

AVALIAÇÃO DO CONFORTO TÉRMICO DO *CAMPUS IV* - RIO TINTO APLICADO AO ORDENAMENTO TERRITORIAL AMBIENTAL

Anne Falcão de Freitas

Bióloga, mestranda em Desenvolvimento e Meio Ambiente – UFPB
annefalcao@gmail.com

Joel Silva dos Santos

Geógrafo, doutor em Recursos Naturais – UFPB
joelgrafia@gmail.com

Nadjacleia Vilar Almeida

Geógrafa, doutora em Geografia – UFF
nadjacleia@yahoo.com.br

RESUMO

As modificações no uso e ocupação do solo têm proporcionado alterações no clima urbano em função dos tipos de materiais de revestimento do solo, que apresentam características térmicas inerentes, afetando as condições de conforto térmico da população. É diante deste contexto que esta pesquisa tem como objetivo verificar as alterações do campo térmico do *Campus IV* da Universidade Federal da Paraíba (UFPB) apontando as diferenciações microclimáticas encontradas nesse espaço intra-urbano. Para a análise das condições microclimáticas locais, foram definidos cinco pontos experimentais de coleta dos dados (temperatura e umidade relativa do ar), em função de diferentes materiais de revestimento do solo, onde foram instalados termo-higrômetros, seguido do georreferenciamento e descrição física de cada amostra. Para o cálculo de desconforto térmico foi utilizado o Índice de Thom e foi realizado o cálculo da Ilha de Calor. Os resultados demonstraram que as diferentes formas de uso e cobertura do solo têm alterado o campo térmico da área em estudo, pois ocorreu a formação sutil de ilha de calor (0,75 °C) e de diferentes microclimas, assim, a população acadêmica apresenta a sensação térmica classificada em parcialmente confortável, dessa forma, nota-se a falta de um planejamento ambiental adequado, necessitando de um ordenamento territorial.

Palavras-chave: Geoprocessamento. Microclima. *Campus* universitário. Clima urbano

EVALUATION OF THE THERMAL COMFORT OF *CAMPUS IV*/RIO TINTO APPLIED TO SPACIAL ENVIRONMENTAL

ABSTRACT

The modifications in land use and land occupation have presented alterations in urban climate on the types of materials in the soil cover, which have inherent thermal characteristics, affecting the thermal comfort conditions of the population. In this manner, the principal objective of this research aims to determine the changes of the thermal field of the *Campus IV* of the Federal University of Paraíba (UFPB) in order to describe the microclimatic differentiations encountered in that intra-urban space. For the analysis of local microclimate conditions, five experimental points of data collection (temperature and relative humidity of the air), for different materials of the soil cover, which were installed thermo-hygrometers, followed by georeferencing and physical description of each sample were defined. For the by the calculation of the Thom's discomfort index and the calculation was performed in the Heat Island. The results showed that different forms of use and land cover have changed the thermal field of the study area, as happened to the subtle formation of heat island (0.75 °C) of different microclimates and thus the academic population has the feeling Thermal classified as partially comfortable that way, note the lack of an appropriate environmental planning, requiring a land use.

Key words: Geoprocessing. Microclimate. Urban climate. Environmental planning.

Recebido em 18/12/2013
Aprovado para publicação em 05/05/2014

INTRODUÇÃO

Com o processo de urbanização os índices populacionais no final do século XX e início do XXI têm se elevado, provocando problemas de ordem ambiental, social e econômica (MENDONÇA, 2004). Isso porque as áreas urbanas são altamente modificadas pelo homem, o qual utiliza indiscriminadamente os recursos naturais, afetando diversos sistemas ambientais, em destaque o climático (SANTOS et. al., 2012).

Estudos de climatologia no Brasil começaram a partir da década de 1960, com uma grande contribuição de Monteiro (1976), o qual passou a produzir trabalhos a nível regional e local, enfocando na interação do clima com as atividades desempenhadas pela sociedade, em um jogo mútuo de influências, dando ênfase ao tratamento detalhado do ambiente climático dos diferentes lugares e avançando para o levantamento de diretrizes voltadas ao planejamento urbano, agrícola, regional e ambiental (MENDONÇA e DANNI-OLIVEIRA, 2007).

O tema clima urbano é um dos componentes básicos no quadro geral da qualidade ambiental (MONTEIRO, 1990) e segundo Borsato e Souza-Filho (2004) e Robaa (2011) a ação antrópica nessas áreas é complexa e quanto mais desenvolvida uma sociedade mais impactos são gerados na dinâmica climática.

Duarte e Serra (2003); Santos et al. (2011; 2012); Dimoudi et al. (2013) demonstraram que o uso e ocupação desordenado do solo, ocasionado pelo crescimento da malha urbana, pelo adensamento de construções, destruição da vegetação natural e propriedades térmicas dos materiais artificiais que compõem o ambiente urbano, são variáveis envolvidas na alteração do balanço energético local, e conseqüentemente ocasionando vários problemas, tais como, desconforto térmico e a formação de ilha de calor urbana, que segundo Andreou e Axarli (2012), são mais proeminentes no verão.

Nessa escala de abordagem a problemática ambiental torna-se mais perceptível à população afetando diretamente sua qualidade de vida, por isso, esse tema tem sido cada vez mais analisado por ser um importante elemento na análise da qualidade urbana, pois na construção da maioria das cidades não foram consideradas as interações do ser humano e as condições físicas do meio ambiente.

Dessa forma, o estudo do clima urbano, que é indispensável na manutenção da vida e das atividades econômicas, transforma-se em um componente a ser analisado e mais especificamente a avaliação do índice de conforto térmico e da ilha de calor, que compreendem análises complexas (TAHA, 1997) da interação de vários elementos que compõem a paisagem geográfica, formada por arranjos espaciais expressos na combinação dos elementos naturais e artificiais e se constitui em uma ferramenta indispensável para o planejamento e ordenamento territorial dos centros urbanos.

