

Índice de conforto térmico da malha urbana em pontos representativos da cidade de Bayeux (PB)

Index of thermal comfort of the urban mesh in points representative of the city of Bayeux (PB)

Resumo:

A temperatura do ar e a umidade atmosférica são elementos intensamente afetados durante o processo de apropriação dos recursos naturais e do crescimento desordenado dos centros urbanos, gerando desconforto térmico nesses ambientes e a formação de ilhas de calor. Dessa forma, o objetivo principal deste trabalho foi calcular o índice de desconforto térmico de Thom (IDT) em alguns pontos representativos da malha urbana da cidade de Bayeux(PB). Para a realização da pesquisa foram selecionados três pontos representativos da malha urbana da cidade para as medições das variáveis temperatura e umidade relativa do ar em dois períodos distintos - seco e chuvoso - da área de estudo durante 06 meses ininterruptos através do aparelho termo higrômetro da marca HOBOS (U-10). Para a análise do desconforto térmico foi utilizado o Índice de Desconforto Térmico de Thom, tendo como referência a faixa de classificação de conforto térmico para regiões tropicais ajustado por Santos durante a avaliação do clima urbano da cidade de João Pessoa/PB. A pesquisa revela que os pontos que apresentam material de recobrimento do solo impermeável e pouca cobertura vegetal são os que indicam maior IDT e alteração no campo térmico urbano da área de estudo.

Abstract:

The air temperature and the atmospheric humidity are elements intensely affected during the appropriation process of natural resources and the messy growing of urban centers, generating thermal discomfort in those environments and the formation of heat islands. In this way, the main object of this work was to calculate the thermic discomfort index of Thom (IDT) in some representative points from the Bayeux (PB) city urban mesh. To the realization of the search were chosen three representative points from the urban area of the city for the variables measurements of temperature and relative humidity of the air in two distinct periods - dry and wet - from the studied area during six uninterrupted months through the thermo-hygrometer HOBOS (U-10). For the analysis of thermic discomfort it was used the Thermic Discomfort Index of Thom, having as reference the rating range of thermic comfort for tropical areas adjusted by Santos during the evaluation of urban climate from the city of João Pessoa/PB. The search reveals that the points with waterproofing soil cover material and low vegetation coverage indicate the highest IDT and change in the urban thermal field of the study area.



**Janduy Gonçalves do Nascimento¹,
Amanda Mayara Paulino da Silva²,
Elydeise Cristina Andrade dos
Santos³, Joel Silva dos Santos⁴, Karle
Andrielle Alves da Silva⁵**

¹Graduando em Ecologia pela Universidade Federal da Paraíba (UFPB Campus IV) E-mail: janduy_victor@hotmail.com

²Graduanda em Ecologia pela Universidade Federal da Paraíba (UFPB Campus IV) E-mail: amandamayrapaulino@gmail.com

³Mestre em Desenvolvimento e Meio Ambiente Pelo Programa Regional de Pós-Graduação em Desenvolvimento e Meio Ambiente (PRODEMA) pela Universidade Federal da Paraíba UFPB E-mail:elydeiseandrade@hotmail.com

⁴Professor do Departamento de Engenharia e Meio Ambiente UFPB Campus IV E-mail:joelgrafia.santos@gmail.com

⁵Graduanda em Ecologia pela Universidade Federal da Paraíba (UFPB Campus IV) E-mail: karleandrielle@outlook.com

Contato Principal
Janduy Gonçalves do Nascimento¹



Palavras chave: microclima, campo térmico, desconforto térmico
keywords: microclimate, thermal field, thermal discomfort



INTRODUÇÃO

Os primeiros estudos sobre clima urbano foram realizados em Londres no início do século XVIII. Howard (1833) estudando o campo térmico urbano da cidade de Londres, percebeu que os registros meteorológicos já mostravam diferenças de temperatura entre o microclima da cidade e do campo.

A poluição produzida pela queima de carvão provocava alterações na temperatura da cidade e a Revolução Industrial consolidava cada vez mais o sistema capitalista, fazendo com que a indústria substituísse ao poucos o comércio e se tornasse, conseqüentemente, o principal setor de acumulação de riquezas, trazendo profundas transformações sociais e econômicas (COTRIM, 1999).

O mesmo autor destaca, que a partir do século XVIII, com a Revolução Industrial, os espaços naturais passaram a dar lugar à expansão das indústrias e posteriormente ao crescimento das cidades.

No Brasil, Monteiro (1976) dá uma grande contribuição aos estudos da climatologia urbana ao formular sua proposta teórico-metodológica, pautada na Teoria dos Sistemas. O Sistema Climático Urbano proposto pelo autor está pautado em três canais de percepção: o termodinâmico; o hidro meteorico e o físico-químico. Os três canais de percepção quando integrados são responsáveis pela dinâmica de todo o Sistema Climático Urbano.

O campo termodinâmico diz respeito a formação das ilhas de calor e o desconforto térmico o campo hidrometeorico está relacionado com a pluviosidade e as enchentes em áreas urbanas já o campo físico-químico, diz respeito à poluição do ar nas grandes cidades.

Os problemas relacionados com o campo termodinâmico, bem como com o sistema hidro meteorico, ocorrem principalmente nas cidades de países em desenvolvimento onde o desordenado processo de urbanização tardia caracteriza o espaço geográfico dessas áreas.

Mendonça (2013) destaca que os impactos ambientais negativos provocados por esses eventos são bastante seletivos em função da forte concentração do capital e os desarranjos espaciais. Sendo assim, as respostas ao desconforto térmico nesses ambientes se fazem notar, sobretudo, na população mais pobre, uma vez que elas são desprovidas de condições econômicas, técnicas e científicas para responder às influências do clima sobre suas vidas.

