



Revista Brasileira de Geografia Física

Homepage: www.ufpe.br/rbgfe



Caracterização do Campo Térmico Urbano e suas Relações com o Uso e Ocupação do Solo no Campus Central da UFPB

Joel Silva dos Santos¹, Beatriz Cristina Barbalho de Melo², Lincoln Eloi de Araújo³, Évio Eduardo Chaves de Melo⁴

¹Prof. Msc. do Departamento de Engenharia e Meio Ambiente – Universidade Federal da Paraíba.

²Estudante do curso de Ecologia – Universidade Federal da Paraíba.

³Prof. Dr. do Departamento de Engenharia e Meio Ambiente – Universidade Federal da Paraíba.

⁴Prof. Dr. do Departamento de Engenharia e Meio Ambiente – Universidade Federal da Paraíba.

Artigo recebido em 15/08/2011 e aceite em 15/09/2011

RESUMO

O trabalho correlaciona como as diferentes formas de uso e cobertura do solo interfere nas condições do campo térmico do Campus I da UFPB localizado na cidade de João Pessoa, PB. Para a realização da pesquisa inicialmente foi feito um levantamento bibliográfico a respeito da temática em questão, seguido do reconhecimento da área de estudo e das medições *in loco* para a coleta dos dados de temperatura e umidade relativa do ar. O experimento de campo foi realizado em 06 pontos representativos do campus durante dois períodos distintos, um chuvoso e o outro seco, de forma a caracterizar as condições do campo térmico local, devido ao adensamento de construções e a presença de arborização. Para o cálculo do índice de conforto térmico foi utilizado o Índice de Thom. Os resultados demonstraram que as diferentes formas de uso e ocupação do solo têm alterado o campo térmico da área em estudo, e gerado uma série de preocupações entre os planejadores desse espaço. Dentre as principais preocupações estão as relacionadas ao crescimento da estrutura da universidade (que se torna inevitável) devido à rápida expansão acadêmica e a diminuição das áreas verdes, que desempenham um papel importante para amenização climática. O Campus Universitário carece de estudos que correlacionem o crescimento das construções com as condições de conforto térmico da população. Em virtude disso, este trabalho tem grande relevância e importância, uma vez que procura articular os estudos na área de climatologia urbana ao planejamento e ordenamento territorial urbano.

Palavras Chave: Clima Urbano, Campo Térmico, Índice de Desconforto Térmico

Urban Climate: Characterization of Thermal Field and its Relations with the Different Forms of Soil Usage and Occupation in the Central Campus of UFPB

ABSTRACT

The work seeks to correlate how different forms of use and land cover interfere under conditions of thermal field of UFPB Campus I located in the city of João Pessoa-PB. To carry out the search was initially made a bibliographic survey regarding the subject in question, followed by the recognition of the study area and spot measurements for the collection of data of temperature and relative humidity. Field experiment was conducted on 06 representative points of campus during two distinct periods, a rainy and dry in order to characterize the conditions of the local thermal field, due to the densification of constructions and the presence of af forestation. For the calculation of thermal comfort index was used the index of Thom. The results demonstrated that the different forms of soil usage and occupation have changed the thermal field of the area under study, and generated a number of concerns among the planners of this space. Among the main concerns are related to the growth of the University's structure (that becomes unavoidable) due to rapid academic expansion and decline of green areas, which play an important role for climate thawing. The Campus lacks studies that correlate the growth of buildings with thermal comfort conditions of the population. As a result, this work has great relevance and importance, since it seeks to articulate the studies in the area of urban climatology to urban planning and regional planning.

Keywords: Urban climate, Thermal Field, Thermal Discomfort index

1. Introdução

Os primeiros estudos sobre clima

urbano foram realizados em Londres. Howard (1833) estudando o campo térmico da cidade

*E-mail para correspondência: joelsilvadossantos@yahoo.com.br
(Santos, J. S.).

de Londres percebeu que os registros meteorológicos já mostravam diferenças de temperatura entre o microclima da cidade e o do campo. A poluição produzida pela queima de carvão provocava alterações na temperatura da cidade e a Revolução Industrial consolidava cada vez mais o sistema capitalista, fazendo com que a indústria substituísse ao poucos o comércio e se tornasse conseqüentemente o principal setor de acumulação de riquezas, trazendo profundas transformações sociais e econômicas (Cotrim, 1999). O mesmo autor 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 consequência desse processo, surgiram diversos problemas socioambientais nas cidades industriais européias e norte-americanas, sobretudo com relação à poluição atmosférica ocasionada pela queima de combustíveis fósseis provenientes das indústrias e o despejo de resíduos industriais em corpos d'água e no solo.

Mendonça (2001) aponta que no período pós-Revolução Industrial foram constatadas modificações significantes na dinâmica do clima de várias cidades no mundo, devido ao forte processo de urbanização e à concentração de poluentes. O autor também afirma que na Modernidade, tanto a degradação da natureza como o despertar para uma consciência para a

intervenção racional e planejada na alteração/construção do ambiente urbano, tornaram-se premissas urgentes. Até a II Guerra Mundial os problemas ambientais urbanos estavam reduzidos a um conjunto de países industrializados do mundo, pois neles se concentrava grande parte das metrópoles e das regiões industriais. Após a 2ª Guerra Mundial, ocorreu um crescimento das áreas metropolitanas e o aumento da industrialização. A partir daí, intensificaram-se os estudos sobre clima urbano, tornando evidente a contaminação da atmosfera das cidades.

No Brasil, Monteiro (1976) dá uma grande contribuição aos estudos da climatologia urbana ao formular sua proposta teórico-metodológica pautada na Teoria dos Sistemas. O Sistema Climático Urbano proposto pelo autor está pautado em três canais de percepção: o termodinâmico; o hidrometeorológico e o físico-químico. Os três canais de percepção quando integrados são responsáveis pela dinâmica de todo o Sistema Climático Urbano.

Em um levantamento bibliográfico a respeito do estudo do clima urbano no Brasil, Mendonça (2003) evidencia a evolução de tais estudos e a distribuição por cidades e regiões, além do campo de estudo da climatologia urbana utilizado para as pesquisas de caso. Na segunda metade do século XX, o Brasil apresentou um rápido processo de urbanização. Esse processo, caracterizado especialmente pela formação

das metrópoles, deu-se de forma intensa e descontrolada, resultando em modificações intensas sobre os sistemas ambientais, mostrando que o ambiente urbano dessas cidades foi alterado pelos elevados índices de ocupação do espaço, pela retirada da cobertura vegetal, pelo crescimento demográfico, dentre outros fatores. Com o inchaço populacional, as cidades têm sérias conseqüências ambientais, econômicas e sociais. O crescimento das mesmas se dá em um ritmo tão acelerado que os riscos urbanos se tornam evidentes, pois as cidades não estão preparadas para esse crescimento acelerado e suas implicações.

Segundo Guzzo (1999) com a especulação imobiliária e a falta de planejamento nas *urbes*, quase tudo que existe nas cidades é produzido de forma artificial e os espaços verdes acabam desaparecendo para dar lugar a edifícios, vias asfaltadas e obras de concreto, trazendo mudanças significativas para o clima local. Os espaços verdes nos centros urbanos são de total importância para a manutenção do clima nas cidades. Dentre as inúmeras vantagens das áreas verdes, considera três principais: ecológica, estética e social.

