



**UNIVERSIDADE FEDERAL DA PARAIBA  
CENTRO DE TECNOLOGIA  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA CIVIL E  
AMBIENTAL**

**ESTUDO DO CAMPO TÉRMICO: O CASO DO CAMPUS IV-UFPB**

**BEATRIZ CRISTINA BARBALHO DE MELO**



**PPGECAM - CT - UFPB**

**JOÃO PESSOA PB  
SETEMBRO DE 2015**

**BEATRIZ CRISTINA BARBALHO DE MELO**

**ESTUDO DO CAMPO TÉRMICO: O CASO DO CAMPUS IV-UFPB**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil e Ambiental, da Universidade Federal da Paraíba, em cumprimento às exigências para obtenção do título de Mestre em Engenharia Civil e Ambiental.

**Orientador: Prof. Dr. Aluísio Braz de Melo**

**Co-Orientador: Prof. Dr. Francisco de Assis Gonçalves da Silva**

**JOÃO PESSOA PB  
SETEMBRO DE 2015**

M528e Melo, Beatriz Cristina Barbalho de.  
Estudo do campo térmico: o caso do Campus IV - UFPB /  
Beatriz Cristina Barbalho de Melo.- João Pessoa, 2015.  
103f. : il.  
Orientador: Aluísio Braz de Melo  
Coorientador: Francisco de Assis Gonçalves da Silva  
Dissertação (Mestrado) - UFPB/CT  
1. Engenharia civil e ambiental. 2. Microclima urbano.  
3. Desconforto térmico. 4. Ilhas de calor. 5. Temperaturas  
elevadas. 6. Circulação dos ventos.

UFPB/BC

CDU: 624:504(043)

***“ESTUDO DO CAMPO TÉMICO: O CASO DO CAMPUS IV-UFPB”***

**BEATRIZ CRISTINA BARBALHO DE MELO**

**Dissertação aprovada em 30 de setembro de 2015**

**Período Letivo: 2015.2**

**Prof. Dr. ALUÍSO BRAZ DE MELO – UFPB**  
**Orientador**

**Prof. Dra. RICHARDE MARQUES DA SILVA– UFPB**  
**Examinador Interno**

**Prof. Dr. LINCOLN ELOI DE ARAÚJO – UFPB- Campus- IV**  
**Examinador Externo**

**Prof. Dr. FRANCISCO DE ASSIS GONÇALVES DA SILVA – UFPB**  
**Examinador Externo**

**Prof. Dr. JOEL SILVA DOS SANTOS – UFPB**  
**Examinador Externo**

## EPÍGRAFE

---

Disseste que nunca me deixaria  
Disseste que a vida me abalaria  
Disseste que no mundo eu teria aflições  
Mas eu sei

Quando o mundo cai ao meu redor  
Teus braços me seguram  
Quando o mundo cai ao meu redor  
És a esperança pra mim  
Quando o mundo cai ao meu redor  
E as forças se vão, encontro abrigo em Ti  
Segura-me, segura em minhas mãos

Quando eu vejo a escuridão da noite  
Quando eu vejo a tragédia vindo sobre mim  
Mesmo assim eu descanso em Teus braços de amor...

**Trecho da Música: Quando o mundo cai ao meu redor.**

**Letra: Livres para adorar**

"Por isso digo: Peçam, e será dado;  
busquem, e encontrarão; batam, e a  
porta será aberta. Pois todo o que  
pede, recebe; o que busca, encontra;  
e àquele que bate, a porta será  
aberta".

**Evangelho de Lucas – 11:9, 10.**

## **DEDICATÓRIA**

---

**A meus pais, Antônio e Marlene, e ao amado Deus, dedico.**

## AGRADECIMENTOS

---

De forma breve, primeiramente quero agradecer ao meu amado Deus que me sustentou de uma forma grandiosa, pois os pensamentos de desistência eram constatastes e Ele me guiou ate o fim.

Aos meus maravilhosos “painho e mainha” que se preocuparam e chorara nos dias em que eu chorava, pensando em tudo o que estava acontecendo na Pós. Pelo grande apoio e pelas palavras de incentivo.

Aos meus familiares (de sangue e agregados) pela força e incentivo, especialmente nos momentos difíceis.

Ao professor Dr. Aluísio Melo que gentilmente aceitou me orientar, em um momento delicado para mim. Pela paciência e pelos conselhos

Ao professor Dr. Chico Gonçalves pelas orientações paralelas, pela sua paciência e disposição, pois bem sabemos que foi quase impossível que tudo desse certo. Pelos puxões de orelha e pela sabedoria repassada.

Ao Professor Msc.Thyago Silveira pela valiosíssima ajuda na construção dos mapas. Pelas dicas, sugestões, pelos conhecimentos repassados e pelo tempo disponível.

A Professora Dra. Angelina Dias Leão, a Msc. Bruna pelo empréstimo da Davis, e ao Professor Dr.Joel Santos pelo empréstimo dos termo higrômetros.

Ao professor Dr. Francisco Raimundo, vulgo Lampadinha, pela calibração dos equipamentos utilizados nessa pesquisa.

Aos professores Dr. Eduardo Viana, Joel Santos e Lincoln Eloi pela amizade, conselhos sugestões e dicas na construção desse trabalho.

Ao Professor Dr. Richarde pela ajuda e conselho quanto às direções de que rumo tomar em relação à pesquisa

A Haymee de Alencar, pela grande ajuda na instalação e retirada dos equipamentos. Pela ajuda com as fotos e pela sua amizade. À sua mãe pela correção deste.

A Kaline Cunha Aranha pela grandíssima ajuda em momentos tensos com a Davis e pela sua amizade.

A colega de turma Tatyane Martins e seu esposo Kívio na ajuda com a calibração e instalação teste, da Davis.

As orações e interseções dos amigos, da minha amada conexão de jovens e

da conexão de casais.

As orações das amigas da Cidade viva (Louca Amizade) por entenderem minha ausência em nossas reuniões e saídas nesses últimos meses.

Aos amigos do PPGECAM, que me ajudaram de formas diversas, pelo apoio e força, pelos incentivos em não esmorecer, por tudo galera. Nossa turma foi sofrida, mas conseguimos romper as barreiras do impossível, graças a Deus.

## SUMÁRIO

<b>LISTA DE FIGURAS .....</b>	vi
<b>LISTA DE GRÁFICOS .....</b>	vii
<b>LISTA DE MAPAS .....</b>	viii
<b>LISTA DE TABELAS .....</b>	ix
<b>LISTA DE SIGLAS, SÍMBOLOS E ABREVIATURAS .....</b>	x
<b>RESUMO .....</b>	xi
<b>ABSTRACT .....</b>	xii
<b>CAPÍTULO 1 - INTRODUÇÃO .....</b>	1
1.1    OBJETIVOS .....	3
<b>CAPÍTULO 2 - REVISÃO DA LITERATURA .....</b>	4
2.1    CLIMA E MICROCLIMA .....	4
2.2    CLIMA URBANO .....	5
2.3    ILHAS DE CALOR .....	7
2.4    AS ÁREAS VERDES NO AMBIENTE URBANO .....	9
<b>CAPÍTULO 3 - ESTUDOS ANTECEDENTES DO ESTUDO DO CLIMA URBANO .....</b>	11
3.1    PRIMEIRAS ABORDAGENS EM TERRAS INTERNACIONAIS .....	11
3.2    PRIMEIRAS ABORDAGENS EM TERRAS NACIONAIS .....	15
<b>CAPÍTULO 4 - CLIMA, PLANEJAMENTO E QUALIDADE DE VIDA .....</b>	18
<b>CAPÍTULO 5 - PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS .....</b>	22
5.1    UNIVERSO DE ESTUDO .....	22
5.2    ETAPAS DO ESTUDO METODOLÓGICO .....	25
5.3    SISTEMATIZAÇÃO DOS DADOS .....	30
<b>CAPÍTULO 6-ANÁLISE E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS .....</b>	32
6.1    CARACTERIZAÇÃO DAS ÁREAS DO ENTORNO DOS PONTOS DE MEDIÇÃO .....	32
P1-Biblioteca .....	32
P2-Residência .....	35
P3-Coreto .....	38
P4-Estacionamento .....	41
P5-Praça .....	44
P6-Mata .....	47
6.2    ANÁLISE DOS DADOS NO PERÍODO SECO (VERÃO) .....	50
6.3    ANÁLISE DOS DADOS NO PERÍODO CHUVOSO (INVERNO) .....	60
<b>CAPÍTULO 7 - RECOMENDAÇÕES TERMO-AMBIENTAIS PARA O PLANEJAMENTO URBANO DO CAMPUS IV-UFPB .....</b>	69
<b>CAPÍTULO 8 - CONCLUSÕES .....</b>	70
<b>CAPÍTULO 9 – CONSIDERAÇÕES FINAIS .....</b>	72
<b>REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....</b>	73
<b>APÊNDICES .....</b>	79
<b>ANEXOS .....</b>	87

## LISTA DE FIGURAS

---

<b>Figura 1-</b> Localização do universo de estudo. ....	22
<b>Figura 2-</b> Localização do universo de estudo, em vermelho, dentro da malha urbana de Rio Tinto. Fonte: Google Earth 2015.....	22
<b>Figura 3-</b> Localização do universo de estudo e seu entorno. Fonte: Google Earth 2015.....	23
<b>Figura 4-</b> Maquete tridimensional da altura das edificações presentes no Campus IV-UFPB .....	24
<b>Figura 5-</b> Maquete tridimensional das atividades realizadas em cada edificação. ....	24
<b>Figura 6-</b> Termo higrômetro e montagem do mesmo, dentro da câmara de proteção, sobre tripé.....	28
<b>Figura 7-</b> Estação Davis montada sobre tripé.....	28
<b>Figura 8-</b> P1-Biblioteca (Vista Leste) ângulo 1.. <b>Figura 9-</b> P1-Biblioteca (Vista Sudoeste) ângulo 2. ....	33
<b>Figura 10-</b> P2-Residência (Vista Noroeste), ângulo 1.. <b>Figura 11-</b> P2-Residências (Vista sudeste), ângulo 2.....	35
<b>Figura 12-</b> P3-Coreto (Vista Sudeste), ângulo 1. <b>Figura 13-</b> P3-Coreto (Vista Noroeste), ângulo 2. ....	38
<b>Figura 14-</b> P4-Estacionamento (Vista-Noroeste), ângulo1. <b>Figura 15-</b> P4-Estacionamento (Vista Sudeste), ângulo 2.....	41
<b>Figura 16-</b> P5-Praça (Vista Sul), ângulo 1. <b>Figura 17-</b> P5-Praça (Vista Noroeste) ângulo 2. ....	44
<b>Figura 18-</b> P6 – Mata (Vista Sudeste), ângulo1. <b>Figura 19-</b> P6-Mata (Vista Norte), ângulo 2. ....	47
<b>Figura 20-</b> Rosas-dos-ventos, para o período seco.....	52
<b>Figura 21-</b> Rosas-dos-ventos, para o período chuvoso. ....	62

## LISTA DE GRÁFICOS

---

<b>Gráfico 1-</b> Curso temporal das médias diárias de temperatura de cada ponto de medição para o período seco.....	51
<b>Gráfico 2-</b> Curso temporal das médias diárias de umidade de cada ponto de medição para o período seco.....	52
<b>Gráfico 3-</b> Curso temporal das médias diárias, de cada ponto, referente à temperatura e chuva.....	56
<b>Gráfico 4-</b> Curso temporal das médias diárias, de cada ponto, referente à umidade e chuva.....	56
<b>Gráfico 5-</b> Curso temporal das médias diárias, de cada ponto, referente à temperatura e velocidade dos ventos.....	57
<b>Gráfico 6-</b> Curso temporal das médias gerais e diárias, de cada ponto, referente à umidade e a velocidade dos ventos.....	57
<b>Gráfico 7-</b> Dados do INMET-JP de 25 anos baseado em médias anuais de umidade relativa e chuva acumulada, para o período seco.....	59
<b>Gráfico 8-</b> Dados INMET-JP de 25 anos baseado em médias anuais de umidade relativa e temperatura, para o período seco.....	59
<b>Gráfico 9-</b> Curso temporal das médias diárias de temperatura, de cada ponto, para o período chuvoso.....	61
<b>Gráfico 10-</b> Curso temporal das médias diárias de umidade, de cada ponto, para o período chuvoso.....	62
<b>Gráfico 11-</b> Curso temporal das médias diárias de cada ponto referente à temperatura e a chuva.....	65
<b>Gráfico 12-</b> Curso temporal das médias diárias, de cada ponto, referente à umidade e a chuva no período chuvoso.....	66
<b>Gráfico 14-</b> Curso temporal das médias diárias, de cada ponto, referente à umidade e a velocidade dos ventos no período chuvoso.....	67
<b>Gráfico 15-</b> Dados INMET-JP de 25 anos baseado em médias anuais de umidade relativa e precipitação acumulada, para o período chuvoso.....	68
<b>Gráfico 16-</b> Dados INMET-JP de 25 anos baseado em médias anuais de umidade relativa e temperatura, para o período chuvoso.....	68

## LISTA DE MAPAS

---

<b>Mapa 1- Caracterização de uso e ocupação do solo do Campus IV-UFPB.....</b>	<b>25</b>
<b>Mapa 2- Localização dos equipamentos dentro do Campus IV .....</b>	<b>27</b>
<b>Mapa 3- Caracterização do P1-Biblioteca.....</b>	<b>32</b>
<b>Mapa 4- Medidas de distância entre as edificações que circundam o ponto de medição. ....</b>	<b>33</b>
<b>Mapa 5- Medidas de distância entre os componentes urbanos e o ponto de medição.....</b>	<b>34</b>
<b>Mapa 6- Caracterização do P2-Residência. ....</b>	<b>35</b>
<b>Mapa 7- Medidas de distância entre as edificações que circundam o ponto. ....</b>	<b>36</b>
<b>Mapa 8- Medidas de distância entre os componentes urbanos e o ponto de medição.....</b>	<b>36</b>
<b>Mapa 9- Mapa de caracterização do P3-Coreto .....</b>	<b>38</b>
<b>Mapa 10- Medidas de distância entre as edificações que circundam o ponto.....</b>	<b>39</b>
<b>Mapa 11- Medidas de distância entre os componentes urbanos e o ponto de medição. ....</b>	<b>39</b>
<b>Mapa 12- Caracterização do P4-Estacionamento. ....</b>	<b>41</b>
<b>Mapa 13- Medidas de distância entre as edificações que circundam o ponto.....</b>	<b>42</b>
<b>Mapa 14- Medidas de distância entre os componentes urbanos e o ponto de medição. ....</b>	<b>42</b>
<b>Mapa 15- Caracterização do P5-Praça .....</b>	<b>44</b>
<b>Mapa 16- Medidas de distância entre as edificações e o ponto de medição. ....</b>	<b>45</b>
<b>Mapa 17- Medidas de distância entre os componentes urbanos e o ponto de medição. ....</b>	<b>45</b>
<b>Mapa 18- Caracterização do P6-Mata.....</b>	<b>47</b>
<b>Mapa 19- Medida de distância entre a edificação circundante ao ponto. ....</b>	<b>48</b>
<b>Mapa 20- Medidas de distância entre os componentes urbanos que circundam o ponto de medição.....</b>	<b>49</b>
<b>Mapa 21- Representativo da distribuição da temperatura média de cada ponto, no período seco. ....</b>	<b>50</b>
<b>Mapa 22- Representativo da distribuição da umidade média de cada ponto, no período seco. ....</b>	<b>51</b>
<b>Mapa 23- Representativo de ilha de calor para o período seco. ....</b>	<b>53</b>
<b>Mapa 24- Representativo da distribuição da temperatura média de cada ponto de medição para o período chuvoso.....</b>	<b>60</b>
<b>Mapa 25- Representativo da distribuição da umidade média de cada ponto de medição para o período chuvoso.....</b>	<b>61</b>
<b>Mapa 26- Representativo da distribuição de ilha de calor no período chuvoso.....</b>	<b>63</b>

## LISTA DE TABELAS

---

<b>Tabela 1-</b> Localização dos pontos experimentais de medição em coordenadas geográficas Campus IV.....	26
<b>Tabela 2-</b> Quantificação aproximada, dos valores de uso e ocupação do solo, no P1-Biblioteca.....	34
<b>Tabela 3-</b> Quantificação aproximada dos valores de uso e ocupação do solo, no P2-Residência.....	37
<b>Tabela 4-</b> Quantificação aproximada dos valores de uso e ocupação do solo, no P3-Coreto.....	40
<b>Tabela 5-</b> Quantificação aproximada dos valores de uso e ocupação do solo, no P4-Estacionamento.....	43
<b>Tabela 6-</b> Quantificação aproximada dos valores de uso e ocupação do solo, no P5-Praça.....	46
<b>Tabela 7-</b> Quantificação aproximada dos valores de uso e ocupação do solo, no P6-Mata.	49
<b>Tabela 8-</b> Dados representativos das médias diárias e gerais de temperatura para o período seco.....	80
<b>Tabela 10-</b> Dados representativos das médias diárias e gerais de temperatura e umidade para o período chuvoso.....	81
<b>Tabela 9-</b> Dados do INMET-JP Para o período entre 04 de março a 07 de abril, no período seco .....	88
<b>Tabela 11-</b> Dados do INMET-JP Para o período entre 04 de março à 07 de abril, no período seco .....	89

## LISTA DE SIGLAS, SÍMBOLOS E ABREVIATURAS

---

- °C** - Graus Celso
- ENE** - Leste-nordeste
- ESE** - Leste-sudeste
- ha** - Hectare
- INPE** - Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais
- L** - Leste
- m**- metro
- NE** - Nordeste
- NNE** - Norte- nordeste
- N** - Norte
- NNW** - Norte-noroeste
- NW** - Noroeste
- P.** - Página
- S.C.U** - Sistema Clima Urbano
- SE** - Sudeste
- SSE** - Sul-sudeste
- S** - Sul
- SSW** - Sul-Sudoeste
- SW** - Sudoeste
- T** - Temperatura
- TH** - Termo Higrômetro
- UFPB** - Universidade Federal da Paraíba
- UR** - Umidade Relativa
- WNW** - Oeste Noroeste
- W** - Oeste
- WSW** - Oeste-Sudoeste

## RESUMO

---

As consequências microclimáticas de um determinado local demonstram o quanto desastrosamente o crescimento urbano e a exploração dos recursos naturais vêm aumentando. O clima é o componente mais importante na manutenção do equilíbrio ecológico. E seu estudo se torna complexo devido às diversas facetas que o envolvem, tornando imprescindível o estudo interdisciplinar que pode auxiliar, na diminuição e/ou solução mais eficiente das problemáticas do meio urbano. Estudos dessa ordem se tornam relevantes para o ordenamento e a gestão ambiental, o que desperta interesse para pesquisas sobre o campo térmico de áreas urbanas. A problemática desta pesquisa está relacionada com a preocupação sobre as implicações antrópicas sobre o microclima local. Sabe-se que as ações antrópicas sobre o microclima e a falta de planejamento adequado de um determinado local, podem contribuir para o desconforto térmico dos usuários e demandar maiores custos energéticos. A presente pesquisa tem como objetivo geral analisar o campo térmico do Campus IV-UFPB, localizado na cidade de Rio Tinto-PB. Nesse caso procura-se relacionar as ações antropogênicas com as principais problemáticas térmicas, detectadas no local. Para a obtenção de dados microclimáticos, foram instalados, em pontos semelhantes (que levam em consideração o tipo de recobrimento do solo, neste caso, revestimento de composição cimentícia), equipamentos de medição, em seis pontos dentro do campus IV-UFPB, no período seco (de 04 de Março a 07 de Abril de 2015) e no período chuvoso (de 09 de Junho a 13 de Julho de 2015), somando-se 35 dias em cada período de medição. A partir da análise e ordenamento dos dados coletados, ficou constatada a presença de ilhas de calor dentro da área de estudo, bem como o aumento de temperatura em locais com pouca circulação dos ventos e a diminuição da umidade em locais com pouca presença de indivíduos arbóreos. A análise dos resultados permitiu elaborar sugestões com propostas termo ambientais do tipo, substituição de telhado cerâmico, nas áreas mais quentes, por telhado verde extensivo; a substituição de paralelepípedos e blocos intertravados, por piso grama que proporcionem a minimização dos efeitos térmicos identificados, no Campus IV-UFPB. Com isso, esta pesquisa, pode vir a corroborar no desvendar dos efeitos adversos das ações antropogênicas, que provocam alterações microclimáticas no campo térmico do Campus IV-UFPB, fazendo uma relação com seus componentes urbanos.

**Palavras-chave:** Microclima Urbano, Desconforto Térmico, Ilhas de Calor, Temperaturas Elevadas, Circulação dos Ventos.

## ABSTRACT

---

The microclimate consequences of a particular place to demonstrate that he as urban growth and exploitation of natural resources are increasing unfortunately. The weather is the most important component in maintaining the ecological balance. And his study becomes complex due to the various facets that involve him, turning indispensable interdisciplinary study, it could help in the reduction and / or more efficient solution of the urban problems. Studies of this order become relevant to planning and environmental management, which arouses interest for research on the thermal field of urban areas. The problem of this research is related to concern about anthropogenic implications on the local microclimate. It is known that human actions on the microclimate and the lack of proper planning of a particular place, can contribute to the thermal discomfort of users and demand higher energy costs. The present search, has as main objective to analyze the field thermal the Campus IV-UFPB, located in the city of Rio Tinto-PB. In this case, seeks if relate the anthropogenic actions with the main thermal problems, detected on site. To obtain microclimate data, were installed in similar (which takes into account the type of soil cover, in this case, coating in cementitious composition) points, measuring equipment, in six points within the campus IV- UFPB, in dry season (from March 04 to April 7, 2015) and during the rainy season (from 09 June to 13 July 2015), totalizing 35 days in each measurement period. From the analysis and management of the data obtained, the presence of heat islands was detected within the study area as well as the rise in temperature in places with low circulation of winds and decreased moisture and the low individuals presence of arboreal. The results allowed the elaboration of suggestions with proposed thermal environmental, as; the ceramic roof replacement, in the hottest areas for green cover; replacing paving stones and interlocked block, per tread grass, that provide the minimization of thermal effects identified in the Campus IV-UFPB. With this, this research, can to corroborate to reveal the adverse effects of the anthropogenic actions that provoke microclimatic modifications in the thermal field of Campus IV-UFPB, making a relation with its urban components.

**Keyword:** Urban microclimate, Thermal Discomfort, Islands of Heat, Lofty Temperatures, Circulation of the Winds.

## CAPÍTULO 1 - INTRODUÇÃO

---

Mudanças na superfície da terra, através das diversas formas de uso e ocupação do solo, têm gerado transformações significativas nos sistemas climáticos de áreas urbanas. A formação de ilhas de calor, inversão térmica, poluição atmosférica, dentre outros processos ocasionados pela ação antrópica, tem comprometido cada vez mais a qualidade de vida das populações residentes em centros urbanos e tem aberto um leque de discussões a respeito da qualidade do ar desses centros, associados diretamente ao planejamento ambiental de áreas urbanas (MELO et al., 2011, p.2050).

Considerando que o clima, em sua totalidade, é o componente mais importante para a manutenção e equilíbrio da vida na terra, haja vista que dele provem toda água e alimento, necessários a vida dos seres vivos do planeta, em seu âmago, tem sofrido com as mudanças climáticas, intensificadas pelas ações antrópicas, que ao longo dos anos, tem causado diversos prejuízos ao meio ambiente, à saúde dos seres e ao equilíbrio natural da vida.

As alterações microclimáticas, do meio natural, em consequência da ocupação desordenada do solo urbano e rural, remontam as cidades europeias, durante o processo de crescimento econômico industrial. No século XVIII, as cidades industriais começaram a sofrer as consequências de um rápido progresso econômico, devido às intensas modificações da paisagem natural. As cidades industriais não estavam preparadas para o repentino avanço do crescimento econômico e isso trouxe, em seu arcabouço, inúmeras alterações no ambiente urbano e natural das cidades daquela época (COTRIM, 2002).

Em seu livro “O Clima de Londres”, publicado em 1833, Howard, já confirmava que havia diferenças microclimáticas de temperatura entre as áreas naturais e o meio urbano. Ele coletou durante um período de 25 anos, precisamente de 1806 a 1830, dados, de diversas variáveis como, pressão, temperatura, umidade, etc. O comprometimento de Howard em estudar o clima e suas variações, trouxe grandes benefícios, como a aplicação de métodos de coleta de dados na esfera da meteorologia, que motivou diversos estudos, que abordavam a relação das ações antropogênicas sobre o clima (HOWARD 1833; LADSBERG, 2006).

No contexto brasileiro, essas preocupações começam de maneira tardia, em comparação com as cidades Europeias e Americanas, aproximadamente, em 1950. O precursor dos estudos climáticos no Brasil foi o professor Carlos Augusto de Figueiredo Monteiro, que indicava o estudo baseado em metodologias

interdisciplinares e investigativas sobre o entendimento da relação entre a urbanização e o clima. Em seu estudo, “Sistema Clima Urbano” Monteiro (1990), sugere a análise do clima baseado em três linhas de visão (o termodinâmico, o físico-químico e o hidro meteórico), no qual se enfatizam estudos relacionados à comodidade térmica dentro das cidades (MONTEIRO, 1990).

A partir das conclusões metodológicas de Monteiro, diversos estudos no campo térmico, foram elaborados no Brasil, constatando-se que os problemas urbano-climáticos das cidades brasileiras, demonstram uma grande semelhança com as cidades da era industrial. Os problemas urbano-climáticos das cidades brasileiras demonstram uma grande semelhança com as cidades da era industrial, em ambas, encontram-se diversos problemas sociais e ambientais que podem gerar consequências a curto e a longo prazo para todos os seres vivos.

O processo de industrialização, crescimento das cidades e a conservação da natureza, estão ligados por dois caminhos distintos e contraditórios. Em um caminho existe o progresso industrial, social e econômico, que busca seu crescimento a qualquer custo, se utilizando dos recursos naturais de forma indiscriminada. Essa ação gera dentro da cidade uma agressão ao conforto térmico das populações, bem como no comprometimento ao meio natural. O outro caminho visa à proteção e o uso sustentável, do meio ambiente e dos recursos naturais, a fim de melhorar a qualidade de vida de todos os seres vivos. Mas, como trabalhar essa relação de coparticipação entre o avanço econômico das cidades e a proteção e uso sustentável dos recursos naturais?

Embora existam estudos que elucidam essa relação, as causas, e as consequências dos efeitos do crescimento urbano sobre o clima, é notável, que ainda, há um abismo em relação à retórica e o agir (FREIRE, 1994).

É essa a questão que tem envolvido todas as esferas da sociedade na constante busca pelo saber, em como tornar essa relação mais harmoniosa e equilibrada. Logo, o estudo sobre a urbanização, clima, suas causas e consequências se faz importante e necessário, a fim de esclarecer e melhorar o conforto térmico e a qualidade de vida das populações, tornando o ambiente urbano mais confortável e sustentável.

Com o surgimento de novos campi universitários, frente à crescente demanda por novos cursos, bem como as pressões do mercado de trabalho que buscam por profissionais cada vez mais qualificados, com o inchaço das universidades e o

crescimento estrutural, aumentam as preocupações, sendo pertinentes estudos que abordem um planejamento e ordenamento desses campi, com o fito, de melhorar o conforto térmico de seus usuários e a diminuição de gastos energéticos.

Nesse contexto, surgiu o interesse em estudar o Campus IV-UFPB, face à falta de estudos específicos que abordem a busca pelo entendimento das ações antropogênicas, os componentes microclimáticos e urbanos, bem como o ordenamento e o planejamento visando, a sustentabilidade.

É diante dessa conjuntura que a pesquisa desta temática vem a corroborar, para o entendimento da relação entre as ações antropogênicas ocorridas dentro do Campus IV-UFPB, seus componentes urbanos e microclimáticos, bem como, as possíveis sugestões para a mitigação dos impactos microclimáticos do local.

## 1.1 OBJETIVOS

### **Objetivo Geral:**

- ✓ Estudar o campo térmico do Campus IV da UFPB, relacionando as interferências antrópicas, os componentes urbanos e o microclima.

### **Objetivos Específicos:**

- ✓ Detectar possíveis formações e intensidade das ilhas de calor dentro do campus IV-UFPB;
- ✓ Detectar as principais causas do aumento de temperatura dentro do espaço do campus IV-UFPB.
- ✓ Sugerir diretrizes ao planejamento local, na busca pela mitigação dos efeitos adversos da urbanização.

## CAPÍTULO 2 - REVISÃO DA LITERATURA

---

### 2.1 CLIMA E MICROCLIMA

A palavra clima é empregada de forma global, enquanto a palavra microclima é empregada de forma específica ou local, sendo, o clima e suas variáveis os componentes naturais mais importantes na formação dos relevos, nos processos geomorfológicos naturais e biológicos, viabilizando manutenção da vida na terra. O homem depende diretamente do clima, pois é dele que há disponibilidade de água e alimento sobre a terra, tanto para plantas quanto para animais.

O clima determina o modo como nos vestimos, construímos nossas casas, plantamos e colhemos, como também, a predisposição, às pragas, doenças e etc.. Nesse contexto, o clima, prediz ao homem o que deverá ser realizado, para que sua sobrevivência na terra esteja garantida (AYOADE, 2002).

A adaptação do homem ao meio ambiente foi aprimorada ao longo dos séculos, e essa capacidade de resistir em lugares de difícil sobrevivência, criando e (re) inventando novas formas de produzir alimentos mesmo em meio a grandes secas ou enchentes, deu ao homem um pensamento de domínio sobre tudo. E esse pensamento perdura até os dias de hoje, mesmo que de forma “mais contida”.

As ações antropogênicas ao longo dos séculos têm causado desequilíbrios ambientais, principalmente sobre o microclima local. Cabe ao próprio homem saber gerenciar suas atividades, para que elas sejam o menos danosa possível aos recursos naturais e ao clima. Quando o homem gera uma ação que afeta o clima ou microclima, há uma reação que é devolvida uma hora ou outra.

Se de fato o homem exerce influência sobre o clima, e o clima exerce influência sobre o homem, estudar essa relação deveria ser severamente, discutido em todos os âmbitos da sociedade, de maneira a esclarecer as consequências e benefícios que essa relação pode gerar. Em muitos países, essa preocupação tem se tornado mais real e presente nas últimas décadas, e tem ganhado força, especialmente frente às preocupações com a degradação do meio ambiente e as relacionadas a catástrofes climáticas de grandes proporções.

O estudo do tempo e do clima ocupa uma posição central e importante no amplo campo da ciência ambiental. Os processos atmosféricos influenciam os processos nas outras partes do ambiente, principalmente na biosfera, hidrosfera e litosfera. Os quatro domínios globais: atmosfera, a hidrosfera, a litosfera e a biosfera, não se superpõem uns aos outros, mas continuamente permitem matéria e energia entre si (AYOADE, 1996, p. 1).

O clima pode ser entendido como o resultado das condições atmosféricas que se repetem ao longo de um determinado período de tempo e sofre influência das dinâmicas locais e globais.

O clima refere-se às características da atmosfera, inferidas de observações contínuas durante um longo período. O clima abrange um maior número de dados do que as condições médias do tempo numa determinada área. Ele inclui considerações dos desvios em relação às médias (isto é, variabilidade), condições extremas, e as probabilidades de frequência de ocorrência de determinadas condições do tempo. Desta forma, o clima apresenta uma generalização, enquanto o tempo lida com eventos específicos (AYOADE, 1996, p. 2).

Para Rolim et al., (2007, p. 711) o clima pode ser entendido como;

[...] as condições atmosféricas médias em uma certa região. Ele influência diretamente a maioria das atividades humanas, em especial a agricultura na qual define o nível de produtividade agrícola, condicionado principalmente pela disponibilidade hídrica regional.

O microclima pode ser expresso, através da relação entre o homem e suas ações sobre o espaço que ocupa. Essa relação, além de afetar diretamente o microclima local, a longo prazo, podem afetar o clima, por isso, pesquisas que mitiguem as ações antrópicas sobre o microclima e o clima, devem ser levadas em consideração. Os estudos sobre a temática possibilitará um melhor entendimento dessa analogia, contribuindo, para o avanço e progresso da qualidade de vida dos seres vivos na terra, bem como na mitigação das ações humanas sobre o meio ambiente.

## 2.2 CLIMA URBANO

Para Oliveira (1981) e Lombardo (2011) o clima urbano pode ser entendido como, transformações ocasionadas pelo crescimento das cidades, que está ligada à complexa configuração urbana das edificações, ao uso indiscriminado do solo, a supressão de áreas verdes, a intensa poluição urbana e o uso inadequado de materiais utilizados na urbanização das cidades.

“O crescimento da população e das cidades têm gerado para a atmosfera novos elementos físicos e químicos que alteram as condições naturais, originando, dessa forma, o clima urbano”. (LIMA et al., 2012, p.2).

Os problemas pautados sobre a atmosfera urbana tornam-se evidentes por meio da degradação, da qualidade do ar, das ilhas de calor, das chuvas ácidas, etc. O clima urbano estuda a relação das interferências antropogênicas sobre o meio

urbano, tendo o intuito de estabelecer diretrizes que mitiguem os efeitos antropogênicos, para assegurar a qualidade de vida nesses ambientes.

Como as interferências dentro da urbe afetam o microclima local, estudos que abordem o clima das cidades são de grande importância para a manutenção do conforto térmico e ambiental dentro das grandes e pequenas cidades, porém estudar o clima urbano não é tarefa fácil devido as suas grandes complexidades.

