

CONFORTO TÉRMICO HUMANO EM AMBIENTES ESCOLARES DE CLIMA SEMIÁRIDO

Carla Priscila de Souza

Graduada em Geografia pela Universidade do Estado do Rio Grande do Norte

karlaassu@hotmail.com

Wilma Gomes Coelho Nogueira

Graduada em Geografia pela Universidade do Estado do Rio Grande do Norte

wilma2009-vida@hotmail.com

Ana Luiza Bezerra da Costa Saraiva

Profa. Ma. Departamento de Geografia da Universidade do Estado do Rio Grande do Norte –
Campus de Assu

ageopesquisadora@hotmail.com

Artigo recebido 31/03/18 e aceito em 03/05/18

Resumo

O trabalho buscou investigar o conforto térmico humano em ambientes escolares localizados no clima semiárido, de quatro escolas públicas da cidade de Assú-RN comparando áreas arborizadas e áreas não arborizadas existentes nessas escolas. A primeira etapa metodológica consistiu no levantamento bibliográfico sobre a temática, seguida da visita às escolas públicas da cidade com o intuito de selecionar as escolas que participariam da pesquisa. Após a seleção, foi realizada a coleta de dados em quatro escolas públicas com características físicas, estruturais e arborização diferentes. Foram coletados dados de temperatura do ar, umidade relativa do ar e temperatura das superfícies simultaneamente nas quatro escolas. Entre as salas de aula estudadas a escola Municipal Prof.^a Luiza de França apresentou a mais elevada temperatura do ar com sua máxima: 35,0 °C às 15h. Durante o dia da pesquisa a mesma escola apresentou o mais baixa umidade relativa do ar: 23,8% às 15h, classificado com Não Recomendado à Saúde Humana pela Organização Mundial de Saúde. Os resultados obtidos nas escolas que possuem áreas arborização foram importantes para comprovar que sem a presença da mesma as áreas construídas podem se tornar mais desconfortável.

Palavras-chave: Temperatura do Ar. Desconforto térmico. Escolas.

HUMAN THERMAL COMFORT IN SEMI-ARID CLIMATE SCHOOL ENVIRONMENTS

Abstract

The study sought to investigate human thermal comfort in school settings located in the semi-arid climate of four public schools in the city of Assú-RN comparing wooded areas and non-wooded areas in these schools. The first methodological step consisted of a bibliographical survey on the subject,

followed by a visit to the city's public schools in order to select the schools that would participate in the research. After the selection, data collection was carried out in four public schools with different physical, structural and afforestation characteristics. Data were collected on air temperature, relative air humidity and surface temperature simultaneously in the four schools. Among the classrooms studied, the Municipal School Prof.^a Luiza de França presented the highest air temperature with its maximum: 35.0 ° C at 3:00 p.m. During the day of the research, the same school had the lowest relative humidity of the air: 23.8% at 3 pm, classified as Not Recommended for Human Health by the World Health Organization. The results obtained in schools with afforestation areas were important to prove that without the presence of it the built up areas can become more uncomfortable.

Keywords: Air Temperature. Heat Discomfort. Schools.

CONFORT TÉRMICO HUMANO EN AMBIENTES ESCOLARES DE CLIMA SEMIÁRIDO

Resumen

La El trabajo buscó investigar el confort térmico humano en ambientes escolares semiáridos de cuatro escuelas públicas de la ciudad de Assú-RN comparando áreas arboladas y áreas no arboladas existentes en esas escuelas. La primera etapa metodológica consistió en el levantamiento bibliográfico sobre la temática seguida de la visita a las escuelas públicas de la ciudad con el objetivo de seleccionar las escuelas que participarían de la investigación. Después de la selección, se realizó la recolección de datos en cuatro escuelas públicas con características físicas, estructurales y arborización diferentes. Se recogieron datos de temperatura del aire, humedad relativa del aire y temperatura de las superficies simultáneamente en las cuatro escuelas. Entre las aulas estudiadas la escuela Municipal Prof.^a Luiza de Francia presentó la más alta temperatura del aire con su máxima: 35,0 ° C a las 15h. Durante el día de la investigación, la misma escuela presentó la más baja humedad relativa del aire: 23,8% a las 15h, clasificado con No Recomendado a la Salud Humana por la Organización Mundial de Salud. Los resultados obtenidos en las escuelas que poseen áreas arboladas fueron importantes para comprobar que sin la presencia de la misma el lugar queda incómodo.

Palabras-clave: Temperatura del aire. Desconocimiento térmico. Escuelas.

INTRODUÇÃO

As condições térmicas e higrométricas locais são importantes para as reações e sentidos relacionados ao conforto térmico humano. O bem-estar térmico de cada indivíduo está relacionado às condições necessárias de confortabilidade do local onde o mesmo está inserido e os seus fatores fisiológico, psicológicos e físicos, pois também são responsáveis pelo seu sentimento de satisfação (RUAS, 1999; ALCOFORADO, 2001).

A população urbana pode sofrer implicações negativas na saúde ocasionada pelo desconforto térmico e pela escassez de vegetação arbórea. Em locais quentes e secos, a ausência de áreas arborizadas pode desencadear desconforto físico e psicológico no indivíduo, influenciado pelo aumento das temperaturas locais e pela redução do teor de umidade do ar. Situações dessa natureza podem prejudicar o cotidiano das pessoas que habitam, frequentam ou desenvolvem atividades nas áreas citadinas (MENDONÇA, DANNI-OLIVEIRA, 2007; SARAIVA, 2014; ARAUJO, SARAIVA, GRIGIO, 2017).

A humanidade desenvolveu estratégias buscando construir ambientes confortáveis e agradáveis, gerando modificações na natureza de acordo com suas necessidades e possibilidades técnicas. Nesta busca pelo conforto térmico, atualmente utiliza-se com mais

frequência os meios artificiais, o que exige o aumento do uso de energia, matérias de construção e recursos financeiros (GRZYBOWSKI, 2004).

As estratégias que seguem a lógica mencionada no parágrafo anterior muitas vezes não contemplam todos os habitantes citadinos, uma vez que no sistema capitalista a falta ou escassez de recursos financeiros impossibilita a posse e a utilização de certos utensílios, aparelhos, estruturas e materiais utilizados na construção civil, aquisição de terrenos e habitações adequadas e assistência profissional especializada.

Existem estratégias que podem auxiliar na construção de ambientes agradáveis e confortáveis, mas que não custam caro, não exige grande aparato técnico e necessitam de manutenção simples, tais como: projetos de arborização e jardinagem que considerando as características ambientais locais e que buscam minimizar o desconforto térmico (SARAIVA, VALE, ZANELLA, 2017).

Nas áreas semiáridas os espaços livres, as residências, os ambientes de lazer, as escolas, as universidades, os abrigos para idosos, as praças, os parques, os canteiros e diversos locais podem ser ainda mais desconfortáveis quando são construídos sem considerar as características climáticas locais e não incluem nos seus projetos estratégias para minimizar o desconforto causado pelas altas temperaturas do ar presente em quase todos os meses do ano.

O desconforto térmico nas escolas é uma problemática que necessita de atenção, pois ambientes insalubres podem prejudicar a saúde física e psicológica das pessoas que trabalham ou estudam nestes ambientes, além de prejudicar a concentração e os rendimentos das atividades desempenhadas (NOGUEIRA, DURANTE, NOGUEIRA, 2005; OCHOA; ARAÚJO; SATTLER, 2012).

Desse modo, principalmente nos ambientes escolares do município de Assú, a presença da arborização vai favorecer a construção de ambientes confortáveis e arejados que podem influenciar positivamente na produtividade e em uma melhor qualidade de vida dos que ali estão inseridos.

O oeste do Estado do Rio Grande do Norte (RN) está inserido na porção semiárida brasileira, marcada pelas altas temperaturas do ar diurnas e intensa radiação solar ao longo do ano, bem como pela irregularidade pluviométrica anual e interanual. Nessa perspectiva, o presente trabalho tem como objetivo investigar o conforto térmico humano em escolas públicas da zona urbana do município de Assú-RN. Onde também buscou destacar a importância da arborização para as escolas, principalmente para locais de clima semiárido, onde a mesma é essencial para uma melhor condição de vida dos envolvidos.

METODOLOGIA

Caracterização da área de estudo

Para o início da pesquisa foi realizado levantamento bibliográfico sobre os temas centrais relacionados ao trabalho, sendo eles: conforto térmico; clima semiárido; importância de cobertura vegetal e arborização.

