

## **Análise microclimática e planejamento ambiental: um caso da UFPB *Campus I***

Anne Falcão de Freitas<sup>\*</sup>

Joel Silva dos Santos<sup>\*\*</sup>

Rita Baltazar de Lima<sup>\*\*\*</sup>

### **Resumo**

As diferentes formas de uso e cobertura do solo e a morfologia das construções causam alterações no sistema climático urbano. Dessa forma, a sua compreensão torna-se imprescindível para o planejamento ambiental de áreas urbanas. Assim, este trabalho analisa o sistema microclimático urbano (subsistema termodinâmico) da Universidade Federal da Paraíba, correlacionando com as suas diversas formas de uso e cobertura do solo. Para a realização da coleta de dados (temperatura e umidade relativa do ar) foram utilizados termohigrômetros, durante o período chuvoso (março a agosto) e de estiagem (setembro a fevereiro), em nove pontos na malha intra-urbana da área de estudo. O nível de estresse térmico foi avaliado com base no índice de desconforto de Thom e classificado em faixas ajustadas por Santos (2011). Os tipos de cobertura de solo de cada ponto monitorado foram classificados em nove classes de acordo com a percentagem de vegetação, materiais permeáveis e impermeáveis. Para a vegetação arbórea foi coletados dados qualitativos e quantitativos. Os resultados demonstraram que as diferentes formas de uso e cobertura do solo têm alterado o campo térmico, e conseqüentemente o conforto térmico da área de estudo, sendo necessário um planejamento ambiental.

---

\* Universidade Federal da Paraíba (annefalcao@gmail.com).

\*\* Universidade Federal da Paraíba (joelgrafia.santos@gmail.com).

\*\*\* Universidade Federal da Paraíba (ritalima\_ufpb@yahoo.com.br).

**Palavras-chave:** Clima urbano; Microclima UFPB; Planejamento ambiental.

Microclimate analysis and environmental planning: a case UFPB  
*Campus I*

### **Abstract**

The different forms of use and cover soil and the morphology of the buildings cause changes in the urban climate system. Thus, the understanding becomes essential for the environmental planning of urban areas. This work analyzes the urban microclimate system (thermodynamic subsystem) of the Federal University of Paraíba, correlating with its various forms of cover and use land. For the implementation of the data collection (temperature and relative humidity) were used thermohygrometers, during the rainy season (March to August) and the dry season (September to February), in nine points in mesh intra-urban area of study. The level of heat stress was evaluated based on Thom's discomfort index and classified in bands adjusted by Santos (2011). The types of soil cover at each point monitored were sorted into nine classes in accordance with the percentage of vegetation, permeable and impermeable materials. For the arboreal vegetation was collected qualitative and quantitative data. The results showed that the different forms of land use and soil cover have changed the thermal field, and consequently the thermal comfort of the study area, requiring environmental planning.

**Key words:** Urban climate; Microclimate UFPB; Environmental planning.

### **Introdução**

A questão ambiental no planejamento urbano não é uma discussão nova, dado o número cada vez maior dos habitantes das cidades, bem como os profundos efeitos antrópicos nesse espaço e na sua atmosfera tem sido dirigido a atenção de pesquisadores para

os estudos de clima urbano e planejamento ambiental (SOUCH e GRIMMOND, 2006).

O adensamento das construções, as suas propriedades térmicas e as suas geometrias, causam interferências com repercussão local, como o aumento da temperatura, diminuição da umidade relativa do ar e da velocidade dos ventos nas cidades (ROBAA, 2011). Para Dalman *et al.* (2011), Jamei e Ossen (2012) e Yahia e Johansson (2012), os estudos microclimáticos demonstram as dimensões da intervenção do ser humano no ambiente urbano e por essa razão se tornaram uma ferramenta importante, por permitir subsídios ao planejamento e ao ordenamento territorial ambiental.

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, principalmente os gestores públicos, sobre a sua relevância (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 comunidade acadêmica, o que implica em maior artificialização do espaço urbano pelas novas construções e impermeabilização do solo, causando redução das áreas naturais compostas por vegetação do Bioma Mata Atlântica. A hipótese da pesquisa supõe que as diferentes formas de uso e ocupação do solo, com o processo de artificialização do espaço intra-urbano do *Campus*, têm provocado alterações no seu campo térmico e gera, desconforto térmico e a formação de ilha de calor urbana, com implicações na qualidade de vida da população acadêmica.

## Material e método

A Universidade Federal da Paraíba – UFPB, *Campus I*, 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, a 33m de altitude.

A área de estudo, está sob a influência dos ventos alísios de sudeste, durante todo o ano. O clima predominante é tropical chuvoso, com classificação Am (KÖPPEN, 1918), verão seco e quente e úmido durante todo ano.

A média climatológica da temperatura é de 26 °C, compreendida entre os anos de 1983 e 2013 (Série Climatológica do INMET). A precipitação apresenta ocorrência de duas estações definidas: uma seca e outra chuvosa, com seis meses de período chuvoso (março a agosto) e seis com estiagem (setembro a fevereiro).

**Figura 1:** Localização geográfica do município de João Pessoa-PB, no qual está localizado o *Campus I* da UFPB.

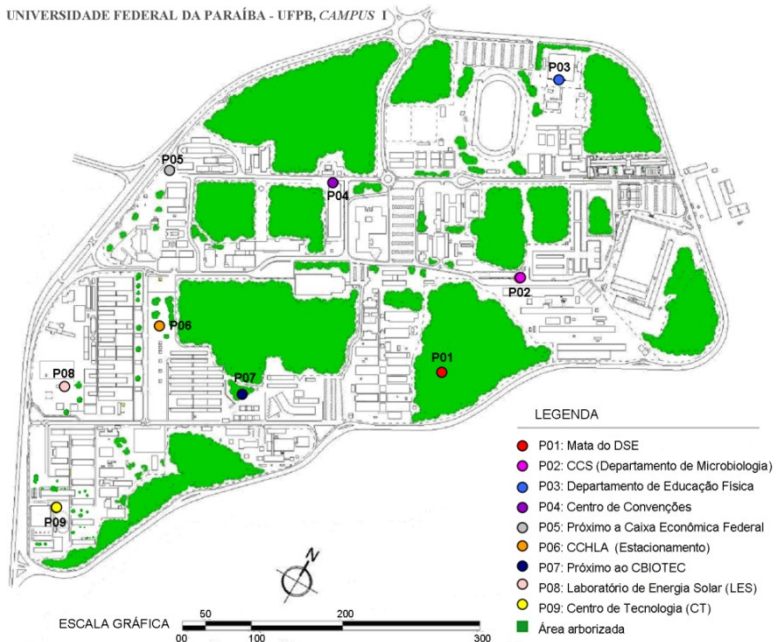


A análise do clima urbano através de descrições físicas do espaço ocupado foi realizada com base na metodologia apresentada por Monteiro (1976); Katzschner et al. (2002) e Costa (2007). O método consiste em medições *in loco* e na análise das variáveis climáticas de temperatura e umidade relativa do ar. A partir disso, foram realizadas observações *in loco* para a caracterização da área de estudo, e de acordo, com as diferentes configurações da cobertura do solo foram selecionados nove