Estudar a cidade, o fato urbano, a metropolização não é atributo de nenhuma ciência em particular, isto porque a cidade se constitui numa verdadeira encruzilhada, onde se encontram diferentes realidades, dinâmicas, interesses e saberes. Ela constitui pôr si só, um paradoxo à realidade positivista moderna, seja porque explicita diferenças ao concentrar homens e atividades num só lugar, seja porque evidencia contradições básicas do modo de produção moderno – ao impor, por exemplo, a coexistência da miséria e da riqueza numa mesma dimensão espaço temporal (MENDONÇA, 2001, p. 80).

O estudo do clima urbano deve compreender as mais diversas áreas de estudo, onde cada componente dinâmico pode ser analisado de forma detalhada, possibilitando assim, um estudo mais preciso sobre a dinâmica climática das cidades, observando a crescente modernidade dos centros urbanos sem esquecer o visual natural.

Todo o histórico da evolução dos estudos de "Clima Urbano", nascido da comparação com o contraste oferecido com o "campo" circundante evidencia o caráter fundamental da cidade como espaço, localizada de uma contínua, cumulativa e acentuada "derivação antrópica" do ambiente. Isso já seria razão suficiente para que ela viesse a implicar em uma série de alterações sobre a atmosfera e até mesmo em sua própria composição química, tanto "sobre ela" e até mesmo com "exportação" para o ambiente circundante (MONTEIRO, 1990, p. 10).

Na atual conjuntura, os diversos pilares da sociedade moderna, têm se mostrado inquietos e atuantes, no que diz respeito às mitigações das ações antropogênicas sobre o campo térmico dentro das cidades, e adjacências. É possível observar que há uma verdadeira preocupação com os impactos que a sociedade urbana tem gerado ao meio natural, porém, deve existir uma maior abordagem e fomento sobre a problemática do clima urbano.

O compromisso precisa partir, principalmente, dos atores da esfera política, social e intelectual, com o intuito de discutir diretrizes que sejam mais eficientes e que não fiquem apenas no papel, buscando atenuar as ações antrópicas dentro das urbes, priorizando pela melhoria dos malefícios existentes e futuros, provocados

pelo acelerado crescimento urbano.

### 2.3 ILHAS DE CALOR

Como dito anteriormente, o clima vem sendo afetado ao longo dos anos pelo intenso processo de urbanização das cidades, que tem causado inúmeros prejuízos ao meio e seus habitantes. Dentre as consequências desse acelerado crescimento urbano, pode-se evidenciar o fenômeno das ilhas de calor.

O termo ilha de calor se torna complexo quanto ao seu conceito, mas comumente, se caracteriza pela elevação da temperatura em locais mais urbanizados se comparado com o meio natural. Ao analisar-se um ambiente amplamente urbanizado onde foram coletadas informações de temperatura, em diferentes pontos, dentro de um mesmo espaço, com semelhanças entre si, cada ponto de medição poderá gerar diferentes dados de temperatura, então, o ponto com os maiores valores de temperatura pode ser considerado uma ilha de calor, se comparado com os outros pontos, ou seja, a ilha de calor não necessariamente seria a diferença de temperatura entre o meio urbano e o natural, mas sim diferenças de temperaturas dentro de um mesmo espaço, onde os maiores valores de temperatura podem ser considerados como ilha calor.

Fialho (2012, p.7) aponta que o “conceito de ilha de calor está relacionado às atividades humanas sobre a superfície [...] repercutindo na troposfera inferior”. Ainda assim, o autor declara que não fica claro o conceito de ilha de calor, pois não se sabe em que momento ou qual diferença de temperatura do ar se pode considerar a existência do fenômeno em questão.

Para Fialho (2012, p.8) a ilha de calor pode ser dividida em três tipos:

- Ilha de calor atmosférica, que leva em consideração a diferença entre os tipos de uso e cobertura da terra.
- Ilha de calor Vertical, o clima da cidade apresenta uma divisão compreendida em duas escalas: O “*urban canopy layer*” é a camada de “cobertura” urbana, que se estende desde o solo até aproximadamente o nível médio das coberturas das edificações, e é produzida pelos processos em microescala, e o “*urban boundary layer*” que estende-se do nível médio dos telhados até a área de influência da cidade na atmosfera em mesoescala.
- Ilha de calor de Superfície apresenta o estudo por meio de imagens termais na estimativa da temperatura aparente de superfície.

Para saber como se formam as ilhas de calor dentro da cidade é necessária uma abordagem mais detalhada sobre os principais efeitos que proporcionam a formação desse fenômeno.

Dentre os principais agentes na contribuição da formação das ilhas de calor, podem-se citar os relacionados, ao tamanho da cidade, aos tipos de geometria, rugosidade e altura das moradias, a taxa de poluição de fontes de queima de carvão e combustível fóssil, o forte adensamento das urbes, tudo isso aliado, a falta de áreas verdes, sombreamento, planejamento urbano adequado e etc. Quando juntamos todos esses fatores podemos constatar que outras anomalias climáticas podem ser facilmente encontradas dentro das cidades, dependendo de cada região, como por exemplo, um elevado aumento da temperatura, enchentes, chuva ácida, inversão térmica e etc., principalmente em áreas tropicais, como é o caso do Brasil.

Nóbrega e Vital (2010, p.152) citam algumas causas distintas que favorecem a formação de ilha de calor:

[...] como a poluição do ar em que as partículas em suspensão, como gases e aerossóis, criam uma pluma de poluição absorvedora da radiação infravermelha, alterando o balanço de energia, intensificando o efeito estufa sobre o local, o uso da queima de combustíveis fósseis, bem como o uso intenso de equipamentos refrigeradores e etc.

Os autores também chamam a atenção para a questão da inexistência de cobertura vegetal e da rugosidade e geometria dos edifícios que podem favorecer o aquecimento nos centros urbanos.

Para Barros e Lombardo (2012, p.66):

As principais causas da formação de ilhas são maximizadas pela geometria urbana inadequada, pela poluição do ar, emissão de calor a partir dos edifícios, pelo uso intenso de veículos que propiciam tráfegos gigantescos, aumentando a poluição dentro das cidades, e pelo forte adensamento da cobertura do solo, constituintes por materiais de construção que absorvem muito calor.

Ainda segundo Nóbrega e Vital (2010, p.151), em um trabalho realizado em Recife, destacam que “o processo de urbanização de uma avenida gerou uma ilha de calor”. Os autores afirmam que “esse fator exerceu influência em suas adjacências, contribuindo em demasia para o aumento da temperatura ao longo do dia”.

Em um estudo realizado nas cidades de Petrolina (PE) e Juazeiro (BA), “ficou constatado que os maiores valores de ilha de calor foram registrados nas duas áreas mais densamente urbanizadas, cujas superfícies são impermeabilizadas com materiais que possuem maior capacidade de absorver energia” (BEZERRA et al., 2008, p.4).

Segundo Krieger, (2004, p.5) em certas regiões, com climas mais

temperados, e invernos mais rigorosos, os efeitos da ilha de calor, podem ser benéficos, tornando as áreas urbanas, desses locais, mais confortáveis. “Mas há regiões em que os efeitos das ilhas de calor se tornam negativos, como é o caso do Brasil, onde a população procura diversas maneiras de amenizar esse estresse térmico, o que gera em um maior consumo dos recursos naturais”. Ainda, segundo o autor, existem diversas soluções para diminuir os efeitos negativos da urbanização, como “a redução de emissões de gases poluentes através da aplicação de legislações mais rígidas”, como também no aumento significativo e eficiente de áreas verdes, principalmente, nas metrópoles, na redução da utilização de veículos automotores, devendo-se levar em conta a aplicação do planejamento urbano adequado, principalmente, nas grandes cidades.

## 2.4 AS ÁREAS VERDES NO AMBIENTE URBANO

Com base nos estudos de Barbosa (2005), o uso do verde urbano se dá em meados do século XIX, distribuídos em praças, parques e residências que tinham o intuito de embelezamento e apreciação, por vezes medicinais e de higienização.

Mas esse conceito do uso do verde ainda não estava completo, pois o “verde” dentro das cidades, por vezes, remetia ao retrocesso econômico, havendo uma grande adoração às cidades mais urbanizadas. Com isso os espaços verdes passaram a dar lugar a espaços amplamente urbanizados e fortemente adensados. As preocupações com a substituição do “verde” por áreas construídas, sobretudo nas últimas décadas, tem se tornado assunto obrigatório no cotidiano das cidades.<sup>1</sup>

O processo de industrialização, ao mesmo tempo em que angaria o crescimento econômico, em seu arcabouço, traz grandes consequências ao ambiente natural, sobretudo com relação às áreas verdes, que geralmente, não são devidamente valorizadas.

No decorrer do processo de expansão dos ambientes construídos pela sociedade, não se tem dado a devida atenção à qualidade, sendo as questões ambientais e sociais relegadas ao esquecimento. A qualidade de vida urbana está diretamente atrelada a vários fatores que estão reunidos na infraestrutura, no desenvolvimento econômico social e àqueles ligados à questão ambiental. No caso do ambiente, as áreas verdes públicas constituem-se elementos imprescindíveis para o bem estar da população, pois influência diretamente a saúde física e mental da população. (LOBODA e DE ANGELIS, 2005, p. 131).

A especulação imobiliária juntamente com o pensamento voltado para o lema;

---

<sup>1</sup> Anotações em sala de aula.

“a cidade feita para carros”, viabiliza ainda mais o depauperamento das áreas verdes, a poluição gerada pelos veículos automotores e o uso indiscriminado dos recursos naturais.

Atualmente tem-se visto o grande crescimento das cidades em detrimento da mobilidade urbana de automotores; e isso tem sido unânime em quase todas as cidades brasileiras. Essa nova ordem, tem acarretado, além de mortes por acidente, o entupimento de vias, o grande aumento da poluição dentro das cidades, como também na degradação do meio natural.

São inúmeras as consequências da substituição indiscriminada, das áreas verdes e dos recursos naturais em detrimento da urbanização, como, o aumento da temperatura, a baixa na umidade relativa, inversões térmicas, efeito estufa, a poluição de rios e córregos, as altas taxas de lixo urbano e doméstico, o forte adensamento do solo e etc., porém, existem outras implicações da falta do verde que acabam passando despercebidas, dentre elas, podemos citar, a perda de espécies animais que dependem das áreas verdes para sua manutenção e equilíbrio ecológico, a morte de espécies vegetais que são mais sensíveis às grandes taxas de poluição, anomalias congênitas causadas pela poluição e contaminação de rios e solo e etc., podendo trazer inúmeros prejuízos ecológicos para todos.

Nesse contexto, vegetação desempenha diversas funções como elemento do espaço urbano, como: ornamentais, paisagísticas, controle de ruídos e filtragem da poluição atmosférica, bem como elemento modificador do microclima, de modo a adequar o comportamento térmico do arranjo urbano. Além disso, a presença da vegetação tem implicações termodinâmicas que repercutem decisivamente no desempenho energético da cidade. Desse modo, o conhecimento de parâmetros que qualifiquem e quantifiquem os benefícios trazidos pela vegetação na amenização do comportamento climático nos recintos urbanos é de grande importância para profissionais que atuem no planejamento urbano. (BARBOSA et al., 2003, p.723).

Por isso, torna-se substancialmente necessário os estudos e pesquisas sobre a temática do uso e proteção das áreas verdes e dos recursos naturais em meio às pressões do crescimento urbano e econômico, a fim de tornar a compreensão da dicotomia Urbanização X Natureza, mais eficiente. A busca por diretrizes que levem a caminhos mais harmoniosos entre o meio natural e o ambiente construído, torna-se imprescindível para que a maioria dos problemas urbanos seja solucionado e/ou mitigado.

## CAPÍTULO 3 - ESTUDOS ANTECEDENTES DO ESTUDO DO CLIMA URBANO

### 3.1 PRIMEIRAS ABORDAGENS EM TERRAS INTERNACIONAIS

Os primeiros que estudaram os climas já tinham consciência do fato de que a atividade humana parecia causar mudanças nos mesmos. Thomas Jefferson, que tinha muito interesse por este problema, recomendou a seu correspondente, Dr. Lewis C. BECK, de Albany, Nova York, numa carta de 16 de julho de 1824 em "Monticello", que levantamentos climáticos "deveriam ser repetidos uma ou duas vezes por século" para verificar o efeito das clareiras e da agricultura nas mudanças do clima (LANDSBERG, 2006, p.95).

Os primeiros estudos a respeito do clima urbano foram realizados por Howard (1833), que percebeu, em seu estudo sobre o campo térmico das cidades industriais, diferenças significativas de temperatura entre o microclima da cidade e do meio rural. Essas modificações eram acometidas pelo processo intenso da industrialização das cidades Europeias e Norte Americanas.

No período da Revolução Industrial, no século XVIII, se consolidava, freneticamente, o pensamento capitalista, fazendo com que as fábricas e indústrias substituíssem os pequenos comércios, com o intuito de trazer desenvolvimento e riquezas para as grandes cidades. De fato o desenvolvimento comercial e industrial foi alcançado, mas em sua essência pode-se observar profundas modificações sociais, econômicas e ambientais.

Cotrim, (2002) destaca que a partir do século XVIII com a Revolução Industrial, os espaços naturais passaram a dar lugar à expansão das indústrias e posteriormente ao crescimento das cidades. Como consequências desse processo surgiram diversos problemas socioambientais nas cidades industriais europeias e norte-americanas, sobretudo com a relação à poluição atmosférica ocasionada pela queima de carvão, provenientes das indústrias, e o despejo de resíduos industriais em corpos d'água e no solo. A grande oferta de trabalho nas fábricas propiciou uma intensa imigração de pessoas de todas as partes do mundo, gerando grandes problemas de ordem social, econômica e ambiental, para as cidades industriais, visto que estas, não estavam adaptadas para tamanho avanço populacional.

Nesse período, a população urbana aumentou significativamente, como destaca Cotrim (2002, p.279), "na Inglaterra houve um verdadeiro salto populacional a partir de 1750, a população total se resumia a 6,5 milhões de habitantes. Já em 1801, a população estimava-se em 16,3 milhões; em 1815 saltou para 27,5 milhões".

Com esse crescimento desordenado, as pequenas cidades da era industrial, não tinham nenhum tipo de infraestrutura (urbana, sanitária, entre outros) para suportar a grande demanda populacional que só fazia aumentar, entrando assim em colapso, trazendo consigo inúmeras consequências para a qualidade de vida das populações residentes nesses ambientes altamente insalubres.

Segundo Cotrim (2002), a expansão das cidades trouxe vários retornos negativos para as cidades e seus habitantes como, por exemplo; a queda de forma drástica da qualidade de vida, o aumento de doenças e mortes ocasionadas, tanto pela insalubridade das cidades, quanto pela desnutrição e a intensa jornada de trabalho dentro das fábricas. Além do caos instalado nessas cidades, a poluição pela queima de carvão que gerava o aumento de fuligem, e a poluição do ambiente natural e o uso indiscriminado dos recursos naturais só aumentava de maneira exacerbada.

Com a expansão das cidades, surgem diversos estudos de campo e análises mais avançadas, a respeito das modificações antropogênicas sobre o clima local. Em várias partes do mundo, estudos e pesquisas, procuram entender como esses efeitos adversos do meio urbano, interferem no microclima das cidades, e como o que fazer para mitigá-las.

Gal e Unger (2009) ressaltam que a investigação mais aprofundada sobre os caminhos percorridos pelo vento, dentro da cidade, pode desempenhar um papel importante no desenvolvimento urbano, contribuindo para a diminuição da formação de ilhas de calor e na redução da poluição do ar.

Bélanger et al. (2015) evidenciaram que a elevada umidade, em associação com as altas temperaturas e o grande nível de poluição, pode afetar a população principalmente no verão e em áreas mais desfavorecidas.

Kolokotroni e Giridharan (2008, p. 997) discutem sobre a problemática das ilhas de calor e destacam que “as ilhas de calor, são mais sensíveis em áreas urbanas, durante os períodos em que o céu está parcialmente nublado ou nublado”.

Hwang et al. (2011) e Yao et al. (2015), destacam a necessidade de introduzir áreas verdes no meio urbano, a fim de evitar o surgimento de ilhas de calor.

As pesquisas alegam que inúmeras implicações podem ser motivadas pela falta de planejamento adequado a realidade de uma determinada região. Cada padrão morfológico natural de uma cidade ou região deve ser levado em consideração na hora de se aplicarem métodos de planejamento urbano.

Peng et al.(2015), constataram que o processo de urbanização e industrialização, na cidade de *Chengdu*, tem afetado, de forma exacerbada, os recursos naturais, provocando um estresse ecológico e ambiental, trazendo grandes consequências para o equilíbrio do meio urbano e natural.

Segundo Marques, Gelho e Cordeiro, (2009, p.3414) destacam que:

[...] estudos sobre a região e suas interações climáticas devem ser levados em consideração, para que seja realizado um planejamento urbano adequado à realidade do local, buscando a criação de uma cidade ambientalmente mais sustentável e confortável.

Robaa (2001), em um estudo realizado no Egito, sinaliza que os processos de urbanização e industrialização resultam em modificações no clima local da cidade. O autor afirma que as modificações antropogênicas provocam alterações na velocidade dos ventos, na temperatura e na umidade, aumentando à sensação de desconforto térmico para a população.

Ghiaus et al. (2005) expõem que a formação de “canyons” é ocasionado pela complexa configuração urbana, pela formação de ilhas de calor urbano e pela poluição, que tendem a diminuir a eficiência dos ventos, principalmente nos locais mais ao centro das urbes.

Rosenzweig et al.(2005) em um estudo de caso, realizado nas cidades de *Camden* e *Newark*, afirmam que temperaturas mais elevadas, especialmente nos centros urbanos, altamente pavimentados, podem criar zonas de ilhas de calor, gerando uma grande demanda de evaporação. Os autores completam que as cidades de *Camden* e *Newark* podem ser submetidas a altas zonas de ilhas de calor e grandes quantidades de poluentes que tendem a se proliferar pela cidade, à medida que as temperaturas se elevam, tonando a vida dos habitantes insalubre, ao longo dos anos, principalmente em localidades mais pobres.

Arifwidodo e Tanaka (2015) chamam a atenção para a formação de ilhas de calor. Os autores garantem que muitos fatores (naturais e antropogênicos) regulam a formação de ilhas de calor dentro das urbes. Os fatores naturais estão ligados à velocidade do vento, temperatura, nebulosidade e precipitação. Os fatores antropogênicos que influenciam na formação de ilhas de calor, segundo os autores, estão ligados ao recobrimento do solo (concreto ou asfalto) e a construção de muros que se aquecem mais rápido do que as superfícies de recobrimento vegetal. No estudo, os dados meteorológicos de 30 anos, comprovaram que houve um aumento

significativo na temperatura da cidade e a tendência é aumentar essa taxa ao longo dos anos.

Além dos problemas citados anteriormente, como, a formação de ilhas de calor, o aumento de altas temperaturas, morfologias urbanas inadequadas ao local que impedem a circulação dos ventos, proporcionando desconfortos térmicos, pode-se citar, também, a predisposição de doenças, causadas pela urbanização desordenada, como, câncer de pele, cólera, difteria entre outras. Diante disto, fica claro que o estudo do clima urbano se torna bastante intrincado quanto ao seu entendimento, causas e mitigações, tornando sua compreensão importante para a diminuição do caos que vivenciam as cidades atuais.

Araújo et al. (2015), em experimentos de laboratório, comprovaram que o *Aedes aegypti*, o mosquito popularmente conhecido como mosquito da dengue, se desenvolve e se prolifera de forma mais rápida, em áreas que apresentam altas temperaturas, formações de ilhas de calor, baixa umidade e com reduzida presença de áreas verdes. Os autores acreditam que estes resultados podem ser úteis na elaboração de estratégias de saúde pública para vigilância e prevenção da dengue em áreas semelhantes a São Paulo.

Em um estudo realizado na Tasmânia, os autores Lyth e Holbrook (2015) comprovaram que as mudanças climáticas urbanas podem sugerir vulnerabilidades relacionadas a doenças, e a Tasmânia, especificamente, pode ser afetada pelo Vírus Ross River (RRV) que é transmitido por uma ampla gama de mosquitos vetores, seus sintomas e a sua duração podem variar de pessoa para pessoa, mas o vírus pode provocar sintomas debilitantes como artrite, ou sintomas semelhantes à “síndrome da fadiga crônica”.

Segundo Shahmohamad et al. (2011), o revestimento inadequado de telhados e edificações pode aumentar a formação de ilhas de calor, o que gera, além, do aumento do consumo de energia e desconforto térmico urbano, doenças cardiovasculares e respiratórias, principalmente em áreas mais pobres.

Enfrentar os desafios relacionados com o microclima local, conforto térmico e a saúde pública vai exigir um empenho significativo por parte de todas as esferas da sociedade nacional e internacional.

Os esforços em estudar diretrizes que levem a um entendimento eficaz sobre o clima urbano tornam-se necessários, pois os estudos aqui apresentados demonstram que de fato as pesquisas estão corroborando em um melhor

entendimento dos efeitos adverso da exagerada expansão urbana, mas ainda há caminhos tortuosos que precisam de maiores investigações por parte dos tomadores de decisão e de pesquisadores, que tem grande influência em ações que mitiguem os efeitos antropogênicos sobre o mundo.

### 3.2 PRIMEIRAS ABORDAGENS EM TERRAS NACIONAIS

As modificações do ambiente urbano e por consequência do clima urbano, no Brasil se dá a partir do século XIX. Esse processo de crescimento urbano acelerado, nas terras *tupi guarani*, teve início nas cidades do Rio de Janeiro, São Paulo e Salvador.

As preocupações, com o crescimento desordenado do ambiente urbano brasileiro, segundo Lima et al. (2012, p. 629), “se deram a partir das décadas de 1950 e 1960 com investigações baseadas em teorias e metodologias internacionais, dentre essas a do professor Oke (1972), sobre as cidades do Rio de Janeiro e de São Paulo”; logo depois surge a teoria do Sistema Clima Urbano (S.C.U), publicada em 1976, proposta pelo professor e brasileiro Carlos Augusto de Figueiredo Monteiro.

Em sua proposta, Monteiro (1990, p. 11) defende a teoria do S.C.U. (Sistema Clima Urbano) como referência em estudo do clima urbano. O autor considera o clima das cidades como um: “sistema complexo, aberto, adaptativo que, ao receber energia do ambiente maior, no qual se insere, o transforma substancialmente a ponto de gerar uma produção exportada ao ambiente”.

Monteiro (1990) destaca que o estudo do clima urbano deve seguir uma conduta investigativa dentro do ambiente urbano, mundo de informações primárias e secundárias, colocando em mente a quebra do antagonismo entre o homem e a natureza, pondo como base a coparticipação entre eles. Monteiro (1990,) propõe três canais de percepção para o estudo do clima urbano;

- a) **O campo termodinâmico:** no qual se enfatizam estudos relacionados ao conforto térmico dentro do ambiente urbano;
- b) **O campo físico-químico:** no qual se enfatizam estudos voltados à qualidade e dinâmica do ar e sua relação com a cidade.
- c) **O campo hidro meteórico:** no qual se enfatizam questões voltadas para o impacto pluvial (enchentes), mecânicos (como os tornados) e elétricas

(tempestades), dentro do ambiente urbano.

A partir das proposições de Monteiro (1990), estudos com a abordagem climática urbana, foram promovidos no Brasil.

Lima et al. (2012, p. 635) afirmam que os estudos e pesquisas estão mais dirigidos no subsistema termodinâmico, e a tendência é que os estudos nessa área se intensifiquem ao longo dos anos. Os autores ainda alegam que:

“Esse aumento está relacionado às características tropicais brasileiras e a facilidade técnica/tecnológica que se adequam mais facilmente a elaboração de projetos dentro desse subsistema, se comparada aos subsistemas hidro meteórico e físico-químico”.

O certo é que as preocupações das questões que circundam o clima, o meio urbano, suas interações, impactos e mitigações, dentro do território nacional estão a cada dia tomando conta do pensamento humano. Isso pode ser comprovado por meio de estudos elaborados por pesquisadores de diversas áreas, que abordam diferentes enfoques com uma mesma preocupação.

Viana (2006) aponta que uma urbanização adequada das cidades deve ter como prioridade; um planejamento ambiental adequado às características climáticas do local e a proteção e introdução de áreas verdes. Sem esses elementos em associação, as altas temperaturas poderão tornar esses espaços urbanos insalubres.

Amorim (2005), afirma quer em solos mais impermeabilizados, construídos a partir de materiais inadequados, a formação e concentração de ilha de calor se tornam inevitáveis, devendo-se levar em consideração a proteção das áreas verdes, rios, nascentes e lagos.

De acordo com Costa et., al. (201, p. 9), em um estudo realizado no campus da UNIFOR, seria interessante para o microclima local:

[...] a redução de áreas pavimentadas, a implantação de cobertura vegetal, bem como de elementos artificiais de proteção como caramanchões e passarelas. Mesmo não sendo possível evitar a pavimentação artificial deve-se priorizar a utilização de pisos que apresentem cores claras e que possuam pouca capacidade térmica.

Mendonça e Assis (2004); Carfan et al. (2010) e Nogueira (2011); apontam que o clima local e a sua qualidade podem ser alterados pelo adensamento, pela complexa estrutura e configuração urbana de uma cidade.

Sobreira, et al. (2011, p. 136), afirmam que “a temperatura do ar na cidade de

João Pessoa está ligada ao aumento da expansão urbana da cidade nos últimos 26 anos". Nesse contexto, pode se afirmar que quanto maior a malha urbana de uma cidade (em áreas tropicais), maior será o aumento do microclima local.

Freitas (2015) verificou que o índice de desconforto térmico (IDT) variou em demasia e que se um planejamento adequado à realidade do campus I-UFPB não for posto em prática, em um futuro próximo, poderá haver fortes níveis de desconforto térmico ao longo dos anos.

Franco et al. (2010) destacam, de forma veemente, que o uso da arborização no ambiente urbano possui diversos contextos de uso, tanto para a cidade como para seus habitantes.

Carvalho (2001) evidencia que o parque das Dunas que é composto de uma grande área verde e merece atenção urgente, pois o parque contribui de maneira significativa sobre o clima da cidade de Natal. A autora afirma que, caso o Parque das Dunas não existisse, a cidade certamente seria engolida pela areia e o microclima da cidade seria composto por temperaturas mais elevadas que as atuais.

Gomes e Soares (2003, p. 27 e 28), afirmam que;

[...] medidas como a arborização de vias públicas, praças, vazios urbanos, principalmente com espécies nativas, podem contribuir significativamente para a amenização do clima urbano e, sobretudo, para a melhoria da qualidade de vida humana. [...] Faz-se necessário uma ação mais efetiva por parte do poder público no que se refere à arborização dos diversos espaços públicos dessas cidades que se encontram, em grande parte, na condição de vazios urbanos. À população, cabe pressionar a máquina administrativa para que estas ações se concretizem e não constem apenas nas leis. A preocupação com a preservação do verde nos espaços públicos deve ser uma constante para todos os cidadãos, poder público e profissionais da área, no sentido de se entender que a cidade, quando cultivada e mantida a educação ambiental, constitui um ambiente mais saudável para a vida humana e, portanto mais propício ao crescimento das espécies vegetais. Assim sendo, todos os cidadãos desempenham papel importante na sua manutenção. Essa cumplicidade entre todas as esferas presentes no espaço urbano é a condição básica para o alcance de uma melhor qualidade ambiental urbana e um padrão mínimo de qualidade de vida humana.

## CAPÍTULO 4 - CLIMA, PLANEJAMENTO E QUALIDADE DE VIDA

---

De fato, os crescimentos urbanos e industriais se tornam inevitáveis devido as crescentes demandas populacionais. O avanço tecnológico nas mais diversas áreas; principalmente ás ligadas à saúde, ao aumento na expectativa de vida das pessoas, a diminuição da mortalidade infantil, dentre outros, são fatores que determinam o aumento na taxa de crescimento de uma determinada população. Esse processo de desenvolvimento e crescimento da sociedade moderna exerce pressões sobre o meio natural, que oferece matéria prima na produção e construção do crescimento antropogênico.

Os recursos naturais são os mantenedores da boa qualidade de vida dos seres vivos sobre a terra. E o homem é o principal agente na modificação e perturbação do equilíbrio harmonioso entre os recursos naturais, o clima e os seres vivos, visto que todos interagem entre si e perturbações extras podem quebrar esse elo de interação natural.

Mas, mesmo sabendo dessa dependência, o homem da atualidade ainda peca no trato aos recursos naturais e que trazem inúmeras consequências, especialmente sobre o clima e sua própria manutenção de vida. O pensamento do “eu-somente-eu”, traz à tona um pensamento capitalista severo, onde o mais importante é crescer e multiplicar a qualquer custo. O homem tem se esquecido do seu verdadeiro eu, o “eu-natureza”, pois de fato, o homem desde os primórdios da criação é a essência sublime e perfeita da natureza, e quando o homem se contrapõe a sua própria essência, a sua destruição é inevitável.

Apesar de tudo, o “eu-natural” tem suscitado, aos poucos, esforços em promover o uso racional e sustentável dos recursos naturais, tem surgido em todas as esferas da sociedade, inclusive a mundial. E isso pode ser comprovado através de avanços na área de estudos e pesquisas que contribuem na promoção de tecnologias e metodologias que levam a caminhos “sustentáveis”, propiciando a mitigação sobre os impactos antropogênicos sobre o meio.

Segundo Krieger (2004, p. 5) existem diversas soluções para diminuir os efeitos negativos da urbanização como, por exemplo, “a redução de emissões através de aplicação de legislação mais rígida, o aumento significativo de áreas verdes, principalmente nas metrópoles, etc.”.

Mario (2012, p. 78) “enfatiza a importância de se realizar, um estudo

preliminar da dispersão de partículas contaminantes, juntamente com o estudo do regime urbanístico da cidade, propiciando a melhora na qualidade de vida dos cidadãos e do ambiente”.

Correia et al. (2012) e Wong et al. (2011) comentam que o uso de tecnologias de geoprocessamento pode ser eficiente ao planejamento e ordenamento urbano, podendo inclusive, a partir da situação atual, prever possíveis condições adversas para o futuro.

Ao longo dos estudos do clima urbano, muitos mistérios foram desvendados, contribuindo na expansão de metodologias e tecnologia que tem o intuito de diminuir os efeitos que a sociedade urbana gera. Dentre as formas de atenuação antropogênica, podemos citar; os telhados verdes e brancos, a construção de edifícios sobre pilotis, a arborização de ruas, praças, parques e residências, a não construção de prédios muito altos na linha da orla, a substituição de materiais na construção de vias e moradias, por materiais que viabilizam o conforto térmico, a limpeza de rios e ruas e etc.

Leite (200, p.8) observou que “o desconforto térmico relacionado à ventilação está associado à verticalização, a ausência de recuos mínimos entre os edifícios a tipologia adotada”.

Silva et al. (2011, p.45) asseguram que;

Conhecendo os benefícios e possibilidades dos processos de ventilação natural assim como a implantação da vegetação nas cidades, propiciando o conforto térmico humano, pode-se concluir um ambiente naturalmente sombreado, refrigerado e ventilado pode ser totalmente eficiente para o conforto, contribuindo para a eficiência energética, desde que se compreendam as condicionais para o conforto e as leis de movimentação de ar, seus efeitos e suas possibilidades assim como as propriedades específicas de cada espécie vegetal (características de sombreamento e evapotranspiração), ainda pouco investigada pela comunidade científica.

Susca et al. (2011, p. 2126) articulam que a conversão de telhados pretos em telhados verdes, pode trazer benefícios como, o aumento do conforto térmico urbano, a diminuição do consumo de energia por parte da população, “a gestão de águas pluviais, a melhoria da qualidade do ar, e o aumento da biodiversidade de plantas e animais”.

Barbosa (2008, p.10) explana que;

A sustentabilidade consiste em encontrar meios de produção, distribuição e consumo dos recursos existentes de forma mais coesiva, economicamente eficaz e ecologicamente viável. Um dos desafios da sustentabilidade

ambiental urbana é a conscientização de que esta é um processo a ser percorrido e não algo definitivo a ser alcançado. A busca por uma conceituação urbana sustentável trás consigo uma série de proposições e estratégias que buscam atuar em níveis tanto locais quanto globais. Priorizar o desenvolvimento social e humano com capacidade de suporte ambiental, gerando cidades produtoras com atividades que podem ser acessadas por todos é uma forma de valorização do espaço incorporando os elementos naturais e sociais.

Outro fator importante é a quantidade de veículos automotores dentro da cidade, a poluição gerada pela emissão de Co<sub>2</sub>, é a principal causa da poluição, bem como de doenças respiratórias. A sugestão para o caso do crescimento da frota de veículos dentro das urbes é o trabalho entre os diversos modais de transportes, alternando entre o transporte particular, a bicicleta, ônibus, trens, o passeio a pé e etc., mas para que isso aconteça, é necessário o planejamento de vias, respeitando as necessidades de cada modal e principalmente os pedestres. Com isso, deve-se priorizar a cidade criada para pessoas e não para carros.

Brasileiro e Hiratsuka (2009, p. 110) asseguram que a utilização do transporte multimodal (utilização de vários modos de transporte para um mesmo produto ou pessoa) se torna mais eficiente, para o meio ambiente, que unicamente o transporte rodoviário, visto que, o transporte multimodal “polui menos, reduz os acidentes, diminui o tráfego de caminhões e contribui para o menor desgaste das vias”.

Krüger et al. (2010) apontam que o planejamento de vias automotivas deve ser repensado, priorizando a áreas verdes em seu entorno.

Firman et al. (2011) argumentam que há necessidade de reforçar o planejar, o coordenar e o executar programas de desenvolvimento social, econômico, regional e sustentável, a fim de garantir a sustentabilidade da cidade. Os autores afirmam que falta um maior engajamento por parte dos governantes em solucionar os problemas da cidade.

