

## MICROCLIMA URBANO: UM ESTUDO DE CASO NO ESPAÇO INTRA-URBANO DO CAMPUS I DA UFPB

Anne Falcão de Freitas<sup>66</sup>

Joel Silva dos Santos<sup>67</sup>

Rita Baltazar de Lima<sup>68</sup>

### RESUMO

Este artigo analisa o subsistema termodinâmico, do *Campus I* da Universidade Federal da Paraíba UFPB, correlacionando com as suas diversas formas de cobertura do solo. Para a realização da coleta de dados (temperatura e umidade relativa do ar) foram utilizados termohigrometros Hobos<sup>®</sup>. As medições foram realizadas no período de estiagem (janeiro a março) e chuvoso (junho a agosto), em nove pontos. O nível de conforto térmico foi avaliado pelo Índice de Thom e classificado de acordo Santos (2011). Os tipos de cobertura do solo de cada ponto monitorado foram classificados em nove classes de acordo com as percentagens de vegetação, materiais permeáveis e impermeáveis. Com isso, foi verificado que esses diferentes materiais de cobertura do solo e a geometria das construções, nos pontos, exercem influencia sobre as trocas de energia e calor, alterando diretamente os valores das variáveis atmosféricas, que controlam o nível de estresse térmico ambiental. A cobertura vegetal exerceu um papel preponderante para a manutenção das baixas temperaturas e as condições de conforto térmico. Os resultados foram relevantes por permitir a identificação de microclimas, fornecendo dados para a gestão ambiental do *Campus I* da UFPB, contribuindo assim, para elevar as condições ideais de conforto térmico e qualidade ambiental.

<sup>66</sup> Mestre em Desenvolvimento e Meio Ambiente (UFPB). E-mail: [annefalcao@gmail.com](mailto:annefalcao@gmail.com)

<sup>67</sup> Doutor em Recursos Naturais (UFCG). Docente da UFPB. E-mail: [joelgrafia.santos@gmail.com](mailto:joelgrafia.santos@gmail.com)

<sup>68</sup> Doutora em Botânica (USP). Docente da UFPB. E-mail: [ritalima\\_ufpb@yahoo.com.br](mailto:ritalima_ufpb@yahoo.com.br)



**PALAVRAS-CHAVE:** Clima Urbano; Campo Termodinâmico; Ilha de Calor Urbana.

## 1 INTRODUÇÃO

Os processos de urbanização e industrialização se apresentam como indicador do nível de desenvolvimento e, paradoxalmente, constitui um problema, pois a degradação do ambiente urbano, decorrente da ocupação desordenada do solo, tem gerado transformações significativas na dinâmica dos fatores termodinâmicos dessas áreas (BARBOSA et al. 2003).

Esses processos estão estritamente ligados às transformações que ocorrem nesses ambientes, já que o tipo de uso e ocupação do solo, as propriedades térmicas dos materiais, as atividades desenvolvidas nessas áreas, bem como a morfologia das cidades, causam aumento da temperatura, diminuição da umidade relativa do ar e da velocidade dos ventos, gerando desconforto térmico e a formação das ilhas de calor urbana, que comprometem a qualidade de vida (ROBAA, 2011).

Dessa forma, observa-se um processo direto de causa e efeito, sendo a sociedade responsável pelas alterações na dinâmica climática e os efeitos negativos dessa transformação retornam sobre a mesma, provocando impactos (MENDONÇA, 2000). Logo, a avaliação do clima urbano e a percepção humana sobre as condições térmicas nesses espaços é fundamental, uma vez que tem implicações no desenvolvimento das cidades e na qualidade de vida das populações residentes nesses ambientes.

Apesar de existir estudos sobre a influência do processo de urbanização sobre o microclima e sua repercussão no conforto térmico, ainda é deficiente a aplicação desses estudos ao planejamento e ordenamento das cidades, com vistas a desenvolver metodologias capazes de auxiliar na melhoria da qualidade ambiental urbana, devido à dificuldade de conscientizar a população sobre a sua relevância, principalmente os gestores públicos (ELIASSON, 2000).