pontos para o levantamento das variáveis temperatura e umidade relativa do ar (Figura 2). Para a coleta dos dados, foram instalados Data Loggers Hobo® U10-003 (Resolução: Temperatura: 0,1°C em 25,0°C e RH: 0.07% em 25,0°C), programados para realizar medições em intervalos horários, os quais foram acondicionados em abrigos meteorológicos apoiados em tripé a uma altura aproximada de 1,5 metros do solo, em cada ponto. Posteriormente, cada ponto de coleta foi georreferenciado (Quadro 1).

A periodicidade do levantamento dos dados ocorreu em períodos distintos: o de estiagem (janeiro a março de 2014) e o chuvoso (junho a agosto de 2014).

**Figura 2:** Localização dos pontos de medições no espaço intra-urbano da Universidade Federal da Paraíba, *Campus I*.



**Quadro 1:** Localização dos pontos experimentais em coordenadas geográficas.

| Ponto | 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 - DM)     | 07°08'11,86"  | 34°50'33,31" | 50           |
| P03   | Departamento de Educação Física (DEF)        | 07°07'58,11"  | 34°50'36,19" | 55           |
| P04   | Centro de Convenções                         | 07°08'09,52"  | 34°50'48,72" | 39           |
| P05   | Próximo à 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 Centro de Biotecnologia - 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           |

Para medição das variáveis em cada ponto do experimento, foi delimitada a unidade climática local com 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, de maneira que se obtinha o valor total de 500 m, correspondendo à medida de 0,5 km (OKE, 2004). Este procedimento teve como objetivo analisar a importância da ventilação, como um elemento de controle climático para o campo térmico da área. A análise foi realizada numa área total de 0,21 km<sup>2</sup>, no entorno de cada ponto estudado.

Para o mapeamento do uso e cobertura do solo do *Campus I* da UFPB no ano de 2014 foi utilizada uma imagem georreferenciada com resolução espacial de 1 m do satélite Quick Bird (Digital Globe, 2014). As classes de uso e cobertura do solo nos pontos experimentais foram classificadas em: (a) cobertura de amianto; (b) cobertura de amianto, (c) cobertura de cerâmica, (d) cobertura de concreto, (e) cobertura metálica, (f) corpo hídrico (piscina), (g) corpo hídrico (rio), (h) pavimento asfáltico, (i) solo

exposto/vegetação herbácea, e (j) vegetação arbórea-arbustiva. O índice de cobertura do solo de cada unidade foi obtido pela contribuição percentual das classes de cobertura para a formação da área total de cada ponto experimental. O mapeamento, o cálculo das áreas de uso e cobertura do solo quanto ao índice de cobertura do solo foram obtidos mediante técnicas de Sistemas de Informações Geográficas, com o auxílio do *software* ArcGis®, licenciado para o Laboratório de Ensino, Pesquisa e Projetos em Análises Espaciais (LEPPAN), do Departamento de Geociências da UFPB.

Para medir o conforto térmico em áreas urbanas, o índice utilizado foi 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:

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

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

Para a caracterização do nível de desconforto térmico, utilizou-se a classificação de Santos (2011), ajustada para as condições tropicais, apresentada na Quadro 2.

**Quadro 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.

Foram realizadas visitas *in loco* para observação, coleta (Figura 3) e registro fotográfico das espécies arbóreas inseridas em um raio de 100 m, a partir dos pontos monitorados na área de estudo (Figura 3), de acordo com Shashua-Bar e Hoffman (2000), que consideraram ser em um raio com até essa distância, que a vegetação desempenha o efeito de amenização climática perceptível sobre um determinado local.

**Figura 3:** Localização dos pontos de monitoramento e demarcação do raio de 100m no entorno dos pontos, onde há influência da vegetação.



Para cada indivíduo vegetal, localizado na área de influência dos pontos, foram levantados os seguintes aspectos qualitativos:



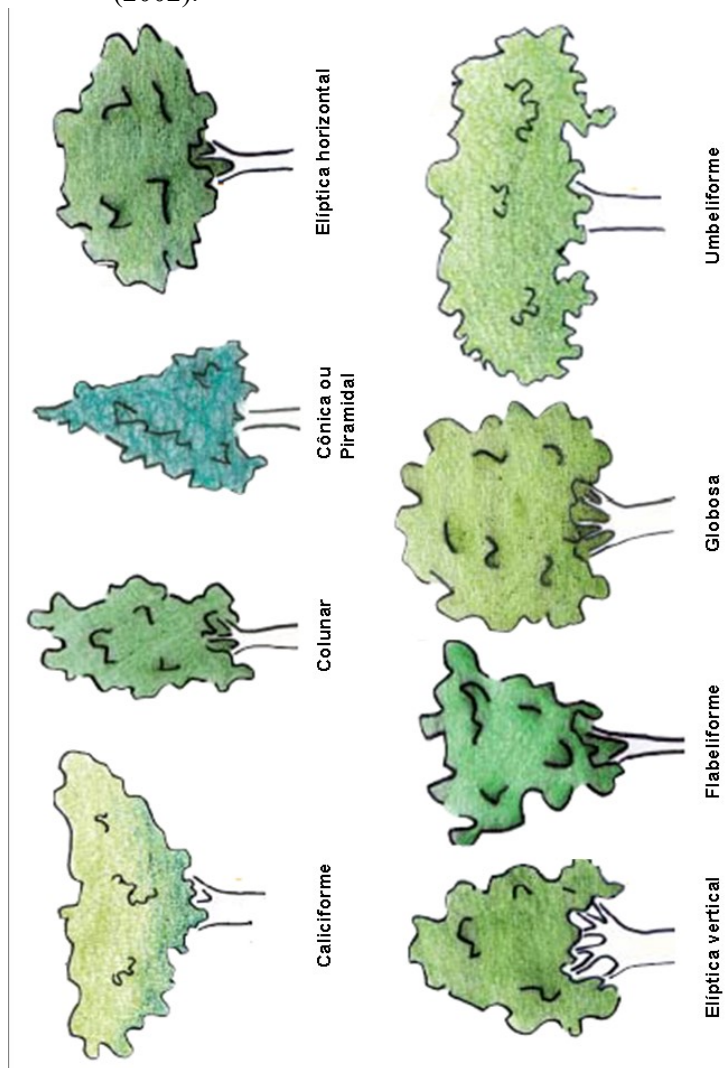
localização de ocorrência no *Campus* da UFPB; classificação da copa (Figura 4); classificação da folha; distribuição e endemismo no Brasil, de acordo com a Flora do Brasil (<http://www.floradobrasil.jbrj.gov.br/>) e/ou referências especializadas. Os dados quantitativos obtidos foram: quantificação do número de espécies e de famílias existentes em cada ponto; circunferência acima do peito (CAP), aferido com auxílio de fita métrica; altura da planta (Figura 5 A) e o diâmetro da copa (Figura 5 B), obtidos por estimativa visual.