Para a seleção das escolas a serem investigadas, realizou-se visitas in loco, com a finalidade de conhecer e analisar as estruturas físicas, seus horários de funcionamento e observar a arborização presente na área da escola.

As escolas estudadas nesta pesquisa estão localizadas na zona urbana de Assú (**Figura 01**), município brasileiro localizado no interior do Rio Grande do Norte, distante 207 km da capital do estado Natal, que conta com aproximadamente 58.183 pessoas (IBGE, 2017). Abaixo serão apresentadas as escolas selecionadas para esta pesquisa, observação e análise direta das escolas públicas da zona urbana de Assú/RN.

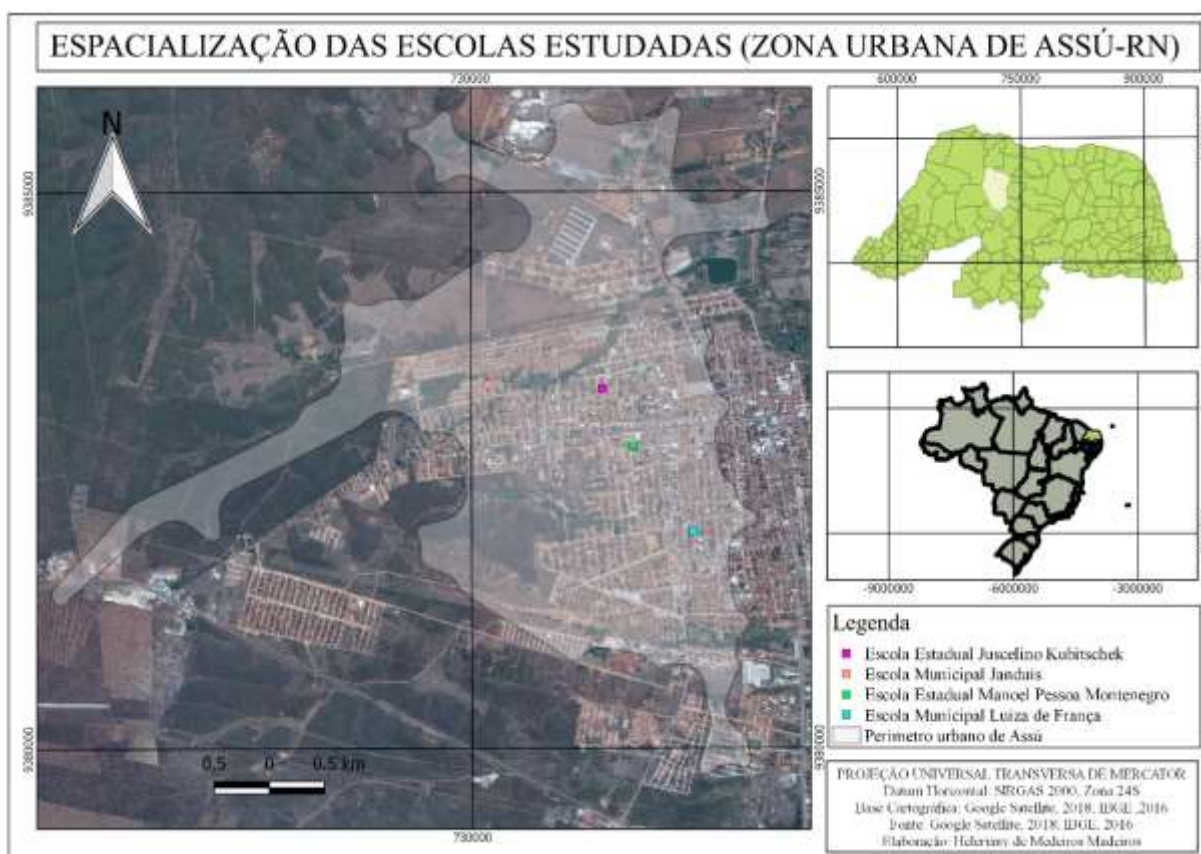


Figura 1: Espacialização das escolas estudadas (zona urbana de Assú-RN). **Fonte:** Google Satellite, 2018; IBGE, 2016.

Pontos de estudados:

Escola 1 – Escola Municipal Professora Luiza de França (E.M.L.F)

A primeira escola fica localizada no bairro São João. É uma escola de pequeno porte, onde anteriormente era utilizada como residência, depois de algumas reformas, a escola foi inserida no local, podendo-se observar a inadequação do padrão escolar no espaço. Um dos pontos a observar quanto a inadequação do padrão para as escolas é que o piso é construído com a mistura de cimento, areia e água, resultando no denominado “piso queimado”. Este tipo de piso não é o mais indicado no uso das escolas, pois o mesmo contribui para o aumento da temperatura do ar nas salas de aula. **(Figuras 02-A, B e C).**

Devido à alta radiação solar que penetra diretamente nas salas de aula, as janelas da escola, que já fogem ao padrão arquitetônico escolar, pois são janelas que possuem medidas pequenas, não podem ser abertas totalmente. Uma maneira alternativa de se diminuir a temperatura nas salas de aula foram a implantação de alguns pergolados feitos de cimento, localizados na parte horizontal e a ausência de lajes na sala de aula, sendo as mesmas cobertas por telhado de madeira e telhas de cerâmica vermelha.

Quanto a cobertura vegetal, a escola não possui nenhum tipo de arborização em seu interior, além de possuir o pátio de pequeno porte (corredor) revestido de cimento, o que contribui para o aumento da temperatura na escola.



Figura 02: Vista parcial da Escola Municipal Maria Luiza de França
Fonte: Acervo das autoras, 2017.

Escola 2 – Escola Estadual Manoel Pessoa Montenegro (E.E.M.P.M)

A segunda escola está localizada no bairro Centro na zona urbana de Assú/RN. Seu alunado é formado por crianças, adolescentes e jovens da zona rural e urbana do município. Hoje a escola tem em seu quadro de ensino o programa de Educação de Jovens e Adultos (EJA) (**Figura 03-A, B e C**).

A escola funciona nos turnos matutino e vespertino ofertando o ensino em todos os níveis do Fundamental (I e II) e EJA. A escola é revestida com telhado feito em madeira e telha de cerâmica vermelha, seu piso é construído do denominado “cimento queimado” (mistura feita de cimento e agregado miúdo). A refrigeração das salas de aulas é feita por ventiladores e ventilação natural auxiliada por janela de madeiras.

A escola possui algumas árvores próximas à sua área construída, mais especificamente nas proximidades do pátio, local utilizado pelos alunos e alunas para momentos de lazer e recreação, mas, no terreno da escola ainda existe uma significativa parcela de solo exposto sem cobertura vegetal.



Figura 03: Vista parcial da Escola Estadual Manoel Pessoa Montenegro. **Fonte:** Acervo das autoras, 2017.

Escola 3 – Escola Estadual Juscelino Kubitschek (E.E.J.K)

A terceira escola está localizada no bairro Dom Elizeu, na zona urbana do município. A mesma funciona nos três turnos, sendo ela a única escola que oferta o Ensino Médio e Ensino Médio Técnico em Assú. Também oferta turmas noturnas do EJA. Os estudantes que a frequentam são da área urbana e rural (**Figuras 04-A, B e C**).

A escola tem uma estrutura de grande porte, já que conta com uma maior quantidade de salas de aula. A área da escola é a maior dentre as escolas públicas existentes em Assú. As salas de aula possuem coberturas feita com madeira, telhas de cerâmicas e forro de PVC (Policloreto de vinila). A escola conta com salas de aulas com ventiladores para amenizar as temperaturas. Além disso o piso é de cimento.

Apesar de possuir uma grande área e muitos espaços sem construções, a escola possui poucas árvores, possuindo em boa parte de seu terreno uma parcela considerável de solo exposto. As árvores existentes se encontram apenas na entrada da escola e entre alguns corredores da mesma, sendo as mesmas em sua maioria da espécie *Mangifera indica* (Mangueira).



Figura 04: Vista parcial da Escola Estadual Juscelino Kubitschek. **Fonte:** Acervo das autoras, 2017.

Escola 4 - Escola Municipal Janduís (E.M.J)

A quarta escola fica no bairro Cohab que a mesma está localizada na zona urbana de Assú- RN (**Figura 05-A, B e C**).