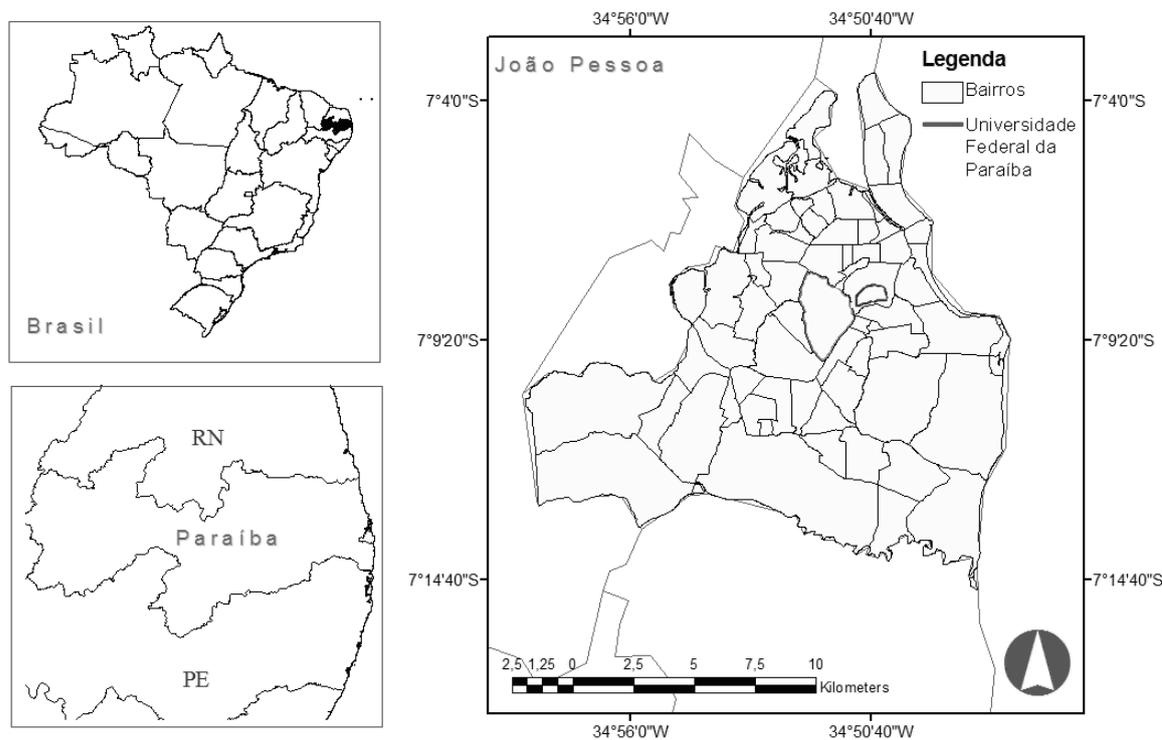
Neste contexto, este estudo foi realizado com o objetivo de buscar alternativas para minimizar o desconforto térmico observado no espaço intra-urbano do *Campus I* da Universidade Federal da Paraíba, município de João Pessoa, e analisar as alterações que ocorrem no campo térmico desse ambiente, tendo em vista que o mesmo vem passando por transformações no seu espaço geográfico, nos últimos anos, em função do aumento do número de cursos e consequente crescimento da R. gest. sust. ambient., Florianópolis, n. esp, p.271-287, dez. 2015.

comunidade acadêmica, o que implica em maior artificialização do espaço urbano, causando redução das áreas naturais compostas por vegetação do Bioma Mata Atlântica.

## 2 METODOLOGIA

A área de estudo compreende o espaço intra-urbano da Universidade Federal da Paraíba – UFPB, *Campus I*, que está inserida no município de João Pessoa, Paraíba (Figura 1), entre as Coordenadas Geográficas 07°08'03" e 07° 08'58" de Latitude Sul e entre 34°50'13" e 34°51'06" de Longitude Oeste e altitude média de 33 metros, permanece durante todo o ano dentro da influência dos ventos alísios de Sudeste. O clima predominante é tropical chuvoso (com classificação Am, segundo Köppen) com verão seco e quente e úmido durante todo ano (Figura 1).

Figura 1 - Localização geográfica do município de João Pessoa-PB, no qual esta localizada a área de estudo