O mesmo autor afirma que as contribuições ecológicas ocorrem na medida em que os elementos naturais que compõem esses espaços minimizam tais impactos decorrentes da industrialização. A função estética está pautada, principalmente, no papel de integração entre os espaços construídos e

os destinados à circulação. A função social está diretamente relacionada à oferta de espaços para o lazer da população. As áreas verdes urbanas são de extrema importância para a qualidade da vida urbana. Elas agem simultaneamente sobre o lado físico e mental do Homem, absorvendo ruídos, atenuando o calor do sol; no plano psicológico, atenua o sentimento de opressão do Homem com relação às grandes edificações; constitui-se em eficaz filtro das partículas sólidas em suspensão no ar; contribui para a formação e o aprimoramento do senso estético, proteção ambiental entre tantos outros benefícios.

Dessa forma, a intervenção no uso do solo urbano a partir desse conhecimento, pode elevar os níveis de conforto ambiental e reduzir desperdícios de energia, além de servir de subsídio para a prática do planejamento e da gestão ambiental em áreas urbanas. É diante deste contexto que esse estudo se insere, tendo como objetivo principal analisar as condições do campo térmico e suas relações com o uso e cobertura do solo no Campus I da UFPB. A pesquisa também serve de subsídio ao planejamento e ordenamento territorial do próprio Campus, que vem crescendo rapidamente nos últimos anos. A área de estudo é o Campus I da UFPB (Figura 1), localizado na cidade de João Pessoa – PB, que dista cerca de 4 km do centro da capital, e as coordenadas do seu centro geográfico são 7° 08' S e 34° 53' W, com altitude de 33 metros acima do nível do mar. Segundo Silva (1999), o clima da região

é caracterizado por temperaturas do ar e umidades relativas médias anuais bastante elevadas, com estação úmida definida e regime pluviométrico acentuado concentrado nos meses de maio, junho e julho. O autor afirma ainda que a cidade permanece durante todo o ano dentro da faixa correspondente aos

ventos alísios de Sudeste. Somente com a chegada dos meses mais quentes, tem sua frequência alterada através dos ventos de Leste e de Nordeste, vindos das áreas equatoriais na corrente de deslocamento, em direção Sul da Zona de Convergência intyertropical.

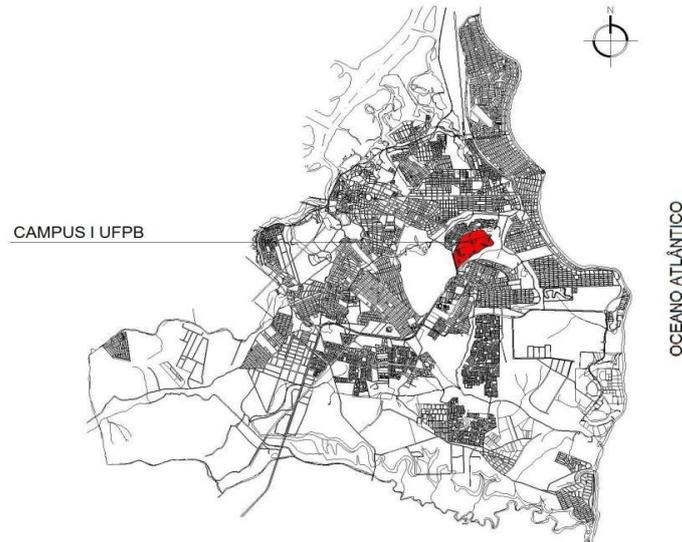


Figura 1. Localização do objeto de estudo na malha urbana da cidade.

O Campus I da UFPB tem uma área total de 180 ha (Figura 2), entre áreas edificadas e grandes áreas arborizadas, que

representam cerca de 50% da área total do terreno, distribuídas por todo o campus (Costa, 2007).



Figura 2. Vista aérea do Campus I da UFPB.

O Campus está em constante expansão de área construída, em virtude do rápido

crescimento da instituição, o que tem comprometido cada vez mais os espaços

verdes e as condições de conforto térmico da área. A falta de estudos que direcionem o uso e ocupação deste espaço tem comprometido o planejamento territorial e a manutenção das áreas verdes para a amenização climática da área em questão. Dessa forma, a pesquisa também tem a finalidade de fazer recomendações de manejo e planejamento para o espaço do Campus I da UFPB. (Costa, 2007)

2. Material e Métodos

Para a realização do trabalho foram definidas algumas estratégias metodológicas baseadas nas propostas de Katschner (1997) e Costa (2007). A pesquisa avalia as condições higro-térmicas a partir da descrição física do espaço estudado, aliada às medições in loco que foram realizadas. As medições

foram feitas durante 12 dias do período de verão (Março/2010) e 12 dias do período de inverno (Junho /2010), registrando-se os dados a cada hora, por meio de equipamento do tipo *loggers Hobos*, instalados em 06 pontos representativos da área de estudo. Após o registro e coleta dos dados, foi feita a análise quantitativa e qualitativa dos mesmos, correlacionando-os com diversos tipos de uso e cobertura do solo. Para avaliação da influência do uso e cobertura do solo em cada ponto de medição, foi considerada uma área de 0,21 km² no seu entorno, conforme detalhado na Figura 3. Para o cálculo do índice de conforto térmico foi utilizado o Índice de Thom que usa os parâmetros temperatura e umidade relativa do ar para sua definição.

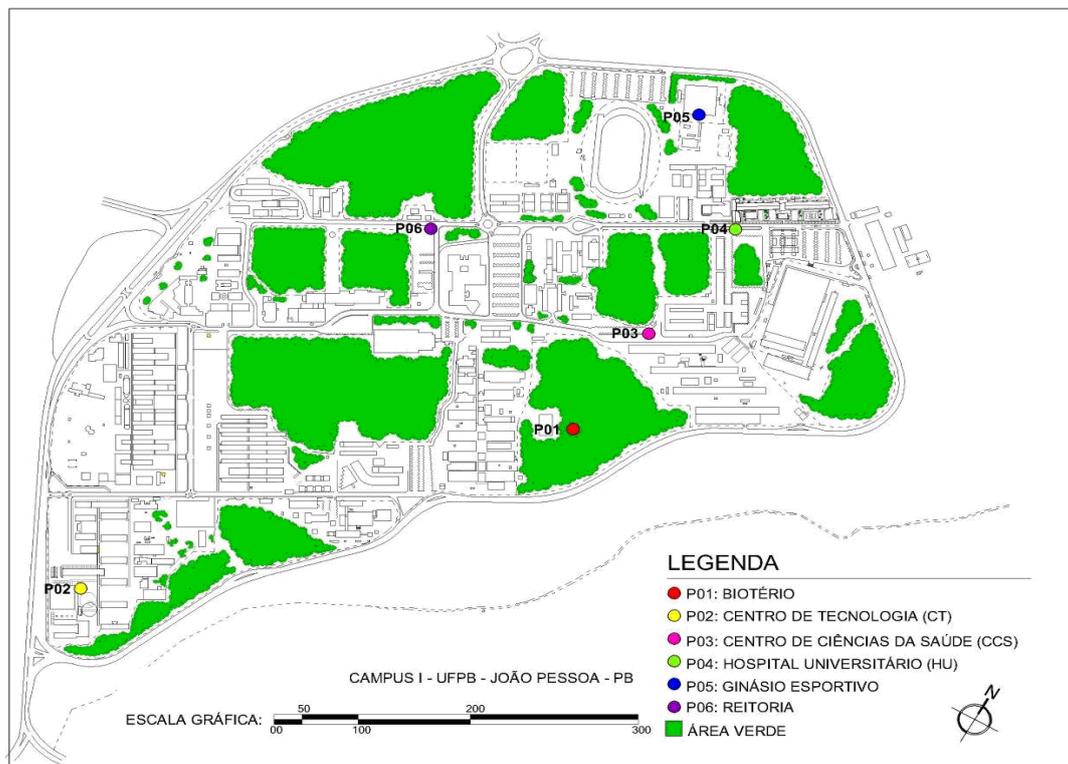


Figura 3. Mapa do Campus I com a localização dos pontos de medição e das massas arborizadas mais densas