Nesse contexto, para o estudo selecionou-se uma parte da morfologia urbana do município de Rio Tinto, especificamente o espaço intra-urbano do *Campus IV* da Universidade Federal da Paraíba (UFPB), por se encontrar em processo de construção. A pesquisa tem como objetivo principal verificar as alterações do campo térmico, e especificamente calcular o índice de conforto térmico (IDT) da área de estudo, o trabalho também se propõe a analisar as diferentes formas de uso e cobertura do solo, as condições microclimáticas locais e as alterações do campo térmico da UFPB *Campus IV*, visando contribuir com políticas públicas direcionadas ao planejamento e a gestão sustentável da área de estudo, promovendo o equilíbrio entre desenvolvimento e sustentabilidade ambiental e social.

MATERIAL E MÉTODOS

A área de estudo compreende o espaço intra-urbano do *Campus IV* da Universidade Federal da Paraíba (UFPB), na unidade localizada no município de Rio Tinto, microrregião do Litoral Norte e na mesorregião da Mata Paraibana no Estado da Paraíba, entre as coordenadas geográficas 06°39'20" e 06°56'40" de latitude sul e 34°50'00" e 35°16'00" de longitude oeste (Figura 1).

O clima predominante é tropical chuvoso (com classificação Am, segundo Köeppen) com verão seco e condições climáticas caracterizadas por duas estações bem definidas, o chuvoso

(fevereiro a julho) e o de estiagem (agosto a janeiro). Ainda apresenta média pluviométrica anual de 1612,19 mm (Figura 2) com clima predominantemente quente e úmido e permanece dentro da influência dos ventos alísios de sudeste, durante todo o ano.

Figura 1. Localização geográfica do município de Rio Tinto, da área urbana, onde está inserida a UFPB *Campus IV*.

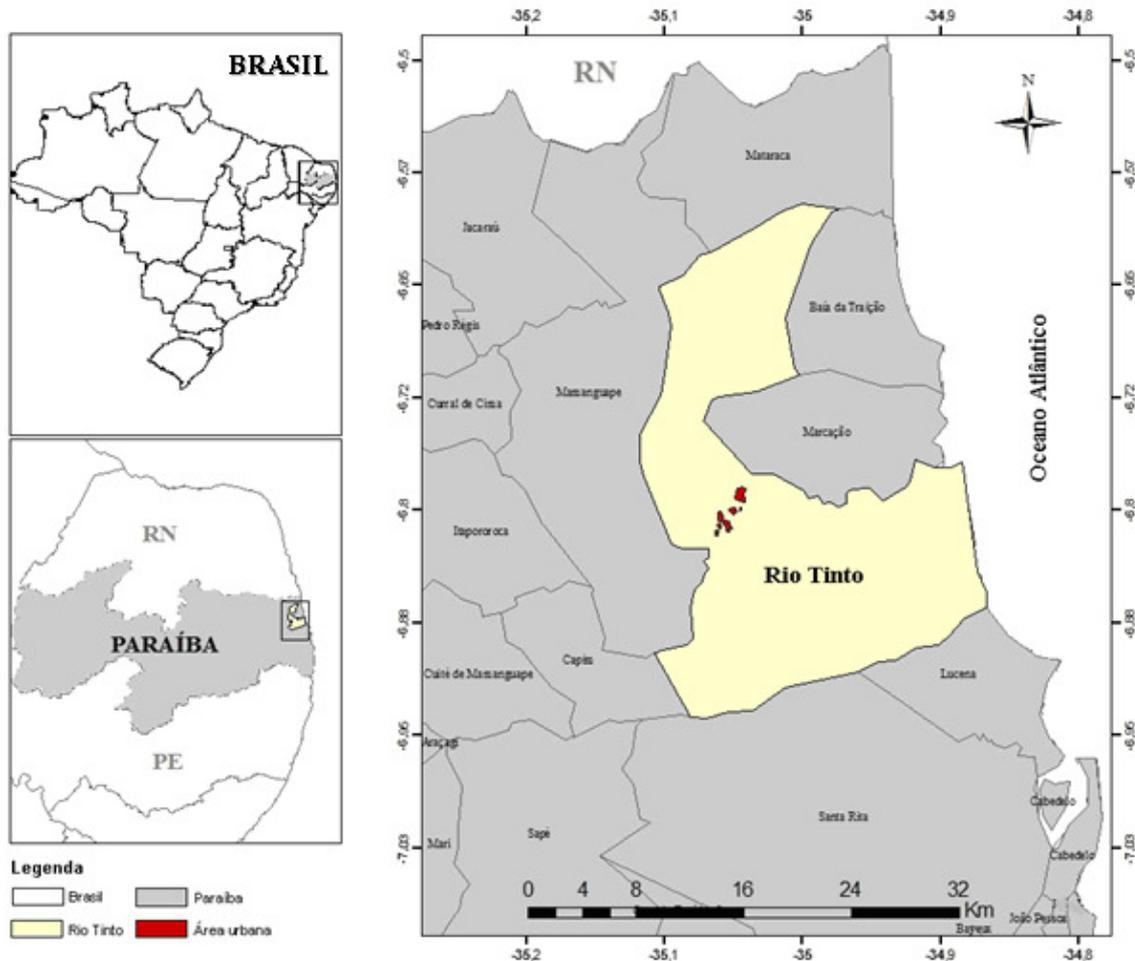
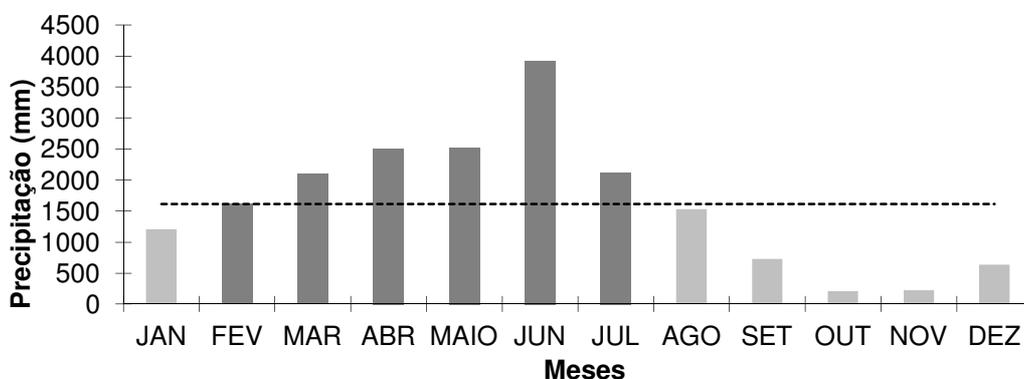