O horário de funcionamento da escola acontece nos turnos matutino e vespertino, com ensino regular, pré-escola e ensino fundamental I (do 1º ao 5º ano). As salas de aula contam com uma estrutura física ampla com cobertura de telhas de cerâmica e forro de PVC (Policloreto de vinila). A mesma conta com sistema de ar-condicionado em todas as salas, além de possuir janela todas vedadas e piso construído por “cimento queimado”.

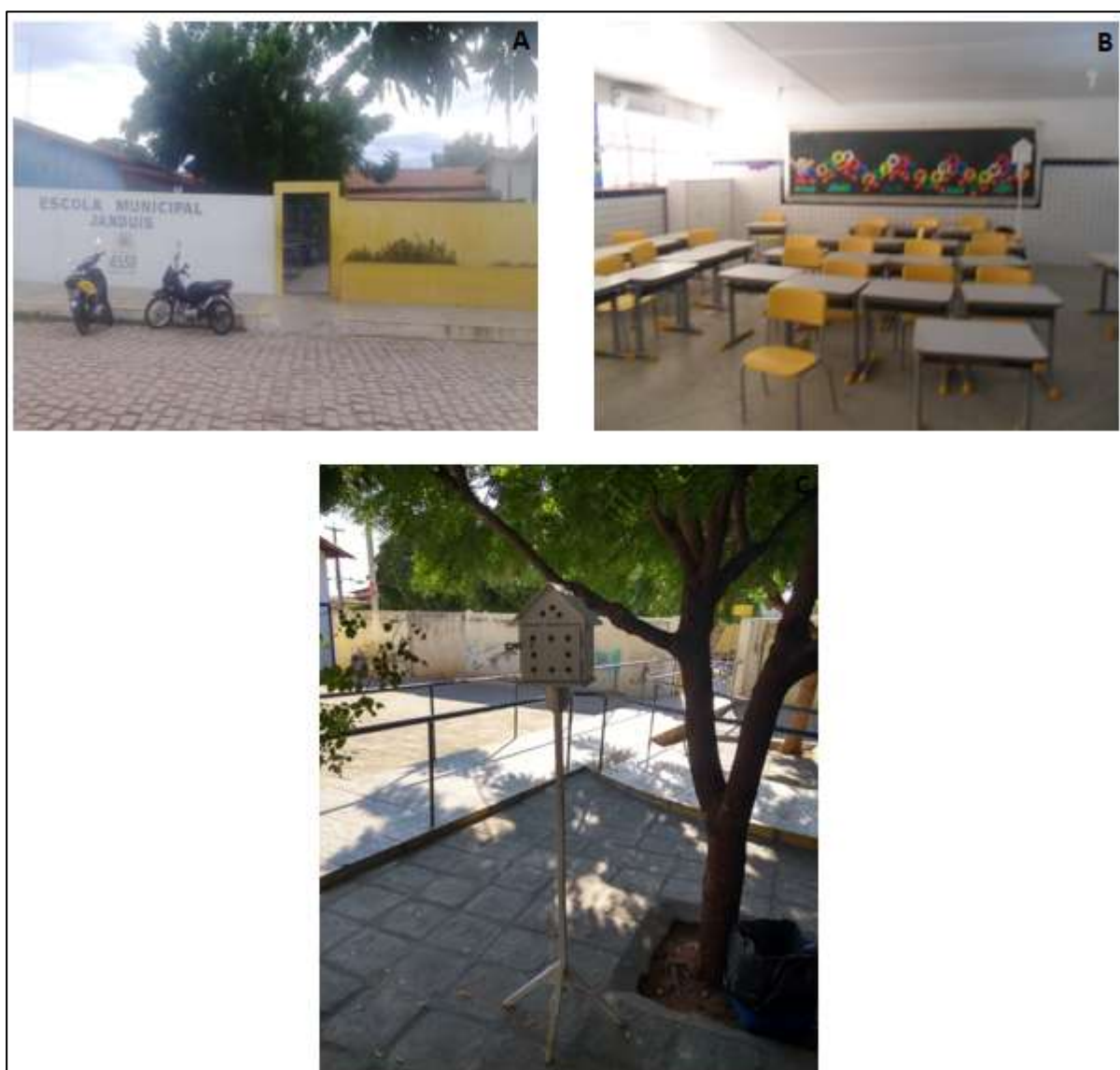


Figura 05: Vista parcial da Escola Municipal Janduís. **Fonte:** Acervo das autoras, 2017.

Técnicas e métodos utilizados

Os aparelhos utilizados foram os termohigrômetros com *datalogger* da marca *Impac* – modelo IP 747RH (**Figura 06-A**) que coletam dados de temperatura e umidade relativa do ar, acomodados em abrigos meteorológicos (**Figura 06-B, C**) protegidos para que não fossem expostos a radiação solar direta com a finalidade de não influenciar nos resultados. Para a realização deste trabalho, utilizou-se da metodologia sugerida por Saraiva (2014). Também foram utilizados termômetros infravermelho de superfície.

Logo após a coleta de dados, os mesmos foram organizados, tabulados, passando por tratamento estatístico com base no processo de calibração dos equipamentos. Este tratamento estatístico e o processo de calibração usados nesta investigação foram aplicados e descritos por Saraiva (2014).

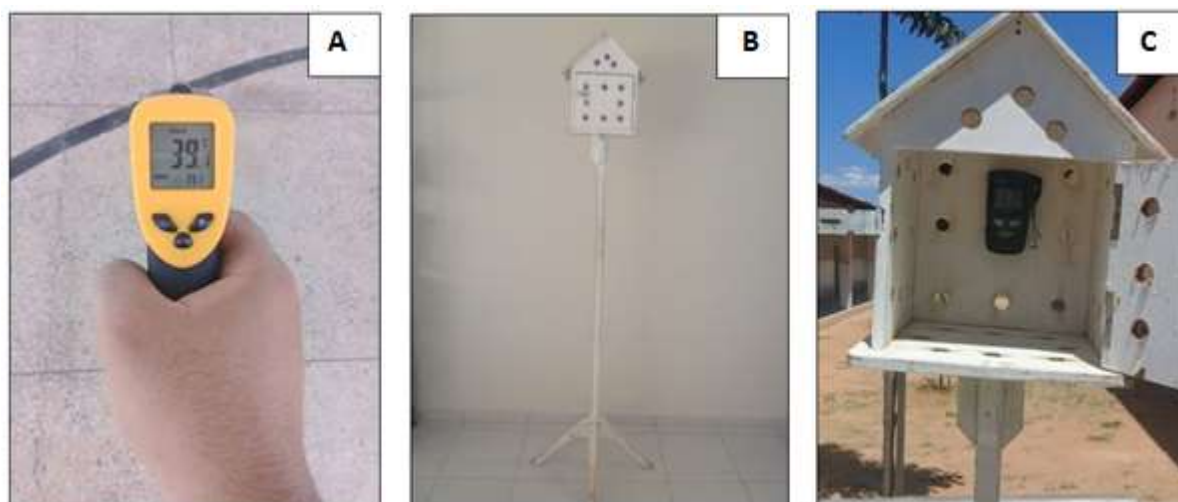


Figura 06: Termohigrômetros com *datalogger* (A) e abrigo meteorológico (B). **Fonte:** Acervo das autoras, 2017.

Após posterior análise dos dados, foi possível produzir o índice de conforto ou desconforto térmico dos espaços escolhidos para essa pesquisa. Para os cálculos de temperatura e umidade relativa do ar coletados aplicou-se a fórmula do Índice de Desconforto Humano – IDH (ONO; KAWAMURA, 1991) e para o Índice de Calor de utilizou-se os critérios da Administração Nacional Oceânica e Atmosférica (NOAA, 2016).

Ono e Kawamura (1991) descrevem a fórmula de IDH da seguinte maneira: T_a é a temperatura do ar e T_d a temperatura do orvalho. $IDH = 0,99T_a + 0,36T_d + 41,5$.

T_d é encontrado através da equação:

$$T_d = \frac{b * \alpha (T_a, UR)}{a - \alpha (T_a, UR)}, \text{ sendo que } \alpha(T_a, UR) = \frac{a * T_a + \ln (UR)}{b + T}$$

Sendo, $a = 17,27$ e $b = 237,7$ °C. Após os resultados dos cálculos, eles podem ser classificados de acordo com as suas respectivas classificações (**Tabela 01**).

