

UNIVERSIDADE FEDERAL DE MATO GROSSO
INSTITUTO DE FÍSICA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM FÍSICA AMBIENTAL

**CARACTERIZAÇÃO MICROCLIMÁTICA DO
CAMPUS DE CUIABÁ DA UNIVERSIDADE
FEDERAL DE MATO GROSSO**

ELIS DENER LIMA ALVES

ORIENTADOR: PROF. Dr. MARCELO SACARDI BIUDES

**Cuiabá, MT
Fevereiro, 2011**

UNIVERSIDADE FEDERAL DE MATO GROSSO
INSTITUTO DE FÍSICA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM FÍSICA AMBIENTAL

**CARACTERIZAÇÃO MICROCLIMÁTICA DO
CAMPUS DE CUIABÁ DA UNIVERSIDADE
FEDERAL DE MATO GROSSO**

ELIS DENER LIMA ALVES

*Dissertação apresentada ao Programa de
Pós-Graduação em Física Ambiental da
Universidade Federal de Mato Grosso, como
parte dos requisitos para obtenção do título
de Mestre em Física Ambiental.*

ORIENTADOR: Dr. MARCELO SACARDI BIUDES

**Cuiabá, MT
Fevereiro de 2011**

DEDICATÓRIA

A meu pai (*in memoriam*), que me ensinou o caminho da humildade e da honestidade, e à minha mãe que me conduziu neste caminho.

AGRADECIMENTOS

- Ao estimado Prof. Dr. Marcelo Sacardi Biudes pela condução precisa e dedicada na realização deste trabalho;
- A todos os professores do Programa de Pós-Graduação em Física Ambiental da Universidade Federal de Mato Grosso;
- À Universidade de Cuiabá- UNIC, em especial ao Prof. Dr. Carlo Ralph de Muisis pelo fornecimento dos equipamentos utilizados nesta pesquisa.
- A todos os colegas do mestrado, que muito me ensinaram e ajudaram nas coletas de dados;
- A todos que me ajudaram nas medições microclimáticas;
- À minha mãe que sempre me deu carinho e amor;
- À minha namorada que soube me esperar forçadamente;
- À Universidade Federal de Mato Grosso, pela oportunidade de estudar nesta instituição de ensino gratuita e pelo acolhimento recebido;
- À CAPES, pelo apoio financeiro.

*[...] Nunca deixe que lhe digam:
Que não vale a pena
Acreditar no sonho que se tem
Ou que seus planos
Nunca vão dar certo
Ou que você nunca
Vai ser alguém [...]
[...] Quem acredita
Sempre alcança [...]*

Renato Russo e Flavio Venturini

SUMÁRIO

LISTA DE FIGURAS	i
LISTA DE QUADROS	iii
RESUMO	iv
ABSTRACT	v
1. INTRODUÇÃO	1
2. REFERENCIAL TEÓRICO.....	3
2.1 BALANÇO DE RADIAÇÃO	3
2.1.1 Balanço de Radiação de Ondas Curtas.....	3
2.1.1.1 Durante o Dia	4
2.1.2 Balanço de Radiação de Ondas Longas	4
2.1.2.1 Durante a Noite.....	5
2.1.3 Saldo de Radiação à Superfície	6
2.2 CLIMA.....	6
2.3 ESCALAS DE ABORDAGEM	6
2.3.1 Clima Zonal	8
2.3.2 Clima Regional	8
2.3.3 Clima Local	8
2.3.4 Topoclima.....	8
2.3.5 Microclima.....	9
2.4 CLIMA URBANO	9
2.5 USO E OCUPAÇÃO DO SOLO	10
2.6 ANOMALIAS TERMO-HIGROMÉTRICAS.....	11
2.6.1 Ilha de Calor ou Ilha de Energia Térmica	12
2.6.2 Ilha de Frescor	14
2.6.3 Ilha de Umidade e Ilha Seca	14
2.6.4 Efeitos da Vegetação.....	15
2.7 ÁREA DE ESTUDO	17
3. MATERIAIS E MÉTODOS.....	20
3.1 ROTEIRO METODOLÓGICO	20
3.1.1 Coleta de Dados	20
3.1.2 Técnica de Transectos.....	21
3.1.3 Escolha dos Transectos	22

3.1.4 Instrumentação	23
3.2 TRATAMENTO DOS DADOS	24
3.2.1 Geoestatística	24
3.2.2 Semivariograma	25
3.2.3 Grau de Dependência Espacial	26
3.2.3.1 Variável com Forte Dependência Espacial	26
3.2.3.2 Variável com Moderada Dependência Espacial.....	26
3.2.3.3 Variável com Fraca Dependência Espacial.....	26
3.2.3.4 Variável Independente Espacialmente.....	26
3.2.4 Krigagem	27
4. RESULTADOS E DISCUSSÕES	29
4.1 ANÁLISE EXPLORATÓRIA DOS DADOS	29
4.1.1 Análise Exploratória da Temperatura do Ar às 8h.....	29
4.1.2 Análise Exploratória da Temperatura do Ar às 14h.....	30
4.1.3 Análise Exploratória da Temperatura do Ar às 20h.....	31
4.1.4 Análise Exploratória da Umidade Relativa do Ar às 8h	32
4.1.5 Análise Exploratória da Umidade Relativa do Ar às 14h	33
4.1.6 Análise Exploratória da Umidade Relativa do Ar às 20h	34
4.2 CARACTERIZAÇÃO TÉRMICA E HIGROMÉTRICA EM ABRIL.....	35
4.2.1 Técnica de Agrupamento.....	35
4.2.1.1 Agrupamento da Temperatura do Ar	36
4.2.1.2 Agrupamento da Umidade Relativa do Ar.....	37
4.2.1.3 Análise dos Agrupamentos em Abril.....	38
4.2.2 Caracterização Microclimática às 8h	39
4.2.2.1 Da Temperatura do Ar	40
4.2.2.2 Da Umidade Relativa do Ar	41
4.2.3 Caracterização Microclimática às 14h	43
4.2.3.1 Da Temperatura do Ar	43
4.2.3.2 Da Umidade Relativa do Ar	45
4.2.4 Caracterização Microclimática às 20h	46
4.2.4.1 Da Temperatura do Ar	46
4.2.4.2 Da Umidade Relativa do Ar	48
4.3 CARACTERIZAÇÃO TÉRMICA E HIGROMÉTRICA EM SETEMBRO...	49
4.3.1 Agrupamento da Temperatura do Ar	49

4.3.2 Agrupamento da Umidade Relativa do Ar	50
4.3.3 Análise dos Agrupamentos em setembro	51
4.3.4 Caracterização Microclimática às 8h	54
4.3.4.1 Da Temperatura do ar	54
4.3.4.2 Da Umidade relativa do ar	55
4.3.5 Caracterização Microclimática às 14h	57
4.3.5.1 Da Temperatura do Ar	57
4.3.5.2 Da Umidade Relativa do Ar	59
4.3.6 Caracterização Microclimática às 20h	61
4.3.6.1 Da Temperatura do Ar	61
4.3.6.2 Da Umidade relativa do Ar	63
4.4 ANÁLISE TÉRMICA E HIGROMÉTRICA DOS PONTOS DE COLETA...	64
5. CONSIDERAÇÕES FINAIS	68
5.1 RECOMENDAÇÕES PARA O PLANEJAMENTO TERRITORIAL DA UNIVERSIDADE FEDERAL DE MATO GROSSO	69
6. BIBLIOGRAFIAS	70
6.1 BIBLIOGRAFIAS CITADAS	70
6.2 BIBLIOGRAFIAS CONSULTADAS.....	76

LISTA DE FIGURAS

FIGURA 1. Esquema do balanço de radiação durante o dia.....	4
FIGURA 2. Esquema do balanço de radiação durante a noite.....	5
FIGURA 3. Albedos de materiais urbanos.....	10
FIGURA 4. Representação esquemática da atmosfera urbana.....	12
FIGURA 5. Representação das variações da temperatura do ar	13
FIGURA 6. Universidade Federal de Mato Grosso em 1975 (A), e em 2009 (B)	17
FIGURA 7. Localização de Institutos, Faculdade e principais locais do Campus de Cuiabá da UFMT	18
FIGURA 8. Relevo do Campus de Cuiabá-UFMT	19
FIGURA 9. Transectos e pontos de discussão no Campus de Cuiabá-UFMT	22
FIGURA 10. Modelo da coleta de dados	24
FIGURA 11. Exemplo de semivariograma	25
FIGURA 12. Gráfico boxplot comparativo para a temperatura do ar às 8h dos dois períodos de coleta	30
FIGURA 13. Gráfico boxplot comparativo para a temperatura do ar às 14h dos dois períodos de coleta	31
FIGURA 14. Gráfico boxplot comparativo para a temperatura do ar às 20h dos dois períodos de coleta	32
FIGURA 15. Gráfico boxplot comparativo para a umidade relativa do ar às 8h para os dois períodos de coleta.....	33
FIGURA 16. Gráfico boxplot comparativo para a umidade relativa do ar às 14h para os dois períodos de coleta.....	34
FIGURA 17. Gráfico boxplot comparativo para a umidade relativa do ar às 20h para os dois períodos de coleta.....	35
FIGURA 18. Dendograma de similaridade da temperatura do ar – abril	36
FIGURA 19. Dendograma de similaridade da umidade relativa do ar – abril.....	37
FIGURA 20. Área de influência média para a temperatura e umidade relativa do ar-abril	39
FIGURA 21. Semivariograma da temperatura do ar do dia 25/04 às 8h.....	40
FIGURA 22. Mapa térmico do campus da UFMT às 8h do dia 25/04	41
FIGURA 23. Semivariograma da umidade relativa do ar do dia 23/04 às 8h.....	42
FIGURA 24. Mapa higrométrico do campus da UFMT às 8h do dia 23/04.....	43
FIGURA 25. Semivariograma da temperatura do ar do dia 21/04 às 14h.....	44
FIGURA 26. Mapa térmico do campus da UFMT às 14h do dia 21/04	45

FIGURA 27. Semivariograma da umidade relativa do ar do dia 21/04 às 14h.....	45
FIGURA 28. Mapa higrométrico do campus da UFMT às 14h do dia 21/04.....	46
FIGURA 29. Semivariograma da temperatura do ar do dia 26/04 às 20h.....	47
FIGURA 30. Mapa térmico do campus da UFMT às 20h do dia 26/04.....	48
FIGURA 31. Semivariograma da umidade relativa do ar do dia 27/04 às 20h.....	48
FIGURA 32. Mapa higrométrico do campus da UFMT às 20h do dia 27/04.....	49
FIGURA 33. Dendograma de similaridade da temperatura do ar – setembro	50
FIGURA 34. Dendograma de similaridade da umidade relativa do ar – setembro....	51
FIGURA 35. Área de influência média para a temperatura e umidade relativa do ar-setembro	53
FIGURA 36. Cidade de Cuiabá coberta por fumaça e fuligem oriunda das queimadas em 14/09/2010	53
FIGURA 37. Semivariograma da temperatura do ar do dia 11/09 às 08h.....	54
FIGURA 38. Mapa térmico do campus da UFMT às 08h do dia 11/09.....	55
FIGURA 39. Semivariograma da umidade relativa do ar do dia 13/09 às 08h.....	56
FIGURA 40. Mapa higrométrico do campus da UFMT às 08h do dia 13/09.....	57
FIGURA 41. Semivariograma da temperatura do ar do dia 12/09 às 14h.....	58
FIGURA 42. Mapa térmico do campus da UFMT às 14h do dia 12/09.....	59
FIGURA 43. Semivariograma da umidade relativa do ar do dia 12/09 às 14h.....	60
FIGURA 44. Mapa higrométrico do campus da UFMT às 14h do dia 12/09.....	61
FIGURA 45. Semivariograma da temperatura do ar do dia 16/09 às 20h.....	62
FIGURA 46. Mapa térmico do campus da UFMT às 20h do dia 16/09.....	63
FIGURA 47. Semivariograma da umidade relativa do ar do dia 16/09 às 20h.....	63
FIGURA 48. Mapa higrométrico do campus da UFMT às 20h do dia 16/09.....	64
FIGURA 49. Comportamento da temperatura do ar nos pontos de coleta para o período chuvoso e seco	66
FIGURA 50. Comportamento da umidade relativa do ar nos pontos de coleta para o período chuvoso e seco	67

LISTA DE QUADROS

QUADRO 1. Categorias taxonômicas da organização geográfica do clima e suas articulações com o Clima Urbano.....	7
QUADRO 2. Características dos equipamentos de medições.....	23
QUADRO 3. Características da temperatura e umidade relativa do ar nos pontos de coleta na estação úmida e na estação seca	65

RESUMO

ALVES, E. D. L. *Caracterização Microclimática do Campus de Cuiabá da Universidade Federal de Mato Grosso*. Cuiabá, 2010. 91 f. Dissertação (Mestrado em Física Ambiental) - Instituto de Física, Universidade Federal de Mato Grosso.

As transformações impostas pela ação do homem, no meio ambiente, desequilibram o complexo sistema natural, alterando os elementos e características do clima na escala local, e principalmente na escala microclimática. Desta forma esta pesquisa teve como objetivo caracterizar espacialmente a temperatura e a umidade relativa do ar na Universidade Federal de Mato Grosso, campus de Cuiabá durante o ano de 2010. Para tanto, a metodologia utilizada neste trabalho foi desenvolvida por meio da coleta de dados de temperatura e umidade relativa do ar e coordenadas geográficas, em dois transectos, buscando contemplar os diferentes tipos de uso e ocupação do solo. As coletas foram realizadas em dois períodos, em abril (final do período chuvoso) e em setembro (período seco), em três horários: 8h, 14h e 20h. Na análise dos dois períodos de coleta constatou-se comportamentos distintos da temperatura e da umidade relativa do ar nos meses de abril e setembro. A caracterização microclimática realizada no período chuvoso, permitiu verificar que a maior amplitude da temperatura foi 3,3°C e da umidade relativa do ar foi de 13% verificada às 14h no dia 21 abr. 2010. As áreas que apresentaram maior temperatura estão próximas ao Restaurante Universitário (RU) e ao campo de futebol, com média de 38,9°C, devido à falta de arborização local. As regiões do zoológico e do bosque (sudoeste do campus) apresentaram os maiores valores de umidade relativa do ar, aproximadamente 55%, enquanto que a região mais pavimentada, próxima a um estacionamento, apresentou umidade relativa baixa (42%). No período seco, a maior amplitude da temperatura do ar foi de 3,6°C que ocorreu às 14h, no dia 12 set. 2010, neste dia, boa parte do campus apresentou temperatura de 42,6°C e umidade na faixa de 16,4%. A maior amplitude da umidade relativa foi verificada às 8h e às 20h, nos dias 13 e 16, respectivamente. Em relação aos pontos de discussão notou-se que no ponto 15 (pavimento asfáltico-estacionamento) apresentou a maior média de temperatura e a menor média de umidade relativa, tornando-o um local quente e seco.

Palavras-chave: temperatura do ar, umidade relativa do ar, geoestatística.

ABSTRACT

ALVES, E. D. L. *Characterization Microclimatic on the Cuiabá Campus of Mato Grosso Federal University*. Cuiabá, 2010. 91 f. Dissertation (Master's in Physical Environment) - Institute of Physics, Mato Grosso Federal University.

The changes imposed by man, in the environment, disrupt the complex natural system, changing the elements and characteristics of climate on a local scale, especially in the microclimatic scale. Thus this study aimed to characterize the spatial temperature and relative humidity at the Mato Grosso Federal University, Cuiabá campus, during the year 2010. For this, the methodology used was developed by collecting data on temperature, relative humidity and the geographical coordinates in two transects, aiming to detect the different types of land use and land cover. Samples were collected in two periods in April (end of rainy season) and September (dry season) at three times: 8h, 14h and 20h. In the analysis of two collection periods was found different behavior of temperature and relative humidity in April and September. The characterization microclimatic done in the rainy season showed that the largest amplitude of temperature was $3,3^{\circ}\text{C}$ and relative humidity of 13% were observed at 14h on April 21th, 2010. The areas with higher temperature are near to the University Restaurant (UK) and the football field, averaging $38,9^{\circ}\text{C}$, due to lack of local trees. The regions of the zoo and the forest (southwest of campus) had the highest values of relative humidity, approximately 55%, while the area paved over, next to a parking lot, showed low relative humidity (42%). During dry season, the highest amplitude of air temperature was $3,6^{\circ}\text{C}$ occurred at 14h on September 12th, 2010, this day, much of the campus showed a temperature of $42,6^{\circ}\text{C}$ and humidity in the range of 16,4%. The broadening of the relative humidity was recorded at 8 am and 20h on days 13 and 16, respectively. Regarding the points of discussion it was noted that in point 15 (asphalt pavement, parking lot) had the highest average temperature and the lowest average relative humidity, making it a hot and dry.

Key-words: air temperature, relative humidity, geostatistics.

1. INTRODUÇÃO

Desde o surgimento do planeta Terra as variações no clima vêm ocorrendo de forma natural, devido a vários fatores, como: precessão dos equinócios, oscilação da órbita terrestre, etc. No entanto, a partir da segunda metade do século XX com as intensas modificações introduzidas no meio natural, ocasionadas pelo processo de urbanização, o clima passou a ter outro agente modificador, o homem.

A partir de então, cientistas, governantes, e a sociedade em geral, começaram a discutir sobre as transformações que poderiam ocorrer no comportamento climático. Essas possíveis mudanças, para muitos (MARCELINO et al. 2006; IPCC, 2007), estão relacionadas à maior concentração de CO₂ na atmosfera, oriundas do consumo desenfreado da sociedade moderna.

Acredita-se que o aumento do CO₂, faz com que a temperatura se eleve, intensificando o efeito estufa, e em consequência, também acaba modificando o comportamento de vários elementos meteorológicos, provocando chuvas intensas em alguns locais, e secas prolongadas em outros.

Todavia, essas discussões se limitam, muita das vezes, às mudanças climáticas na escala global. Entretanto, conforme define Monteiro (1971) as mudanças no ritmo climático são mais sensivelmente observadas em escalas menores.

Na escala regional as condições ambientais são determinadas por um conjunto de fatores de superfície, entre eles, a distribuição entre as áreas continentais e oceânicas, forma dos continentes, correntes marítimas e rugosidade dos continentes. Todos os elementos que influenciam na escala global e regional, interferem na escala local.

O exemplo mais significativo da escala local são as cidades. Nessa escala o homem pode contribuir mais significativamente com os fatores de modificação das condições ambientais, por meio dos diferentes tipos de uso e ocupação do solo,

impermeabilização do solo, substituição de áreas verdes por construções, crescente fluxo de pessoas e veículos, aumento da rugosidade da superfície pelo adensamento dos edifícios, verticalização, além do aporte de materiais como asfalto e concreto, que modificam o balanço de energia.

