

# *Estudo das condições de conforto térmico em escolas públicas municipais de tempo integral na cidade de João Pessoa – PB*

## *Conditions of thermal comfort study in municipal integral public schools in the city of João Pessoa - PB*

### Resumo:

A alteração dos constituintes de recobrimento do solo por materiais impermeáveis, o alto crescimento urbano e a consequente supressão da vegetação urbana, vem modificando ainda mais o microclima urbano e tornando críticas as condições de conforto térmico nos centros urbanos e áreas habitacionais. Atualmente boa parte das escolas públicas de tempo integral na cidade de João Pessoa/PB sofre as consequências das alterações no campo térmico urbano da cidade. Dessa forma, o estudo do conforto térmico em escolas públicas de tempo integral na cidade de João Pessoa/PB é de suma importância para a compreensão do desenvolvimento das atividades educativas e rendimento escolar dos alunos. Sendo assim, o objetivo principal deste trabalho é verificar o Índice de Conforto Térmico (IDT) em três escolas de tempo integral da cidade de João Pessoa/PB. Para a realização da pesquisa, foi feito o reconhecimento e caracterização das três amostras experimentais: Escola Municipal de Ensino Fundamental Cônego João de Deus, Escola Municipal de Ensino Fundamental Radegundis Feitosa e Escola Municipal de Ensino Fundamental Ana Cristina Rolin Machado. Para a obtenção dos dados de temperatura e umidade relativa do ar foram utilizados aparelhos do tipo termohigrometro HOBO U-10. Para avaliação das condições de conforto térmico foi utilizado o Índice de Thom e as faixas de sensações térmicas ajustadas por Santos para regiões tropicais. Com os resultados da pesquisa foi possível observar que as escolas permaneceram com altos índices de desconforto térmico na maior parte do período diurno. As faixas de conforto térmico predominantes nas escolas vão de parcialmente confortável a confortável, de acordo com o índice de desconforto de Thom. Dessa forma, pode-se concluir que os ambientes públicos escolares avaliados necessitam ser repensados para uma maior eficiência térmica, objetivando assim, o melhor desempenho escolar dos alunos.

### Abstract:

The alteration of soil cover constituents by impermeable materials, high urban growth and the consequent suppression of urban vegetation has been further modifying the urban microclimate and making critical the conditions of thermal comfort in urban centers and housing areas. Currently, most of the full-time public schools in the city of João Pessoa / PB suffer the consequences of changes in the city's urban thermal field. Thus, the study of thermal comfort in full-time public schools in the city of João Pessoa, Brazil, is of great importance for the understanding of the development of the educational activities and school performance of the students. Therefore, the main objective of this work is to verify the Thermal Comfort Index (RTD) in three full-time schools in the city of João Pessoa / PB. For the accomplishment of the research, the three experimental samples were made: EMEF Conego João de Deus, EMEF Radegundis Feitosa and EMEF Ana Cristina Rolin Machado. To obtain the data of temperature and relative humidity of the air were used equipment of the thermohygrometer type HOBO U-10. For the evaluation of thermal comfort conditions, the Thom Index and the thermal sensing ranges adjusted by Santos for tropical regions in 2011, were used. With the results of the research it was possible to observe that the schools remained with high rates of thermal discomfort during most of the daytime period. The predominant thermal comfort ranges in schools range from partially comfortable to comfortable, according to Thom's discomfort index. In this way, it can be concluded that the evaluated public school environments need to be rethought for a greater thermal efficiency, aiming, therefore, the better school performance of the students.



**Gabrielle Diniz dos Santos<sup>1</sup>; Joel Silva dos Santos<sup>2</sup>; Ingrid Almeida da Silva<sup>3</sup>; Gil Dutra Furtado<sup>4</sup>; Bruno Sousa Gonzaga<sup>5</sup>**

<sup>1</sup>Mestranda em desenvolvimento e meio Ambiente – PRODEMA/UEPB/João Pessoa/Paraíba/Brasil – [gabrielledosantos90@gmail.com](mailto:gabrielledosantos90@gmail.com)

<sup>2</sup>Professor Adjunto da UFPB/Campus IV/Rio Tinto/Paraíba/Brasil - [joelgrafia.santos@gmail.com](mailto:joelgrafia.santos@gmail.com);

<sup>3</sup>Mestranda em desenvolvimento e meio Ambiente – PRODEMA/UEPB/João Pessoa /Paraíba/Brasil – [ingridizinha\\_91@hotmail.com](mailto:ingridizinha_91@hotmail.com)

<sup>4</sup>Professor colaborador do PRODEMA/UEPB/João Pessoa/Paraíba/ Brasil – [gdfurtado@hotmail.com](mailto:gdfurtado@hotmail.com)

<sup>5</sup>Especialista em Planejamento Urbano e Gestão de Cidades/UNIFE/João Pessoa/Paraíba /Brasil – [brunugonzaga@hotmail.com](mailto:brunugonzaga@hotmail.com).