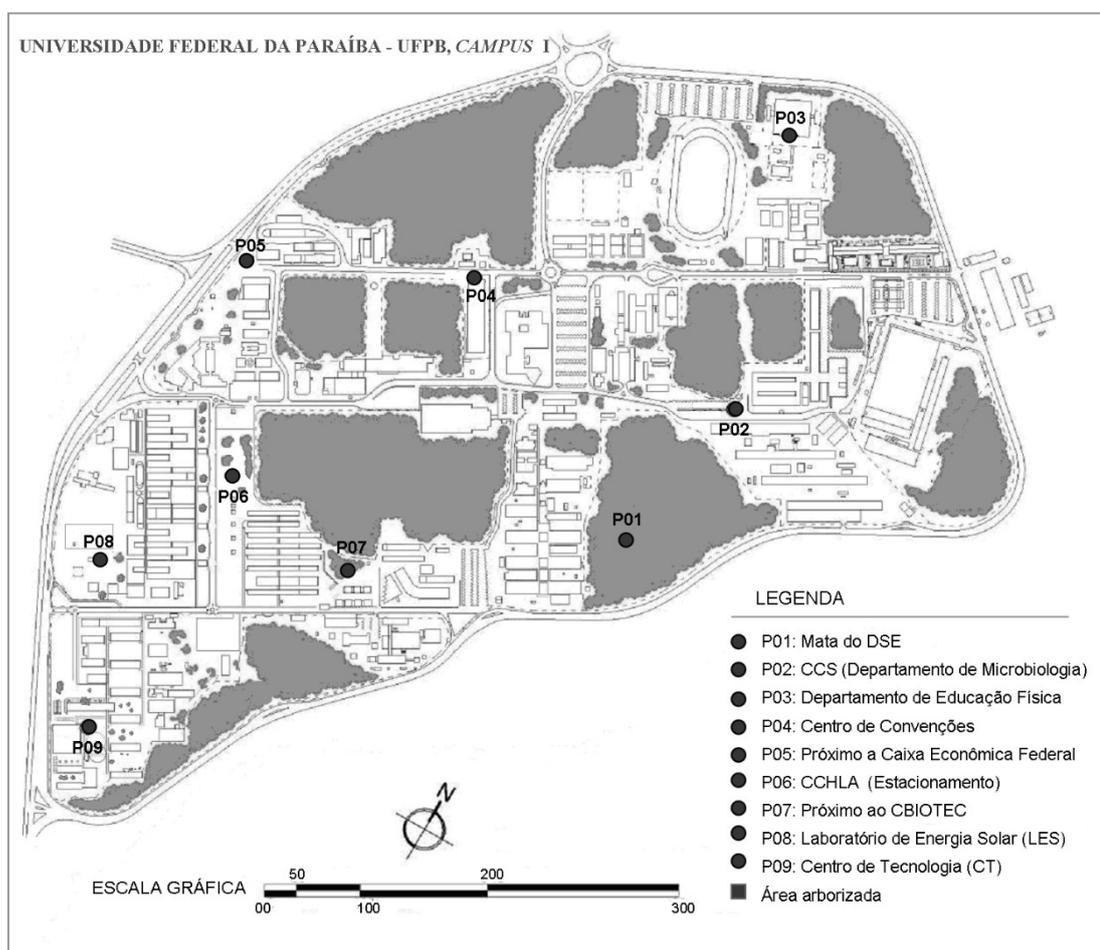


Fonte: Elaborado pelos autores, 2015.

A análise do clima urbano através de descrições físicas do espaço ocupado, deste estudo foi fundamentada na metodologia apresentada por Monteiro (1976), Katzschner et al (2002), Costa (2007) e Santos (2011).

Logo, para a realização da pesquisa, inicialmente, foi definido o campo térmico da área de estudo, como subsistema climático urbano para a investigação. Em seguida, foi realizado o reconhecimento da área dos experimentos, e em função das diferenciações do uso e cobertura do solo foram definidos nove pontos inseridos dentro da malha intra-urbana da UFPB *Campus I* (Figura 2).

Figura 2 - Localização dos pontos de medições na Universidade Federal da Paraíba, Campus I



Fonte: Elaborado pelos autores, 2015.

Cada estação de coleta de dados foi georreferenciada com GPS de navegação, com o sistema de posicionamento global com projeção UTM. A tabela 1 exibe os pontos experimentais com as suas respectivas coordenadas geográficas.

Tabela 1: Localização dos pontos experimentais em coordenadas geográficas.

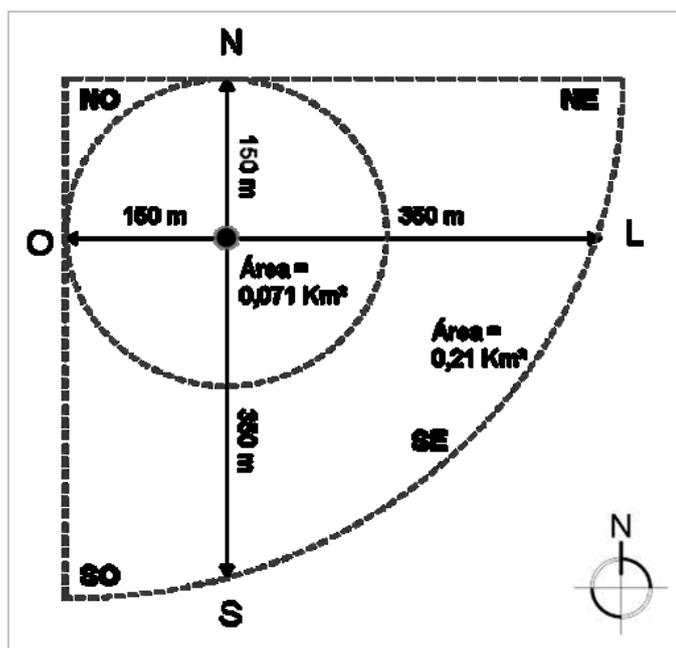
R. gest. sust. ambient., Florianópolis, n. esp, p.271-287, dez. 2015.

Pontos	Localização dos pontos	Longitude "X"	Latitude "Y"	Altitude (m)
P01	Mata do DSE	07°08'21,80"	34°50'37,26"	23
P02	CCS (Departamento de Microbiologia)	07°08'11,86"	34°50'33,31"	50
P03	Departamento de Educação Física	07°07'58,11"	34°50'36,19"	55
P04	Centro de Convenções	07°08'09,52"	34°50'48,72"	39
P05	Próximo a Caixa Econômica Federal	07°08'11,49"	34°51'00,16"	56
P06	CCHLA (Estacionamento)	07°08'22,43"	34°50'58,06"	57
P07	Próximo ao CBIOTEC	07°08'25,85"	34°50'50,84"	38
P08	Laboratório de Energia Solar (LES)	07°08'29,64"	34°51'03,07"	56
P09	Centro de Tecnologia (CT)	07°08'37,26"	34°51'01,34"	49

Fonte: Elaborado pelos autores, 2015.