No clima local está inserido o microclima, onde as feições ou estruturas particularizadas (prédios, pavimentos, inclusive objetos, plantas e pessoas) são os principais responsáveis pela sua variabilidade. A microrugosidade, a cor e a textura das superfícies, aliadas aos abrigos dispostos junto ao solo interagem, criando um mosaico de facetas, no qual qualquer modificação pode interferir no comportamento microclimático.

Nessa escala de abordagem a problemática ambiental torna-se mais perceptível à população, sendo que a presença de superfícies vegetadas ou superfícies pavimentadas interferem sensivelmente no comportamento microclimático das variáveis ambientais e consecutivamente na qualidade de vida das pessoas.

Dessa forma a relevância de estudos em escala microclimática está em viabilizar maior conhecimento sobre o microclima, além de fornecer subsídios ao planejamento do uso e ocupação do solo. Pois o objeto de estudo desta pesquisa foi a Universidade Federal de Mato Grosso (UFMT), campus de Cuiabá, que apresenta um ambiente heterogêneo com distintos tipos de uso do solo, decorrente do mau planejamento das construções, sem estudo prévio de como essas construções alterariam o microclima do campus.

Nesse sentido, o objetivo geral desse trabalho foi caracterizar espacialmente a temperatura e a umidade relativa do ar do campus de Cuiabá da UFMT. Para tanto, os objetivos específicos foram: Analisar o comportamento espacial da temperatura e da umidade relativa do ar durante a estação chuvosa e seca; Relacionar o uso e ocupação do solo com a temperatura e umidade relativa do ar.

2. REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 BALANÇO DE RADIAÇÃO

Os processos derivados da urbanização alteram as propriedades térmicas e hidrológicas da superfície terrestre, que, por consequência, modificam também o balanço de radiação na superfície das áreas urbanas. Essas superfícies recebem energia por meio da radiação solar durante o dia e a perdem em forma de ondas longas, em um processo contínuo, dia e noite. Parte da radiação à superfície é refletida, conforme seu albedo, e a outra é absorvida. Parte da energia proveniente da radiação solar absorvida pela superfície é usada como calor latente na evaporação da água nela contida, reduzindo a elevação da sua temperatura, ao passo que a outra parte da energia é conduzida às camadas mais internas da superfície.

2.1.1 Balanço de Radiação de Ondas Curtas

Ao atravessar a atmosfera parte do fluxo da radiação solar é difundida, e parte chega diretamente na superfície do solo. A essa parcela que sofre difusão pela atmosfera dá-se o nome de radiação difusa ou do céu (R_c), e à parcela que alcança diretamente a superfície do solo, dá-se o nome de radiação direta (R_d). A radiação solar global (R_G), equação 1, pode ser entendida como a soma da radiação difusa com a radiação direta, (OMETTO, 1981):

$$R_G = (R_c + R_d) \quad \text{Equação (1)}$$

Denominada de radiação de ondas curtas por estar na faixa do espectro da radiação solar dos 220 a 4.000 nanômetros. O balanço de radiação de ondas curtas (B_{oc}), equação 2, representa a contribuição da mesma ao meio ambiente (OMETTO, 1981):

$$Boc = (Rd + Rc) - (Rd + Rc) \times (\alpha) \quad \text{Equação (2)}$$

em que $(Rd + Rc)$ é a parcela da radiação solar incidente que é refletida pela superfície, na qual a letra (α) representa o albedo da superfície.

Albedo é uma medida da refletância solar de uma determinada superfície, ou seja, é a razão da energia refletida que volta para a atmosfera (VIDAL, 1994; COSTA, 2007).

2.1.1.1 Durante o Dia

A existência do balanço de ondas curtas somente é possível durante o dia, portanto, o saldo de radiação resulta na equação 3 (OMETTO, 1981):

$$Rn = Boc - Bol \quad \text{Equação (3)}$$

Sendo Boc um termo positivo, porque é consequência da radiação solar que chega no sistema. Já o termo Bol é negativo, pois significa a emissão do sistema. E como durante o dia o Boc é maior que o Bol , o saldo de radiação é um valor positivo (Figura 1), (OMETTO, 1981).

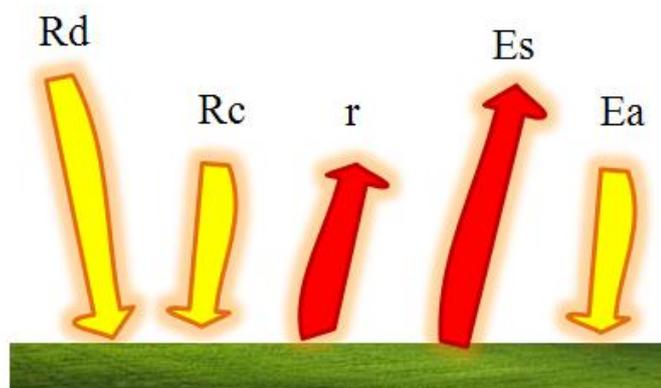


FIGURA 1. Esquema do balanço de radiação durante o dia
FONTE: Adaptado de Ometto (1981)

2.1.2 Balanço de Radiação de Ondas Longas

Ao receber a radiação solar direta e difusa, a superfície do solo irá se aquecer, e dessa forma emitirá radiação obedecendo a Lei de Stefan Boltzmann. O espectro de

emissão da superfície do solo (E_s) está dentro dos limites de 4.000 a 130.000 nanômetros, sendo esse intervalo chamado de radiação de ondas longas. Os comprimentos de onda compreendidos nesse espectro são fortemente absorvidos pelos aerossóis, CO_2 , e principalmente pelo vapor de água (OMETTO, 1981; VAREJÃO-SILVA, 2006).

A absorção que realiza o vapor d'água irá aquecê-lo e mais intensamente irá emitir (E_a). Essa emissão atmosférica ocorrerá em todas as direções, logicamente, parte dessa emissão será em direção à Terra. Então o balanço de ondas longas será dada pela equação 4 (OMETTO, 1981):

$$Bol = E_a - E_s \quad \text{Equação (4)}$$

2.1.2.1 Durante a Noite

No período noturno o termo B_{oc} é inexistente, por isso o saldo de radiação disponível resulta na equação 5 (OMETTO, 1981):

$$R_n = Bol \quad \text{Equação (5)}$$

Sendo o Bol um termo que exprime a radiação que deixa o sistema, por isso negativa, logo o saldo de radiação à noite é negativo (Figura 2), (OMETTO, 1981).

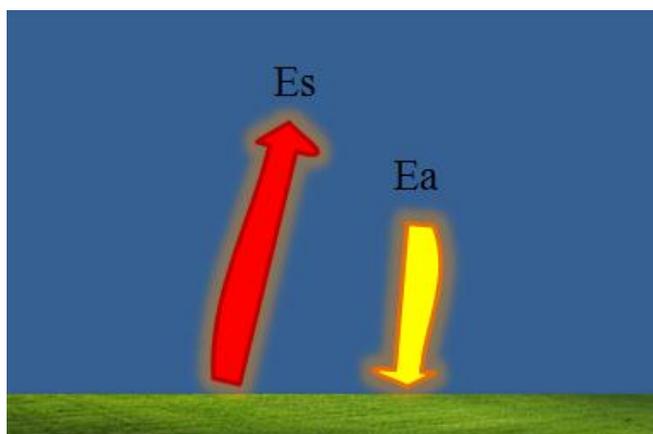


FIGURA 2. Esquema do balanço de radiação durante a noite
FONTE: Adaptado de Ometto (1981)

2.1.3 Saldo de Radiação à Superfície

Reichardt & Timm (2004) afirmam que o termo energia líquida é utilizado para expressar a diferença entre a radiação que chega a um dado plano sobre o solo e a radiação que deixa esse mesmo plano. No entanto, Varejão-Silva (2006) alega que o termo correto seja saldo de radiação, por isso esse termo será empregado em vez de radiação líquida.

2.2 CLIMA

Ayoade, (1998) entende clima como um conjunto de condições normais que dominam uma região, referindo-se a dados atmosféricos obtidos das médias das observações durante um certo intervalo de anos, normalmente 30 anos.

Por outro lado, o conceito sorreano de clima considera os estados da atmosfera em sua totalidade e não o estado médio, englobando toda a série desses estados, o que significa que não deixa de lado os tipos excepcionais que as médias mascaram. Este conceito leva em conta a sucessão dos tipos de tempo, ou seja, o seu ritmo e a sua duração, o que o torna apropriado para a Climatologia Geográfica (BARROS & ZAVATTINI, 2009).

O clima é um dos elementos de primeira ordem a compor a paisagem geográfica, é resultante da dinâmica atmosférica zonal, regional e local e dos espaços urbano-rural construído (MENDONÇA, 1994).

Os estudos sobre o clima variam, principalmente, quanto à escala de abordagem. Na literatura observa-se que não existe um consenso sobre o limite dessas escalas, portanto, os estudos climáticos são analisados de acordo com o “tamanho” do espaço em análise.

2.3 ESCALAS DE ABORDAGEM

Existem diversas propostas de sistematização dos estudos climáticos. Essas propostas se diferem na escala de abordagem, vários autores delimitam o espaço onde se insere determinada escala, não há um consenso sobre o seu limite (NUNES, 1998).

Monteiro (1976) propôs um quadro de categorias taxonômicas da organização geográfica do clima e suas articulações como o clima urbano (Quadro 1), na qual ele relaciona as escalas climáticas com as estratégias de abordagem.

QUADRO 1. Categorias taxonômicas da organização geográfica do clima e suas articulações com o Clima Urbano

Unidades de superfície	Escala cartográfica de tratamento	Espaços Climáticos	Espaços urbanos	Estratégias de abordagem		
				Meios de observação	Fatores de organização	Técnicas de análise
0 ⁴ (milhões de km)	1: 45.000.000 1:10.000.000	Zonal	—	Satélites Nefanálises	Latitude Centro de ação atmosférica	Caracterização geral comparativa
10 ⁴ (milhões de km)	1:5.000.000 1:2.000.000	Regional	—	Cartas sinópticas Sondagens aerológicas	Sistemas meteorológicos (circulação secundária)	Redes Transectos
10 ² (centenas de km)	1:1.000.000 1:500.000	Sub-Regional (fácies)	Megalópole - Grande área de metropolitana	Rede meteorológica de superfície	Fatores geográficos regionais	Mapeamento sistemático
10 (dezenas de km)	1:250.000 1:100.000	Local	Área metropolitana - metrópole	Posto meteorológico Rede complementar	Integração geocológica - Ação antrópica)	Análise espacial
10 ⁻² (centenas de km)	1:50.000 1:25.000	Mesoclima	Cidade Grande Bairro ou subúrbio de metrópole	Registros móveis (episódicos)	Urbanismo	Especiais
Dezenas de metros	1:10.000 1:5.000	Topoclima	Pequena cidade fácies de bairro/subúrbio de cidade	(Detalhe)	Arquitetura	
Metros	1:2.000	Microclima	Grande edificação - habitação/setor de habitação	Baterias de instrumentos especiais	Habitação	

FONTE: Monteiro (1976)

Além da escala proposta por Monteiro (1976) existe a classificação do clima em vários níveis de escala, preconizado por Ribeiro (1993), que define as seguintes ordens de grandeza tempo - espacial para o fenômeno climático: clima zonal, clima regional, clima local, topoclima e microclima.

2.3.1 Clima Zonal

A escala de clima zonal é produzida pela distribuição latitudinal da radiação solar. Nessa escala defini-se a circulação geral da atmosfera. No qual a permanência temporal de um estado climático, nessa escala, pode durar de uma semana a alguns meses, onde os fenômenos do clima podem apresentar uma extensão horizontal entre 1000 e 5000 quilômetros (RIBEIRO, 1993).

2.3.2 Clima Regional

A abordagem regional, que ocorre no interior de um clima zonal, se deve à ação modificadora da circulação geral da atmosfera provocada por um conjunto de fatores de superfície, entre eles, a distribuição entre as áreas continentais e oceânicas, forma dos continentes, correntes marítimas, rugosidade dos continentes, continentalidade e maritimidade. A extensão horizontal dos climas regionais está entre 150 a 2500 quilômetros e o tempo de atuação varia de 1 a 30 dias (RIBEIRO, 1993).

2.3.3 Clima Local

O homem pode contribuir com os fatores de modificação das condições iniciais do clima local através de alterações na cobertura do solo, como substituição da vegetação e, também, pela construção. O clima local pode possuir uma extensão de centenas de quilômetros quadrados, sujeito a algumas mudanças no tempo, o nível temporal pode ser o mesmo definido para o nível regional (RIBEIRO, 1993).

2.3.4 Topoclima

Esse nível de escala corresponde a uma derivação do clima local devido à rugosidade do terreno, fazendo com que o mesmo receba radiação solar de forma desigual ao longo do dia. Durante a noite, a rugosidade do terreno provoca a drenagem do ar frio em direção aos fundos de vale. A ocorrência de geadas e nevoeiros pode estar relacionada ao efeito topoclimático. O tempo de ação do clima influenciado pela topografia não passa de 24 horas, e o nível espacial restringe-se forma do relevo, variando de 0,5 a 5 km (RIBEIRO, 1993).

2.3.5 Microclima

O microclima define-se através da magnitude das trocas gasosas e energéticas entre as feições ou estruturas particularizadas (inclusive objetos, plantas e animais). A extensão horizontal do microclima pode chegar a 10 quilômetros. Ainda segundo o autor o estabelecimento de limites rígidos para o microclima pode não trazer resultados satisfatórios, já que o mesmo depende muito da superfície em que foi gerado (RIBEIRO, 1993).

Ribeiro (1993, p. 288) afirma que “a cada nível escalar deve corresponder uma abordagem específica [...] com técnicas analíticas, desde a obtenção dos dados, passando pelo seu tratamento estatístico-matemático, até sua apresentação gráfica e cartográfica”.

Neste estudo se utilizará da escala de abordagem microclimática, empregada no estudo da diferenciação da temperatura e umidade nos espaços microclimáticos do Campus da UFMT.

2.4 CLIMA URBANO

Variações locais de elementos meteorológicos (temperatura do ar, umidade relativa do ar, precipitação e ventos) são ocasionadas pela modificação no meio ambiente natural, através da urbanização, criando um clima típico de ambientes artificiais, o chamado clima urbano (ROTH, 2007). Para Specian (2003, p. 8) o clima urbano é também entendido em outras áreas do conhecimento científico, como clima das cidades, e clima do ambiente construído.

Vários autores conceituam o clima urbano. Segundo Monteiro (1976) a cidade gera um clima próprio, o clima urbano, sendo esse o resultado da interferência de todos os fatores que se processam sobre a camada limite urbana e que agem alterando o clima em escala local. Seus efeitos mais diretos são percebidos pela população por meio de manifestações capazes de desorganizar a vida da cidade e prejudicar a qualidade de vida de seus habitantes.

Oliveira (1988, p. 13) acrescenta que clima urbano é o resultado da ação antrópica conjugado com os aspectos geoambientais do sítio urbano, variando quanto às dimensões do espaço geográfico/atmosférico e quanto ao dinamismo das atividades desenvolvidas pelo homem nas cidades.

O clima urbano tem origem das seguintes alterações no ambiente:

[...] retirada da cobertura vegetal, introdução das novas formas de relevo, concentração de edificações, concentração de equipamentos e pessoas, impermeabilização do solo, canalização do escoamento superficial, rugosidade da superfície, lançamento concentrado e acumulação de partículas e gases na atmosfera, e produção de energia artificial (MENDONÇA, 1994, p.7).

As variações no campo termodinâmico do clima urbano decorrem, principalmente, da modificação do balanço de energia na área urbana, promovida pela substituição das superfícies naturais por superfícies artificiais (pavimentações e construções) que armazenam parte da energia incidente na superfície que seria utilizada na evaporação, aquecendo os ambientes urbanos, tornando-os mais quentes que as regiões periféricas (ROTH, 2007).

2.5 USO E OCUPAÇÃO DO SOLO

O papel dos materiais de construção é decisivo no ganho térmico. Sua performance é determinada pelas características óticas e térmicas, sendo o albedo e a emissividade seus mais significantes fatores (COSTA, 2007). Materiais com baixo albedo e emitância, aumentam a transferência de energia para o ar ambiente, aquecendo-o (PRADO & FERREIRA, 2005). Como no ambiente urbano há uma grande heterogeneidade de materiais, como telhado, pintura, asfalto, calçada, concreto, grama e árvores, o albedo apresenta diversos valores (Figura 3).



FIGURA 3. Albedos de materiais urbanos
FONTE: Adaptado de Heat Island Group (2009)

Variações nas características da superfície urbana alteraram o clima local, mediante modificação do equilíbrio de energia entre a superfície e a camada limite, levando a distintos microclimas (OFFERLE et al. 2005; COUTTS et al. 2007)

Devido às características de ocupação do solo, os componentes do ambiente urbano são modificados da seguinte forma (MENDONÇA, 1994):

1- A radiação solar global é nas cidades reduzida de 15 a 20% e o ultravioleta de 5 a 30%; a radiação solar direta é também inferior à da área rural;

2- A temperatura média anual e a temperatura mínima de inverno são superiores à rural cerca de 0,5°C a 1,0°C e 1,0°C a 2,0°C, respectivamente;

3- O fluxo de calor latente é mais importante na área rural, enquanto o fluxo de calor sensível é mais importante nas cidades, sendo nestas alimentado pelo calor antropogênico e pela maior participação da superfície urbana nos processos de ondas longas;

4- A maior concentração de aerossóis nas cidades aumenta em torno de 50 vezes o total de núcleos de condensação, elevando assim a nebulosidade urbana em relação à área rural e natural;

5- A precipitação urbana é relativamente superior (5 a 10%) às demais áreas, enquanto a umidade relativa se comporta de maneira inversa (média anual é inferior a 6%);

6- A estrutura e morfologia urbana condicionam a movimentação do ar direcionando e reduzindo (de 10 a 30%) a velocidade do vento.

7- O albedo médio das cidades é de 0,15 , enquanto nas áreas rurais é de 0,18 a 0,25 e superior nas áreas florestadas, sendo que a insolação é cerca de 5 a 15% inferior à da área rural.

2.6 ANOMALIAS TERMO-HIGROMÉTRICAS

O calor antropogênico urbano oriundo da energia desprendida de diversos processos urbanos e industriais provoca alterações nas condições meteorológicas e, conseqüentemente, no clima. Essas modificações geram camadas atmosféricas distintas; a camada limite urbana (Urban Boundary Layer - UBL), e a camada intra-urbana ou camada de cobertura urbana (Urban Canopy Layer - UCL) (OKE, 1978).