Figura 2. Histograma dos valores mensais de precipitação pluviométrica de Rio Tinto, PB, referente ao período histórico de 1997 a 2010.



Fonte: Aesa.

Inicialmente, foi definido o campo térmico da área de estudo, como subsistema climático. A

análise do clima urbano através de descrições físicas do espaço ocupado foi realizada com base na metodologia apresentada por Monteiro (1976); Katzschner (2002) e Costa (2007). O método consiste em medições *in loco* e a análise rítmica das variáveis climáticas de temperatura e umidade relativa do ar.

A partir disso, foi realizada observação *in loco* para a caracterização da área de estudo, e a partir das diferentes configurações da cobertura do solo foram selecionados 5 pontos para o levantamento dos dados microclimáticos (temperatura e umidade relativa do ar). Para a coleta desses dados foram instalados sensores Data Loggers Hobo®, programados para realizar medições em intervalos horários, os quais foram acondicionados em cabines plásticas apoiadas em tripé a uma altura aproximada de 1,5 metros do solo, em cada ponto. Posteriormente, cada ponto de coleta foi georreferenciado com o GPS de navegação com o sistema de posicionamento global com projeção UTM e Datum planimétrico SAD 69, para posterior espacialização, no Sistema de Informação Geográfica.

A periodicidade para o levantamento dos dados compreendeu na estação de estiagem (dezembro de 2011 a fevereiro de 2012) e possibilitaram a identificação das condições microclimáticas desse período.

Para medir o conforto térmico em áreas urbanas, um dos índices utilizados por vários estudiosos do clima urbano é o Índice de desconforto térmico (IDT) desenvolvido por Thom (1959), o qual estabelece uma relação entre a temperatura média e umidade relativa do ar com a finalidade de se obter resultados quanto ao conforto ou estresse experimentados em um ambiente físico modificado. Esse índice se constitui em uma ferramenta indispensável para o planejamento e ordenamento territorial dos centros urbanos, e pode ser obtido pela seguinte equação:

$$IDT = T - (0,55 - 0,0055 UR)(T - 14,5) \quad (1)$$

Onde T é a temperatura do ar (°C) e UR é a umidade relativa do ar (%). Para a caracterização do nível de desconforto térmico, utilizou-se a classificação de Santos (2011), ajustada para condições tropicais, apresentada na Tabela 1:

Tabela 1. Faixa de classificação do índice de desconforto de Thom (IDT), aferida para ambiente tropical.

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

A intensidade de ilha de calor (IC) urbana foi obtida pela diferença entre a temperatura do ar da área não urbanizada ou menos urbanizada com as mais urbanizadas (SILVA et al., 2010). Dessa forma, o ponto 5 (resquíio de Mata Atlântica) foi considerado o ponto de referência para o estabelecimento da intensidade de IC.