### Contato principal

<sup>1</sup>Gabrielle Diniz dos Santos



**Palavras chave:** *clima urbano, campo térmico, IDT*

**Keywords:** *urban climate, thermal field, IDT*



## INTRODUÇÃO

Atualmente muitas cidades são vistas como símbolo da crise ambiental, pois elas expressam as marcas deixadas pela ação antrópica sobre os diversos sistemas ambientais. Excesso de ruído, emissão de poluentes no ar e na água, escassez de recursos energéticos e de água, falta de tratamento adequado dos resíduos, alterações no regime de chuvas e do vento, formação de ilhas de calor e inversão térmica, são alguns dos impactos ambientais ocasionados pela ação desordenada do homem nesses ambientes (DUARTE; SERRA, 2003).

Mills et al. (2010) afirma que a urbanização causa mudança nos padrões da vida humana e na transformação física do espaço natural, transformando-o em espaço geográfico. Sendo assim, a paisagem natural dá lugar à paisagem urbanizada, que é caracterizada pela impermeabilização do solo que possuem propriedades térmicas e radiativas distintas. Tais transformações no uso e cobertura do solo geram mudanças no balanço de energia e na atmosfera sobrejacente, formando um clima distinto nessas áreas, o chamado clima urbano.

Sendo assim, o clima urbano consiste no conjunto de características morfo-climáticas presentes dessas regiões, aliado as alterações nas taxas de evapotranspiração nas áreas urbanas, nas quais se tornam singulares devido ao uso e ocupação do solo e nas características térmicas das superfícies de recobrimento das construções, aumento da concentração de poluentes, alteração dos padrões de circulação do ar, os quais transformam as cidades em cenários que podemos caracterizar de estufas ou o surgimento de bolsões de calor (SHAMS et al., 2009).

A climatização artificial das construções modernas nas cidades também tem contribuído para ocasionar grandes efeitos sobre o clima urbano, pois além do aumento excessivo do consumo da energia nas edificações e da redução das áreas verdes para dar lugar ao adensamento urbano e a verticalização, tem gerado diversos impactos sobre o clima local.

Diante disso, pode-se afirmar que a ação antrópica desordenada sobre o ambiente natural está causando interferências no campo térmico urbano dessas áreas, com alterações que se repetem em grandes e médias cidades e pode ser evidenciada pelo aumento da temperatura do ar, diminuição da umidade relativa e desconforto térmico, causados principalmente pela redução de áreas verdes, pela presença de concreto e asfalto, pela verticalização, e pelo aumento da atividade industrial e poluição de veículos automotores (FRANCO; NOGUEIRA, 2012).

O conforto térmico em microclimas de áreas urbanas é influenciado por uma série de parâmetros como: a geometria urbana, a vegetação, níveis de umidade e propriedade térmica dos materiais das superfícies de recobrimento (BOURBIA; BOUCHERIBA, 2009). Esses parâmetros associados ao aumento da temperatura do ar influenciam no conforto térmico das áreas urbanas.

Portanto, altas temperaturas ocorrem em diversas cidades, sejam elas pequenas ou grandes, podendo esse fenômeno ser relativo em sua intensidade, de acordo com o clima da região (STEWART; OKE, 2012). Dentro desse contexto, Gomes e Amorin (2003), afirmam que a temperatura do ar, a umidade e a ação do vento, são condicionantes fundamentais que agem diretamente na sensação de conforto térmico do corpo humano, bem como as condições climáticas locais. Os mesmos autores afirmam que estas variáveis apresentam comportamentos diferentes de acordo com o clima de cada lugar e as condições sinóticas, sendo fator determinante para a adaptação dos indivíduos às condições climáticas.

Dessa forma, é diante do atual panorama de colapso ambiental dos centros urbanos que tem sido necessário o desenvolvimento de diversos trabalhos na área da climatologia urbana no sentido de auxiliar os planejadores ambientais na gestão sustentável desses ambientes.

No que se refere à cidade de João Pessoa não tem sido diferente, pois, mesmo sendo uma das capitais com maior índice de área verde per capita por ainda manter resquícios da Mata Atlântica em sua zona urbana, a capital Paraibana vem sofrendo nas últimas décadas um crescimento urbano acelerado principalmente na área mais próxima à praia, fato este que tem comprometido as condições de conforto térmico da população pessoense (PEREIRA, 2014).

As questões climáticas afetam também as escolas e, principalmente, os estudantes, que precisam se concentrar para suas atividades diárias. Em estudo realizado por Xavier (1999), o autor afirma que as escolas no Brasil, principalmente as públicas, foram construídas com a preocupação do aumento da alfabetização do país em meados da década de 70, com pouca preocupação com o conforto ambiental dos alunos. As escolas foram construídas em números gigantes e nos padrões do sul e sudeste, modelos estes adotados também no Nordeste, sem a preocupação com o clima regional. Essa realidade é encontrada ainda hoje, principalmente nas escolas públicas, onde a verba é limitada e este contexto não é levado em conta, já que é necessário um planejamento para a construção de prédios que atendam condições de conforto térmico ambiental.