A camada limite urbana se estende do nível médio dos telhados até a área de influência da cidade na atmosfera, que varia de acordo com o tipo de tempo. Este fenômeno tem maior intensidade em locais com grande rugosidade (topografia artificial dos prédios, casas), capaz de proporcionar uma aerodinâmica singular.

A camada intra-urbana ou camada de cobertura urbana se estende desde o solo até aproximadamente o nível médio das coberturas das edificações, é produzida pelos processos em micro-escala localizados nas ruas, e entre os prédios.

Outro componente distinto é a pluma urbana ou *penacho urbano*. Carvalho (2001) a define como sendo um prolongamento, a sotavento da cidade, da camada limite urbana sobre a área rural e sua respectiva camada limite. A pluma urbana recebe influências das condições meteorológicas existentes, considerando-se que só é percebida quando ocorre um fluxo de vento dominante sobre a cidade, com força capaz de transladar o efeito da camada-limite urbana sobre a área rural (CARVALHO, 2001). Na figura 4 estão, esquematicamente, a localização dessas camadas.

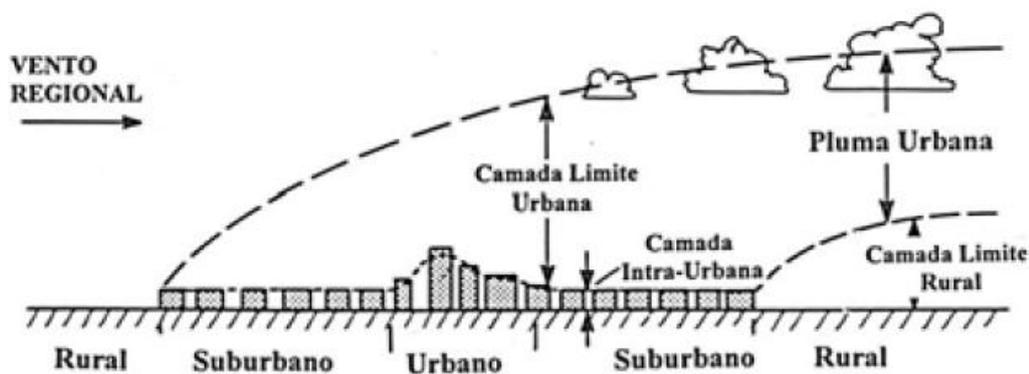


FIGURA 4. Representação esquemática da atmosfera urbana

FONTE: Ilustração de OKE apresentada por Carvalho, 2001 p. 89

2.6.1 Ilha de Calor ou Ilha de Energia Térmica

De acordo com Oke (1981) as principais causas da formação da ilha de calor (IC) nas cidades são:

- 1- O aumento da entrada de radiação de ondas longas, devido a absorção da mesma que sai e é reemitida pelos poluentes da atmosfera urbana;
- 2- Menores perdas de radiação de ondas longas nas ruas e *canyons* urbanos, devido à redução do *sky view factor* pelos prédios e edifícios;

3- Maior absorção da radiação de ondas curtas pela superfície urbana, devido ao efeito do albedo das construções;

4- Grande estocagem de calor durante o dia, devido às propriedades térmicas dos materiais urbanos e grande emissão de radiação durante a noite;

5- Adição de calor antropogênico na área urbana, devido à utilização de aquecedores e refrigeradores, transportes e operações industriais;

6- Menor evaporação, devido à retirada da vegetação e à diminuição de superfícies líquidas, o que diminui o fluxo de calor latente ou evapotranspiração e aumenta o fluxo de calor sensível.

As anomalias que ocorrem na temperatura e na umidade são oriundas de diferentes feições do ambiente urbano. Tendências em ocorrer um aumento da temperatura do ar da periferia para o centro das cidades, por sua configuração espacial, caracteriza o fenômeno de “ilha de calor” (KOLOKOTRONI et al. 2007; VIANA, 2008; MEMON et al. 2009, GARTLAND, 2010) (Figura 5).

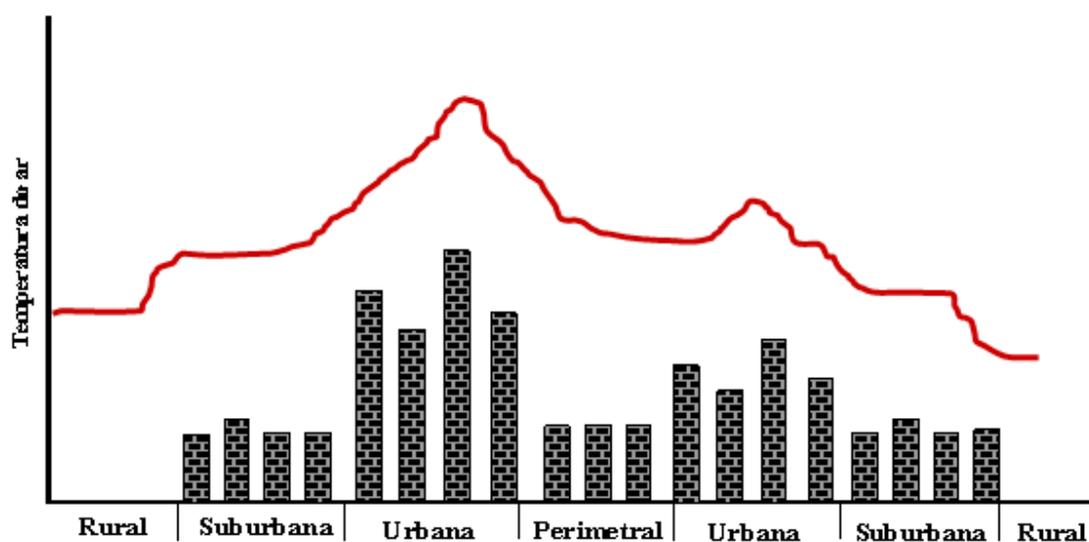


FIGURA 5. Representação das variações da temperatura do ar

FONTE: Adaptado de Maitelli (1994)

Entretanto, o significado físico da palavra “calor” não é o mesmo daquele que se usa no dia-a-dia, ou ainda, em alguns textos especializados. É comum, no cotidiano, uma pessoa dizer que está com calor, no entanto, fisicamente, o calor não está nos objetos ou sistemas, trata-se de um nome dado a um modo de se transferir energia de um sistema para outro, devido, exclusivamente, a diferença de temperatura entre eles. As frases: “Estou com calor”; “A superfície terrestre reflete

calor”; “O calor é absorvido”, não têm significado físico (CARRILHO SOBRINHO, 2009, p. 25, 26).

Desse modo, mesmo apesar do termo ilha de calor ser empregado pelos estudiosos do clima urbano, e ser um termo historicamente construído, a denominação de ilha de energia térmica é mais apropriada (NINCE, 2009), uma vez que calor é energia em trânsito e não parado como o nome ilha lhe supõe. Por isso neste trabalho se emprega o termo “ilha de energia térmica” (IET) e não ilha de calor.

2.6.2 Ilha de Frescor

As ilhas de frescor (IF) são anomalias térmicas que se caracterizam por apresentarem temperaturas menores que seu entorno, este fenômeno está intimamente ligado a ação das áreas verdes, das lâminas d’água, dos parques urbanos.

O processo de transpiração das plantas, liberam vapor d’água nos seus arredores, gerando uma perda considerável de energia. Com isso a vegetação urbana tem um papel fundamental no conforto térmico urbano, em que parques e praças, se transformam em ilhas de frescor, criando um mosaico urbano de microclimas (GOMEZ¹, 1993 apud COLTRI, 2006, p. 116).

2.6.3 Ilha de Umidade e Ilha Seca

As ilhas de umidade (IU) ocorrem no meio urbano devido a maior arborização de alguns locais, a presença de corpos hídricos, e são caracterizadas por apresentarem claramente taxas mais elevadas de umidade, se comparadas às taxas de outros ambientes, que não possuem árvores e superfícies com água.

Já as ilhas secas são observadas em decorrência da falta de arborização, e de superfícies com lâmina de água, ocorrem normalmente em locais que apresentam

¹ GOMEZ, A. L. **El clima de La ciudades españolas**. Madrid, Editora Cátedra, 1993, p. 273 apud COLTRI, P. P. **Influência do uso e cobertura do solo no clima de piracicaba, São Paulo**: Análise de séries históricas, ilhas de calor e técnicas de sensoriamento remoto. 2006. 167 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia), Universidade de São Paulo, São Paulo, 2009.

uma configuração espacial extremamente antrópica, com edifícios, casas, comércio etc.

As ilhas de energia térmica se correlacionam com as ilhas secas, assim como, as ilhas de frescor se correlacionam com as ilhas de umidade, porque a umidade relativa é inversamente proporcional à pressão de saturação do vapor de água, que por sua vez é diretamente proporcional à temperatura do ar (TUBELIS & NASCIMENTO, 1984).

2.6.4 Efeitos da Vegetação

A existência de vegetação nas cidades tem sido considerada um dos itens mais importantes para obtenção de qualidade de vida dos cidadãos. Nas cidades, ambientes altamente alterados, as vegetações são encontradas em poucas áreas remanescentes naturais ou que foram implantadas (parques, jardins, praças).

As plantas influenciam em microclimas urbanos, pela sua atuação no controle da incidência solar, da temperatura, e umidade do ar, dos ventos, das chuvas e exerce um efeito moderador da poluição do ar. A vegetação contribui para uma ambiência urbana agradável, porque protege dos efeitos da radiação solar, criando um efeito de filtro. Em alguns casos, elas constituem canais e barreiras, nas quais as folhagens funcionam como relevantes obstáculos (CARVALHO, 2001).

A relação entre vegetação e temperatura do ar ocorre no controle da radiação solar, do vento e da umidade do ar. A vegetação também serve para atenuar a intensidade de precipitação no solo e modifica a concentração da umidade na atmosfera e na superfície adjacente. São várias as escalas pelas quais a vegetação pode atuar, desde uma escala micro até uma escala macro (CARVALHO, 2001).

Jesus & Braga (2005) observaram que a maioria das áreas verdes urbanas da Estância de Águas de São Pedro - São Paulo, desempenha função predominantemente socioeconômica, com o objetivo de proporcionar o lazer e o convívio social, bem como o turismo. Todavia, estas mesmas áreas são eficientes no que se refere à atenuação dos impactos provocados pela urbanização e contribuem para a diversidade da paisagem.

Barbosa (2005) verificou que a vegetação presente nas áreas verdes condiciona a criação de ambientes termicamente favoráveis à saúde, habitabilidade e uso dos espaços urbanos.

Carvalho (2001) constatou a relevância das áreas verdes no clima das cidades, ainda segundo a autora em seu estudo foi observado benefícios relevantes no processo de amenização climática no meio urbano, pela criação de microclimas agradáveis, que contribuíram de forma significativa, para o conforto ambiental dos núcleos urbanos.

Streiling & Matzarakis (2003) analisaram efeitos das árvores isoladas e pequenos aglomerados de árvores no bioclima de Fahnenbergplatz, no centro da cidade de Freiburg no sudoeste da Alemanha e constataram o efeito positivo das árvores no ambiente térmico. Em particular, a radiação média de temperatura, e o índice térmico mostraram diferenças distintas entre as áreas com árvores e áreas sem árvores, apesar do pequeno tamanho da área de investigação.

O estudo de Shashua-Bar et al. (2010) constataram a importância das árvores no meio urbano para atenuar o efeito de ilha de calor em um verão quente e úmido. No qual o efeito térmico da árvore foi dependente principalmente de seu nível de cobertura do dossel e densidade de plantio nas ruas de Tel Aviv em Israel.

No entanto, também há exemplos que demonstram que um parque, com superfícies gramadas e arborizadas, podem ser mais quente que os seus arredores. Jauregui (1990-1991) explicou que as elevadas temperaturas do parque Chapultepec na Cidade do México durante a manhã ocorreu pelo rápido aquecimento do mesmo, devido a sua menor inércia térmica em comparação com a área urbana. Enquanto, Potchter et al. (2003) relataram que um parque coberto de grama, não é apenas mais quente que um parque coberto de árvores, mas também era mais quente que seu entorno construído durante o dia.

A advecção de microescala, tanto dentro, como fora de um parque pode ser significativa numa perspectiva microclimática. O fluxo de ar frio a partir de um parque pode se estender ao equivalente a largura do próprio parque (JAUREGUI, 1990-1991). Yokahari et al. (1997) observaram advecção de ar frio de 150m a 300m em direção às áreas construídas. Spronken-Smith et al. (2000) observou advecção na direção oposta, ou seja, ar quente das áreas edificadas para as áreas vegetadas.

2.7 ÁREA DE ESTUDO

Por meio da lei nº 5.647 de 10 de dezembro de 1970 no governo do Presidente Emílio G. Médice, tendo como Ministro Jarbas G. Passarinho foi elaborada a autorização para o poder executivo instituir a Fundação Universidade Federal de Mato Grosso (CAMPOS NETO, 2007).

Segundo Campos Neto (2007) o planejamento da UFMT, inicialmente, foi deixado de lado pela necessidade de uma implantação urgente do campus. De acordo com o autor, a ordem em 1972 era de implantar a Universidade com a decisão apenas de fazer a qual denominou de “fazejamento”.

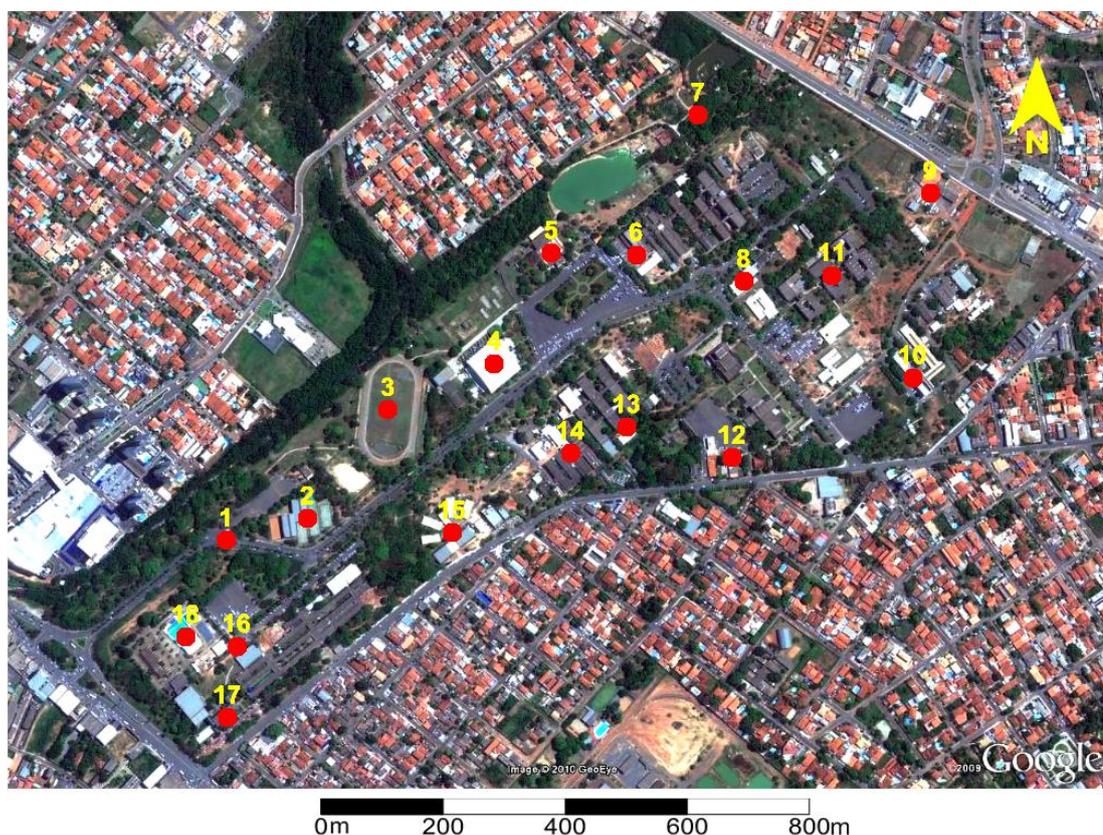
Os canteiros de obras foram dispostos sem qualquer estudo relacionado com a climatologia urbana. Atribui-se a isso a falta de profissionais capacitados para realizar um estudo aprofundado das condições existentes no campus e do futuro impacto ambiental que as edificações ocasionariam (CAMPOS NETO, 2007).

Em 1969 o campus da UFMT contava com apenas 2.890,00 m² de área construída, em 1977 passou para 25.396,00 m². Atualmente o campus de Cuiabá abriga uma área construída de 83.111,60 m² incluindo pista/campo de futebol e parque aquático, distribuída em 74 ha do campus (CAMPOS NETO, 2007), na figura 7 observa-se o canteiro de obras em 1975 e as transformações ocorridas até 2009.



FIGURA 6. Universidade Federal de Mato Grosso em 1975 (A), e em 2009 (B)

O campus de Cuiabá da UFMT apresenta um ambiente heterogêneo, com diferentes padrões de uso e ocupação do solo, dentre os quais pode-se destacar os locais de áreas verdes (bosques) que são utilizados pelos estudantes e visitantes, para esporte e lazer. O zoológico contém uma lagoa e vegetação. Campo de futebol possui elevada área aberta com vegetação rasteira (gramado) circundado por uma pista de corrida. Áreas expostas (solo nu) sem presença de vegetação. Áreas impermeabilizadas, como estacionamentos, vias pavimentadas, faculdades e institutos (Figura 8).



1 - Portaria/Guarita ABC; **2** - Quadras Múltiplas; **3** - Campo de Futebol; **4** - FEF (Faculdade de Educação Física / Ginásio de Esportes); **5** - Restaurante Universitário; **6** - ICET (Instituto de Ciências Exatas e da Terra); **7** - Zoológico; **8** - PPGFA (Programa de Pós-Graduação em Física Ambiental); **9** - Prefeitura do Campus; **10** - Bloco "Casarão"; **11** - IB (Instituto de Biociência); **12** - SINTUF (Sindicato dos Trabalhadores da UFMT); **13** - FENF (Faculdade de Engenharia Florestal); **14** - FAMEV (Faculdade de Agronomia e Medicina Veterinária); **15** - Centro Cultural; **16** - ICHS (Instituto de Ciências Humanas e Sociais); **17** - IE (Instituto de Educação); **18** - Parque Aquático.

FIGURA 7. Localização de Institutos, Faculdade e principais locais do Campus de Cuiabá da UFMT

Em relação ao relevo, as altitudes no campus variam de 165 a 185m, com vertentes orientadas principalmente de leste-oeste, apresentando alguns cânions (Figura 9).