Amostras das espécies coletadas foram herborizadas pelos procedimentos usuais praticados na taxonomia e depositadas no Herbário JPB/Fiel Depositário do Patrimônio Genético Nacional do Departamento de Sistemática e Ecologia/UFPB/*Campus* I/João Pessoa.

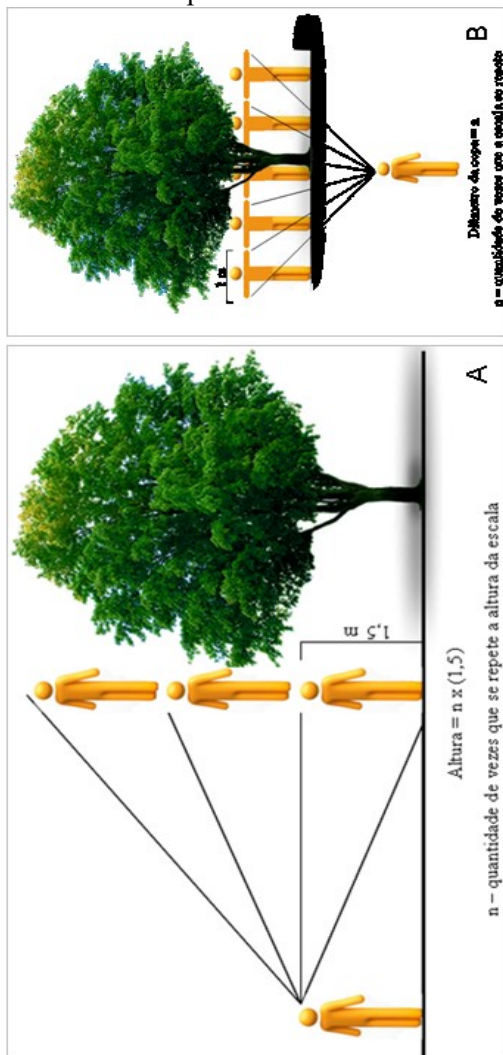
Os estudos botânicos das espécies foram realizados no Laboratório de Taxonomia Vegetal – TAXON/DSE/UFPB/*Campus* I/João Pessoa. As identificações foram realizadas nos níveis de família, gênero e espécie, por meio de consulta às coleções do Herbário JPB e, quando possível, com o auxílio de especialistas, seguindo a proposta de APG III (2009).

De acordo com os dados microclimáticos (temperatura, umidade relativa do ar e o índice de desconforto térmico), em cada ponto estudado, foram propostas espécies vegetais, que poderão contribuir para a ambientação do ponto, conforme necessário. Os critérios de escolha das espécies vegetais foram a origem da planta, priorizando as espécies nativas do Bioma Mata Atlântica; a ocorrência natural no ponto, por garantir a manutenção das relações ecológicas; o formato da copa e ter crescimento rápido.

**Figura 4:** Classificação da copa das árvores. Fonte: Lázaro et al. (2002).



**Figura 5:** Aferição da altura (A) e do diâmetro da copa (B) de cada indivíduo arbóreo, inserido no raio de 100m no entorno de cada ponto.



## **Resultados e discussão**

Os pontos monitorados evidenciaram a presença de setores com cobertura constituída por materiais impermeáveis (amianto, cerâmica, concreto, asfalto, cobertura metálica) e por materiais permeáveis (solo exposto ou com vegetação arbórea, arbustiva ou herbácea e/ou com corpo hídrico – piscina) (Tabela 3, Figura 6). 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 - DEF) 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 (Tabela 3, Figura 6). 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.

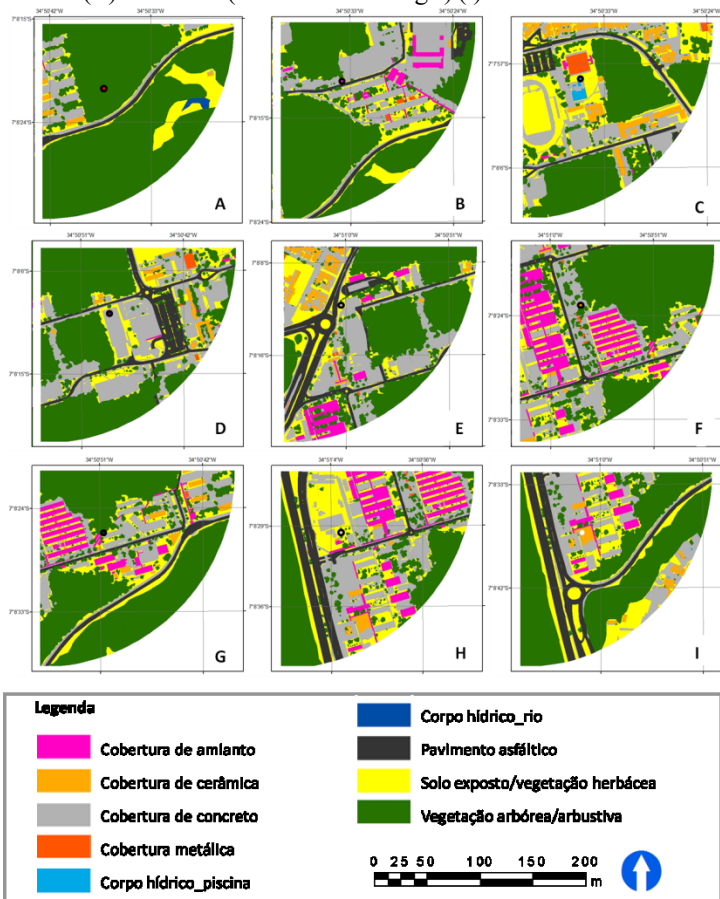
Os corpos hídricos apresentam efeito na umidificação do ar, sendo um fator relevante para o conforto térmico. Entretanto, a contribuição higrotérmica do corpo hídrico (piscina) inserido no ponto P03 (DEF), com tamanho total de 180 m<sup>2</sup> (3 piscinas, com 100, 50 e 30 metros), não foi tão efetiva como a verificada 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.