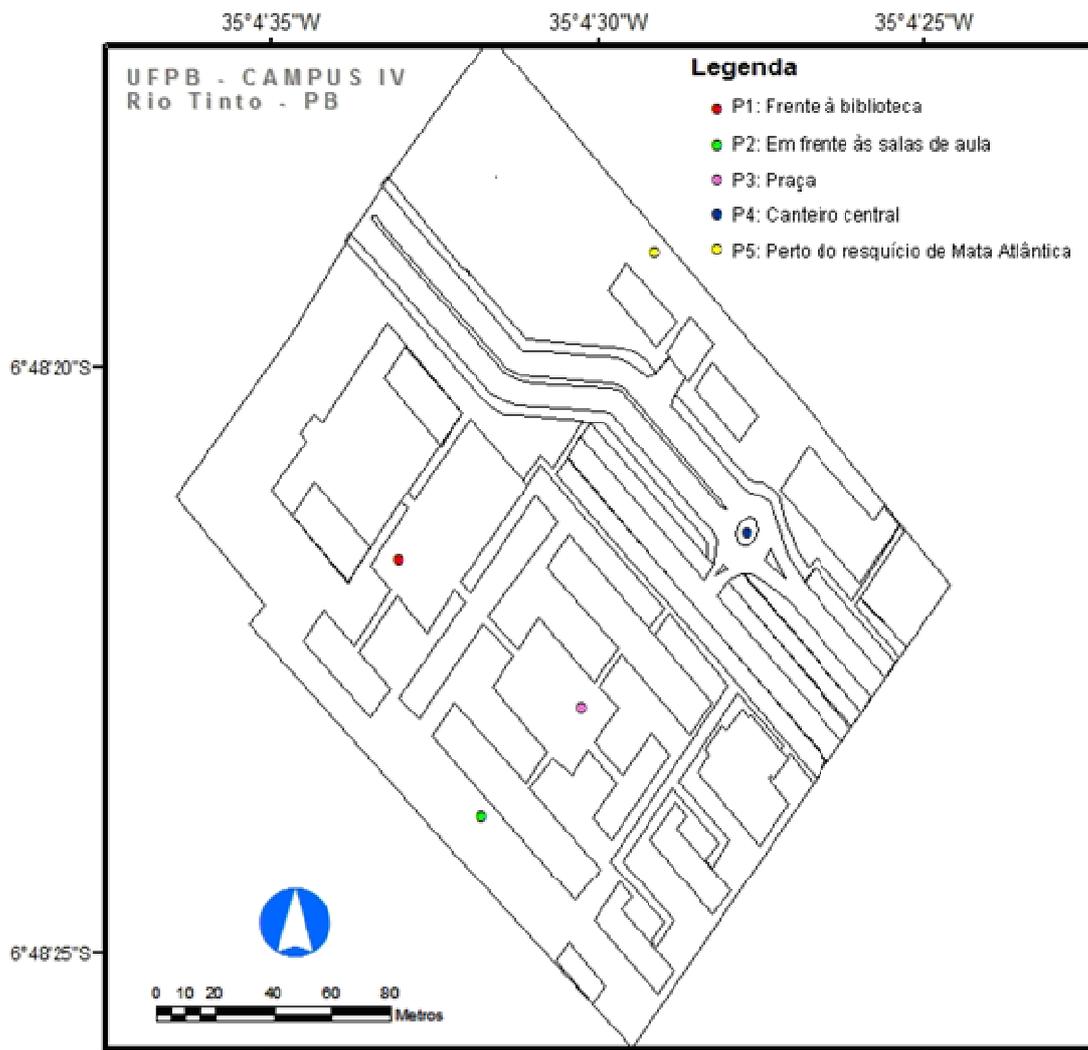
RESULTADOS E DISCUSSÃO

O Campus IV da UFPB é composto pelo Centro de Ciências Aplicadas e Educação, Biblioteca, salas de aula, diversos laboratórios, praças, estacionamento e em processo de construção as residências, restaurante universitário, quadras poliesportivas e auditório. Nesse espaço intra-urbano as localizações geográficas dos pontos de monitoramento dos dados microclimáticos estão apresentadas na figura 3 e dispostas na Tabela 2.

Tabela 2. Localização geográfica dos pontos de coleta dos dados, no Campus IV da UFPB.

Pontos	Local	X	Y
P1	Em Frente à Biblioteca	270706	9247283
P2	Em Frente às salas de aula	270665	9247134
P3	Praça	270681	9247164
P4	Canteiro central	270732	9247210
P5	Perto do resquíio de Mata Atlântica	270640	9247202

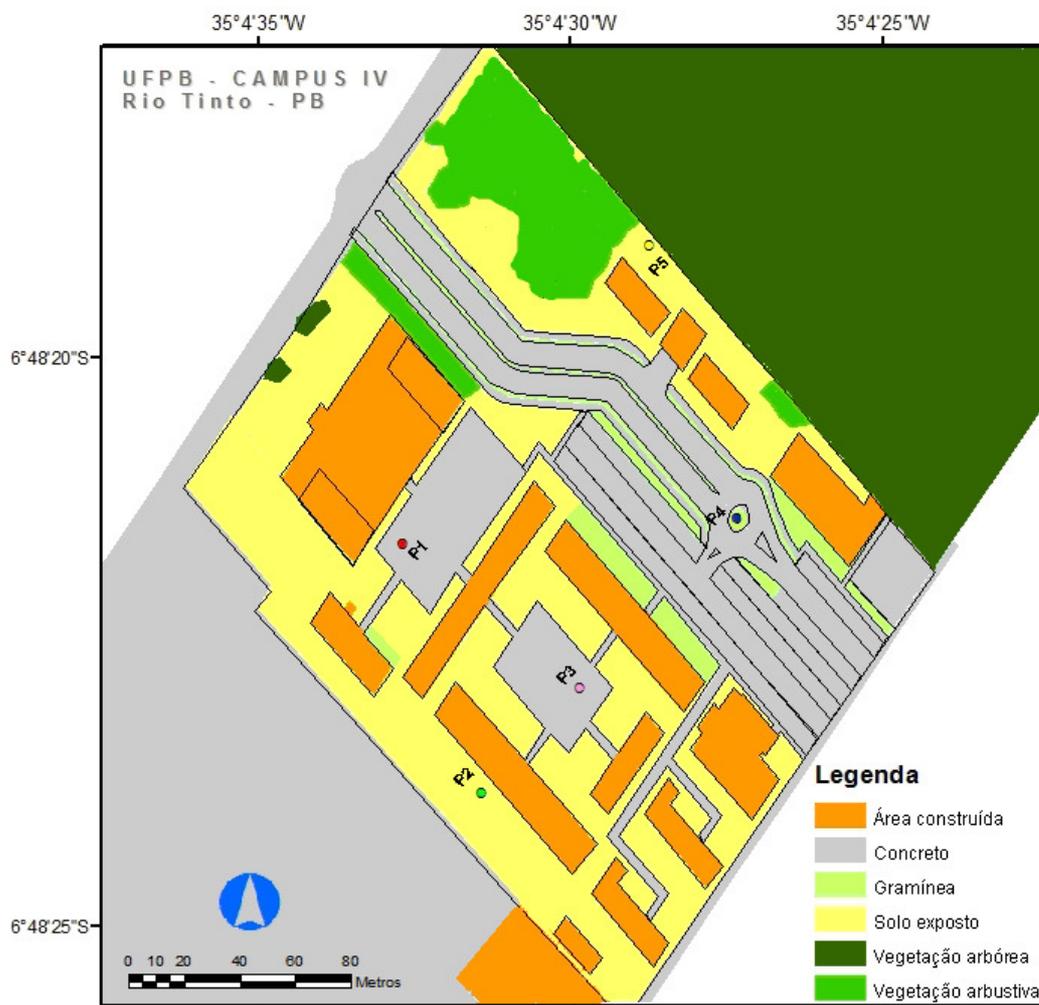
Figura 3. Campus IV da UFPB, unidade de Rio Tinto, com destaque para a localização dos pontos de coleta de dados.