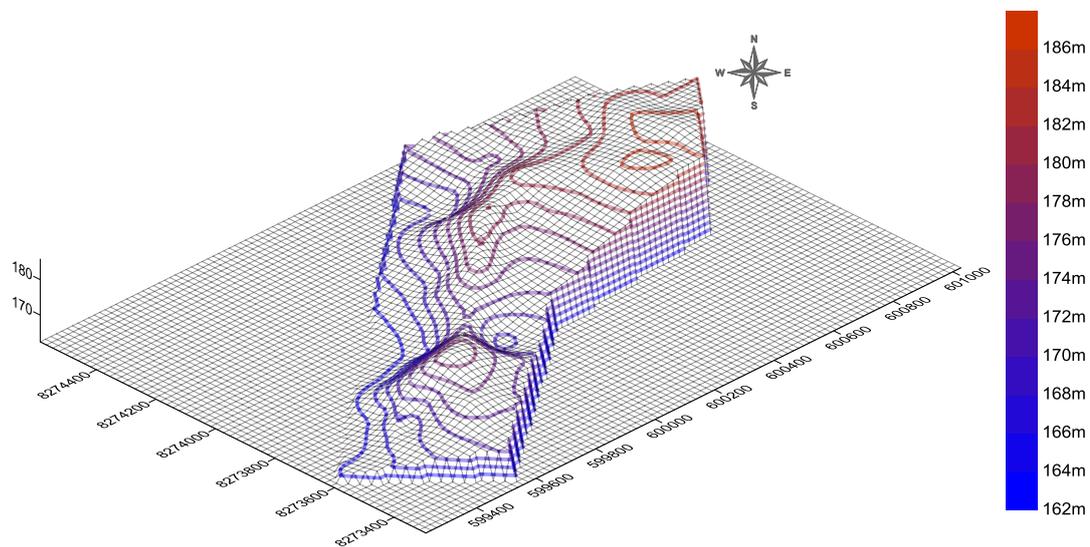


FIGURA 8. Relevo do Campus de Cuiabá-UFMT
FONTE: Elaborado por Alves (2010)

3. MATERIAIS E MÉTODOS

O presente trabalho se trata de uma pesquisa exploratória na qual se buscou realizar uma caracterização microclimática do campus da UFMT, Cuiabá, MT, por meio da elaboração de mapas de temperatura e umidade relativa do ar. Levando em conta o uso e ocupação do solo nas áreas impermeáveis: construções, asfalto, calçadas, nas áreas permeáveis: gramado, vegetação, solo exposto, e no entorno do campus.

3.1 ROTEIRO METODOLÓGICO

3.1.1 Coleta de Dados

As coletas de dados foram realizadas no período de 19 a 29 de abril de 2010, final do período chuvoso, porque não houve a possibilidade da realização em período anterior a este, devido a alocação de equipamentos e pessoas para as coletas, e 08 a 17 de setembro, período seco.

A Organização Mundial de Meteorologia (World Meteorological Organization - WMO) recomenda que as principais observações meteorológicas devam acontecer às 00h, 06h, 12h e 18h (Greenwich Meridian Time - GMT), correspondentes às 02h, 08h, 14h e 20h, horário local. Por isso os horários estabelecidos para as coletas de dados por meio dos transectos foram às 8h, às 14h e às 20h. A escolha desses horários deveu-se além da recomendação da WMO, ao fato de que esses horários são representativos de um dia: manhã, tarde e noite. Assim, no final de cada dia de observações, ficaram registradas as características meteorológicas de cada período, necessárias para a compreensão do microclima do campus da UFMT.

3.1.2 Técnica de Transectos

O estudo do ambiente atmosférico no Brasil evidencia um desenvolvimento considerável em sua proposição teórica e metodológica, por causa de significativa originalidade, ou pela multiplicidade de experiências feitas por meio de diferentes estudos de casos (MENDONÇA, 2003).

Até a década de noventa, pouco havia se avançado na utilização de equipamentos sofisticados nestes estudos, sobretudo devido ao elevado valor dos mesmos. A partir dos anos noventa o emprego de mini-estações meteorológicas automáticas começou a ser utilizado. Mesmo assim, os dados eram pontuais, por causa do alto custo dessas estações (MENDONÇA, 2003).

A partir de então, iniciou a massificação da utilização da técnica de medidas móveis em transectos. As medidas móveis são usualmente utilizadas para detalhar a distribuição horizontal das variáveis do clima. Neste método, os sensores são normalmente instalados em veículos ou carregados manualmente por uma pessoa ao longo de um trajeto específico do ambiente de estudo.

O método dos transectos móveis é de grande utilidade, pois permite avaliar o comportamento da temperatura e umidade do ar em cada intervalo de percurso e cobrir grande parte da área de estudo, garantindo a acurácia das medidas. Esse método vem sendo usado largamente, por possibilitar multiplicar o número de observações, se comparado com estações fixas, propiciando um maior detalhamento da camada atmosférica, favorecendo a análise microclimática (MAITELLI, 1994, GARTLAND, 2010).

A utilização desta técnica requer certos cuidados como a duração do percurso, pois em trajetos longos, a diferença de tempo entre a primeira e a última medida pode ser significativa, o que pode interferir nos resultados (MAITELLI, 1994; PEZZUTO, 2007; GARTLAND, 2010), além do que a proteção dos sensores contra radiação solar e a posição dos instrumentos são de extrema importância para a acurácia das medidas.

Em diversos estudos a respeito do microclima, o tempo de percurso utilizando a técnica de transecto não ultrapassa o tempo de uma hora. Por exemplo, nos trabalhos de Brandão (2009), Cox (2008) e Viana (2008), os transectos variaram de 30 minutos a 1 hora. Ao se tomar esses cuidados a técnica de medidas móveis

pode ser empregada plausivelmente. Tendo isso em vista optou-se neste trabalho em se adotar a técnica dos transectos.

3.1.3 Escolha dos Transectos

Os transectos buscaram contemplar os diferentes padrões de ocupação do solo, observados por meio da combinação de dados cartográficos, e visitas em campo. Além disso, procurou-se percorrer o trajeto no menor tempo possível, minimizando os efeitos das diferentes intensidades da radiação produzidos pela variação da altura aparente do sol. Dentro dos transectos foram elencados 15 pontos para discussão (Figura 10).

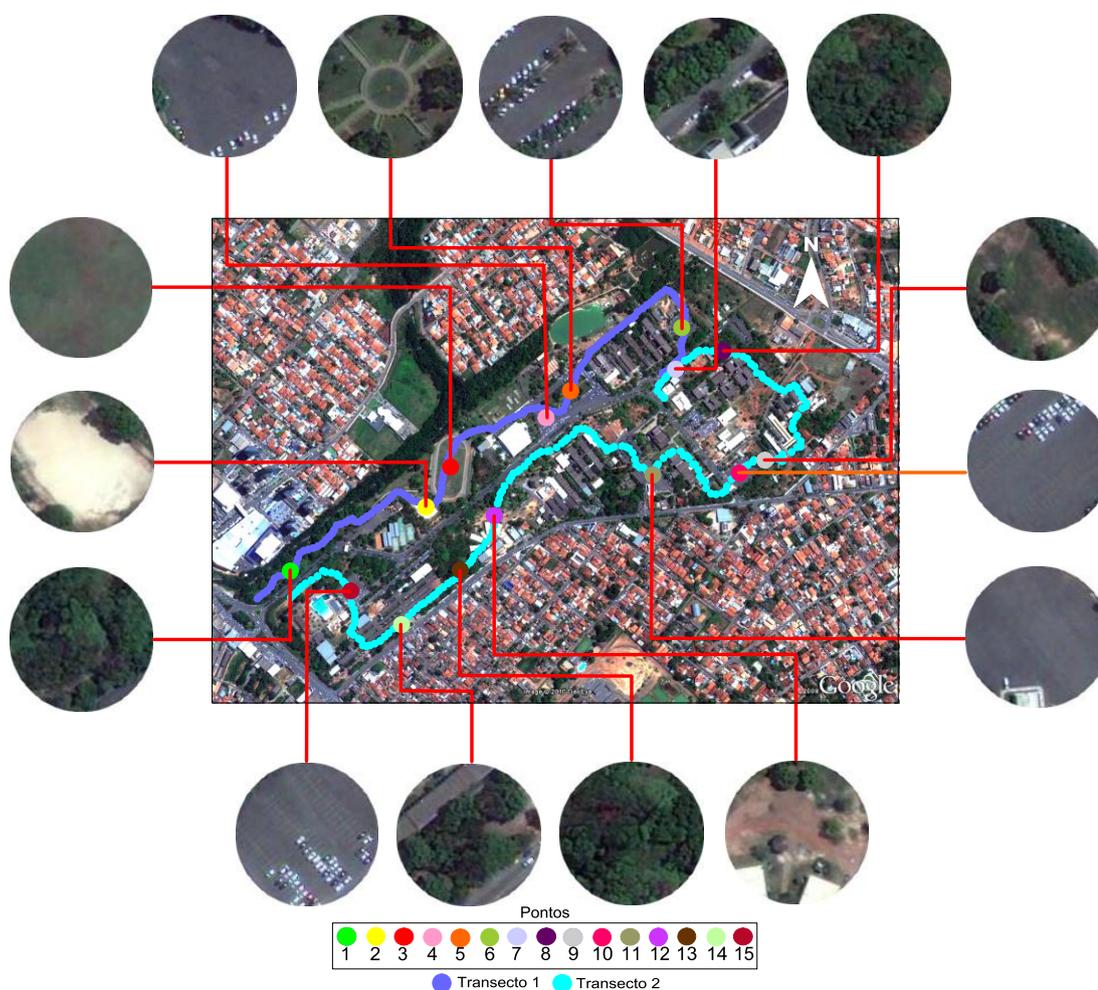


FIGURA 9. Transectos e pontos de discussão no Campus de Cuiabá-UFMT
FONTE:Elaborado por Alves (20100)

3.1.4 Instrumentação

Na realização dos transectos foram utilizados dois Termo-higrômetros e dois GPS (*Global Positioning System*) (Quadro 2), nos quais foram ajustados para registrar e armazenar os dados das variáveis (temperatura do ar, umidade relativa, e coordenadas) a cada 10 segundos. A velocidade média ao longo do transecto, registrada pelo receptor do GPS foi de 1m/s, dessa forma cada ponto do transecto encontra-se a uma distância média de 14 m dos outros pontos adjacentes. O percurso dos transectos 1 e 2, foi de aproximadamente 1,86km e 2,57km, registrando em média 132 e 183 pontos, respectivamente, sendo que o tempo do percurso não ultrapassou os 25min. Totalizando, portanto, em média 315 dados de temperatura do ar e umidade relativa do ar georreferenciados.

QUADRO 2. Características dos equipamentos de medições

	<p style="text-align: center;">Termo-Higrômetro com Data Logger</p> <ul style="list-style-type: none"> . Fabricante: ICEL Manaus; . Modelo: HT-4000; . Resolução: 0,1° e 0,1%; . Escala: - 40°C a 70°C; 0% a 100%; . Capacidade de data logger automático: 32000 leituras; . Efetua o cálculo de IBUTG interno e externo automaticamente; . Taxa de resposta: umidade: 5 segundos, temperatura: 20segundos.
	<p style="text-align: center;">GPS - GPSMAP</p> <ul style="list-style-type: none"> . Fabricante: Garmin; . Modelo: 76CSx; . Precisão do GPS: Posição: < 10 metros; . Altímetria: Precisão de 3 metros com calibração adequada (pelo usuário e/ou pela calibração automática); . Taxa de Atualização: 1/segundo, contínua; . Computador de viagem: odômetro, tempo parado, tempo em andamento e velocidade média.

No momento das coletas foram tomados alguns cuidados com os sensores, a fim de protegê-los da radiação solar direta, foi colocado uma superfície com isopor acima do termo-higrômetro, evitou-se contato com o mesmo, mantendo-o o mais distante possível do operador, e distante aproximadamente 1m do solo (Figura 11). Além disso, antes do início de cada coleta, os aparelhos foram colocados acima do gramado do PPGFA, por 15 minutos, para se aclimatarem com o ambiente externo.

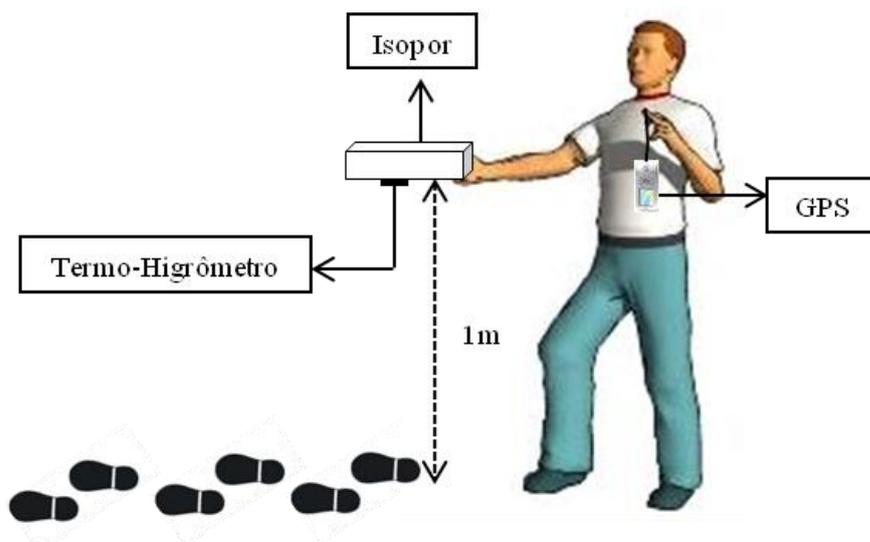


FIGURA 10. Modelo da coleta de dados

3.2 TRATAMENTO DOS DADOS

3.2.1 Geoestatística

Um outro procedimento que se utiliza, aliado aos transectos móveis, é a geoestatística. Esta técnica vem ganhando ênfase em estudos climatológicos, devido principalmente, ao fato de que os métodos clássicos de análise estatística de dados, geralmente supõem que as realizações das variáveis aleatórias são independentes entre si, ou seja, que observações vizinhas não exercem influências umas sobre as outras (GUIMARÃES, 2004; MORAL, 2010).

Enquanto fenômenos naturais apresentam-se com uma certa estruturação nas variações entre vizinhos, podendo-se dizer que as variações não são aleatórias e, portanto, apresentam algum grau de dependência espacial. A análise espacial de dados apresenta-se como uma alternativa e/ou como uma complementação da análise clássica de dados, sendo que este tipo de análise considera as correlações entre as observações (GUIMARÃES, 2004).

Um questionamento básico da geoestatística é "Quantas amostras deve-se utilizar para a análise geoestatística?". Alguns autores recomendam que sejam utilizados pelo menos 100 pontos amostrais, entretanto, isso não é regra, e sim recomendação, há trabalhos com resultados satisfatórios de ajuste de variogramas usando 45 pontos de amostragem. Sabe-se que, quanto maior o número de pontos,

maior será o número de pares para o cálculo das variâncias e, teoricamente, maior será a precisão das estimativas das variâncias. Pode-se dizer que o número de observações dependerá dos objetivos do trabalho, da escala (ou seja, da dimensão) (GUIMARÃES, 2004).

A geoestatística define um conjunto de procedimentos matemáticos que permite reconhecer e descrever relacionamentos espaciais existentes através da interpolação. Esses procedimentos utilizam valores conhecidos para estimar valores desconhecidos visando à construção de superfícies contínuas a partir de amostras pontuais (BARROS, 2009; MORAL, 2010).

Uma ferramenta da geoestatística que descreve quantitativamente a variação no espaço de um fenômeno regionalizado é o variograma.

3.2.2 Semivariograma

O semivariograma representa a metade do variograma e pode assumir funções de diferentes formatos: linear, esférico, exponencial, gaussiano, entre outros. (GUIMARÃES, 2004; CAMARGO, 2008; BARROS, 2009).

Os parâmetros do semivariograma são alcance, patamar, efeito pepita e contribuição (Figura 6).

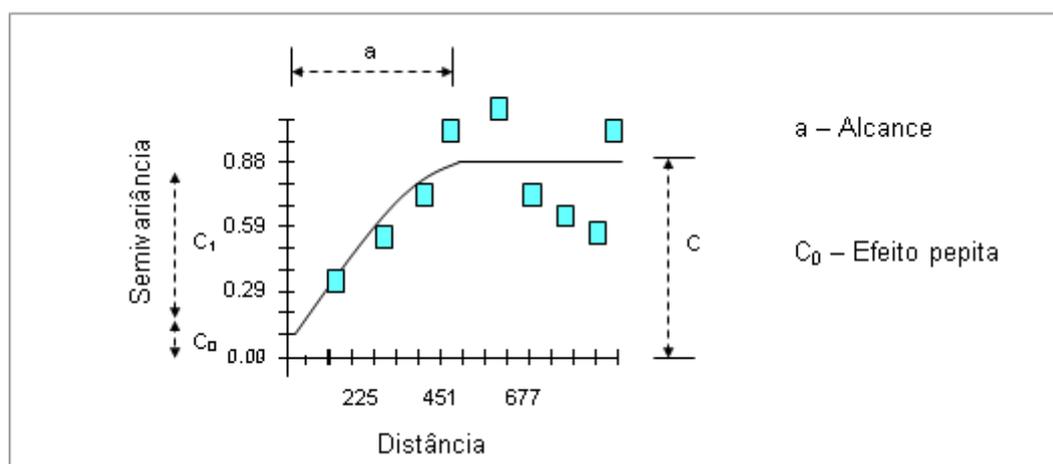


FIGURA 11. Exemplo de semivariograma

FONTE: Barros (2009)

O *Alcance* (a) é distância dentro da qual as amostras apresentam-se correlacionadas espacialmente. O *Patamar* (C) é o valor do semivariograma correspondente a seu *alcance* (a). Deste ponto em diante, considera-se que não existe

mais dependência espacial entre as amostras, porque a variância da diferença entre pares torna-se invariante com a distância. O *Efeito Pepita* (C_0) revela a descontinuidade do semivariograma para distâncias menores do que a menor distância entre as amostras. Parte desta descontinuidade pode ser também devida a erros de medição, mas é impossível quantificar se a maior contribuição provém dos erros de medição ou da variabilidade de pequena escala não captada pela amostragem. A Contribuição (CI) é a diferença entre o patamar (C) e o Efeito Pepita (C_0) (DRUCK et al. 2004; CAMARGO, 2008).

3.2.3 Grau de Dependência Espacial

Quanto ao grau de dependência espacial da variável em estudo, podemos classificá-la como (GUIMARÃES, 2004): forte, moderada, fraca e independente.