As cidades dos países em desenvolvimento, a exemplo do Brasil, têm crescido quase sem nenhum controle ou planejamento urbano, superando a capacidade/vontade dos governos locais em prover adequada infraestrutura, habitação e qualidade de vida para população. Este tipo de processo de urbanização desordenada tem causado sérios danos ao ambiente natural e construído.

Nas últimas décadas, o crescimento e a concentração das populações nos centros urbanos tem acelerado o processo

de mudança da cobertura das superfícies do solo e alterado o campo térmico urbano das cidades, que tem comprometido a qualidade de vida das populações residentes nesses ambientes. (FREITAS, 2015).

Frente a esta problemática, Ruas (1999) discorre sobre a sensação de desconforto térmico dos cidadãos provocada pela alteração do sistema climático das cidades. Ele afirma que “o organismo humano, por meio de um processo evolutivo milenar, desenvolveu uma série de mecanismos que permitem a sua adaptação ao meio com o objetivo de obter o bem-estar” (RUAS, 1999, p. 9); sendo que este bem-estar envolve tanto fatores relacionados à saúde quanto fatores relacionados à satisfação pessoal, a qual, em se tratando das condições térmicas, chama-se conforto térmico. Assim, tal autor complementa afirmando que ambientes termicamente desconfortáveis geram efeitos adversos sobre o indivíduo.

Cohen et al. (2013) realizaram um estudo na área metropolitana de Tev Aviv, em Israel em pontos com diferentes usos e ocupação do solo apresentando as seguintes características: um ponto impermeável com a presença de poucas árvores, um em local impermeável e sem arborização e o outro em área permeável e bastante arborizado.

Silva et al. (2011) corroboram com a temática ressaltando que a sensação de conforto térmico sentido pelo ser humano no que se refere a temperatura do ambiente depende da combinação de diversos fatores, tanto do ambiente como do indivíduo, além de outros mais subjetivos, como idade, sexo, estado de saúde, adaptação fisiológica ao clima local ou preferências pessoais.

Quanto ao estudo do desconforto térmico, Gomes & Amorim (2003) explicam que consiste na definição de índices em que o ser humano sinte-se confortável em decorrência de condições térmicas agradáveis ao corpo. Lembrando que tais índices devem levar em consideração o clima da região e as diferentes feições físicas e atividades antrópicas desenvolvidas. Avaliando um Campus universitário da UFPB, Santos (2011) demonstrou que o Índice de Desconforto de Thom (IDT) é apropriado para avaliar o nível de conforto térmico humano em regiões com clima tropical.

Destaca-se que as informações obtidas através de um monitoramento climático através de Índices como este são essenciais ao desenvolvimento de uma gestão urbano/ambiental adequada e que seja capaz de proporcionar melhorias no ambiente urbano no que se refere ao campo térmico.

Diante disso, o estudo do impacto das variáveis atmosféricas sobre o espaço urbano é imprescindível para garantir o conforto térmico dos ambientes construídos, já que as informações podem orientar na tomada de decisões concernentes à preservação da qualidade de vida nos ambientes urbanos cada vez mais degradados (SANTOS

et al., 2011; SANTOS et al., 2012; SILVA JÚNIOR et al., 2013).

Assim, subsidiados por uma gama de informações obtidas através do monitoramento climático, os gestores públicos conseguem melhor avaliar a situação espaço/temporal do clima urbano e, de maneira adequada, promover intervenções no espaço intra-urbano que propiciem a amenização climática.

Neste sentido, destaca-se que a presença da vegetação nos centros urbanos é um dos fatores que são capazes de definir o clima de uma localidade, já que é capaz interferir e originar diversos microclimas encontrados (SHAMS et al., 2009). Em contrapartida é possível afirmar que a falta de vegetação vem alterando adversamente as características climáticas dos centros urbanos.

Santos et al. (2011) concordam que a cobertura vegetal exerce papel fundamental no controle do nível de conforto térmico devido ao sombreamento produzido pela mesma. Com isso, é capaz de amortecer os efeitos termicamente desagradáveis produzidos por coberturas de solo impermeáveis e com baixo albedo como é o caso do asfalto ou do paralelepípedo, por exemplo, tão inerentes ao ambiente urbano.

Dessa forma, o estudo do clima urbano constitui uma ferramenta indispensável para a compreensão de tais problemas, bem como, para a promoção da qualidade de vida das sociedades modernas (MONTEIRO, 2003), já que o clima constitui um recurso natural essencial à manutenção da vida e ao pleno desenvolvimento das atividades econômicas de tais sociedades, as quais se concentram em, sua maioria, nos centros urbanos, de modo a sofrer diretamente com os efeitos das alterações climáticas, conforme destaca Santos et al. (2012).

Diante do exposto, este trabalho visa avaliar o clima urbano da cidade de Bayeux – Paraíba, sob a perspectiva do Subsistema Termodinâmico, levando em consideração a influência da urbanização através da análise do uso e cobertura do solo na cidade que influencia de forma significativa o desconforto térmico. Tais informações serão de grande valia para a gestão urbana, uma vez que servirão de subsídio no que se refere à tomada de decisão quanto a possíveis intervenções espaciais que venham a ser realizadas na cidade.

Sendo assim, os estudos microclimáticos são de fundamental importância para a compreensão dos processos ecológicos e a manutenção da qualidade de vida nos centros urbanos.

MATERIAIS E MÉTODOS

A cidade de Bayeux - Paraíba localiza-se entre as Coordenadas Geográficas de Latitude 07°07'30"S e Longitude 34°55'56"W. Com uma área de 27,536 km², a cidade possui uma população de 99. 716 habitantes e apresenta uma densidade demográfica de 3.118,76

habitantes/km² de acordo com o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE, 2010).

