



## SUSTENTABILIDADE AMBIENTAL NA OCUPAÇÃO DE CAMPUS UNIVERSITÁRIO

**Angelina D. L. Costa (1); Eduardo R. V. de Lima (2); Joel S. dos Santos (3); Neusa Paes Leme (4); Rayssa A. de Lira (5); Caroline M. Cevada (6)**

- (1) Dra., Departamento de Arquitetura e Urbanismo – Universidade Federal da Paraíba, Brasil –  
e-mail: angelinadlcosta@yahoo.com.br
- (2) Dr., Departamento de Geociências – Universidade Federal da Paraíba, Brasil – email:  
eduvianalima@gmail.com
- (3) Msc., Departamento de Meio Ambiente – Universidade Federal da Paraíba, Brasil – email:  
joelsilvadossantos@yahoo.com.br
- (4) Dra., Pesquisadora – Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais, Brasil – email:  
neusa\_paesleme@yahoo.com.br
- (5) Estudante, curso de Arquitetura e Urbanismo – Universidade Federal da Paraíba, Brasil –  
email: rayssalira@hotmail.com
- (6) Estudante, curso de Arquitetura e Urbanismo – Universidade Federal da Paraíba, Brasil –  
email: carolmcevada@gmail.com

### RESUMO

Este artigo investiga os microclimas existentes no Campus I da Universidade Federal da Paraíba (UFPB) em João Pessoa – PB, e objetiva subsidiar o planejamento urbano e as decisões de ocupação para a instituição, ainda sem plano diretor aprovado, e em constante expansão de área construída, com grande volume de obras em andamento. Busca-se garantir a amenização climática proporcionada pela vegetação em clima quente-úmido através da regulamentação das áreas verdes existentes remanescentes, visando uma futura ocupação do solo de maneira mais sustentável. O Campus I tem uma área total de 180 ha, entre áreas edificadas e grandes massas arborizadas, distribuídas ao longo de sua extensão, o que gera grande potencial termo-regulador. A metodologia, baseada em Katzschner (1997) e Costa (2007), dividiu-se em três etapas. A primeira analisou a configuração do uso e ocupação do solo através da confecção de mapas de topografia, uso do solo, cobertura vegetal, tipo de revestimento das superfícies horizontais e gabarito das edificações. Na segunda, foram coletados os dados de variáveis climáticas (temperatura do ar e umidade relativa do ar), utilizando-se de equipamentos tipo *loggers* (armazenadores) e 01 estação meteorológica de referência, com medições em 06 pontos fixos, representativos de áreas edificadas distintas: amplamente pavimentadas com diferentes materiais e localizados em área de vegetação remanescente. O registro de dados foi realizado de 01h em 01h, durante 12 dias no período de verão/2010, possibilitando análise quantitativa estatística dos mesmos e cruzamento das informações (etapa 03). A análise morfológica e microclimática apontou áreas a serem preservadas da impermeabilização, melhoradas e observadas, e é capaz de nortear tecnicamente futuras ocupações; além disso, comprovou que as áreas próximas às massas vegetais são mais agradáveis termicamente, e com isso, que a manutenção e conservação dessas áreas verdes, tornou-se essencial na busca pela sustentabilidade ambiental.