De fato os estudos nacionais e internacionais, estão em sintonia, corroborando em um melhor entendimento dos efeitos adversos de exagerada expansão urbana.

O pensamento capitalista, atrelado ao poder e a falta de conscientização ambiental, são os principais entraves que devem ser repensados, para que o desenvolvimento mais consciente das cidades seja posto em prática. As preocupações com o microclima urbano das cidades trouxe grandes avanços, principalmente, sobre o entendimento das dinâmicas climáticas, como também no avanço em estudos e aplicações de tecnologias verdes que buscam mitigar os

efeitos antropogênicos sobre o mundo.

Contudo, vale lembrar que a conscientização sobre os problemas das dinâmicas dos efeitos antropogênicos sobre o meio natural, ainda tem caminhos tortuosos que precisam de mais esforços por parte dos tomadores de decisão e de pesquisadores, na construção de um mundo mais verde e menos urbanizado.

## CAPÍTULO 5 - PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

### 5.1 UNIVERSO DE ESTUDO

A pesquisa foi realizada no Campus IV da UFPB, o mesmo, localiza-se no município de Rio Tinto, na Mesorregião da Mata Paraibana no Estado da Paraíba, entre as coordenadas geográficas  $06^{\circ}39'20''$  e  $06^{\circ}56'40''$  de latitude sul  $35^{\circ}4'00''$  e  $35^{\circ}6'00''$  de longitude oeste (Figura 1).

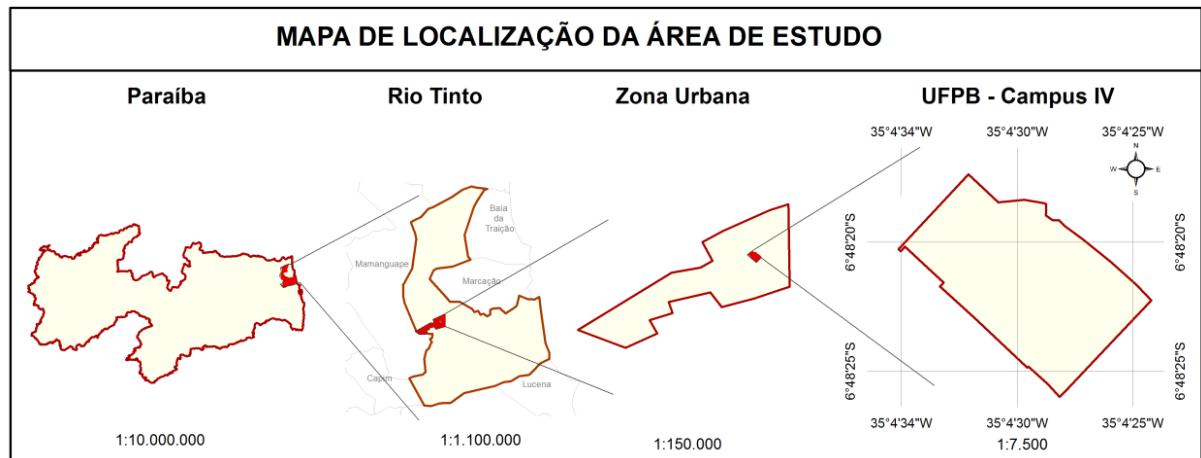


Figura 1- Localização do universo de estudo.

A cidade (Figura 2) de Rio Tinto-PB situa-se em uma zona litorânea, caracterizada pela vegetação de remanescentes de Mata Atlântica, espalhadas ao longo de sua área territorial e permanece parte do ano dentro da faixa de influência dos ventos alísios de sudeste.

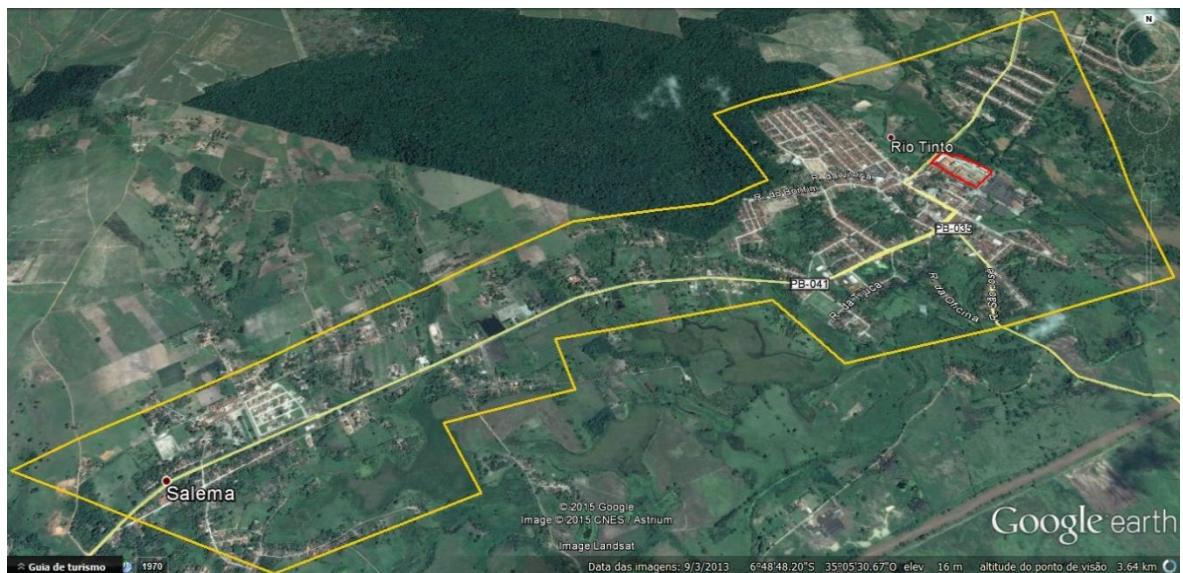


Figura 2- Localização do universo de estudo, em vermelho, dentro da malha urbana de Rio Tinto.  
Fonte: Google Earth 2015.

Segundo o CPRM e org.(2005, p.4) a área de estudo está inserida;

Na unidade Geoambiental dos *Tabuleiros Costeiros*. Esta unidade acompanha o litoral de todo o nordeste, apresenta altitude média de 50 a 100 metros. [...] De modo geral, os solos são profundos e de baixa fertilidade natural. O clima é do tipo *Tropical Chuvoso* com verão seco. O período chuvoso começa no outono tendo início em fevereiro e término em outubro. A precipitação média anual é de 1.634,2 mm. A vegetação é predominantemente do tipo *Floresta Subperenifólia*, com partes de *Floresta Subcaducifólia* e *Cerrado/ Floresta*. Os solos dessa unidade geoambiental são representados pelos *Latossolos* e *Podzólicos* nos topo de chapadas e topo residuais; pelos *Podzólicos com Fregipan*, *Podzólicos Plinticos* e *Podzóis* nas pequenas depressões nos tabuleiros; pelos *Podzólicos Concretionários* em áreas dissecadas e encostas e *Gleissolos* e *Solos Aluviais* nas áreas de várzeas.

Em atividade há, aproximadamente, nove anos, o campus IV-UFPB, encontra-se, em fase de construção, dentro de um terreno das antigas instalações da Fábrica de Tecidos Rio Tinto. O terreno onde foi construído o campus tem aproximadamente 3,8 ha (Figura 3).

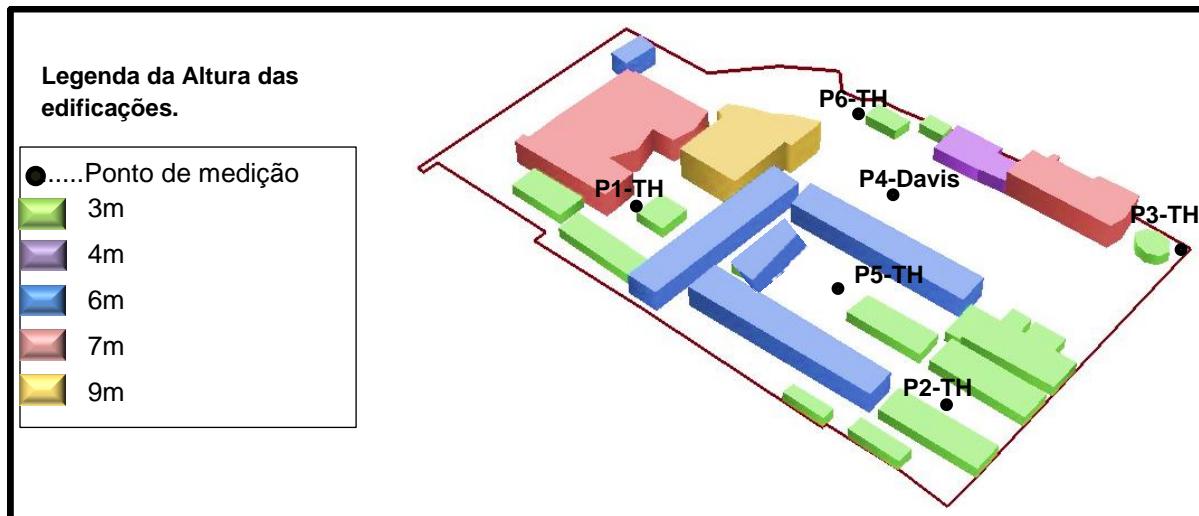
Em seu entorno, pode-se encontrar uma faixa de Mata Atlântica, rios, residências, comércios, e instalações da antiga fábrica.



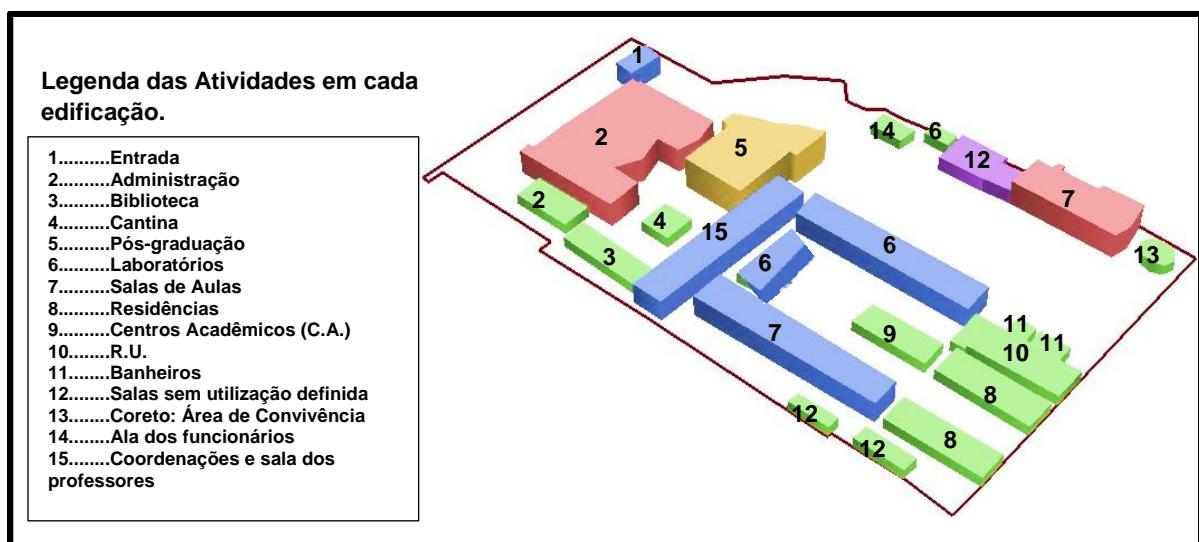
Figura 3- Localização do universo de estudo e seu entorno. Fonte: Google Earth 2015.

Vale lembrar que algumas edificações, da antiga fábrica, foram preservadas e reformadas, nos quais funcionam salas de aula. Seu complexo arquitetônico é composto por edificações que atingem de 3 m a 9 m de altura. Dentro do Campus IV-UFPB, podemos encontrar, aproximadamente, 22 edificações, nas quais são

realizadas diversas atividades, como demonstra a Figura 4.

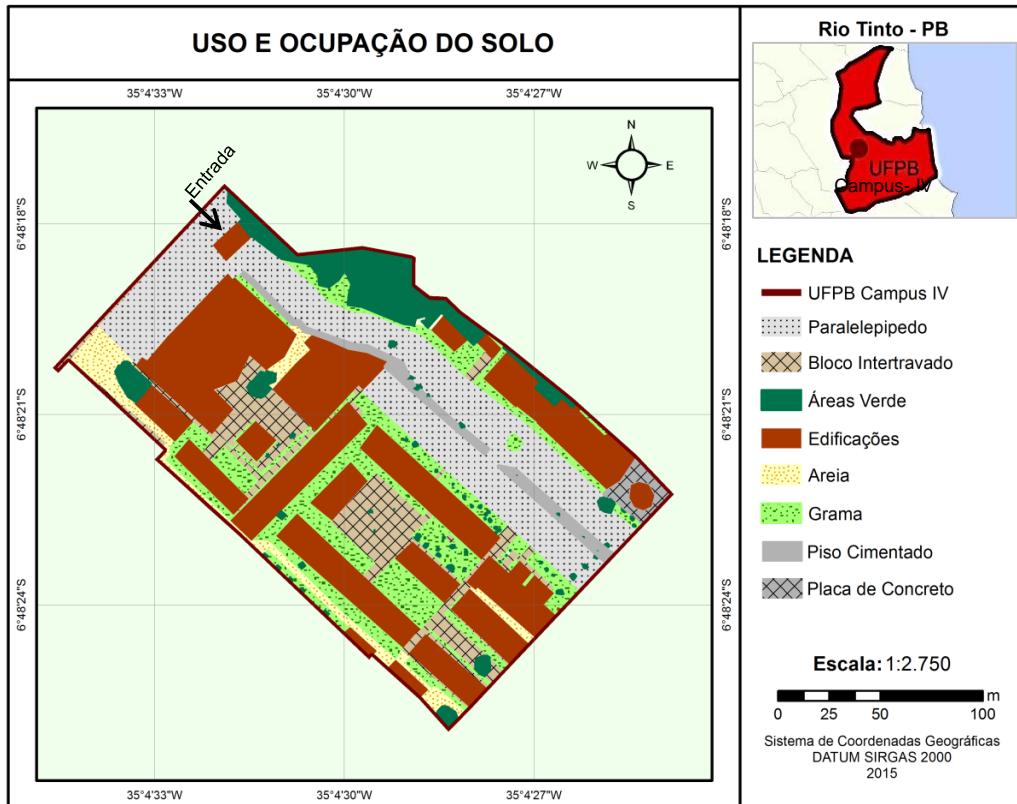


**Figura 4-** Maquete tridimensional da altura das edificações presentes no Campus IV-UFPB



**Figura 5-** Maquete tridimensional das atividades realizadas em cada edificação.

O campus IV-UFPB apresenta diversos tipos de recobrimento do solo (Mapa 1), tais como placas de concreto, piso cimentado, bloco intertravado de concreto, gramíneas, solo exposto arenoso, paralelepípedo, área verde (arbóreas e arbustivas).



**Mapa 1-** Caracterização de uso e ocupação do solo do Campus IV-UFPB.

## 5.2 ETAPAS DO ESTUDO METODOLÓGICO

Visando ordenar a execução deste trabalho de pesquisa, optou-se metodologicamente em dividi-lo em cinco etapas:

### 1<sup>a</sup> Etapa - Pesquisa documental

Nesta etapa, teve-se como objetivo principal a escolha da área de pesquisa, a coleta de dados a respeito da temática em questão e a coleta de informações a respeito da área de estudo. Dividido em três fases:

**1<sup>a</sup> Fase** - Revisão bibliográfica acerca do microclima urbano, seus desarranjos, a solução e/ou mitigação do inevitável crescimento urbano.

**2<sup>a</sup> Fase** - Escolha da área de estudo: Em um levantamento a respeito da problemática do clima urbano, constatou-se que a abordagem microclimática abrange várias esferas da cidade e uma delas é o campo térmico urbano. A escolha do Campus IV-UFPB deu-se devido às problemáticas do inchaço desordenado dos campi universitários do Brasil, que representam fragmentos do espaço geográfico urbanizado. Outro fato importante na escolha do Campus IV-UFPB, foi devido à falta de estudos mais detalhados a respeito de suas condições microclimáticas, visando o subsídio a um planejamento e ordenamento mais eficiente para o local.

**3<sup>a</sup> Fase** – Levantamento dos aspectos físicos e fotográfico do Campus IV-UFPB, objetivando a caracterização da área de estudo.

**4<sup>a</sup> Fase** – Para possíveis constatações e avaliações foram utilizados os dados médios anuais de temperatura, umidade relativa e precipitação acumulada (1991 a 2015) do INMET-João Pessoa, nos meses de março a abril para o período seco e de junho a junho para o período chuvoso.

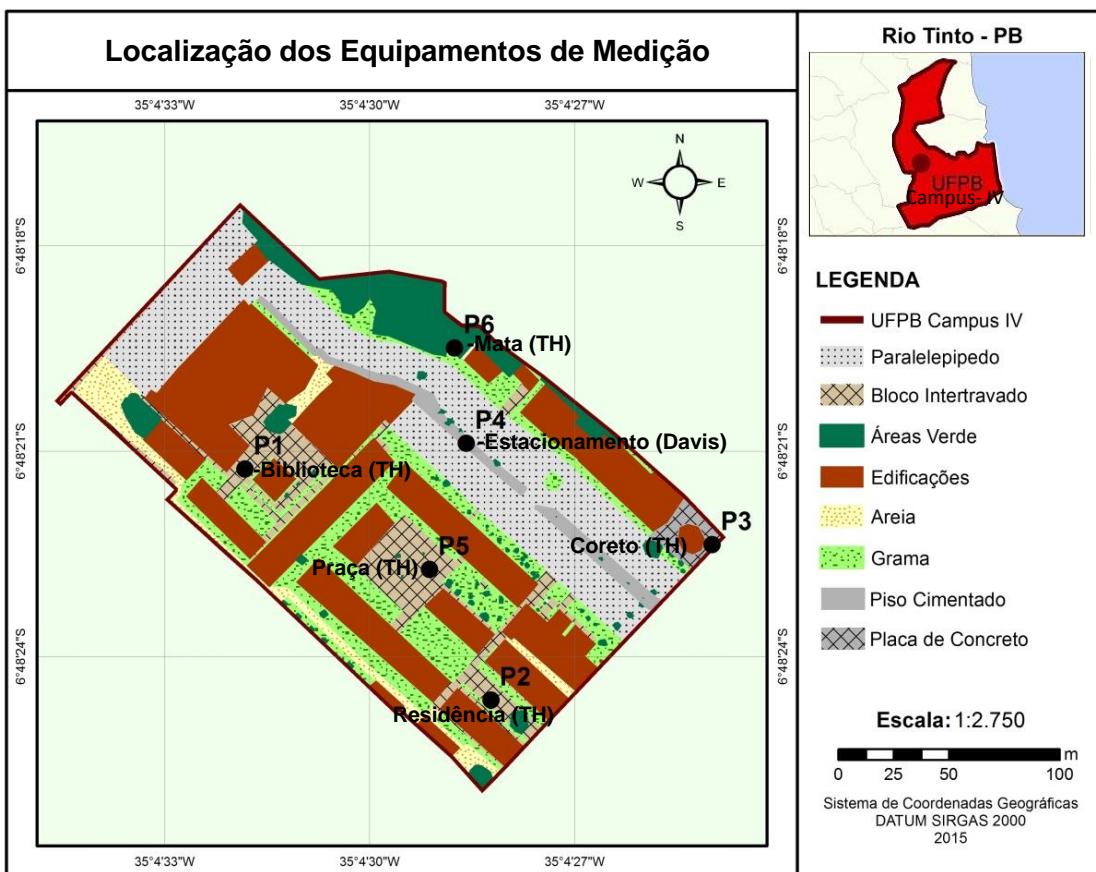
## **2<sup>a</sup> Etapa - Escolha dos pontos e calibração dos equipamentos**

Nesta etapa objetivou-se a escolha e calibração dos equipamentos utilizados na pesquisa. Dividido em quatro fases:

**1<sup>a</sup> Fase**- Foram escolhidos e georeferenciados, conforme tabela 1, seis pontos de medição, em um raio de 30m, dentro do Campus IV-UFPB. Cada local selecionado para a instalação dos equipamentos de medição (Mapa 2) foi escolhido, de acordo com os aspectos semelhantes em relação ao recobrimento do solo, neste caso, revestimento de composição concreto, com exceção do P6, que foi selecionado próximo á mata, para constatar possíveis diferenciações microclimáticas dentro do Campus IV-UFPB.

**Tabela 1-** Localização dos pontos experimentais de medição em coordenadas geográficas Campus IV.

Ponto	Localização dos pontos	Tipo de equipamento	Latitude "X"	Longitude "Y"
P01	Biblioteca (TH)	<i>Termo higrômetro</i>	06°48'21,26"S	35°04'31,83"W
P02	Residências universitárias (TH)	<i>Termo higrômetro</i>	06°48'24,63"S	35°04'28,22"W
P03	Coreto (TH)	<i>Termo higrômetro</i>	06°48'22,36"S	35°04'24,99"W
P04	Estacionamento (Davis)	<i>Davis</i>	06°48'20,88"S	35°04'28,58"W
P05	Praça (TH)	<i>Termo higrômetro</i>	06°48'22,73"S	35°04'29,12"W
P06	Mata (TH)	<i>Termo higrômetro</i>	06°48'19,57"S	35°04'28,57"W



**Mapa 2- Localização dos equipamentos dentro do Campus IV**

**2<sup>a</sup> Fase** - Para as coletas dos dados, contou-se com cinco termômetros higrômetros, *datalogger* do tipo *Hobbo*, que foram acoplados em câmaras adequadas (Figura 6), que possibilitam coletas de dados de temperatura, de umidade, bem como uma (1) estação meteorológica do tipo *Vantage Pro®*, (Figura 7). Esta última permite a coleta de diversos dados climáticos, dentre eles, os dados de temperatura, umidade, chuva e velocidade, e direção dos ventos, que foram utilizados nesta pesquisa.



**Figura 6-** Termo higrômetro e montagem do mesmo, dentro da câmara de proteção, sobre tripé.



**Figura 7-** Estação Davis montada sobre tripé.

**3<sup>a</sup> Fase** - Para a caracterização de cada ponto de medição foi delimitado um raio de 30m.

**4<sup>a</sup> Fase** - A calibração dos equipamentos, ver apêndice, se deu junto ao INPE-RN. Em sequência, os equipamentos foram instalados em campo durante duas semanas, antes do início das medições propriamente ditas, visando a testar o funcionamento dos equipamentos.

### **3<sup>a</sup> Etapa - Instalação dos equipamentos de medição**

Nesta etapa foram instalados os equipamentos de medição, bem como, realizadas a configuração do tempo de medição de cada equipamento. A execução dessa etapa deu-se em duas fases:

**1<sup>a</sup> Fase** - Depois de realizada a calibração e a escolha dos pontos, os instrumentos de medição foram programados para coletar dados horários. As medições iniciaram-se no dia 03 de março até o dia 07 de abril de 2015, para o período seco, e do dia 09 de junho até o dia 13 de Julho de 2015, para o período chuvoso, totalizando 35 dias para ambos os períodos. Foram considerados dados válidos, os medidos após 24 horas do dia da instalação dos instrumentos.

**2<sup>a</sup> Fase** - Os equipamentos foram adaptados sobre tripés a 1,50 m do solo. Os termo higrômetros foram acoplados em uma câmara própria para proteção dos mesmos que permitem a passagem eficiente da ventilação. Tanto a Estação Davis, quanto os termo higrômetros foram programados para registrar dados horários, ou seja, a cada hora.

### **4<sup>a</sup> Etapa - Análise dos dados obtidos**

Nesta etapa a coleta e análise de dados foram subdivididas em quatro fases:

**1<sup>a</sup> Fase** - Nesta fase foram coletados os dados dos instrumentos de medição, no período seco, bem como a retirada e manutenção dos equipamentos. O mesmo processo de instalação e coleta de dados foi efetivado para o período chuvoso.

**2<sup>a</sup> Fase** - Com os dados coletados pelos equipamentos de medição, do período seco e chuvoso, foram realizadas as médias diárias, semanais e gerais de cada ponto e geral por período.

**3<sup>a</sup> Fase** - Foram confeccionados mapas do uso e recobrimento do solo e dos

pontos de medição, utilizando o *Arcgis 10.1* (licenciado para o IFPB-Campus Picuí), com imagens do *Google Earth®2013*. Para confecção das rosas-dos-ventos, foi utilizado o *WRPLOT View Freeware™ 7.0.0*. Para a confecção das maquetes tridimensionais das edificações, foram utilizados o *Arcgis 1.1* e o *Arcscene*. Estes mapas possibilitam o diagnóstico termo ambiental no Campus IV-UFPB.

### **5<sup>a</sup> Etapa - Sugestões ao planejamento do Campus IV-UFPB**

Com base nos dados resultantes foram elaboradas sugestões ambientais, visando ao planejamento urbano do Campus IV-UFPB.

### **5.3 SISTEMATIZAÇÃO DOS DADOS**

Para a análise dos dados foram definidos os seguintes critérios;

- Para a caracterização das áreas do entorno dos pontos de medição, foi delimitado um raio de 30 m;
- Os dados da pesquisa foram baseados em médias: de cada ponto, diárias e por período;
- A média por período (seco e chuvoso) das variáveis temperatura e umidade (sendo essa comum a todos os equipamentos) é a soma das médias gerais de cada ponto, dividido pelo total de pontos (6);
- A média geral do ponto é a soma das médias diárias, divididas pela quantidade de dias. Esse cálculo foi realizado em cada ponto de medição;
- Para obter a média do dia (de temperatura e umidade) foram somadas as médias diárias de cada dia, em cada ponto e divido pelo total de pontos;
- Para a confecção da imagem tridimensional, utilizou-se o *Arcscene* e o *Arcgis 10.1*;
- Para a confecção dos demais mapas, foi utilizado, o *Arcgis 10.1* juntamente com o banco de dados do *Excel* e das linhas e poligonais, retiradas do *Google Earth* na cidade de rio Tinto;
- Foi estimada a quantificação dos tipos de cobertura do solo, no raio de 30m em cada ponto de medição, em  $m^2$  e em porcentagem (%);
- Para a quantificação como área verde, foi levada em consideração indivíduos

com alturas a partir de 1,50 m;

- Para a estimativa do valor da fachada (do revestimento vertical), em cada ponto de medição, foi realizado o cálculo: Base (comprimento da edificação) vezes (X) Altura (altura de cada edificação);
- Foi realizada a análise estatística descritiva com os dados de cada ponto, nos períodos seco e chuvoso;
- Para a análise de ICU (ilha de calor urbana), foi realizado o cálculo que mede a diferença entre, a média de temperatura da área mais rural/arborizada/natural (em comparação com áreas mais urbanizadas), com a média da área urbanizada. E o local escolhido como ponto de referência para área “natural”, foi o P6-Mata, pois, este ponto, dentro do Campus IV-UFPB é que mais se assemelha ao ambiente “natural”;
- O método de interpolação utilizado foi baseado na Polinomial Local e Funções de Base Radial (FBR) (Silveira et., al 2014).
- Para possíveis constatações e avaliações foram utilizados os dados das médias anuais referente às seguintes variáveis: umidade relativa, temperatura e precipitação acumulada do INMET-JP dos últimos 25 anos, nos mesmos meses de coleta dos dados do Campus IV-UFPB.

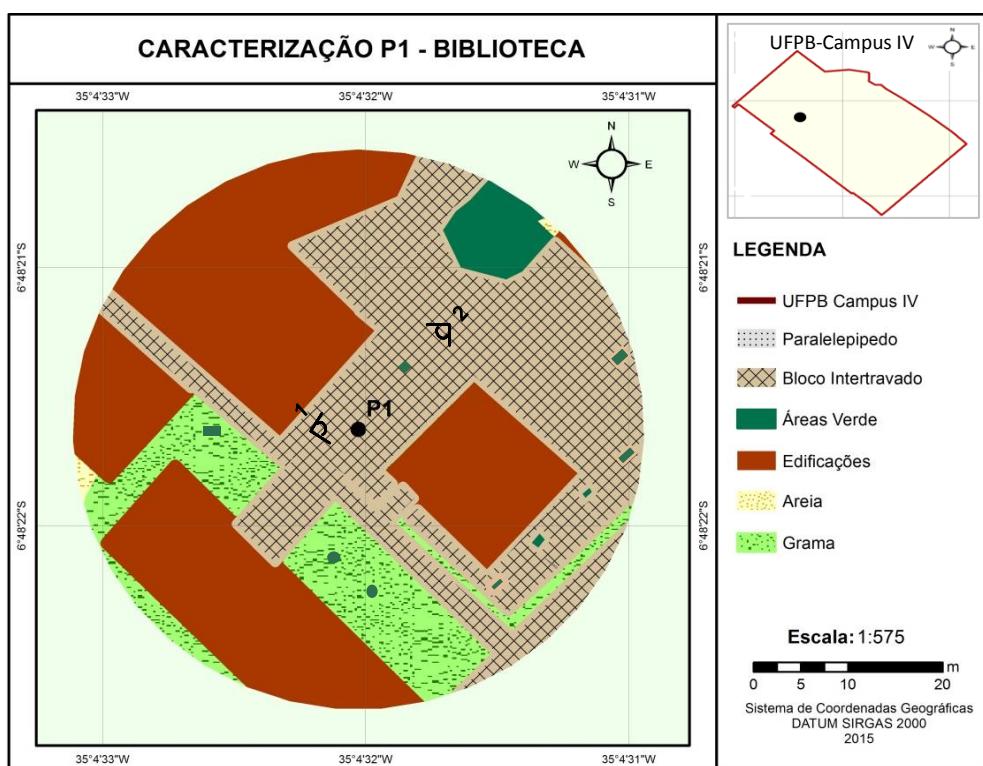
## CAPÍTULO 6-ANÁLISE E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

### 6.1 CARACTERIZAÇÃO DAS ÁREAS DO ENTORNO DOS PONTOS DE MEDIÇÃO

Foi delimitado um raio de 30 m, para a descrição e caracterização de cada ponto de medição e seu entorno.

#### P1-Biblioteca

O ponto de medição denominado P1- Biblioteca é caracterizado por uma área, (Mapa 3), totalmente cercada por edificações que variam de 3 a 9 m de altura. A presença de vegetação arbórea e arbustiva é de pequena quantidade, chegando a aproximadamente sete indivíduos (considerados a partir de 1,50 m de altura).

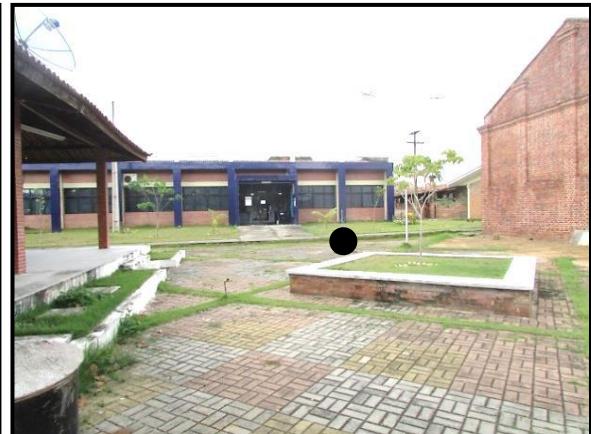


Mapa 3- Caracterização do P1-Biblioteca.

Os ângulos 1 e 2, sobre o Mapa 3, representam os locais onde as figuras 8 e 9 foram produzidas. O círculo preto sobre as fotos 8 e 9 representam, aproximadamente, o local de instalação do equipamento de medição.