IDH	CATEGORIAS – SENSAÇÃO DE CONFORTO
> 80	Estresse devido ao calor
75 > IDH > 80	Desconfortável devido ao calor
60 > IDH > 75	Confortável
55 > IDH > 60	Desconfortável devido ao frio
IDH < 55	Estresse devido ao frio

Tabela 01: Sensação de conforto térmico com base no IDH. **Fonte:** Organizado por Saraiva, 2014.

RESULTADOS E DISCUSSÕES

Análises das temperaturas do ar dos dados coletados nas escolas no dia 15 de Agosto de 2017 nos horários de 7 h às 18 h.

A **figura 07** apresenta os dados de temperatura do ar coletados nas salas de aulas das escolas estudadas.

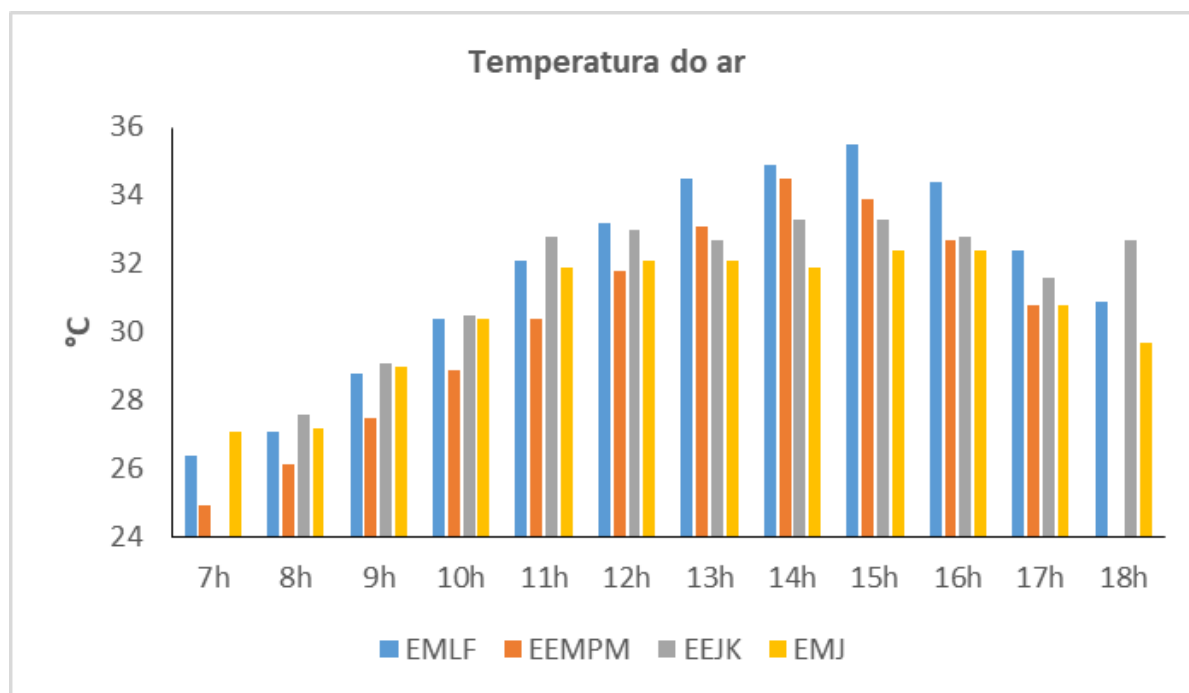


Figura 07: Variação horária da temperatura do ar em °C nas salas de aula no dia 15-08-2017. **Fonte:** Dados de campo, 2017.

A sala de aula da E.M.L.F, apontou à temperatura do ar mínima com 26,5°C às 07h, e máxima 35,0 °C às 15h, sendo esta a mais elevada entre as salas de aulas pesquisadas.

Na E.E.M.P.M foi registrada a menor temperatura do ar às 07h com 25,7 °C, e a máxima às 15h com 34,5°C. A E.E.J.K, ficou com a sua temperatura mínima de 26,7°C às 07h, e a máxima de 33,3°C às 14h e às 15h. Já a E.M.J, apresentou mínima de 26,8°C às 07h, e máxima de 32,8°C às 15h.

É ressaltante que no início da manhã as temperaturas são semelhantes entre as salas de aula estudadas das quatro escolas. Fica claro que com o passar das horas, a partir da intensificação da incidência da radiação solar e com o acréscimo da temperatura do ar, que as alterações são mais acentuadas, entre às 10h, com amplitude térmica de 3,3°C.

Diante dos dados apresentados, a E.M.L.F (26,5°C) e a E.E.M.P.M (25,7°C), possuem as salas de aula que apresentam os menores valores de temperaturas do ar ambas, às 07h. Nestes mesmos pontos incidiram também, os mais elevados valores da temperatura do ar, 35°C e 34,5°C, simultaneamente às 15h. Já na E.E.M.P.M, apresentou sua mínima 25,7°C às 07h, pois a sala de aula fica sombreada nesse horário por estar próxima de árvores. Assim sendo “As árvores, isoladas ou em grupos, atenuam grande parte da radiação incidente, impedindo que sua totalidade atinja o solo ou as construções” (LABAKI, *et al*, 2011, p.24).

Sobre as temperaturas máximas coletadas, as escolas apresentam estrutura física que podem gerar o aumento significativo da temperatura interna das salas de aula: a E.M.L.F, não contem árvores ao seu redor. As salas de aula que apresentaram as menores temperaturas do ar durante o dia da coleta foram as escolas E.E.J.K e E.M.J. A E.E.J.K possui árvores próximas as janelas das salas de aula, o que gera um sombreamento na lateral da sala.

A E.M.J conta com aparelhos de ar condicionado em suas salas de aula, mas, no período dessa pesquisa, somente uma sala possuía condicionador de ar em funcionamento. O uso

deste equipamento contribui para o conforto térmico dos alunos, nos períodos (11h a 16h) em que as temperaturas se mostravam mais altas.

A **figura 08** mostra a distribuição horária dos valores de umidade relativa do ar coletados nas salas de aula das escolas estudada.

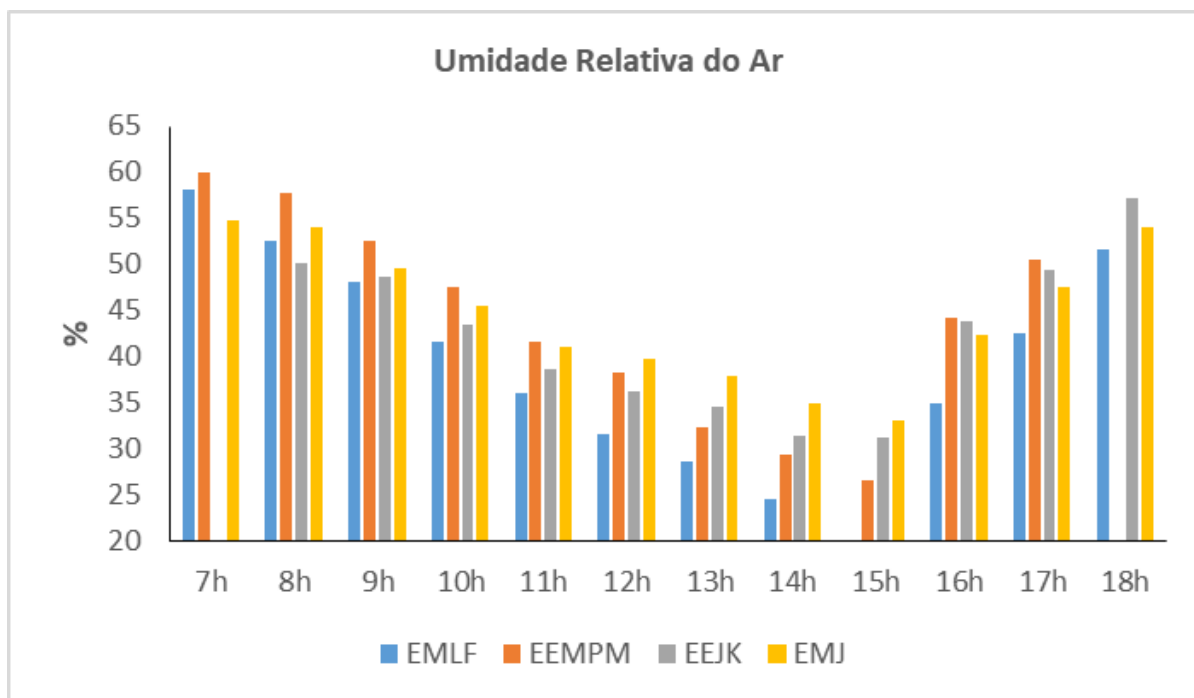


Figura 08: Variação horária da umidade relativa do ar (%) nas salas de aula no dia 15 de agosto de 2017. **Fonte:** Dados de campo, 2017.