Tal cidade (figura 01), além de apresentar áreas de mangue em seu entorno, possui ainda o Parque Estadual Mata do Xém-Xém com 182 hectares de Mata Atlântica, conforme a Superintendência de Administração do Meio Ambiente (SUDEMA, 2015). Ressalta-se ainda que Bayeux é a terceira menor cidade do Estado com a segunda maior densidade demográfica, perdendo apenas para a capital, João Pessoa, de acordo com o IBGE (2010).

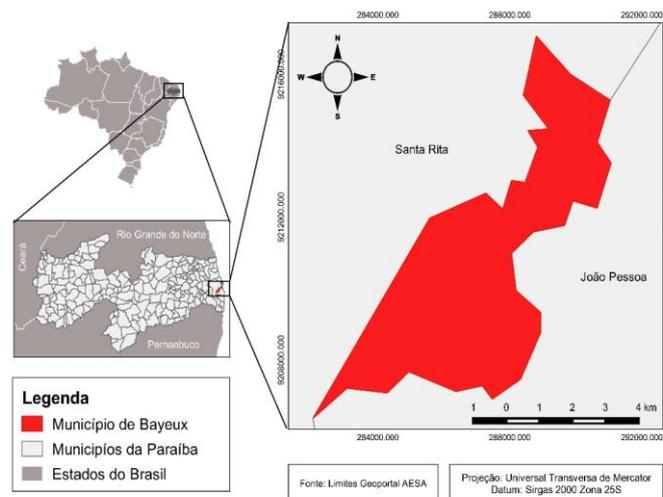


Figura01: Localização da cidade de Bayeux (PB)

Definição de campo de análise da pesquisa e procedimentos metodológicos

Para a realização da pesquisa, inicialmente foi feito o levantamento bibliográfico e documental à respeito da temática em questão. Posteriormente, foram definidos três pontos experimentais de coletas de dados meteorológicos (temperaturas e umidade relativa do ar), na área urbana

O primeiro ponto está localizado em uma área próxima a um resquício de Mata Atlântica definido como Ponto de referência. O segundo ponto está localizado no centro da malha urbana da cidade. Já o terceiro ponto está localizado ao lado do posto policial federal, nas margens da BR 230 no município de Bayeux.

Tais pontos foram definidos a partir das diferenciações dos tipos de uso e cobertura de solo da área de estudo.

Os dados coletados nestes pontos experimentais visam o monitoramento climático das variáveis temperatura e umidade relativa do ar, para calcular o Índice de Conforto Térmico da área investigada. As medições das variáveis climatológicas foram realizadas em dois períodos distintos: no período Seco (Dezembro 2015/ Janeiro / Fevereiro de 2016) e o período Chuvoso (Maio /Junho / Julho de 2016).

As medições de temperatura e umidade relativa do ar foram realizadas durante intervalos horários de (1 hora).

As coletas dos dados ocorreram através de equipamentos

termo higrômetro Hobo data logger U-10 (Figura 02). Os equipamentos ficaram alocados em tripés de aço em uma das amostras foi utilizado Cano PVC (1,50 m de altura) com proteções específicas para aparelhos de medições.



Figura 02. Aparelho termo higrômetro Hobo U-10

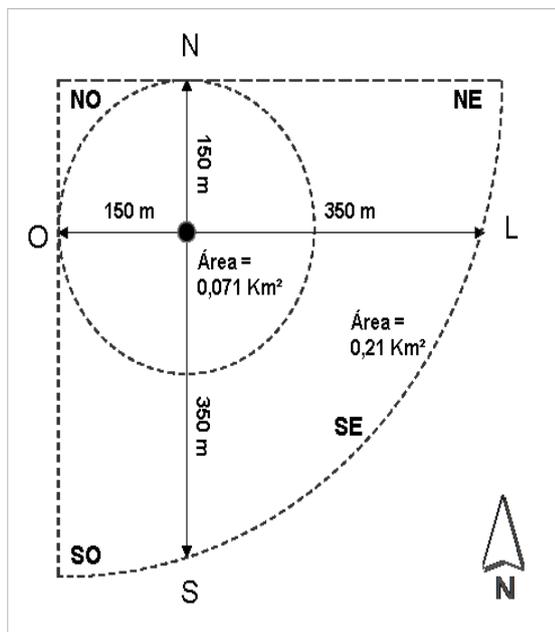


Figura 03: Área de análise de cada ponto de coleta durante os dois períodos experimentais: Período seco e chuvoso da área de estudo (Fonte: Costa, 2007).

Na segunda etapa da pesquisa, ocorreu a fase de alocação dos equipamentos nos pontos experimentais. Para a medição das variáveis temperatura e umidade relativa do ar foi determinado para cada unidade climática local um

raio de 150m da localização do ponto de coleta, nas direções norte e oeste (KATZSCHNER et al., 2002) e um raio de 350m nas direções leste e sul, de maneira que se obtenha o valor total de 500 m que corresponde à medida de 0,5 km defendida por Oke (2004). Dessa forma, será determinada a análise numa área total de 0,21 km² no entorno de cada ponto analisado essa configuração auxilia a análise climática visto à predominância dos ventos alísios de sudeste nessa região (Figura 03).

Para medir a intensidade de conforto térmico nos pontos monitorados durante os períodos seco e chuvoso na área de estudo, foi utilizado o índice bioclimático conhecido como índice de desconforto de Thom (1959) – IDT que foi ajustado para regiões tropicais por Santos (2011). Esse índice descreve a sensação térmica que uma pessoa experimenta devido às variações das condições climáticas de um ambiente. O IDT oferece uma medida razoável do grau de desconforto térmico para várias combinações de temperatura e umidade relativa do ar, expresso em graus Celsius. Para o cálculo do Índice de conforto térmico foi utilizada a seguinte equação:

$$\text{Equação(1) IDT} = T - (0,55 - 0,0055 \text{ UR}) \cdot (T - 14,5).$$

Sendo:

T é a temperatura do ar (°C);

UR é a umidade relativa do ar (%)

Para a análise da climatologia geral da área de estudo, foram utilizados dados de pluviosidade. Os dados totais médios da precipitação da área de estudo foram obtidos através da AGÊNCIA EXECUTIVA DA GESTÃO DAS ÁGUAS DO ESTADO DA PARAÍBA (AES), referentes a todo o período de estudo. Posteriormente os dados foram tratados em planilha Excel e elaborados os gráficos da temperatura, umidade relativa do ar e do índice de desconforto térmico local (IDT). A análise dos resultados ocorreu de forma quali-quantitativa levando em consideração a fundamentação teórica da pesquisa.