Diante dessa premissa, é importante que se identifique os níveis de desconforto térmico nas escolas, para que seja observado se o rendimento dos alunos está relacionado a esta variável, sabendo que todo o espaço escolar faz parte do desenvolvimento da criança, principalmente se tratando de escolas de tempo integral, onde as crianças têm ainda mais convivência naquele ambiente. Pizzaro (2015) destaca que estudos já vêm sendo feitos baseados nessa preocupação com o conforto dos alunos em seu ambiente escolar e devem ser ainda mais explorados para uma melhor aplicação das premissas da educação nas escolas.

Talaia e Silva (2015), demonstram em pesquisa de avaliação do campo térmico e dos parâmetros termohigrométricos do ambiente de sala de aula, que as altas temperaturas aumentam o baixo desempenho na

aprendizagem e avaliação dos alunos. Chegando assim à conclusão de que os alunos não conseguiam se concentrar diante da atividade didática que foi proposta devido ao calor excessivo ao qual estavam submetidos na sala de aula.

Nesse contexto, o presente trabalho parte da hipótese de que as diferentes formas de uso e cobertura do solo e o material de construção dos prédios escolares situados na malha urbana da cidade de João Pessoa/PB, alteram o campo térmico urbano desses ambientes e, conseqüentemente, afetam o conforto térmico ambiental dos alunos que frequentam esses espaços. A pesquisa foi realizada em três escolas de tempo integral da cidade de João Pessoa, e tem como objetivo principal analisar as condições de conforto térmico ambiental através do Índice de Thom e as faixas de sensações térmicas ajustadas por Santos (2011), bem como suas amplitudes térmicas.

## MATERIAIS EMÉTODOS

### Caracterização da área de estudo

O município de João Pessoa, no estado da Paraíba, está localizado no Litoral Oriental da Região Nordeste do Brasil, entre as coordenadas geográficas: 7 graus 14'29" Latitude Sul/ 34 graus 58'36" de Longitude Oeste e 7 graus 03'18" de Latitude Sul/34 graus 47'36" de Longitude Oeste (Figura 1). A cidade possui os seguintes limites municipais: ao Sul limita-se com o município do Conde, a Oeste com os municípios de Bayeux e Santa Rita, ao Norte como município de Cabedelo e ao Leste limita-se com o Oceano Atlântico.

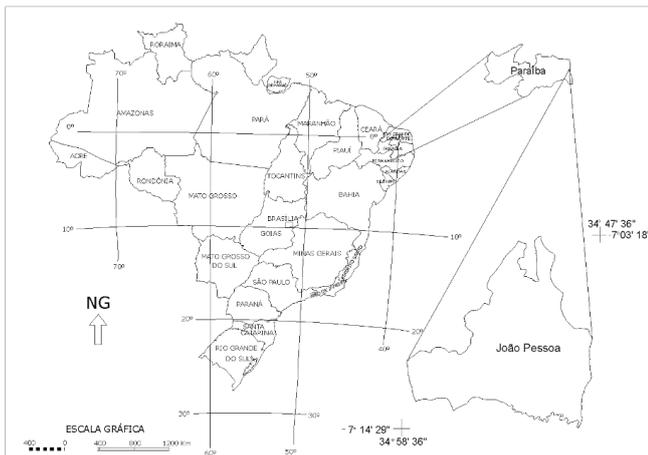


Figura 1 - localização da cidade de João Pessoa. Fonte: Santos, 2011.

A cidade recebe influência dos ventos alísios de sudeste e possui duas estações climáticas distintas, uma mais amena (chuvosa), que permanece nos meses de março a agosto, e um período mais seco, que compreende aos demais meses do ano. Vale destacar, que a pesquisa compreende as duas estações bem definidas na região: período seco e chuvoso. No entanto, para este artigo foi compreendido apenas o

período chuvoso da pesquisa.

As três escolas estão localizadas em três bairros distintos da cidade (Figura 02). A Escola Municipal de Ensino Fundamental (EMEF) Cônego João de Deus, localizada no bairro dos Expedicionários, bairro este, inserido na região leste da cidade, a EMEF Ana Cristina Rolin Machado, localizada no bairro de Água Fria, zona sul e a EMEF Radegundis Feitosa, no bairro do José Américo, também localizado na zona sul da cidade. As escolas foram escolhidas em função da diferenciação das diversas formas de uso e cobertura do solo no entorno de cada uma delas. Outro fator que definiu a escolha das escolas mencionadas é o seu funcionamento em tempo integral. Nessas escolas foram coletados dados de temperatura e umidade relativa do ar em sala de aula.

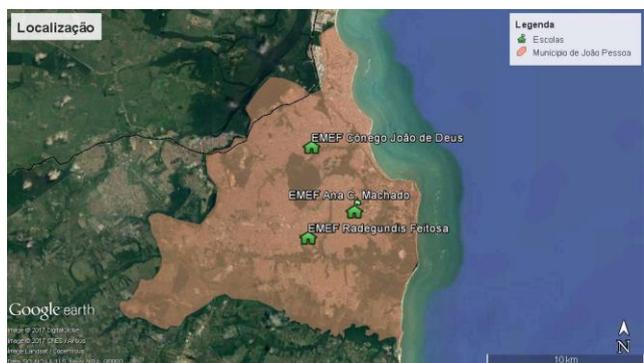


Figura 2 - Localização das escolas na malha urbana de João Pessoa. Fonte: Google Earth.