Utilizando a metodologia apresentada foi realizado o mapeamento e caracterização do uso e cobertura do espaço intra-urbano do *Campus IV* da UFPB. Foram identificadas 6 classes de cobertura do solo, são elas: concreto, cobertura de cerâmica, solo exposto, solo com graminhas, vegetação arbórea e vegetação arbustiva (Figura 4). Os resultados da classificação da cobertura do solo para os cinco pontos de medição na área de estudo são os seguintes: **(P1)**: apresenta material de cobertura do solo predominantemente do tipo concreto e em menor quantidade cerâmica e solo exposto, sem cobertura vegetal. Com isso, pode-se perceber que a maior parte do material de revestimento é impermeável e apresenta propriedades térmicas de retenção de calor e diminuição do albedo. Além disso, o seu entorno é caracterizado por edificações de um a dois pavimentos, impedindo a circulação do vento predominante (sudeste). **(P2)**: esse ponto encontra-se situado em uma área com o solo exposto e permeável. Próximo tem-se uma edificação com dois pavimentos. **(P3)** esse ponto de medição está localizado em uma área totalmente impermeabilizada, com material de revestimento similar ao ponto P1. Não apresenta cobertura vegetal e é cercada por edificações de um a dois pavimentos, atuando como barreira para a passagem do vento. **(P4)**: está inserido no local onde o solo é permeável e composto por graminhas, mas no seu entorno há uma maior área impermeável constituída por concreto e contíguo a uma edificação de dois pavimentos. Vale destacar que o ponto fica nas proximidades (100m) do fragmento de Mata Atlântica. **(P5)** este ponto foi inserido próximo a Área de Preservação Permanente – APP, que é um remanescente de Mata Atlântica localizado em um dos limites do espaço intra-urbano do *Campus IV*, assim como, próximo a

uma mancha de vegetação arbustiva e edificação com um pavimento. Sendo a maior parte da área permeável.

Figura 4. Distribuição espacial dos tipos de cobertura do solo no *Campus IV* da UFPB.



A análise do campo térmico da área de estudo e sua relação com a descrição física do uso e cobertura do solo evidenciaram a presença de setores com cobertura constituídos por materiais impermeáveis (cerâmica e concreto) e permeáveis (com solo exposto, gramíneas, vegetação arbórea e arbustiva). Esses diferentes materiais de revestimento das amostras experimentais apresentam propriedades térmicas diferenciadas o que implica em alterações no campo térmico (COHEN et al., 2013).

Os dados coletados pelos termo-higrômetros, instalados nos diferentes pontos revelam que a variação média térmica foi de 0,7°C e a variação média da umidade relativa do ar foi de 5% no período de monitoramento.

Os pontos com as maiores médias de temperatura e as menores taxas médias de umidade relativa do ar (Pontos P1, P2 e P3) estão localizados em áreas que se caracterizam pela ausência de cobertura vegetal e por forte concentração de edificações que bloqueiam a ventilação local. Isso porque as disposições das edificações atuam como bloqueadoras do fluxo da ventilação. Além disso, os materiais da construção civil apresentam alta condutividade térmica e capacidade calorífica, tal como o concreto, absorvendo e mantendo o calor no ambiente urbano (DIMOUDI et al., 2013). Entretanto os pontos P4 e P5 apresentaram os maiores índices de umidade relativa do ar e menores média de temperatura do ar, atribuído à proximidade desses pontos com a vegetação. Como encontrado no estudo de Shashua-Bar e

Hoffman (2000) e DALMAN et al. (2011) onde a vegetação nas áreas construídas, principalmente durante o verão, desempenha um papel de amenizador climático.

Quanto às condições de conforto térmico pode-se verificar que os pontos P4 e P5 apresentaram baixos valores do índice de Thom, devido à presença da vegetação. Diferentemente dos pontos P1, P2 e P3 que apresentaram os maiores valores, em decorrência da cobertura de concreto e ausência de massa vegetal nesses locais, além da concentração de edifícios que bloqueiam o ar proveniente da direção predominante do vento local.

A média do índice de Thom na área de estudo foi de 25,1 °C, segundo a classificação de Santos (2011) o índice se enquadra dentro da faixa 2, indicando que as pessoas estão parcialmente confortáveis nesses pontos (Tabela 3). Mayer e Hope (1987) investigando condições térmicas em Munique, no período do verão, também constataram diferenças nas condições de conforto em áreas com diferentes tipos de revestimentos, sendo o local constituído por vegetação o mais confortável.

Tabela 3. Temperatura/umidade relativa e Índice de Thom dos pontos de coleta.