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

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

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), que verificaram o papel exercido pela cobertura vegetal, no que diz respeito a redução de temperatura e ao 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 instrumento para a amenização climática do meio urbano (SHASHUA-BAR et al., 2011).

**Figura 6:** Revestimento do solo no entorno dos pontos amostrais, inseridos no *Campus I* da UFPB. P01 - Mata do Departamento de Sistemática e Ecologia - DSE (A). P02 - CCS (Departamento de Microbiologia - DM) (B). P03 - Departamento de Educação Física – DEF (C). P04 - Centro de Convenções (D). P05 – Próximo a Caixa Econômica Federal (E). P06 - Estacionamento do CCHLA (Centro de Ciências Humanas, Letras e Artes) (F). P07 - Próximo ao CBIOTEC (Centro de Biotecnologia) (G). P08 – LES (Laboratório de Energia Solar) (H). P09 – CT (Centro de Tecnologia) (I).



As temperaturas em todos pontos analisados foram inferiores a 29°C, no período de estiagem e a 26°C no período chuvoso, exceto no ponto P03 (DEF), 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 reflectância solar, altos valores de condutividade térmica e capacidade calorífica, como observado por Schmitz e Mendonça (2011). Os pontos P02 (CCS-DM), P08 (LES) e o P09 (CT), no período de estiagem apresentaram temperatura média de 27,6°C. Apenas o ponto P09 no período chuvoso apresentou 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 estudados naquela oportunidade. Nesse estudo, o P03 foi o 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 a dissipação do calor que foi retido pela impermeabilização do solo, nessas áreas menos arborizadas.

Os diversos parâmetros da urbanização, como a 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 a diminuição da umidade relativa do ar. Essa correlação foi evidenciada no entorno do ponto P03 (DEF), no qual 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.

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. A variação média da umidade relativa do ar foi de 13,2% no período de estiagem e de 8,2% no período chuvoso (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.

**Quadro 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> |                        |                      |          |
| P01                        | 26,7                   | 84,7                 | 25,7     |
| P02                        | 27,6                   | 79,3                 | 26,1     |
| P03                        | 29,9                   | 71,5                 | 27,5     |
| P04                        | 27,3                   | 79,3                 | 25,8     |
| P05                        | 27,4                   | 79,2                 | 25,9     |
| P06                        | 27,5                   | 77,7                 | 25,9     |
| P07                        | 27,3                   | 80,7                 | 25,9     |
| P08                        | 27,6                   | 79,0                 | 26,1     |
| P09                        | 27,6                   | 77,6                 | 26,0     |
| <b>Média</b>               | 27,7                   | 78,8                 | 26,1     |
| <b>Período chuvoso</b>     |                        |                      |          |
| P01                        | 24,6                   | 86,9                 | 23,8     |
| P02                        | 25,1                   | 83,8                 | 24,2     |
| P03                        | 26,2                   | 86,6                 | 25,3     |
| P04                        | 25,0                   | 84,3                 | 24,1     |
| P05                        | 25,3                   | 82,3                 | 24,2     |
| P06                        | 25,2                   | 83,6                 | 24,2     |
| P07                        | 24,9                   | 88,4                 | 24,2     |
| P08                        | 25,0                   | 83,1                 | 24,0     |
| P09                        | 25,5                   | 80,2                 | 24,3     |
| <b>Média</b>               | 25,2                   | 84,2                 | 24,2     |

|             |                          |                |                      |
|-------------|--------------------------|----------------|----------------------|
|             |                          |                |                      |
| IDT < 24    | 24 ≤ IDT ≤ 26            | 26 < IDT < 28  | IDT ≥ 28             |
| Confortável | Parcialmente Confortável | Desconfortável | Muito Desconfortável |



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 e 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 (DEF) apresentou maiores índices de conforto térmico, com média de 27,5°C, no período de estiagem, classificado como 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 conseqüentemente 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 (DM) e P08 (LES) também foram considerados desconfortáveis, no período de estiagem, e o ponto P09 (CT), não foi considerado desconfortável, por apenas 0,1°C. Enquanto no período chuvoso, com exceção do ponto P01 (Mata do DSE), os demais pontos foram considerados parcialmente confortáveis, tendo o ponto P03 obtido a pior situação.

A análise dos dados revelou 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 pode ser classificada 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.

A paisagem do *Campus I* da UFPB nos pontos monitorados é constituída por indivíduos remanescentes da vegetação nativa de Mata Atlântica (562) e dos resultantes da arborização (111), distribuídos em 50 espécies, pertencentes a 20 famílias. As espécies de maior ocorrência do estudo foram *Coccoloba alnifolia* Casar (n=72, equivalendo a 11,3% do total de espécies) seguida de *Anacardium occidentale* L. (n=68, equivalendo a 10,7% do total de espécies e *Handroanthus impetiginosus* (Mart. ex DC.) Mattos (n=52, equivalendo a 8,2% do total de espécies) (Tabela 5).

