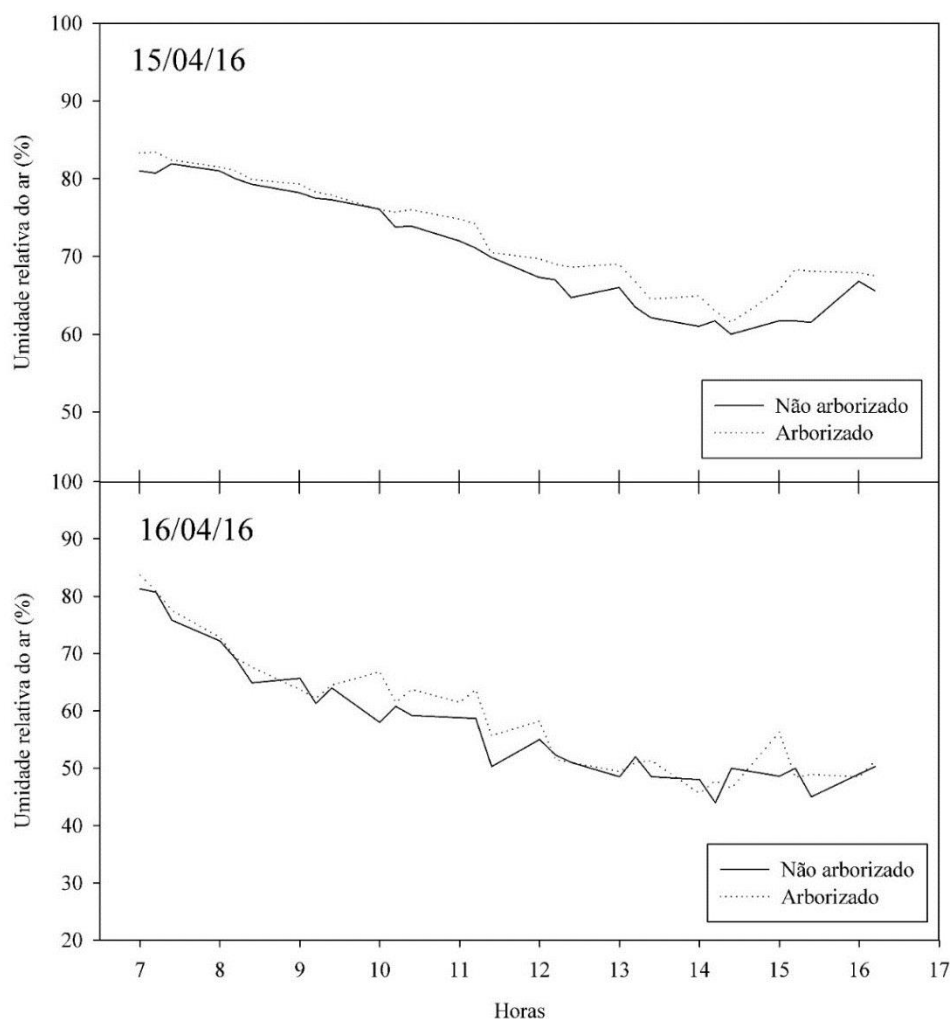


Figura 4. Umidade relativa do ar (%) para as salas de aula com e sem arborização nos dias 15/04/16 e 16/04/16 na Escola Estadual Elmaz Gattas Monteiro em Várzea Grande-MT

Figure 4. Relative air humidity (%) for the classrooms with and without afforestation on 15/04/16 and 16/04/16 at the Elmaz Gattas Monteiro State School in Várzea Grande-MT

Com relação a análise do conforto térmico, pode-se verificar tal resultado com uso das cartas bioclimática para a sala de aula com arborização na Figura 5 e na sala de aula sem arborização na Figura 6.