Pontos	Temperatura média do ar (°C)	Umidade relativa do ar (%)	Índice de Thom (%)
	Período seco	Período seco	Período seco
P1	26,6	79	25,2
P2	26,6	80	25,3
P3	26,6	79	25,2
P4	26,1	81	24,9
P5	25,9	84	24,9
Média	26,4	80,6	25,1

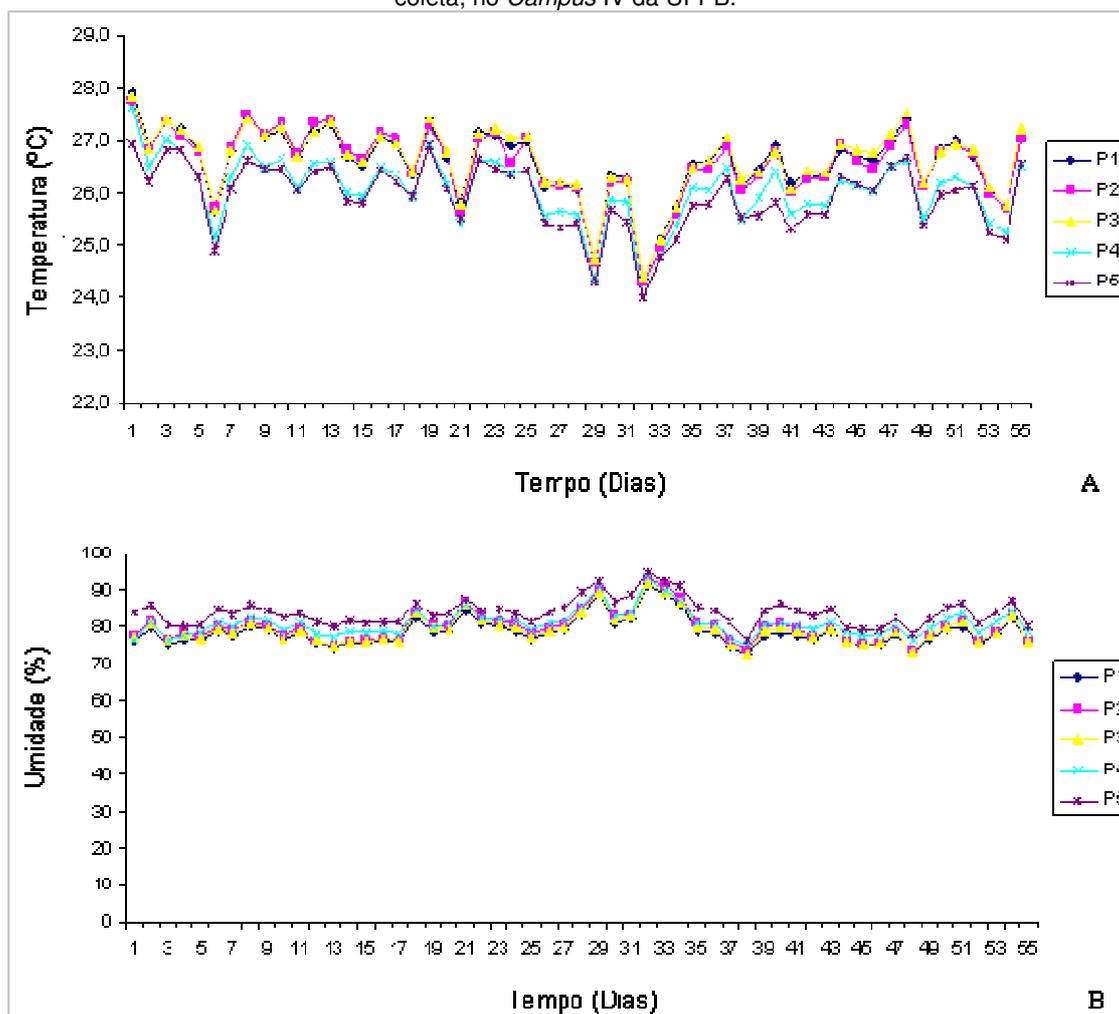
Ainda com relação às medições realizadas na área de estudo, os resultados indicam que o design das construções (edificações altas) dos pontos P1, P2, P3 e P4, apresentam maior nível de conforto térmico, por absorver o calor pelo cânion urbano, bastante comum em local de clima quente e úmido. Diferentemente do que ocorre em regiões localizadas nas latitudes médias e com o clima quente e seco, no qual as edificações altas geram sombreamento e mantém a umidade, sendo mais confortável (JOHANSSON, 2006).

Portanto, pode-se afirmar que os tipos de revestimento das amostras experimentais caracterizado pelas diferentes formas de cobertura do solo repercutem diretamente nas condições do campo térmico intra-urbano da área de estudo com a formação de microclimas. E que a cobertura vegetal pelo processo de evapotranspiração e pelo sombreamento foi preponderante para reduzir a temperatura relativa do ar, aumentar a umidade e os níveis de conforto térmico da população, em alguns pontos inseridos na malha intra-urbana do *Campus IV*. Assim como, constatado nos estudos de Shashua-Bar et al. (2011), Minella et al. (2012), Yahia e Johansson (2012) e Silva Júnior et al. (2013), que as áreas densamente pavimentadas e edificadas, com pouca vegetação são menos confortáveis.

Quanto ao comportamento horário das variáveis, as médias da temperatura do ar são mais baixas entre os horários que correspondem às 20h00min (noite) e 06h00min (manhã) em face da ausência de incidência de radiação solar e redução da emissão de calor sensível emitido pela superfície. Em seguida, a temperatura do ar começa a aumentar até atingir o máximo entre às 11h00min e 14h00min, justamente quando ocorre a maior incidência de radiação solar e emissão de calor sensível.

O aumento e redução da temperatura do ar são acompanhados respectivamente pela redução/aumento da umidade relativa. Em estudo similar, Santos et al. (2011) avaliando os dados da umidade e temperatura do ar no *Campus I* da UFPB, encontrou oscilações dessas taxas em horários semelhantes ao nosso estudo. Tal comportamento dessas variáveis é observado na Figura 5.

Figura 5. Médias diárias das temperaturas (A) e umidade relativa do ar (B) dos pontos de coleta, no *Campus IV* da UFPB.