Cada ponto do experimento, foi delimitado um raio de 150 m da localização do ponto de coleta, nas direções Norte e Oeste (KATZSCHNER et al., 2002) e um raio de 350 m nas direções Leste e Sul, compreendendo um valor total de 500 m, que correspondesse à medida de 0,5 km (OKE, 2004). Dessa forma, foi determinada a análise numa área total de 0,21 km<sup>2</sup> no entorno de cada ponto estudado, conforme detalhado na Figura 3.

Figura 3 - Área de análise de cada ponto de coleta durante os dois períodos experimentais: período de estiagem e chuvoso



Fonte: Costa (2007)

O índice de cobertura do solo em cada unidade foi obtido pela contribuição percentual das classes de cobertura, para a formação da área total de cada ponto experimental. Esse índice foi obtido com o auxílio do programa ArcGis®.

Para a realização das medições de temperatura e de umidade relativa do ar em cada ponto experimental, foram instalados sensores Data Loggers Hobo® U10-003 (Resolução: Temperatura: 0.1°C em 25°C e RH: 0.07% em 25°C), os quais foram programados para obter dados durante intervalos horários e protegidos em cabines meteorológicas plásticas de cor branca, as quais contem pequenas aberturas permitindo a livre circulação do ar, mas evitando a incidência solar direta. Essas cabines foram apoiadas em tripés distando 1,5m do solo, formando estações meteorológicas.

A periodicidade de levantamento dos dados compreendeu nos dois períodos distintos: o de estiagem (janeiro a março de 2014) e o outro chuvoso (junho a agosto de 2014).

Para medir o conforto térmico, os dados foram submetidos à equação do Índice de Desconforto Térmico de Thom (1959), que é uma ferramenta indispensável para o planejamento e ordenamento territorial dos centros urbanos. O índice pode ser obtido pela equação:

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

Onde T é a temperatura do ar (°C) e UR é a umidade relativa do ar (%).

Na caracterização do nível de desconforto térmico, foi utilizada a classificação de Santos (2011), apresentada na Tabela 2. Esta classificação foi ajustada às condições climáticas das regiões tropicais.

Tabela 2: Faixa de classificação do índice de desconforto de Thom (IDT) ajustado às condições climáticas da cidade de João Pessoa.

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

Fonte: Santos (2011).

### 3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Nos pontos monitorados evidenciou a presença de setores com cobertura constituída por materiais impermeáveis (amianto, cerâmica, concreto, asfalto, cobertura metálica) e de materiais permeáveis (solo exposto ou com vegetação arbórea, arbustiva ou herbácea e/ou com corpo hídrico – piscina) (Figura 4, Tabela 3). Os pontos P01 (Mata do DSE) e P07 (Próximo ao CBIOTEC) foram os que apresentaram as maiores taxas percentuais de cobertura vegetal com porte arbóreo/arbustivo. Essa classe de cobertura do solo influencia nas melhores condições de térmicas, por absorver o calor gerado no ambiente urbano. Por outro lado, os pontos P03 (Departamento de Educação Física) e P08 (Laboratório de Energia Solar - LES) apresentaram as menores taxas de vegetação arbórea/arbustiva, assim como materiais de cobertura do solo com propriedades térmicas desfavoráveis às condições de conforto térmico (Figura 4, Tabela 3). Shashua-Bar et al. (2011) diagnosticaram que as áreas permeáveis e bastante arborizadas possuem melhores temperaturas, quando comparadas com locais mais impermeabilizados e com ocorrência de poucas espécies vegetais.

Os corpos hídricos apresentam efeito na umidificação do ar, sendo um fator relevante para o conforto térmico. Entretanto, a contribuição higrotérmica do corpo hídrico (piscina) inserido no ponto P03 (Departamento de Educação Física), com tamanho total de 180 m<sup>2</sup> (3 piscinas, com 100, 50 e 30 metros), não foi tão efetiva como verificado no estudo de Gomes e Lamberts (2009), no qual a Lagoa de Interlagos, em Minas Gerais, com aproximadamente 2.200 m<sup>2</sup>, contribuiu para amenizar as temperaturas, sendo o ponto com a melhor condição térmica.