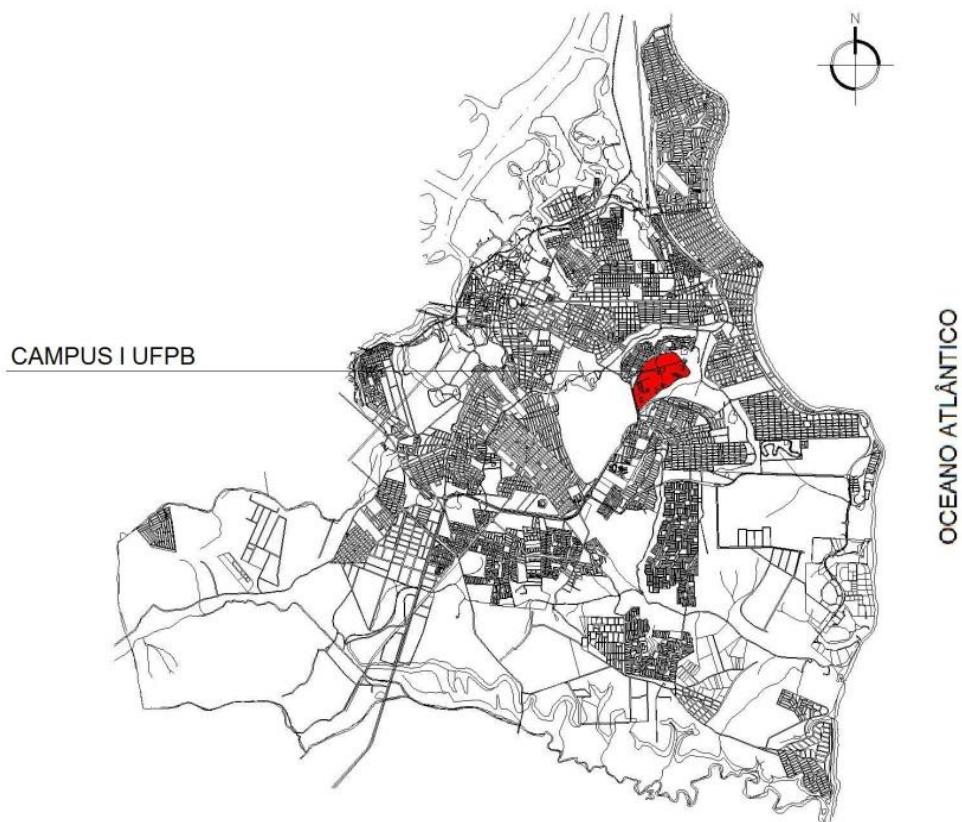
Palavras-chave: clima urbano; sustentabilidade ambiental; planejamento urbano.

## 1 INTRODUÇÃO

O microclima local é afetado principalmente pelas alterações dos sítios naturais através das construções e das atividades produzidas na cidade e essas alterações em consequência, afetam o conforto ambiental humano. Para garantir isso é necessário planejar a ocupação do solo, entendendo-a como parte condicionante do clima; e com isso os estudos de clima urbano são cada vez mais importantes ferramentas para arquitetura e planejamento urbano (KATZSCHNER, 1997).

O solo antes natural e permeável passa a ser construído com materiais impermeáveis, que alteram as trocas térmicas entre a superfície e o meio, diminuindo-lhe a qualidade térmica. (GIVONI, 1992)

O Campus I da UFPB localiza-se na cidade de João Pessoa – PB (**Figura 1**) à cerca de 4 Km do centro e está situado a 7° 08' S e 34° 53' W com altitude de 33 metros a cima do nível do mar.



**Figura 1** – Localização do objeto de estudo na mancha urbana da cidade

Segundo Silva (1999), o clima da região em estudo é caracterizado por temperaturas do ar e umidades relativas médias anuais bastante elevadas, com estação úmida definida e regime pluviométrico acentuado concentrado nos meses de maio, junho e julho. O autor afirma ainda que a cidade permanece durante todo o ano dentro da faixa correspondente aos ventos alísios de Sudeste; somente com a chegada dos meses mais quentes, têm sua freqüência alterada através dos ventos de Leste e de Nordeste, vindos das áreas equatoriais na corrente de deslocamento, em direção Sul da Zona de Convergência Tropical Interna.

O Campus I tem uma área total de 180 ha, entre áreas edificadas e grandes áreas arborizadas, representando cerca de 50% da área total do terreno, distribuídas ao longo de sua extensão (**Figura 2**). Está em constante expansão de área construída, em virtude do crescimento da própria instituição e não tem ainda estudos que respaldem seu crescimento com qualidade ambiental.



**Figura 2** – Vista aérea do Campus I da UFPB

## 2 OBJETIVO

O objetivo deste artigo é apresentar as características morfológicas do Campus I da UFPB, de forma a entender como elas vêm influenciando na formação de microclimas diferenciados, com o intuito de propor diretrizes de planejamento urbano para esse espaço que se encontra em constante modificação, de forma a verificar a qualidade ambiental do espaço estudado.