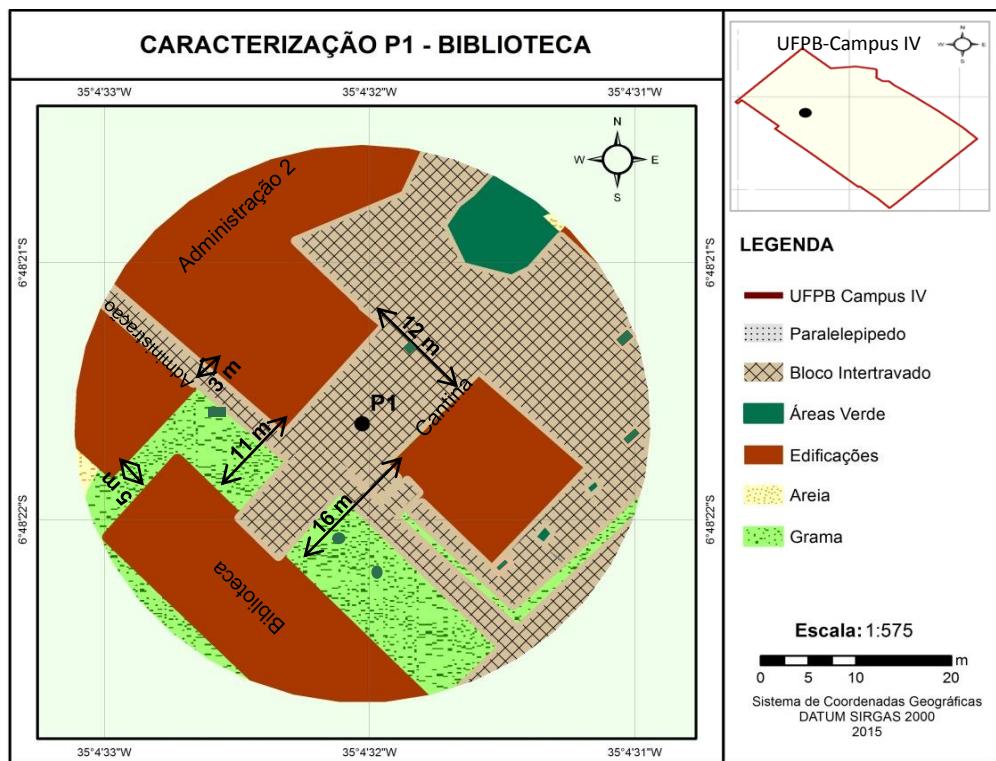


**Figura 8- P1-Biblioteca (Vista Leste) ângulo 1..**



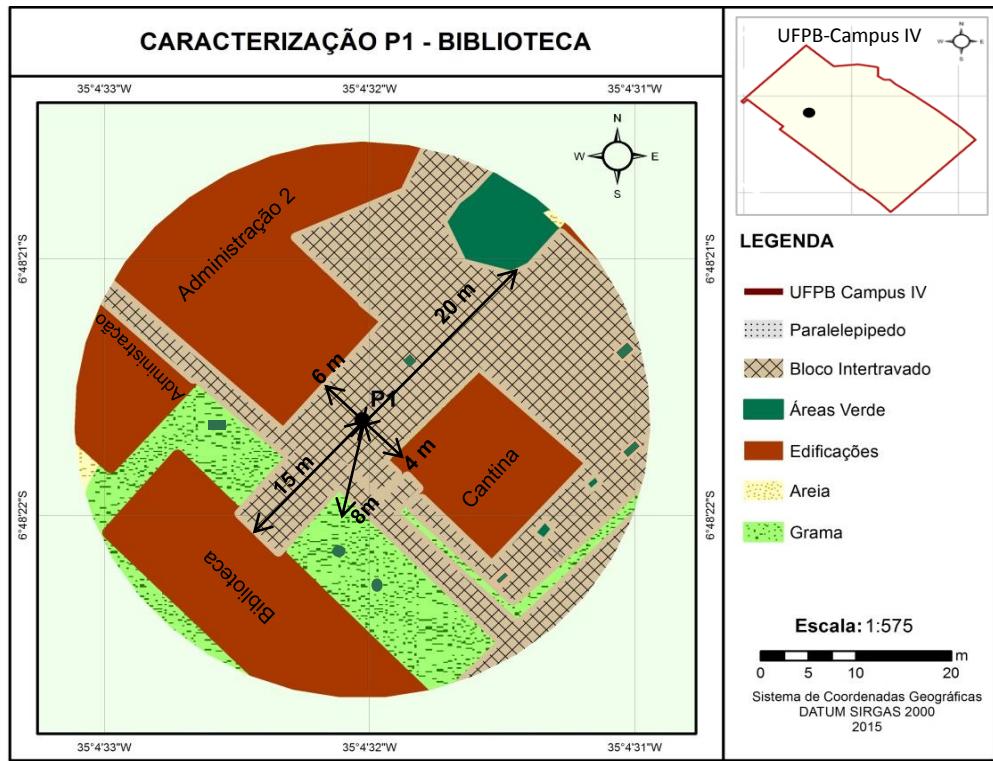
**Figura 9- P1-Biblioteca (Vista Sudoeste) ângulo 2.**

A distância entre as edificações circundantes ao ponto de medição (Mapa 4) variaram entre 3 e 16 m, aproximadamente.



**Mapa 4- Medidas de distância entre as edificações que circundam o ponto de medição.**

Já a distância entre os componentes urbanos e o ponto de medição variaram entre 4 e 20 m, aproximadamente.



**Mapa 5-** Medidas de distância entre os componentes urbanos e o ponto de medição.

As edificações no P1-Biblioteca, em sua maioria, são compostas por revestimentos do tipo tijolo de barro cozido com detalhes de concreto. O prédio da biblioteca contém pequenos detalhes de revestimento de cerâmica azul. A cobertura de todas as edificações, presentes nesse ponto, é do tipo telhado cerâmico de argila/barro cozido.

A área da fachada, das edificações que estão voltadas para o P1-Biblioteca, são os blocos: da administração 2, com aproximadamente 98 m<sup>2</sup> e o bloco da biblioteca que tem aproximadamente, 106 m<sup>2</sup>.

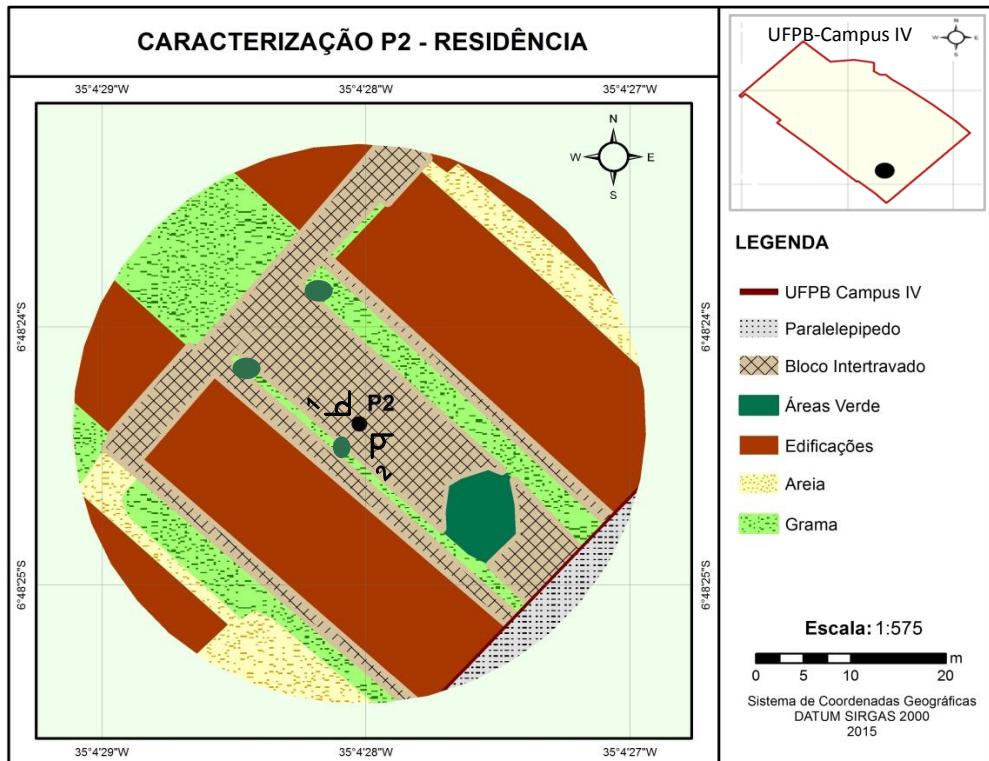
A Tabela 2 representa a quantificação do tipo de cobertura do solo no P1-Biblioteca. Nela pode-se perceber que o maior valor cobertura do solo no P1-Biblioteca é de mais de 40% para as edificações, seguido de bloco intertravado com mais de 35%.

**Tabela 2-** Quantificação aproximada, dos valores de uso e ocupação do solo, no P1-Biblioteca.

P1-Biblioteca		
Tipo de uso	Valor (m <sup>2</sup> )	Valor (%)
Grama	528,19	17
Área verde	96,23	4
Bloco Intertravado	1010,4	36
Paralelepípedo	-	0
Edificação (área de cobertura)	1182,24	42
Areia	10,37	1
<b>Total</b>	<b>2827,43</b>	<b>100</b>

## P2-Residência

O ponto de medição denominado Residência é caracterizado por edificações que variam de 3 a 9 m de altura. A presença de vegetação arbórea e arbustiva é de pequena quantidade, chegando a um total de aproximadamente quatro indivíduos (Mapa 6).



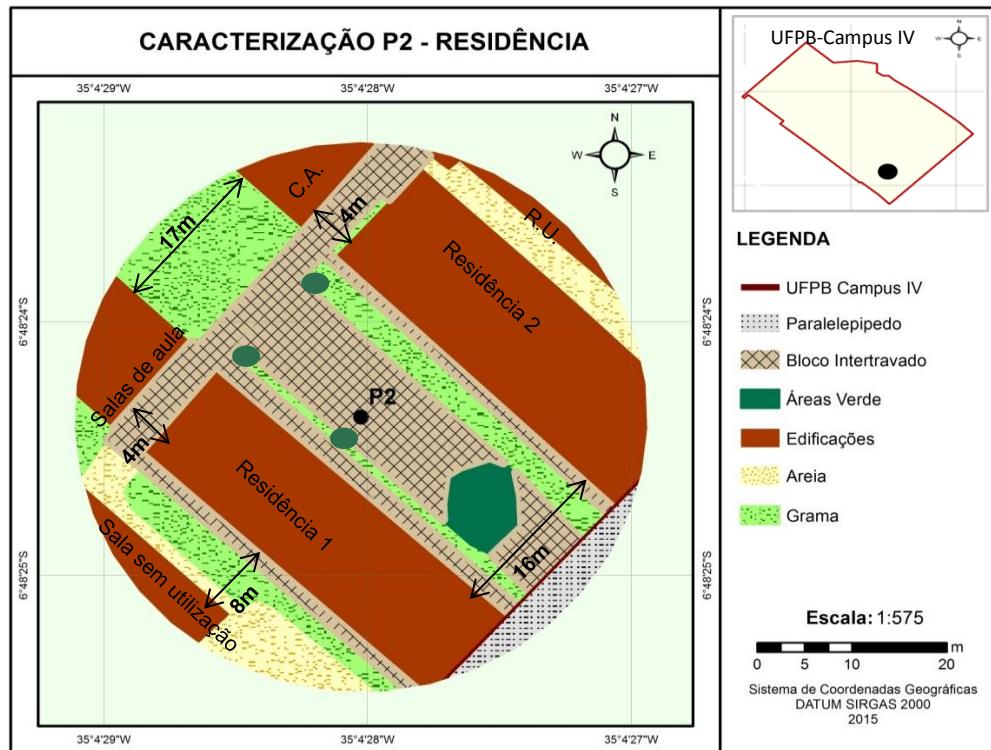
Mapa 6- Caracterização do P2-Residência.

Os ângulos 1 e 2, sobre o mapa 6, representam os locais onde as fotos 10 e 11 foram produzidas. O círculo preto sobre as Figuras 10 e 11 representam, aproximadamente, o local de instalação do equipamento de medição.



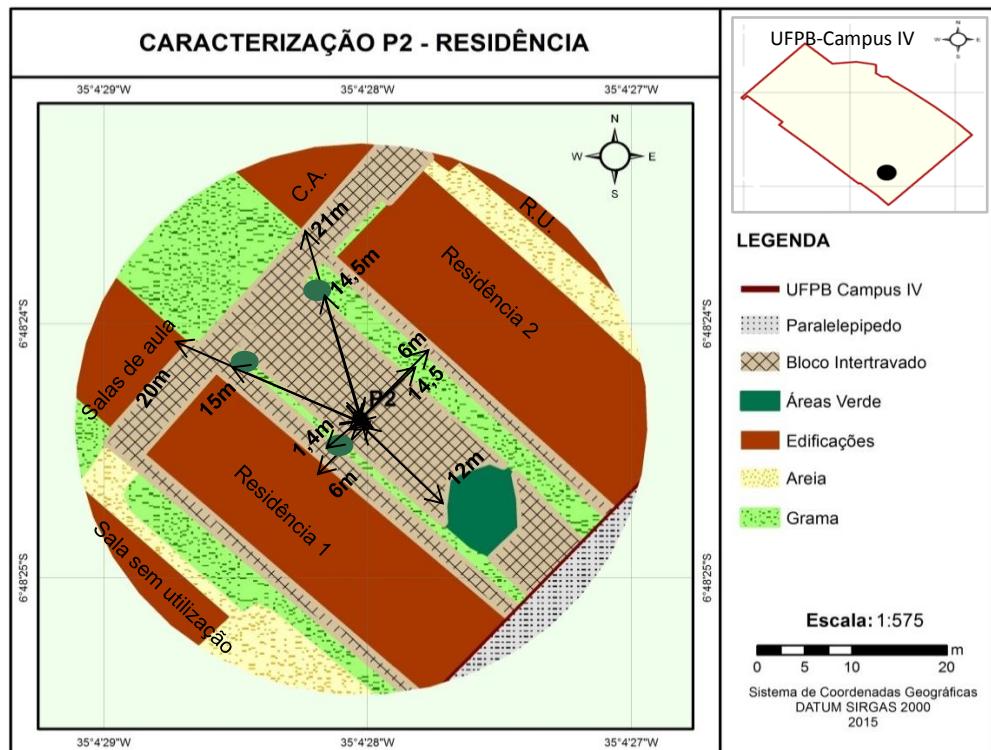
Figura 10- P2-Residência (Vista Noroeste), ângulo 1. Figura 11- P2-Residências (Vista sudeste), ângulo 2.

A distância entre as edificações circundantes, ao ponto, (Mapa 7) variaram entre, 4 e 17 m, aproximadamente.



**Mapa 7- Medidas de distância entre as edificações que circundam o ponto.**

Já a distância entre os componentes urbanos e o ponto de medição (Mapa 8) variaram entre 1,4 e 24 m, aproximadamente.



**Mapa 8- Medidas de distância entre os componentes urbanos e o ponto de medição.**

As edificações, presentes nesse ponto, são compostas por revestimentos do tipo tijolo de barro cozido, com pequenos detalhes de concreto. A cobertura de todas as edificações presentes nesse ponto é do tipo telhado cerâmico de argila/barro cozido.

A área da fachada das edificações que estão voltadas para o ponto de medição, no raio de 30 m, são os blocos das residências 1 e 2 com aproximadamente 120 m<sup>2</sup> em ambas fachadas.

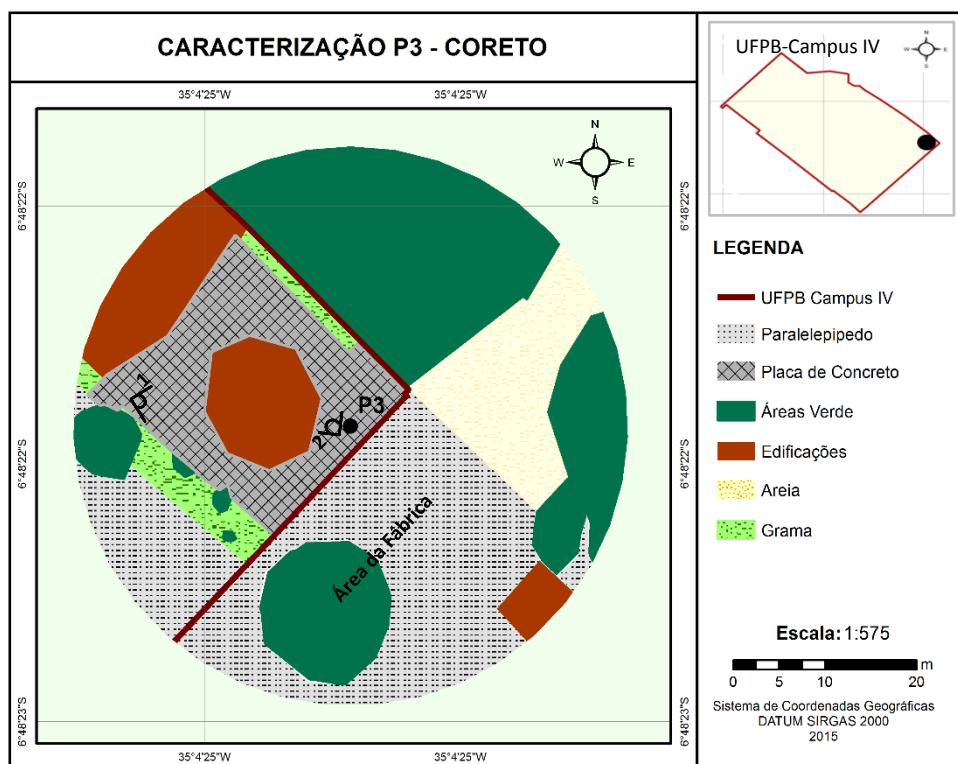
A Tabela 3 representa a quantificação tipo de cobertura do solo no raio delimitado de 30 m, no P2-Residência. Nela pode-se perceber que o maior valor de cobertura do solo no P2-Residência é de mais de 45% para a cobertura de edificações, seguido de bloco Intertravado com aproximadamente 20%.

**Tabela 3-** Quantificação aproximada dos valores de uso e ocupação do solo, no P2-Residência.

<b>P2-Residência</b>		
<b>Tipo de uso</b>	<b>Valor (m<sup>2</sup>)</b>	<b>Valor (%)</b>
<b>Grama</b>	575,72	20
<b>Área verde</b>	66,13	2
<b>Bloco Intertravado</b>	565,83	20
<b>Paralelepípedo</b>	74,09	3
<b>Edificação (área de cobertura)</b>	1322,73	47
<b>Areia</b>	222,93	8
<b>Total</b>	2827,43	100

### P3-Coreto

O ponto de medição denominado Coreto é caracterizado por edificações, que variam 3 a 7 m de altura. O ponto pode sofrer influência da vegetação densa, próxima ao local (Mapa 9). A altura da vegetação é variada, podendo atingir mais de 12 m.



Mapa 9- Mapa de caracterização do P3-Coreto

Os ângulos 1 e 2, sobre o mapa 9, representam os locais onde as fotos 12 e 13 foram produzidas. O círculo preto sobre as Figuras 12 e 13 representam, aproximadamente, o local de instalação do equipamento de medição.

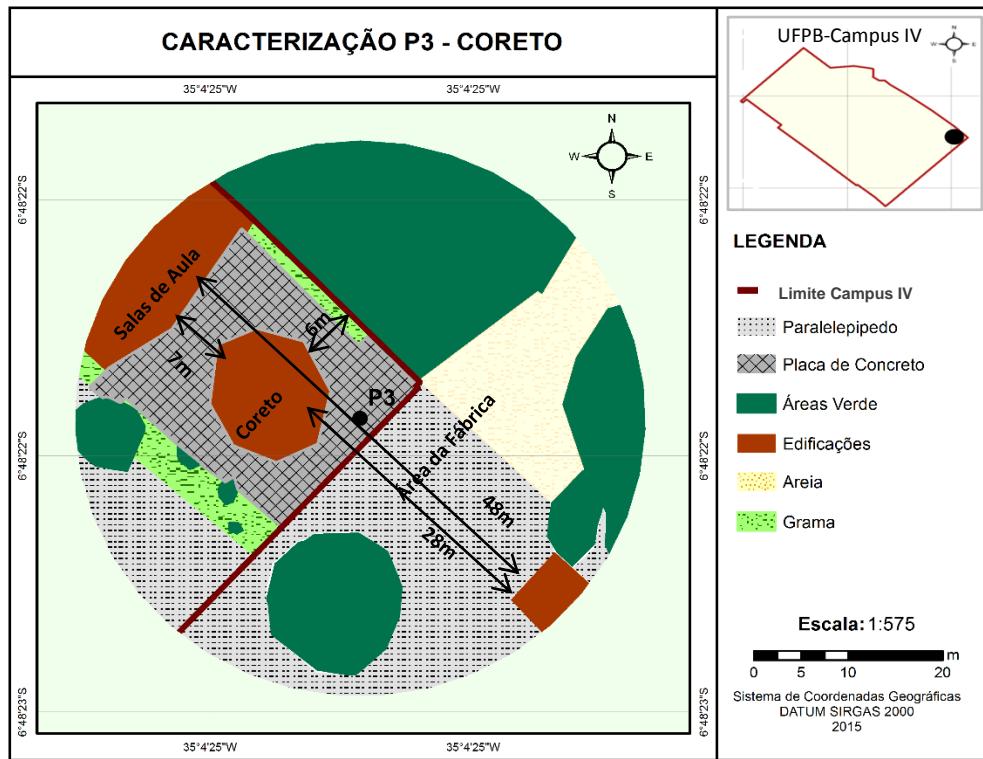


Figura 12- P3-Coreto (Vista Sudeste), ângulo 1.



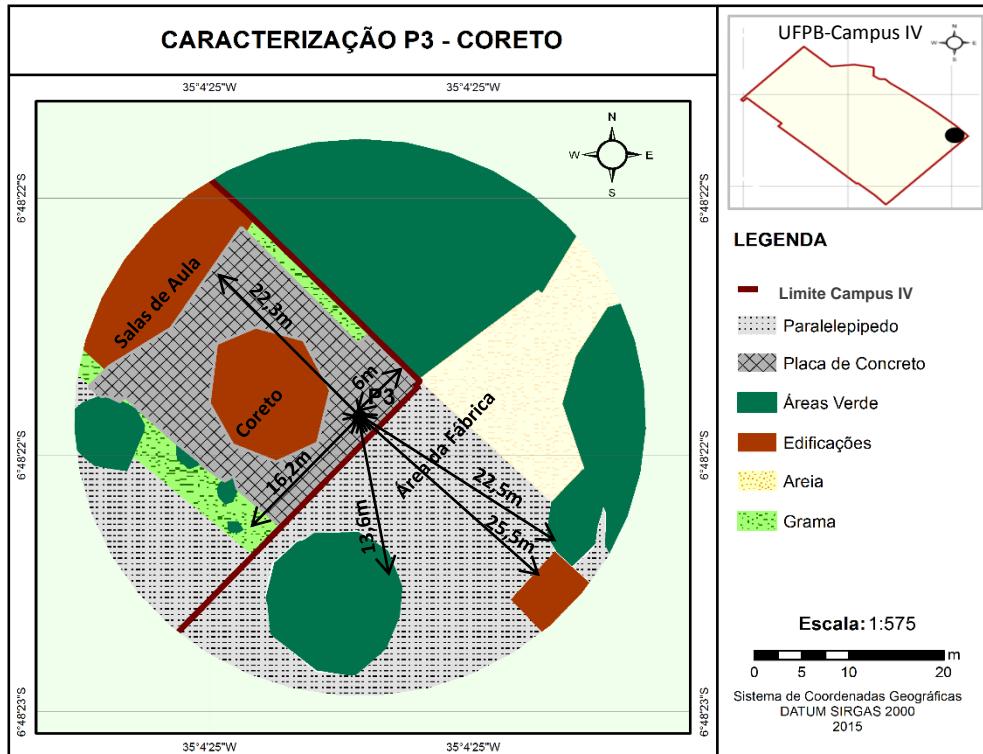
Figura 13- P3-Coreto (Vista Noroeste), ângulo 2.

A distância entre as edificações circundantes ao ponto (Mapa 10), variam aproximadamente entre 6 e 48 m.



**Mapa 10- Medidas de distância entre as edificações que circundam o ponto.**

Já a distância entre os componentes urbanos e o ponto de medição, variam entre 6 e 25,5 m (Mapa 11).



**Mapa 11- Medidas de distância entre os componentes urbanos e o ponto de medição.**

As edificações, presentes nesse ponto, são compostas por revestimentos do tipo tijolo de barro cozido, com pequenos detalhes de concreto. A cobertura das edificações é do tipo telhado cerâmico de argila/barro cozido e amianto.

A área da fachada das edificações que estão voltadas para o ponto de medição, incluindo o muro, no P3-Coreto, são os blocos: da sala de aula, com aproximadamente, 154 m<sup>2</sup>, o muro (que faz a divisa entre o Campus e a fábrica) com aproximadamente 24 m<sup>2</sup> e a edificação da fábrica com aproximadamente 5m<sup>2</sup>.

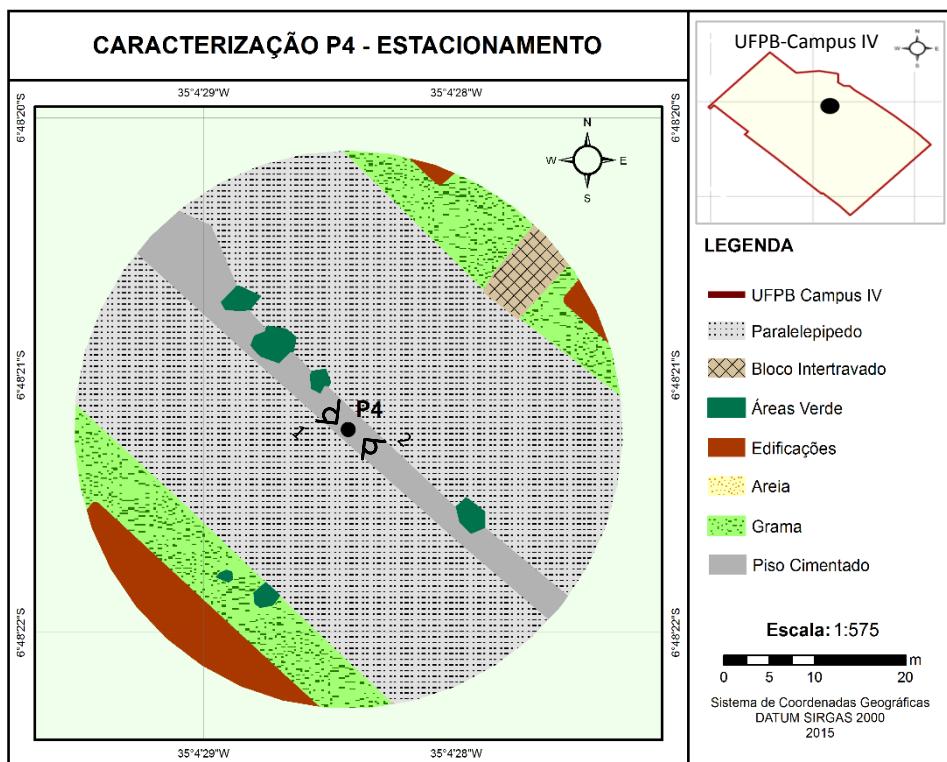
A Tabela 4 representa a quantificação do tipo de cobertura do solo no P3 Coreto. Nela pode-se perceber que o maior valor de cobertura do solo no P3-Coreto é de mais de 35% para as edificações (vista de cima), seguido de bloco intertravado com aproximadamente 20%.

**Tabela 4-** Quantificação aproximada dos valores de uso e ocupação do solo, no P3-Coreto.

<b>P3-Coreto</b>		
<b>Tipo de uso</b>	<b>Valor (m<sup>2</sup>)</b>	<b>Valor (%)</b>
<b>Grama</b>	106,01	4
<b>Área verde</b>	998,2	35
<b>Placa de Concreto</b>	316,5	11
<b>Paralelepípedo</b>	799,55	28
<b>Edificação (área de cobertura)</b>	335,17	12
<b>Areia</b>	272	10
<b>Total</b>	2827,43	100

## P4-Estacionamento

O ponto de medição denominado P4-Estacionamento é caracterizado por estar localizado em uma área amplamente aberta (Mapa 12), com construções que variam de 3 a 6 m de altura. Próximo ao ponto de medição existe, aproximadamente, seis indivíduos vegetais.



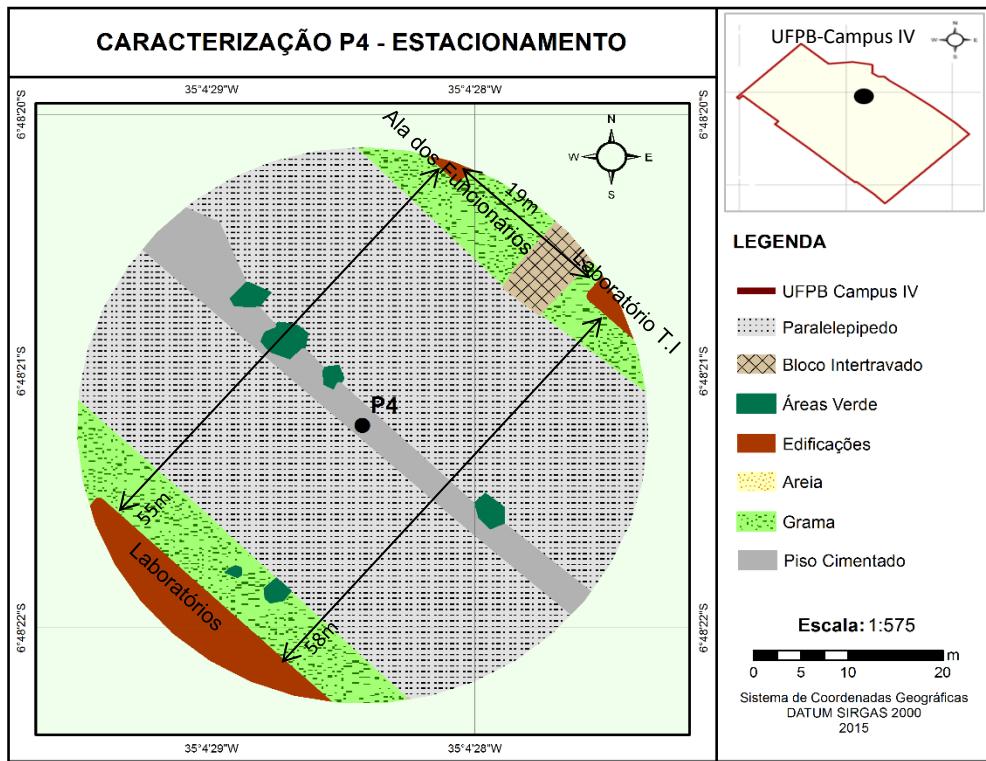
**Mapa 12-** Caracterização do P4-Estacionamento.

Os ângulos 1 e 2, sobre o mapa 12, representam os locais onde as fotos 14 e 15 foram produzidas. O círculo preto sobre as Figuras 14 e 15 representam, aproximadamente, o local de instalação do equipamento de medição.



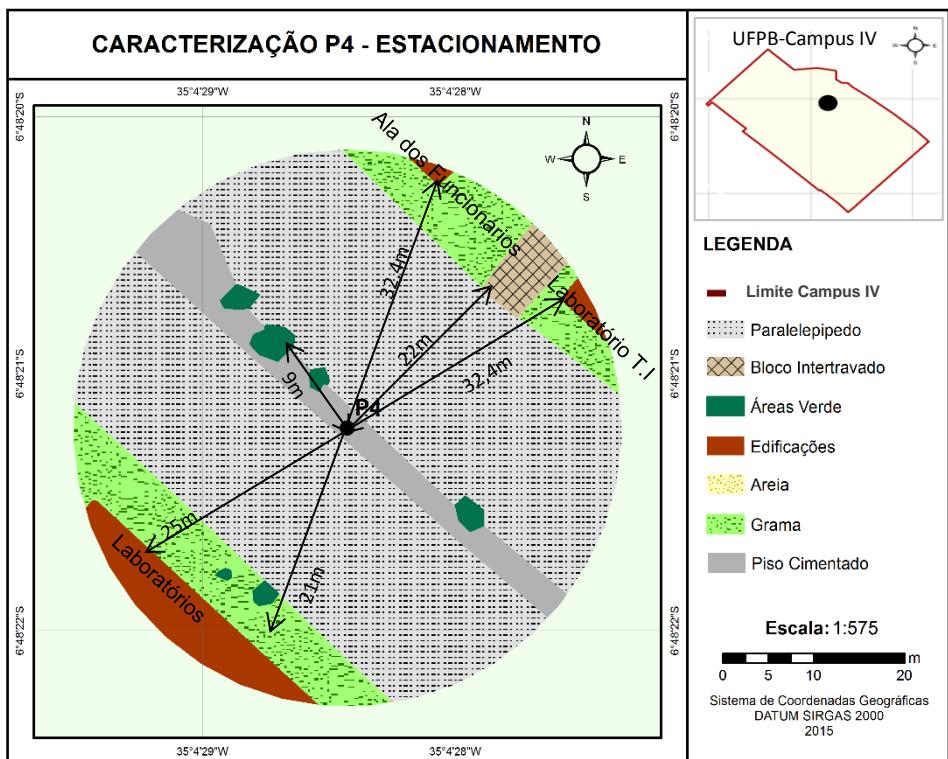
**Figura 14-** P4-Estacionamento (Vista-Noroeste), ângulo1. **Figura 15-** P4-Estacionamento (Vista Sudeste), ângulo 2.

As distâncias entre as edificações circundantes (Mapa 13), ao ponto, variam aproximadamente entre 19 e 58m.



**Mapa 13- Medidas de distância entre as edificações que circundam o ponto.**

Já a distância entre as edificações e o ponto, variam aproximadamente entre 9 e 32,4 m (Mapa 14).



**Mapa 14- Medidas de distância entre os componentes urbanos e o ponto de medição.**

As edificações no P4-biblioteca são compostas por revestimentos do tipo tijolo de barro cozido. A cobertura das edificações é do tipo telhado de argila/barro cozido.

A área da fachada das edificações que estão voltadas para o ponto de medição, (Ponto 4 - Estacionamento) são os blocos dos laboratórios com aproximadamente 300 m<sup>2</sup>, a ala dos funcionários com aproximadamente 21 m<sup>2</sup>, e o laboratório T.I., com aproximadamente 24m<sup>2</sup>.