Zonas:

1. Conforto
2. Ventilação
3. Resfriamento Evaporativo
4. Alta inércia térmica p/ resfr.
5. Ar condicionado
6. Umidificação
7. Alta inércia térmica/Aquecimento solar
8. Aquecimento solar passivo
9. Aquecimento artificial
10. Ventilação/Alta inércia
11. Vent./Alta inércia/Resf. Evap.
12. Alta Inércia/Resf. Evap.

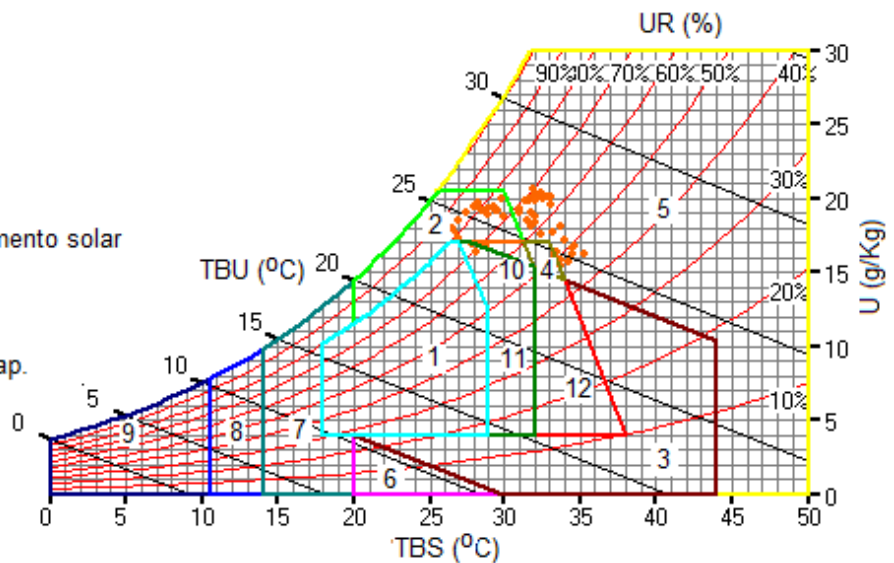


Figura 5. Carta psicrométrica para a sala de aula com arborização nos dias 15/04/16 e 16/04/16 na Escola Estadual Elmaz Gattas Monteiro em Várzea Grande-MT

Figure 5. Psychrometric chart for the classroom with afforestation on 15/04/16 and 16/04/16 at the Elmaz Gattas Monteiro State School in Várzea Grande-MT

Zonas:

1. Conforto
2. Ventilação
3. Resfriamento Evaporativo
4. Alta inércia térmica p/ resfr.
5. Ar condicionado
6. Umidificação
7. Alta inércia térmica/Aquecimento solar
8. Aquecimento solar passivo
9. Aquecimento artificial
10. Ventilação/Alta inércia
11. Vent./Alta inércia/Resf. Evap.
12. Alta Inércia/Resf. Evap.