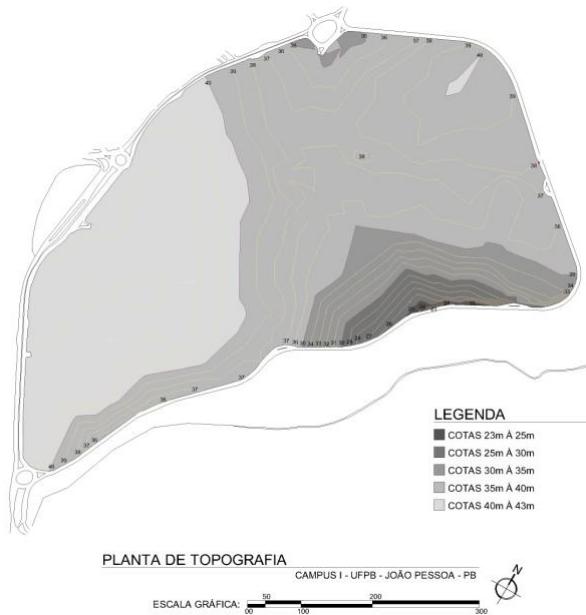
## 3 METODOLOGIA

A metodologia adotada para o desenvolvimento desta pesquisa foi baseada em Katzschner (1997) e Costa (2007) e dividiu-se em três etapas, descrição qualitativa do objeto de estudo, medições *in loco* e análise quantitativa dos dados.

### 3.1 Descrição qualitativa do objeto de estudo

A primeira etapa consiste na avaliação do clima urbano através da análise qualitativa de cinco aspectos do Campus I da UFPB retratados no mapa de uso e ocupação, sendo eles: a topografia (**Figura 3**) que apresenta relevo bastante regular com a presença de uma declividade característica em pequena faixa de área no limite sudeste do campus; o uso e ocupação do solo (**Figura 4**) que é em sua maioria Institucional dividido em setores; a cobertura vegetal (**Figura 5**) onde se destacam os grandes bolsões verdes de resquícios de Mata Atlântica; o revestimento das superfícies horizontais (**Figura 6**) que retrata os tipos de revestimentos encontrados no Campus; e o gabarito das edificações (**Figura 7**) que é marcado por um crescimento eminentemente horizontal com maioria das edificações térreas.

A base cartográfica para confecção dos mapas ilustrados abaixo foi cedida pela Prefeitura Universitária do Campus e analisadas *in loco*.



**Figura 3 – Mapa de topografia**



**Figura 4 – Mapa de uso e ocupação do solo**



**Figura 5 – Mapa de cobertura vegetal**



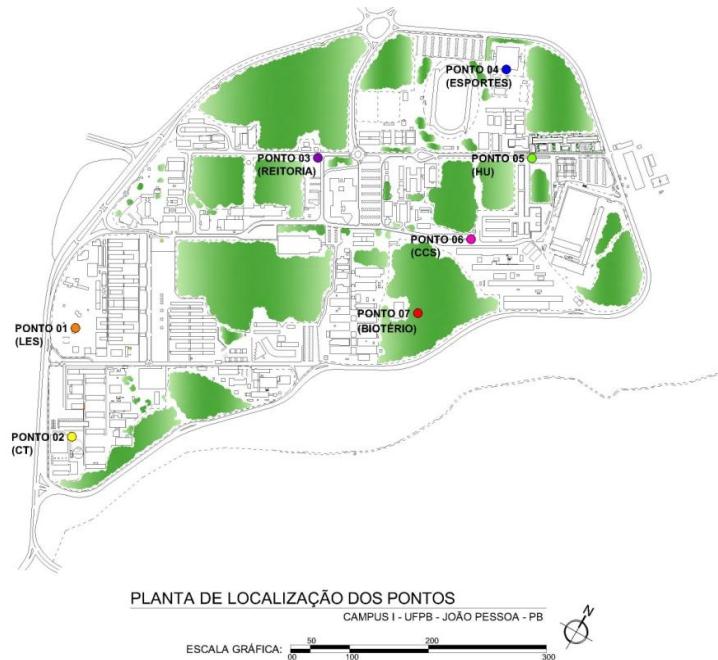
**Figura 6 – Mapa de recobrimento do solo**



**Figura 7 – Mapa de gabarito das edificações**

### 3.2 Medições *in loco*

As medições das variáveis climáticas (temperatura e umidade relativa do ar) aconteceram em 07 (sete) pontos distintos do Campus I da UFPB (**Figura 8**) durante 12 dias no mês de março de 2010 (período do verão) com medições em intervalos de 01 em 01 hora. A medição foi feita com dois tipos de aparelhos: uma estação meteorológica automática fixa instalada no LES (Laboratório de Energia Solar) que fornece dados para o INMET; e 06 aparelhos tipo *loggers* chamados *Hobo* (armazenadores) que foram instalados nos demais pontos, devidamente protegidos a uma altura de 1,50m do piso.