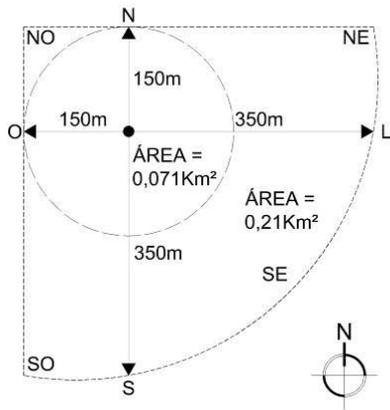


Figura 4. Composição da área de análise de cada ponto de coleta. Fonte: Costa, 2007

Com base na análise preliminar dos mapas, associado com as visitas *in loco*, foram definidas classes temáticas para os tipos de recobrimento do solo como representativas da realidade de cada área de 0,21Km² estudada, quais sejam: áreas verdes, edificações, solo permeável – areia, solo permeável – grama, solo impermeável – pedra/calçamento, solo impermeável – revestimento asfáltico, solo impermeável – concreto.

3. Resultados e Discussão

Os resultados da classificação para a cobertura do solo são apresentados por pontos a seguir e visualizados nas Figuras de 05 a 10.

P01 – BIOTÉRIO

Encontra-se situado em meio a uma área de grande e densa cobertura vegetal justamente no caminho do vento (Sudeste) e com edificações em cobertura cerâmica próximas no lado Oeste do quadrante. Na sua área de abrangência, na parte externa do Campus, encontra-se uma rua com pavimentação asfáltica de fluxo médio, porém localizada ao

lado de uma reserva de Mata Atlântica. O solo é permeável com cobertura em areia e a topografia dessa área é bastante acidentada, com declive no sentido Sudeste, com relação a toda a área do Campus.

P02 – CENTRO DE TECNOLOGIA (CT)

Localiza-se numa área pavimentada com tijolo cerâmico e cercada por edificações com cobertura em telha cerâmica e telha metálica. Dentro do Campus, uma pequena massa de cobertura vegetal é observada na direção Leste e o recobrimento do solo é em sua maioria impermeável. Esse ponto encontra-se próximo da via de acesso principal à Universidade, com cobertura asfáltica e fluxo intenso de veículos durante todo o dia.

P03 – CENTRO DE CIÊNCIAS DA SAÚDE (CCS)

O ponto está localizado numa área com recobrimento do solo em pedra (calçamento) com proximidade de duas grandes áreas arborizadas do Campus, onde uma dessas áreas (na direção SO) é onde se encontra localizado o P01 (Biotério). Na direção Leste, observa-se uma grande área de edificações com vários tipos de cobertura (telha metálica e telha cerâmica), uma das quais é o Hospital Universitário (HU), destacado pelo seu gabarito (07 pavimentos). O solo possui quatro tipos de revestimento: areia, pedra/calçamento, asfalto e concreto.

P04 – HOSPITAL UNIVERSITÁRIO (HU)

O quadrante do ponto 04 (HU) engloba

pequenas áreas arborizadas nas direções Oeste e Norte. Esse ponto encontra-se cercado de grandes edificações com cobertura em telha cerâmica e metálica; e destaca-se por estar bem próximo do Hospital Universitário, que é a edificação com maior gabarito encontrado no Campus, em uma área de muito movimento. O solo é recoberto por areia, pedra/calçamento, asfalto e concreto.

P05 – GINÁSIO ESPORTIVO

Localiza-se ao lado do ginásio poliesportivo do Campus, que tem uma grande cobertura metálica. Dentre os pontos de medição da pesquisa esse é o menos edificado, sendo composto por uma grande área permeável com recobrimento em grama (o campo de

futebol). Possui áreas arborizadas na direção Sul e Nordeste e pequena concentração de edificações no sentido Leste e Sudoeste.

P06 – REITORIA

O ponto da Reitoria está inserido numa área de recobrimento do solo em areia ao lado de uma rua com pavimentação asfáltica. Nas direções Noroeste, Oeste e Sul onde é observada uma grande área de cobertura vegetal e nas direções Leste e Sudeste área edificada com cobertura em telha cerâmica e metálica. É bom salientar que depois de feitas as medições, esse ponto já está sofrendo intervenção, através da construção de uma grande obra, que abrigará um centro cultural da UFPB.

	
Figura 05: P01 (Biotério).	Figura 06: P02 (CT).
	
Figura 07: P03 (CCS).	Figura 08: P04 (HU).
	
Figura 09: P05 (Ginásio).	Figura 10: P06 (Reitoria).

De acordo com o tratamento dos dados nos períodos avaliados, a variação média da temperatura foi de 1,2°C no verão e 0,9°C no inverno e da umidade relativa do ar cerca de 7% no verão e 6% no inverno (Tabela 1). Esses resultados são significativos, considerando a baixa amplitude térmica da

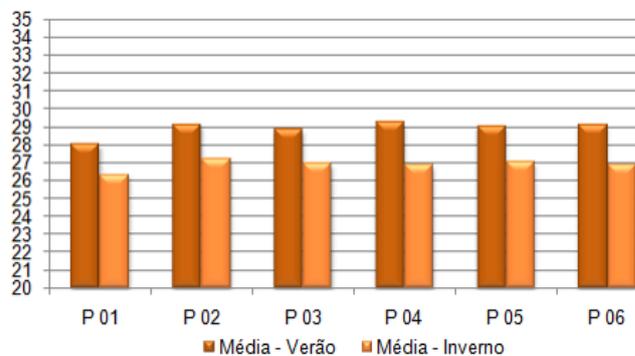
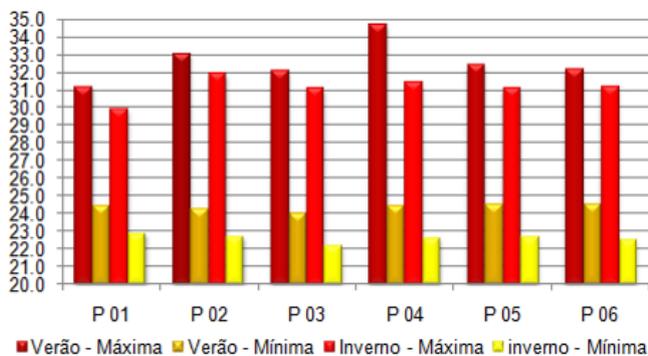
região. O P01 apresentou as melhores médias em relação à temperatura do ar nos períodos avaliados, enquanto que os pontos P02, P04 e P05 tiveram as maiores médias, com diferenças também representativas na umidade relativa do ar.