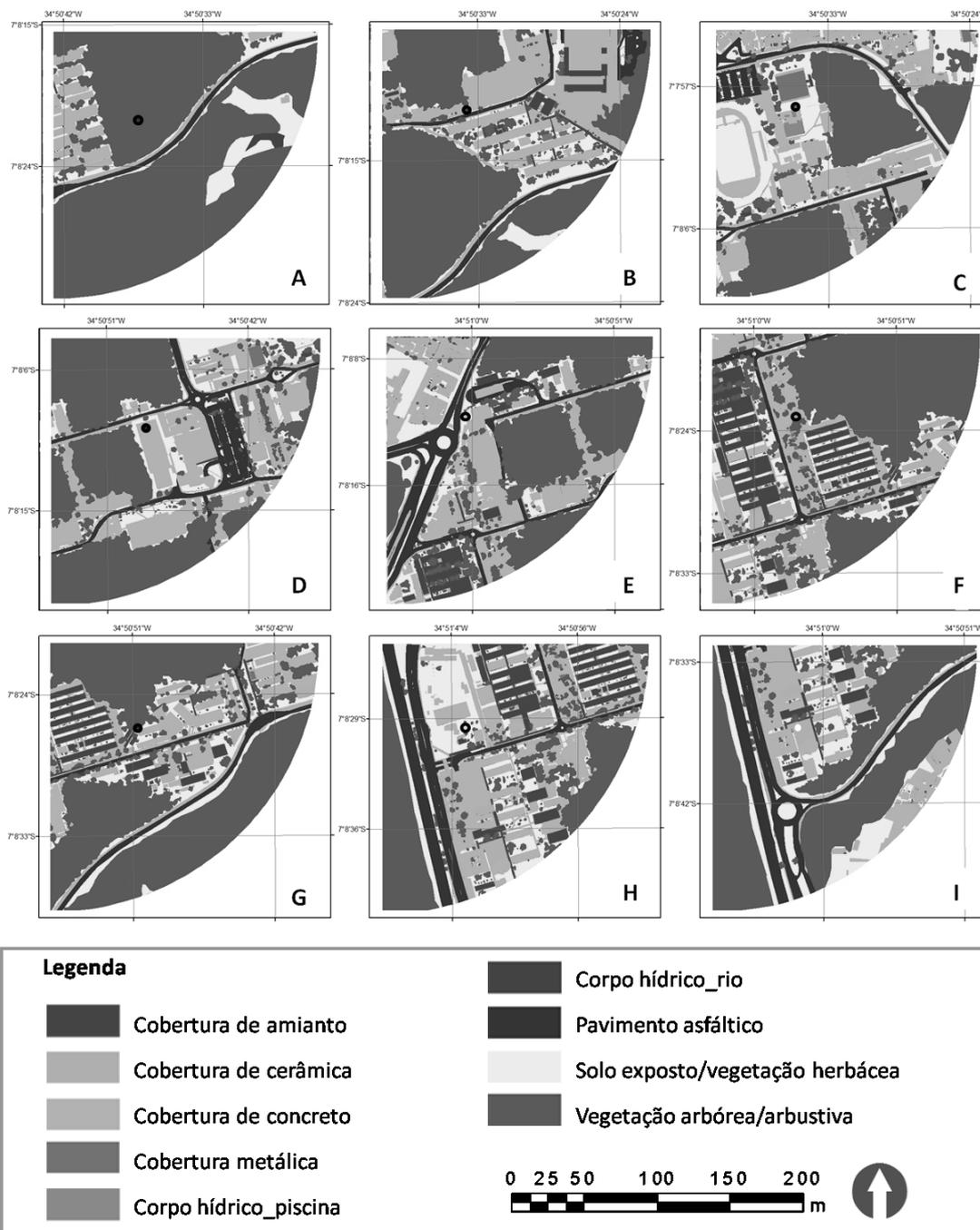
Tabela 3: Classes de cobertura do solo das amostras experimentais (%), de acordo com o raio de 0,21 Km<sup>2</sup>.

Cobertura	P01	P02	P03	P04	P05	P06	P07	P08	P09
<b>Amianto</b>	0,01	3,00	0,3	0,14	4,19	14,14	6,9	11,05	2,80
<b>Cerâmica</b>	0,71	0,14	6,5	2,00	4,1	0,52	1,62	1,43	2,45
<b>Concreto</b>	7,14	21,71	23,5	28,29	24,43	25,29	16,71	27,52	18,8
<b>Metálica</b>	0	0,24	1,5	0,62	0,71	0,76	0,1	0,19	0
<b>Corpo hídrico – rio</b>	0	0	0,5	0	0	0	0	0	0,05

<b>Corpo hídrico –</b>										
<b>piscina</b>	0,48	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<b>Asfáltica</b>	2,43	9,86	8,0	9,14	12,81	2,14	3,1	12,33	11,5	
<b>Solo exposto/</b>										
<b>Vegetação herbácea</b>	10,05	8,95	20,1	10,38	8,38	10,76	11,67	21,14	17,1	
<b>Vegetação</b>										
<b>arbórea/arbustiva</b>	79,18	56,1	39,6	49,43	45,38	46,38	59,9	26,33	47,3	

Fonte: Elaborado pelos autores, 2015.

Figura 4 - Revestimento do solo no entorno dos pontos amostrais, inseridos no Campus I da UFPB. P01 - Mata do DSE (A). P02 - CCS (Departamento de Microbiologia) (B). P03 - Departamento de Educação Física (C). P04 - Centro de Convenções (D). P05 – Próximo a Caixa Econômica Federal (E). P06 - CCHLA (Estacionamento) (F). P07 - Próximo ao CBIOTEC (G). P08 - Laboratório de Energia Solar (LES) (H). P09 – Centro de Tecnologia (CT) (I).



Fonte: Elaborado pelos autores, 2015.