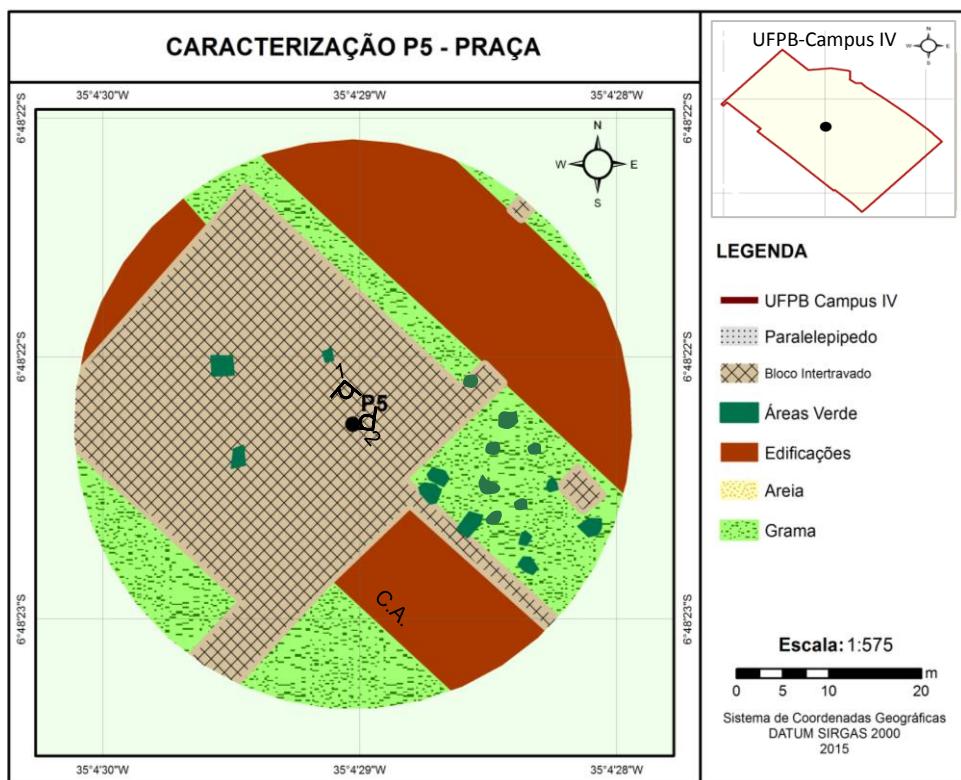
A Tabela 5 representa a quantificação do tipo de cobertura do solo que pode ser encontrada no P4-Estacionamento. Nela pode-se constatar que a maior porcentagem ficou a cargo do recobrimento do solo de paralelepípedo, com um valor de mais de 70%, seguido do recobrimento do solo de grama.

**Tabela 5-** Quantificação aproximada dos valores de uso e ocupação do solo, no P4-Estacionamento.

<b>P4-Estacionamento</b>		
<b>Tipo de uso</b>	<b>Valor (m<sup>2</sup>)</b>	<b>Valor (%)</b>
<b>Gramá</b>	456,01	16
<b>Área verde</b>	45,71	2
<b>Piso cimentado</b>	207,1	7
<b>Paralelepípedo</b>	1994,65	71
<b>Edificação (área de cobertura)</b>	123,96	4
<b>Areia</b>	-	0
<b>Total</b>	2827,43	100

## P5-Praça

O ponto de medição denominado P5-Praça é caracterizado por uma área cercada por edificações, que vão de 3 a 6m de altura. Nesse ponto foram contabilizados, aproximadamente, 16 indivíduos arbóreos (Mapa 15).



Mapa 15- Caracterização do P5-Praça

Os ângulos 1 e 2, sobre o mapa 15, representam os locais onde as fotos 16 e 17 foram produzidas. O círculo preto sobre as Figuras 16 e 17 representa, aproximadamente, o local de instalação do equipamento de medição.

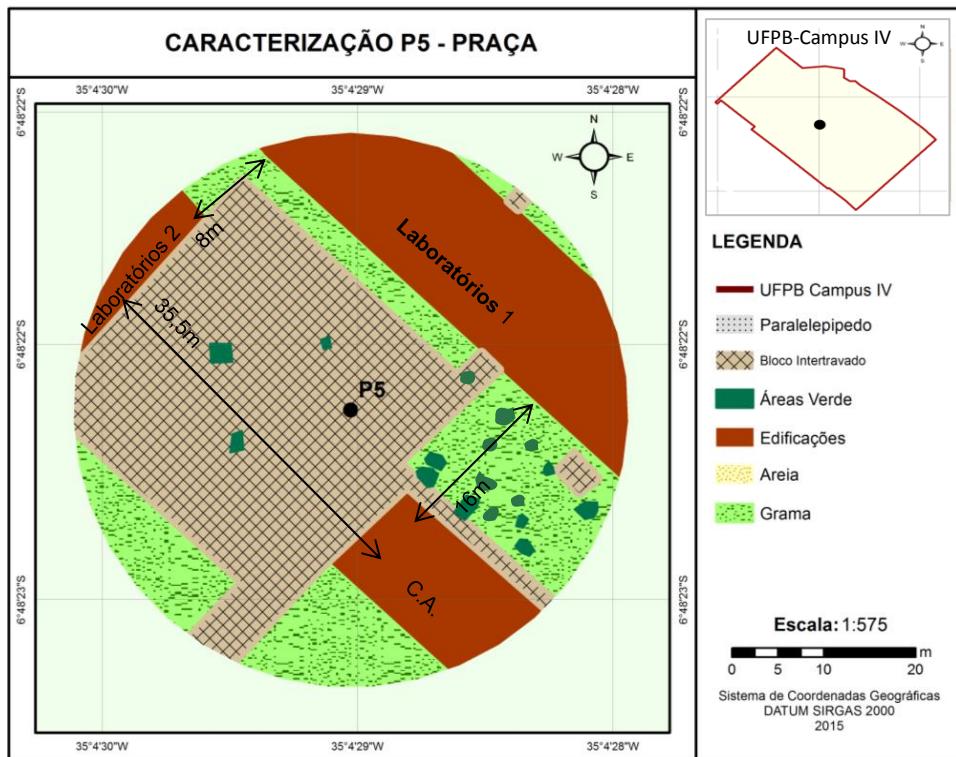


Figura 16- P5-Praça (Vista Sul), ângulo 1.



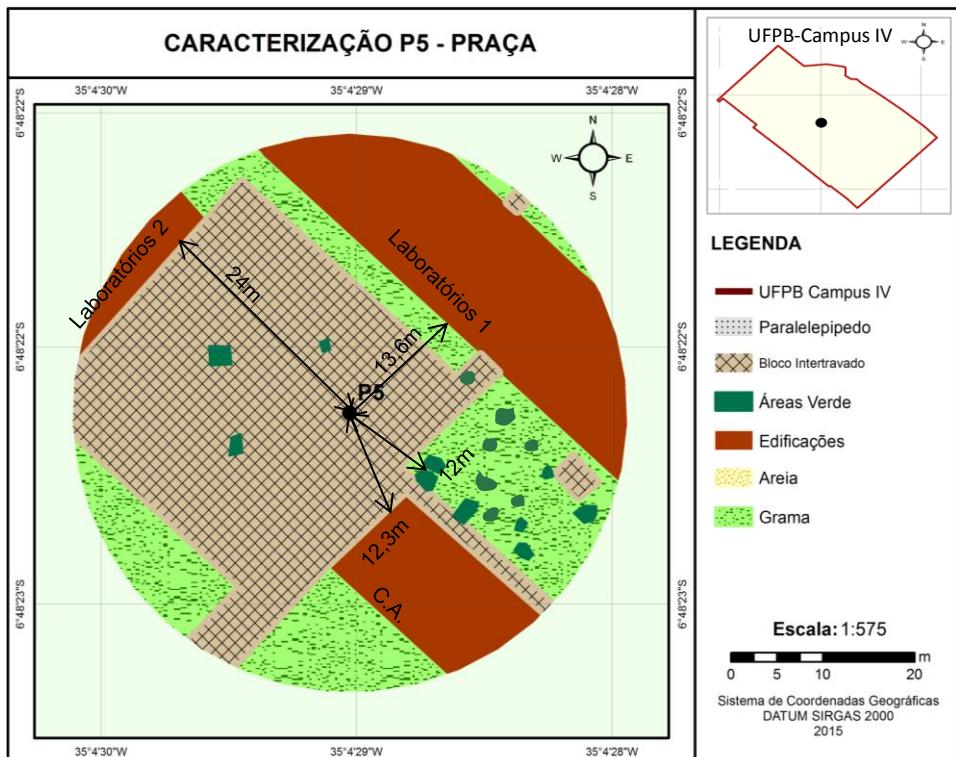
Figura 17- P5-Praça (Vista Noroeste) ângulo 2.

As distâncias entre as edificações circundantes ao ponto (Mapa 16) variam entre 8 e 35,5 m.



Mapa 16- Medidas de distância entre as edificações e o ponto de medição.

Já à distância, entre os componentes urbanos (em um raio de 30 m) e o ponto de medição, variaram entre, 12 e 24m (Mapa 17).



Mapa 17- Medidas de distância entre os componentes urbanos e o ponto de medição.

As edificações presentes nesse ponto são compostas por revestimentos do tipo tijolo de barro cozido, com detalhes de concreto. A cobertura das edificações é do tipo telhado de argila/barro cozido.

A área da fachada das edificações que estão voltadas para o ponto de medição, (P5-Praça), são os blocos dos laboratórios 1 com aproximadamente 324 m<sup>2</sup>, o laboratório 2, com aproximadamente 75 m<sup>2</sup>, e o bloco do C.A. com aproximadamente 36m<sup>2</sup>.

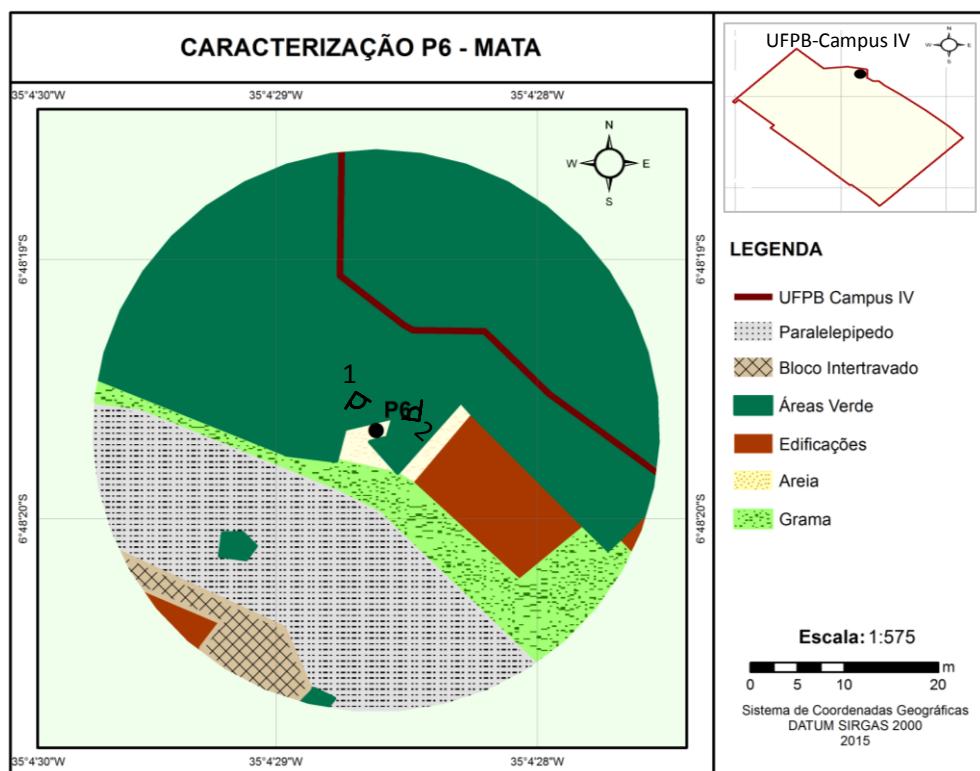
A tabela 6 representa quantificação do tipo de cobertura do solo que pode ser encontrado no P5-Praça. Nela pode-se constatar que a maior porcentagem ficou a cargo do recobrimento do solo de bloco intertravado, com um valor de mais de 40%, seguido do recobrimento formado pelas edificações que é um pouco mais 30%, aproximadamente.

**Tabela 6-** Quantificação aproximada dos valores de uso e ocupação do solo, no P5-Praça.

<b>P5-Praça</b>		
<b>Tipo de uso</b>	<b>Valor (m<sup>2</sup>)</b>	<b>Valor (%)</b>
Grama	703,91	26
Área verde	66,1	1
Bloco intertravado	1189,02	42
Paralelepípedo	0	0
Edificação (Área de cobertura)	868,4	31
Areia	0	0
<b>Total</b>	<b>2827,43</b>	<b>100</b>

## P6-Mata

O ponto de medição denominado P6-Mata é caracterizado pela forte presença de resquício de Mata atlântica (Mapa 18). As árvores podem atingir mais de 15m de altura.



Mapa 18- Caracterização do P6-Mata.

Os ângulos 1 e 2, sobre o mapa 18, representam os locais onde as fotos 18 e 19 foram produzidas. O círculo preto sobre as Figuras 18 e 19 representa, aproximadamente, o local de instalação do equipamento de medição.

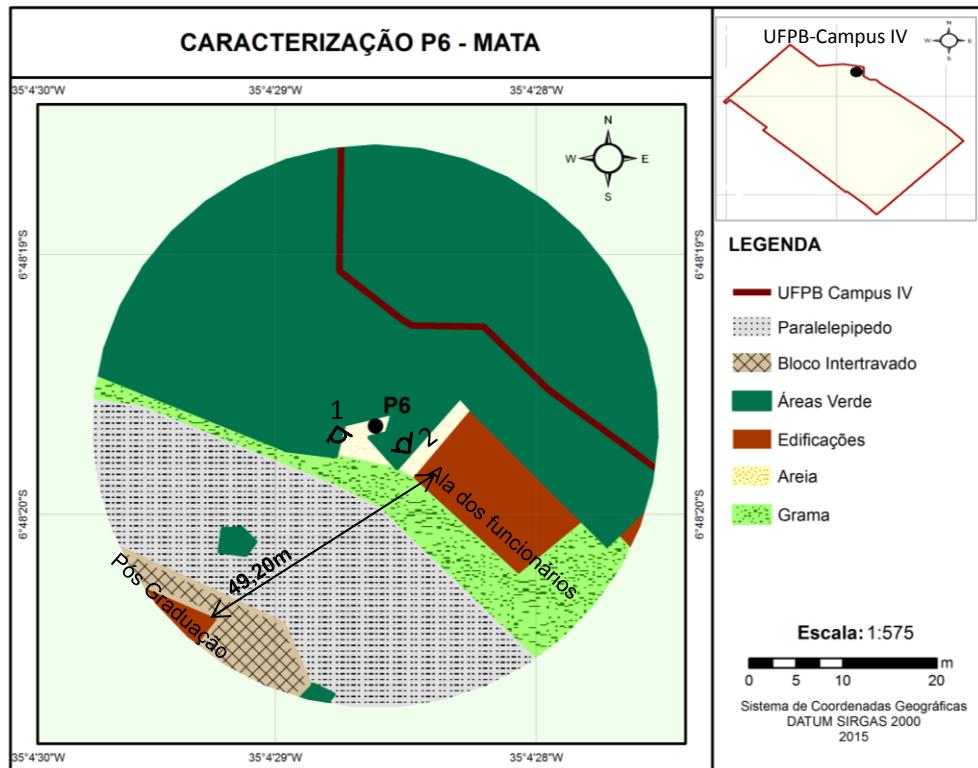


Figura 18- P6 – Mata (Vista Sudeste), ângulo1.



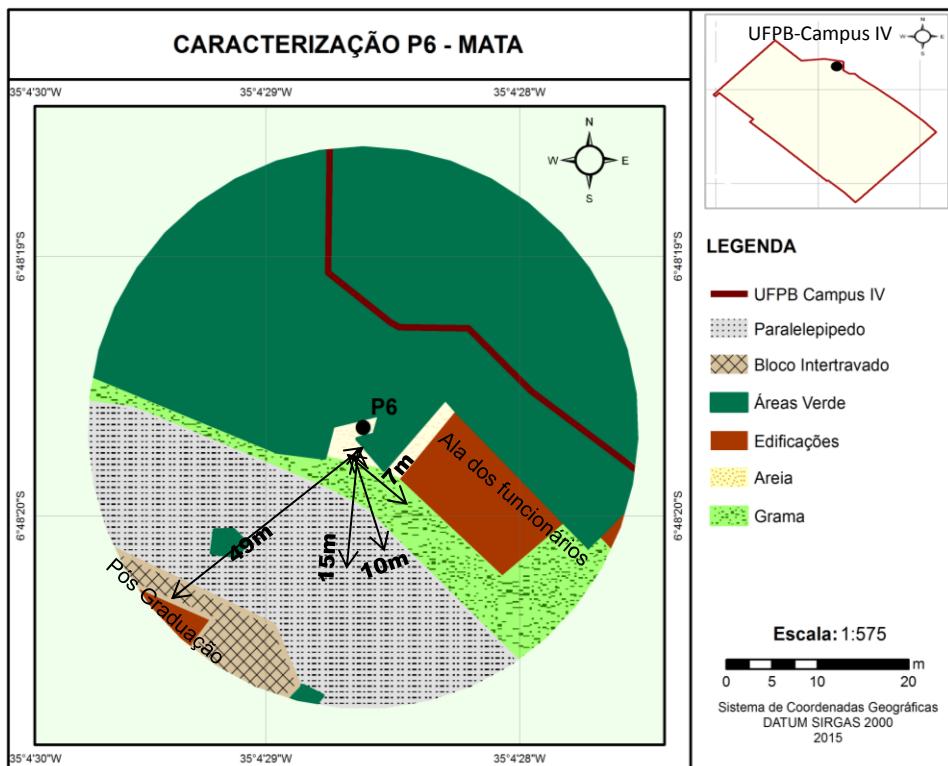
Figura 19- P6-Mata (Vista Norte), ângulo 2.

A distância entre a edificação circundante, ao ponto (Mapa 19), foi de 49 m, aproximadamente.



**Mapa 19-** Medida de distância entre a edificação circundante ao ponto.

Já a distância entre o ponto de medição e os componentes urbanos variam entre 7 e 50m (Mapa 20).



**Mapa 20-** Medidas de distância entre os componentes urbanos que circundam o ponto de medição.

A área da fachada das edificações que estão voltadas para o ponto de medição, (Ponto 6-Mata), são os blocos dos funcionários com 30 m<sup>2</sup> e o bloco da pós-graduação com aproximadamente 36,90 m<sup>2</sup>.

As edificações desse ponto possuem um revestimento do tipo tijolo de barro cozido e de concreto. A cobertura das edificações presentes nesse ponto é do tipo telhado cerâmico e de concreto.

A tabela 7 representa a quantificação de uso e cobertura do solo que pode ser encontrado no P6-Mata. Nela pode-se constatar que a maior porcentagem ficou a cargo do recobrimento arbóreo, com um valor de mais de 54%, seguido do recobrimento de paralelepípedo com mais 20%, aproximadamente.

**Tabela 7-** Quantificação aproximada dos valores de uso e ocupação do solo, no P6-Mata.

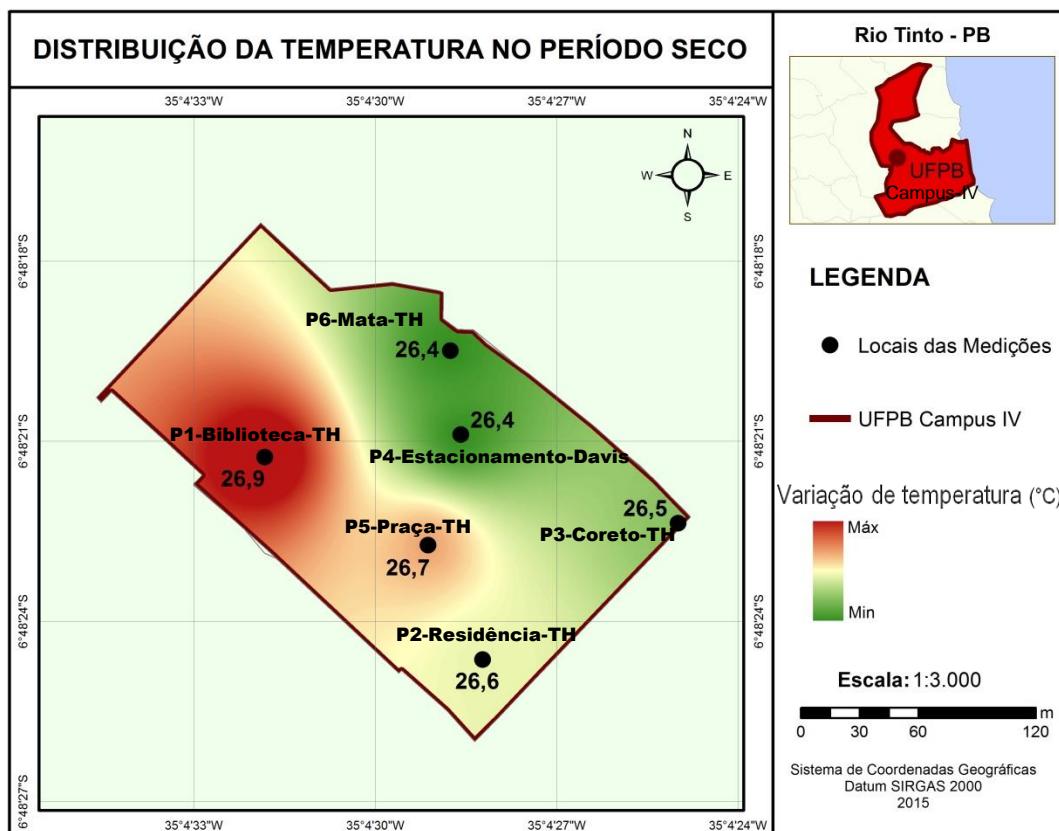
<b>P6-Mata</b>		
<b>Tipo de uso</b>	<b>Valor (m<sup>2</sup>)</b>	<b>Valor (%)</b>
Grama	260,8	9
Área verde	1554,21	55
Bloco intertravado	79,28	3
Paralelepípedo	722,39	25
Edificação (Área de cobertura)	172,7	7
Areia	38,05	1
<b>Total</b>	<b>2827,43</b>	<b>100</b>

## 6.2 ANÁLISE DOS DADOS NO PERÍODO SECO (VERÃO)

De acordo com os dados obtidos dos equipamentos instalados no campus IV-UFPB, os resultados desta pesquisa, foram divididos por período de estudo (seco e chuvoso);

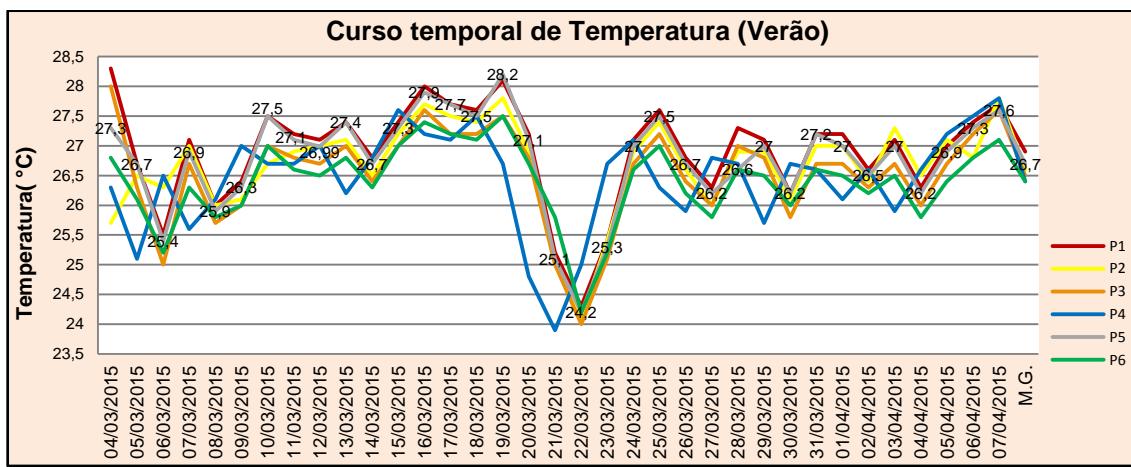
De acordo com a Tabela 8 (ver Apêndice), as médias máximas e as médias mínimas de temperatura, para o período seco (35 dias), levando em consideração todos os pontos de medição, variaram entre 28,3°C e 23,9°C.

O ponto com a temperatura média mais elevada foi registrada no P1-Biblioteca, com uma média geral do ponto de 26,9 °C. O P4-Estacionamento e o P6-Mata, revelaram temperaturas médias mais amenas, em torno de 26,4°C (Mapa 21). A média geral de temperatura, durante o período seco, foi de 26,6 °C.



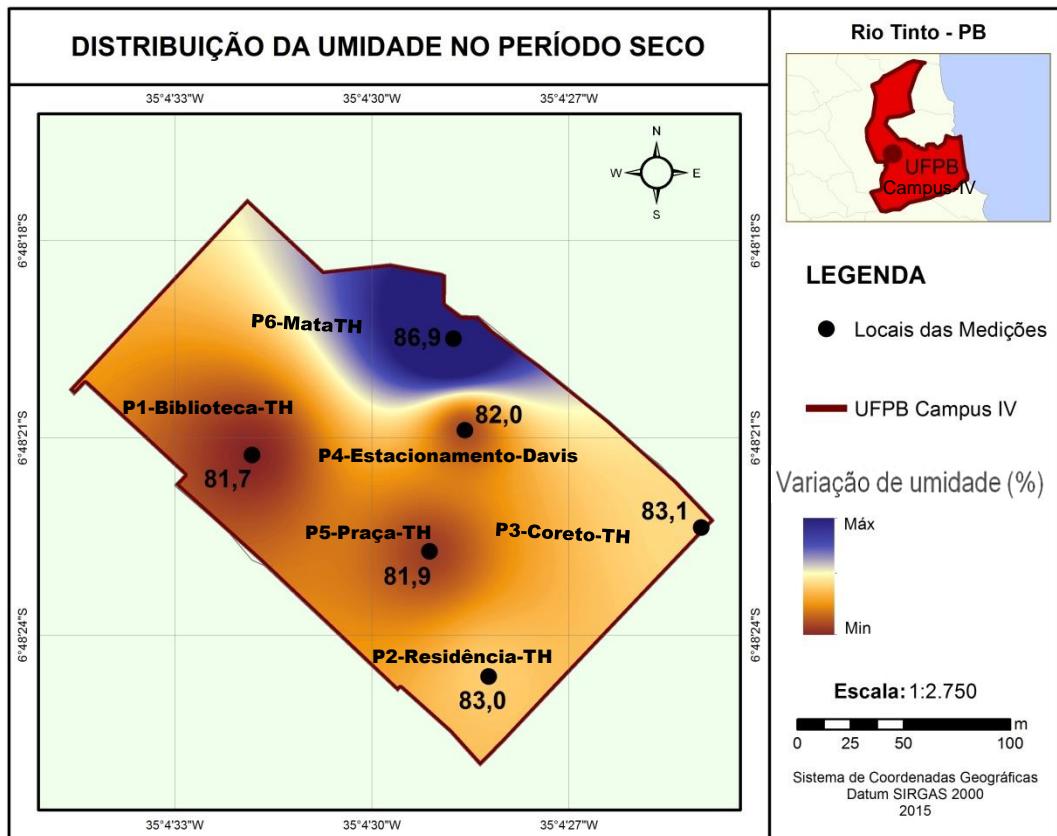
Mapa 21- Representativo da distribuição da temperatura média de cada ponto, no período seco.

O gráfico 1, representa o curso temporal com as médias diárias de temperatura, de todos os pontos de medição, no qual, o dia mais ameno foi registrado em 22/03, com uma temperatura média diária de 24,3°C. O dia mais elevado foi registrado no dia 19 de março com em temperatura média diária de 27,5 °C.



**Gráfico 1**- Curso temporal das médias diárias de temperatura de cada ponto de medição para o período seco.

As médias máximas e as médias mínimas de umidade para o mesmo período, levando em consideração todos os pontos de medição, variaram entre 69,7% e 98,8%. A umidade média mais elevada foi encontrada no P6-Mata, com 86,9% e a umidade média mais baixa foi verificada no P1-Biblioteca com 81,7% (Mapa 22). A média geral de umidade durante o período seco foi de 82,1%.



**Mapa 22**- Representativo da distribuição da umidade média de cada ponto, no período seco.

O gráfico 2, representa o curso temporal com as médias diárias de umidade, no qual, o dia mais úmido foi registrado em 22/03, com uma umidade média diária de 90,1% e o mais seco em umidade foi registrado no dia, 04/03 com uma média de 76,3%.

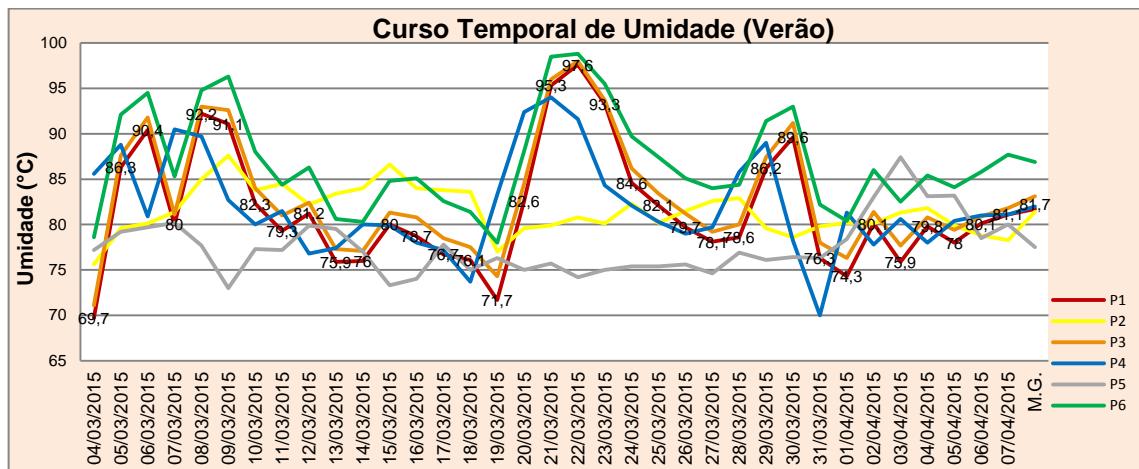


Gráfico 2- Curso temporal das médias diárias de umidade de cada ponto de medição para o período seco.

Sobre a ventilação, os dados da Davis demonstram variações de direção e velocidade dos ventos (Figura 20).

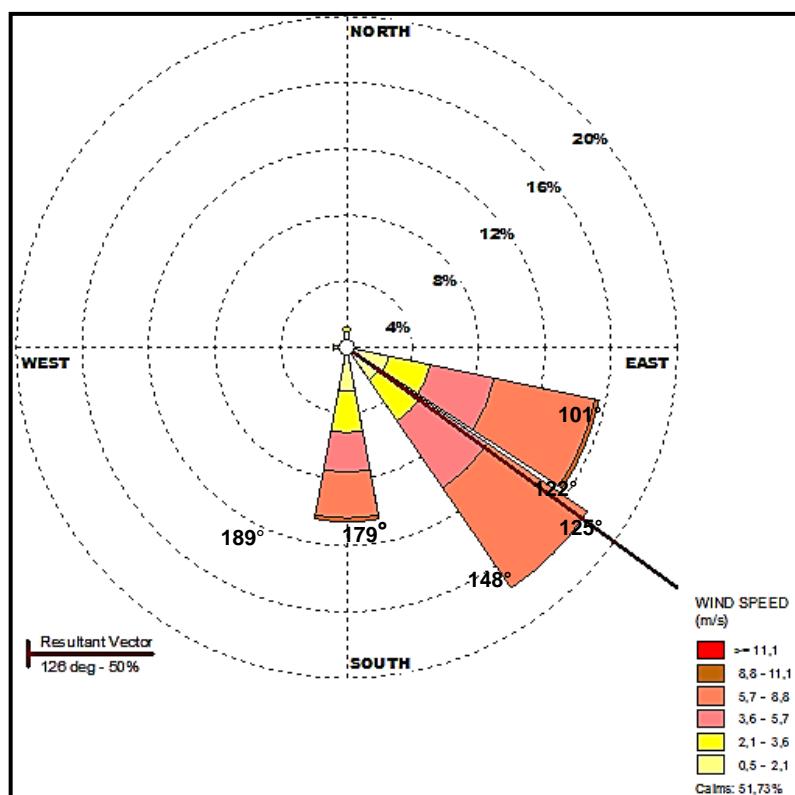
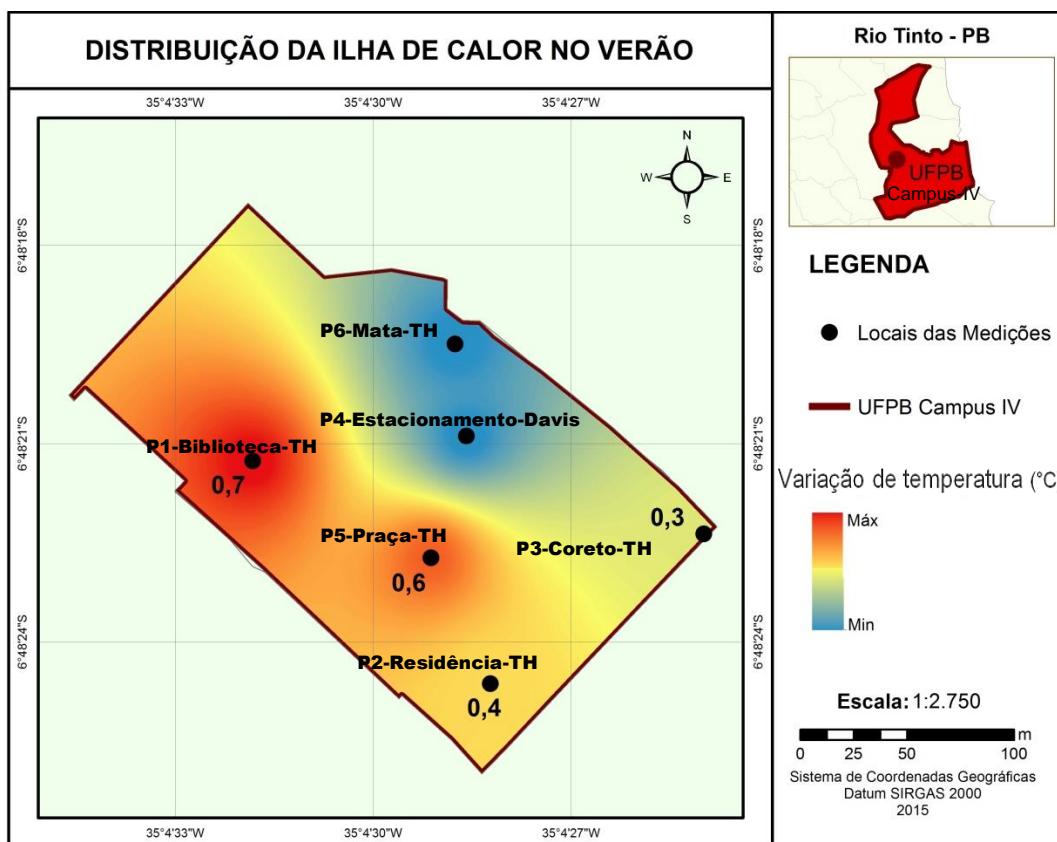


Figura 20- Rosas-dos-ventos, para o período seco.