### Métodos e Técnicas

Para atingir os objetivos propostos pela pesquisa foram definidas algumas estratégias metodológicas baseadas nas propostas de Santos (2011), Costa (2007), Mendonça (2003), Monteiro (1976) e Thom (1959). A metodologia utilizada para o presente estudo é descrita a seguir.

Os dados coletados nestes pontos experimentais visam o monitoramento climático das variáveis: temperatura e umidade relativa do ar, pois através dessas variáveis pode-se calcular o índice de conforto térmico ambiental. As coletas dos dados ocorreram através de termo-higrômetro do tipo HOBO U-10 (figura 3) que permaneceram alocados dentro das salas de aula para as medições diárias, sendo de um dia representativo durante a estação chuvosa em cada escola selecionada.



Figura 3 - Termo-higrometro HOBO U-10 utilizado na pesquisa. Fonte:

<https://www.vectus.com.br%2Fregistorador%2Fregistorador-tem>

Para a avaliação das condições de conforto térmico foi utilizado o índice de desconforto de Thom (1959), o qual foi ajustado por Santos (2011), para regiões tropicais (Tabela 01). O IDT oferece uma medida razoável do grau de desconforto para várias combinações de temperatura e umidade relativa do ar, expresso em graus Celsius e pode ser obtido pela seguinte equação:

$$IDT = T - (0,55 - 0,0055 UR) \cdot (T - 14,5)$$

Onde T é a temperatura do ar (°C), UR é a umidade relativa do ar (%) e o IDT final é expresso em °C. Na caracterização do nível de desconforto térmico, utiliza-se a classificação apresentada por Santos (2011) ajustada para regiões tropicais.

Tabela 1 - Faixa de classificação do índice de desconforto de Thom ajustado para regiões tropicais. Fonte: Santos (2011).

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

## RESULTADOS E DISCUSSÕES

### Caracterização das amostras experimentais: escolas públicas de tempo integral

Para a realização da avaliação do IDT foram definidas três escolas de tempo integral da rede pública de ensino de João Pessoa/PB. São elas:

#### A) EMEF CÔNEGO JOÃO DE DEUS

A EMEF Conego João de Deus (figura 4), está localizada no bairro do Expedicionários. Bairro este, bastante urbanizado e de caráter residencial. Percebe-se no entorno da referida escola, áreas com solo pavimentado e impermeabilizado. Observam-se também algumas manchas de solos expostos.



Figura 4 - EMEF Cônego João de Deus. Fonte: Google Earth.

No interior da escola, é possível verificar a presença de vegetação arbórea, solo exposto na área do parquinho das crianças e também área de recobrimento impermeável (figura 6). Na outra área em que os alunos também utilizam para suas atividades – a quadra poliesportiva - o local é fechado e coberto (figura 5). A escola possui 247 alunos de 5,5 a 15 anos, do 1º ao 9º ano do ensino fundamental. A sala de aula escolhida para alocação do equipamento fica localizada em uma turma do 4º ano do ensino fundamental e possui um total de 30 alunos.



Figura 5 - Quadra da Escola EMEF Cônego João de Deus. Fonte: Acervo pessoal.

As salas de aula da escola foram adaptadas para receber os aparelhos de ar-condicionados e nos locais de entrada de ventilação foram colocadas placas de plástico transparente. As salas onde o ar-condicionado funciona possuem temperaturas amenas, já as salas onde os aparelhos não funcionam, a sensação de calor é bastante elevada, pois as placas de plástico não foram retiradas e as salas não possuem sequer ventilador, apenas janelas

pequenas e uma porta, as quais permitem a entrada de ventilação.



Figura 6 - Área de lazer da Escola EMEF Cônego João de Deus. Fonte: Acervo pessoal.

## B) EMEF RADEGUNDIS FEITOSA

A EMEF Randegundis Feitosa (figura 7), está localizada no bairro do José Américo, bairro que está em crescente desenvolvimento na cidade. É uma escola de ensino fundamental durante o dia e durante o período da noite funciona na modalidade da educação de jovens e adultos (EJA). A escola funciona desde 2011, mas sua estrutura passou por reformas durante os anos de 2013 e 2014. A sala de aula escolhida é de uma turma com um total de 19 alunos que estão inseridos no 1º ano do ensino fundamental (figura 8).

Seu entorno é coberto por pavimento asfáltico, paralelepípedo e também uma grande área de solo exposto e vegetação arbórea. A área interna de lazer da escola constitui de uma quadra coberta onde são realizadas a maioria das atividades lúdicas da escola.



Figura 7 - EMEF Radegundis Feitosa. Fonte: Google Earth.

As salas de aula são equipadas com ar-condicionados, porém a maioria não funciona por falta de manutenção (figura 8). Este caso ocorre nas salas mais quentes do prédio da escola, e conseqüentemente, na sala

avaliada, que possui três ventiladores dos quais apenas dois funcionam. As salas possuem uma janela grande que ocupa toda a extensão de uma das paredes da sala. Mesmo assim, os alunos e as professoras relatam que a sensação calor é muito elevada, sendo os alunos com necessidades especiais os que mais sofrem com tal situação.