3.2.3.1 Variável com Forte Dependência Espacial

Se o efeito pepita for menor ou igual a 25% do patamar (Equação 6).

$$\left(\frac{C_0}{C_0+C} \leq 0,25\right) \quad \text{Equação (6)}$$

3.2.3.2 Variável com Moderada Dependência Espacial

Se o efeito pepita for maior que 25% e menor ou igual a 75% do patamar (Equação 7).

$$\left(0,25 < \frac{C_0}{C_0+C} \leq 0,75\right) \quad \text{Equação (7)}$$

3.2.3.3 Variável com Fraca Dependência Espacial

Se a relação entre efeito pepita e patamar estiver entre 75% e 100% (Equação 8).

$$\left(0,75 < \frac{C_0}{C_0+C} < 1,00\right) \quad \text{Equação (8)}$$

3.2.3.4 Variável Independente Espacialmente

Se a relação entre efeito pepita e patamar for igual a 100%, neste caso o semivariograma com efeito pepita puro (Equação 9).

$$\left(\frac{C_0}{C_0+C} = 1,00\right) \quad \text{Equação (9)}$$

3.2.4 Krigagem

Uma aplicação imediata do semivariograma é a utilização das informações geradas por ele na interpolação, ou seja, na estimativa de dados para um posterior mapeamento da variável. O interpolador que utiliza o semivariograma em sua modelagem chama-se krigagem (DRUCK et al. 2004; GUIMARÃES, 2004).

Krigagem é um processo de estimativa de valores de variáveis distribuídas no espaço, ou no tempo, a partir de valores adjacentes, enquanto considerados como interdependentes pelo semivariograma. O termo krigagem, tradução do francês *krigeage*, e do inglês *kriging*, foi cunhado pela escola francesa de geoestatística em homenagem ao engenheiro de minas sul-africano e pioneiro na aplicação de técnicas estatísticas em avaliação mineira, Daniel G. Krige (DRUCK et al. 2004; LANDIM, 2006).

A krigagem possibilita, além de outras coisas, a construção de mapas de contornos (isolinhas ou curvas de nível) com alta precisão, uma vez que após a interpolação, o número de dados aumenta significativamente.

Esta técnica é amplamente utilizada na Geologia, e vem ganhando campo de destaque nos estudos climáticos, pois permite uma melhor visualização da espacialização dos fenômenos atmosféricos. A maioria dos estudos que utilizam essa técnica estão focados em três elementos, a precipitação, temperatura e a umidade relativa do ar, como nos trabalhos de Amorim (2005) que estudou as Ilhas de calor em Birigui/SP, Viana (2008) que caracterizou do clima urbano de Teodoro Sampaio/SP, Alves & Specian (2009) que estudaram a variação térmica e higrométrica em espaços intra-urbanos de Iporá/GO, Barros (2009) que realizou um estudo microclimático e topofílico no Parque Mãe Bonifácia em Cuiabá/MT, e Moral (2010) que fez comparações de diferentes abordagens da geoestatística para a criação de mapas de precipitação na região sudoeste da Espanha.

3.2.4 Síntese do Tratamento dos Dados

Após a realização da coleta dos dados pelos transectos, foi estruturado um banco de dados, em função do horário da medição, com as variáveis temperatura, umidade do ar e coordenadas geográficas.

Para se verificar a diferença no comportamento da temperatura e da umidade relativa do ar no período chuvoso e período seco, utilizou-se de bloxplots confeccionados no software Statistica 8.0.

Para a análise de agrupamento foram utilizados dendogramas obtidos no software Statistica 8.0, essa análise foi realizada nos 15 pontos de discussão pré-estabelecidos. Em seguida, a partir dos dados dos transectos, elaborou-se os semivariogramas, cujo ajuste resultou em um modelo que melhor representou a variabilidade dos dados, depois realizou-se uma análise dos elementos do semivariograma.

Os parâmetros de ajuste como efeito pepita, patamar e alcance obtidos com o semivariograma foram utilizados para a construção dos mapas térmicos e higrométricos de superfícies contínuas, confeccionados por krigagem ordinária, sobrepostos aos mapas do levantamento cartográfico. Os semivariogramas foram produzidos pelo Gamma Design 7.0, a krigagem foi realizada pelo Vesper 1.6 e os mapas de temperatura e umidade pelo software Surfer® 9.8.

No capítulo seguinte são apresentados os resultados, as análises e interpretações em função do aporte teórico da climatologia urbana, destacando-se a especificidade do presente estudo, o que possibilitou a caracterização do ambiente térmico e higrométrico da área de estudo.

4. RESULTADOS E DISCUSSÕES

4.1 ANÁLISE EXPLORATÓRIA DOS DADOS

A análise exploratória de dados é um procedimento importante e aplica-se a qualquer metodologia que se queira utilizar (GUIMARÃES, 2004). Nesta análise preliminar dos dados tem-se o objetivo de conhecer as variáveis em estudo e resumilas afim de se comparar o comportamento das mesmas em diferentes períodos, no caso deste estudo em dois períodos, abril e setembro.

Nesse estudo, basicamente, a análise exploratória se estabeleceu por meio de (boxplots). O boxplot é um gráfico que representa sumariamente a distribuição dos dados. A caixa central é delimitada pelos quartis, o primeiro quartil está no limite inferior e o terceiro quartil, no limite superior, a linha central do interior da caixa representa a mediana dos dados (segundo quartil). Assim, a caixa completa representa a totalidade de 50% dos dados. As linhas verticais revelam os limites que são funções dos quartis. Valores além desses limites estabelecidos são considerados *outliers* (pontos discrepantes).

4.1.1 Análise Exploratória da Temperatura do Ar às 8h

Através da figura 12, observa-se, que para a temperatura do ar às 8h da coleta de abril e setembro o nivelamento dos dados esteve ligeiramente diferenciado com dispersões relativamente similares entre os boxplots, com uma assimetria na coleta 2. Nota-se que na coleta 1 (abril) 50% dos valores estiveram entre 27,6°C e 30,6°C, enquanto que na coleta 2 (setembro) 50% dos dados estiveram entre 28,7°C e 32°C, as medianas foram de 29,3°C e 31,2°C, as mínimas (24,5°C e 26,3°C) e as máximas (32,9°C e 35°C), respectivamente para as coletas 1 e 2. Apesar das proximidades dos boxplots a diferença entre as duas coletas são estatisticamente significativas.

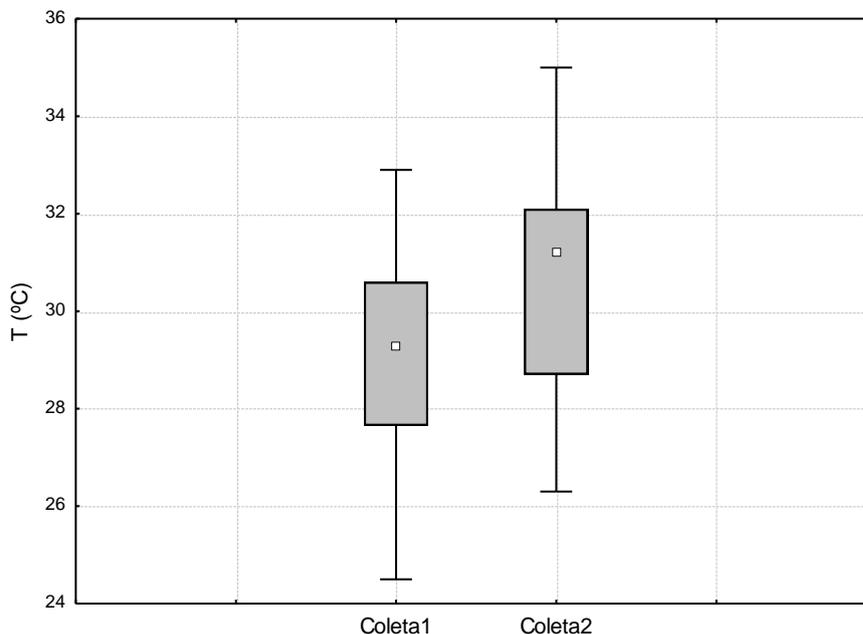


FIGURA 12. Gráfico boxplot comparativo para a temperatura do ar às 8h dos dois períodos de coleta

4.1.2 Análise Exploratória da Temperatura do Ar às 14h

Na figura 13, é possível notar que o nivelamento dos dados da temperatura esteve bastante diferenciado, com dispersões dessemelhantes entre os boxplots. Observa-se grande discrepância na mediana, no valor mínimo, no máximo, e principalmente nos 50% dos dados, no qual em abril esteve entre 33,7°C e 36,8°C, já em setembro esteve entre 39°C e 40°C. Na coleta 1 e 2 foi verificado a presença de *outliers*, ambos abaixo do valor mínimo.

Neste horário houve diferença entre os dois períodos de coleta. As temperaturas foram diferentes estatisticamente entre a estação chuvosa e a seca.

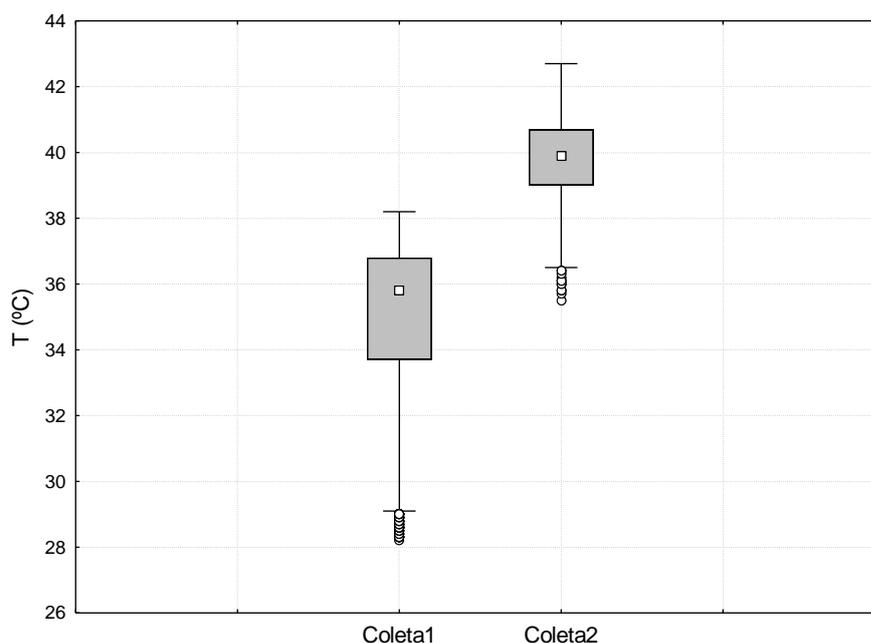


FIGURA 13. Gráfico boxplot comparativo para a temperatura do ar às 14h dos dois períodos de coleta

4.1.3 Análise Exploratória da Temperatura do Ar às 20h

Pelo boxplot da figura 14 pode se observar que houve diferença entre os períodos de coleta neste horário, a mediana, o mínimo, o máximo e os 50% das observações tiveram valores de temperatura superiores na coleta de setembro. Esse fato foi observado também para a temperatura do ar às 8h e 14h, isto mostra que as temperaturas do segundo período de coleta (setembro) foram superiores às encontradas no primeiro período (abril). Por tanto, pode-se dizer que o comportamento da temperatura do ar foi distinto entre a coleta 1 e coleta 2.

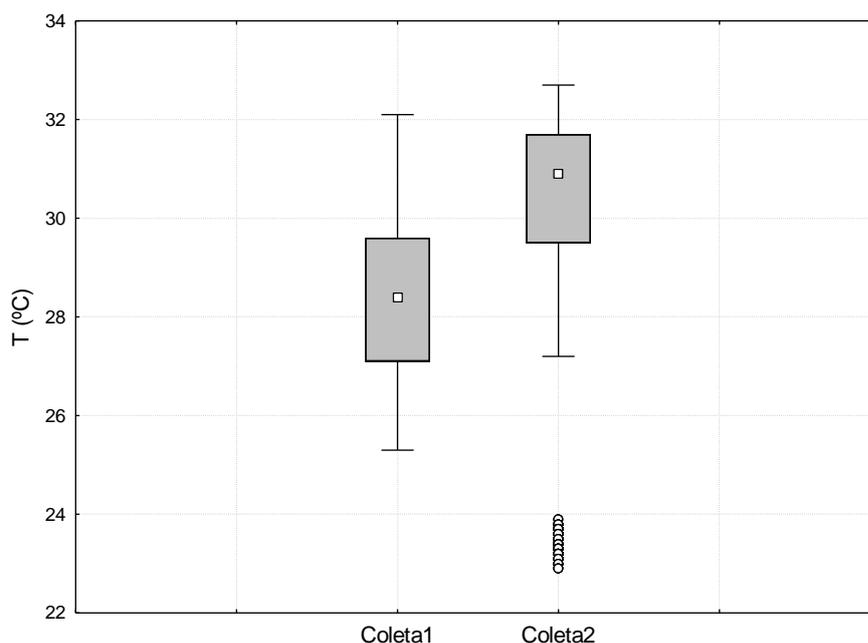


FIGURA 14. Gráfico boxplot comparativo para a temperatura do ar às 20h dos dois períodos de coleta

4.1.4 Análise Exploratória da Umidade Relativa do Ar às 8h

A umidade relativa do ar, em todos os horários, para os dois períodos de coleta, teve comportamentos distintos.

Através da figura 15, observa-se, que para umidade relativa do ar às 8h da coleta de abril e setembro o nivelamento dos dados esteve diferenciado com dispersões distintas entre os boxplots. Observa-se uma certa assimetria nas duas coletas. Nota-se ainda que na coleta 1 50% dos valores estiveram entre 65,3% e 76,9%, enquanto que na coleta 2 estiveram entre 34,1% e 47,8%, as medianas foram de 71,9% e 40,9%, as mínimas (61,4% e 29,4°C) e as máximas (84,5% e 66,2%), respectivamente para as coletas 1 e 2.

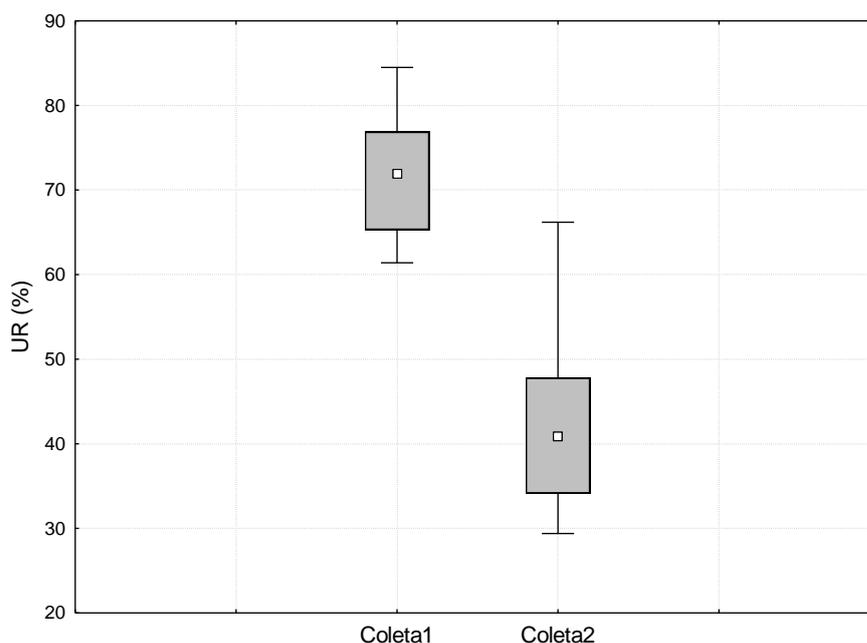


FIGURA 15. Gráfico boxplot comparativo para a umidade relativa do ar às 8h para os dois períodos de coleta

4.1.5 Análise Exploratória da Umidade Relativa do Ar às 14h

Na figura 16, é possível notar que o nivelamento dos dados da umidade esteve bastante diferenciado, com dispersões bem diferentes entre os bloxplots. Observa-se grande disparidade na mediana, no valor mínimo, no máximo, e principalmente nos 50% dos dados, no qual em abril esteve entre 44,7% e 57,4%, já em setembro esteve entre 18,6% e 24%. Isso evidencia uma grande diferença da umidade do ar às 14h entre a coleta de abril e de setembro.

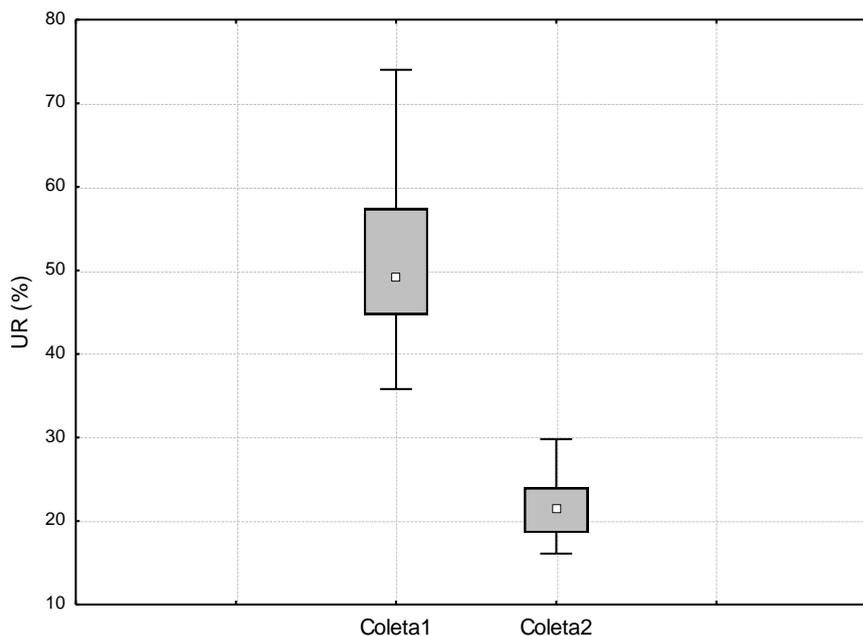


FIGURA 16. Gráfico boxplot comparativo para a umidade relativa do ar às 14h para os dois períodos de coleta

4.1.6 Análise Exploratória da Umidade Relativa do Ar às 20h

Na figura 17, nota-se, que às 20h a umidade relativa do ar da coleta de abril e setembro, o nivelamento dos dados esteve muito diferenciado com dispersões bem diferentes entre os boxplots. Observa-se ainda que na primeira coleta 50% dos valores estiveram entre 69,2% e 81,4%, enquanto que na segunda coleta estiveram entre 30,3% e 41,9%, as medianas foram de 76,1% e 37,8%, as mínimas (58,7,4% e 27,7%) e as máximas (89% e 49,6%), respectivamente para as coletas 1 e 2. Portanto, assim como para a temperatura do ar, pode-se dizer que para a umidade relativa do ar houve um comportamento distinto entre a coleta de abril e a coleta de setembro.