**Figura 8 – Mapa de localização dos pontos de medição**

A escolha de locação dos pontos foi delimitada para abordar diferentes situações de ocupação e tipo de revestimentos das superfícies horizontais existentes no Campus I. A tabela 1 apresenta estes pontos de coleta, suas características e sua localização:

**Tabela 1 – Lista de Pontos Medidos**

Ponto	Identificação	Características	Imagen
P 01	LES	Descampado; área livre de obstáculos e sem pavimentação.	
P 02	Centro de Tecnologia (CT)	Área pavimentada e com inúmeras edificações no entorno.	
P 03	Centro de Ciências da Saúde (CCS)	Apresenta entorno semelhante ao do Ponto 02.	
P 04	Hospital Universitário (HU)	Localizado junto à residência universitária, próxima a uma via de grande tráfego de automóveis e ao HU que é a edificação de maior gabarito encontrada no Campus.	
P 05	Ginásio	Inserido na área esportiva do Campus ao lado do ginásio poliesportivo (grande cobertura em material reflexivo).	
P 06	Reitoria	Espaço destinado a estacionamento; terreno de areia cercado por dois lados de massa construída e dois de massa vegetal.	
P 07	Biotério	Área de vegetação densa e de grande porte.	

Após o registro dos dados, foi feita a análise quantitativa dos mesmos e o cruzamento das informações que possibilitou a realização da terceira e última etapa dessa pesquisa. O período de medição mostrou-

se típico de verão e, portanto válido enquanto amostra, não apresentando chuva significativa<sup>1</sup>.

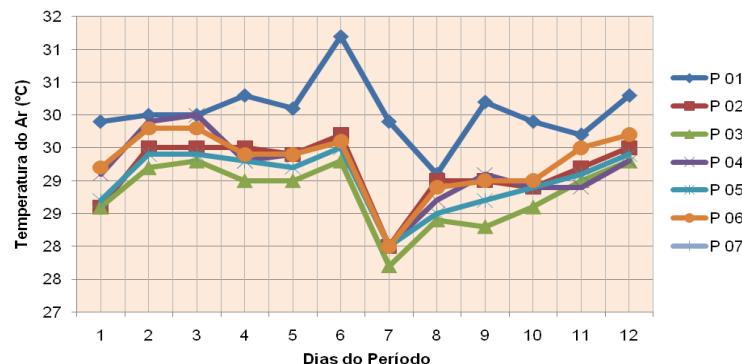
### 3.3 Análise quantitativa dos dados

De acordo com o tratamento estatístico dos dados, no período medido a variação média foi de até 2°C entre os pontos, e 12% de Umidade Relativa, entre o ponto 01 e o 07 (Tabela 2), o que é significativo em função da baixa amplitude térmica da região.

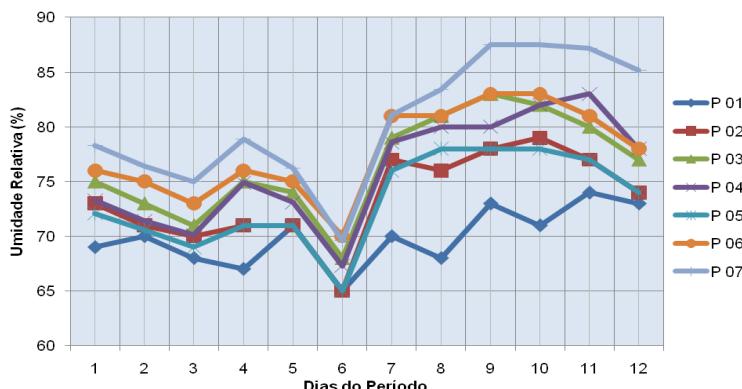
**Tabela 2 – Temperatura Média do Ar e Umidade Relativa Média por Ponto no Período**

Pontos	Temperatura Média do Ar	Umidade Relativa Média
<b>P 01</b>	<b>30.0 °C</b>	<b>68 %</b>
P 02	29.1°C	74 %
P 03	28.8 °C	77 %
P 04	29.2 °C	76 %
P 05	29.0 °C	73 %
P 06	29.1 °C	78 %
<b>P 07</b>	<b>28.0 °C</b>	<b>80 %</b>

As zonas mais adensadas (pontos P 02 e P 06) com superfícies menos permeáveis demonstraram temperatura do ar mais elevadas na região de estudo. Observou-se também que o nível de umidade é influenciado diretamente pelas zonas mais arborizadas, ressaltando os resultados do P 07, como o de maior umidade. Observa-se ainda que a presença de uma grande cobertura metálica pode ter influenciado o resultado do P 04. Os gráficos abaixo apontam o comportamento dessas variáveis por ponto e por dia do período.