Tabela 01: Faixa de classificação do índice de desconforto de Santos (2011) (IDT).

Faixas	IDT (°C)	Nível de desconforto térmico
1	IDT < 24,0	Confortável
2	24 ≤ IDT ≤ 26,0	Parcialmente Confortável
3	26 < IDT < 28,0	Desconfortável
4	IDT ≥ 28,0	Muito Desconfortável

RESULTADOS E DISCURSÕES

As amostras experimentais podem ser observadas na figura 04, que apresenta o espaço interurbano da cidade de

Bayeux e as amostras experimentais distribuídas geograficamente dentro da malha urbana.

urbana da cidade de Bayeux\PB como bem destaca a (Figura 05).

Vale destacar que o ponto de referência da pesquisa é um resquício de mata atlântica localizado nas bordas da malha

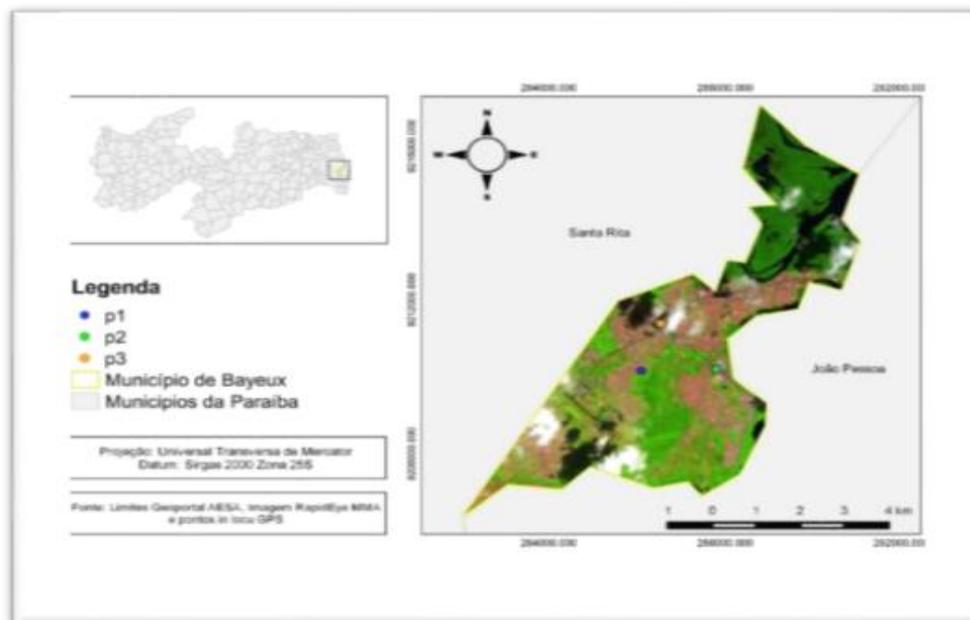


Figura 04: Localização Geográfica das amostras experimentais

A amostra experimental 02 está localizada às margens da BR 230 entre os municípios de Bayeux (PB) e João Pessoa (PB) (figura 06).



Figura 05: Bayeux

Essa área onde encontra-se localizado o ponto de referência da pesquisa é um resquício de Mata Atlântica e apresenta alta e densa cobertura vegetal intercalada por algumas manchas de solo exposto e também algumas áreas com cobertura cerâmica.

A amostra experimental está localizada em uma área com formação geológica do grupo barreiras e tabuleiro costeiro (GOMES, 2011). Essa área foi assumida como ponto de referência em função de suas características naturais se assemelharem a um ambiente rural, considerando-se as características da vegetação de grande porte e de pouca interferência humana.



Figura 06: Mário Andrezza

O segundo ponto experimental figura 07 está localizado no bairro Mário Andrezza no município de Bayeux (PB).

A área possui forte concentração de veículos, o que gera emissão de gases poluentes na atmosfera. Além disso, trata-se de um ponto experimental com reduzida cobertura vegetal o que dificulta o processo de evapotranspiração, circulação dos ventos, absorção de poluentes e diminuição das temperaturas.

O terceiro ponto de monitoramento das variáveis temperatura e umidade relativa do ar está localizado centro urbano da cidade de Bayeux (PB) (figura 07).



Figura 07: Centro

Comportamento pluviométrico da área de estudo

A precipitação pluviométrica é a variável climática mais importante para a região tropical (MOLION & BERNARDO, 2002).

No caso do Nordeste Brasileiro, estudar o comportamento dessa variável é indispensável, visto seu comportamento espaço-temporal ser irregular, o que interfere diretamente nas atividades humanas.

Ao se tratar da porção leste da região Nordeste do Brasil, na qual está inserido o município de Bayeux – PB, o clima é fortemente influenciado pela atuação dos ventos alísios de sudeste (NIMER et al., 1989), bem como pela atuação dos Sistemas Frontais e da Zona de Convergência Intertropical, a qual é o principal sistema atmosférico de produção de chuvas sobre o leste do Nordeste, e que atua principalmente entre os meses de abril e julho (MOLION & BERNARDO, 2002).

Tais autores destacam também a atuação dos Vórtices Ciclônicos de Ar Superior sobre o leste do Nordeste, de modo que a região central do Vórtice apresenta-se com céu claro e sem chuva e, as extremidades, com altos níveis de precipitação.