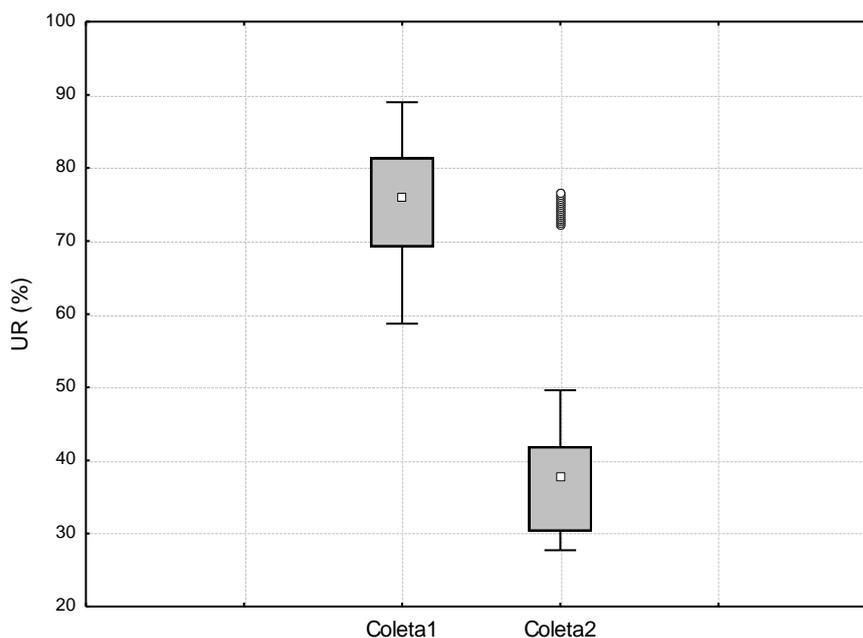


FIGURA 17. Gráfico boxplot comparativo para a umidade relativa do ar às 20h para os dois períodos de coleta

Nas figuras 13 e 14 foi observada a presença de *outliers* na temperatura do ar às 14h, tanto para a coleta 1 como para a coleta 2, e também às 20h somente para a segunda coleta, esses *outliers* estiveram em todos os casos abaixo do valor mínimo. Para a umidade relativa do ar observou-se *outliers*, somente para às 20h de setembro (Figura 17), apresentando valores superiores ao valor máximo. Em abril, esses *outliers* ocorreram devido à atuação de um sistema frontal estacionário entre o nordeste da Bolívia, e o sudoeste de Mato Grosso, que acarretou queda de temperatura e aumento na umidade. Já em setembro os *outliers* ocorreram devido a um ciclone extratropical associado a uma frente fria que se estendeu até o sudoeste de Mato Grosso, causando queda de temperatura e aumento na umidade relativa do ar.

4.2 CARACTERIZAÇÃO TÉRMICA E HIGROMÉTRICA EM ABRIL

4.2.1 Técnica de Agrupamento

A análise de agrupamentos tem como objetivo maximizar as semelhanças entre os dados, criando grupos distintos, bem como diferenciar estes grupos entre si (LANDIM, 2003). Esta técnica vem sendo utilizada para diversas pesquisas

climatológicas, Diniz et al. (2003) a aplicaram na identificação de regiões homogêneas de temperaturas máximas e mínimas no estado do Rio Grande do Sul.

Os resultados da análise de agrupamento são geralmente apresentados na forma de diagramas hierárquicos (dendogramas), nos quais os valores das ordenadas expressam índices de semelhança entre os objetos ou pontos indicados nas abcissas. O número de classes ou grupos é determinado pela escolha de um nível de semelhança, sendo esta escolha muito arbitrária, dependendo dos objetivos do pesquisador.

Utilizou-se nessa pesquisa a técnica de agrupamentos hierárquicos que se baseia na menor distância euclidiana entre dois pontos de uma matriz de similaridade, e no agrupamento por variância mínima, ou método de Ward (LANDIM, 2003). Esta foi preferida pelo fato de em cada passo dentro da análise a união de todos os pares possíveis do grupo é considerada, e os dois grupos cuja fusão resulte no mínimo incremento da inércia (LANDIM, 2003).

4.2.1.1 Agrupamento da Temperatura do Ar

Conforme mostra a figura 18, para a temperatura do ar do período de coleta do mês de abril, os pontos se agruparam em 5 grupos.

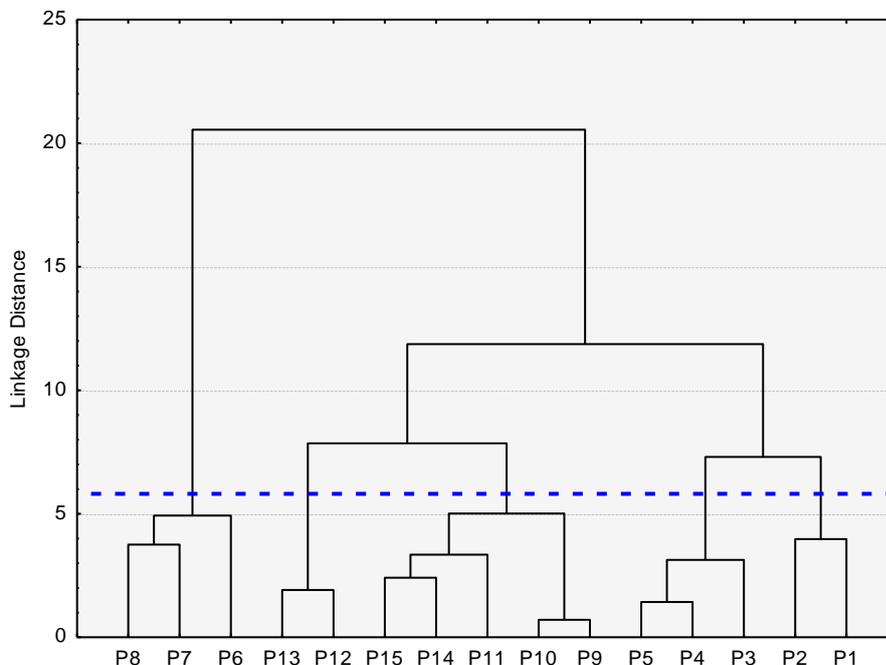


FIGURA 18. Dendrograma de similaridade da temperatura do ar – abril

O grupo 1 foi composto pelos pontos 6, 7 e 8. O ponto 8 é constituído por árvores de grande porte com copas fechadas, o ponto 7 possui pavimento asfáltico com árvores de grande porte nas calçadas. Já o ponto 6 caracteriza-se pela presença de um estacionamento dividido por árvores de médio porte.

O grupo 2, composto pelos pontos 12 (solo nu) e 13 (vegetação arbórea de grande porte)

O grupo 3 foi composto pelos pontos 9, 10, 11, 14 e 15, com dois subgrupos, um com os pontos 11, 14 e 15, e outro com os pontos 9, 10. Os pontos deste grupo apresentam grande heterogeneidade no uso e ocupação do solo.

O grupo 4 foi constituído pelos pontos 3 (gramado), 4 (pavimento asfáltico) e 5 (gramado com árvores de porte médio).

O grupo 5 se constituiu pelos pontos 1 (região de vegetação arbórea de grande porte) e 2 (areia).

4.2.1.2 Agrupamento da Umidade Relativa do Ar

Para a umidade relativa do ar da coleta do mês de abril (Figura 19), os pontos se agruparam em 5 grupos.

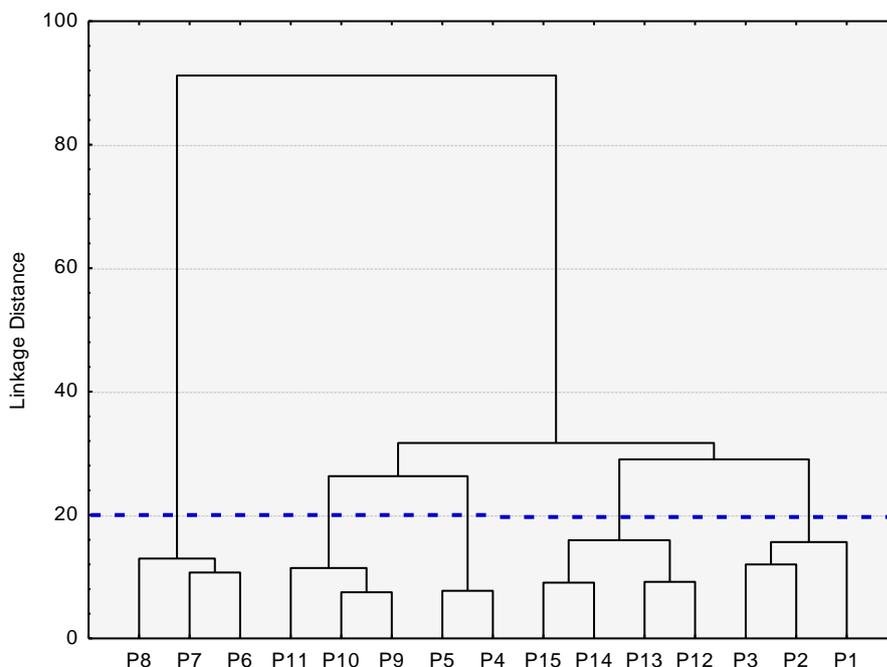


FIGURA 19. Dendrograma de similaridade da umidade relativa do ar – abril

O grupo 1 foi composto pelos pontos 6, 7 e 8, assim como o que fora apresentado pelo dendograma da temperatura do ar, no qual os pontos 6, 7 e 8 ficaram no mesmo grupo.

O grupo 2 foi constituído pelos pontos 9 (grama), 10 (pavimento asfáltico - estacionamento) e 11 (pavimento asfáltico - estacionamento).

O grupo 3 conteve os pontos 4 e 5, com pavimento asfáltico e gramado com árvores de porte médio, respectivamente.

Já o grupo 4 constituiu-se pelos pontos 12 (solo nu), 13 (vegetação arbórea de grande porte), 14 (vegetação arbórea com pavimento de concreto) e 15 (pavimento asfáltico – estacionamento), com dois subgrupos, o primeiro com os pontos 14 e 15, e o outro com os pontos 12 e 13.

O grupo 5 constituiu-se pelos pontos 1, 2 e 3, que possuem região de vegetação arbórea de grande porte, areia e gramado, respectivamente.

4.2.1.3 Análise dos Agrupamentos em Abril

Com os agrupamento foi possível observar que os pontos não se agruparam em função da similaridade do tipo de uso e ocupação do solo em pequena escala, tendo os mesmos se agrupado em escala maior, delimitada pela área de influência. No estudo de Franco (2010) os dendogramas apresentaram também essa configuração, apesar da autora tentar justificá-la a partir de outros aspectos como canalização de ventos e atividades na construção civil. A constatação de que os pontos mais próximos têm maior similaridade que pontos distantes é o que fundamenta o uso da geoestatística, pois a mesma leva em consideração a influência do espaço em cada dado, ou seja, pontos próximos devem apresentar maiores correlações em função da área de influência.

Inicialmente parece estranho dizer que os pontos 12, 13, 14 e 15 ou os pontos 1, 2 e 3 são similares, pois apresentam uso e ocupação solo muito distintos, no entanto, esta afirmação torna-se aceitável quando se verifica a área de influência de cada ponto.

Conforme a figura 20, a área de influência do ponto 4 não corresponde apenas pela presença de um estacionamento com pavimento asfáltico (escala pequena-micro), corresponde à combinação de todos os fatores heterogêneos que estão dentro

dessa área: estacionamento, lâmina d'água, áreas verdes, edifícios, casas e regiões externas do campus (escala grande-local), dando uma informação do local, e não somente do efeito do solo adjacente.

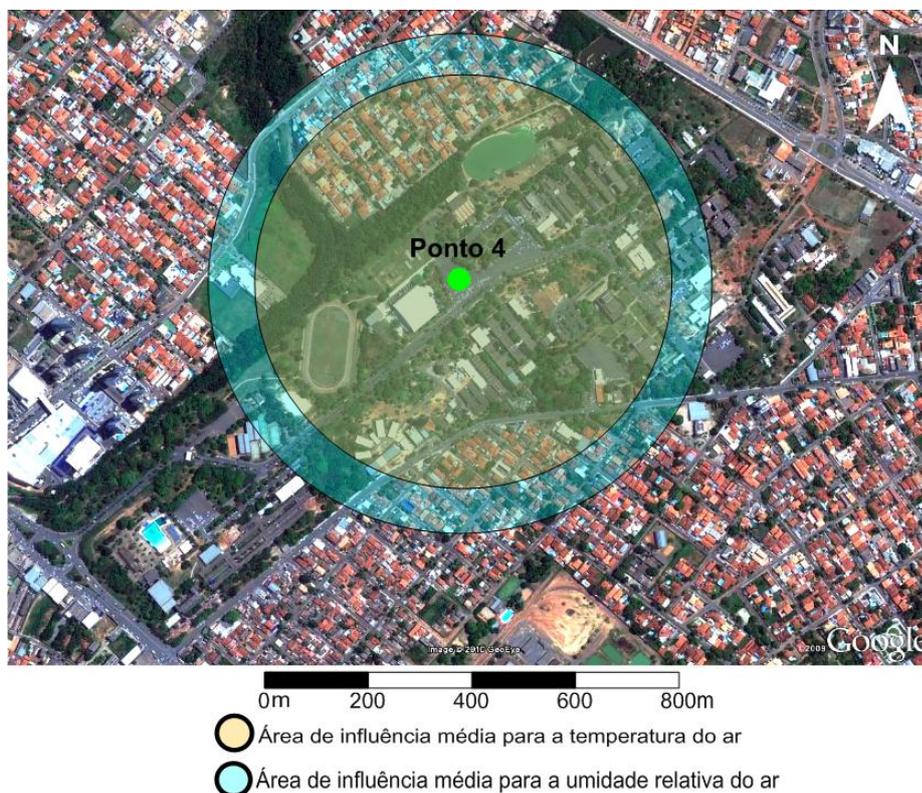


FIGURA 20. Área de influência média para a temperatura e umidade relativa do ar-abril

4.2.2 Caracterização Microclimática às 8h

As medidas realizadas pelos equipamentos ao longo dos transectos possibilitaram a composição de um banco de dados com os valores da temperatura do ar, umidade relativa do ar e coordenadas, que foram relacionados pelo horário da medição. As análises da temperatura e umidade do ar baseiam-se nos dados levantados do dia 19 a 29 de abril de 2010, sendo que os dias 19, 20, 22 e 28 não foram utilizados, por ocorrer falhas no processo de coleta de dados. Já na caracterização microclimática foi utilizado o dia em que o semivariograma apresentou o maior coeficiente de determinação (r^2).

4.2.2.1 Da Temperatura do Ar

O modelo proposto para a temperatura do ar às 8h do dia 25 (Figura 21) foi um modelo gaussiano, com efeito pepita de valor 0, isso mostra que não houve variabilidade dos dados em espaçamento menor do que o estudado (14 m), apresentou um patamar de 0,09, indicando que deste ponto em diante, considera-se que não existe mais dependência espacial entre as amostras, pois a variância da diferença entre pares de amostras torna-se invariante com a distância. Verifica-se uma dependência espacial para a temperatura do ar até 132 m, valor do alcance, ou seja, amostras coletadas a distância inferiores a 132 m possui dependência espacial. A relação entre o efeito pepita e o patamar foi de 0,001, indicando uma forte dependência espacial.

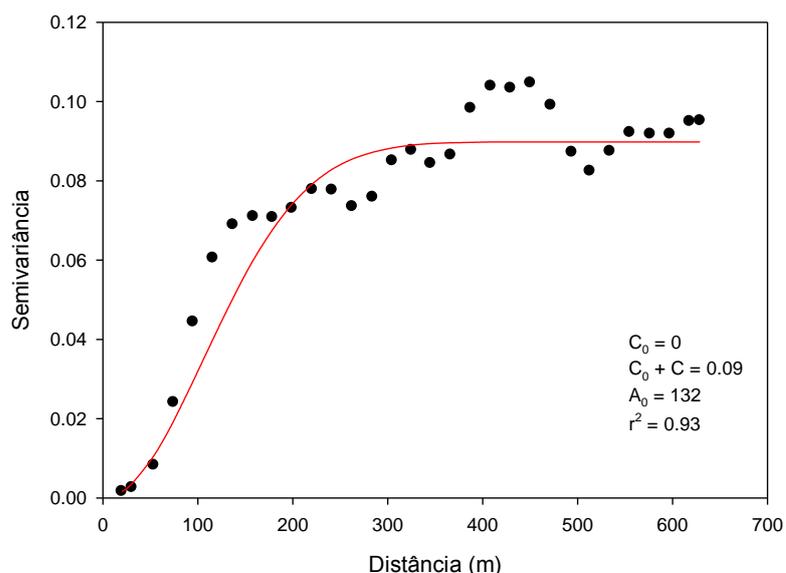


FIGURA 21. Semivariograma da temperatura do ar do dia 25/04 às 8h

A partir dos parâmetros do semivariograma gaussiano, estimou-se pelo método de krigagem pontos não contemplados na coleta, afim de se elaborar o mapa térmico (Figura 22).

Às 8h do dia 25 de abril, a temperatura variou de 2 graus, sendo que essa diferença ocorreu entre áreas abertas (menor temperatura, 27,7°C) e regiões com vegetação arbórea e edifícios (maior temperatura, 29,7°C), esse fato deve ter ocorrido devido ao elevado calor específico da vegetação arbórea, pois possui boa quantidade de água em sua estrutura fisiológica, levando mais tempo para absorver e perder

energia. Dessa forma, durante o dia, as áreas vegetadas aquecem lentamente, e durante o período noturno e da manhã ainda estão perdendo a energia absorvida no dia anterior, e essa energia liberada acaba aquecendo o ar, tornando assim um ambiente com temperaturas superiores no período matutino. A região próxima ao campo de futebol apresenta um cânion com vertente voltada pra oeste, isto significa que neste local, no período da manhã, recebe menos energia demorando mais para se aquecer.