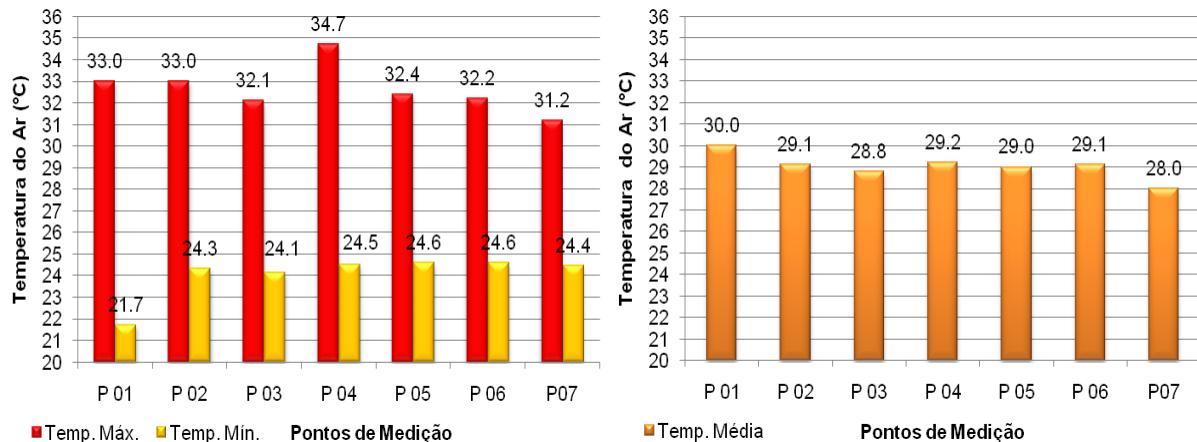
**Figura 9 - Gráfico comparativo de médias de Temperatura do Ar por dia e por ponto**



**Figura 10 - Gráfico comparativo de médias da Umidade Relativa por dia e por ponto**

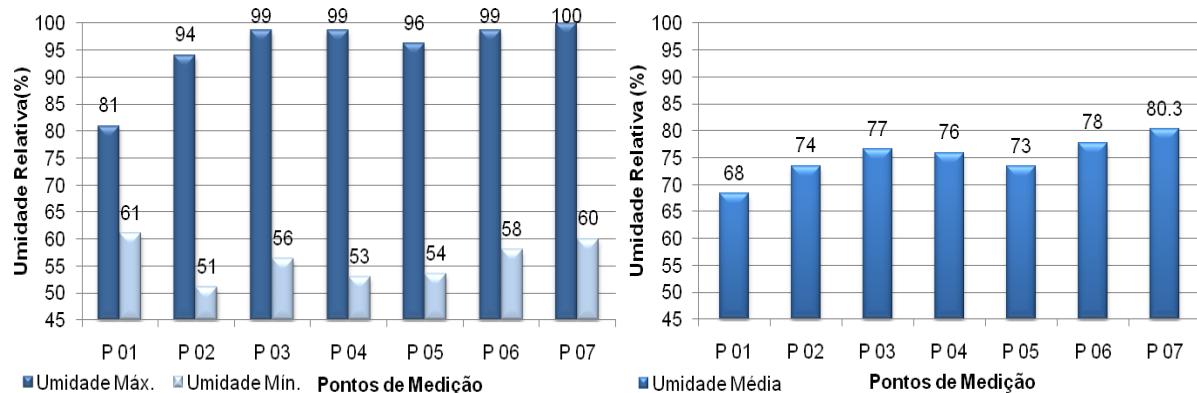
<sup>1</sup> É importante ressaltar que no período medido, houve no dia 15, uma precipitação de 0,8mm de chuva, que pouco alterou a sensação térmica local.

Percebe-se pela análise que o emprego de dois tipos distintos de equipamentos também pode ter influenciado nas medidas uma vez que o ponto 01, medido com o auxílio de uma estação meteorológica está sempre destacado dos demais. Contudo se a análise for mais detalhada, prevalece o que reza a bibliografia: onde há mais impermeabilização, há mais calor.