Figura 8 - Sala de aula da EMEF Radegundis Feitosa. Fonte: Acervo Pessoal.

## C) EMEF ANA CRISTINA ROLIN MACHADO

A EMEF Ana Cristina Rolin Machado (figura 9), possui um total de 549 alunos que variam de 5 a 13 anos de idade, da pré-escola ao 5º ano do ensino fundamental. A sala escolhida compreende uma turma do 4º ano e possui um total de 25 alunos (figura 12).



Figura 9 - EMEF Ana Cristina Rolin Machado. Fonte: Google Earth.

O bairro em que a escola está situada é bastante especulado pelo setor imobiliário, tendo, assim, grande porcentagem de cobertura impermeável e reduzido número de áreas verdes. O entorno da instituição é composto por área com cobertura vegetal, solo exposto e também área pavimentada.



Figura 10 - Área de recreação da EMEF Ana Cristina Rolim Machado. Fonte: acervo pessoal.

As salas de aula possuem ventiladores e janelas que permanecem fechadas a maior parte do tempo. O local onde a escola funciona é um prédio alugado pela prefeitura da cidade, portanto não pode sofrer muitas alterações em sua estrutura. Dentre as escolas investigadas, essa é a que não tem estrutura moderna quando comparada com as outras escolas. No entanto, essa também é a escola que apresenta a maior área verde do entorno em relação às demais.

Figura 12 - Sala de aula da EMEF Ana Cristina Machado, alunos em momento de soneca após o almoço. Fonte: Acervo pessoal.

Apesar de ter sido instalada a fiação para receber ar condicionado, a mesma não possui carga elétrica para a alocação dos aparelhos, característica dada por ser um prédio antigo e com pouca manutenção. As salas possuem apenas janelas pequenas de madeira, as quais nem sempre estão abertas para melhorar a ventilação das salas, sendo necessário o uso de ventiladores, os quais amenizam as altas temperaturas (figura 12).

Um ponto interessante observado em duas das escolas, possuem ar condicionado que não funcionam ou não passam por manutenção regular. Isso demonstra que não foram aproveitados elementos da bioclimatologia local visando o aproveitamento da circulação do ar e iluminação natural na construção dos prédios.

É importante ressaltar, que as crianças permanecem o dia todo em ambientes com entrada no horário das 07:00 e saem às 14:00, visto que as escolas analisadas funcionam em período integral.



Figura 11 - Área de recreação da EMEF Ana Cristina Rolim Machado. Fonte: Acervo pessoal.

#### Índice de Conforto Térmico - IDT

#### Avaliação do IDT na EMEF Cônego João De Deus

A EMEF Cônego João de Deus se manteve com médias do IDT variando entre 24,8 e 27,4°C compreendendo as faixas parcialmente confortável e desconfortável, como pode ser observado na tabela 2. As menores médias ocorreram no período entre 07:00 e 08:00 horas da manhã, medindo 24,8°C e 25,8°C respectivamente, ambas caracterizadas na faixa 2 do índice de Thom, ou seja, parcialmente confortável. A média mais alta do IDT ocorreu às 14:00 horas do período da tarde com 27,4°C, média esta que se enquadra na faixa 3 do índice de Thom, classificado como desconfortável (Tabela 2).

Tabela 2 - IDT no sentido horário na escola EMEF Cônego João de Deus

Horas do dia letivo	Cônego	
	IDT	Faixa de classificação
07:00	24,8	Parcialmente confortável
08:00	25,8	Parcialmente confortável
09:00	26,5	Desconfortável
10:00	27,2	Desconfortável
11:00	27,1	Desconfortável
12:00	27,2	Desconfortável
13:00	27,1	Desconfortável
14:00	27,4	Desconfortável
15:00	27,1	Desconfortável
16:00	26,6	Desconfortável
17:00	26,4	Desconfortável

Ainda de acordo com a tabela 2, após o horário de pico, observa-se que as médias vão diminuindo e permanecem até o fim do período letivo entre 27,1 e 26,3°C. Mesmo com a diminuição do IDT, ainda assim, a sensação térmica foi considerada desconfortável. Com isso, verifica-se que, mesmo durante o período chuvoso da região, o IDT não apresentou condições Confortáveis na sua classificação, pois as temperaturas do ar continuaram elevadas mesmo nesse período climático do ano. Resultados semelhantes foram encontrados por Santos (2017) ao avaliar o campo termodinâmico do clima urbano da cidade de Baeyux\PB. Tal desconforto térmico está diretamente relacionado à supressão da vegetação no meio urbano e aos diferentes materiais de recobrimento do solo do entorno da escola. A distribuição da vegetação de forma ordenada nas áreas urbanas, bem como o uso dos princípios da bioclimatologia nas edificações, são medidas indispensáveis para os efeitos de melhoria no conforto térmico em ambientes construídos (PAULA, 2005. VIANA; AMORIN, 2013).

#### Avaliação do IDT na Escola EMEF Radegundis Feitosa

Pela análise da tabela 3, é possível constatar que as médias diárias do IDT na EMEF Radegundis Feitosa foram mais elevadas variando entre 25,4°C e 27,1°C. Ou seja, apresentando uma amplitude térmica de 2,7 °C no mesmo dia. Tais valores são classificados como parcialmente confortável e desconfortável, respectivamente, de acordo com o índice de desconforto de Thom adaptado para regiões tropicais (SANTOS 2011).