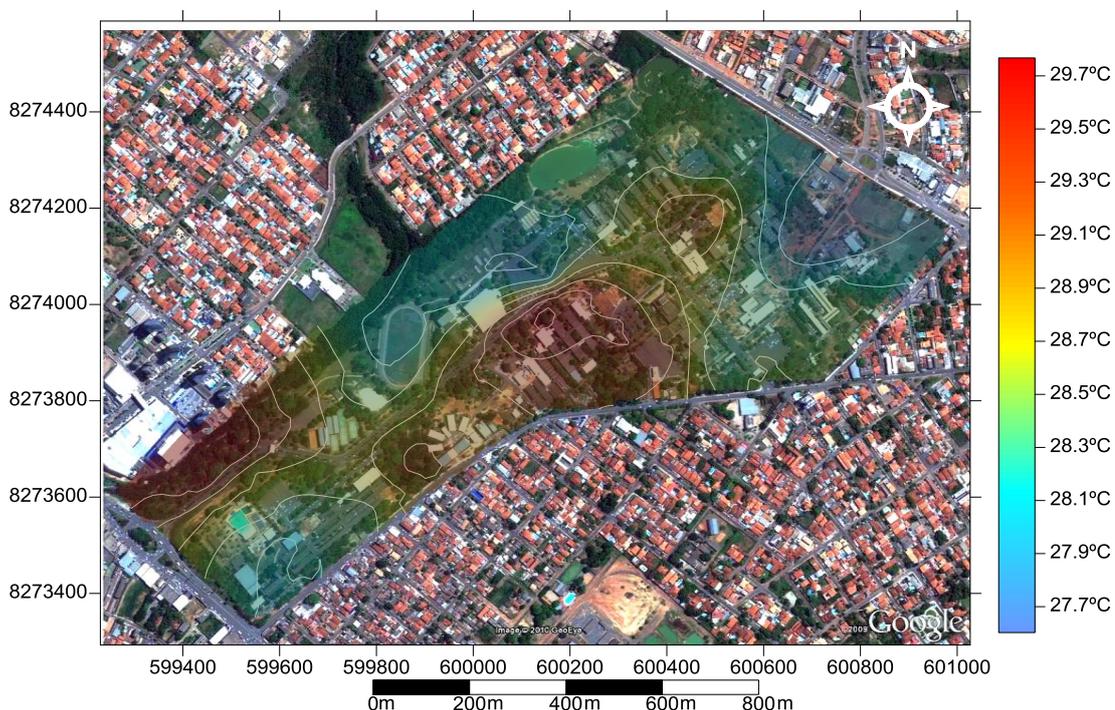


FIGURA 22. Mapa térmico do campus da UFMT às 8h do dia 25/04

4.2.2.2 Da Umidade Relativa do Ar

Em relação a umidade relativa do ar para o horário das 8h, o dia 23 obteve o maior coeficientes de determinação, no valor 0,88, para o modelo gaussiano (Figura 23). Este semivariograma apresentou um efeito pepita de 0,09, um patamar de 1,17, sendo que a distancia na qual houve dependência espacial foi de 154m, e esta foi classificada como forte dependência espacial.

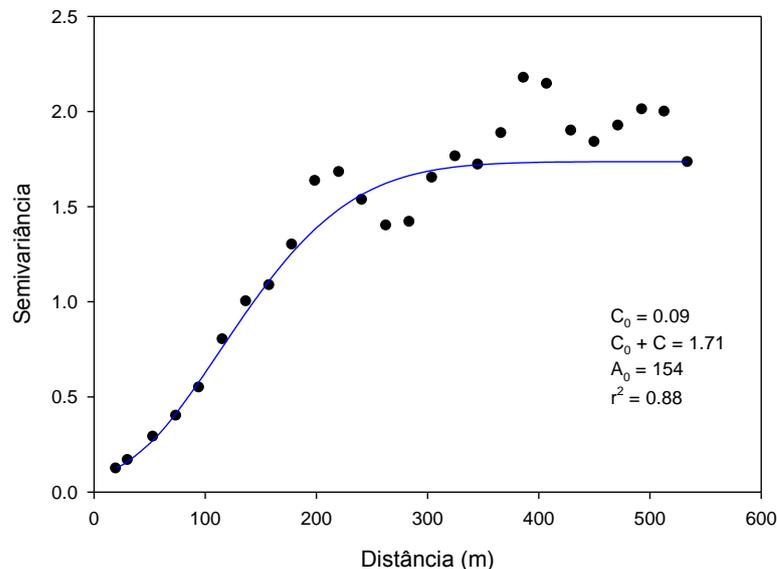


FIGURA 23. Semivariograma da umidade relativa do ar do dia 23/04 às 8h

No mapa higrométrico das 8h do dia 23 de abril (Figura 24), pode se notar que a umidade relativa no campus teve uma amplitude de 12%. Sendo que a região próxima a CAE (Coordenação de Administração Escolar), Hospital Universitário, FAMEV (Faculdade de Agronomia e Medicina Veterinária) e FENF (Faculdade de Engenharia Florestal), apresentou a menor umidade, em torno de 61%, em função do aquecimento verificado no local. Já na região próxima ao PPGFA (Programa de Pós-Graduação em Física Ambiental) e ao zoológico verificou-se maiores taxas higrométricas (73%), em decorrência da presença de lâmina d'água, e provavelmente, do escoamento de massa de ar úmida desde a região do casarão até o zoológico, devido a declividade do relevo.

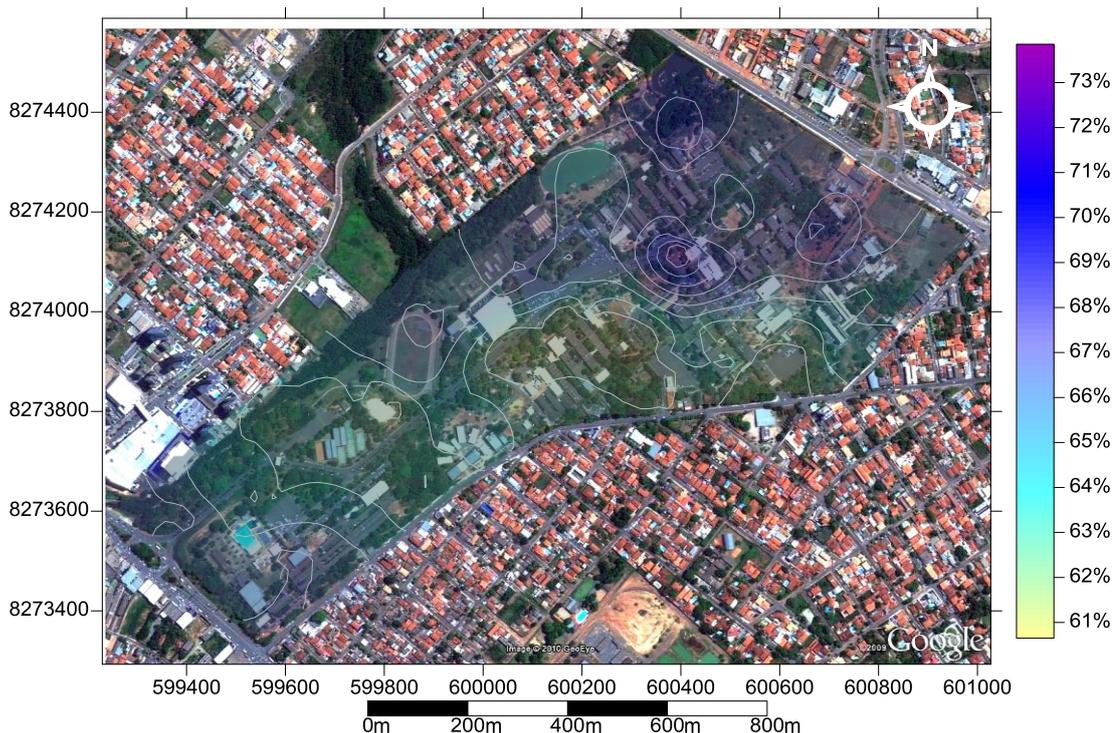


FIGURA 24. Mapa higrométrico do campus da UFMT às 8h do dia 23/04

4.2.3 Caracterização Microclimática às 14h

4.2.3.1 Da Temperatura do Ar

Em relação a temperatura do ar para o horário das 14h, o dia 21, com o modelo gaussiano apresentou o maior coeficiente de determinação (0,97).

O modelo gaussiano proposto para o dia 21 (Figura 25) apresentou um efeito pepita no valor de 0,01, isso mostra que não houve variabilidade dos dados em espaçamento menor do que o estudado. O patamar foi de 0,41, indicando que deste ponto em diante não existe mais dependência espacial entre as amostras. O semivariograma mostra uma dependência espacial para a temperatura do ar até 360 m, valor do alcance, isto mostra a distância em que existe influência do espaço para cada ponto. A relação entre o efeito pepita e o patamar foi de 0,35, indicando uma moderada dependência espacial.

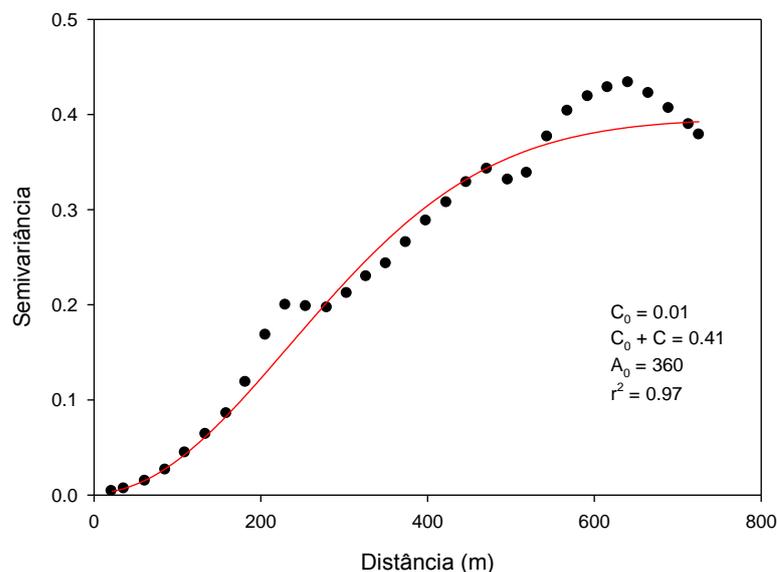


FIGURA 25. Semivariograma da temperatura do ar do dia 21/04 às 14h

Observa-se na figura 26 que inversamente ao apresentado pela figura 21, às 14h a região do ginásio de esportes, do RU (Restaurante Universitário) e do campo de futebol, apresentou a maior temperatura (38,9°C), pela posição aparente do sol, propiciando insolação direta, e por ser uma área aberta, sem obstrução, a radiação absorvida era rapidamente reemitida em forma de ondas longas, aquecendo gradativamente o ar. Algo semelhante foi observado por Potchter et al. (2006) em Tel Aviv, Israel, que evidenciou que um parque urbano coberto com grama pode ser mais quente do que a área construída durante o dia.

Na área próxima ao IL (Instituto de Linguagem) e próxima ao PPGFA com presença de vegetação arbórea com copas fechadas, e a prefeitura do campus foram verificadas as menores temperaturas (35,6°C), a presença da vegetação nesses locais foi um importante fator minimizador da temperatura do ar por interceptar a radiação solar direta, produzindo sombra.

No entanto na região sudoeste do campus, área de bosque com vegetação arbórea apresentou temperaturas intermediárias, em torno de 37,4°C, acredita-se que isso se deva a proximidade da Avenida Fernando Corrêa (pavimento asfáltico), que possui um intenso fluxo de veículos, aumentando assim a temperatura do ar na região. Neste horário a amplitude térmica foi de 3,3°C.

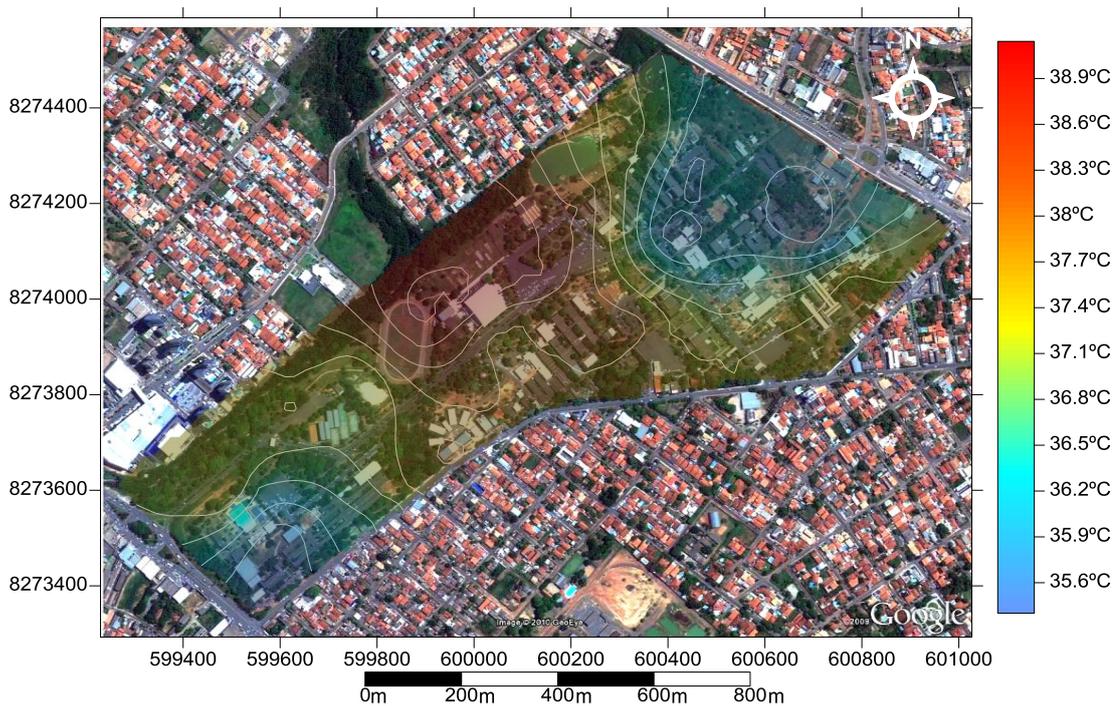


FIGURA 26. Mapa térmico do campus da UFMT às 14h do dia 21/04

4.2.3.2 Da Umidade Relativa do Ar

Para a umidade relativa do ar, o dia 21, obteve o modelo gaussiano, com r^2 de 0,96 . Esse semivariograma gaussiano (Figura 27) apresentou um efeito pepita de 0,3, um patamar de 3,16, sendo que a distancia na qual houve dependência espacial foi de 294 m, e como a relação efeito pepita e patamar foi de 0,09 houve forte dependência espacial.

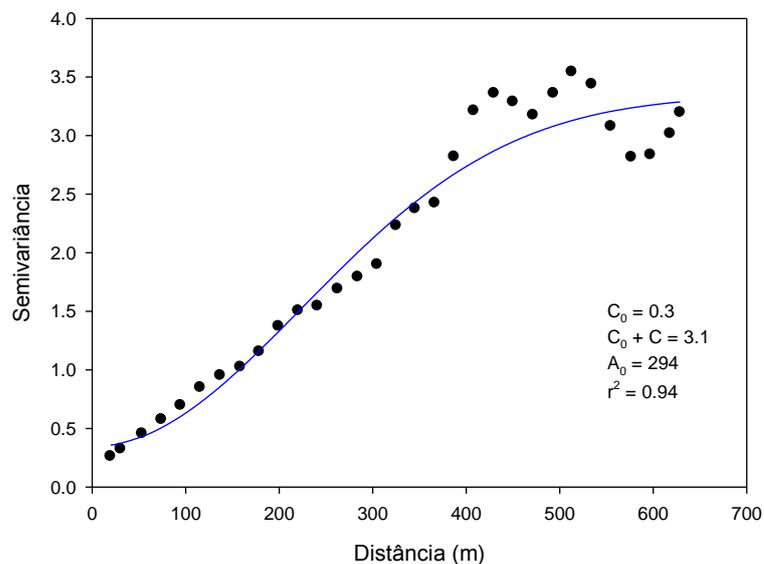


FIGURA 27. Semivariograma da umidade relativa do ar do dia 21/04 às 14h

O mapa higrométrico da figura 28 revela como a umidade relativa do ar é dependente da temperatura, como os mapas da figuras 26 e 28 se referem ao mesmo dia e mesmo horário, observa-se que as regiões mais quentes apresentam menor umidade, e que regiões mais frias apresentam maior umidade. Devido ao processo de evapotranspiração, a região do zoológico e de bosque (sudoeste do campus) apresentaram os maiores valores de umidade relativa do ar, na faixa de 55%. Enquanto que a região mais pavimentada próxima a um estacionamento apresentou umidade relativa baixa (42%).

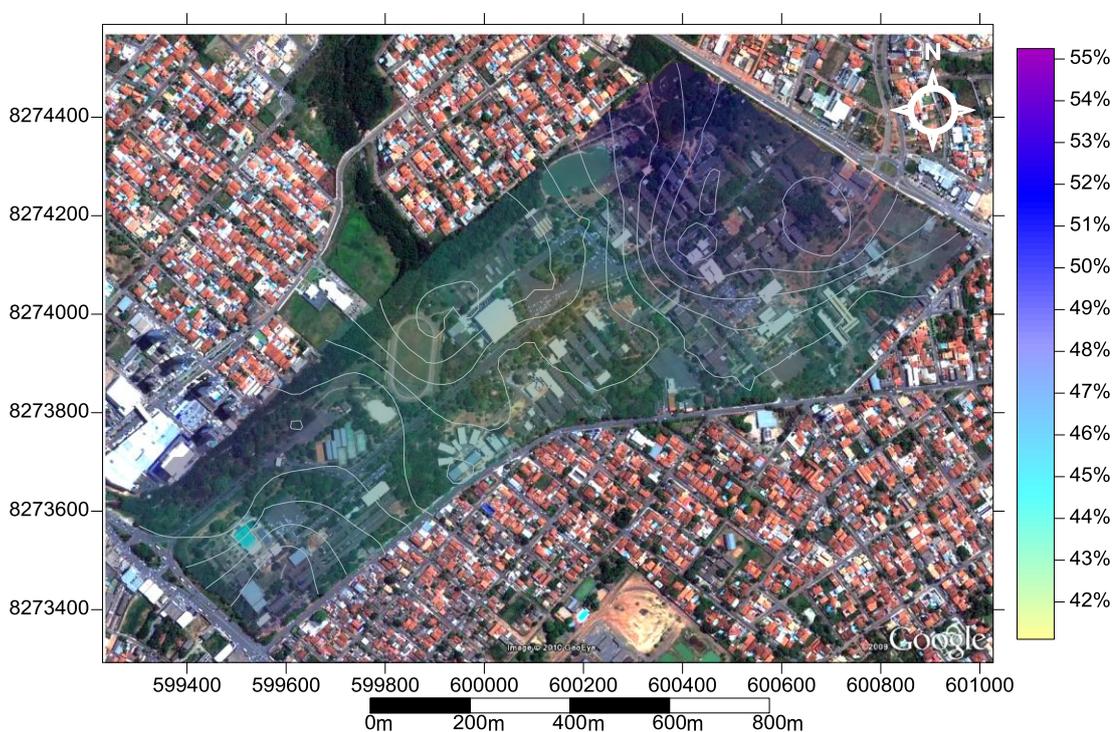


FIGURA 28. Mapa higrométrico do campus da UFMT às 14h do dia 21/04

4.2.4 Caracterização Microclimática às 20h

4.2.4.1 Da Temperatura do Ar

O modelo proposto para a temperatura do ar às 20h do dia 26 (Figura 29) foi um modelo gaussiano, com r^2 de 0,88, um efeito pepita de valor 0, apresentou um patamar de 0,04, indicando que deste ponto em diante, considera-se que não existe mais dependência espacial entre as amostras. Com o alcance, observa-se que a dependência espacial para a temperatura do ar foi de até 177 m, ou seja, amostras coletadas a distância inferiores a 177 m possui dependência espacial. A relação entre o efeito pepita e o patamar foi de 0,07, indicando uma forte dependência espacial.