Os valores médios da temperatura do ar no ponto P01 (Mata do DSE) foram sempre inferiores aos demais pontos analisados. Corroborando com o trabalho desenvolvido por Santos et al. (2011), os quais verificaram papel exercido pela cobertura vegetal no que diz respeito a redução de temperatura e no aumento da umidade relativa do ar (Tabela 4). Esse efeito sobre essas variáveis microclimáticas está associado diretamente ao fenômeno da evapotranspiração e sombreamento, que contribui para o balanço energético do ambiente, configurando, assim, um importante R. gest. sust. ambient., Florianópolis, n. esp, p.271-287, dez. 2015.

instrumento para a amenização climática do meio urbano (SHASHUA-BAR et al., 2011).

As temperaturas em todos pontos analisados foram inferiores a 29 °C, no período de estiagem e a 26 °C no chuvoso, exceto no ponto P03 (Departamento de Educação Física), que foram, respectivamente de 29,9 °C e 26,2 °C (Tabela 4), considerando que nesse ponto existe concentração de materiais impermeáveis do tipo cobertura de cerâmica, cobertura de concreto, cobertura metálica e pavimento asfáltico (Tabela 3).

Esses elementos possuem baixos valores de refletância solar, altos valores de condutividade térmica e capacidade calorífica, como observado por Schmitz e Mendonça (2011). Seguido dos pontos P02 (CCS-Departamento de Microbiologia), P08 (Laboratório de Energia Solar – LES) e o P09 (Centro de Tecnologia – CT), no período de estiagem, os quais apresentaram temperatura média de 27,6 °C e apenas do P09 no período chuvoso, com 25,5 °C (Tabela 4).

No estudo de Santos et al. (2011), no *Campus I* da UFPB, o ponto P09 Centro de Tecnologia apresentava as maiores temperaturas e menores umidades quando comparado aos demais, já nesse estudo o P03 que apresentou maiores temperaturas. Essa mudança é reflexo das novas construções de edificações no ponto P03, que impediram a circulação dos ventos alísios de Sudeste, e conseqüentemente na dissipação do calor mantida pela impermeabilização do solo, em e por áreas menos arborizadas.

Ressalta-se, ainda, que os diversos parâmetros da urbanização, como orientação das edificações, densidade construída e albedo dos materiais da construção civil, alteram fortemente as condições térmicas em climas quentes e úmidos (ABREU-HARBICH et al., 2014). Este estudo mostrou que, há correlação entre as construções com materiais impermeáveis, as suas geometrias e o aumento da temperatura e diminuição da umidade relativa do ar. No entorno do ponto P03 (Departamento de Educação Física) isso pôde ser evidenciado, pois a rugosidade da área tem diminuído a velocidade dos ventos alísios de Sudeste e impedido a dissipação do calor nesse ambiente. Giannaros e Melas (2012) afirmaram que a velocidade do vento é importante na redução significativa da temperatura.

Ainda, a variação média térmica entre os pontos monitorados foi de 3,2 °C no período de estiagem e de 1,6 °C no período chuvoso; já a variação média da umidade relativa do ar foi de 13,2% no período de estiagem e de 8,2% no período chuvoso

R. gest. sust. ambient., Florianópolis, n. esp, p.271-287, dez. 2015.

(Tabela 4). Comparando a média dos dois períodos, verificou-se que o período chuvoso é mais ameno que o de estiagem (Tabela 4). Paiva e Zanella (2013), também puderam observar essa variação.

Tabela 4: Médias de temperatura (°C), de umidade relativa (%) e o Índice de Desconforto Térmico (IDT) (°C) médio de cada ponto analisado durante os períodos monitorados (de estiagem e chuvoso), na Universidade Federal da Paraíba (UFPB) *Campus I*.

Pontos	Temperatura do ar (°C)	Umidade relativa (%)	IDT (°C)
	Média (Período)	Média (Período)	
<b>Período de estiagem</b>			
<b>P01</b>	26,7	84,7	25,7
<b>P02</b>	27,6	79,3	26,1
<b>P03</b>	29,9	71,5	27,5
<b>P04</b>	27,3	79,3	25,8
<b>P05</b>	27,4	79,2	25,9
<b>P06</b>	27,5	77,7	25,9
<b>P07</b>	27,3	80,7	25,9
<b>P08</b>	27,6	79,0	26,1
<b>P09</b>	27,6	77,6	26,0
<b>Média</b>	27,7	78,8	26,1
<b>Período chuvoso</b>			
<b>P01</b>	24,6	86,9	23,8
<b>P02</b>	25,1	83,8	24,2
<b>P03</b>	26,2	86,6	25,3
<b>P04</b>	25,0	84,3	24,1
<b>P05</b>	25,3	82,3	24,2
<b>P06</b>	25,2	83,6	24,2
<b>P07</b>	24,9	88,4	24,2
<b>P08</b>	25,0	83,1	24,0
<b>P09</b>	25,5	80,2	24,3
<b>Média</b>	25,2	84,2	24,2

Fonte: Elaborado pelos autores, 2015.

Em consequência das menores temperaturas e de maior umidade do ar, o Índice de Desconforto Térmico (IDT) do ponto P01 (Mata do DSE) foi melhor em relação aos demais pontos analisados (Tabela 4), apresentando 25,7 °C, no período de estiagem, se classificando como parcialmente confortável de acordo com a classificação proposta por Santos (2011) e 23,8 °C, confortável, no período chuvoso (Tabela 4).