Nesse contexto, as menores médias do IDT se concentraram no período do início da manhã, nos horários das 07:00 às 08:00 horas, correspondendo aos valores de 25,4°C e 25,8°C, respectivamente (tabela 3). Esses valores estão enquadrados na faixa 2, classificados como parcialmente confortável. No período da tarde, verifica-se

que as médias do IDT vão aumentando até chegar ao seu pico às 13: 00 horas, quando o IDT é enquadrado na faixa 3 (desconfortável) do índice de desconforto de Thom. Após esse horário, as médias caem e permanecem entre 26,6 °C e 26,3°C ao fim do período letivo, porém, mesmo diminuindo, estes permaneceram na faixa 3, como pode ser visto na tabela 3. Dessa forma, verifica-se também nesta escola que mesmo no período chuvoso da região não é encontrado IDT confortável em nenhum horário do dia.

Essa situação é preocupante, pois a cidade encontra-se no período com temperaturas mais amenas do ano e, mesmo assim, as escolas têm apresentado valores do IDT desconfortáveis. Tais condições podem afetar diretamente o rendimento escolar dos estudantes e comprometer a saúde dos funcionários, alunos e professores dessas escolas de tempo integral.

Tabela 3 - IDT no sentido horário na escola EMEF Radegundis Feitosa.

Horas do dia letivo	Radegundis	
	IDT	Faixa de classificação
07:00	25,4	Parcialmente confortável
08:00	25,8	Parcialmente confortável
09:00	26,3	Desconfortável
10:00	26,7	Desconfortável
11:00	26,8	Desconfortável
12:00	26,5	Desconfortável
13:00	27,1	Desconfortável
14:00	26,6	Desconfortável
15:00	26,5	Desconfortável
16:00	26,6	Desconfortável
17:00	26,3	Desconfortável

#### Avaliação do IDT na EMEF Ana Cristina Rolim Machado

Verificando a tabela 4, pode-se constatar que na EMEF Ana Cristina Rolim Machado, foram registradas médias do IDT que variam entre 25,1 °C e 27,2 °C, ou seja, uma amplitude térmica de 2,1°C. Tais médias forma classificadas nas zonas 2 e 3 do índice de desconforto de Thom. A maior média do dia 27,2°C ocorreu às 12:00 horas. Em contrapartida, a menor média foi registrada às 07:00 horas da manhã, classificada como parcialmente desconfortável na escala de Thom.

Ainda de acordo com a tabela 4, pode ser observado o mesmo comportamento com relação as demais escolas investigadas que após as 07:00 horas as médias vão aumentando e alcançam o picos entre o meio dia e às 13

horas. E após isso, as médias diminuem até o fim do período letivo, porém, mesmo com a queda de temperatura, as médias permanecem enquadradas na faixa 3 (desconfortável) do índice de desconforto de Thom. Essa escola apresentou o IDT desconfortável em praticamente todo o horário do período letivo, com exceção do horário das 07:00 que se enquadrou no IDT parcialmente confortável. Apesar da escola está localizada em uma área arborizada, quando comparada com as demais, a orientação das construções, bem como, o material de recobrimento influenciam nas condições do conforto térmico ambiental das salas de aula. Resultados semelhantes foram encontrados por Santos (2017) em alguns pontos experimentais no clima urbano da cidade de Bayeux \PB.

Tabela 4 - IDT no sentido horário na escola EMEF Ana Cristina Rolim Machado.

Horas do dia letivo	Ana Cristina	
	IDT	Faixa de classificação
07:00	25,1	Parcialmente confortável
08:00	26,1	Desconfortável
09:00	26,6	Desconfortável
10:00	26,7	Desconfortável
11:00	26,8	Desconfortável
12:00	27,2	Desconfortável
13:00	27	Desconfortável
14:00	26,8	Desconfortável
15:00	26,9	Desconfortável
16:00	26,8	Desconfortável
17:00	26,7	Desconfortável

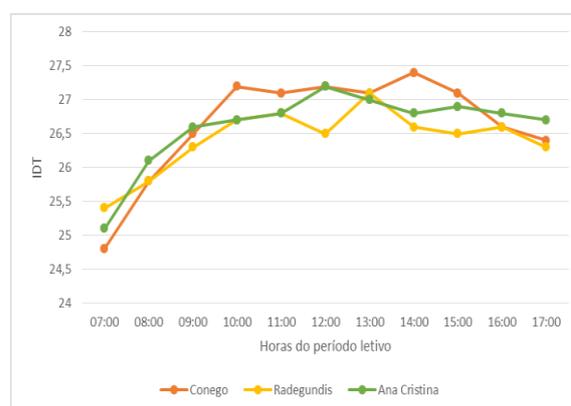
### Análise Comparativa do IDT nas Três Escolas Investigadas

De acordo com o que já foi demonstrado e pode ser observado na figura 13, todas as escolas se mantiveram com altas médias de IDT durante a maior parte do horário letivo sendo a maioria dos horários classificados na faixa 3 (desconfortável) no índice de desconforto térmico de Thom, adaptado por Santos (2011). Vale destacar, que tais valores ocorrem em pleno período chuvoso da região. Tal informação deve ser levada em consideração, pois o desconforto térmico pode gerar estresse e comprometer a saúde dos alunos e professores que estão submetidos a tal situação tendo que conviver em salas de aulas insalubres.