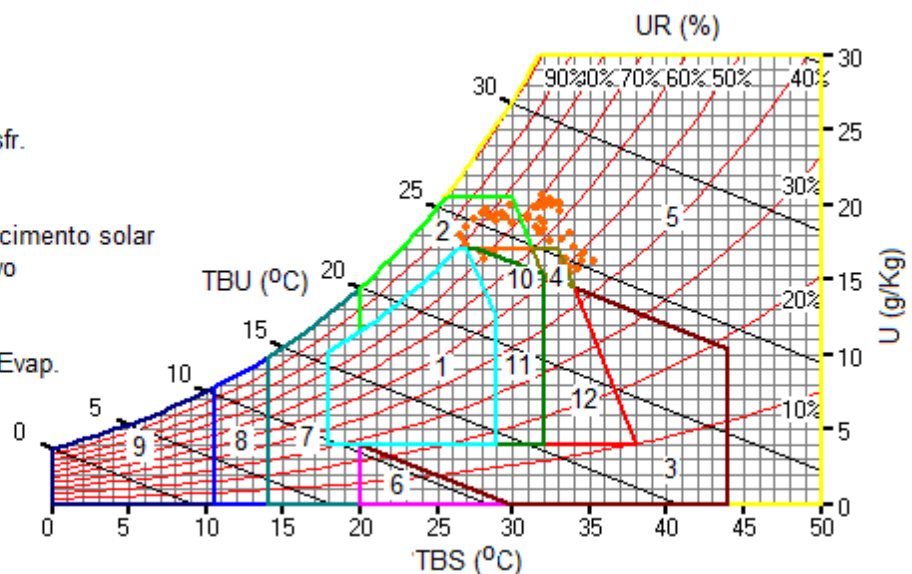


Figura 6. Carta psicrométrica para a sala de aula sem arborização nos dias 15/04/16 e 16/04/16 na Escola Estadual Elmaz Gattas Monteiro em Várzea Grande-MT

Figure 6. Psychrometric chart for the classroom without afforestation on 15/04/16 and 16/04/16 at the Elmaz Gattas Monteiro State School in Várzea Grande-MT

Observa-se em ambas as cartas, que os pontos concentraram-se nas zonas 2 (ventilação) e 5 (ar-condicionado), demonstrando desconforto para ambas as salas, mesmo a sala que possui arborização. Com os resultados das cartas psicrométricas, gerou-se o seguinte relatório de saída do software AnalysisBio, sobre o conforto e estratégias que podem mitigar o desconforto (Tabela 1).

Tabela 1. Relatório de saída do software AnalysisBio para salas de aula com e sem arborização nos dias 15/04/16 e 16/04/16 na Escola Estadual Elmaz Gattas Monteiro em Várzea Grande – MT

Table 1. Exit report of AnalysisBio software for classrooms with and without afforestation on 15/04/16 and 16/04/16 at Elmaz Gattas Monteiro State School in Várzea Grande - MT

	Com arborização	Sem arborização
Conforto	1,69%	0%
Desconforto	98,30%	100%
Estratégias de mitigação de desconforto	Com arborização	Sem arborização
Ventilação	33,90%	30,50%
Alta inércia para resfriamento	6,78%	1,69%
Resfriamento por evaporação	3,39%	0%
Ar-condicionado	61%	67,80%

Ambas as cartas foram similares quanto ao desconforto, sendo que para a sala sem arborização, 100% do tempo encontra-se desconfortável, e na sala de aula com arborização, 98,3%. Como resultado da simulação, pode-se destacar que para a sala com arborização, 33,9% do desconforto poderia ser resolvido com ventilação e 61% com a utilização de ar-condicionado. Para a sala sem arborização, 30,5% do desconforto poderia ser resolvido com ventilação, e 67,8% com o uso de ar-condicionado.

Observa-se também, que a condição de conforto, ocorreu em 1,69% do tempo analisado para a sala que apresenta duas árvores encobrindo a fachada, enquanto que na outra sala isso não ocorreu em momento algum.

Batiz et al. (2009), em sua pesquisa sobre a avaliação do conforto térmico no aprendizado, verificaram que segundo os alunos as condições térmicas da sala influíam na percepção e na memória. Quando as condições reconhecidas por eles foram de conforto, houve um ambiente melhor para a obtenção de resultados positivos no processo.

Com os resultados encontrados, desconforto em ambas as salas, verifica-se a necessidade de elaborar, mais estratégias de mitigação de desconforto. Biondi et al. (2015), mencionam que a utilização da vegetação é uma alternativa, divulgada amplamente, que favorece as condições de conforto, o que seria factível com o aumento da quantidade de árvores na escola.

Van Dillen et al. (2012) em um estudo realizado na Holanda, demonstraram que a qualidade, tanto quanto a quantidade, das áreas verdes contribuem nos saldos relacionados à saúde. Não só a presença de grandes áreas verdes, mas também a arborização urbana se revelaram fatores consideráveis nos desfechos positivos de saúde.