Tabela 1. Temperatura Média do Ar e Umidade Relativa Média por Ponto no Período

Pontos	Temperatura Média do Ar		Umidade Relativa Média do Ar	
	Verão	Inverno	Verão	Inverno
P01	28,0 °C	26,3 °C	80 %	89 %
P02	29,1 °C	27,2 °C	74 %	83 %
P03	28,8 °C	26,9 °C	77 %	86 %
P04	29,2 °C	26,8 °C	76 %	87 %
P05	29,0 °C	27,0 °C	73 %	83 %
P06	29,1 °C	26,8 °C	78 %	88 %

A verificação das máximas e mínimas da temperatura do ar nos pontos monitorados (Figuras 11 e 12) reafirmou as melhores condições do P01. O ponto apresentou os menores valores em função da cobertura vegetal que serviu para amenizar as condições de temperatura da área experimental. No que

diz respeito à umidade relativa do ar, o P 01 também apresentou características distintas nos valores. Isso reforça a importância da cobertura vegetal para a obtenção das melhores condições de conforto térmico da área em estudo



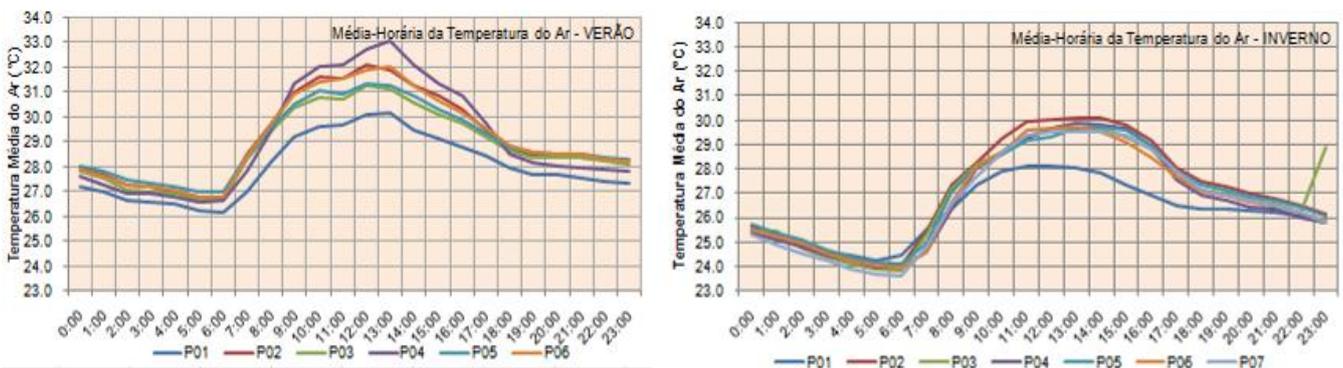
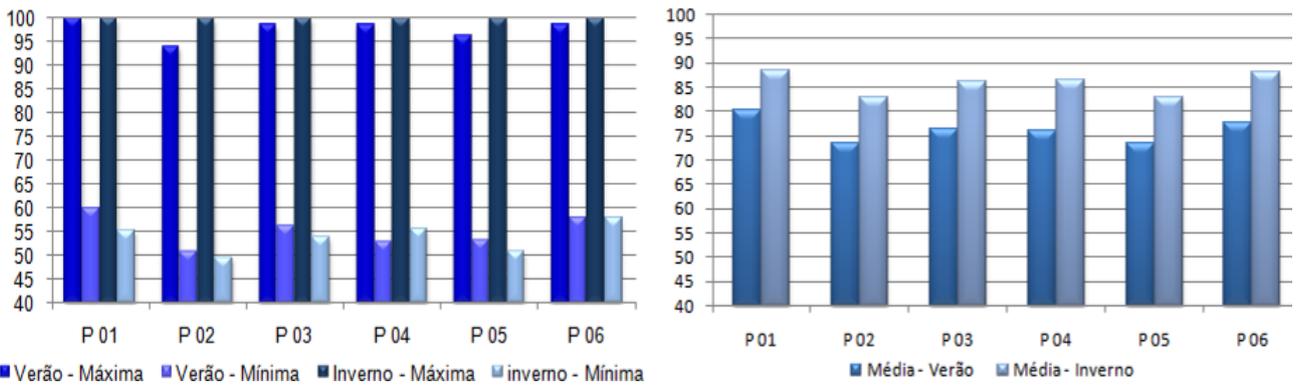
Figuras 11 e 12. Gráficos indicativos das Temperaturas Máximas e Mínimas e da Temperatura Média do Ar por ponto no período.

Em contrapartida, o P04 - que dispõe de situação oposta ao P01 – apresentando alto adensamento de construções, com ocorrência de edificações com pavimentos suficientes para interferir na massa de ar de sudeste e recobrimento do solo praticamente impermeável - obteve a maior temperatura avaliada no período, bem como, a maior amplitude térmica.

No que diz respeito à umidade relativa do ar, observou-se que a mesma é fortemente influenciada pelas zonas mais arborizadas, ressaltando os resultados no ponto P01, o P01 é o ponto com a melhor média de umidade e o P02 é o ponto com as medias mais baixas. Isto se deve ao fato do ponto está localizado

em uma grande área circundada por vegetação é o P02 está situando próximo a edificações e áreas com ruas asfáltica. Os gráficos abaixo apontam o comportamento nas suas medidas máxima, mínima e média por ponto, no que diz respeito à umidade relativa do ar (Figuras 13 e 14).

Ao tratar os dados organizando-os sob a forma da média horária (Figura 15 e 16), foi possível identificar que os valores das médias da temperatura e da umidade são semelhantes em todos os pontos: a situação diária mais favorável às atividades humanas com relação a esses valores ocorre no período das 20 às 06h, e fica muito desfavorável entre as 10 e às 14h.



Nota-se que o ponto 01, com mais vegetação, proporciona ainda uma menor amplitude térmica diária, evidenciada pela não elevação da temperatura do ar nos horários mais quentes. O que reitera a importância da manutenção das áreas verdes para a amenização climática. Durante os períodos chuvosos e secos, foram também

realizadas as análises dos níveis de desconforto térmico de Thom. Para a análise do conforto térmico foi utilizado o Índice de Desconforto de Térmico (IDT) de Thom, que é representado pela equação(1) abaixo, onde T é a temperatura do ar (° C) e UR é a umidade relativa do ar (%):

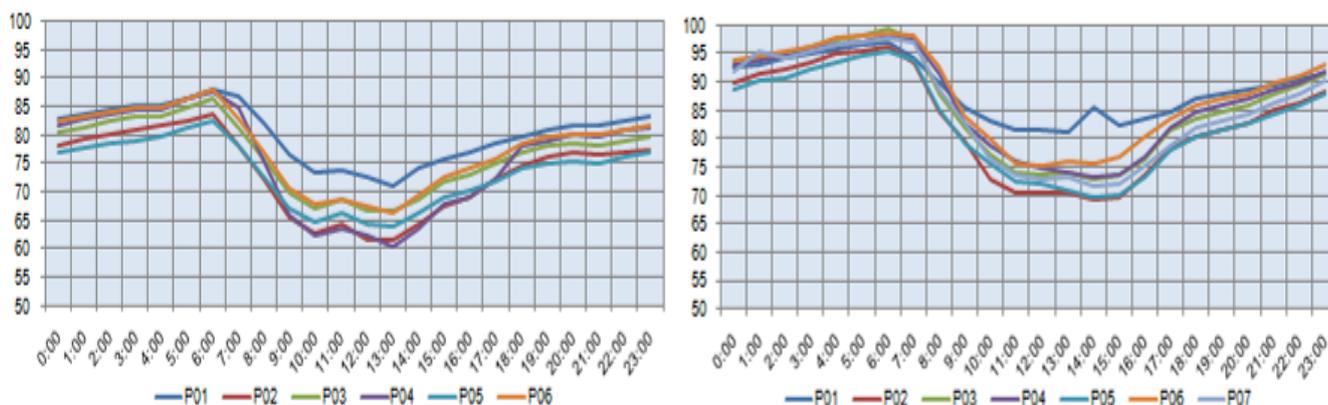


Figura 16. Gráficos comparativos da Média horária de Umidade Relativa do Ar por ponto, no Verão e no Inverno.