A cidade de Bayeux apresentou uma média de precipitação diária de 3,9 mm. As barras pretas indicam o período chuvoso que fica estabelecido de março a julho obtendo uma média de 194,2 mm, e as barras brancas indicam o período seco que corresponde aos meses de agosto a fevereiro apresentando uma média de 110,6 mm,

a linha horizontal indica a média mensal foi de 117,4 mm como pode ser observado na Figura 08.

A figura 08 apresenta o comportamento do regime pluviométrico da área de estudo durante todo o período de monitoramento da pesquisa.

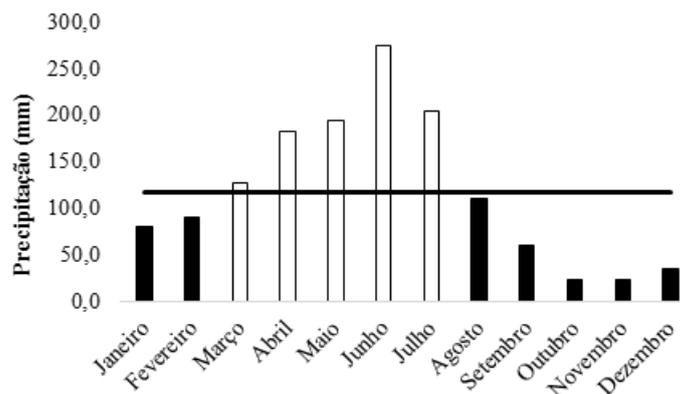


Figura 08: Comportamento pluviométrico da área de estudo durante o ano referente a pesquisa 2016.

Estes resultados diferem, em parte, daqueles estabelecidos por Molion & Bernardo (2002) que definem o período mais chuvoso de abril a julho, deixando de fora o mês de março.

Já para Araújo et al. (2009) o mês de março é extremamente eficiente em termos de precipitação para o Nordeste brasileiro por causa da atuação da Zona de Convergência Intertropical que atinge seu máximo neste mês, fazendo com que o mesmo seja de suma importância para o aporte hídrico dos mananciais.

Avaliação do IDT da área de estudo no período seco

Constata-se que o ponto P03 apresentou o maior IDT, que variou entre 25,8 e 29,5°C e se enquadra na faixa 3 Desconfortável. O nível de conforto térmico médio durante o período seco no P03 indica uma condição desconfortável de acordo com IDT ajustado para regiões tropicais.

O entorno do ponto é caracterizado por apresentar fatores que contribuem para o aumento da temperatura e redução da umidade relativa: solo impermeável e ausência de cobertura vegetal. Durante o período diurno, essa área recebe alta incidência de energia e calor, que logo é absorvido e armazenado. Posteriormente no período da noite, essa energia é liberada lentamente liberando calor para o seu entorno, fator que também contribui para a formação de ilhas de calor (figura 09).



Na semana 7 verifica-se que o IDT se intensifica em todos os pontos analisados. A semana 07 corresponde a meados de janeiro, momento do ano em que a pluviosidade é baixa e reduz consideravelmente a umidade relativa do ar. Portanto, os efeitos conjugados de ausência de vegetação e adensamento urbano são determinantes no aumento do estresse térmico, independentemente da localização da área (SANTOS 2011).

Com a diminuição dos espaços de Mata Atlântica na área de estudo, o conforto climático ambiental foi comprometido. Daí a importância da cobertura vegetal e a necessidade de se preservar esses espaços em áreas urbanas.

No ponto 02, o IDT variou entre 26,6 e 29,0°C. Durante o período seco, o P02 indicou uma condição desconfortável com o IDT ajustado. A cobertura do solo tipo asfáltico é predominante no ponto P02 o que contribuiu para as altas temperaturas e baixa umidade relativa do ar que conjugados intensificam o nível de desconforto térmico da área (Shashua-Bar et al. 2013).

O ponto de referência da área de estudo P01 - Jardim aeroporto apresentou o IDT médio de 26,9°C no período analisado. O nível de conforto térmico se enquadra na faixa 2 considerado parcialmente confortável. Nota-se que no ponto P01, o IDT variou entre 26,9 e 28,2°C.

Isso revela que a cobertura do solo por vegetação densa, em praticamente toda a área de abrangência do ponto de referência, exerceu influência direta sobre a temperatura e a umidade relativa do ar e, consequentemente, no IDT.

A tabela abaixo apresentam as médias semanais do IDT no período seco da área de estudo (tabela 02).

Tabela 02: Faixa de classificação do IDT ajustado no período seco na área de estudo.

SEMANAS	P01	FAIXA DE CLASSIFICAÇÃO	P02	FAIXA DE CLASSIFICAÇÃO	P03	FAIXA DE CLASSIFICAÇÃO
1	24,8°C	PARCIALMENTE CONFORTÁVEL	25,7°C	PARCIALMENTE CONFORTÁVEL	25,8°C	PARCIALMENTE CONFORTÁVEL
2	24,5°C	PARCIALMENTE CONFORTÁVEL	25,6°C	PARCIALMENTE CONFORTÁVEL	26,6°C	DESCONFORTÁVEL
3	25,0°C	PARCIALMENTE CONFORTÁVEL	26,3°C	DESCONFORTÁVEL	27,1°C	DESCONFORTÁVEL
4	24,8°C	PARCIALMENTE CONFORTÁVEL	26,8°C	DESCONFORTÁVEL	27,1°C	DESCONFORTÁVEL
5	25°C	PARCIALMENTE CONFORTÁVEL	27,1°C	DESCONFORTÁVEL	27,7°C	DESCONFORTÁVEL
6	25°C	PARCIALMENTE CONFORTÁVEL	27,1°C	DESCONFORTÁVEL	27,8°C	DESCONFORTÁVEL
7	27,0°C	DESCONFORTÁVEL	29,0°C	MUITO DESCONFORTÁVEL	29,5°C	MUITO DESCONFORTÁVEL
8	25,0°C	PARCIALMENTE CONFORTÁVEL	26,8°C	DESCONFORTÁVEL	27,0°C	DESCONFORTÁVEL
9	25,0°C	PARCIALMENTE CONFORTÁVEL	26,6°C	DESCONFORTÁVEL	27,6°C	DESCONFORTÁVEL
10	26,0°C	DESCONFORTÁVEL	26,8°C	DESCONFORTÁVEL	27,3°C	DESCONFORTÁVEL
11	26,1°C	DESCONFORTÁVEL	27,6°C	DESCONFORTÁVEL	28,6°C	MUITO DESCONFORTÁVEL
12	26,0°C	DESCONFORTÁVEL	27,4°C	DESCONFORTÁVEL	28,1°C	MUITO DESCONFORTÁVEL