Os ventos seguiram por direções diversas (E-Leste, N-Norte, W-oeste, S-Sul, NE-Nordeste, NW-Noroeste, SE-Sudeste, SW-Sudoeste, ENE-Leste-nordeste, ESE-Leste-sudeste, SSE-Sul-sudeste, SSW-Sul-Sudoeste, NNE-Norte-nordeste, NNW-Norte-noroeste, WSW-Oeste-Sudoeste, WNW-oeste noroeste), as direções dos ventos encontrados, no período seco foram recorrentes em E, SSE, SE e S, mas a principal direção dos ventos, com uma média de 50% de ocorrência, vem de SE. A velocidade dos ventos variou entre 0,0 m/s e 11,1m/s, com uma média geral de 2,17, m/s.

Sobre a formação e intensidade de ilha de calor, ficou constatado que a média de temperatura para ilha de calor, entre os pontos, variou entre 0,3 °C e 0,7°C com exceção do P4-Estacionamento, se mantendo em média de temperatura e ICU igual ao P6-Mata. Os dados de ilha de calor, (Mapa 23), demonstraram que a maior intensidade de (ICU-Ilha de calor urbana) foi constatada no P1-Biblioteca, com o valor de 0,7 °C, este ponto, é caracterizado por uma área bastante edificada, se comparada aos outros pontos.



Mapa 23- Representativo de ilha de calor para o período seco.

O P5-Praça, com 0,6°C, seguida, do P2-Residência, com 0,4°C e P3-Coreto, com 0,3°C. Para essa constatação, foi realizado um cálculo que se dá pela diferença

da média de temperatura da área natural e pela média de temperatura da área urbanizada, como dito anteriormente na sistematização dos dados.

A temperatura média mais alta e a umidade média mais baixa do ponto foram encontradas no P1-Biblioteca, se comparado com os demais pontos. Esse fato se justifica pelas edificações que circundam o P1-Biblioteca. Essas edificações, próximas uma das outras, impedem que a ventilação principal circule pelo local, efetivando a alta temperatura nesse local, como também a formação de ilha de calor. Outros fatores que contribuíram para a alta temperatura média e a baixa umidade média, além da morfologia do local, se pode citar: a composição do recobrimento do solo, do recobrimento vertical e a falta de vegetação. Os quais propiciam o desconforto térmico, como também, o aumento de gastos energéticos para a diminuição do desconforto térmico no local. Esse modelo de configuração urbana não é apropriado para o local e nem para a introdução em locais que tenham semelhanças microclimáticas com o do Campus IV-UFPB.

Vale lembrar que neste estudo, o desconforto térmico de um determinado local, se baseia nos dados de temperatura, pois quanto maior for à temperatura de um determinado local, maior será o seu desconforto térmico.

A segunda temperatura média mais alta foi registrada no P5-Praça, com temperatura de 26,6°C. Esse resultado se justifica pela falta de ventilação, pela pouca presença de vegetação e pelo tipo de recobrimento do solo, pois o local é composto de solo fortemente recoberto por bloco intertravado, segundo os dados estimativos de recobrimento do solo, com uma porcentagem de aproximadamente 42%. Este ponto também pode ser considerado como desconfortável, pois possui, mesmo que em segunda colocação de desconforto térmico, alta temperatura média, presença de ilha de calor, baixa umidade média e baixa circulação dos ventos.

No P4-Estacionamento o fator para a temperatura amena do ponto está relacionado à forte influência da ventilação principal, pois este ponto foi estrategicamente escolhido em uma área aberta, em comparação com os demais pontos, para receber maiores quantidades de ventilação. Nóbrega e Vital (2010), chamam a atenção para a questão da importância da geometria e da ventilação, na hora de se propor estratégias de mitigação. Gal e Unger (2009) ressaltam que as investigações dos percursos da ventilação poderiam desempenhar um papel importante no desenvolvimento da circulação urbana, diminuindo a formação de ilhas de calor. As afirmativas de Nóbrega, Vital (2010), Gal e Unger (2009)

corroboram com os resultados desta pesquisa, pois no P4-Estacionamento não houve formação de ilha de calor, e nem foi o ponto mais quente dentro do Campus IV-UFPB, propiciado pela influência da ventilação.

No P6- Mata a amenização da temperatura média e o aumento da umidade média, estão ligados à forte influência da densa arborização, próxima ao local. A tabela de quantificação do recobrimento do solo, para o P6-Mata, mostra que a massa arbórea forma aproximadamente 54% de seu recobrimento. A área verde acumula grande parte da umidade e calor devido à evapotranspiração. Durante o dia há uma amenização térmica da temperatura, visto que o calor é acumulado pela massa arbórea. À noite esse calor se dissipa de forma lenta, tonando as noites frias e mais agradáveis, em termos de conforto e sensação térmica, o que proporciona um local mais agradável e confortável termicamente. Legitimando Loboda e De Angelis (2005) os autores afirmam que a presença da vegetação é de grande importância para a amenização e conforto climático, como também, fator de relevância na saúde, mental e física dos usuários do meio urbano. O modelo de introdução de áreas verdes e a busca pelas melhores condições de ventilação, dentro do ambiente urbano, pode ser a solução para diversos problemas, relacionados ao conforto térmico. Esse fator apoia a premissa de Silva et al. (2011), que afirmam ser importante o estudo da associação, entre a ventilação e a vegetação, para ter melhores condições de conforto térmico contribuindo para a eficiência energética do local.

O comportamento da variável chuva exerceu influência de modo geral, no período seco, sobre a média de temperatura, que foi menor em todos os pontos, em dias de precipitação, como demonstrado no gráfico 3. No dia 22/03 foi constatado a ocorrência de precipitação de chuva, com um valor de 20,3 mm, o que certamente propiciou uma atenuação da média de temperatura nesse dia, em todos os pontos, porém o dia mais chuvoso foi verificado em 05/03, com uma precipitação de 27,4 mm.

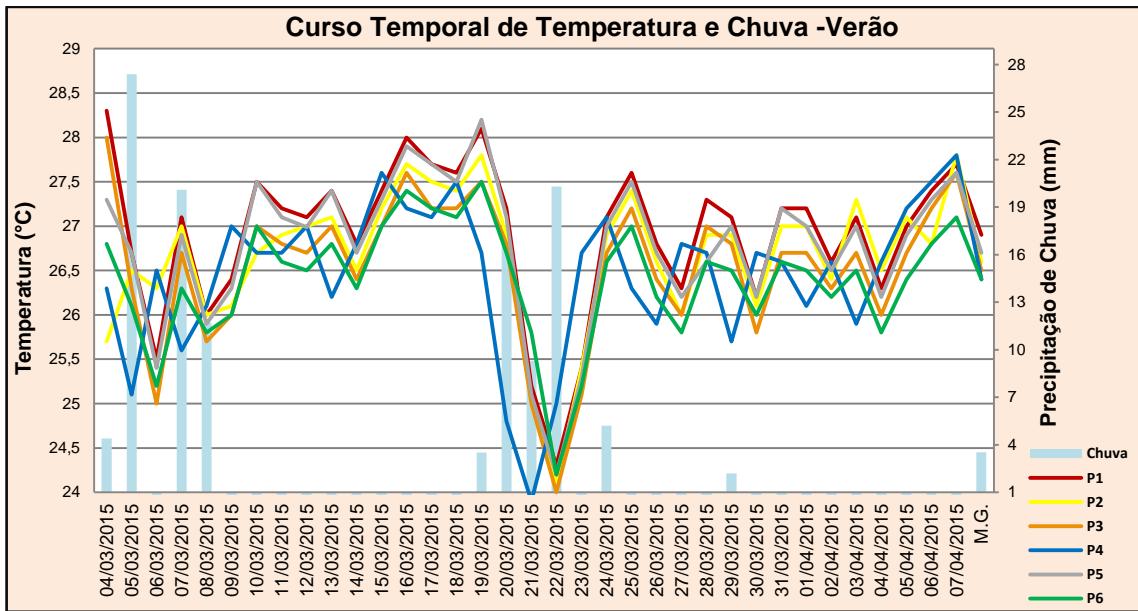


Gráfico 3- Curso temporal das médias diárias, de cada ponto, referente à temperatura e chuva.

O comportamento da variável chuva, também exerceu influência sobre a umidade, em alguns dias e em alguns pontos, como demonstrado no gráfico 4, ou seja, de modo geral, em dias de chuva a umidade aumentou. No dia 22/05 a média de umidade foi maior. Como a análise dos dados se deu no período seco, a incidência de chuva foi bem baixa, como o esperado. A média de chuva para o período seco foi de 3,75 mm. O total acumulado de chuva para o período seco ficou em torno de 123,8 mm.

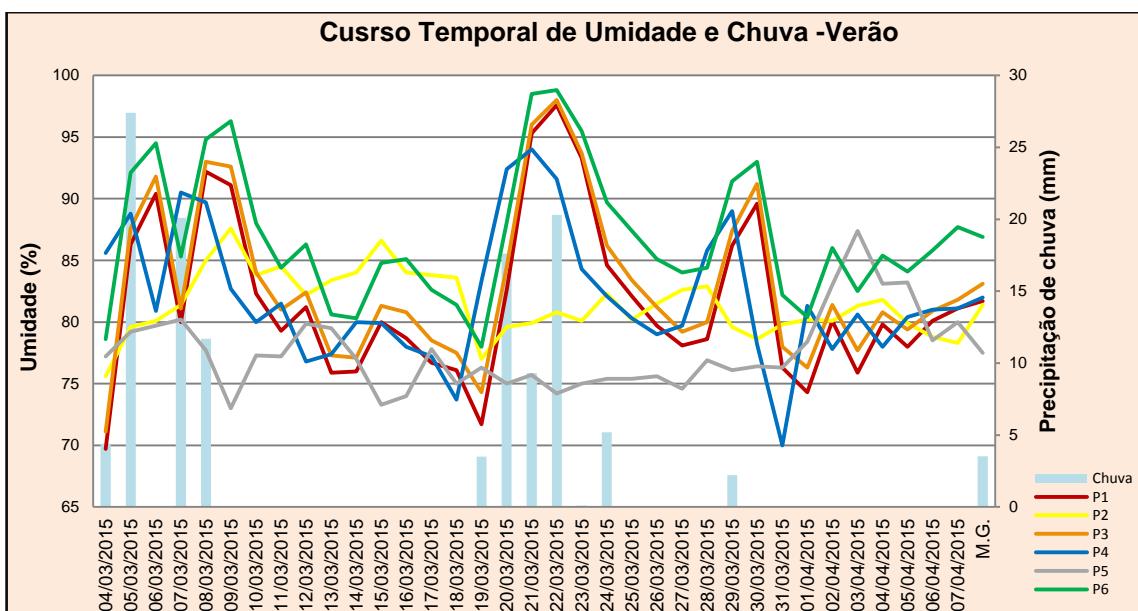
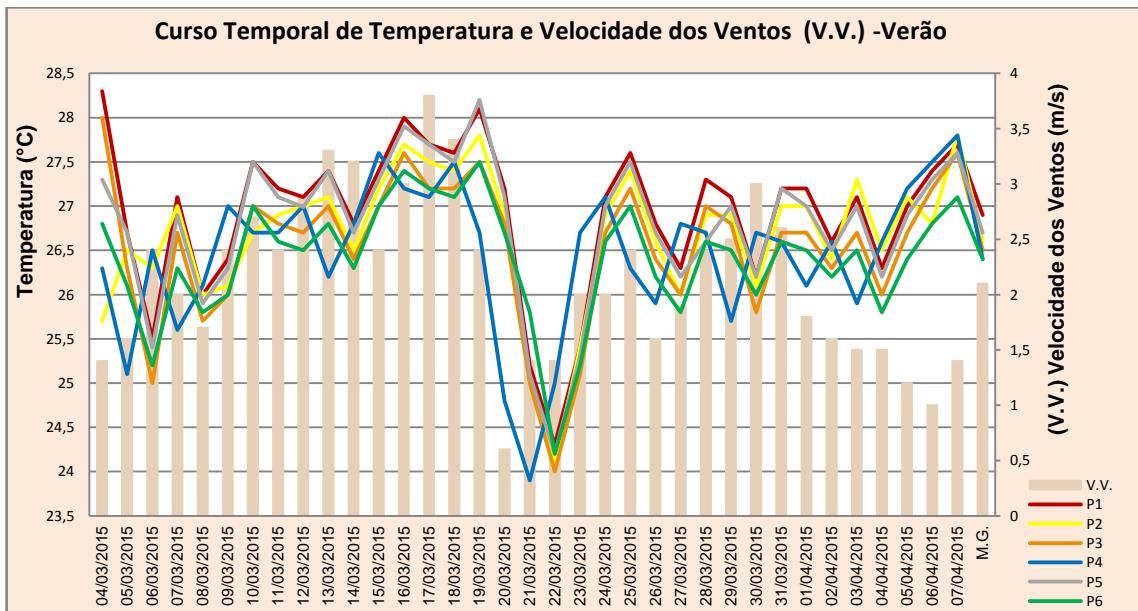


Gráfico 4- Curso temporal das médias diárias, de cada ponto, referente à umidade e chuva.

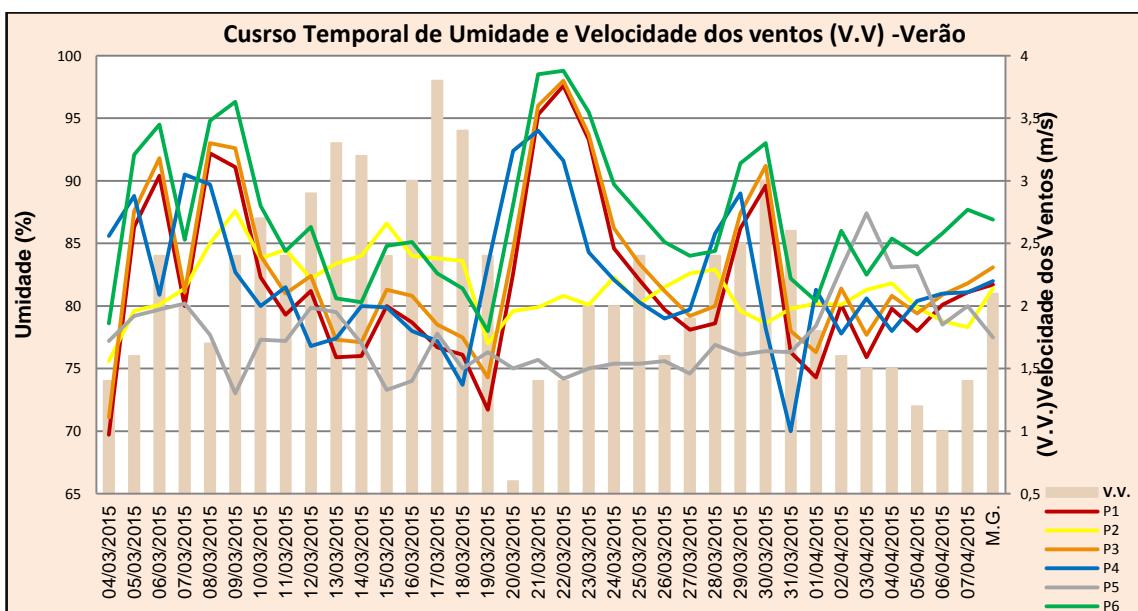
A velocidade dos ventos, de modo geral, influenciou no curso da temperatura,

como demonstrado no gráfico 5. Nota-se que a temperatura, na maioria dos dias, acompanha as oscilações de velocidade do vento, o que nos indica que o aumento ou diminuição de temperatura se relaciona com a ventilação.



**Gráfico 5-** Curso temporal das médias diárias, de cada ponto, referente à temperatura e velocidade dos ventos.

De modo geral o fator vento influenciou no balanço da umidade como demonstrado no gráfico 6. Ainda de acordo com gráfico 6, pode-se afirmar que em alguns pontos e dias quanto menor a velocidade do vento, maior será a umidade encontrada no local.



**Gráfico 6-** Cursro temporal das médias gerais e diárias, de cada ponto, referente à umidade e a velocidade dos ventos.

De acordo com os dados de verão, fica atestada, a presença de ilhas de calor dentro do campus IV, nos pontos P1-Biblioteca, P2-Residência, P3-Coreto e P5-Praça (Mapa18), variando entre 0,3 e 0,7, com uma diferenciação de 0,5 °C.

Arifwidodoa e Tanaka (2015) que predizem que a configuração urbana construída de forma eficaz propicia menores gastos energéticos na melhoria do conforto térmico nesses locais, diminuindo a abrangência da formação de ilhas de calor. Eles alegam que a ventilação é de grande importância para amenização climática de um determinado local. A afirmação dos autores corrobora com esta pesquisa, pois, de fato, para que haja um modelo mais sustentável que propicie o conforto térmico do local deve existir a junção da vegetação, da ventilação e da configuração urbana.

Hwang et., al. (2011) destacam que a introdução de áreas verdes em áreas urbanas é de grande importância para a melhoria energética e do conforto térmico de um local, e que as áreas verdes podem propiciar inúmeros benefícios, como a manutenção do equilíbrio ecológico, a diminuição de ruídos e da poluição, entre outros.

Embora o recobrimento das fachadas dos edifícios contribua para o aumento das temperaturas dentro de uma área urbana, nesta pesquisa, reafirma-se a importância amenizadora das áreas verdes, da ventilação e da configuração urbana, sobre a temperatura e a formação de ICU. Ficando atestada que as principais causas do aumento da temperatura e da formação de ilhas de calor estão ligadas a configuração urbana, a falta de circulação dos ventos, ao tipo de recobrimento do solo e a falta de áreas verdes arbóreas.

Com isso deve-se levar em consideração a proteção das áreas verdes que constituem um fator importante e regulador da temperatura dentro do espaço urbano, bem como, uma análise prévia do comportamento microclimático do local, antes que seja edificado qualquer tipo de construção.

De acordo com os dados secundários da Tabela 9 (em Anexo), do INMET-João Pessoa, ficou constatado que 2015 foi o ano menos chuvoso dos últimos 25 anos, nos dias entre 04 de março e 07 de abril, no período seco, como demonstrado nos gráficos abaixo. Ainda de acordo com o gráfico 7 a tendência é que a precipitação diminua no período seco ao longo dos anos na Paraíba. A média de acúmulo de chuva mais baixa dos últimos 25 anos em 2015, pode ser explicada pelo

fenômeno *El Niño*, que pela sua natureza propicia maiores secas no nordeste do Brasil.

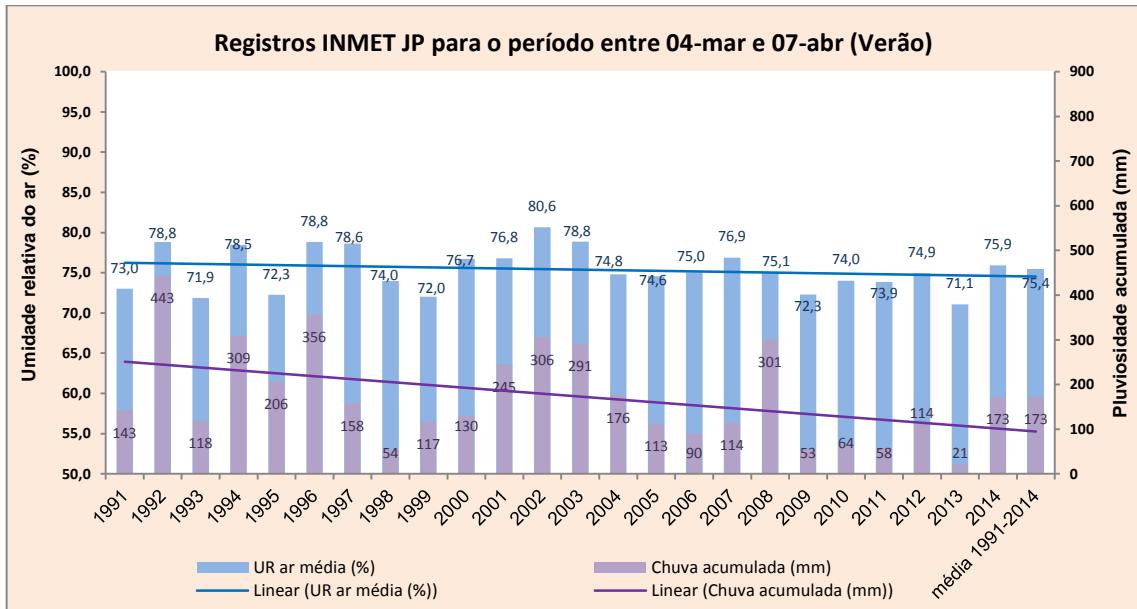


Gráfico 7- Dados do INMET-JP de 25 anos baseado em médias anuais de umidade relativa e chuva acumulada, para o período seco.

Ainda de acordo com dados do INMET-JP, a média de temperatura tende a aumentar nos próximos anos, na Paraíba, com base nos dados de anos anteriores.

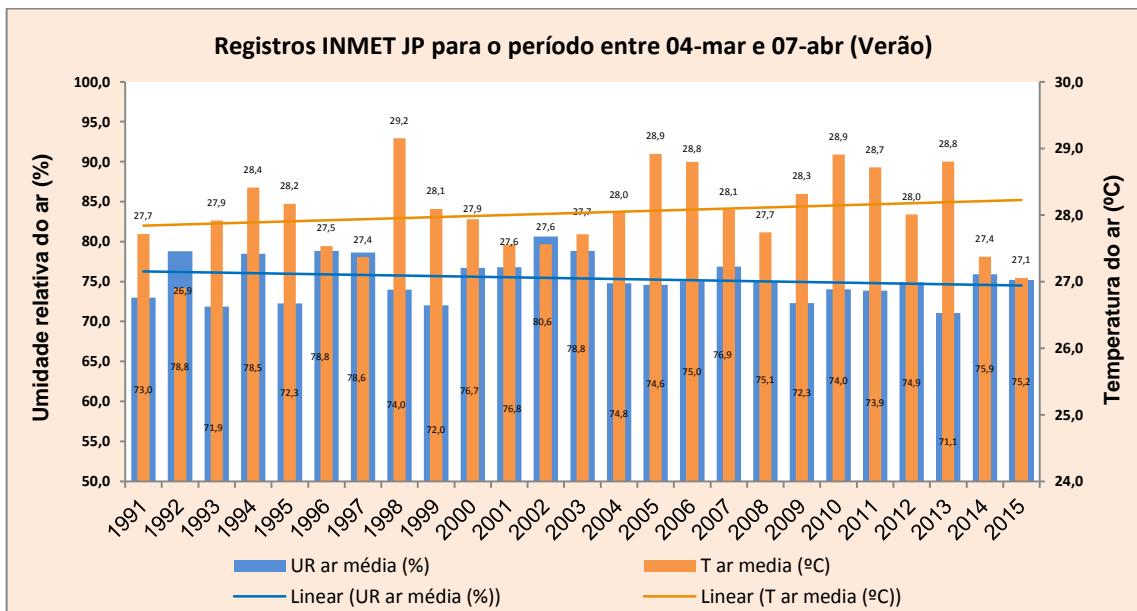
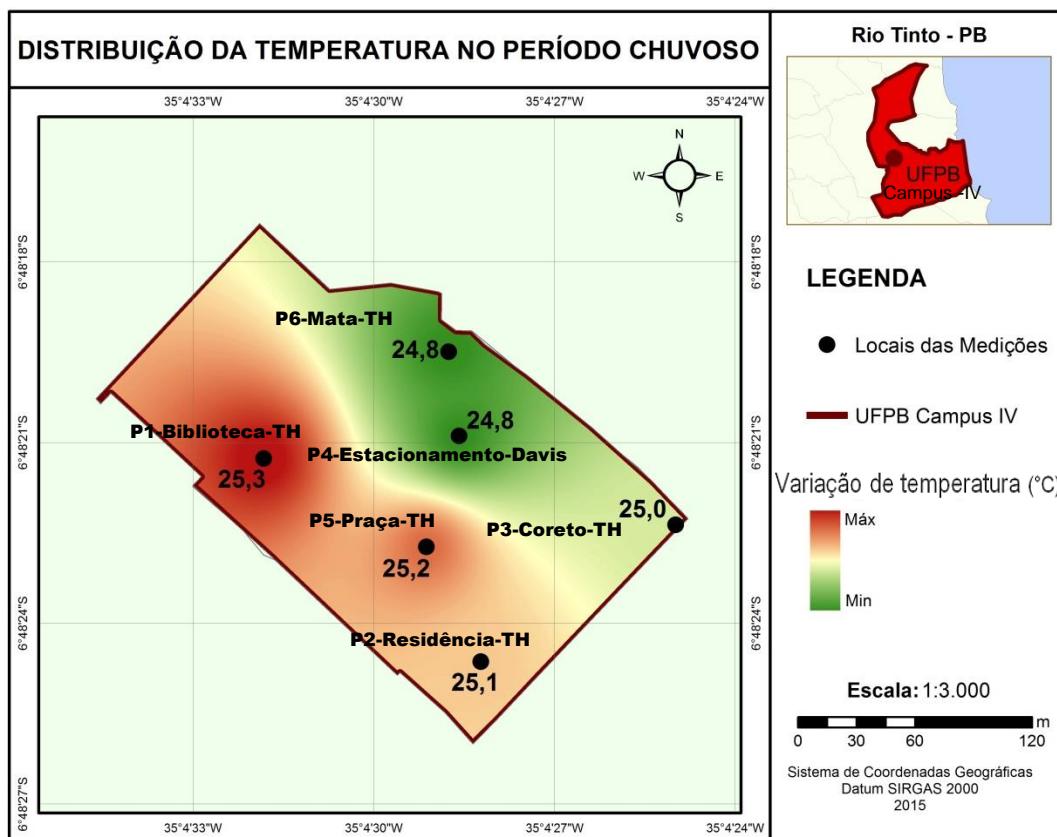


Gráfico 8- Dados INMET-JP de 25 anos baseado em médias anuais de umidade relativa e temperatura, para o período seco.

### 6.3 ANÁLISE DOS DADOS NO PERÍODO CHUVOSO (INVERNO)

De acordo com a análise da Tabela 10 (ver Apêndice), as médias máximas e as médias mínimas de temperatura no período chuvoso variaram entre 26,6 °C e 23,1°C.

O ponto com temperatura média mais elevada (Mapa 24), no período chuvoso, foi firmado no P1, com uma média de 25,3 °C, e o ponto com a média de temperatura mais amena foi encontrado no P4 e no P6, com um valor médio de 24,8°C para cada ponto.



Mapa 24- Representativo da distribuição da temperatura média de cada ponto de medição para o período chuvoso.

De acordo com o gráfico 9, a média de temperatura diária mais amena foi verificado em 25/06, com uma média do dia, de temperatura de 23,3°C; e o dia com a média de temperatura diária mais elevada foi encontrado no dia 11/06, com uma média diária de 26,2 °C. A média de temperatura geral para o período chuvoso ficou em torno de 24,8 °C.

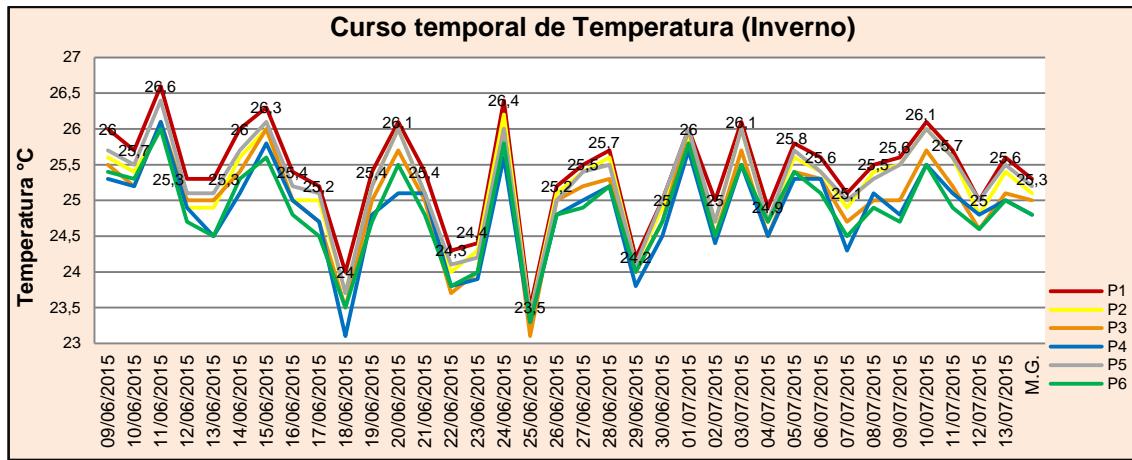
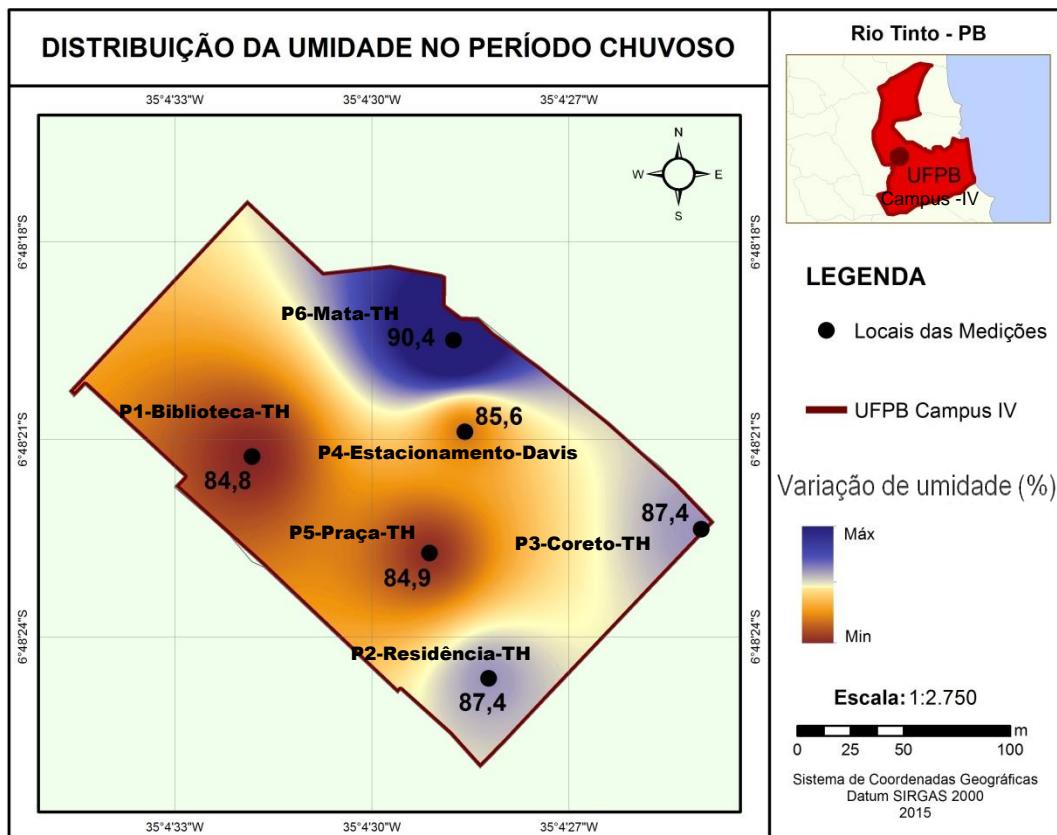


Gráfico 9- Curso temporal das médias diárias de temperatura, de cada ponto, para o período chuvoso.

As médias mínimas e máximas de umidade para todo o período chuvoso variaram entre 79,5% e 97,3%, respectivamente. A média de umidade geral ficou entorno de 84,4%. O ponto onde se constatou a média de umidade mais alta foi no P6, com um valor de 90,4% e a média de umidade mais baixa foram evidenciados no P1, com um valor de 84,8% (Mapa 25).



Mapa 25- Representativo da distribuição da umidade média de cada ponto de medição para o período chuvoso.

De acordo com gráfico 10, a média diária de umidade mais alta foi constatada

em 04/07, com uma média de umidade de 97,3%; e o dia com a média de umidade mais baixa foi de 79,5%, verificado no dia 06/07.