A ilha de calor é um fenômeno formado em áreas urbanas pela constituição dos materiais de construção que absorvem e retêm mais calor da radiação solar do que áreas rurais ou menos urbanizadas, por possuírem materiais naturais (GARTLAND, 2010). Portanto, a intensidade de ilha de calor (IC) urbana foi obtida pela diferença entre a temperatura do ar da área com presença de vegetação e solo permeável (P5) com as mais urbanizadas (P1, P2, P3 e P4). Quanto aos valores da intensidade de ilha de calor (IC), foi observado maior expressão no ponto P3, seguido dos pontos P1 e P2 durante todo o período de monitoramento (Tabela 4). A maior intensidade de ilha de calor ocorreu no ponto P3 com 0,75 °C, no mês de Fevereiro, a menor IC desse ponto ocorreu no primeiro mês de medição (dezembro), onde encontramos 0,69 °C. A menor intensidade de ilha de calor média diária ocorreu no ponto P4 com 0,21 °C no mês de Dezembro (início do verão) e 0,07 °C no mês de Fevereiro. O ponto P4 também apresentou o menor índice de ilha de calor, visto que foi localizado sobre as gramíneas, ou seja, a cobertura vegetal mais uma vez possibilitou amenizar as temperaturas e o IDT local. Shashua-Bar et al. (2009), analisando as diferentes estratégias de resfriamento do ar no sul de Israel, durante o verão, encontraram diferenças significativas entre áreas não vegetadas, áreas com gramíneas e áreas sombreadas. As áreas vegetadas com diferentes tipos de árvores de sombra apresentaram as melhores condições de resfriamento do ar, configurando-se, assim, em um importante instrumento para a amenização climática e as condições de conforto térmico dos indivíduos no ambiente.

Esses resultados indicam que a intensidade de ilha de calor no *Campus IV* é maior no ponto P3, localizado na praça, onde o solo não apresentava nenhuma cobertura vegetal.

Tabela 4. Intensidade da Ilha de calor (IC) de Dezembro 2011 a Fevereiro de 2012.

Pontos	Intensidade da Ilha de Calor (°C)		
	Dezembro	Janeiro	Fevereiro
P1	0,68	0,67	0,67
P2	0,67	0,61	0,61
P3	0,69	0,68	0,75
P4	0,21	0,25	0,07

O levantamento permitiu a identificação de microclimas, fornecendo dados de extremo valor para o planejamento territorial e a gestão ambiental do *Campus IV* da UFPB, contribuindo assim, para elevar as condições ideais de conforto térmico e qualidade ambiental.

Para se estabelecer padrões adequados de ocupação, em função do microclima, deve-se implementar áreas verdes nos pontos P1, P2 e P3, incluir principalmente vegetação de porte arbóreo, que permita a interceptação dos raios solares e nos demais pontos deve-se manter a vegetação existente. Já que as áreas verdes são utilizadas como uma estratégia de mitigação útil para o planejamento de áreas urbanas, principalmente em regiões tropicais, por amenizar os efeitos da ilha de calor urbana e das elevadas temperaturas relativa do ar, através da evapotranspiração e por proporcionar sombreamento, ajudando na diminuição do consumo de energia no interior dos edifícios e proporcionando uma melhor condição térmica no ambiente exterior (NG et al., 2012; ABREU-HARBICH et al., 2014).

Entretanto, para definir a proporção de áreas verdes, recomendadas para amenização das condições climáticas locais, é necessário obter outros dados, como, a taxa de ocupação e do coeficiente de aproveitamento máximo permitido (DUARTE e SERRA, 2003).

Como o *Campus IV* ainda está em processo de construção, também é necessário se ter atenção com as verticalizações, para que se haja um planejamento, de forma a contemplar a circulação dos ventos, seria interessante o emprego da arquitetura bioclimática, a qual se baseia na correta aplicação de elementos arquitetônicos e tecnologias construtivas para consumir menos energia, otimizando o conforto dos seus ocupantes.

Além disso, para definir um desenho urbano, geometria das edificações e as áreas verdes urbanas que produzam sombreamento é importante determinar o horário-limite que se deseja receber radiação solar direta (EMMANUEL, 1993).

CONCLUSÕES

Os resultados da pesquisa sobre a análise do campo térmico urbano no período de estiagem e a sua relação com o uso e cobertura do solo no *Campus IV* da UFPB permitem concluir que:

A composição dos materiais constituintes do revestimento do espaço intra-urbano do *Campus IV* exerce influencia sobre as trocas de energia e calor, alterando diretamente os valores das variáveis atmosféricas que controlam o nível de estresse térmico ambiental.

A diferença na média da temperatura dentro do espaço intra-urbano do *Campus IV* da UFPB oscila em torno de 1°C entre os pontos monitorados e as temperaturas mais elevadas ocorreram sempre entre às 11h00min e 14h00min horas e as mínimas nas primeiras horas do período diurno.

A variação média da umidade relativa do ar foi de 5% no período de monitoramento estando diretamente relacionada ao percentual de cobertura vegetal, assim a cobertura vegetal exerce papel preponderante para a manutenção das baixas temperaturas e as condições de conforto térmico.

O nível de conforto térmico é influenciado pelas condições microclimáticas que estão diretamente relacionadas com as características físicas das amostras experimentais; os resultados apresentados indicam que as temperaturas do ar do ponto de referência, no geral, são relativamente menores que as temperaturas médias dos outros pontos monitorados durante período de estudo. Dessa forma, pode-se inferir sobre a formação da ilha de calor urbana na área de estudo. Entretanto, a análise de ilha de calor urbano com base em dados mensais demonstrou uma sutil formação desse fenômeno, principalmente no ponto 3.

O conhecimento das alterações ocorridas no campo térmico do espaço intra-urbano do *Campus IV* da UFPB pode contribuir diretamente para a elaboração de políticas públicas que possibilitem o planejamento e a gestão ambiental do seu espaço intra-urbano.