**Quadro 5:** Levantamento da vegetação arbórea no raio de 100 m no entorno da estação meteorológica dos pontos P01 - Mata do DSE, P02 - CCS (Departamento de Microbiologia), P03 - Departamento de Educação Física, P04 - Centro de Convenções, P05 - Próximo a Caixa Econômica Federal, P06 - Estacionamento do CCHLA (Centro de Ciências Humanas, Letras e Artes), P07 - Próximo ao CBIOTEC (Centro de Biotecnologia) (G). P08 – LES (Laboratório de Energia Solar) (H). P09 – CT (Centro de Tecnologia) (I).

| Família/ Espécie                      | Origem  | n  | Pontos de ocorrência |
|---------------------------------------|---------|----|----------------------|
| <b>Anacardiaceae</b>                  |         |    |                      |
| <i>Anacardium occidentale</i> L.      | Nativa  | 68 | 2,3,4,5,7,8,9        |
| <i>Mangifera indica</i> Blume         | Exótica | 37 | 2,3,4,6,8,9          |
| <i>Schinus terebinthifolius</i> Radd. | Nativa  | 11 | 2,3,5,9              |
| <i>Tapirira guianensis</i> Aubl.      | Nativa  | 28 | 1,4,6,9              |

**Araliaceae**

*Schefflera morototoni* (Aubl.) Maguire, Nativa 25 1,3,4,5,8  
 Steyerl. & Frodin

**Areaceae**

*Cocos nucifera* L. Nativa 4 5,8

*Pritchardia pacifica* Seemann & H. Wendl. Exótica 5 8,9

**Bignoniaceae**

*Jacaranda mimosifolia* D. Don Exótica 1 9

*Spathodea campanulata* Beauv. Exótica 3 6

*Tabebuia aurea* (Silva Manso) Benth. & Nativa 1 9  
 Hook F. ex. S. Moore

*Handroanthus chrysotrichus* (Mart. ex DC.) Nativa 1 2

Mattos

*Handroanthus impetiginosus* (Mart. ex DC.) Nativa 52 2,4,5,6,7,8

Mattos

**Boraginaceae**

*Cordia rufescens* A. DC. Nativa 1 7

**Burseraceae**

*Protium giganteum* Engl. Nativa 19 1,4

*Protium heptaphyllum* (Aubl.) Marchand. Nativa 13 1,2,4

*Protium* sp. Nativa 1 6

**Chrysobalanaceae**

*Licania tomentosa* (Benth) Fritsch. Nativa 2 9

**Combretaceae**

*Terminalia catappa* L. Exótica 13 4,5,8

**Erythroxylaceae**

*Erythroxylum citrifolium* A. St. Hil. Nativa 21 1,4

**Euphorbiaceae**

*Pera glabrata* Baill. Nativa 4 7,8

*Pogonophora schomburgkiana* Miers ex Nativa 2 1,2  
 Benth

**Humiriaceae**

*Saccoglottis mattogrossensis* Malme Nativa 1 2

**Lauraceae**

*Ocotea duckei* Vattimo Nativa 3 6

*Ocotea glomerata* (Nees) Mez Nativa 2 6

**Leguminosae**

*Abarema cochliacarpus* (Gomez) Barneby & Nativa 20 1,5  
 Grimes

*Adenantha pavonina* L. Exótica 5 6,9

FREITAS, A.F. de *et al.*. Análise microclimática e planejamento ...

|  |         |            |             |
|--|---------|------------|-------------|
| <i>Apuleia leiocarpa</i> (Vog.) Macbr.             | Nativa  | 43         | 1,4,6,7     |
| <i>Caesalpinia echinata</i> Lam.                   | Nativa  | 12         | 7,9         |
| <i>Cassia fistula</i> L.                           | Exótica | 4          | 6,9         |
| <i>Clitoria fairchildiana</i> R. A. Howard         | Nativa  | 1          | 9           |
| <i>Inga edulis</i> Mart.                           | Nativa  | 15         | 1,4         |
| <i>Inga thibaudiana</i> DC.                        | Nativa  | 1          | 1           |
| <i>Leucaena leucocephala</i> (Lam.) de Wit         | Exótica | 6          | 6,8         |
| <i>Peltophorum dubium</i> (Spreng.) Taub.          | Nativa  | 6          | 4,7         |
| <i>Pithecellobium dulce</i> (Roxb.) Benth.         | Exótica | 14         | 3,4         |
| <i>Poincianella pluviosa</i> (DC.) L.P.Queiroz     | Nativa  | 16         | 2,4,6,8     |
| <i>Senna siamea</i> (Lam.) H. S. Irwin & Barneby   | Nativa  | 14         | 2,3,4,5,6,8 |
| <i>Zollernia ilicifolia</i> (Brongn.) Vogel.       | Nativa  | 1          | 2           |
| <b>Malpighiaceae</b>                               |         |            |             |
| <i>Byrsonima sericea</i> DC.                       | Nativa  | 13         | 4,5,7       |
| <b>Malvaceae</b>                                   |         |            |             |
| <i>Eriotheca candolleana</i> (K. Schum.) A. Robyns | Nativa  | 1          | 8           |
| <i>Eriotheca macrophila</i> (K. Schum.) A. Robyns  | Nativa  | 15         | 1           |
| <i>Luehea ochrophylla</i> Mart.                    | Nativa  | 41         | 2,4,5,6,7   |
| <b>Moraceae</b>                                    |         |            |             |
| <i>Brosimum guianense</i> (Aubl.) Huber            | Nativa  | 25         | 1,4         |
| <i>Ficus benjamina</i> L.                          | Exótica | 3          | 8,9         |
| <b>Moringaceae</b>                                 |         |            |             |
| <i>Moringa oleifera</i> Lam.                       | Exótica | 2          | 9           |
| <b>Myrtaceae</b>                                   |         |            |             |
| <i>Psidium guajava</i> L.                          | Exótica | 7          | 2,9         |
| <i>Psidium guineense</i> Sw.                       | Nativa  | 3          | 3           |
| <i>Syzygium cumini</i> (L.) Skeels                 | Exótica | 11         | 3,4,6       |
| <b>Polygonaceae</b>                                |         |            |             |
| <i>Coccoloba alnifolia</i> Casar.                  | Nativa  | 72         | 1,2,4,6,7   |
| <b>Urticaceae</b>                                  |         |            |             |
| <i>Cecropia pachystachya</i> Trécul.               | Nativa  | 4          | 4,9         |
| <b>Total</b>                                       |         | <b>673</b> |             |

A análise dos aspectos qualitativos mostrou uma predominância de árvores altas (4-25 metros de altura), com copas variando de pouco densa (25 espécies) a densa (25 espécies), com

o diâmetro da copa variando de 1-12 metros e com copa predominantemente elíptica horizontal (Tabela 6). De acordo com Labaki et al. (2011) o aspecto morfológico da copa dos indivíduos arbóreos influenciam no conforto térmico, principalmente indivíduos com copas amplas e com alta densidade de folhas.