Xanxerê (2009), menciona os benefícios ao homem, que além da beleza cênica, a arborização urbana oferece sombra, proteção, direcionamento do vento, amortecimento do som, amenização da poluição sonora e a melhora na qualidade do ar, que por sua vez, são fatores que contribuem para a melhoria da saúde.

Outra solução poderia ser a utilização de outra composição arbórea, com outras espécies mais eficientes no processo de sombreamento e em maior número, haja vista que cerca de 20% da área total da escola encontra-se sem cobertura impermeabilizante e sem edificações.

Vários fatores podem influenciar na mitigação do desconforto no interior das edificações. Os ambientes arborizados contribuem com melhorias nesse sentido, favorecendo absorção do gás carbônico do ambiente e a liberação de oxigênio, melhorando a qualidade do ar urbano, contudo somente a utilização de arborização, para este caso, não foi suficiente para atingir níveis de conforto, fazendo-se necessárias outras estratégias além de aumentar a quantidade de árvores, como por exemplo o telhado verde, utilização de gramados nos telhados, em que para a mesma localidade, Rosseti et al. (2013), conseguiram diminuir em mais de 2°C a temperatura interna da edificação analisada, ou o uso de paredes em EPS (poliestireno expandido), em que Novais et al. (2014), também para a região, conseguiram encontrar temperaturas inferiores de até 7°C para ambientes que possuíam paredes em EPS em relação entre ambientes construídos com tijolos cerâmicos.

A diminuição de temperatura interna trará benefícios ao aprendizado dos alunos, bem como deixará a edificação mais sustentável, reduzindo o gasto energético com refrigeração artificial.

CONCLUSÕES

A presença de apenas duas árvores na fachada de uma sala de aula proporcionou uma diferença de temperatura máxima entre 0,8 °C e 1,1°C. A diferença de temperatura do ar entre esses ambientes atingiu 4,3 °C. Com relação a umidade relativa do ar, nas primeiras horas da manhã foi identificada uma diferença de até 2,7% entre as salas, sendo a sala de aula com árvores na fachada caracterizada por apresentar valores maiores de umidade relativa. Foi evidente a existência de melhoria da condição climática pela presença de arborização, embora estatisticamente, pelo teste de Mann-Whitney, isso não foi constatado, necessitando assim de mais estratégias de mitigação do desconforto, como o aumento da quantidade de árvores em torno do local ou telhado verde, tornando a edificação menos dependente de refrigeração artificial, sendo mais sustentável.

REFERÊNCIAS

ALVARES, C. A.; STAPE, J. L.; SENTELHAS, P. C.; GONÇALVES, J. L. M.; SPAROVEK, G. Köppen's climate classification map for Brazil. **Meteorologische Zeitschrift**, Zurich, Vol. 22, No. 6, 711–728, 2013.

ANDRADE, P. L.; NOVAIS, J.W.Z.; DE MUSIS, C.R.; SANCHES, L.; PEREIRAS, S.P. Efeitos de borda sobre o microclima de um parque ecológico urbano em Cuiabá- MT. **Revista Estudo e debate**, Lajeado, RS, v. 23, n. 2, p. 180-194, 2016.

ARAUJO, VIRGINIA. O desafio do Conforto Ambiental. **Colégio de Arquitetos**. São Paulo, SP, 2015.

BATIZ, E. C.; GOEDERT, J.; MORSCH, J. J.; KASMIRSKI-JR, P.; VENSKE, R. Avaliação do conforto térmico no aprendizado: estudo de caso sobre influência na atenção e memória. **Produção**, Florianópolis, SC, v. 19, n. 3, p. 477-488, 2009.

BIONDI, D.; MARTINI, A.; NETO, E.M.L. Uma introdução ao conforto termo-ambiental do Colégio Estadual Santa Gemma Galgani, Curitiba, Paraná, Brasil. **Floresta**, Curitiba, PR, v. 45, n. 2, p. 409 - 420, abr./jun. 2015.