**Figuras 11 e 12** - Gráfico indicativo das temperaturas máximas e mínimas por ponto por período e Gráfico das temperaturas do ar médias por ponto do período

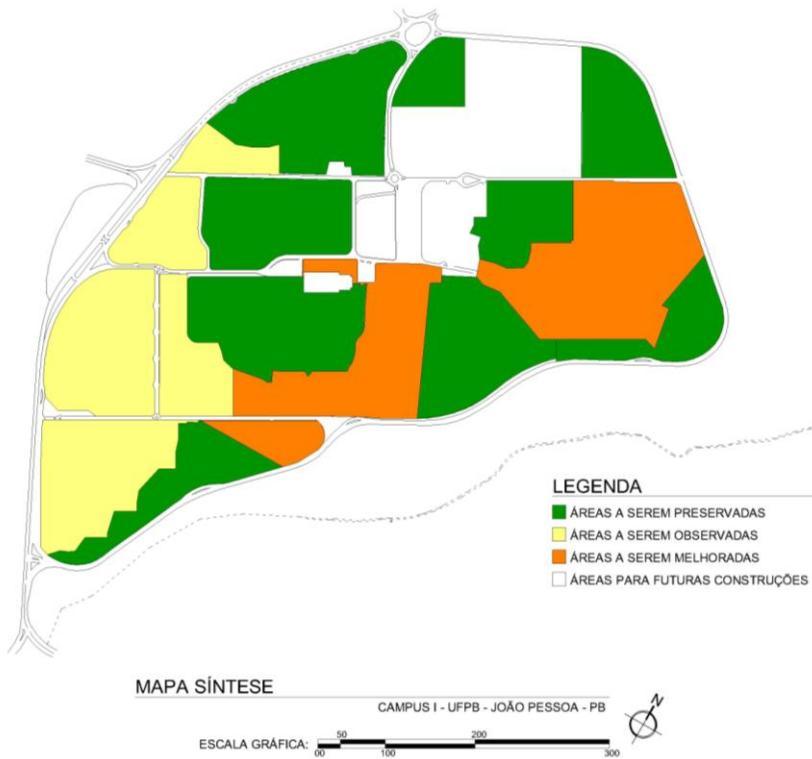
Os resultados dos níveis de umidade relativa confirmam as hipóteses da influência amenizadora das massas vegetais. Os pontos com maior arborização - P03, P04, P06 e P07 - apresentaram os maiores níveis de umidade relativa, e os pontos mais áridos - P01, P02 e P05 - os níveis menos úmidos (**Figuras 13 e 14**).



**Figuras 13 e 14** - Gráfico indicativo da máxima e mínima umidades relativas do ar por ponto por período e Gráfico das umidades relativas do ar médias por ponto do período

#### 4 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Com a superposição dos dados levantados na pesquisa e os mapas elaborados, confeccionou-se um mapa síntese (**Figura 15**) baseado na metodologia de Katzschner (1997) identificando as áreas comuns dentro do Campus.



**Figura 15 – Mapa síntese**

São três os tipos de características delimitados no objeto de estudo:

**A. Áreas a serem melhoradas:** constituem-se frações distintas, densamente construídas e ocupadas com edificações térreas ou verticalizadas (primeiro andar). São nestes locais que se encontram as temperaturas mais elevadas do Campus e a menor quantidade de área verde. Nesta área, propõe-se que sejam criados pequenos bolsões verdes nas regiões mais áridas - em geral, próximo aos estacionamentos;

**B. Áreas a serem observadas:** são espaços em sua maioria vazios que merecem atenção dada a possibilidade de mudança do uso do solo e consequente alteração nos níveis de conforto do lugar. Estes terrenos fazem menção ainda à probabilidade de serem em parte classificados por zonas indicadas para a verticalização do Campus, que está em intenso período de expansão física.

**C. Áreas a serem preservadas:** áreas que mantém quantidade expressiva de áreas verdes (maior parte resquícios da Mata Atlântica) dado que reflete diretamente na amenização climática. Com a expansão física da Universidade, e a necessidade por área edificável essa massa tende a diminuir, aumentando também a densidade construída no Campus, portanto torna-se imprescindível a proteção desses espaços de forma a não perdê-los.