Avaliação do IDT da área de estudo no período chuvoso

Na análise do IDT durante o período chuvoso demonstra que o P02 são destacados os seguintes valores:(24,4°C, 26,3°C) e para o ponto experimental 03 são apresentados os seguintes valores: (24,3°C, 26,6°C). Dessa forma, tais valores estão inseridos entre as faixas 2, parcialmente confortável, e 3 desconfortável.

Tais valores são preocupantes, pois mesmo no período chuvoso e mais ameno da região, tais pontos não apresentaram IDT confortável.

A ausência de superfícies líquidas e de áreas verdes, a reduz consideravelmente, aumentando assim, a sensação de desconforto térmico tais materiais apresentam alta condutividade térmica e capacidade calorífica, absorvendo e mantendo o calor no ambiente urbano (DIMOUDI et al., 2013).

Tais condições estão diretamente correlacionadas às características do entorno de cada amostra experimental: solo impermeável, redução da cobertura vegetal, adensamento urbano etc. (figura 10).

IDT (PERÍODO CHUVOSO)

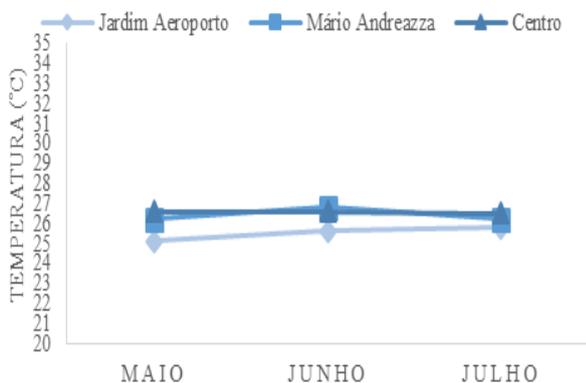


Figura 10: IDT (°C) da área de estudo durante o período chuvoso

Por outro lado, o ponto de referência P01 apresentou as menores médias de IDT que variaram entre 24,2°C e 25,9°C com nível confortável.

É importante destacar que de abril a julho a Zona de Convergência Intertropical (formada pela confluência dos Alísios de Nordeste e de Sudeste) se posiciona mais para o Sul, de modo a favorecer climatologicamente o Leste do Nordeste, no que se refere ao principal mecanismo de produção de chuvas nessa região (MOLION & BERNARDO, 2002) o que, conseqüentemente, contribui para a amenização dos totais de temperatura média do ar na amostra experimental.

Tabela 02: Faixa de classificação do IDT ajustado no período chuvoso na área de estudo.

SEMANA	P01	FAIXA DE CLASSIFICAÇÃO	P02	FAIXA DE CLASSIFICAÇÃO	P03	FAIXA DE CLASSIFICAÇÃO
1	25,3°C	PARCIALMENTE CONFORTÁVEL	26,5°C	DESCONFORTÁVEL	26,9°C	DESCONFORTÁVEL
2	26,3°C	DESCONFORTÁVEL	27,8	DESCONFORTÁVEL	27,8°C	DESCONFORTÁVEL
3	25,9°C	PARCIALMENTE CONFORTÁVEL	27,6°C	DESCONFORTÁVEL	27,7°C	DESCONFORTÁVEL
4	25°C	PARCIALMENTE CONFORTÁVEL	27,0°C	DESCONFORTÁVEL	26,1°C	DESCONFORTÁVEL
5	25,7°C	PARCIALMENTE CONFORTÁVEL	26,7°C	DESCONFORTÁVEL	26,8°C	DESCONFORTÁVEL
6	25,8°C	PARCIALMENTE CONFORTÁVEL	27,6°C	DESCONFORTÁVEL	27,4°C	DESCONFORTÁVEL
7	24,5°C	PARCIALMENTE CONFORTÁVEL	26,2°C	DESCONFORTÁVEL	26°C	DESCONFORTÁVEL
8	24,2°C	PARCIALMENTE CONFORTÁVEL	26,1°C	DESCONFORTÁVEL	25,5°C	PARCIALMENTE CONFORTÁVEL
9	24,3°C	PARCIALMENTE CONFORTÁVEL	25,6°C	PARCIALMENTE CONFORTÁVEL	25,7°C	PARCIALMENTE CONFORTÁVEL
10	24,8°C	PARCIALMENTE CONFORTÁVEL	26,2°C	DESCONFORTÁVEL	26,3°C	DESCONFORTÁVEL
11	24,3°C	PARCIALMENTE CONFORTÁVEL	25,8°C	PARCIALMENTE CONFORTÁVEL	25,8°C	PARCIALMENTE CONFORTÁVEL
12	24,2°C	PARCIALMENTE CONFORTÁVEL	25,9°C	PARCIALMENTE CONFORTÁVEL	26,4°C	DESCONFORTÁVEL

Isso demonstra mais uma vez, a importância da cobertura vegetal para áreas urbanas e a necessidade de preservação desses espaços que servem como regulador térmico, pois absorve a radiação solar que é utilizada nos processos de fotossíntese e transpiração das superfícies vegetadas além de proporcionar sombreamento.