Nota-se que o ponto 01, com mais vegetação, proporciona ainda uma menor amplitude térmica diária, evidenciada pela não elevação da temperatura do ar nos horários mais quentes. O que reitera a importância da manutenção das áreas verdes para a amenização climática. Durante os períodos chuvosos e secos, foram também realizadas as análises dos níveis de desconforto térmico de Thom. Para a análise do conforto térmico foi utilizado o Índice de Desconforto de Térmico (IDT) de Thom, que é representado pela equação(1) abaixo, onde T é a temperatura do ar (° C) e UR é a umidade relativa do ar (%):

Para se caracterizar o nível de desconforto térmico, foi utilizada a classificação apresentada abaixo:

Tabela 3. Pontos monitorados nas duas estações: seca e chuvosa.

F	IDT (° C)	Nível de desconforto térmico
1	IDT < 21,0	Possível desconforto
2	21,0 ≤ IDT < 24,0	Menos de 50% da população sente desconforto
3	24,0 ≤ IDT < 27,0	Mais de 50% da população sente desconforto
4	27,0 ≤ IDT < 29,0	A maioria da população sente desconforto
5	29,0 ≤ IDT < 32,0	O desconforto é muito forte e perigoso
6	IDT ≥ 32,0	Estado de emergência médica

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

Fonte: Giles et al. (1990)

Em função do Índice de Desconforto Térmico, pode-se analisar a Tabela 3, que explica a faixa de desconforto térmico para

cada um dos pontos estudados durante as duas estações (chuvosa e seca).

Tabela 4. Pontos monitorados nas duas estações: seca e chuvosa.

	Período seco T°C	Período chuvoso T°C	(U.R.) <i>Período seco</i>	(U.R.) Período chuvoso	IDT do período seco	IDT do período chuvoso
1	28,0	26,3	80	89	26,5	25,6
2	29,1	27,2	74	83	27,0	26,0
3	28,8	26,9	77	86	27,0	25,9
4	29,3	26,8	76	87	27,3	25,9
5	29,0	27,0	73	83	26,8	25,8
6	29,1	26,8	78	88	27,3	26,0

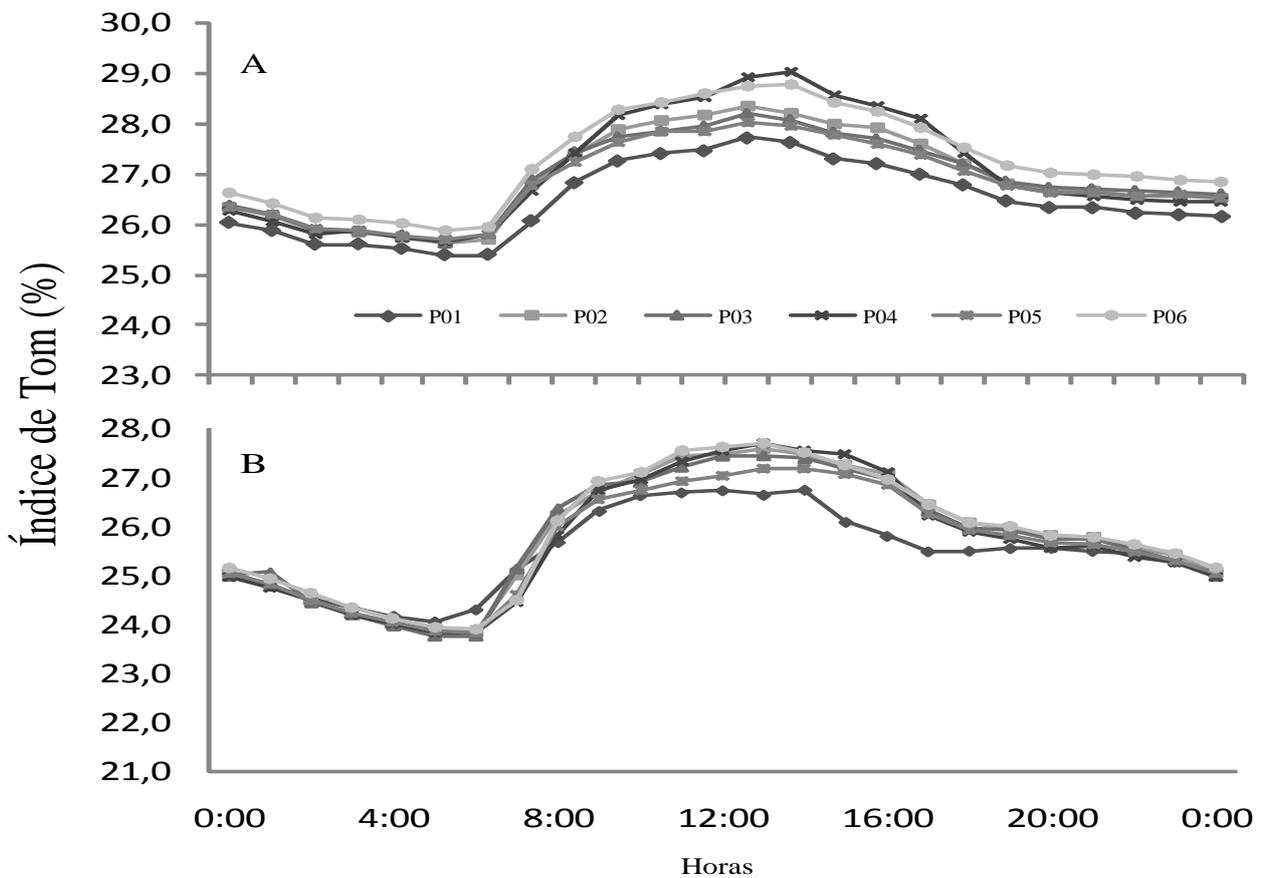


Figura 17. Índice de Tom médio horário: (A) período seco e (B) período chuvoso

Pela análise da Tabela 4 e da Figura 17, no período mais seco (A), podemos constatar que: Os pontos 2 e 3 se classificam com o IDT de 27,0 no qual mais de 50% da população sente desconforto térmico. Os pontos 4 e 6 se enquadram na faixa 4 (A maioria da população sente desconforto) com valor de 27,3 IDT, apresentando índices de desconforto térmico, onde segundo Gilles et. al.(1990) a maioria da população sente desconforto térmico. Os pontos 1 (com IDT de 26,5) e 5 (com IDT de 26,8) se enquadram na faixa onde mais de 50% da população

sente desconforto térmico. No período chuvoso(B) os pontos 2, 3, 4, e 6 apresentam IDT que varia entre 25,9 a 26,0, onde mais uma vez segundo Gilles et. al. (1990) mais de 50% da população sente desconforto térmico mesmo no período chuvoso. Os pontos 1 (25,6 IDT) e 5 (25,8 IDT) novamente se enquadram na faixa onde mais de 50% da população sente desconforto térmico. Podemos notar que a variação dos dados para o período chuvoso (0,5°C) é pequena se comparada com o período seco (0,8 °C).