O cruzamento de resultados da análise morfológica e microclimática na pesquisa foi capaz de gerar algumas diretrizes para a ocupação do solo no Campus, indicar áreas passíveis de preservação e manutenção e formas de tratamento das áreas já comprometidas, propondo resoluções que essencialmente caminhem na direção da sustentabilidade ambiental. São elas:

- A criação de um corpo multidisciplinar de pesquisa composto por profissionais de áreas complementares foi muito válida na interpretação dos dados, e é necessária para qualquer estudo na área de climatologia urbana, pela complexidade do tema;
- Da mesma forma, deve-se prever que as decisões de uso e ocupação sejam geradas por um grupo com esse caráter;
- A regulamentação com vistas à preservação das áreas verdes remanescentes torna-se urgente, com o intuito de preservá-las. Além disso, é necessário definir normativas urbanas próprias para a área, como recuos, gabaritos e áreas de expansão; garantindo não apenas o adequado funcionamento do espaço urbano, mas seu necessário conforto ambiental;

- É imprescindível identificar áreas passíveis de serem verticalizadas - embasadas em estudos técnicos específicos para cada novo empreendimento com vistas a quantificar e qualificar o impacto que causará e a proposição de medidas mitigadoras. Não se deve deixar de aplicar recuos generosos entre as edificações que permitam a circulação da ventilação e a penetração (indireta) da luz natural no ambiente interno aumentando assim seu nível de iluminamento e diminuindo a necessidade de se optar por ventilação e iluminação artificiais;
- Observação do entorno e principalmente a adequação da arquitetura ao clima com suas peculiaridades locais, para todo novo projeto, seja através da orientação correta da construção, emprego de materiais com baixa capacidade de absorção, dimensionamento e proteção das aberturas;
- E por fim, a necessidade de se abordar o Campus como importante elemento compositor do espaço urbano da cidade, sabendo-se que as decisões tomadas para este perímetro gerará reflexos nos espaços circunvizinhos.

Salienta-se que para fechamento da análise dos dados será realizada uma medição complementar no período de inverno (prevista para junho).

O estudo continua em andamento, mas os dados recolhidos na região de estudo nesse período de verão já indicam a importância da manutenção da arborização distribuída ao longo do Campus.

É certo que o local de estudo mostrou-se um espaço privilegiado pela quantidade expressiva de massa verde (maior parte sendo resquícios da Mata Atlântica), e isso se reflete na amenização climática. Com a expansão física da Universidade, e a necessidade por área edificável essa massa tende a diminuir, aumentando também a densidade construída no Campus, portanto torna-se imprescindível a proteção desses espaços de forma a não perdê-los e a elaboração de diretrizes para futuras ocupações.

A próxima etapa é a elaboração do Plano Diretor do Campus, organizado de forma a preencher as necessidades atuais levando em conta o resultado da instalação de novos equipamentos no conforto climático e na sustentabilidade local.

## 5 REFERÊNCIAS

COSTA, A. D. L.. **Análise bioclimática e investigação do conforto térmico em ambientes externos: uma experiência no bairro de Petrópolis em Natal/RN.** 2003. 179 f. Dissertação (Mestrado em Arquitetura e Urbanismo) – Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal, 2003.

COSTA, A. D. L.. **O revestimento de superfícies horizontais e sua implicação microclimática em localidade de baixa latitude com clima quente e úmido.** 2007. 212 f. Tese de Doutorado (Programa de Pós Graduação da Faculdade de Engenharia Civil) - Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2007.

GIVONI, B.. **Comfort, climate analysis and building design guidelines.** Energy and Building, Amsterdam, v. 18, 1992.

KATZSCHNER, L.. **Urban climate studies as tools for urban planning and architecture.** IN: ENCONTRO NACIONAL DE CONFORTO NO AMBIENTE CONSTRUÍDO, 4, 1997, Salvador. *Anais...* Salvador: ANTAC, 1997, p. 49-58.

SILVA, F. de A. G. **O vento Como ferramenta no desenho do ambiente construído: uma aplicação ao nordeste brasileiro.** 1999. 234 f. Tese (Doutorado em Arquitetura e Urbanismo) – FAUUSP, São Paulo, 1999.

## 6 AGRADECIMENTOS

Os autores gostariam de agradecer ao CNPq (Centro Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico), pelo financiamento desta pesquisa, ao INPE (Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais) na pessoa do Prof. Francisco Raimundo da Silva pela ajuda e instrução do manuseio dos equipamentos, e a autora Neusa Paes Leme pelas doações das proteções dos equipamentos para que as medições pudessem ser realizadas.