Santos (2011) fazendo referência ao trabalho de Cotrim (2002) destaca que o fluxo de vapor de água emitido pela vegetação tem a capacidade de absorver e conservar calor. A vegetação, sem dúvida, contribui de forma significativa para o estabelecimento de microclimas confortáveis dentro de espaços urbanos.

A tabela 02 apresenta as médias semanais do IDT no período chuvoso da área de estudo.

Análise comparativa das amostras experimentais entre o período Seco e Chuvoso da área de estudo.

As oscilações na média da temperatura do IDT entre os períodos seco e chuvoso da área de estudo estão diretamente relacionadas ao aumento da precipitação que ocorre no período chuvoso da região. Resultados semelhantes foram constatados por Santos (2011) avaliando o campo térmico da cidade de João Pessoa (PB). O aumento da umidade relativa do ar através da precipitação é diretamente proporcional ao declínio da temperatura nessas áreas: Bayeux (PB) e João Pessoa (PB).

No que diz respeito ao índice de Thom (IDT), verificou-se que para ambos os períodos a amostra experimental localizada no resquício de Mata Atlântica (P01) considerado o ponto de referência da pesquisa, apresentou os menores valores do IDT que variaram entre 25,9°C durante o período seco e 25,3°C no período chuvoso.

Em ambos os períodos essa amostra experimental se enquadra na faixa 2 do IDT (Parcialmente confortável). Isso se deve ao fato da presença da vegetal em toda a área do entorno do P01.

A vegetação nesse caso, atua com o papel preponderante para a manutenção das baixas temperaturas e conseqüentemente os menores IDT. Diferentemente do P01, os pontos P02 e P03 apresentaram os maiores valores de IDT nos períodos analisados. No período seco o P02 apresentou o IDT de 27,2°C considerado Desconfortável.

No período chuvoso o P02 apresentou o IDT 26,1°C considerado também Desconfortável.

Observa-se que mesmo no período chuvoso essa amostra experimental apresentou condições desconfortáveis refletindo a influência da malha urbana nas condições de conforto térmico ambiental.

O P03 foi o que apresentou as maiores temperaturas do IDT registrados no período seco e chuvoso da área de estudo. O IDT dessa amostra variou entre 27,5°C no período seco e 26,3°C no período chuvoso.

Dessa forma, observou-se nessa amostra experimental que o IDT calculado para ambos os períodos se enquadra na faixa 03 considerado desconfortável. Mesmos no período chuvoso da região, o P03 e P02 apresentaram condições de conforto térmico preocupante.

Estes pontos estão localizados em áreas que são caracterizadas pela ausência de cobertura vegetal e por fortes concentrações de edificações que bloqueiam a ventilação local. Esta avaliação reflete a situação climática preocupante pela qual a cidade de Bayeux tem passado, com uma ampla faixa de diferentes sensações térmicas ao longo do dia.

CONCLUSÕES

Os resultados da pesquisa sobre a análise do campo térmico urbano na cidade de Bayeux (PB) no período seco e chuvoso, indicam diferenças significativas nas temperaturas avaliadas entre as amostras, o nível de conforto térmico é influenciada pelas condições microclimáticas.

No que diz respeito as amostras experimentais do microclima urbano, verificou-se que o P01, apresentou as menores temperaturas para ambos os períodos: seco e chuvoso de monitoramento.

As demais amostras experimentais mesmo estando próximas obtiveram diferenças nas variáveis climatológicas onde P02 e P03 apresentaram temperaturas mais elevadas em relação ao P01 em ambos os períodos da pesquisa. Isso reforça afirmar, o processo de urbanização desordenada da área de estudo associada com que as diversas formas de uso e cobertura do solo tem alterado o campo térmico urbano da cidade de Bayeux (PB), e esse reflexo, ocorre no aumento da temperatura local e no comportamento do IDT que mesmo no período chuvoso da área de estudo os pontos P02 e P03 apresentam resultados preocupantes.

A partir da classificação do IDT, demonstrado pelas análises efetuadas no trabalho, demonstra que o P01 foi a amostra que obteve as melhores condições de conforto térmico.

Os pontos P02 e P03, apresentaram as piores condições de conforto térmico ambiental chegando a níveis de desconforto térmico tanto no período seco como no período chuvoso da região. Com a classificação do IDT, fica comprovada a extrema necessidade de que sejam feitas intervenções no espaço intraurbano da cidade de Bayeux que contemplem a melhoria do seu campo térmico, visto que todas as áreas monitoradas tiveram classificação de IDT variando de Parcialmente Confortável no período chuvoso a Muito Desconfortável no período seco.

Observou-se que as horas mais críticas, que diz respeito ao IDT, em ambos os períodos, ocorrem entre 11 e 15 horas declinando nos horários seguintes em face dos processos de troca de calor e energia entre os diferentes tipos de recobrimentos do solo, alterando diretamente os

valores das variáveis atmosféricas e as mais confortáveis, ocorrem entre 05 e 06 horas da manhã.

O conhecimento das alterações ocorridas no campo térmico urbano da cidade de Bayeux (PB), torna-se imprescindível para a manutenção da qualidade de vida das populações, podendo contribuir diretamente para a elaboração de políticas públicas que possibilitem o planejamento e a gestão ambiental do espaço intra-urbano. A manutenção das áreas verdes e o controle do adensamento urbano em algumas áreas de cidade tornam-se medidas urgentes para garantir as condições de conforto térmico urbano.