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.
- ANDREOU, E.; AXARLI, K. Investigation of urban canyon microclimate in traditional and contemporary environment experimental investigation and parametric analysis. **Renewable Energy**, v. 43, p. 354-363, 2012.
- BORSATO, V. A.; SOUZA-FILHO, E. E. Ação antrópica, alterações nos geossistemas, variabilidade climática: contribuição do problema. **Revista Formação**, v. 2, n. 11, p. 213-223, 2004.
- COHEN, P.; POTCHTER, O.; MATZARAKIS, A. Human thermal perception of Coastal Mediterranean outdoor urban environments. **Applied Geography**, v. 37, p. 1-10, 2013.
- COSTA, A. D. L. **O revestimento de superfícies horizontais e sua implicação microclimática em localidade de baixa latitude com clima quente e úmido.** 2007. Tese (Doutorado) - Universidade Estadual de Campinas, Campinas/SP. 2007.
- DALMAN, M.; SALLEH, E.; SAPIAN, A. R.; TAHIR, O. M.; DOLA, K.; SAADATIAN, O. Microclimate and thermal comfort of urban forms and canyons in traditional and modern residential fabrics in Bandar Abbas, Iran. **Modern Applied Science**, v. 5, n. 2, p. 43-56, 2011.
- DIMOUDI, A.; KANTZIOURA, A.; ZORAS, D.; PALLAS, C.; KOSMOPOULOS, P. Investigation of urban microclimate parameters in an urban center. **Energy and Buildings**, v. 64, p. 1-9, 2013.
- DUARTE, D. H. S.; SERRA, G. G. Padrões de ocupação do solo e microclimas urbanos na região de clima tropical continental brasileira: correlações e proposta de um indicador. **Ambiente construído**, v. 3, n. 2, p. 7-20, 2003.
- EMMANUEL, R. A. A hypothetical "shadow umbrella" for thermal confort enhancement in the equatorial urban outdoors. **Architectural Science Review**, v. 36, p. 173-184, 1993.
- GARTLAND, L. Ilhas de Calor: como mitigar zonas de calor em áreas urbanas. São Paulo: Oficina de Textos. 248p. 2010.
- JOHANSSON, E. Influence of urban geometry on outdoor thermal comfort in a hot dry climate: A study in Fez, Morocco. **Building and Environment**, v.41, n.1, p.1326–1338, 2006.
- KATZSCHNER, L; BOSCH, U.; ROTTEGEN, M. Behavior 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., 2002, p.411-415.
- MAYER, H.; HOPE, P. Thermal comfort of man in different urban environments. **Theor. Appl. Climatol.**, v. 38, p. 43-49, 1987.
- MENDONÇA, F. Riscos, vulnerabilidade e abordagem socioambiental urbana: uma reflexão a partir da RMC e de Curitiba. **Desenvolvimento e Meio Ambiente**, n. 10, p. 139-148, 2004.
- MENDONÇA, F.; DANNI-OLIVEIRA, I. M. **Climatologia: noções básicas e climas do Brasil.** São Paulo: Oficina de Textos, 2007.
- MINELLA, F. C. O.; HONJO, S.; KRÜGER, E. L. Estratégias de melhoria do ambiente térmico diurno em situação de verão de uma fração urbana da cidade de São Paulo. **Ambiente Construído**, v. 12, n. 4, p. 139-158, 2012.
- MONTEIRO, C. A. F. **Teoria e Clima Urbano.** São Paulo: USP - Instituto de Geografia. Série teses e monografias, 1976.
- MONTEIRO, C. A. F. Por um suporte teórico e prático para estimular estudos geográficos de clima urbano no Brasil. **Geosul**, v. 1, n. 9, p. 7-19, 1990.
- NG, E.; CHENG, L.; WANG, Y.; YUAN, C. A study on the cooling effects of greening in a high-

- density city: An experience from Hong Kong. **Building and Environment**. v. 47, p. 256-271.
- ROBAA, S. M. Effect urbanization and industrialization processes on outdoor thermal human comfort in Egypt. **Atmospheric and Climate Sciences**, v. 1, n.1, p. 100-102, 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.
- SHASHUA-BAR, L.; PEALMUTTER, D.; ERELL, E. The cooling efficiency of urban landscape strategies in a hot dry climate, **Landscape and Urban Planning**. v. 2, p. 179–186, 1999.
- SHASHUA-BAR, L.; HOFFMAN, M. E. Vegetation as a climatic component in the design of an urban street an empirical model for predicting the cooling effect of urban green areas whit trees. **Energy and Buildings**. v. 31, p. 221-235, 2000.
- 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.
- SILVA JÚNIOR, J. A.; COSTA, A. C. L.; PEZZUTI, J. C. B.; COSTA, R. F. Variabilidade espacial do conforto térmico e a segregação social do espaço urbano na cidade de Belém, PA. **Revista Brasileira de Meteorologia**. v. 28, n. 4, p. 419-428, 2013.
- SILVA, V. P. R.; AZEVEDO, P. V.; BRITO, R. S.; Campos; J. H. B. C. Evaluating the urban climate of a typically tropical city of northeastern Brazil. **Environ Monit Assess.**, v. 161, n.1-4, p. 45-59, 2010.
- TAHA, H. Urban climates and heat islands: albedo, evapotranspiration, and anthropogenic heat. **Energy and Buildings**, v. 25, p. 99-103, 1997.
- THOM, E. The discomfort index. **Weatherwise**, v. 12, p. 57–60, 1959.
- YAHIA, M. Y.; JOHANSSON, E. Urban microclimate and thermal comfort in outdoor spaces in hot dry Damascus. In: INTERNATIONAL CONFERENCE ON URBAN CLIMATES, 2012.