A E.M.L.F apresentou a umidade relativa do ar mínima de 23,8% às 15h e máxima de 58,4% às 07h. A E.E.M.P.M, exibiu umidade relativa do ar mínima de 26,1% às 15h, e a máxima de 61,5%, às 07h. A E.E.J.K mostrou mínima de 32,0%, às 15h e máxima de 58,5% às 07h. Já a E.M.J marcou mínima de 32,8% às 15h, e máxima de 55,7% às 07h.

De acordo com a classificação fornecida pela Organização Mundial de Saúde (OMS), todos os valores coletados nas quatro escolas públicas durante a pesquisa ficaram classificados como “não recomendado à saúde humana”, exceto o valor coletado às 7h na E.E.M.P.M.

Os valores encontrados na E.M.L.F, não são recomendados à saúde humana segundo a Classificação da Organização Mundial de Saúde (OMS). Sendo os valores das 14h e 15h classificados como “estado de atenção”. Esses valores estão relacionados aos altos dados de temperatura do ar e associados às características climáticas locais, e tão somente intensificada pela estrutura física da escola e pela ausência de cobertura vegetal.

A sala da E.E.M.P.M, marcou o valor máximo de umidade relativa do ar desta pesquisa às 7h. Este valor está relacionado ao menor valor de temperatura do ar coletado na pesquisa, bem como com o recebimento de sombreamento de algumas árvores locais, o que suaviza as temperaturas do ar matinais, e tornam o ar mais úmido neste local.

Já a sala de aula da E.E.J.K, apresentou classificação “não recomendado a saúde humana”, no horário das 7h da manhã (OMS, 2012). Mesmo a sala contando com algumas árvores ao seu redor, o que possivelmente pode estar contribuindo para esse resultado é o uso

indevido dos materiais usados na construção da sala de aula, bem como da grande quantidade de alunos em sala de aula.

Na sala de aula da E.M.J, a mínima 32,8% foi coletada às 15h, sendo classificado como “não recomendado à saúde humana”.

Os dados coletados nas quatro escolas relativos à umidade relativa do ar são alarmantes o que requer atenção, uma vez que este é um elemento climático extremamente importante para saúde e para o conforto humano, contribuindo também para o processo de ensino-aprendizagem e o desenvolvimento das atividades propostas diariamente.

Compreendendo que, “o bem-estar do homem é um conceito amplo que engloba desde os fatores necessários à manutenção de sua saúde física, até aqueles responsáveis pelo seu sentimento de satisfação” (RUAS, 1999, p. 9), o conforto térmico é uma necessidade fundamental para a qualidade de vida da população. E principalmente quando esta se tratando de locais quentes ao longo do ano, como é caso das cidades localizadas em clima semiárido, está problemática se torna ainda mais urgente.

A **figura 09** apresenta a distribuição dos índices de calor produzido com base nos dados de temperatura do ar e de umidade relativa do ar coletados na pesquisa.

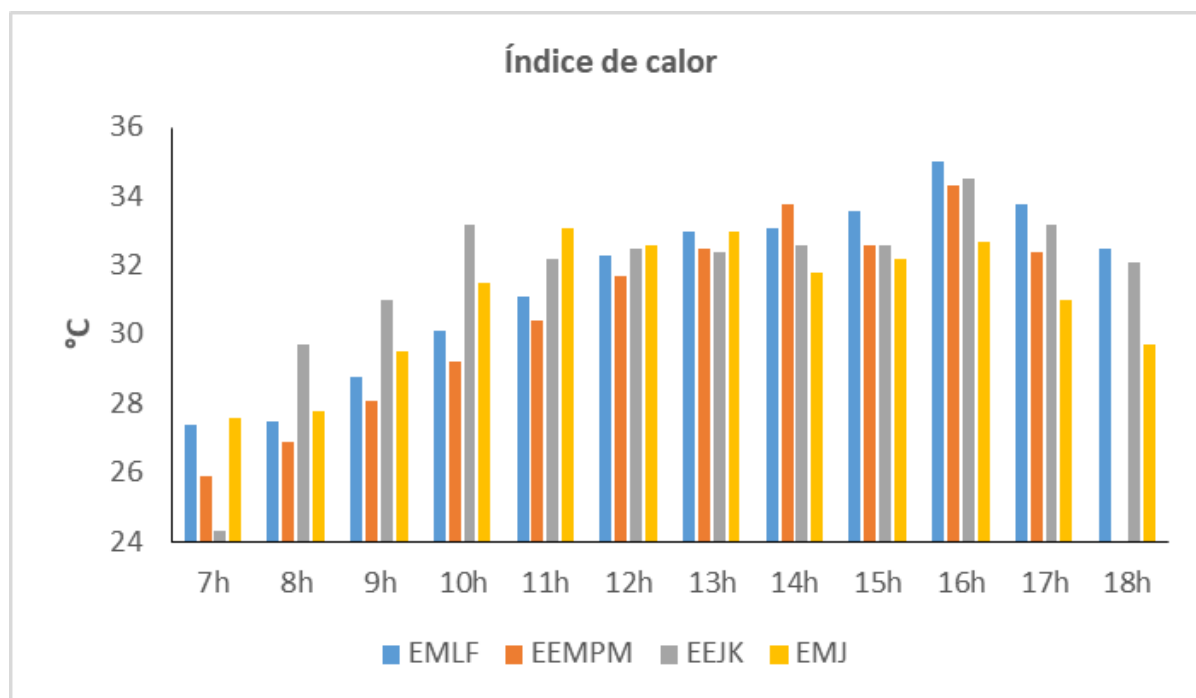


Figura 09: Variação dos índices de calor em sala de aula no dia 15/08/2017 às 16h. **Fonte:** Dados de campo, 2017.

Os horários que mostraram os mais elevados valores referentes aos índices de calor das escolas ocorreram entre às 10h e 17h. Observou-se que na E.M.L.F, às 16h, tivemos um índice de calor de 35,0°C. Todos os índices de calor apresentados nesses intervalos horários são classificados com cuidado e extrema cautela pela NOAA (2016), uma vez que podem vir causar fadiga, câimbras, esgotamento e insolação.

O indivíduo sofre, durante toda a vida, a influência dos agentes externos de natureza física e social [...]. (MOTTA E PEREIRA, 2000. s.n.). Onde os seres humanos necessitam de está em ambientes que traga conforto ambiental para que ali possa realizar suas tarefas rotineiras procurando propor uma relação equilibrada do corpo e da mente, percebe-se que o meio ambiente dá suporte para esse equilíbrio tanto no espaço escolar como na

confortabilidade do homem, permitindo o mesmo até condições ambientais que respeite o bem-estar de todos dando uma qualidade de vida.

Vale ressaltar que a E.M.L.F, apresentou o mais elevado valor de índice de calor. Fica claro que, a E.M.J foi identificada com o menor valor coletado durante todo período do dia, a sala de aula com ar condicionado apresenta os menores valores de temperatura da superfície do dia 15 de agosto de 2017.

Este é um dos dados extremamente preocupantes, uma vez que esse quadro de desconforto térmico pode prejudicar diretamente no rendimento e na qualidade do processo de ensino e aprendizagem dos discentes e docentes já que as características físicas das escolas notavelmente precisam ser adaptadas ao clima da região já que a confortabilidade é um fator importante para o desenvolvimento intelectual de um indivíduo.

Os dados de temperatura do ar coletados nos pátios das escolas entre às 7h e 18h estão organizados e apresentados na **figura 10**.