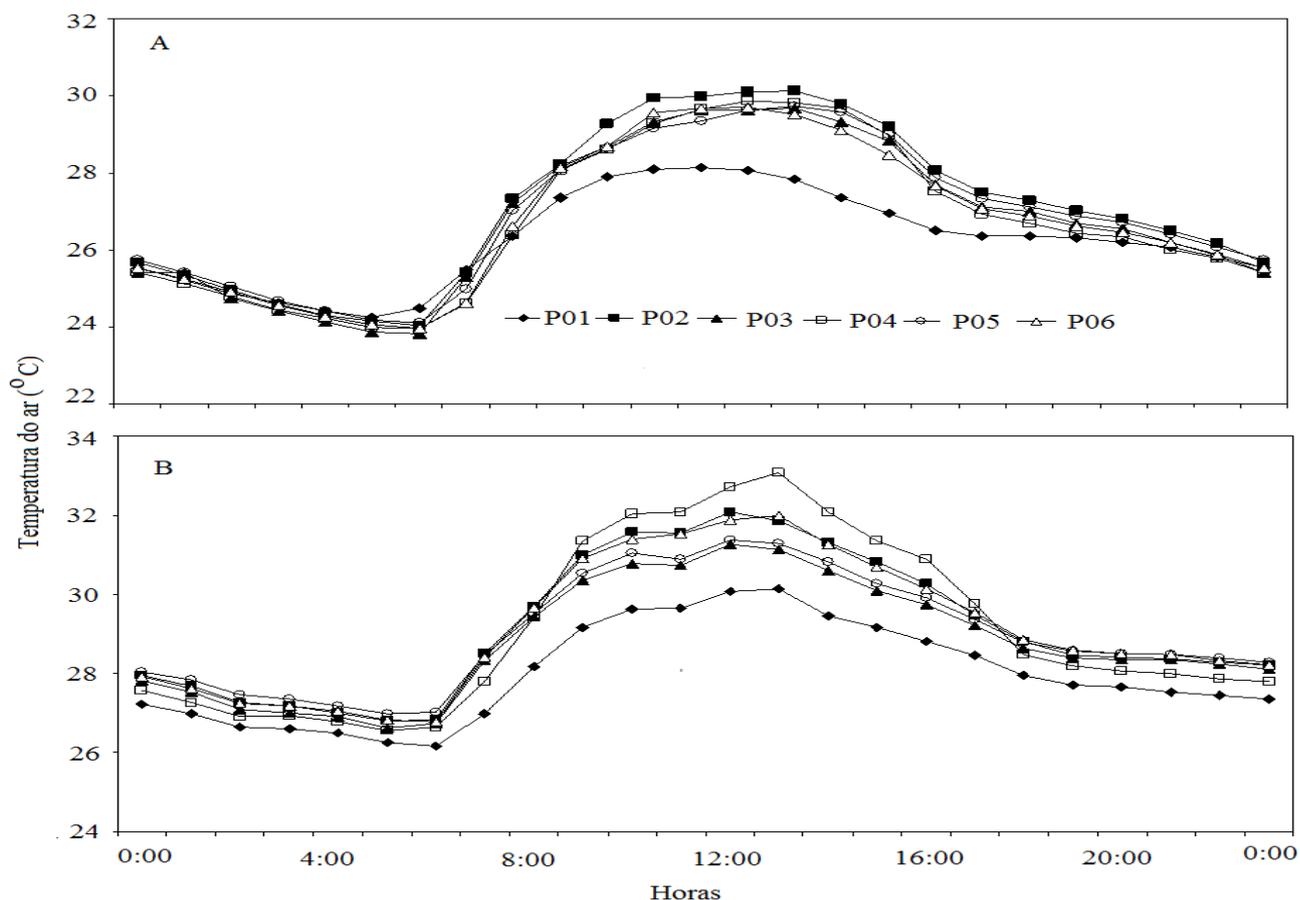


Figura 18. Média horária da temperatura do ar durante o período chuvoso (A) e período seco (B) na área experimental

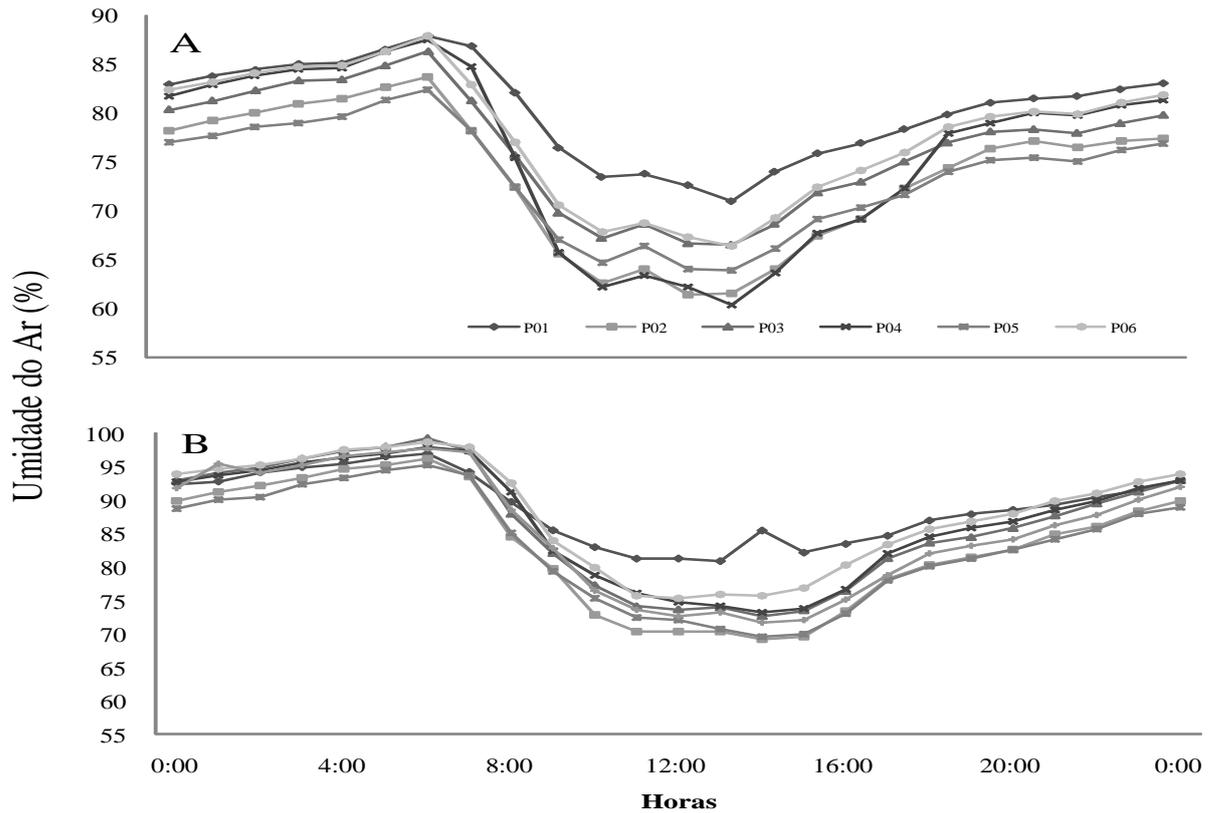


Figura 19. Média horária da tUmidade do ar durante o período chuvoso (A) e período seco (B) na área experimental.