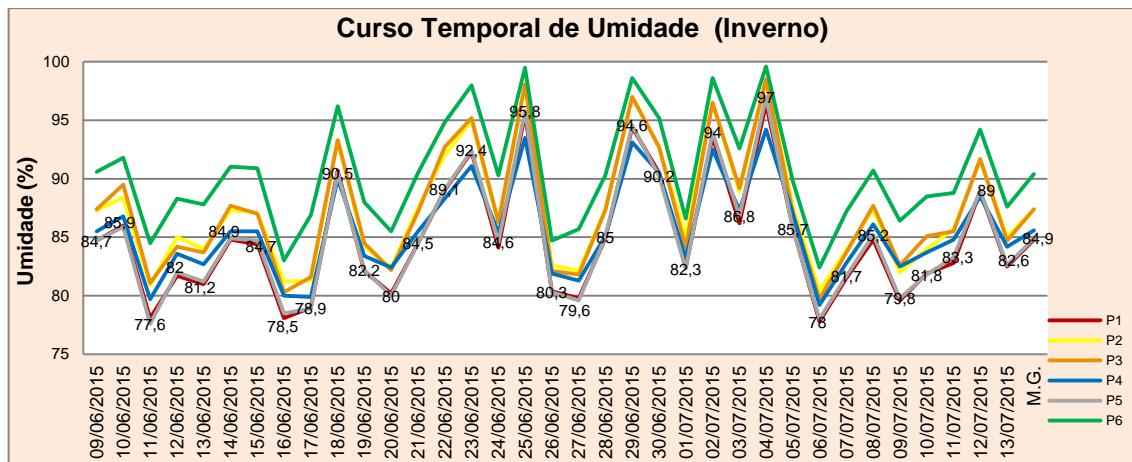


Gráfico 10- Curso temporal das médias diárias de umidade, de cada ponto, para o período chuvoso.

Sobre a ventilação, os dados da Davis demonstram variações de direção e velocidade dos ventos.

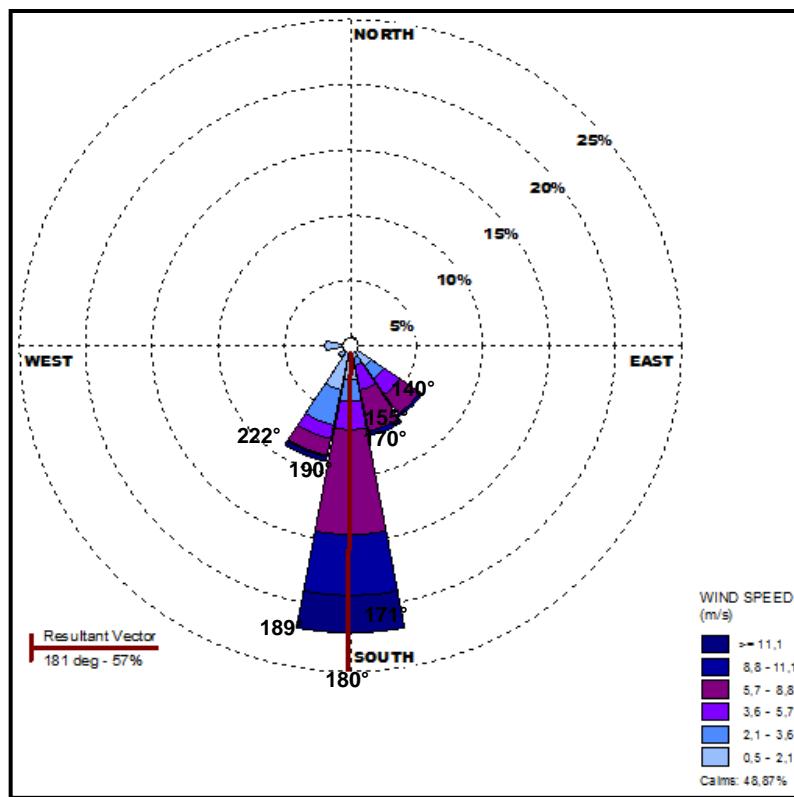
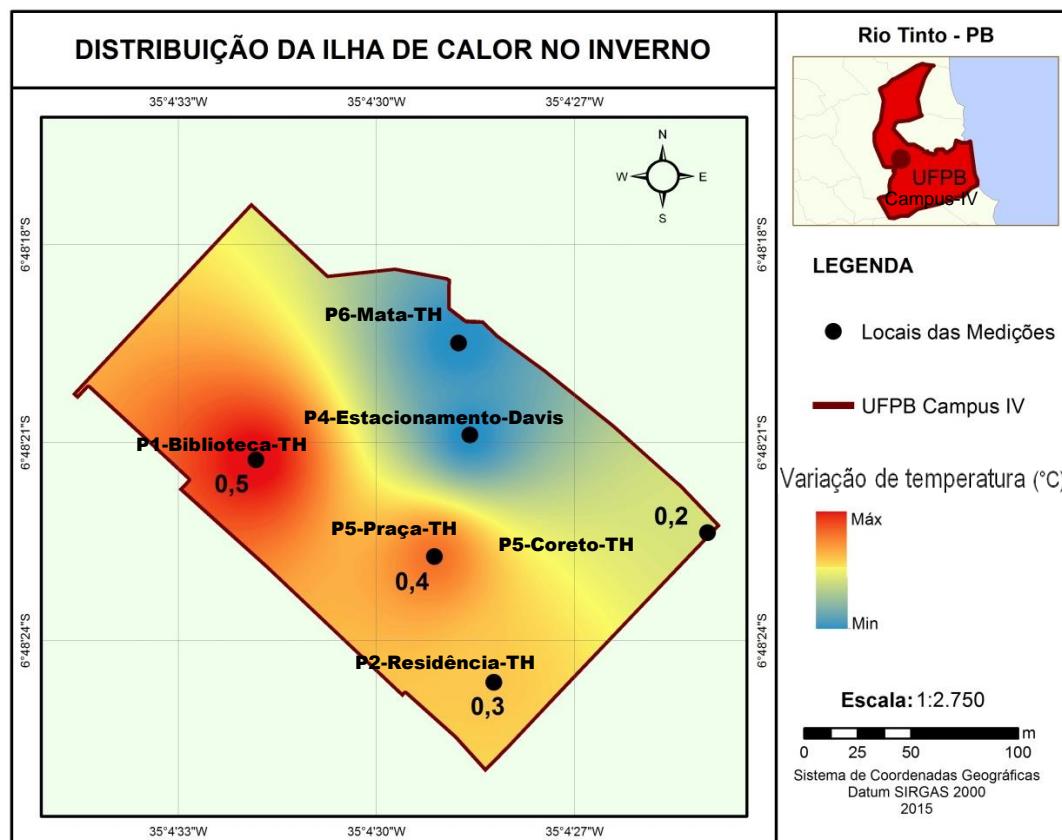


Figura 21- Rosas-dos-ventos, para o período chuvoso.

Os ventos seguiram por direções diversas (E-Leste, N-Norte, W-Oeste, S-Sul, NE-Nordeste, NW-Noroeste, SE-Sudeste, SW-Sudoeste, ENE-Leste-Nordeste, ESE-Leste-Sudeste, SSE-Sul-Sudeste, SSW-Sul-Sudoeste, NNE-Norte-nordeste, NNW-

Norte-Noroeste, WSW-Oeste-Sudoeste, WNW-Oeste- Noroeste). As direções dos ventos encontrados no período chuvoso foram recorrentes em, SSW, SE, SSE e S, mas, a principal direção dos ventos (Figura 21), com uma média de 51% de ocorrência vem de S. A velocidade dos ventos variou entre 0,5 m/s e 11,1 m/s com uma média entorno de 2,6 m/s.

Os dados de ilha de calor (Mapa 26) demonstraram que a maior intensidade de ICU foi registrada no P1-Biblioteca com 0,5 °C que é uma área bastante edificada, se comparada aos outros pontos, seguida do P5-Praça, com de 0,4°C, depois do P2-Residência, com de 0,3°C e P3 Coreto, com 0,2°C.



**Mapa 26-** Representativo da distribuição de ilha de calor no período chuvoso

Os pontos P4-Estacionamento e P6-Mata, foram registrados, como os pontos mais amenos em relação à temperatura e a inexistência da formação de ilha de calor dentro do campus. No P4-Estacionamento o fator principal, para a contribuição da amenização microclimática do local, se dá devido ao aporte dos ventos. Este local (P4-Estacionamento) foi escolhido estrategicamente, como o ponto que receberia maior influência da ventilação, para possíveis comparações com quanto à amenização microclimática do ponto. Ghiaus et., al. (2005), afirma para que o local

seja confortável termicamente, é necessária a junção de uma geometria composta por recuos distantes entre as edificações que permite a circulação dos ventos fortes e fracos. . Através dessa afirmativa o P4-Estacionamento entra de forma a corroborar com os autores citados.

Já no P6, a principal condicionante para amenização microclimática do local foi o fator da presença da grande área verde, próxima ao ponto. Afirmado o que prediz Hwang et., al. (2011), que apoia a proteção e introdução de áreas verdes, com o intuito de amenizar as problemáticas relacionadas ao aumento de temperatura em áreas urbanas. Um fato que não pode deixar de ser mencionado está relacionado ao tipo de recobrimento do local, que é basicamente de grama, de solo desnudo do tipo arenoso e recobrimento arbóreo. O tipo de recobrimento do solo é um fator que pode ser determinante para a amenização da temperatura do local.

Nota-se que em todas as análises dos dados de temperatura, tanto para o período chuvoso quanto para o período seco, o P1-Biblioteca se comporta de maneira parecida, em todos os dados analisados, sendo o ponto que precisa de mais atenção nas questões relacionadas ao conforto térmico. A problemática encontrada no P1 confirma a premissa de Bezerra et al. (2008) e Nóbrega e Vital (2010), que asseveraram que áreas mais adensadas, como é o caso do P1, (se comparado com os demais pontos), cujas superfícies são impermeabilizadas com materiais que possuem maior capacidade de absorver energia, propiciam a formação de ilha de calor e o aumento da temperatura, podendo ser propagada para as adjacências. Além do mais, o P1-biblioteca é cercado por edificações muito próximas umas das outras, se comparado com os demais pontos, impedindo que a circulação dos ventos chegue até o ponto de análise.

Para o fator umidade, a vegetação presente no Campus IV-UFPB, foi mais contribuinte no aumento da umidade, do que a ventilação. Quando comparamos a umidade registrada no P3-Coreto, com a umidade registrada no P4-Estacionamento, pode-se notar, que a vegetação próxima ao P3-coreto, contribuiu mais para o aumento da umidade no local, do que a ventilação (para a umidade) no P4-Estacionamento. Isso pode ser corroborado quando comparamos com o P2-Residência, de frente ao esse ponto (P2) encontram-se indivíduos arbóreos que podem ter propiciado, junto com a ventilação, o acúmulo de umidade no Local. Outro fator importante é o tipo de recobrimento do solo do P2-Residência, composto por

um misto de recobrimento do tipo solo desnudo, bloco intertravado e de gramíneas.

Os dados do gráfico 11 demonstram que a precipitação de maneira geral exerceu influência, sobre o valor da temperatura. Essa constatação se dá pelo fato de que o curso temporal de temperatura acompanha de maneira uniforme o curso temporal de chuva, ou seja, nos dias de chuva, a temperatura foi mais amena, quando comparamos as temperaturas em dias sem precipitação.

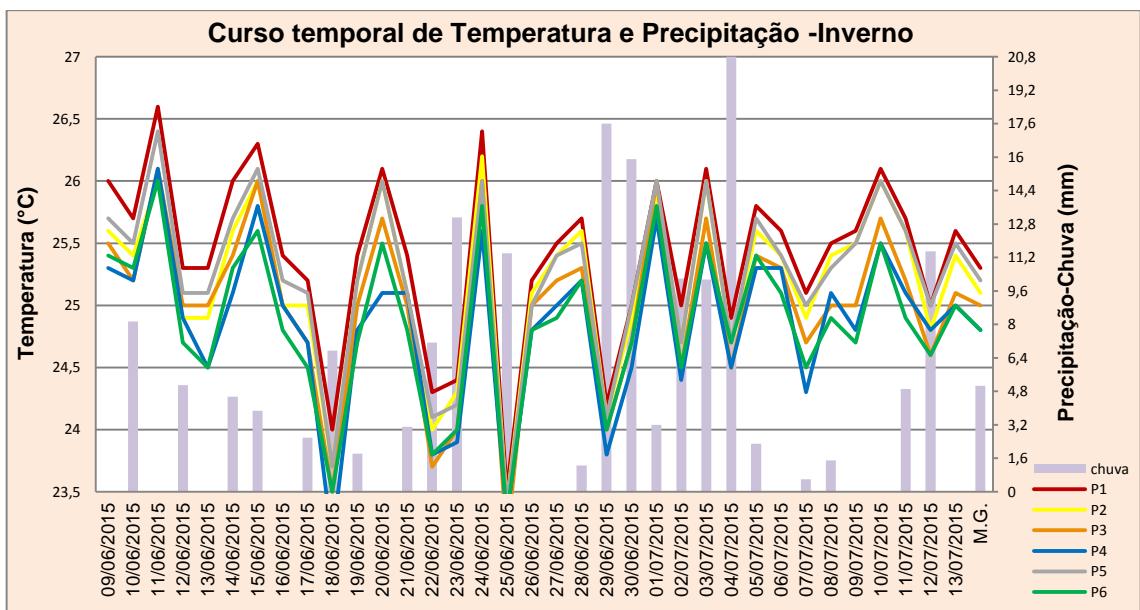
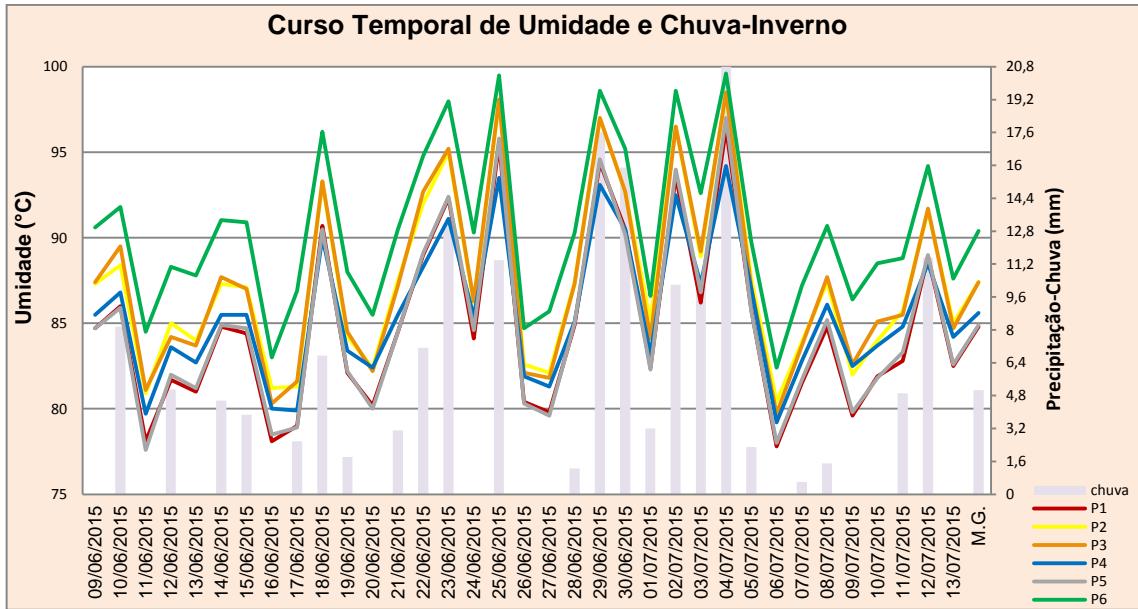


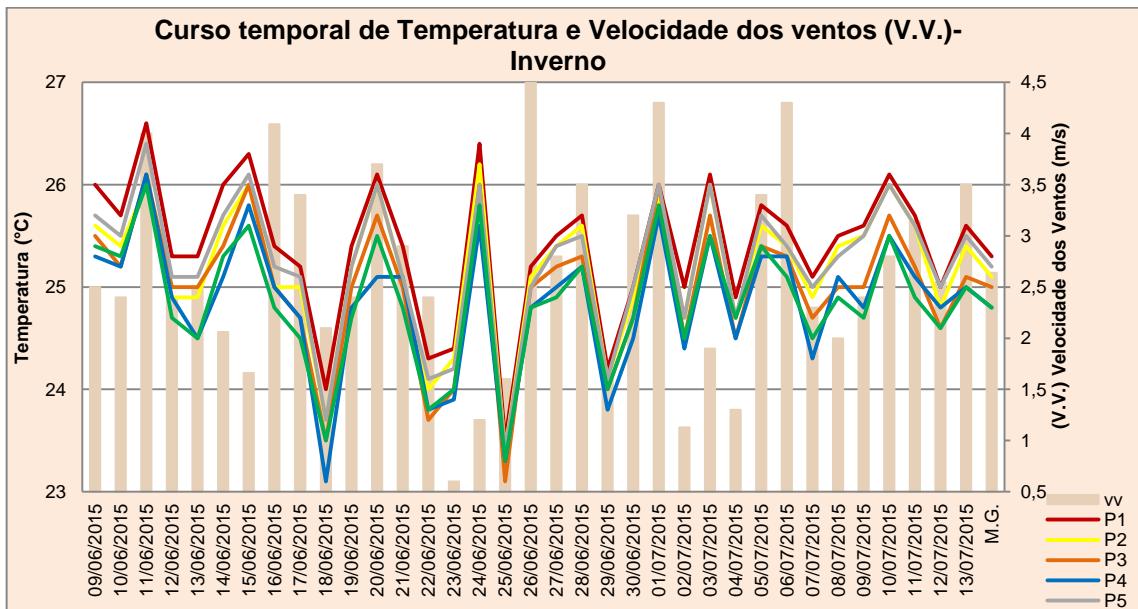
Gráfico 11- Curso temporal das médias diárias de cada ponto referente à temperatura e a chuva.

O gráfico 12, de modo geral, demonstra que o fator chuva, de fato, influenciou no balanço térmico da umidade. Essa ocorrência de cooperação da chuva com a umidade também foi constatada no período seco. A média geral de chuva ficou em torno de 5,07 mm, Uma diferença de 1,32 mm, se comparado com o período seco. O total acumulado foi de 167,5 mm.



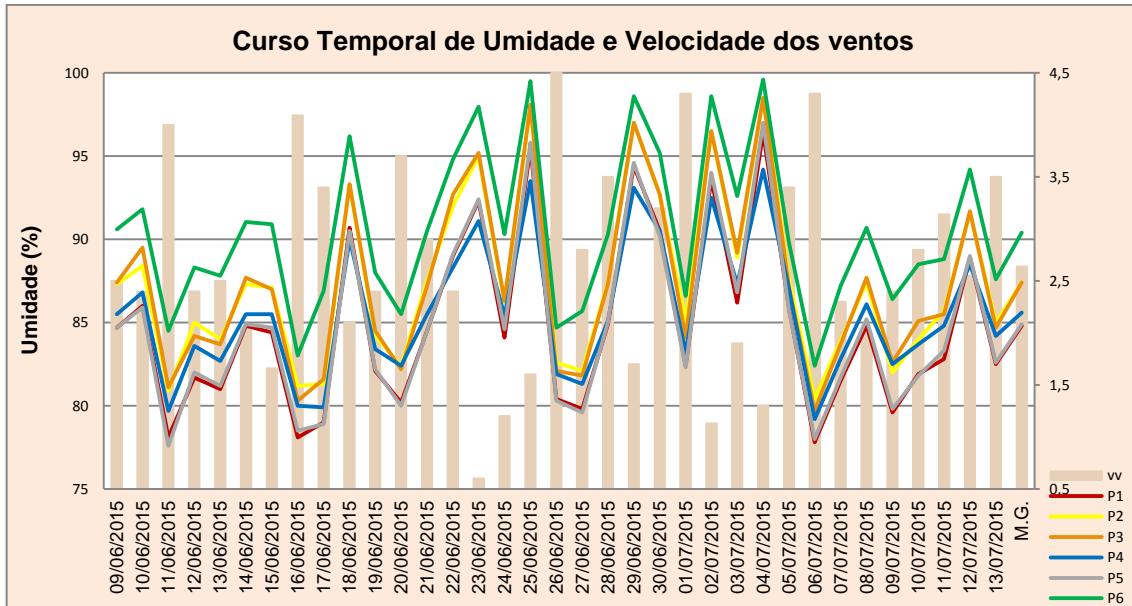
**Gráfico 12-** Curso temporal das médias diárias, de cada ponto, referente à umidade e a chuva no período chuvoso.

Já para o gráfico 13, o curso temporal da velocidade do vento, de maneira geral, percebe-se que quanto menor a velocidade dos ventos menor a temperatura.



**Gráfico 13-** Curso temporal das médias diárias de cada ponto referente à temperatura e a velocidade dos ventos.

A velocidade dos ventos se comporta de maneira diferente, tanto no período seco como no período chuvoso (Gráfico 14). No período chuvoso fica mais evidente a importância da ventilação para a amenização climática, do que no período seco. De fato a força do vento dissipa a umidade que encontra pelo caminho, para as áreas mais ao centro de um determinado local.

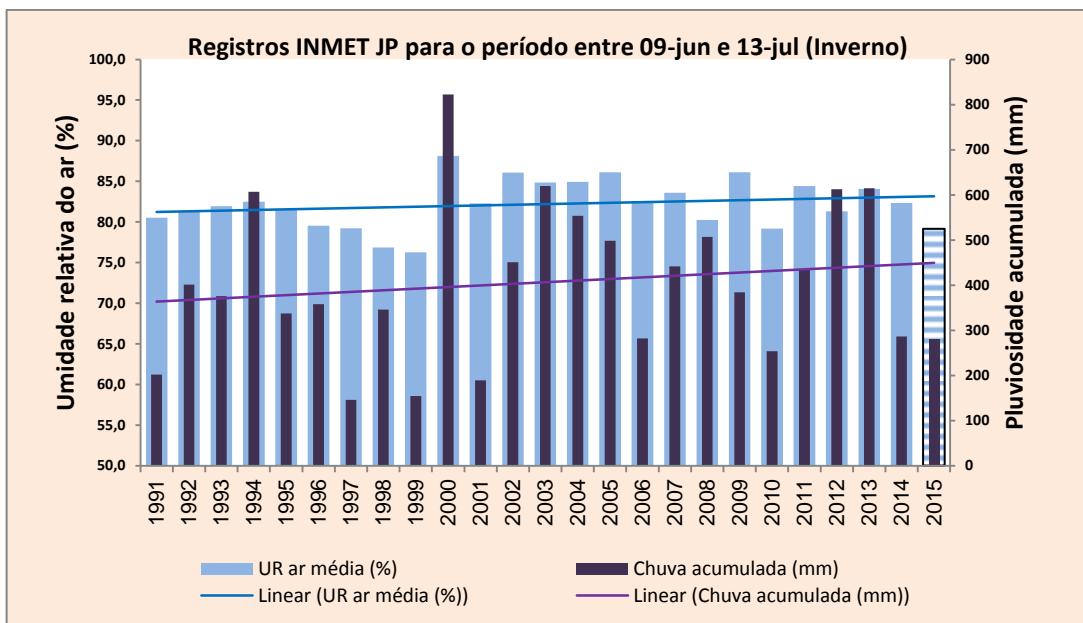


**Gráfico 13-** Curso temporal das médias diárias, de cada ponto, referente à umidade e a velocidade dos ventos no período chuvoso.

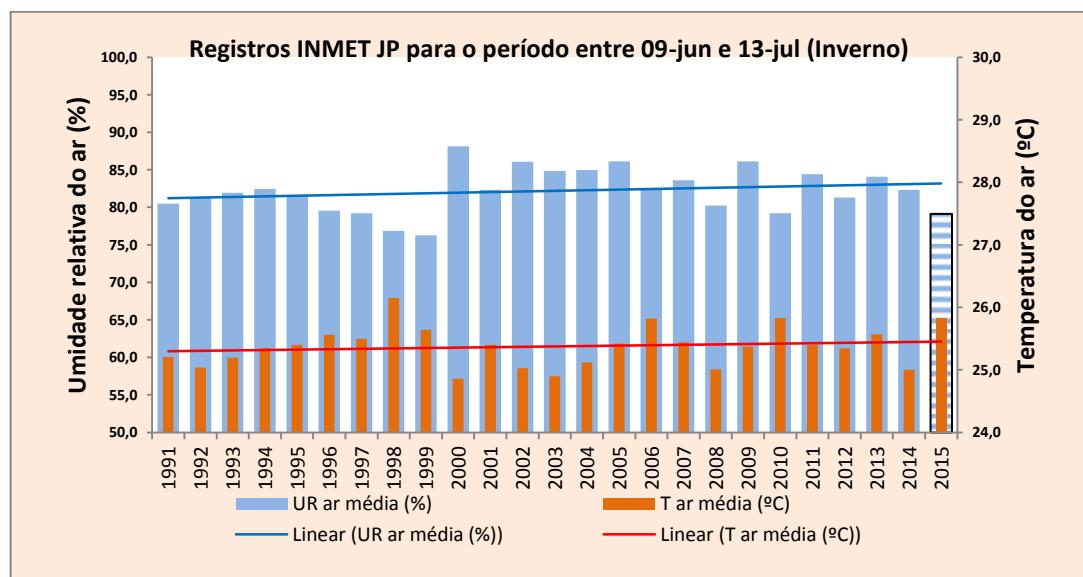
Sobre a formação de ilha de calor, ficou constatado que a média de temperatura para ilha de calor, entre os pontos, variou bastante, com exceção do P4-estacionamento, se mantendo em média de temperatura igual ao P6-Mata, corroborando para o fato da importância dos ventos, da geometria do local e da vegetação arbórea para amenização climática em ambos os períodos de medição, como citado anteriormente. Ficando atestada a presença de ilhas de calor, (no período chuvoso e seco) dentro do campus IV-UFPB, nos pontos P1-Biblioteca, P2-Residência, P3-Coreto e P5-Praça.

Outra constatação, em ambos os períodos, é que o recobrimento do solo foi mais influente que o recobrimento vertical (análise das fachadas), para o aumento da temperatura e formação de ilha de calor.

De acordo com os dados do INMET-JP representados da Tabela 11 (em Anexo) e nos gráficos 15 e 16, a Temperatura, a Umidade Relativa e o Acúmulo de chuva se mantiveram na faixa da normalidade, com base nos dados dos últimos 25 anos.



**Gráfico 14-** Dados INMET-JP de 25 anos baseado em médias anuais de umidade relativa e precipitação acumulada, para o período chuvoso.



**Gráfico 15-** Dados INMET-JP de 25 anos baseado em médias anuais de umidade relativa e temperatura, para o período chuvoso.

## CAPÍTULO 7 - RECOMENDAÇÕES TERMO-AMBIENTAIS PARA O PLANEJAMENTO URBANO DO CAMPUS IV-UFPB

Em função dos resultados obtidos sugere-se que:

- Nos pontos mais quentes (P1-Biblioteca e P5-Praça), onde se torna impossível ou inviável a introdução de indivíduos arbóreos, a substituição de telhados cerâmicos por telhado branco ou verde extensivo, pode ser uma solução de ótima qualidade, visto que o telhado verde pode amenizar os efeitos adversos da IUC e da temperatura no local, entre outras possibilidades, como a interação entre insetos, aves e organismos que pode vir a atuar em processos ecológicos e sociais.
- Por se tratar de um ambiente de pesquisadores e estudantes, com uma gama de conhecimentos ecológicos e de design sustentável, a universidade deviria investir na criação e manutenção de hortas ou jardins verticais, visto que o custo monetário seria baixo em comparação aos benefícios que esse tipo de estratégia traria para o Campus IV-UFPB;
- Sugere-se que áreas mais adensadas com edificações, dentro do Campus IV-UFPB, cujos pontos de medição revelaram temperaturas mais altas e formação de ilha de calor, seja introduzida, além de telhado verde e vertical, a arborização nativa, visando compensar os efeitos de barreira à ventilação caracterizada nestes locais.
- Deve-se adotar o uso do piso grama em estacionamentos.
- No P5-Praça sugere-se que além do bloco Intertravado, adote-se uma mescla de pisos como o uso de grama, e do piso grama, levando em consideração a acessibilidade dos usuários, bem como a amenização climática do local.
- A adoção de sombreamento artificial, do tipo, quiosques, caramanchões, e etc., bem como, a introdução de indivíduos arbóreos de copa grande ou média, em praças e locais termicamente desconfortáveis (com base na temperatura do ar), dever ser adotada, podendo amenizar os efeitos das altas temperaturas e ICU.

## CAPÍTULO 8 - CONCLUSÕES

---

Diante da discussão e análise dos resultados obtidos nesta pesquisa, pode-se constatar que:

- Dentro do Campus IV-UFPB, foram confirmadas a presença de 4 ilhas de calor, durante o verão e inverno, que variam de 0,2°C a 0,7°C. Os locais onde foram verificadas as formações de ilhas de calor são; P1-Biblioteca, P2-Residência, P3-Coreto e P5-Praça. Não se verificou a presença de ilha de calor, no P4-Estacionamento, devido a forte influência dos ventos, (que são predominantes, nas direções Sul e Sudeste).
- Foram encontradas no P1-Biblioteca; a temperatura média mais elevada, a umidade média mais baixa e a presença de ilha de calor, com o valor mais alto, em ambos os períodos de medição. Os principais fatores para os resultados encontrados no P1-Biblioteca está relacionado a configuração geométrica do espaço construído, (nesse ponto as edificações presentes são muito próximas umas das outras) a falta de vegetação de porte arbóreo e o impedimento da circulação dos ventos.
- Os pontos mais amenos, em ambos os períodos de medição, em temperatura, dentro do Campus IV-UFPB, foram verificados, no P4-Estacionamento e no P6-Mata.
- Os principais fatores para que o P4-estacionamento, fosse considerado como termicamente agradável (com base nos valores de temperatura, e de ICU), estão ligados à localização estratégica desse ponto, que se inseria em uma área amplamente aberta, com recuos distantes entre as edificações e a questão da forte influência e permeabilidade ao fluxo dos ventos.
- No P6-Mata, a principal condicionante para que o ponto fosse considerado como, termicamente agradável (com base nos valores de temperatura e umidade), está relacionado à forte influência da grande massa arbórea, localizada próximo ao P6-Mata.
- A presença de áreas verdes dentro do espaço urbano contribui mais que a ventilação para o aumento da umidade dos pontos. Esse fator pode ser comprovado, quando se analisam os valores de umidades em todos os

pontos. Dentro do contexto de alta umidade, o ponto com o valor mais elevado, foi no P6-Mata, seguido do P3-Coreto. E o ponto com umidade mais baixa foi constatada no P1-Biblioteca.

- Devem-se incitar estudos e pesquisas sobre a vegetação que rodeia o campus, visando a melhor entendimento e estratégias de proteção e preservação desse ambiente verde, assim com, o acompanhamento de estudos microclimáticos dentro do campus IV-UFPB, na medida em que as modificações nas áreas livres sejam implantadas, com base nas diretrizes sugeridas.

## CAPÍTULO 9 – CONSIDERAÇÕES FINAIS

---

Com isso, constata-se que o estudo que envolve o planejamento urbano e o meio natural é de fato complexo em demasia, exigindo que seja realizada uma abordagem interdisciplinar, pois envolve interesses diversos de todas as esferas da sociedade moderna. Deve-se quebrar o paradigma entre a retórica e o agir, tonando necessário o ajuntamento de estudos e pesquisas que proporcionem o equilíbrio entre o crescimento equitativo do meio urbano e a sustentabilidade ambiental dentro das urbes.

O crescimento urbano vai continuar existindo, porém deve-se apelar pelo bom senso e pela criação de suplementações mais sustentáveis. A partir daí as cidades serão “menos urbanas e mais naturais”.

Com isso os esforços em conscientizar os agentes políticos e a sociedade em geral devem ser reforçados, pois o equilíbrio urbano-ambiental deve ser a força motriz que impulsiona a busca pelo conhecimento no trato de uma cidade mais ambientalmente correta.

As informações contidas nessa pesquisa tiveram o intuito de contribuir, no campo do clima urbano e, mais especificamente, no campo termodinâmico do campus IV-UFPB, visando à compreensão da importância do planejamento urbano e climático adequado a cada realidade local e a proteção e manutenção das áreas verdes, para que haja melhorias relacionadas ao conforto térmico dos usuários do Campus IV-UFPB. Outra contribuição dessa pesquisa está relacionada na formulação de sugestões para a manutenção do Campus IV-UFPB, bem como no auxílio de estudos que abordem a mesma temática.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

---

- AMORIM, M.C.C.T. Intensidade e forma da ilha de calor urbana em Presidente Prudente/SP: episódios de inverno. **Geosul**, v.20, n.39, 2005.
- ARAÚJO, R. V.; ALBERTINI, M. R.; SILVA, A. L. C. DA.; SUESDEKC, L.; FRANCESCHI, N. C. S.; BASTOS, N.M.; KATZ, G.; CARDOSO, V. A.; BRONISLAWA C. C CAPURROC, ALLEGRO, V. L. A. C.; São Paulo Urban Heat Islands Have a Higher Incidence of Dengue Than Other Urban Areas. **Razj Infectdis** 19., **The Brazilian jornal of infections diseases**, p.146–155, 2015.
- ARIFWIDODO, S, D.; TANAKA, T.; - The Characteristics of Urban Heat Island in Bangkok, Thailand. **Procedia, Social and Behavioral Sciences**, 195. 2015, p.423 – 428.
- AYOADE, J.O.; Livro - Introdução à climatologia para os trópicos. Tradução: Maria Juraci Zani dos Santos, Revisão: Suely Bastos, Coord. De edição: Antônio Christofeletti, 4ºedição, Rio de Janeiro, Brasil, Ed. Bertrand Brasil, 2002.
- BARBOSA, G. S. - Desafio do Desenvolvimento Sustentável - **Revista Visões** 4ª Edição, n. 4, v. 1, Jan/Jun, 2008.
- BARBOSA, R., V., R.; **Áreas verdes e qualidade térmica em ambiente urbano: estudo em microclimas de Maceió (AI)**. 2005. Dissertação (Mestrado em Ciência da Engenharia Ambiental)- Universidade de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Carlos-SP, 2005.
- BARROS H. R. De.; LOMBARDO, M. A.; A Relação entre Ilhas de Calor Urbana, Ocupação do Solo e Morfologia Urbana na Cidade do Recife-PE. **Revista Geonorte**, Edição Especial 2, v.2, n.5, p.65 – 76, 2012.
- BÉLANGER, D.; GOSELIN, P.; VALOIS, P.; ABDOUS, B.; - Neighborhood and dwelling characteristics associated with the self-reported adverse health effects of heat in most deprived urban areas: A cross-sectional study in 9 cities. **Health & Place** 32, p. 8–18, 2015.
- BEZERRA, P. T. da C.; Leitão, M. de M. V. B. R.; Azevedo, P. V. de; Oliveira, G. M. de.; Ocorrência de ilha de calor na área urbana das cidades de Petrolina-PE e Juazeiro-BA, 2008.
- BRASILEIRO, L. A.; HIRATSUKA. Análise ambiental de transporte multimodal. **Revista dos Transportes Públicos - ANTP** - Ano 32, 3º quadrimestre, 2009.