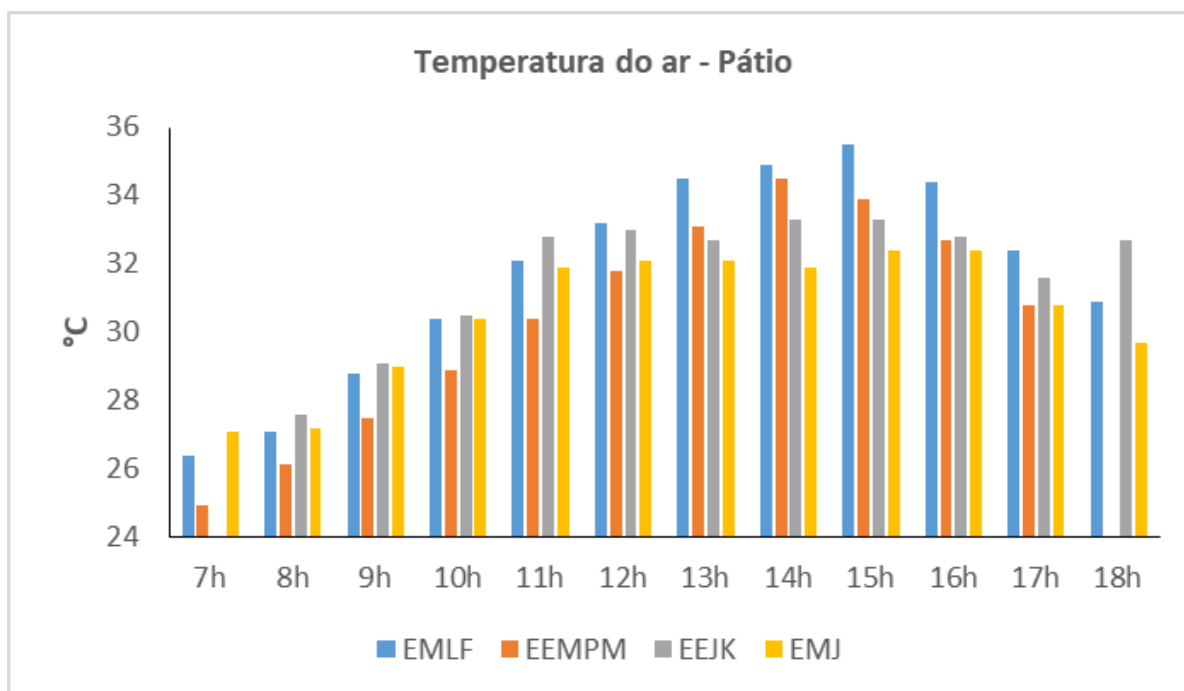


Figura 10: Variação horária da temperatura do ar nos pátios das escolas no dia 15-08-2017. **Fonte:** Dados de campo, 2017.

De acordo com os dados, as temperaturas máximas e mínimas nos pátios das escolas foram as seguintes: no pátio da E.E.M.L.F a mínima foi 26,4°C às 7h e a máxima foi 35,5°C às 15h; no pátio da E.E.M.P.M a mínima foi 24,9°C às 7h e a máxima foi 33,9°C às 15h; no pátio da E.E.J.K a mínima foi 27,6°C às 8h e a máxima foi 33,3°C às 14h e 15h; no pátio da E.M.J a mínima foi 27,1°C às 7h e a máxima foi 32,4°C às 15h.

Os pátios das escolas E.E.M.P.M e E.M.J foram os que apresentaram menores valores de temperaturas do ar ao longo do dia. A E.E.M.P.M apresentou essa temperatura em virtude da área sombreada gerada pelas árvores de grande porte, *Anacardium occidentale* (cajuzeiro) e *Terminalia catappa L.* (castanheira, castanhola), existente no pátio da escola. Também vale salientar que próximo ao pátio existe uma área de solo exposto que também recebe a sombra das árvores, o que auxilia na redução das temperaturas locais.

A E.M.J.K não apresenta árvores nas proximidades, mas as paredes das salas de aula próximas ao pátio podem ter influenciado a temperatura do ar em virtude da sombra gerada pela manhã. Vale salientar que próximo ao pátio existe uma área ampla e aberta, o que facilita a circulação do ar e a troca de calor.

A E.M.L.F apresentou as mais elevadas temperaturas do ar, com destaque para o valor de 35,3°C coletado às 15h. Esse ponto não possui nenhuma árvore, o solo é recoberto por cimento, a área é pequena e a circulação de ar é suprimida pelas paredes das salas de aula.

Os dados de temperatura do ar coletados nas áreas sombreadas existentes na escola estão presentes na **figura 11**.

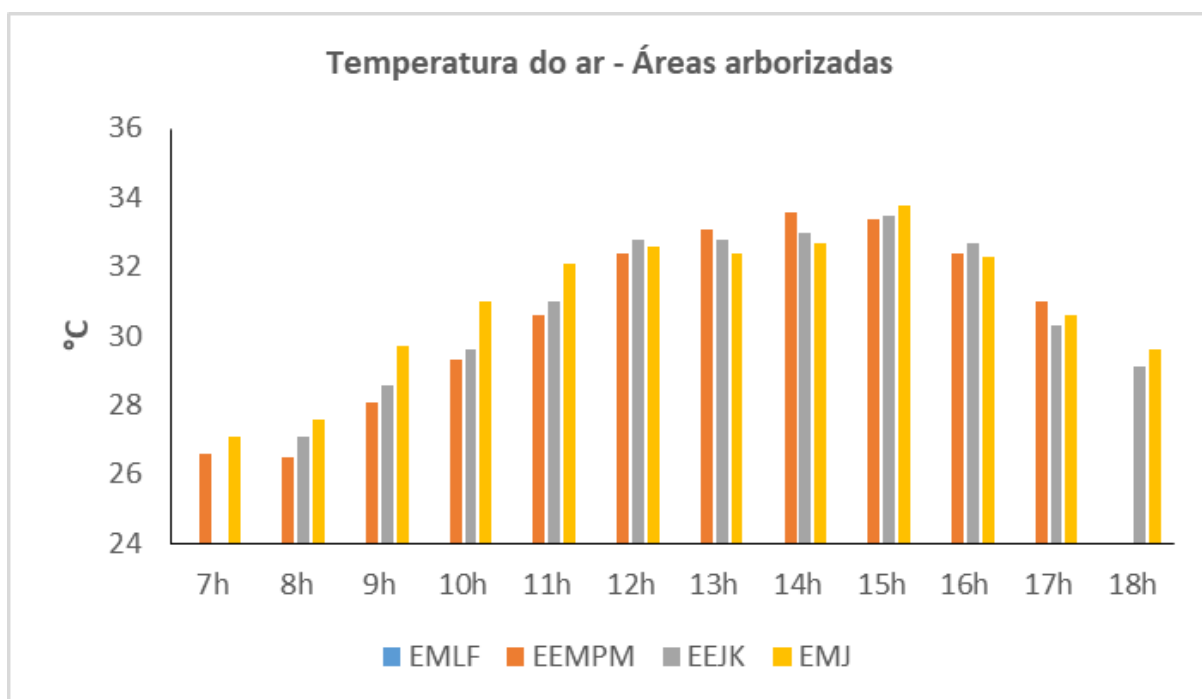


Figura 11: Variação horária da temperatura do ar nas áreas arborizadas das escolas, no dia 15/08/2017. **Fonte:** Dados de campo, 2017.

Diante das temperaturas máximas e mínimas coletadas nas áreas arborizadas das seguintes escolas: A E.E.M.P.M ficou com a mínima de 26,5°C às 8h e a máxima foi 33,6°C às 14h; na E.E.J.K a mínima foi 27,1°C às 8h e a máxima foi 33,5°C às 15h; na E.E.M.J a mínima foi 27,1°C às 7h e a máxima foi 33,8°C às 15h.

Na área arborizada da E.E.M.P.M foi encontrada a menor temperatura do ar em virtude da presença de diversas árvores, formando assim uma maior área sombreada. Na área arborizada da E.E.M.J os resultados foram elevados devido às árvores estarem rodeadas do piso de cimento, além de possuir árvores de menor porte, quando comparadas com a E.E.M.P.M.

É provável que as áreas arborizadas possuam o papel de reduzir as temperaturas locais e diminuir as diferenças entre as locais.

Os dados de umidade relativa do ar coletados nos pátios das escolas entre às 7h e 18h estão organizados e apresentados na **figura 12**.