Os menores valores do índice de Thom ocorreram entre 4-5 h e o ponto mais confortável foi o P01 e o menos confortável foi o ponto P06 no período seco; entretanto, essa diferença foi apenas de 1,1 °C. Os valores máximos desse índice ocorreram no período entre 12-13h em todos os pontos analisados, indicando um nível de conforto térmico dentro da faixa 4 ou seja, maioria da população sente desconforto térmico. A diferença entre a temperatura durante o dia e à noite é pequena em regiões litorâneas porque a evaporação da água do mar atua como regulador térmico. Como consequência os valores máximos de temperatura do ar e mínimos de umidade relativa ocorreram

justamente nesse período do dia agravando ainda mais o desconforto térmico exceto o ponto P01 que ficou na faixa térmica mais confortável (faixa 3 = mais de 50% da população sente desconforto térmico) (Figura 18).

No período chuvoso, IDT variou entre P01 (24,1 a 26,8 °C), P02 (23,9-27,6 °C) P03 (23,8-27,5 °C), P04 (23,8-27,7 °C), P05(23,9-27,2 °C) P06 (23,9-27,7 °C), (Figura 18), no período chuvoso, o nível de conforto térmico dos pontos atingiu valores mínimos dentro da faixa 2 (menos de 50% da população sente desconforto térmico), exceto no ponto 1 que se manteve dentro da faixa 3, assim como no período seco. O fluxo de vapor de água

emitido pela vegetação tem a capacidade de absorver e conservar calor. Isso está associada ao fato que áreas com densa cobertura vegetal na direção do vento e com edificações em cobertura cerâmica, como no caso do P01 (Biotério), podem atuar como regulador térmico, evitando perdas excessivas de calor durante as primeiras horas da madrugada.

Efetivamente, em ambos os períodos, o ponto 1 apresentou os menores valores do índices de conforto térmico ao longo do período diurno em função da cobertura vegetal, que influenciou diretamente na temperatura e umidade relativa do ar. Já os pontos 4 e 6 apresentam os maiores valores do índice de Thom devido a ausência de cobertura vegetal, e o tipo de recobrimento do solo que dificulta os processos de evapotranspiração e aumenta a absorção de calor; alterando, assim, o balanço energético à superfície.

Os horários que apresentam maior desconforto termico em todos os pontos analisado oscilam entre às 11 e 15h, declinando nos horários seguintes em face dos processos de troca de calor e energia que ocorrem entre os diferentes tipos cobertura do solo nos pontos monitorados. A ausência de cobertura vegetal, associada ao tipo de recobrimento do solo em todos os horários e períodos determinam o nível de conforto térmico na área de estudo. Portanto, torna-se imprescindível a preservação dos espaços verdes dentro do Campus universitário com a finalidade de preservar o seu nível de

confortabilidade ambiental.

4. Conclusões

Em todo o mundo as preocupações com o clima é evidente. Muitos são os fatores que influenciam nas mudanças climáticas entre eles a falta de planejamento. A ocupação desordenada, o avanço sobre as áreas verdes, o uso indiscriminado dos recursos naturais, entre outros que vêm afetando substancialmente o clima local. Tornando evidente que a cidade necessita de caráter urgente de um planejamento sustentável. O campus I ainda é uma área privilegiada, pois oferece uma grande extensão de massa arbórea resultante dos resquícios de Mata atlântica que ainda se encontra temporariamente protegido. O avanço do crescimento estrutural do campus (que é inevitável) corrobora para a redução desse espaço que é de total importância para a amenização climática. Com a diminuição dos espaços de Mata o conforto climático pode estar comprometido, favorecendo o desconforto térmico e inúmeros desarranjos. O cálculo do IDT, demonstrados pelas análises efetuadas nos período de Verão e Invernos evidenciavam índices que vão de parcialmente confortável a desconfortável no qual ficou ratificado a importância da vegetação para amenização do IDT e da qualidade ambiental. Os gráficos e figuras, também apontaram diferença de conforto térmico entre os pontos estudados, indicando que pontos localizados em locais cercados de

edifícios e cobertura asfáltica e solos com grande faixa de impermeabilização são menos confortáveis que os pontos cercados por áreas verdes. Essas informações demonstram a grande importância das áreas verdes para o balanço térmico, o que torna imprescindível a preservação de espaços verdes dentro do Campus, com a finalidade de contribuir diretamente para o conforto térmico dessas áreas. Estudos desta ordem (planejamento urbano) tornam-se fundamentais a fim de promover um gerenciamento urbano adequado visando à qualidade ambiental e principalmente a proteção e uso adequado das áreas verdes e dos recursos naturais, estudos dessa área servem como base para o subsídio para o ordenamento urbano para espaço geográfico. Cientistas, estudiosos, pesquisadores tentam de diversas formas, um aprofundamento no que diz respeito às soluções dos problemas que o meio urbano gera para o meio ambiente

Por isso, estudos desta natureza (planejamento urbano) tornam-se fundamentais a fim de promover um gerenciamento urbano adequado visando à sustentabilidade ambiental e principalmente a proteção e uso adequado das áreas verdes e dos recursos naturais.

No que diz respeito às recomendações da pesquisa, as mesmas foram feitas levando em consideração o grau de interferência de inúmeros fatores no conforto térmico. Sendo assim, foi possível identificar áreas semelhantes no Campus e enfim, traçar

algumas diretrizes para a ocupação da área. Foram detectadas, com maior relevância, as seguintes características:

* **Tipo de recobrimento do solo e de coberturas:** materiais naturais ou mais permeáveis repercutiram em temperaturas mais amenas, como nos pontos P01 e P04;

* **Densidade de massa construída:** áreas densamente construídas, a exemplo dos pontos P02 e P05, tiveram temperaturas mais elevadas e menores umidades relativas, constituíram-se em barreiras à ventilação predominante;

* **Presença de áreas verdes:** foi comprovado que a presença de massas vegetais ameniza a temperatura do ar local e mantém bons índices de umidade relativa, como ocorreu no ponto P01. Com a expansão física da Universidade, e a necessidade por áreas edificáveis, essas massas tendem a diminuir, aumentando também a densidade construída no Campus; portanto, torna-se imprescindível a proteção desses espaços de forma a não perdê-los. Tendo em mente a configuração atual do Campus, podem-se traçar três tipos de zonas (Figura 20):