AGRADECIMENTOS

Os autores da pesquisa agradecem ao Programa de Iniciação Científica CNPQ pela concessão da bolsa de estudos para execução do projeto, a Universidade Federal da Paraíba UFPB pelo apoio e incentivo na realização de pesquisas científicas, ao LAGeo- Laboratório de Análises Geoambientais do Departamento de Ecologia da mesma instituição, pela assessoria nos empréstimos dos equipamentos e auxílios prestados. Bem como ao grupo de estudos, orientações e pesquisas em Clima Urbano e Recursos Naturais.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS:

AGÊNCIA EXECUTIVA DA GESTÃO DAS ÁGUAS DO ESTADO DA PARAÍBA (AESAs) Disponível em: <http://www.aesa.pb.gov.br/aesa-website/> Acesso em: 19 de maio de 2017.

COSTA, A. D. L. O. Revestimento de superfícies horizontais e sua implicação microclimática em localidade de baixa latitude com clima quente e úmido. Campinas: UNICAMP, 242p. Tese (Doutorado), 2007.

COTRIN, G. (1999). História global: Brasil e Geral, - Volume único/ 6º ed. Reform. São Paulo, p.278e 279.

DIMOUDI, A.; KANTZIOURA, A.; ZORAS, D.; PALLAS, C.; KOSMOPOULOS, P. Investigation of urban microclimate parameters in urban center. Energy and Buildings. v. 64, 2013, pg. 1-9.

FREITAS, Circulações Locais em São Paulo e sua influência na dispersão de poluentes. 2015. 157 f. Tese de Doutorado. Departamento de Ciências Atmosféricas. IAG/USP, São Paulo, SP.

GOMES, J. Poluição atmosférica: um manual universitário. Porto: Subindústria, 2011, p176.

- GOMES, P.S.; LAMBERTS, R. O estudo do clima urbano e a legislação urbanística: considerações a partir do caso Montes Claros, MG. *Ambienteconstruído*, v. 9, n. 1, p. 73-91, 2015.
- 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*. P. 94-106, 2003.
- HOWARD, L. *The climate of London*. London: International Association for Urban Climate, 1833.
- INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). *Cidades* (2010). Disponível em: <<http://www.cidades.ibge.gov.br/xtras/perfil.php?lang=&codmun=250180&search=paraiba|bayeux>> Acesso em: 04 de jul. de 2015.
- KATZSCHENER, L.; Bosch; Ulrike, Rontgen, M. Behaviour of people in open spaces in in dependency of thermal comfort conductions. In: International conference on passive and low Energy architecture, 2002, France.
- MENDONÇA, F. *Impactos socioambientais urbanos*. Curitiba: UFPR, 2013.
- MENDONÇA, F. Clima e planejamento urbano em Londrina: Proposição metodológica e de intervenção urbana a partir do estudo do campo termo- higrométrico. In: MONTEIRO, C. A. F.; MENDONÇA, F. (Org.). *Clima Urbano*. São Paulo: Editora Contexto, 2003. p.93-120.
- MOLION, L. C. B.; BERNARDO, S. O. Uma revisão da dinâmica das chuvas no Nordeste brasileiro. *Revista Brasileira de Meteorologia*, v. 17, n. 1, p. 1-10, 2002.
- MONTEIRO, C. A. F. *Teoria e clima urbano. Série Teses e Monografias*, São Paulo: USP/Igeog, n. 25, 1976.
- MONTEIRO, C. A. F.; MENDONÇA, F. *Teoria e clima urbano: Um projeto e seus caminhos*. In: (Org.). *Clima Urbano*. São Paulo: Editora Contexto, 2003. p. 9-67.
- NIMER, E.; PINHEIRO FILHO, A. A.; AMADOR, E. S. ARAÚJO NETO, M. D. *Climatologia da região Nordeste*. In: NIMER, E. *Climatologia do Brasil*. 2ª Edição, Rio de Janeiro: IBGE, Departamento de Recursos Naturais e Estudos Ambientais, 1989, 422 p.
- OKE, T. R. Initial guidance to obtain representative meteorological observations at urban sites IOM Report, TD. Geneva: World Meteorological Organization, 2004.
- RUAS, A. C. *Conforto Térmico nos Ambientes de Trabalho*. Ministério do Trabalho/FUNDACENTRO. 96 p. São Paulo, 1999.
- SANTOS, J. S.; SILVA, V. P. R.; ARAÚJO, L. E.; LIMA, E. R. V.; COSTA, A. D. L. Análise das condições do conforto térmico em ambiente urbano: estudo de caso em *Campus* universitário. *Revista Brasileira de Geografia Física*, Recife, v. 4, n. 2, p. 336 -353, 2011.
- SANTOS, J. S.; SILVA, V. P. R.; SILVA, E. R.; ARAÚJO, L. E.; COSTA, A. D. L. *Campo Térmico Urbano e a sua Relação com o Uso e Cobertura do Solo em Cidade Tropical Úmida*. *Revista Brasileira de Geografia Física*, Recife, v. 5, n. 3, p. 540-557, 2012.
- SANTOS, E. P.; CORREIA, M. F.; ARAGÃO, M. R. S.; SILVA, F. D. S. Eventos extremos de chuva e alterações no regime hidrológico da Bacia Hidrográfica do Rio São Francisco: Uma aplicação do índice RAI (Rainfall Anomaly Index). *Engenharia Ambiental*, v.8, p.315-330, 2011.
- SHASHUA-BAR, L.; HOFFINAM, M.E (2013). Vegetation as a climatic component a desing of na urban street Na empirical model for predicting the cooling effect and Buildings, v.31, p.221-235.
- SUPERINTENDÊNCIA DE ADMINISTRAÇÃO DO MEIO AMBIENTE (SUDEMA). *Parque Estadual Mata do Xém-Xém*. Disponível em: <http://www.sudema.pb.gov.br/index.php?view=category&catid=11&option=com_joomgallery&Itemid=100034> Acesso em: 06 de jul. de 2017.