Tais resultados são atribuídos à presença da vegetação à menor presença de áreas impermeáveis. Como diagnosticado por Müller et al. (2013), a vegetação com porte arbóreo contribui substancialmente para o conforto térmico humano, em todas as estações do ano. Por outro lado, o ponto P03 (Departamento de Educação Física) apresentou maiores índices de conforto térmico, com média de 27,5 °C, no período de estiagem, classificado em desconfortável e média de 25,3 °C, parcialmente confortável, no período chuvoso (Tabela 4).

O desconforto térmico nesse ponto está relacionado às altas taxas de temperatura e menores umidades, condicionado por um conjunto de fatores: geometria intra-urbana caracterizada por edificações que atuam na diminuição da velocidade dos ventos alísios de Sudeste; uso e ocupação do solo, recoberto por materiais impermeáveis e pouca arborização para amenizar o microclima do entorno.

Como citado por Yahia e Johansson (2012), o microclima urbano é complexo e está relacionado com o ambiente externo. A densidade da área construída, a cobertura do solo, a altura dos edifícios, a orientação e a largura das ruas influenciam nas variáveis microclimáticas devido a quantidade de radiação solar recebida, e consequentemente na sensação de conforto térmico da população (SHISHEGAR, 2013).

Em regiões tropicais, quanto mais adensado e verticalizado o espaço urbano, há incremento na temperatura e redução da umidade, pois os materiais impermeáveis absorvem e mantêm o calor, provocando desconforto térmico (MARTINS et al., 2012).

Os pontos P02 (Departamento de Microbiologia) e P08 (Laboratório de Energia Solar - LES) também foram considerados desconfortáveis, no período de estiagem, e o ponto P09 (Centro de Tecnologia - CT), não foi considerado desconfortável, por apenas 0,1 °C. Já no período chuvoso, com exceção do ponto P01 (Mata do DSE), os demais pontos foram considerados parcialmente confortáveis, o ponto P03 obtendo a pior situação.

A análise dos dados revela ainda que a variação média do IDT entre os pontos monitorados foi de 1,8 °C no período de estiagem e de 1,5 °C no período chuvoso (Tabela 4).

Comparando a média dos dois períodos, verificou-se que a sensação térmica se classifica em desconfortável (26,1 °C) no período de estiagem e parcialmente confortável (24,2 °C) no período chuvoso (Tabela 4). No estudo de Yahia e Johansson (2012) também foi encontrado maior de conforto térmico no período de estiagem, quando comparado com o chuvoso.

#### 4 CONCLUSÕES

A partir dos resultados, foi possível verificar que as menores temperaturas e maiores umidades foram registradas no ponto P01 (Mata do DSE), inserido em um fragmento de Mata Atlântica, reforçando a importância da vegetação na amenização microclimática, dada a evapotranspiração e o sombreamento que são as principais estratégias de controle da radiação solar pela interceptação dos raios solares e conversão da energia radiante em calor sensível, o que reduz as temperaturas de superfície dos objetos sombreados, aumentando a umidade e a ventilação.

Enquanto, o ponto P03 (Departamento de Educação Física) apresentou maiores temperaturas e menores umidades, devido à geometria e orientação das edificações, que diminuem a velocidade dos ventos alísios de Sudeste, e ao uso e ocupação do solo constituídos por materiais impermeáveis, o que contribuem para o armazenamento de calor. Logo a composição dos materiais, que recobrem o solo exerce influência sobre as trocas de energia e calor, alterando diretamente os valores das variáveis atmosféricas analisadas (temperatura e umidade relativa do ar), responsáveis pelo controle do nível de estresse térmico ambiental.

A sensação térmica da população que frequenta o *Campus I* da UFPB variou de parcialmente confortável a desconfortável no período de estiagem e de confortável a parcialmente confortável no período chuvoso.

As informações, a partir deste trabalho, poderão contribuir para a implantação das ações de manejo e monitoramento da arborização local, considerando que a vegetação é eficiente na redução da intensidade da ilha de calor, além de ser de baixo custo o processo de plantio de novas árvores, propiciando muitos benefícios ambientais, como resfriamento dos ambientes externos e, internos e maior bem estar

R. gest. sust. ambient., Florianópolis, n. esp, p.271-287, dez. 2015.

à população que circula na área. Ações que servirão para o desenvolvimento de uma política de gerenciamento das áreas vegetadas e para subsidiar o plano diretor da UFPB *Campus I*.

## MICROCLIMATE URBAN: A CASE STUDY ON CAMPUS OF INTRA-URBAN AREA OF I UFPB

### ABSTRACT

This paper analyzes the thermodynamic subsystem, *Campus I* of the Federal University of Paraíba UFPB, correlating with its various forms of ground cover. To perform the data collection (temperature and relative humidity) were used thermohygrometer Hobos<sup>®</sup>. Measurements were performed in the dry season (January to March) and rainy (June to August), in nine points. The level of thermal comfort was evaluated by Thom Index and classified according Santos (2011). The types of ground cover at each point monitored were classified into nine classes according to the vegetation percentages permeable and impermeable materials. Thus, it was found that these different mulching materials and the geometry of the buildings, in points, exert influence on the energy exchanges and heat, directly changing the values of atmospheric variables that control the level of environmental heat stress. The vegetation has played a leading role in the maintenance of low temperatures and conditions for thermal comfort. The results were relevant for allowing the identification of microclimates, providing data for environmental management of the *Campus I* UFPB, thus helping to raise the ideal conditions for thermal comfort and environmental quality.