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

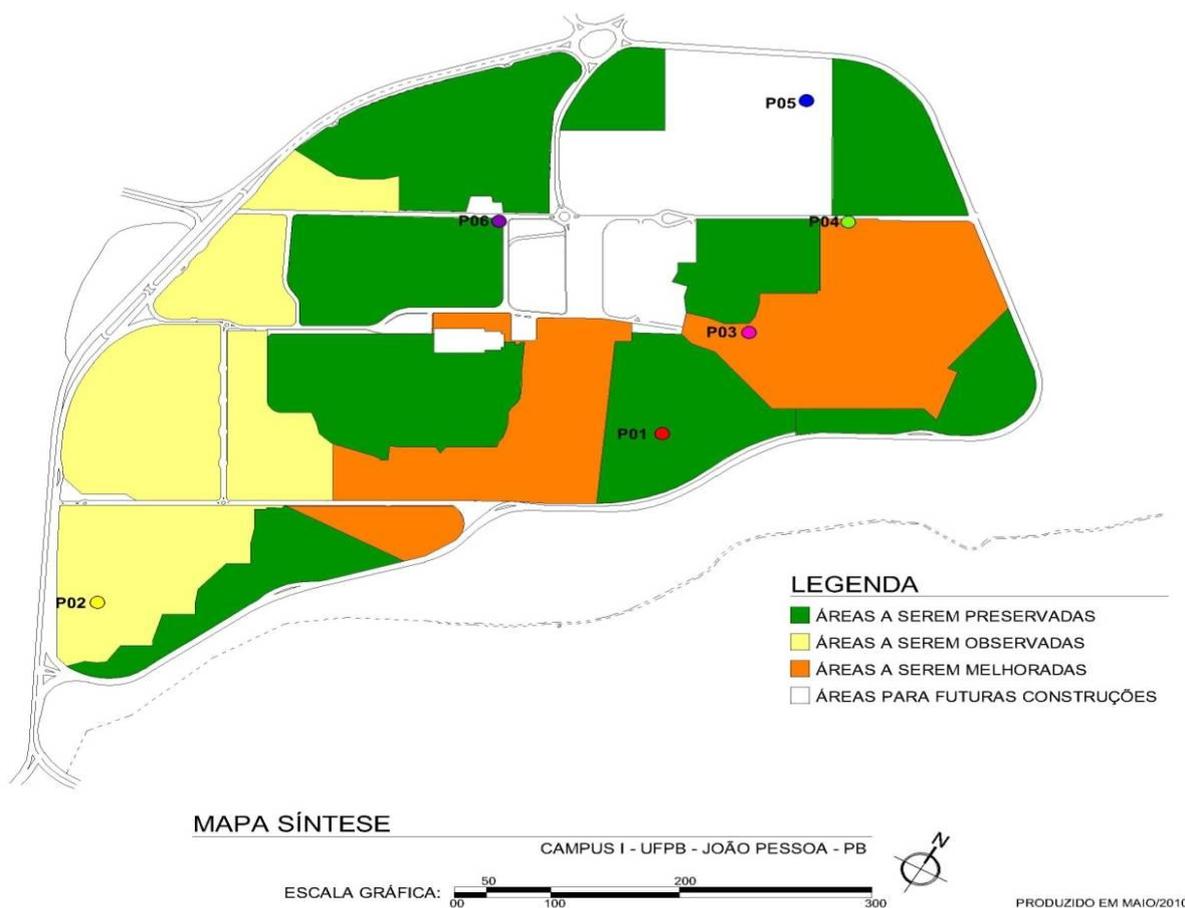


Figura 20. Mapa Síntese com as recomendações.

* **Áreas a serem observadas:** são espaços que possuem vazios que merecem atenção, dada a possibilidade de mudança do uso do solo e conseqüente alteração nos níveis de conforto do lugar. Estes terrenos fazem menção ainda à probabilidade de serem em parte classificados por zonas indicadas para a verticalização do Campus.

* **Áreas a serem preservadas:** áreas que mantêm quantidade expressiva de áreas verdes (resquícios da Mata Atlântica), dado que reflete diretamente na amenização climática. Com a expansão física da Universidade, torna-se imprescindível a proteção desses espaços de forma a não perdê-los.

Embora o Campus ainda ofereça um

espaço privilegiado pela quantidade expressiva de massa verde (na maior parte resquícios da Mata Atlântica), sabe-se do impacto gerado pelo espaço construído: substituindo ou isolando o cenário expressivo da cobertura vegetal a bolsões e tornando essas áreas cada vez mais rarefeitas entre os edifícios.

Algumas diretrizes devem ser abordadas a fim de um melhor planejamento. A regulamentação com vistas à preservação das áreas verdes remanescentes torna-se urgente, com o intuito de preservá-las. Além disso, é necessário definir normativas urbanas próprias para a área, como recuos, garantindo não apenas o adequado funcionamento do espaço urbano, mas seu necessário conforto

ambiental. É imprescindível identificar áreas passíveis de serem verticalizadas, embasadas em estudos técnicos específicos para cada novo empreendimento, com vistas a quantificar e qualificar o impacto que causará e a proposição de medidas mitigadoras. Não se deve deixar de aplicar recuos generosos entre as edificações que permitam a circulação da ventilação e a penetração (indireta) da luz natural no ambiente interno, aumentando assim seu nível de iluminação e diminuindo a necessidade de se optar por ventilação e iluminação artificiais. Devem ser observados o entorno e principalmente a adequação da arquitetura ao clima com suas peculiaridades locais, para todo novo projeto, seja através da orientação correta da construção (menor no sentido L-O), emprego de materiais com baixa capacidade de absorção, dimensionamento e proteção das aberturas.

E por fim, a necessidade de se abordar o Campus como importante elemento compositor do espaço urbano da cidade, sabendo-se que as decisões tomadas para esta área gerará reflexos nos espaços circunvizinhos.

5. Referências

Carvalho, M. E. C. (1982). As áreas verdes de Piracicaba. Dissertação (Mestrado em Geografia) - Instituto de Geociências e Ciências Exatas, Universidade Estadual Paulista. Rio Claro.

Costa. A. D. L. (2007). O revestimento de

superfícies horizontais e sua implicação microclimática em localidade de baixa latitude com clima quente e úmido / Angelina Dias Leão Costa. Campinas, SP: [s.n.].

Cotrim, G. (2002). História global: Brasil e Geral, - Volume único/ 6º ed. Reform.-São Paulo, p.278e 279.

Giles, B. D.; Balafoutis, C. H. (1999). The Greek heatwaves of 1987 and 1988. International Journal of Climatology, v.10, n.1, p.505-517.

Guzzo, P. (1999). Estudos dos espaços livres de uso público e da cobertura vegetal em área urbana da cidade de Ribeirão Preto. SP. 1999. 106f. Dissertação (Mestrado em Geociências) Instituto de Geociências e Ciências Exatas, Universidade Estadual Paulista, Rio Claro.

Katzschner, L. (1997). Urban climate studies as tools for urban planning and architecture. In: Encontro nacional de conforto no ambiente construído, 4, Salvador, 1997. Anais... Salvador: FAUFBA, ANTAC., p. 49-58.

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

Mendonça, F. (2001). Desenvolvimento e Meio Ambiente, n. 3, p. 79-95, Editora da UFPR.

Monteiro, C. A. de F. (2003). Teoria e Clima Urbano. In: MENDONÇA, F.; São Paulo: Contexto.

Oke, T.R. (1996). Boundary Layer Climates. 2Ed. New York, Routledge, 435p.

Segawa, H. (1996). Ao amor do público:

jardins no Brasil. São Paulo: Studio Nobel.

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

Sitte, C. A construção das cidades segundo seus princípios artísticos. Tradução Ricardo Ferreira Henrique. São Paulo: Ática, 192.