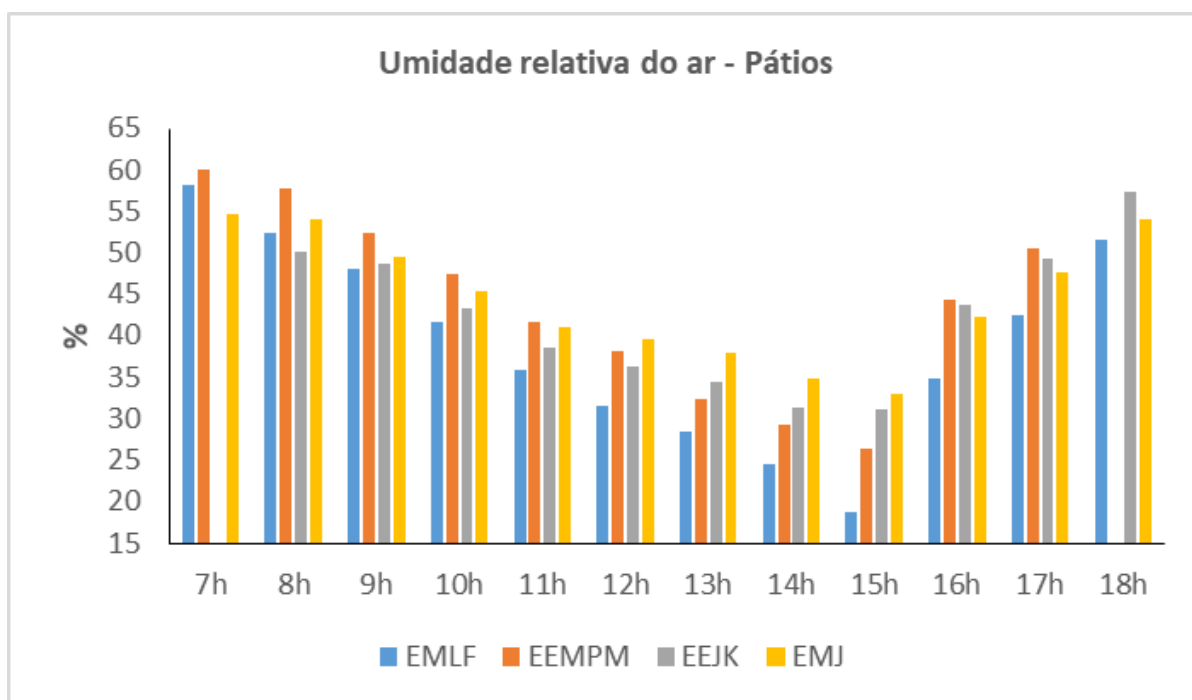


Figura 12: Variação horária da umidade relativa do ar nos pátios das Escolas, no dia 15-08-2017.
Fonte: Dados de campo, 2017.

No pátio na E.M.L.F a mínima coletada foi 18,9% às 15h e a máxima foi 58,2% 7h. No pátio da E.E.M.P.M a mínima foi 26,5% às 15h e a máxima foi 60% às 7h. No pátio da E.E.J.K a mínima ficou com 31,2% às 15h e a máxima foi 57,3% às 18h. Já na E.E.M.J a mínima foi 33% às 15h, já a máxima foi 54,8% às 7h. É importante destacar que utilizando a classificação da Organização Mundial de Saúde (OMS, 2016), apenas a E.E.M.P.M apresentou valor de umidade relativa do ar recomendada à saúde humana.

A E.M.L.F apresentou o mais baixo valor de umidade relativa do ar desta pesquisa, como 18,9% às 15h, classificado como não recomendado à saúde humana – estado de alerta. A OMS (2016) recomenda que diante do quadro de alerta, como foi encontrado às 15h no pátio da E.M.L.F, as atividades e exercícios físicos sejam suprimidos, evitando aglomerações em ambientes fechados, além de recomendar o uso de soro fisiológico para olhos e narinas.

A Escola E.E.M.P.M. apresentou o único valor de umidade relativa do ar recomendado à saúde humana. Comparando os valores coletados entre às 7h e 17h, a E.E.M.P.M. apresentou os valores máximos horários em 9 momentos, mostrando assim que a presença da vegetação em ambientes externos é de fundamental importância para a qualidade do ar e para a saúde humana, principalmente em ambientes localizados em clima semiárido, caracterizados com chuvas irregulares anualmente, ocasionado em elevadas temperaturas do ar e baixa umidade relativa do ar, incluindo essa escola na classificação da OMS (2016) como “estado de saúde humana em alerta”.

Foram coletados os dados de umidade relativa do ar em locais arborizados das quatro escolas. Por não possuir árvores na sua área, a E.E.M.L.F não fará parte desta análise na **figura 13**.

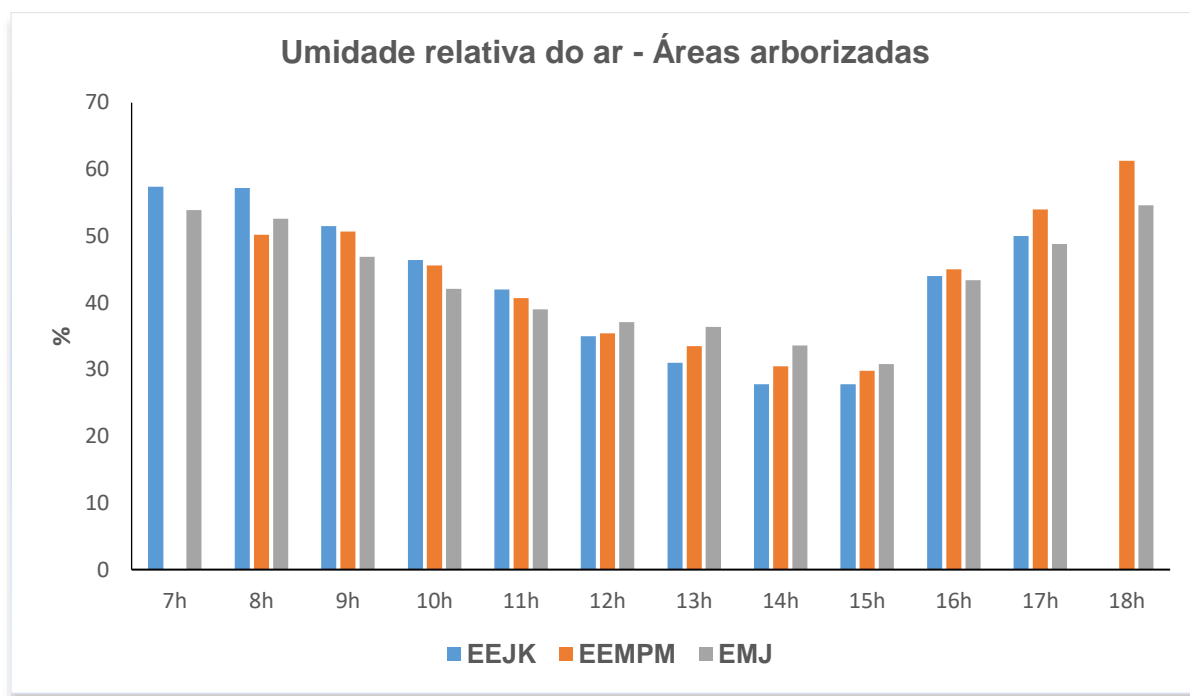


Figura 13: Variação horária da umidade relativa do ar nas áreas arborizadas das escolas, no dia 15-08-2017. **Fonte:** Dados de campo, 2017.

Os valores máximos e mínimos de umidade relativa do ar coletados nas áreas arborizadas das três escolas foram: na E.E.M.P.M a mínima foi 27,8% entre às 14h e 15h e a máxima foi 57,4% às 7h. No pátio da E.E.J.K a mínima ficou com 29,8% às 15h e a máxima foi 61,3% às 18h. Já na E.M.J a mínima foi 30,8% às 15h, já a máxima foi 54,6% às 18h. Apenas a E.E.J.K apresentou valor de umidade relativa do ar recomendada à saúde humana. Apresentou sua máxima de 61,3%, os valores coletados na E.E.J.K possivelmente esse valor se deu por contar com uma ventilação natural constante pela arborização estar sobre areia e estar sempre sombreada.

Ficou evidente que as áreas arborizadas trazem benefícios para o ambiente e para os indivíduos que ali frequentam, porém, cada escola apresenta estrutura e características próprias influenciando nos resultados de umidade relativa do ar.

Contudo, é possível afirmar que todos os dados de umidade relativa do ar sinalizam uma preocupação expressiva, pois ambos dados em determinados intervalos estão notando um índice de umidade relativa do ar não recomendável à saúde humana pela OMS (2016).