Outro ponto a ser observado no comportamento do IDT, é que o período onde ocorreu as menores médias do IDT foi no início da manhã, entre 7:00 e 8:00 horas, sendo o menor IDT de 24,8°C registrado na escola Conego, classificado como parcialmente confortável e a maior média desse período diurno, ocorreu na escola Ana Cristina, com IDT desconfortável no valor de 26,1 °C. Ou seja, mesmo com os menores IDT apresentaram faixa de classificação de Thom variando de parcialmente confortável à desconfortável no período chuvoso da região.

Tais valores demonstram o nível de estresse que os alunos e professores estão submetidos. Situação muito preocupante, pois, altas temperaturas interferem na concentração dos alunos, prejudicando assim, o desempenho em sala de aula (PIZARRO, 2005). Ainda nesse contexto, Burgo et al., (2015) também afirma que o desconforto ambiental interfere diretamente nas habilidades de cunho intelectual dos alunos, de forma que ambientes com altas temperaturas afetam as atividades psíquicas e baixas temperaturas afetam o sistema motor.

Figura 13- IDT das três escolas analisadas no sentido horário.



As maiores médias do IDT foram registradas no período entre 09:00 e 15:00 horas em todas as escolas, variando entre 26,6 e 27,4°C (Figura 13). Tais valores estão inseridos na classe 3 do índice de Thom (tabela 1). A maior temperatura também foi registrada na escola Cônego às 14 horas.

Dados similares foram encontrados por Viana e Amorin (2013) em escolas de tempo integral na cidade de Presidente Prudente na cidade de São Paulo. Os autores destacam que todas as escolas analisadas apresentaram médias de IDT fora do escopo de conforto térmico, ou seja, acima do limite de conforto proposto por Thom de até 24°C (tabela 1).

Das escolas investigadas, a que se manteve com menores médias de IDT foi a escola Radegundis Feitosa, apresentando a menor média de IDT de 25,4°C, classificada como parcialmente confortável. A maior média encontrada nesta escola foi de 27,1°C, classificada como desconfortável (tabela 2). Vale destacar, que tais médias apesar de serem consideradas fora do padrão de conforto térmico, são menores que nas outras escolas avaliadas. Tal fator pode estar atrelado ao tamanho de sala – maior que as demais escolas – e o menor número de alunos dentro da sala. Além disso, a escola possui ventiladores e janelas maiores em suas salas, facilitando, assim, a entrada de ventilação. Lamberts et al (2011) afirmam que a sensação térmica sofre influência da intensidade da ventilação e que a ventilação se torna um fator necessário para diminuição do desconforto causado pelo processo de evaporação da sudorese, sendo a temperatura do ar e a umidade relativa condicionantes desse processo. No entanto, o IDT encontrado na escola no período chuvoso varia de parcialmente confortável à desconfortável.

Considerando que os dados da Tabela 5 mostram os horários de ocorrência de máximas e mínimas do IDT nas três escolas avaliadas e as amplitudes térmicas encontradas, pode-se assim observar que as maiores médias de temperaturas foram registradas nos horários entre 12:00 e 14:00 horas e as menores no horário das 07:00 em todas as escolas.

Tabela 5 - IDT Diário de cada escola e sua amplitude térmica

Escolas	Índice de Desconforto de Thom (IDT)				Amplitude Térmica
	Máximo		Mínimo		
	Hora	(°C)	Hora	(°C)	
<b>Cônego</b>	14:00	27,4°C	07:00	24,8	2,6°C
<b>Radegundis</b>	13:00	27,1°C	07:00	25,4	1,7°C
<b>Ana Cristina</b>	12:00	27,2°C	07:00	25,1	2,1°C

Por fim, vale destacar que a maior amplitude térmica foi registrada na escola Cônego João de Deus (2,6°C) e a menor amplitude na escola Radegundis (1,7°C). Todas as escolas apresentaram IDT variando de parcialmente confortável à desconfortável.

## CONCLUSÕES

Os resultados da presente pesquisa permitiram chegar às seguintes conclusões:

1- Dentro das análises realizadas sobre o conforto térmico nas três escolas, foram observadas as maiores taxas de desconforto térmico na EMEF Conego João de Deus. As

características dos materiais de recobrimento do solo no seu entorno e a reduzida cobertura vegetal, contribuíram para o desconforto térmico nas salas de aula;

2- Foi observado também, que a escola com menores médias de IDT foi a EMEF Radegundis Feitosa, fatores estes que estão associados a uma menor quantidade de recobrimento impermeável ao redor da escola, quando comparado com as demais;

3- Mesmo durante o período chuvoso da região, todas as escolas apresentaram IDT variando de parcialmente confortável à desconfortável, ou seja, nenhuma das escola apresentou IDT confortável ao longo do dia;