**Quadro 6:** Características da vegetação arbórea no raio de 100 m no entorno da estação meteorológica. E - exótica, Na - nativa, D - densa, PD - pouco densa, A - alongada, C - caliciforme, EH - elíptica horizontal, EV - elíptica vertical, F - flabeliforme, G - globosa, P - piramidal, U - umbeliforme, V - variável.

| Família/ Espécie  | Altura (m) | DAP (cm)   | Diâm. (m) copa | Formato da copa |
|---|------------|------------|----------------|-----------------|
| <b>Anacardiaceae</b>  |            |            |                |                 |
| <i>Anacardium occidentale</i> L.                                  | 5-7        | 6-28,7     | 1-9            | PD, V           |
| <i>Mangifera indica</i> Blume                                     | 5-14       | 25,5-127,4 | 4-9            | D, EH           |
| <i>Schinus terebinthifolius</i> Radd.                             | 4-7        | 11,8-20    | 2-7            | PD, EH          |
| <i>Tapirira guianensis</i> Aubl.                                  | 11-14      | 12,7-19,1  | 3-6            | D, G            |
| <b>Araliaceae</b>   |            |            |                |                 |
| <i>Schefflera morototoni</i> (Aubl.) Maguire, Steyer. & Frodin    | 7-12       | 14,3-30,9  | 2-3            | PD, G           |
| <b>Arecaceae</b>  |            |            |                |                 |
| <i>Cocos nucifera</i> L.  | 5-7        | 21,7-26,4  | 1,5-2          | PD, G           |
| <i>Pritchardia pacifica</i> Seemann & H. Wendl.                   | 7-10       | 13,4-11,8  | 1,5-2,5        | PD, G           |
| <b>Bignoniaceae</b>   |            |            |                |                 |
| <i>Jacaranda mimosifolia</i> D. Don                               | 4          | 7,6        | 1              | PD, U           |
| <i>Spathodea campanulata</i> Beauv.                               | 17-20      | 43-49      | 5-7            | D, G            |
| <i>Tabebuia aurea</i> (Silva Manso) Benth. & Hook F. ex. S. Moore | 5          | 16,9       | 3              | PD, A           |
| <i>Handroanthus chrysotrichus</i> (Mart. ex DC.) Mattos           | 25         | 48,4       | 7              | PD, EH          |
| <i>Handroanthus impetiginosus</i> (Mart. ex DC.) Mattos           | 10-20      | 11,8-29    | 3-6            | PD, EH          |
| <b>Boraginaceae</b>   |            |            |                |                 |
| <i>Cordia rufescens</i> A. DC.                                    | 22         | 10,8       | 4              | D, U            |
| <b>Bursaraceae</b>  |            |            |                |                 |

FREITAS, A.F. de *et al.*. Análise microclimática e planejamento ...

|   |       |           |      |        |
|---|-------|-----------|------|--------|
| <i>Protium giganteum</i> Engl.                        | 16-21 | 14-16,6   | 8-12 | D, EH  |
| <i>Protium heptaphyllum</i> (Aubl.) Marchand.         | 18-20 | 12,1-13,4 | 3-4  | D, G   |
| <i>Protium</i> sp.                                    | 6-8   | 21,7-22,3 | 6    | D, EH  |
| <b>Chrysobalanaceae</b>                               |       |           |      |        |
| <i>Licania tomentosa</i> (Benth) Fritsch.             | 10-15 | 11,5-15,3 | 4-7  | D, F   |
| <b>Combretaceae</b>                                   |       |           |      |        |
| <i>Terminalia catappa</i> L.                          | 8-12  | 39,2-46,2 | 3-5  | D, P   |
| <b>Erythroxylaceae</b>                                |       |           |      |        |
| <i>Erythroxylum citrifolium</i> A. St. Hil.           | 5-6   | 10,2-12,7 | 3-5  | PD, EH |
| <b>Euphorbiaceae</b>                                  |       |           |      |        |
| <i>Pera glabrata</i> Baill.                           | 7-10  | 13,7-18,8 | 4-7  | D, EH  |
| <i>Pogonophora schomburgkiana</i> Miers ex Benth      | 20-25 | 20,7-21,7 | 3-5  | D, EH  |
| <b>Humiriaceae</b>                                    |       |           |      |        |
| <i>Saccoglotis mattogrossensis</i> Malme              | 22    | 38,2      | 6    | D, EH  |
| <b>Lauraceae</b>                                      |       |           |      |        |
| <i>Ocotea duckei</i> Vattimo                          | 15-20 | 15,3-17,8 | 6-7  | PD, EH |
| <i>Ocotea glomerata</i> (Nees) Mez                    | 10-15 | 22,9-23,9 | 4-5  | D, EH  |
| <b>Leguminosae</b>                                    |       |           |      |        |
| <i>Abarema cochliacarpus</i> (Gomez) Barneby & Grimes | 20-25 | 17,2-2,3  | 4-7  | D, EH  |
| <i>Adenanthera pavonina</i> L.                        | 7-10  | 30,3-57,6 | 4-6  | D, G   |
| <i>Apuleia leiocarpa</i> (Vog.) Macbr.                | 12-20 | 26,1-28,7 | 6-8  | PD, EH |
| <i>Caesalpinia echinata</i> Lam.                      | 4-5   | 9,6-19,1  | 4-5  | D, EH  |
| <i>Cassia fistula</i> L.                              | 5-8   | 26,1-29,6 | 4-6  | PD, EH |
| <i>Clitoria fairchildiana</i> R. A. Howard            | 6     | 20,4      | 3    | PD, EH |
| <i>Inga edulis</i> Mart.                              | 8-20  | 14,3-19,1 | 5-6  | D, P   |
| <i>Inga thibaudiana</i> DC.                           | 20    | 43,9      | 7    | D, EH  |
| <i>Leucaena leucocephala</i> (Lam.) de Wit            | 20-21 | 15,3-20   | 5-6  | PD, G  |
| <i>Peltophorum dubium</i> (Spreng.) Taub.             | 20-25 | 15,3-22,3 | 6-7  | D, EH  |
| <i>Pithecellobium dulce</i> (Roxb.) Benth.            | 10-15 | 9,6-18,2  | 4-6  | PD, EH |
| <i>Poincianella pluviosa</i> (DC.) L.P.Queiroz        | 6-12  | 18,5-19,7 | 4-6  | D, EH  |
| <i>Senna siamea</i> (Lam.) H. S. Irwin & Barneby      | 5-6   | 14-14,6   | 4-6  | PD, EH |
| <i>Zollernia ilicifolia</i> (Brongn.) Vogel.          | 5-6   | 16,6-21,3 | 4-6  | PD, EH |
| <b>Malpighiaceae</b>                                  |       |           |      |        |
| <i>Byrsonima sericea</i> DC.                          | 6-15  | 13,6-22,3 | 4-7  | D, EH  |
| <b>Malvaceae</b>                                      |       |           |      |        |
| <i>Eriotheca candolleana</i> (K. Schum.) A. Robyns    | 18    | 19,1      | 3    | PD, P  |