BELTRAME, M. B.; MOURA, G. R. S. Edificações escolares: infra-estrutura necessária ao processo de ensino e aprendizagem escolar. **Travessias**, Paraná v. 3, n. 2, 2009.

ELALI, G. V. M. A. O ambiente da escola: uma discussão sobre a relação escola-natureza em educação infantil. **Estudos de Psicologia**, Natal, v.8, n.2, p.309-319, 2003.

GASPARI, J.;FABBRI, K. A Study on the Use of Outdoor Microclimate Map to Address Design Solutions for Urban Regeneration, **Energy Procedia**, Amsterdã, Holanda, v. 111, March 2017, Pages 500-509, 2017.

GONÇALVES, T.P.; SANTOS Jr. A.R. Projeto Construindo a Ecocidadania- percepções acercadas atividades de Educação Ambiental. In: III CONGRESSO BRASILEIRO DE GESTÃO AMBIENTAL, 2012, Goiânia, GO. **ANAIS...** Goiânia, 2012, v. 3, p. VII-029-1-VII-029-5.

LEAL, L. **A influência da vegetação no clima urbano da cidade de Curitiba – PR**. Curitiba, 2012. 172 p. Tese (Doutorado em Ciências Agrárias) - Universidade Federal do Paraná, Curitiba, PR, 2012.

NOVAIS, J. W. Z.; OLIVEIRA, E. V.; JOAQUIM, T. D.; LEAL, L. A.; NOGUEIRA, M. C. J. A.; SANCHES, L. Comparação do Desempenho Térmico de Painéis em EPS como Alternativa aos Tijolos Cerâmicos no Conforto Térmico de Residências em Cuiabá-MT. **Unopar Científica e Tecnológica**, v13, n.1, p. 39-43, 2014.

NOVAIS, J. W. Z.; JOAQUIM, T. D.; KUNZ, F. O.; ZUFFOB, M.; PELEGRIN, F. M.; NOGUEIRA, M. C. de J. A.; LEAL, L. A. Condições Térmicas e Dependência Espacial da Temperatura de Diferentes Superfícies pelo Método da Krigagem em Cuiabá-MT, Brasil. **Ensaio Cient. Biol. Agrar. Saúde**, Londrina, PR, v. 20, n. 3, p. 136, 2016.

PISELLO, A. L. State of the art on the development of cool coatings for buildings and cities. **Solar Energy**, Canada, v. 144, 1 March 2017, Pages 660-680.

ROSSETI, K. A. C.; NOGUEIRA, M. C. J. A.; NOGUEIRA, J. S. Interferência microclimática na utilização do telhado verde para regiões tropicais: Estudo de caso em Cuiabá, MT. **Revista eletrônica em gestão, educação e tecnologia ambiental**. V. 9, n. 9, p. 1959-1970, 2013.

ROSSETI, K. A. C; PELLEGRINO, P.R.M; TAVARES, A.R. As árvores e suas interfaces no meio urbano. **REVSBAU**, Piracicaba – SP, v.5, n.1, p.1-24, 2010.

RUPP, R. F.; GHISI, E. Predicting thermal comfort in office buildings in a Brazilian temperate and humid climate, **Energy and Buildings**, Canada, v. 144, 1 June 2017, Pages 152-166.

Van Dillen, L. F., Papies, E. K., & Hofmann, W. Turning a Blind Eye to Temptation: How Cognitive Load Can Facilitate Self-Regulation. **Journal of Personality and Social Psychology**. Advance online publication. doi: 10.1037/a0031262, 2012, December 31.

XANXERÊ. Secretaria de Políticas Ambientais. Manual da Arborização Urbana de Xanxerê. Xanxerê: Secretaria Municipal, 2009. 20 p.

WANG, Y.; LIAN, Z.; BROEDE, P.; LAN, L. A time-dependent model evaluating draft in indoor environment, **Energy and Buildings**, Canada, v. 49, June 2012, Pages 466-470.