Portanto, a inserção de várias espécies de vegetação em qualquer espaço é fundamental para qualquer área, pois as mesmas contribuem para bloquear a insolação direta, e a assim amenizar as temperaturas, tornando o ambiente mais confortável para o bem-estar dos indivíduos que ali estão inseridos (GRZYBOWSKI, 2004).

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Ao analisar os resultados dos dados coletados em quatro escolas públicas da zona urbana do município de Assú-RN, foi possível concluir que os dados de todos os pontos de

cada escola estão intrinsicamente ligados aos espaços com as condições climáticas e características dos ambientes.

Nesse sentido, o espaço construído e suas estruturas físicas interferem nos resultados de cada escola estudada, onde ficam visualmente as diferenciações de temperatura do ar devido às influências dos diversos tipos de materiais de cada espaço.

Os menores resultados obtidos foram registrados onde tinham a presença da arborização sendo um resultado importante para comprovar que sem a presença desta o local fica desconfortável e impróprio para a saúde humana.

Nas escolas onde a sala de aula contava com arborização ao seu redor a radiação solar não conseguia atingir de forma direta o solo em virtude da copa das árvores, ou seja, este elemento torna-se central na construção de ambientes salubres para sociedade, principalmente para as localidades do semiárido nordestino.

Assim, a análise dos resultados de temperatura do ar, umidade relativa do ar, índice de calor no ambiente escolar, para destaque as salas de aula onde os alunos e alunas participam diretamente desse local, usado como objeto de estudo que foi de extrema importância para realização desse trabalho.

Percebe-se a necessidade de termos um ambiente escolar com o mínimo de conforto térmico, que ofereça as necessidades básicas para que sejam realizadas as atividades diárias, compreendemos que as árvores possuem um papel fundamental para o microclima local, assim é preciso colocar em destaque que não somente a presença de árvores garante, no semiárido, a umidade necessária para atender as recomendações da OMS.

Portanto, fica clara a importância de se ter um ambiente confortável, para que apresente benefício ao indivíduo e ao espaço, para que se permita ser usufruído pela coletividade que traga o mínimo de conforto, e possam ser desenvolvidas suas atividades, uma vez que o espaço escolar tem um papel de grande responsabilidade para sociedade.

Diante disso, surgem as indagações à qual chamando atenção para as salas de aulas, que possam ser propostas outras investigações desse tema tão importante para a sociedade uma vez que os mesmos passam a maior parte do tempo em ambientes escolares, pois ao concluirmos esse trabalho observamos como um ambiente térmico tem influência nas condições básicas de uma pessoa, principalmente, no que se refere na aprendizagem, já que precisamos estar em plena sintonia nos eixos físicos, fisiológicos e psicológicos, estando relacionados com a satisfação e estado de espírito dos seres humano.

REFERÊNCIAS

ALCOFORADO, M. J. **Alguns aspectos de Bioclimatologia:** o clima e o organismo humano. Centro de Estudos Geográficos Universidade de Lisboa 2011. Disponível: <http://aeclim.org/wp-content/uploads/2016/02/0002_PU-SB-2003-MJ_ALCOFORADO.pdf>. Acesso em: 18 de março. 2018.

ARAÚJO, A. M.; SARAIVA, A. L. B. C.; GRIGIO, A. M. Conforto térmico humano: um estudo de caso em três praças públicas do bairro Centro, Mossoró/RN. **Revista**

Geointerações, Assú, v.1, n.2, p.03-19, 2017. Disponível: <<http://periodicos.uern.br/index.php/geointeracoes/article/view/2613/1431>>. Acesso em: 30 de março de 2018.

BURGOS, E. G.; GRIGOLETTI, G. C.; PAIXÃO, D. X. Otimização do conforto ambiental no espaço escolar: uma visão sustentável. **Cinergis**, Santa Cruz do Sul, v.16, n.1, p.66-70, jan./mar. 2015.

GRZYBOWSKI, G. T. **Conforto térmico nas escolas públicas em Cuiabá - MT**: um estudo de caso. 2004 de Julho, Dissertação (Mestrado em Física e Meio Ambiente) Universidade Federal de Mato Grosso. Disponível em: < <http://www.pgfa.ufmt.br/index.php/br/>> Acesso em: 15 março 2018.

IBGE, INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICAS. **População estimada** 2016. Disponível em: <<http://cidades.ibge.gov.br/xtras/perfil.php?lang=&codmun=240020&search=rio-grande-do-norte|acu>>. Acesso em: 19 de março. 2018.

LABAKI, Lucila Chebel; *et al.* **Vegetação e Conforto Térmico em Espaços Urbanos Abertos**. Fórum Patrimônio, Belo Horizonte, v. 4, n. 1, p. 23-42, 2011. Mudanças climáticas e o impacto das cidades.

MENDONÇA, F.; DANNI-OLIVEIRA, I. M. **Climatologia**: noções básicas e climas do Brasil. São Paulo: Oficina de Textos, 2007.

MOTTA, M. S. G.; PEREIRA, F. E. L. Desenvolvimento e aprendizagem: processo de construção do conhecimento e desenvolvimento mental do indivíduo - planejamento do ensino numa perspectiva de educação. In: VEIGA, I. P. A. **Repensando a didática**. 16 ed. Campinas: Papirus, 2000, p.158.

NOAA – NATIONAL OCEANIC AND ATMOSPHERIC ADMINISTRATION. **What is the heat index?** Disponível em: <<http://www.srh.noaa.gov/ama/?n=heatindex>>. Acesso em: 14 de março, 2018.

NOGUEIRA, M. C. J. A.; DURANTE, L. C.; NOGUEIRA, J. S.. Conforto térmico na escola pública em Cuiabá-MT: estudo de caso. **Revista Eletrônica do Mestrado em Educação Ambiental**. Rio Grande, v.14, p.37-49, jan./jun. 2005. Disponível: <<http://www.ceap.br/material/MAT04102011194544.pdf>> Acesso em: 08 abr 2017.

OCHOA, J. H.; ARAÚJO, D. L.; SATTTLER, M. A. Análise do conforto ambiental em salas de aula: comparação entre dados técnicos e a percepção do usuário. **Ambiente Construído**. Porto Alegre, v.12, n.1, p.91-114, jan./mar. 2012.

OMS, ORGANIZACIÓN MUNDIAL DE LA SALUD. **Atlas de la salud y del clima**. Ginebra: 2012. 64 p. Disponível em: <<http://apps.who.int/iris/handle/10665/112303>>. Acesso em: 14 de março. 2018.

ONO, H. S. P.; KAWAMURA T. Sensible climates in monsoon Asia. **International of Journal Biometeorology**, v.35, n.20, p.39-47, 1991.

PAULA, R. Z. R. **A influência da vegetação no conforto térmico do ambiente construído.** Dissertação (Mestrado em Edificações). Faculdade de Engenharia Civil, Arquitetura e Urbanismo. Universidade Estadual de Campinas. Campinas, São Paulo, 2004. Disponível em: <<http://repositorio.unicamp.br/>> Acesso em: 13 de março. 2018.

RUAS, Á. C. **Conforto térmico nos ambientes de trabalho.** Brasília: Ministério do Trabalho; FUNDACENTRO, 1999.

SARAIVA, A. L. B. C. **O clima urbano de Mossoró (RN):** o subsistema termodinâmico. 2014. 234 f. Dissertação (Mestrado em Geografia) – Centro de Ciências Humanas e naturais. Programa de Pós-Graduação em Geografia, Universidade Federal do Espírito Santo, Vitória, 2014. Disponível em: <<http://dspace2.ufes.br/handle/10/3613>> Acesso em: 25 de fevereiro 2018.

SARAIVA, A. L. B. C.; VALE, C. C.; ZANELLA, M. E. Comportamento dos elementos climáticos no município de Mossoró (RN) e os impactos na saúde humana. IN: **Revista GeoInterações**, Assú, v.1, n.1, p.87-105, jan./jun. 2017. Disponível em: <<http://periodicos.uern.br/index.php/geointeracoes/article/viewFile/2174/1193>>. Acesso em: 21 de março de 2018.

SARAIVA, A. L. B. C.; ARAÚJO, A. M.; GRIGIO, A. M. Conforto térmico humano, arborização e saúde no semiárido: um estudo de caso do centro urbano de Mossoró/RN. In: Giovanni Seabra. (Org.). **Educação ambiental:** a sustentabilidade dos ambientes rurais e urbanos. 1ed.Ituiutaba: Barlavento, 2017, p.979-991.