FREITAS, A.F. de *et al.*. Análise microclimática e planejamento ...

|   |       |           |       |        |
|---|-------|-----------|-------|--------|
| <i>Eriotheca macrophila</i> (K. Schum.)<br>A.Robyns | 8-15  | 11,1-18,5 | 3-5   | PD, G  |
| <i>Luehea ochrophylla</i> Mart.                     | 15-20 | 22,3-25,5 | 4-8   | D, EH  |
| <b>Moraceae</b>                                     |       |           |       |        |
| <i>Brosimum guianense</i> (Aubl.) Huber             | 10-22 | 12,7-20,7 | 4-6   | D, G   |
| <i>Ficus benjamina</i> L.                           | 4-5   | 3,2-3,8   | 1-2   | D, G   |
| <b>Moringaceae</b>                                  |       |           |       |        |
| <i>Moringa oleifera</i> Lam.                        | 5-7   | 13,1-17,2 | 2-3   | PD, EV |
| <b>Myrtaceae</b>                                    |       |           |       |        |
| <i>Psidium guajava</i> L.                           | 5-6   | 6,4-21,7  | 4-5   | PD, EH |
| <i>Psidium guineense</i> Sw.                        | 4-5   | 9,4-13,3  | 4     | PD, EH |
| <i>Syzygium cumini</i> (L.) Skeels                  | 5-6   | 31,5-47,5 | 5-7   | D, G   |
| <b>Polygonaceae</b>                                 |       |           |       |        |
| <i>Coccoloba alnifolia</i> Casar                    | 15-25 | 28,7-39,5 | 10-12 | PD, EH |
| <b>Urticaceae</b>                                   |       |           |       |        |
| <i>Cecropia pachystachya</i> Trécul.                | 6-15  | 7,3-9,6   | 3-4   | PD, C  |

A partir dos resultados sobre a conformação atual do uso e ocupação do solo do *Campus I* da UFPB (Figura 7) e a sua repercussão no microclima, foi possível zonear esse espaço (Figura 8), classificando-o em Áreas a serem melhoradas, Áreas a terem o adensamento controlado e Áreas a serem conservadas.

As **Áreas a serem melhoradas** constituem-se em frações distintas, densamente construídas e ocupadas com edificações térreas ou verticalizadas. Nestes locais se encontram as temperaturas mais elevadas, menores umidades e maiores índices de desconforto térmico do *Campus I* da UFPB, além de possuir menores quantidades de áreas arborizadas. Logo, as medidas cabíveis a serem tomadas com relação às áreas a serem melhoradas deverão ser a manutenção das árvores existentes e a arborização dos pontos P03 (Departamento de Educação Física), P08 (Laboratório de Energia Solar) e P09 (Centro de Tecnologia – CT). E propõe-se que sejam plantadas espécies vegetais arbóreas, como *Apuleia leiocarpa* (Vog.) Macbr., *Brosimum guianense* (Aubl.) Huber, *Brysonima sericea* DC., *Handroanthus chrysotrichus* (Mart. ex DC.) Mattos, *Handroanthus impegitinosus* (Mart. ex DC.) Mattos, *Inga edulis* Mart., *Luehea ochrophylla* Mart.,

*Ocotea duckei* Vattimo, *Ocotea glomerata* (Nees) Mez, *Peltophorum dubium* (Spreng.) Taub., *Protium giganteum* Engl., *Protium heptaphyllum* (Aubl.) Marchand., *Saccoglottis mattogrossensis* Malme e *Schinus terebinthifolius* Radd. e, pelo fato de todas serem nativas, ocorrem no *Campus* I da UFPB, apresentarem copas com formas e tamanhos favoráveis ao sombreamento e por serem recomendadas para arborização, devido ao rápido crescimento (LORENZI, 2008; 2009). Essas espécies sugeridas estão em conformidade com parâmetros urbanísticos destacados por Moura et al. (2010), no sentido de minimizar o estresse térmico, de interceptar os raios solares pelo sombreamento e ventilar mais o espaço urbano, com a manutenção de espaços abertos; preservação dos corredores de ventos e ampliação de áreas arborizadas. A seleção das espécies arbóreas será um fator importante no planejamento da arborização da UFPB *Campus* I. Alves e Rodrigues (2004) e Gurgel (2010) afirmaram que quanto mais densa a folhagem das espécies arbóreas, mais elas serão eficientes na interceptação dos raios solares, proporcionando melhores condições microclimáticas. Mascaró e Mascaró (2002) chamaram a atenção para o emprego das mais diversas espécies arbóreas possíveis, pois cada uma apresenta diferentes valores de transmitância luminosa, podendo contribuir variavelmente para o microclima, assim como para a manutenção da biodiversidade local. Ainda, sugere-se preservar os corredores de ventilação, não adensar no sentido de novas edificações ou impermeabilização do solo e optar por vegetação herbácea ao invés de impermeabilizar o solo.

As **Áreas a terem o adensamento controlado** correspondem aos espaços da UFPB que merecem atenção, dada à possibilidade de mudança do uso do solo e conseqüente alteração das variáveis microclimáticas e dos níveis de desconforto no local.

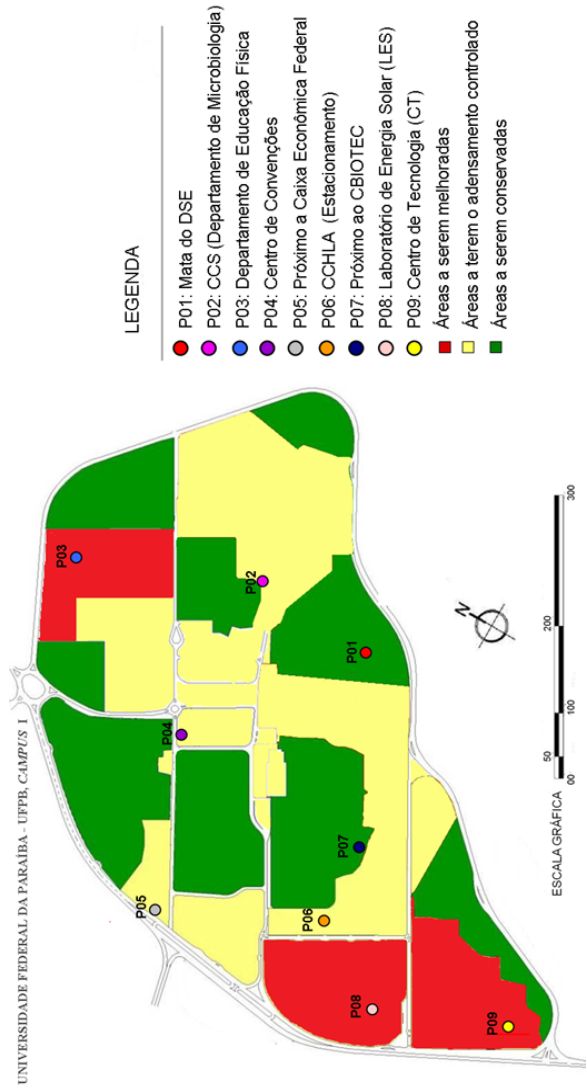
As **Áreas a serem conservadas** correspondem aos resquícios de mata que refletem diretamente na amenização microclimática. Apesar da expansão física da UFPB, é imprescindível a conservação desses espaços, uma vez que a presença da vegetação influencia o microclima do seu entorno imediato e é uma estratégia para amenização microclimática.