4- Todas as escolas tiveram os maiores índices de desconforto térmico entre os horários de 12:00 e 14:00 horas. Tais valores variam entre 27,1 e 27,4°C. Tais fatores estão associados ao aumento de temperatura que ocorre durante esse horário devido a maior taxa de radiação solar nas regiões tropicais. No entanto, a sensação térmica é agravada devido à redução da cobertura vegetal e as diferentes formas de uso e recobrimento do solo, além disso, vale ressaltar a orientação, forma e materiais constituintes das salas de aula que contribuem para a retenção do calor;

5- As escolas de tempo integral investigadas nesta pesquisa sofrem com as condições insalubres de conforto térmico das salas de aula, dificultando assim, o aprendizado e a saúde dos alunos e professores inseridos nesses ambientes;

6- Este estudo apresenta resultados que podem subsidiar Políticas Públicas que visem à melhoria das condições ambientais nas escolas públicas de todo país.

## AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem ao CNPQ pelas bolsas de estudo concedidas, ao PRODEMA UFPB pelo incentivo às pesquisas científicas e à Prefeitura Municipal de João Pessoa pela autorização dada para realização da coleta de dados nas Escolas Municipais de Tempo Integral da cidade.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BOURBIA, F.; BOUCHERIBA, F. Impact of street design on urban microclimate for semi arid climate (Constantine) *Renewable Energy*, .35, p. 343-347, 2012.

BURGOS, E. G.; DE CAMPOS GRIGOLETTI, G.; DA PAIXÃO, D. X. **Otimização do conforto ambiental no espaço escolar: uma visão sustentável**. Cinergis, v. 16, n. 1, 2015.

- DUARTE, D.H.S.; SERRA, G.G. Padrões de ocupação do solo e microclimas urbanos na região de clima tropical continental brasileira: correlações e propostas de um indicador. **Revista Ambiente Construído**, v.3, n.2, p.07-20. 2003
- FRANCO, F. M.; NOGUEIRA, M. C. J. A. **Análise microclimática em função do uso e ocupação do solo em Cuiabá-MT**. Mercator, Fortaleza, v.11, n.26, p.157-170. 2012.
- 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)**. Caminhos de Geografia. 7(10)94-106, 2003.
- LAMBERTS, R.; XAVIER, A. A.; GOULART, S. **Conforto e stress térmico**. LabEEE, UFSC, 2011.
- MILLS, G.; CLEUGH, H.; EMMANUEL, R.; ENDLICHER, W.; ERELLE, E.; MCGRANAHAN, G. NG. E.; NICKSON, A.; ROSENTHAL, J.; AND STEEMER, K. Climate Information for Improved Planning and Management of Mega Cities (Needs Perspective). **Procedia Environmental Sciences**, v.1, n.1, p.228-246. 2010.
- PAULA, R. Z. R. de. **A influência da vegetação no conforto térmico do ambiente construído**. 2005. 111 p. Dissertação (mestrado) – Universidade Estadual de Campinas, Faculdade de Engenharia Civil, Arquitetura e Urbanismo, Campinas, 2005.
- PEREIRA, M. D. B. **As chuvas na cidade de João Pessoa: uma abordagem genética**. 94p Monografia. Departamento de Geociências, UFPB, João Pessoa, Paraíba.. 2014.
- PIZARRO, P. R. **Estudo das variáveis do conforto térmico e luminoso em ambientes escolares**. 2005. 178p. Dissertação (mestrado) – UEP, Bauru., 2005.
- SANTOS, E. C. A. **Clima urbano e a sua relação com o uso e cobertura do solo na cidade de Bayeux - Paraíba: subsídio ao planejamento e a gestão ambiental**. 2017. 133p. Dissertação (Mestrado em Desenvolvimento e Meio Ambiente - PRODEMA) – UFPB, João Pessoa, 2017.
- SANTOS, J. S. **Campo térmico urbano e a sua relação com o uso e cobertura do solo em uma cidade tropical úmida**. 2011. 108p. Tese (Doutorado) – UFCG, Campina Grande: 2011.
- SHAMS, J. C. A.; GIACOMELI, D. C.; SUCOMINE, N. M. **Emprego da arborização na melhoria do conforto térmico nos espaços livres públicos**. REVSBAU, Piracicaba-SP, v. 4, n. 4, p. 1-16, 2009.
- STEWART, I. D.; OKE, T. R. Local climate zones for urban temperature studies. **Bulletin of the American Meteorological Society**, v. 93, n. 12, p. 1879-1900, 2012.
- TALAIA, M.; SILVA, M. **Risco da construção do conhecimento de alunos num ambiente térmico quente**. Revista Territorium, n.º 22, 2015
- VIANA, S. S. M.; AMORIM, M. C. de C. T. **Variações de conforto e/ou desconforto térmico nas escolas estaduais de Presidente Prudente/SP**. Geografia em questão, v. 5, n. 1, 2012.
- XAVIER, A. A. P. **Condições de conforto térmico para estudantes de 2º grau na região de Florianópolis**. 1999. 210p. Tese (Doutorado), Universidade Federal de Santa Catarina. Florianópolis, 1999.