**KEYWORDS:** urban climate; Thermodynamic field; Urban Heat Island.

### REFERÊNCIAS

ABREU-HARBICH, L. V.; LABAKI, L. C.; MATZARAKIS, A. Thermal bioclimatic in idealized urban street canyons in Campinas, Brazil. **Theor Appl Climatol**. v. 115, p. 333-340, 2014.

R. gest. sust. ambient., Florianópolis, n. esp, p.271-287, dez. 2015.

BARBOSA, R. V. R.; BARBIRATO, G. M.; VECCHIA, F. A. S. **Vegetação urbana: análise experimental em cidade de clima quente e úmido**. In: VII Encontro Nacional sobre Conforto no Ambiente Construído. p. 722-729. 2003.

COSTA, A. D. L. **O revestimento de superfícies horizontais e sua implicação microclimática em localidade de baixa latitude com clima quente e úmido**. Tese de Doutorado, Universidade Estadual de Campinas. UNICAMP. Campinas, 2007, 242 p.

ELIASSON, I. The use of climate knowledge in urban planning. **Landscape and Urban Planning**. v. 48, p. 31-44, 2000.

GIANNAROS, T. M.; MELAS, D. Study of the urban heat island in a coastal Mediterranean City: The case study of Thessaloniki, Greece. **Atmospheric Research**. v. 118. p. 103-120, 2012.

GOMES, P. S.; LAMBERTS, R. O estudo do clima urbano e a legislação urbanística: considerações a partir do caso Montes Claros, MG. **Ambiente Construído**, v. 9, n. 1, p. 73-91, 2009.

KATZSCHNER, L; BOSCH, U.; ROTTEGEN, M. **Behaviour of people in open spaces in dependency of thermal comfort conditions**. In: International Conference on Passive and Low Energy Architecture. Anais, France, James & James Ltd., p. 411-415, 2002.

MARTINS, T.; ADOLPHE, L.; KRAUSE, C. **Microclimate effects of urban geometry on outdoor thermal comfort in the Brazilian tropical semi-arid climate**. In: Conference Opportunities, Limits e Needs Towards and Environmentally Responsible Architecture, 2012.

MENDONÇA, F. Aspectos da interação clima-ambiente-saúde humana: da relação sociedade-natureza à (in)sustentabilidade ambiental. **R. Ra'ega**. n. 4, p. 85-99, 2000.

R. gest. sust. ambient., Florianópolis, n. esp, p.271-287, dez. 2015.

MONTEIRO, C. A. F. **Teoria e Clima Urbano**. Tese de Doutorado, Universidade de São Paulo. USP. São Paulo, 1976. 236 p.

MÜLLER, N.; KUTTLER, W.; BARLAG, A. B. Counteracting urban climate change: adaptation measures and their effect on thermal comfort. **Theor. Appl. Climatol.** p. 1-15, 2013.

PAIVA, F. I. B.; ZANELLA, M. E. Microclimas urbanos na área central do bairro da Messejana, Fortaleza/CE. **Revista Equador**. v. 2, n. 2, p. 153-172, 2013.

ROBAA, S.M. Effect of Urbanization and Industrialization Processes on Outdoor Thermal Human Comfort in Egypt. **Atmospheric and Climate Sciences**, p. 100-112, 2011.

SANTOS, J. S. **Campo térmico urbano e a sua relação com uso e cobertura do solo em uma cidade tropical úmida**. Tese Doutorado, Universidade de Federal de Campina Grande. UFCG. Campina Grande, 2011. 108 p.

SANTOS, J. S.; SILVA, V. P. R.; ARAUJO, 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**, v. 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**, v. 3, p. 540-557, 2012.

SCHMITZ, L. K.; MENDONÇA, F. Reestruturação urbana e conforto térmico: cenários de modelização em Curitiba-PR após a copa de 2014. **Revista Brasileira de Climatologia**. v. 8, p. 61-81, 2011.

SHASHUA-BAR, L.; PEARLMUTTER, D.; ERELL, E. The influence of trees and grass on outdoor thermal comfort in a hot-arid environment. **International Journal of Climatology**, v. 31, p. 1498-1506, 2011.

R. gest. sust. ambient., Florianópolis, n. esp, p.271-287, dez. 2015.

SHISHEGAR, N. Street design and urban microclimate: analyzing the effects of street geometry and orientation on airflow and solar access in urban canyons. **Journal of Clean Energy Technologies**. v. 1, n. 1, p. 52-53, 2013.

YAHIA, M. Y.; JOHANSSON, E. **Urban microclimate and thermal comfort in outdoor spaces in hot dry Damascus**. In: International Conference on Urban Climates, 2012.