**Figura 7:** Caracterização dos tipos de cobertura do solo do *Campus I* da Universidade Federal da Paraíba.



**Figura 8:** Zoneamento do *Campus I* da Universidade Federal da Paraíba.



## **Considerações finais**

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, no Departamento de Educação Física, apresentou as 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.

A sensação térmica da população que frequenta o *Campus I* da Universidade Federal da Paraíba – UFPB variou de parcialmente confortável a desconfortável no período de estiagem e de confortável a parcialmente confortável no período chuvoso. O IDT mínimo ocorreu entre as 03:00 h e 06:00 h, nos pontos monitorados, com índices classificados em parcialmente confortável no período de estiagem e confortável no período chuvoso. Enquanto o IDT máximo ocorreu entre 10:00h e 12:00h, no P03, que se mostrou muito desconfortável nos dois períodos.

A paisagem do *Campus I* da UFPB nos pontos monitorados é constituída por indivíduos remanescentes da vegetação nativa, correspondendo a 562 espécimes e cultivados para arborização, perfazendo 111 espécimes, distribuídos em 50 espécies, pertencentes a 20 famílias, mostrando a existência de uma alta diversidade vegetal. Apesar do espaço ser privilegiado com áreas arborizadas e circundado na porção Sul e Sudeste pela APP do Vale do Riacho do Timbó e a Oeste pelas matas do ICMBio e do Jardim Botânico Benjamim Maranhão, os pontos P03 no

Departamento de Educação Física, P08 no Laboratório de Energia Solar - LES e P09 no Centro de Tecnologia – CT, necessitam de ampliação da arborização, uma vez que apresentam problemas de conforto térmico considerando o comprometimento da qualidade de vida da população local e do ambiente causado pela subtração das áreas com vegetação, associado a expansão das edificações, processo cada vez mais presente, que se configura como um dos fatores responsáveis pelas alterações microclimáticas.

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 manutenção do conforto térmico, além de ser de baixo custo o processo de plantio de novas árvores, propiciando muitos benefícios ambientais, como resfriamento dos ambientes externos e, internos, assim como maior bem estar à população que circula na área. As ações aqui propostas servirão para o desenvolvimento de uma política de gerenciamento das áreas vegetadas e para subsidiar o plano diretor da UFPB *Campus I*.

### **Agradecimentos**

Os autores deste trabalho agradecem a Universidade Federal da Paraíba, ao Programa Regional de Pós-Graduação em Desenvolvimento e Meio Ambiente – PRODEMA e a CAPES, pelo apoio financeiro nos estudos.

### **Referências bibliográficas**

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.

APG III. An update of the Angiosperm Phylogeny Group Classification for the Orders and Families of Flowering Plants:

FREITAS, A.F. de *et al.*. Análise microclimática e planejamento ...

APG III. **Botanical Journal of the Linnean Society** 161:105-121. 2009.

DIGITAL GLOBE. Quick Bird imagery products – products guide. [http:// www.digitalglobe.com](http://www.digitalglobe.com). Acessado em 5/10/2014.

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.

JAMEI, E.; OSSEN, D. R. Intra urban air temperature distributions in historic urban center. **American Journal of Environmental Science**. v. 8, n. 5, p. 503-509, 2012.

KATZSCHNER, L; BOSCH, U.; ROTTEGEN, M. Behaviour of people in open spaces in dependency of thermal comfort conditions. In: INTERNACIONAL CONFERENCE ON PASSIVE AND LOW ENERGY ARCHITECTURE . Anais, France, James & James Ltd., p. 411-415, 2002.

KÖPPEN, W. Klassifikation der klimare nach temperatur, Niederschlag und Jahreslauf. Petermanns geogr. Mitteilungen. v. 64, p. 193-203, 1918.

LABAKI, L. C. et al. Vegetação e conforto térmico em espaços urbanos abertos. **Fórum Patrimônio Mudanças Climáticas e o impacto das cidades**. v. 4, n.1, p. 23-42, 2011.

FREITAS, A.F. de *et al.*. Análise microclimática e planejamento ...

LÁZARO, I. et al. Guia de arborização urbana. Coelba. 2002, 55 p.

LORENZI, H. *Árvores brasileiras: manual de identificação e cultivo de plantas arbóreas nativas do Brasil*. Nova Odessa: Instituto Plantarum, 2008, 368p.

LORENZI, H. *Árvores brasileiras: manual de identificação e cultivo de plantas arbóreas nativas do Brasil*. Nova Odessa, Instituto Plantarum, 2009, 384 p.

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.

MASCARÓ, L. E. A. R.; MASCARÓ, J. L. *Vegetação urbana*. Porto Alegre: UFRGS FINEP. 2002, 242 p.

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.

OKE, T. R. **Initial guidance to obtain representative meteorological observations at urban sites**. IOM Report, TD. in press, World Meteorological Organization, Geneva. 2004.

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.

FREITAS, A.F. de *et al.*. Análise microclimática e planejamento ...

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.

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.; 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 threes and grass on outdoor thermal comfort in a hot-arid environment. **International Journal of Climatology**, v. 31, p. 1498-1506, 2011.

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.

FREITAS, A.F. de *et al.*. Análise microclimática e planejamento ...

---

SOUCH, C.; GRIMMOND, S. Applied climatology: urban climate. **Progress in Physical Geography**. v. 30, n. 2, p. 270-279, 2006.

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.

Recebido em outubro de 2015

Aceito em abril de 2016