CARFAN, A.C.; GALVANI, E.; NERY, J.T.;- O efeito do sombreamento no conforto térmico estudo de caso: cidade de São Paulo – In: VI Seminário latino americano de geografia física e II Seminário ibero americano de geografia física universidade de Coimbra- maio de 2010. **Anais...**Coimbra-Portugal: Universidade de Coimbra, 2010.

CARVALHO, M. M. de. **Clima urbano e vegetação: estudo analítico e prospectivo do parque das dunas em Natal-RN.** 2001.288p – *Scritu Senso em Arquitetura e Urbanismo*. Universidade federal do Rio Grande do Norte.-UFRN, Rio Grande Do Norte-RN, 2001.

CORREIA, L. A. M. B.; GALVÃO, M. L. M e. ARAUJO, A. L. C.- Geoprocessamento Aplicado à Gestão Territorial Urbana de Pedro Velho/ RO. In: Congresso de iniciação científica. **Anais...**Natal: IFRN, 2012.

COSTA, A. C. F.; Farias C. J. P.; Meneses, V. D.; Martins, B. T. C.; Arruda, G. X. M. Características físico-ambientais e variáveis climáticas: um estudo Bioclimático no campus da Universidade de Fortaleza 2011.in: VI Encontro Nacional e IV Encontro Latino-americano sobre Edificações e Comunidades Sustentáveis. **Anais...** Vitória, Espírito Santo, BRASIL, 2011.

COTRIM, G. Livro- História global: Brasil e Geral, - Volume único/ 6º edição reformulada, São Paulo, Ed. **Saraiva**, p. 278 e 279, 2002.

CPRM - Serviço Geológico do Brasil-Projeto cadastro de fontes de abastecimento por água subterrânea. Diagnóstico do município de Rio Tinto. Estado da Paraíba/ Organizado [por] Mascarenhas João de Castro. Beltrão Breno Augusto. Junior Luiz Carlos de Souza, Morais Franklin de, Mendes Vanildo Almeida, Miranda Jorge Luiz Fortunato de Recife: CPRM/PRODEEM, 2005.

FIALHO, E. S. - Ilha de calor: reflexões acerca de um conceito - Universidade Federal de Viçosa. **ACTA Geográfica**, Boa Vista, Ed. Especial **Climatologia Geográfica**, ISSN 1980-5772 e ISSN 2177-4307, p. 61-76, 2012.

FIRMAN, T.; SURBAKTI, I. M.; IDROES. I. C.; SIMARMATA, H. A.; Potential climate-change related vulnerabilities in Jakarta: Challenges and current status. **Habitat International**, 35, Ed. Elsevier, p. 372 – 378, 2011.

FRANCO, F. M.; NOGUEIRA, C. J. A.; ROSSETI, K. A. C.; MACIEL, C. R.; NOGUEIRA, J. S.; Vegetação e sustentabilidade urbana: um estudo de caso para cidade de clima tropical continental/ In: XII-ENCAC. **Anais...**Canelas-RS, 2010.

FREIRE P.; Livro- Alfabetização leitura do mundo. leitura das palavras. Editora **Paz e terra**, 1994.

FREITAS, A. F. de. **Clima e planejamento urbano: um estudo de caso no espaço intra-urbano do campus I da UFPB. João Pessoa-PB.** 2015. 155f. Dissertação (Mestrado em Desenvolvimento e Meio Ambiente) Universidade Federal da Paraíba-UFPB, João Pessoa-PB, 2015.

GAL.T.; e UNGER, J.;- Detection of ventilation paths using high-resolution roughness parameter mapping in a large urban area. **Building and Environment.** v. 44, January 2009, p. 198–206, 2009.

GHIAUS. C.; ALLARD, F.; SANTAMOURIS, M. C.; GEORGAKIS, C.; ROULET. C. A.; GERMANO, M.; TILLENKAMP, F.; HEIJMANS, N.; NICOL, F.; MALDONADO, E.; ALMEIDA, M.; GUARACINO, G.; ROCHE L. Natural Ventilation in Urban Areas - Results of the European Project URBVENT Part 1: Urban Environment. In: International Conference “Passive and Low Energy Cooling for the Built Environment, 2015”. **Anais...** Santorini, Greece, May 2005.

GOMES, M A S E SOARES B R,- A Vegetação nos Centros Urbanos: considerações sobre os espaços verdes em cidades médias brasileiras. **Estudos Geográficos**, ISSN 1678-698X, Rio Claro, v.1, p:19-29, Junho, 2003.

HARAN, R.; Urban heat island intensity in London: An investigation of the impact of physical characteristics on changes in outdoor air temperature during summer enganathan. **Solar Energy** 82, 2008 Science direct, Disponível em: <[www.sciencedirect.com](http://www.sciencedirect.com)>. Acesso em 7, set. 2015 .

HOWARD, L. **The Climate of London Deduced from Meteorological Observations Made in the Metropolis and at Various Places around It. 2d ed. 3 vols.** London: J. & A. Arch, Cornhill; Longman & Co. 1833

HWANG, R. L.; LIN, T. P.; MATZARAKIS A. - Seasonal effects of urban street shading on long-term outdoor thermal comfort. **Building and Environment** 46, Ed. Elsevier, p. 863-870, 2011.  
KOLOKOTRONI, M.; GIRID

KRIEGER, S. Estudos biometeorológicos do clima urbano. Instituto de Astronomia, Geofísica e Ciências Atmosféricas, Ed. **USP- Universidade de São Paulo.** - ACA0245 – Biometeorologia, p. 1-5, 2004.

KRÜGER, E. L.; MINELLA, F. O.; RASIA, F.; Impact of urban geometry on outdoor thermal comfort and air quality from field measurements in Curitiba, Brazil. **Building and Environment** 46, p. 621-634, 2010.

LANDSBERG, H. E.; O clima das cidades. **Revista do Departamento de Geografia**, 18, p. 95-111, 2006.

LEITE, C. G.; **Alterações da Verticalização urbana frente ao processo de verticalização em áreas litorâneas: o caso da avenida litorânea de São Luís (MA)**. 227f. Dissertação (Mestrado em Arquitetura e urbanismo) Faculdade de Arquitetura e urbanismo - Universidade de São Paulo FAUUSP, São Paulo, 2008.

LIMA, N. R. de.; PINHEIRO, G. M.; MENDONÇA F.- Clima urbano no brasil: análise e contribuição da metodologia de Carlos Augusto de Figueiredo Monteiro- **Revista Geonorte**, Edição Especial 2, v.2, n. 5, p. 626 – 638, 2012.

LOBODA, C. R. e DE ANGELIS, B. L. D. Áreas verdes públicas urbanas: conceitos, usos e funções. Ambiência - **Revista do Centro de Ciências Agrárias e Ambientais**. v.1, n. 1, 2005.

LOMBARDO, M. A. O USO DE GEOTECNOLOGIAS NA ANÁLISE DAS MUDANÇAS CLIMÁTICAS NAS METROPOLE DE SÃO PAULO. **Revista Geográfica de América Central**. Número Especial EGAL, Costa Rica II Semestre 2011, p. 1-19, 2011.

LYTH, A. e HOLBROOK, N. J.- Assessing an indirect health implication of a changing climate: Ross River Virus in a temperate island state. **Climate Risk Management**, 2015.

MARIO, J. P. M.; **Poluição atmosférica como condicionante no processo de ocupação do espaço urbano: Analise na cidade Porto Alegre-RS**. 2012. 87f. Dissertação (Planejamento Urbano e Regional)- UFRS- Porto Alegre-RS, 2012.

MARQUES, D.; GANHO, N. E.; CORDEIRO, A. M. R.; - O contributo de estudos climáticos à escala local para o ordenamento urbano O exemplo de Coimbra-(2009)-Portugal. In: 1º Congresso de Desenvolvimento Regional de Cabo Verde e 2º Congresso lusófono de Ciência Regional, 2009, p. 3394-3415. **Anais...Cabo Verde**, Portugal, 2009.

MELO, B. C. B. de.; SANTOS, J. S. dos.; LIMA, E. V.; COSTA, A. D. L.; GUTIERRES, H. E. -Uma análise das condições de uso e cobertura do solo e sua

relação com a dinâmica climática urbana em João Pessoa: subsídio ao planejamento e gestão ambiental em áreas urbanas. In: III Workshop Internacional sobre Planejamento e Desenvolvimento Sustentável em Bacias Hidrográficas, p. 2049-2058. **Anais...**UFCE: Fortaleza, 2011.

MENDONÇA, F.- Abordagem interdisciplinar da problemática ambiental urbano metropolitana: esboço metodológico da experiência do doutorado em MA&D\* da UFPR sobre a RMC. Região Metropolitana de Curitiba. Desenvolvimento e Meio Ambiente, Ed. **UFPR**, n. 3, p. 79-95, 2001.

MENDONÇA, R. S. R.E.; ASSIS, E. S. de. Conforto Térmico Urbano - Estudo de Caso do Bairro Floresta - Belo Horizonte. Associação nacional de tecnologia do ambiente construído. In: Antac e Encac, 2001 – São Pedro, SP, Brasil, p.1-8. ISBN: 85-89478-08-4. **Anais...**ANTAC, São Pedro-SP, 2001.

MONTEIRO, C. A. de F.-Por um suporte teórico e prático para estudos geográficos de clima urbano no Brasil. GEOSUL. n. 9, Ano V - 19 setembro de 1990.

NÓBREGA, R. S.; VITAL, L. A. B. - Influência da Urbanização sobre o Microclima de Recife e Formação de Ilha de Calor. **Revista Brasileira de Geografia Física**. n. 3, p. 151-156, 2010.

NOGUEIRA, A. M. P. **Configuração urbana e microclimas: estudo em loteamento horizontal de Maceió-AL- 184f.** Dissertação (Mestrado em Arquitetura e Urbanismo: Dinâmicas do espaço Habitado)- Universidade Federal de Alagoas, FAU/UFAL, Maceió-AL, 2011.

OLIVEIRA, P.M.P. Cidade Apropriada ao Clima- a forma urbana como instrumento de controle do clima urbano, Editora **UNB**, 1987.

PENG, W.; WANGA, G.; ZHOUA, J.; ZHAOA, J.; YANGA, C. -Studies on the temporal and spatial variations of urban expansion in Chengdu, western China From 1978 to 2010. **Sustainable Cities and Society**. Ed. Elsevier, 17. p.141–150, 2015.

ROBAA S .M. -Effect of Urbanization and Industrialization Processes on Outdoor Thermal Human Comfort in Egypt. **Atmospheric and Climate Sciences**, v.1, p. 100-112, July 2011. Disponível em <<http://www.scirp.org/journal/acs>>. Acesso em 7.set. 2015.

ROLIM, G. de S.; CAMARGO, M. B. P. de; LANIA, D. G.; MORAES, J. F. L. de. Classificação climática de Köppen e de Thornthwaite e sua aplicabilidade na determinação de zonas agroclimáticas para o estado de São Paulo,- Bragantina, Campinas, V. 66, n.4. p. 711-720, 2007. ISSN 0006-8705 Disponível em:

<<http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=90866422>>. Acesso em 7, set. 2015.

ROSENZWEIG C.; SOLECKI, W. D.; PARSHALL, L.; CHOPPING. M.; POPE, G.; GOLDBERG, R. Characterizing the Urban Heat Island in Current and Future Climates in New Jersey-USA. *Environmental Hazards*. Ed. Elsevier, 6- p. 51–62, 2005.

SHAHMOHAMADI, P.; CHE-ANIA, A. I.; ETESSAM, I.; MAULUD, K. N. A.; TAWIL, N. Healthy Environment: The Need to Mitigate Urban Heat Island Effects on Human Health. *Procedia Engineering* Ed. Elsevier, 20, p. 61 – 70, 2011.

SILVA, I. M. da; GONZALEZ, L. R.; SILVA FILHO, D. F. da. Recursos naturais de conforto térmico: um enfoque urbano. **Revista da Sociedade Brasileira de Arborização Urbana**, Piracicaba, v. 6, n. 4, p. 35 – 50, 2011.

SILVEIRA, de A. T.; PORTUGAL, J. L.; SÁ, L. A. C. M. de.; VITAL, S. R. de O. Análise Estatística Espacial Aplicada a Construção de Superfícies Batimétricas- São Paulo: UNESP. **Geociências**. v: 33, n. 4. p. 596-615, lo 2014.

SOBREIRA, L., C; L.; LEDER, S., M; SILVA, F. de A. G.; ROSA, P. R. de O; Expansão urbana e variações mesoclimáticas em João Pessoa-PB. **Ambiente Construído**. Porto Alegre, v.11, p. 125-138. ISSN: 1678-8621, 2011.

SUSCA T.; GAFFIN, S. R. E.; DELL'OSO, G.R. -Positive Effects of Vegetation: Urban Heat Island and Green Roofs. *Environmental Pollution*. 159, Ed. Elsevier, p. 2119 - 2126, 2011.

VIANA, S. S. M. **CARACTERIZAÇÃO DO CLIMA URBANO EM TEODORO SAMPAIO/SP**. 190f. Dissertação (Mestrado em Geografia) Faculdade de Ciências e Tecnologia da UNESP, Presidente Prudente, 2006.

WONG, A. N. H.; JUSUF, S. K.; TAN, C L,-, Integrated Urban Microclimate Assessment Method Sustainable Urban Development and Urban Design Tool. *Landscape and Urban Planning*. 100, Ed. Elsevier, p. 386–389, 2011.

YAO, R.; LUO, Q.; LUO, Z.; JIANG, L.; YAMG, Y.; An integrated study of urban microclimates in Chongqing, China: Historical weather data, transverse measurement and numerical simulation. **Sustainable Cities and Society**. Ed. Elsevier, v.14, p. 187–199, February 2015.

## APÊNDICES

**Tabela 8-** Dados representativos das médias diárias e gerais de temperatura para o período seco.

Período seco	Período Seco (Temperatura (°C) e Umidade (%))											
	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7	P8	P9	P10	P11	P12
04/03/2015	28,3	69,7	25,7	75,6	27,9	71,1	26,3	85,6	27,3	77,2	26,8	78,6
05/03/2015	26,7	86,3	26,5	87	26,3	87,6	25,1	88,8	26,7	86	26,1	92,1
06/03/2015	25,5	90,4	26,3	91,9	25	91,8	26,5	80,9	25,4	90,6	25,2	94,5
07/03/2015	27,1	80	27	81,4	26,7	81,1	25,6	90,5	26,9	80,2	26,3	85,3
08/03/2015	26	92,2	26	92,7	25,7	93	26,1	89,7	25,9	92,3	25,8	94,8
09/03/2015	26,4	91,1	26,1	91	26	92,6	27	82,7	26,3	91,6	26	96,3
10/03/2015	27,5	82,3	26,7	83,8	27	84	26,7	80	27,5	83	27	88
11/03/2015	27,2	79,3	26,9	79,9	26,8	81	26,7	81,5	27,1	77,2	26,6	84,4
12/03/2015	27,1	81,2	27	82,2	26,7	82,4	27	76,8	26,9	81,4	26,5	86,3
13/03/2015	27,4	75,9	27,1	83,4	27	77,3	26,2	77,4	27,4	79,5	26,8	80,6
14/03/2015	26,8	76	26,5	77	26,4	77,1	26,8	80	26,7	77	26,3	80,3
15/03/2015	27,4	80	27,2	81	27	81,3	27,6	79,9	27,3	73,3	27	84,8
16/03/2015	28	78,7	27,7	79,9	27,6	80,8	27,2	78	27,9	74	27,4	85,1
17/03/2015	27,7	76,7	27,5	78	27,2	78,5	27,1	77,2	27,7	77,8	27,2	82,6
18/03/2015	27,6	76,1	27,4	77,1	27,2	77,5	27,5	73,7	27,5	75	27,1	81,4
19/03/2015	28,1	71,7	27,8	77	27,5	74,3	26,7	83,3	28,2	76,3	27,5	78
20/03/2015	27,2	82,6	26,9	84	26,8	84,5	24,8	92,4	27,1	82	26,7	88,1
21/03/2015	25,2	95,3	25	95	25	96	23,9	94	25,1	95	25,8	98,5
22/03/2015	24,3	97,6	24,1	97	24	98	25	91,6	24,2	90,6	24,2	98,8
23/03/2015	25,4	93,3	25,4	93,5	25,1	93,7	26,7	84,3	25,3	92	25,2	95,5
24/03/2015	27,1	84,6	26,9	82,3	26,7	86,2	27,1	82,1	27	83,9	26,6	89,7
25/03/2015	27,6	82,1	27,4	80	27,2	83,4	26,3	80,3	27,5	82	27	87,4
26/03/2015	26,8	79,7	26,6	80	26,4	81,2	25,9	79	26,7	79	26,2	85,1
27/03/2015	26,3	78,1	26	79	26	79,2	26,8	79,7	26,2	78	25,8	84
28/03/2015	27,3	78,6	26,9	80	27	80	26,7	85,8	26,6	79	26,6	84,4
29/03/2015	27,1	86,2	26,9	87,3	26,8	87,4	25,7	89	27	86,2	26,5	91,4
30/03/2015	26,2	89,6	26,1	89	25,8	91,2	26,7	78,2	26,2	89,3	26	93
31/03/2015	27,2	76,3	27	77,9	26,7	78	26,6	70	27,2	76,3	26,6	82,2
01/04/2015	27,2	74,3	27	77,9	26,7	76,3	26,1	81,3	27	78,4	26,5	80,4
02/04/2015	26,6	80,1	26,4	80,1	26,3	81,4	26,6	77,8	26,5	83	26,2	86
03/04/2015	27,1	75,9	27,3	81,3	26,7	77,7	25,9	80,6	27	79,9	26,5	82,5
04/04/2015	26,3	79,8	26,5	81,8	26	80,8	26,6	78	26,2	80	25,8	85,4
05/04/2015	27	78	27,1	79,9	26,7	79,4	27,2	80,4	26,9	79,9	26,4	84,1
06/04/2015	27,4	80,1	26,8	80	27,2	80,9	27,5	81	27,3	80,1	26,8	85,8
07/04/2015	27,7	81,1	27,8	81,6	27,6	81,8	27,8	81,1	27,6	80	27,1	87,7
Média Geral	26,9	81,7	26,6	83	26,5	83,1	26,4	82	26,7	81,9	26,4	86,9

**Tabela 9-** Dados representativos das médias diárias e gerais de temperatura e umidade para o período chuvoso.

Período chuvoso	Período Chuvoso (Temperatura (°C) e Umidade (%))											
	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7	P8	P9	P10	P11	P12
09/06/2015	26	84,7	25,6	87,3	25,5	87,4	25,3	85,5	25,7	84,7	25,4	90,6
10/06/2015	25,7	86	25,4	88,4	25,2	89,5	25,2	86,8	25,5	85,9	25,3	91,8
11/06/2015	26,6	78,1	26	80,9	26,1	81,1	26,1	79,7	26,4	77,6	26	84,5
12/06/2015	25,3	81,7	24,9	85	25	84,2	24,9	83,6	25,1	82	24,7	88,3
13/06/2015	25,3	81	24,9	84	25	83,7	24,5	82,7	25,1	81,2	24,5	87,8
14/06/2015	26	84,8	25,6	87,3	25,4	87,7	25,1	85,5	25,7	84,9	25,3	91,03
15/06/2015	26,3	84,4	26	87,1	26	87	25,8	85,5	26,1	84,7	25,6	90,9
16/06/2015	25,4	78,1	25	81,2	25	80,3	25	80	25,2	78,5	24,8	83,01
17/06/2015	25,2	79	25	81,3	24,7	81,6	24,7	79,9	25,1	78,9	24,5	86,9
18/06/2015	24	90,7	23,7	93,3	23,5	93,3	23,1	90	23,7	90,5	23,5	96,2
19/06/2015	25,4	82,1	25,2	84,2	25	84,5	24,8	83,4	25,2	82,2	24,7	88
20/06/2015	26,1	80,2	26	82,4	25,7	82,2	25,1	82,4	26	80	25,5	85,5
21/06/2015	25,4	84,5	25,1	87,5	25	87,2	25,1	85,5	25,1	84,5	24,8	90,5
22/06/2015	24,3	89	24	92	23,7	92,7	23,8	88,3	24,1	89,1	23,8	94,8
23/06/2015	24,4	92,3	24,3	95	24	95,2	23,9	91,1	24,2	92,4	24	97,97
24/06/2015	26,4	84,1	26,2	86,2	26	86,3	25,6	85,4	26	84,6	25,8	90,3
25/06/2015	23,5	95,5	23,4	98	23,1	98,1	23,3	93,5	23,4	95,8	23,3	99,5
26/06/2015	25,2	80,4	25,1	82,6	25	82,1	24,8	81,9	25	80,3	24,8	84,7
27/06/2015	25,5	79,8	25,4	82,1	25,2	81,8	25	81,3	25,4	79,6	24,9	85,7
28/06/2015	25,7	84,9	25,6	87,4	25,3	87,3	25,2	85,1	25,5	85	25,2	90,2
29/06/2015	24,2	94,4	24,1	97	24	97	23,8	93,1	24,1	94,6	24	98,6
30/06/2015	25	90,5	24,9	92,7	24,7	92,7	24,5	90,5	25	90,2	24,7	95,2
01/07/2015	26	82,4	25,9	85,1	26	84,1	25,7	83,2	26	82,3	25,8	86,6
02/07/2015	25	93,6	24,7	96,5	24,5	96,5	24,4	92,5	24,7	94	24,5	98,6
03/07/2015	26,1	86,2	26	88,9	25,7	89,2	25,5	87,3	26	86,8	25,5	92,6
04/07/2015	24,9	96,4	24,7	98,5	24,5	98,5	24,5	94,2	24,7	97	24,7	99,6
05/07/2015	25,8	85,8	25,6	87,6	25,4	87,1	25,3	87	25,7	85,7	25,4	89,7
06/07/2015	25,6	77,8	25,4	80,4	25,3	79,7	25,3	79,2	25,4	78	25,1	82,4
07/07/2015	25,1	81,5	24,9	83,9	24,7	83,7	24,3	82,8	25	81,7	24,5	87,2
08/07/2015	25,5	84,8	25,4	87,4	25	87,7	25,1	86,1	25,3	85,2	24,9	90,7
09/07/2015	25,6	79,6	25,5	82	25	82,6	24,8	82,5	25,5	79,8	24,7	86,4
10/07/2015	26,1	81,9	26	84	25,7	85,1	25,5	83,7	26	81,8	25,5	88,5
11/07/2015	25,7	82,8	25,6	85,7	25,2	85,5	25,1	84,8	25,6	83,3	24,9	88,8
12/07/2015	25	88,9	24,8	91,6	24,6	91,7	24,8	88,5	25	89	24,6	94,2
13/07/2015	25,6	82,5	25,4	85	25,1	84,7	25	84,2	25,5	82,6	25	87,6
Média Geral	25,3	84,8	25,1	87,4	25	87,4	24,8	85,6	25,2	84,9	24,8	90,4

- Análise estatística descritiva, dos dados de Umidade, de cada ponto, para o período seco (Verão).

<i>P1 Biblioteca: Umidade-verão-TH</i>	<i>P2 Residência: Umidade- Verão-TH</i>	<i>P3 Coreto: Umidade- Verão-TH</i>
Média	81,74	Média
Erro padrão	1,128069668	Erro padrão
Mediana	80	Mediana
Modo	80	Modo
Desvio padrão	6,673750158	Desvio padrão
Variância da amostra	44,53894118	Variância da amostra
Curtose	0,002157061	Curtose
Assimetria	0,724132477	Assimetria
Intervalo	27,9	Intervalo
Mínimo	69,7	Mínimo
Máximo	97,6	Máximo
Soma	2860,9	Soma
Contagem	35	Contagem
<i>P4 Estacionamento: Umidade- Verão- Davis</i>	<i>P5 Praça: Umidade- Verão-TH</i>	<i>P6 Mata: Umidade-Verão-TH</i>
Média	82,07428571	Média
Erro padrão	0,912963066	Erro padrão
Mediana	80,9	Mediana
Modo	80	Modo
Desvio padrão	5,40116234	Desvio padrão
Variância da amostra	29,17255462	Variância da amostra
Curtose	0,108707728	Curtose
Assimetria	0,470367265	Assimetria
Intervalo	24	Intervalo
Mínimo	70	Mínimo
Máximo	94	Máximo
Soma	2872,6	Soma
Contagem	35	Contagem

- Análise estatística descritiva, dos dados de Temperatura, de cada ponto, para o período seco (Verão).

<i>P1 Biblioteca: Temperatura-verão-TH</i>	<i>P2 Residência: Temperatura-verão-TH</i>	<i>P3 Coreto: Temperatura-verão-TH</i>
Média	26,40285714	Média
Erro padrão	0,11357341	Erro padrão
Mediana	26,5	Mediana
Modo	25,8	Modo
Desvio padrão	0,671909358	Desvio padrão
Variância da amostra	0,451462185	Variância da amostra
Curtose	2,244885522	Curtose
Assimetria	-1,114795556	Assimetria
Intervalo	3,3	Intervalo
Mínimo	24,2	Mínimo
Máximo	27,5	Máximo
Soma	924,1	Soma
Contagem	35	Contagem
<i>P4 Estacionamento: Temperatura-Verão-Davis</i>	<i>P5 Praça: Temperatura-verão-TH</i>	<i>P6 Mata: Temperatura-verão-TH</i>
Média	26,45714286	Média
Erro padrão	0,142031226	Erro padrão
Mediana	26,7	Mediana
Modo	26,7	Modo
Desvio padrão	0,840268064	Desvio padrão
Variância da amostra	0,70605042	Variância da amostra
Curtose	1,488612213	Curtose
Assimetria	-1,070625773	Assimetria
Intervalo	3,9	Intervalo
Mínimo	23,9	Mínimo
Máximo	27,8	Máximo
Soma	926	Soma
Contagem	35	Contagem

- Análise estatística descritiva, dos dados de Vento e Chuva (Davis) para o período seco (Verão).

	(Davis- Vento-seco)		(Davis-Chuva-seco)
Média	2,137142857	Média	3,751515152
Erro padrão	0,125897498	Erro padrão	1,269940356
Mediana	2	Mediana	0
Modo	2,4	Modo	0
Desvio padrão	0,744819644	Desvio padrão	7,295251932
Variância da amostra	0,554756303	Variância da amostra	53,22070076
Curtose	-0,458578089	Curtose	3,422206511
Assimetria	0,219954457	Assimetria	2,081380005
Intervalo	3,2	Intervalo	27,4
Mínimo	0,6	Mínimo	0
Máximo	3,8	Máximo	27,4
Soma	74,8	Soma	123,8
Contagem	35	Contagem	33

- Análise estatística descritiva, dos dados de Vento e Chuva (Davis) para o período Chuvoso (Inverno).

	(Davis- Vento-chuvoso)		(Davis-Chuva-chuvoso)
Média	2,646571	Média	4,785714
Erro padrão	0,165601	Erro padrão	0,971456
Mediana	2,5	Mediana	2,58
Modo	2,4	Modo	0
Desvio padrão	0,979712	Desvio padrão	5,747209
Variância da amostra	0,959835	Variância da amostra	33,03041
Curtose	-0,55227	Curtose	0,757642
Assimetria	0,093404	Assimetria	1,248385
Intervalo	3,9	Intervalo	20,8
Mínimo	0,6	Mínimo	0
Máximo	4,5	Máximo	20,8
Soma	92,63	Soma	167,5
Contagem	35	Contagem	35

- Análise estatística descritiva, dos dados de Umidade, de cada ponto, para o período Chuvoso (Inverno).

<i>P1 Biblioteca: Umidade-chuvoso-TH</i>	<i>P2 Residência: Umidade-chuvoso-TH</i>	<i>P3 Coreto: Umidade-chuvoso-TH</i>
Média	84,86857	Média
Erro padrão	0,8755586	Erro padrão
Mediana	84,4	Mediana
Modo	78,1	Modo
Desvio padrão	5,180039	Desvio padrão
Variância da amostra	26,83281	Variância da amostra
Curtose	-0,30319	Curtose
Assimetria	0,749257	Assimetria
Intervalo	18,6	Intervalo
Mínimo	77,8	Mínimo
Máximo	96,4	Máximo
Soma	2970,4	Soma
Contagem	35	Contagem
<i>P4 Estacionamento: umidade-chuvoso-Davis</i>		
<i>P5 Praça: Umidade-chuvoso-TH</i>		
<i>P6 Mata: Umidade-chuvoso-TH</i>		
Média	85,62	Média
Erro padrão	0,689121	Erro padrão
Mediana	85,4	Mediana
Modo	85,5	Modo
Desvio padrão	4,076893	Desvio padrão
Variância da amostra	16,62106	Variância da amostra
Curtose	-0,41527	Curtose
Assimetria	0,533197	Assimetria
Intervalo	15	Intervalo
Mínimo	79,2	Mínimo
Máximo	94,2	Máximo
Soma	2996,7	Soma
Contagem	35	Contagem

- Análise estatística descritiva, dos dados de Temperatura, de cada ponto, para o período Chuvoso (Inverno).

<i>P1 Biblioteca: Temperatura-verão-TH</i>	<i>P2 Residência: Temperatura-verão-TH</i>	<i>P3 Coreto: Temperatura-verão-TH</i>
Média	25,39714	Média
Erro padrão	0,117787	Erro padrão
Mediana	25,5	Mediana
Modo	26	Modo
Desvio padrão	0,696836	Desvio padrão
Variância da amostra	0,48558	Variância da amostra
Curtose	0,638775	Curtose
Assimetria	-0,79076	Assimetria
Intervalo	3,1	Intervalo
Mínimo	23,5	Mínimo
Máximo	26,6	Máximo
Soma	888,9	Soma
Contagem	35	Contagem
<i>P4 Estacionamento: Temperatura-Verão-Davis</i>	<i>P5 Praça: Temperatura-verão-TH</i>	<i>P6 Mata: Temperatura-verão-TH</i>
Média	24,85429	Média
Erro padrão	0,113415	Erro padrão
Mediana	25	Mediana
Modo	25,1	Modo
Desvio padrão	0,670971	Desvio padrão
Variância da amostra	0,450202	Variância da amostra
Curtose	0,756344	Curtose
Assimetria	-0,82608	Assimetria
Intervalo	3	Intervalo
Mínimo	23,1	Mínimo
Máximo	26,1	Máximo
Soma	869,9	Soma
Contagem	35	Contagem

## **ANEXOS**

**Tabela 10-** Dados do INMET-JP Para o período entre 04 de março a 07 de abril, no período seco

Registros INMET- JP para o período seco, entre 04-março a 07-abril (Verão)			
Período	Temperatura (°C) (média)	Umidade R. (%) (média)	Chuva (mm) acumulada
1991	27,7	73,0	143
1992	26,9	78,8	443
1993	27,9	71,9	118
1994	28,4	78,5	309
1995	28,2	72,3	206
1996	27,5	78,8	356
1997	27,4	78,6	158
1998	29,2	74,0	54
1999	28,1	72,0	117
2000	27,9	76,7	130
2001	27,6	76,8	245
2002	27,6	80,6	306
2003	27,7	78,8	291
2004	28,0	74,8	176
2005	28,9	74,6	113
2006	28,8	75,0	90
2007	28,1	76,9	114
2008	27,7	75,1	301
2009	28,3	72,3	53
2010	28,9	74,0	64
2011	28,7	73,9	58
2012	28,0	74,9	114
2013	28,8	71,1	21
2014	27,4	75,9	173
2015	27,1	75,2	0
Média em 25 anos	28	75,3	166

**Tabela 11-** Dados do INMET-JP Para o período entre 04 de março à 07 de abril, no período seco.

Registros INMET JP para o período chuvoso, entre 09-junho a 13-julho (Inverno)			
Período	Temperatura (°C) (média)	Umidade R. (%) (média)	Chuva (mm) acumulada
1991	25,2	80,5	202
1992	25,0	81,2	401
1993	25,2	81,9	376
1994	25,3	82,5	607
1995	25,4	81,5	337
1996	25,6	79,5	358
1997	25,5	79,2	146
1998	26,1	76,9	346
1999	25,6	76,3	154
2000	24,9	88,1	822
2001	25,4	82,3	189
2002	25,0	86,1	451
2003	24,9	84,8	619
2004	25,1	85,0	554
2005	25,4	86,1	499
2006	25,8	82,6	282
2007	25,4	83,6	442
2008	25,0	80,2	507
2009	25,4	86,1	384
2010	25,8	79,2	254
2011	25,4	84,4	434
2012	25,3	81,3	612
2013	25,6	84,1	615
2014	25,0	82,3	286
2015	25,8	79,1	279
Média em 25 anos	25,3	82,1	406