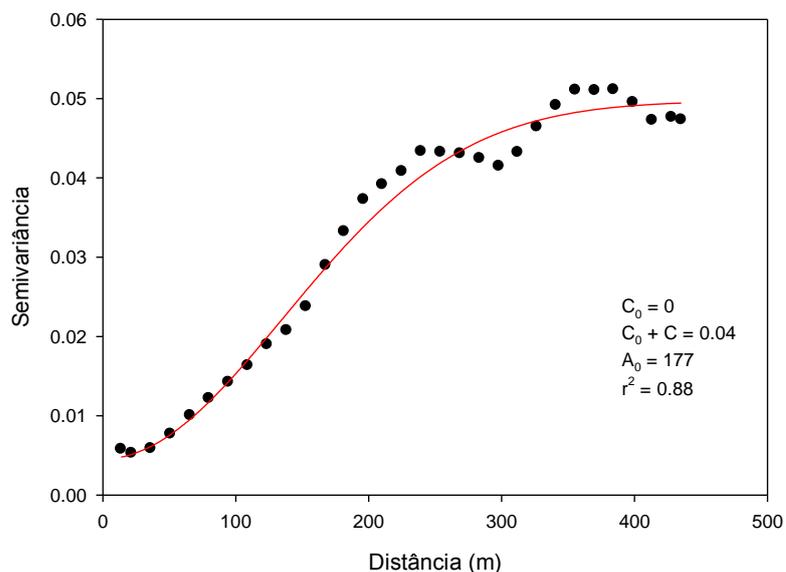


FIGURA 29. Semivariograma da temperatura do ar do dia 26/04 às 20h

Na figura 30 verifica-se um mosaico de microclimas, com amplitude de 2°C. Nota-se que as áreas vegetadas (sudoeste do campus e proximidades do centro cultural) apresentaram temperatura no valor de 28,9°C, assim como nas proximidades da prefeitura do campus, e na área correspondente a lagoa do zoológico, locais com elevada umidade do ar, que retêm a energia absorvida, liberando-a lentamente noite adentro. Observa-se uma anomalia térmica positiva englobando a central analítica que possui um estacionamento com pavimentação asfáltica, chegando aos 30,9°C.

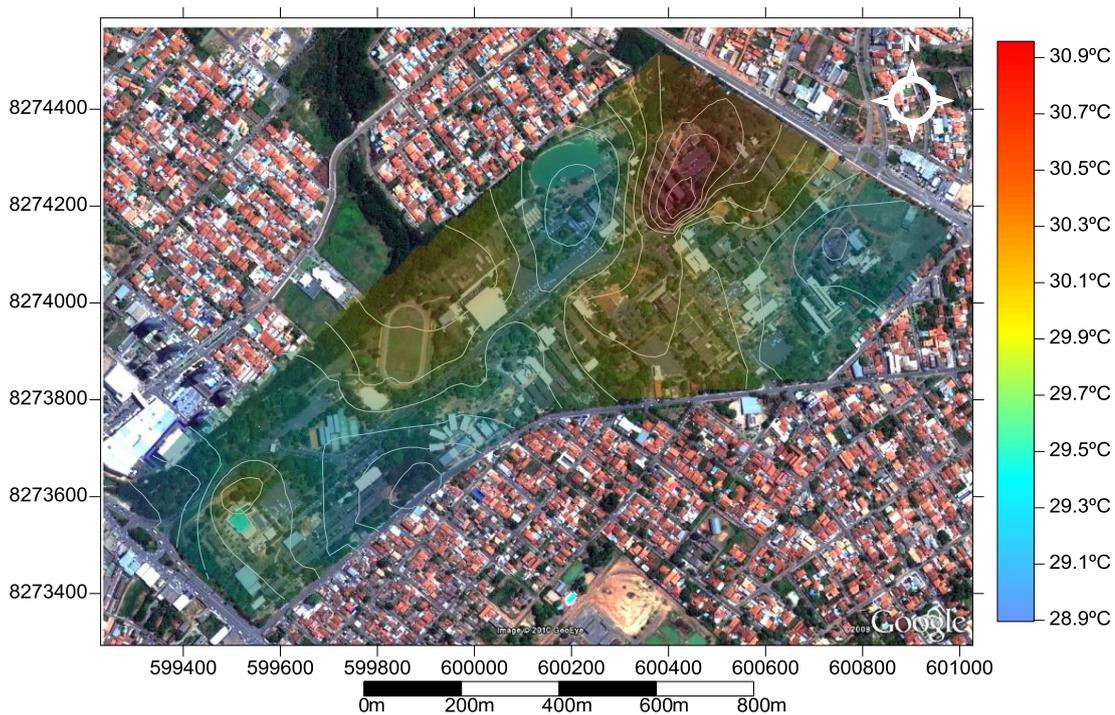


FIGURA 30. Mapa térmico do campus da UFMT às 20h do dia 26/04

4.2.4.2 Da Umidade Relativa do Ar

Para a umidade relativa do ar o dia 27 às 20h apresentou o melhor coeficiente de determinação (0,90) com o modelo esférico. Sendo que este semivariograma esférico (Figura 31) apresentou um efeito pepita de 0,04, um patamar de 1,9, e um alcance de 346m. A dependência espacial pode ser classificada como forte.

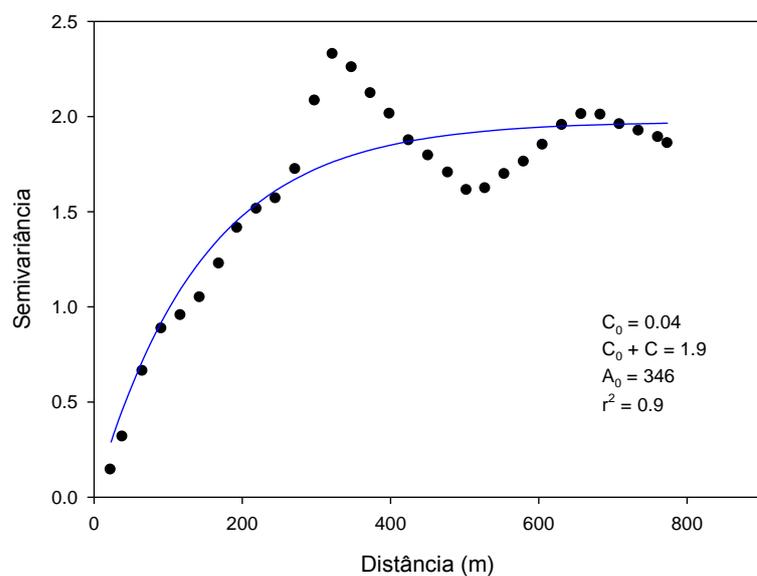


FIGURA 31. Semivariograma da umidade relativa do ar do dia 27/04 às 20h

O mapa da umidade relativa do ar pode ser observado na figura 32. Neste mapa averigua-se uma amplitude higrométrica de 10%, ocasionada, essencialmente, pelo antagonismo das elevadas taxas de umidade dos bosques e as baixas taxas das áreas construídas, principalmente pelos estacionamentos próximos ao ginásio de esportes, ao SINTUF (Sindicato dos trabalhadores da UFMT) e ao ICHS. Nestes locais há pouca evaporação, visto que nessas áreas impermeabilizadas a água precipitada pela chuva não se infiltra no solo, ela esco. Sendo que a evapotranspiração, também acaba sendo mínima, devido a falta de áreas vegetadas.

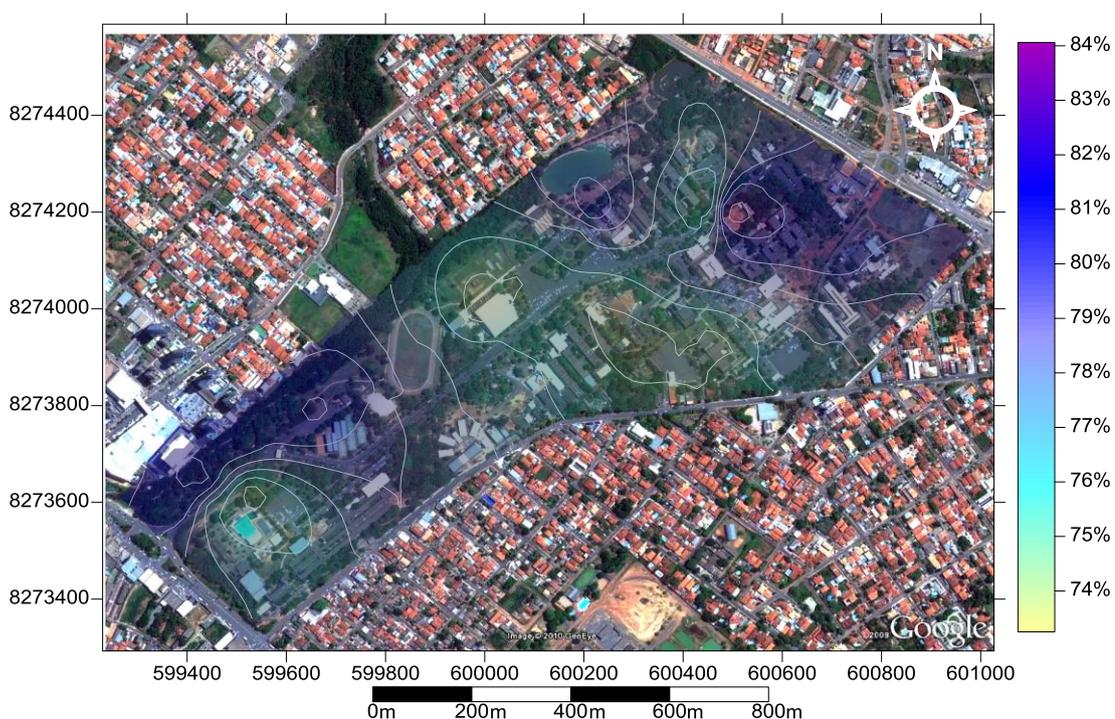


FIGURA 32. Mapa higrométrico do campus da UFMT às 20h do dia 27/04

4.3 CARACTERIZAÇÃO TÉRMICA E HIGROMÉTRICA EM SETEMBRO

4.3.1 Agrupamento da Temperatura do Ar

Conforme a figura 33, para a temperatura do ar do período de coleta do mês de setembro, os pontos se agruparam em 6 grupos.

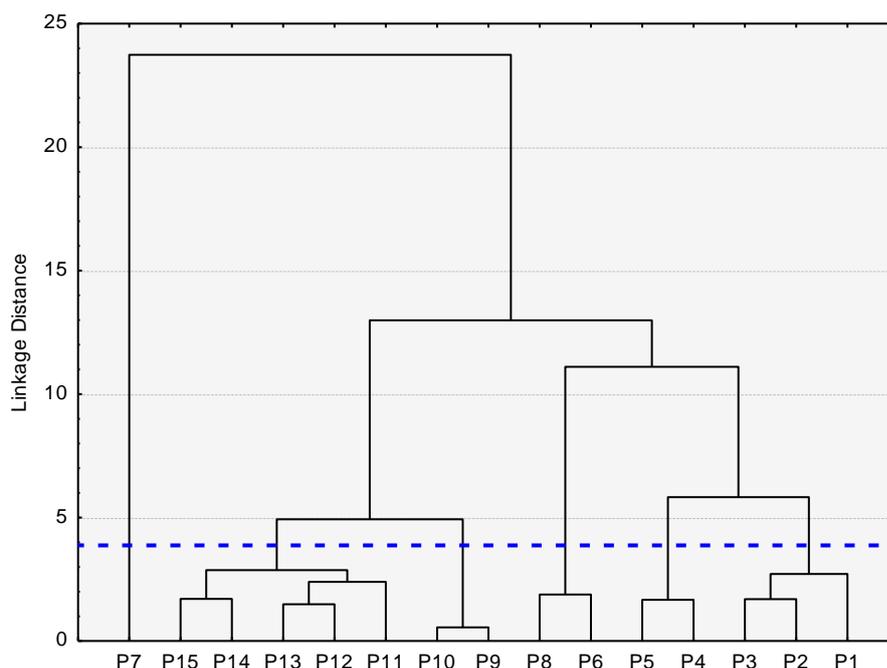


FIGURA 33. Dendrograma de similaridade da temperatura do ar – setembro

O grupo 1 foi constituído unicamente pelo ponto 7 (pavimento asfáltico com árvores de grande porte).

O maior grupo foi o grupo 2 formado pelos pontos 11, 12, 13, 14 15, tendo dois subgrupos, o primeiro com os pontos 14 (vegetação arbórea com pavimento de concreto) e 15 (pavimento asfáltico – estacionamento), e o segundo com os pontos 11 (pavimento asfáltico – estacionamento), 12 (solo nu) e 13 (vegetação arbórea de grande porte).

O grupo 3 constituiu-se pelos pontos 9 (grama) e 10 (pavimento asfáltico - estacionamento).

O grupo 4 foi formado pelos pontos 6 (estacionamento com árvores de médio porte) e 8 (árvores de grande porte com copas fechadas).

O grupo 5 foi constituído pelos pontos 4 (pavimento asfáltico) e 5 (gramado com árvores de porte médio).

O grupo 6 reuniu os pontos 1 (vegetação arbórea de grande porte), 2 (areia), e 3 (gramado).

4.3.2 Agrupamento da Umidade Relativa do Ar

Para a umidade relativa do ar da coleta do mês de setembro (Figura 34), os pontos se agruparam em 6 grupos.

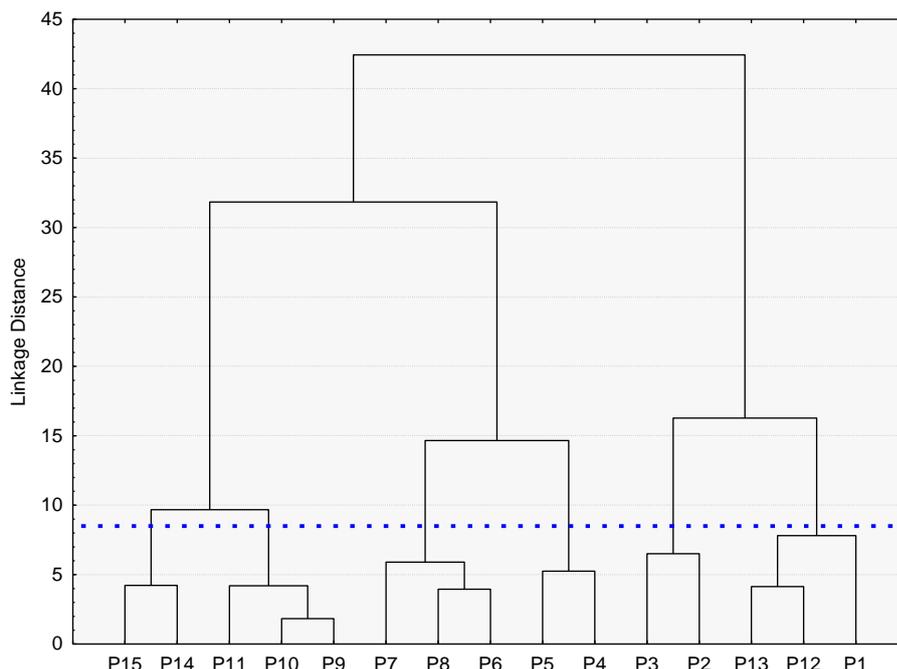


FIGURA 34. Dendrograma de similaridade da umidade relativa do ar – setembro

O grupo 1 foi formado pelos pontos 14 (vegetação arbórea com pavimento de concreto) e 15 (pavimento asfáltico – estacionamento).

O segundo grupo constituiu-se pelos pontos 9 (grama), 10 (pavimento asfáltico - estacionamento) e 11 (pavimento asfáltico – estacionamento).

O grupo 3 foi constituído pelos pontos 6, 7, 8, assim como no dendrograma da umidade para abril.

O grupo 4 foi constituído por dois pontos 4 (pavimento asfáltico) e 5 (gramado com árvores de porte médio), igualmente ao grupo 5 do dendrograma da temperatura do ar de setembro.

O quinto grupo reuniu os pontos 2 (areia), e 3 (gramado).

O grupo 6 foi formado pelos pontos (1, 12 e 13), sendo que o ponto 1 apresenta vegetação arbórea de grande porte, o ponto 12 apresenta solo nu, e o 13 vegetação arbórea de grande porte.

4.3.3 Análise dos Agrupamentos em setembro

Conforme ao que já foi dito na análise de agrupamento de abril, os dendogramas de setembro reforçam a idéia de que os pontos mais próximos

apresentam temperaturas e umidades mais similares do que pontos mais distantes, em função da área de influência de cada ponto.

A área de influência é bastante variável no tempo e no espaço. Para Oke (2006) a área de influência de uma variável não é um raio simétrico – é uma elipse, sendo maior no caminho do vento, no qual o círculo de influência da temperatura do ar e umidade relativa do ar tem um raio de 500 m em média, dependendo de diversos fatores, como altura dos equipamento, velocidade e direção do vento, topografia, grau de densidade da área, dentre outros fatores.

Neste estudo o raio médio de influência para a temperatura do ar foi de 373 m em abril e 399 m em setembro. Já para a umidade relativa do ar a área o raio médio foi de 277 m em abril e 482 m em setembro. Na figura 35 pode ser visto a área de influência média para setembro. Comparando-se a figura 19 com a figura 35, observa-se que a área de influência média da temperatura para abril (final do período chuvoso) e setembro (período seco) é praticamente a mesma, no entanto, para a umidade a área de setembro é maior, acredita-se que isso tenha ocorrido devido ao fato de que neste período o ar se encontra com pouca umidade, e qualquer umidade proveniente da evaporação ou da transpiração pode influenciar uma área relativamente maior que a do período chuvoso, que contém boa quantidade de água no ar.

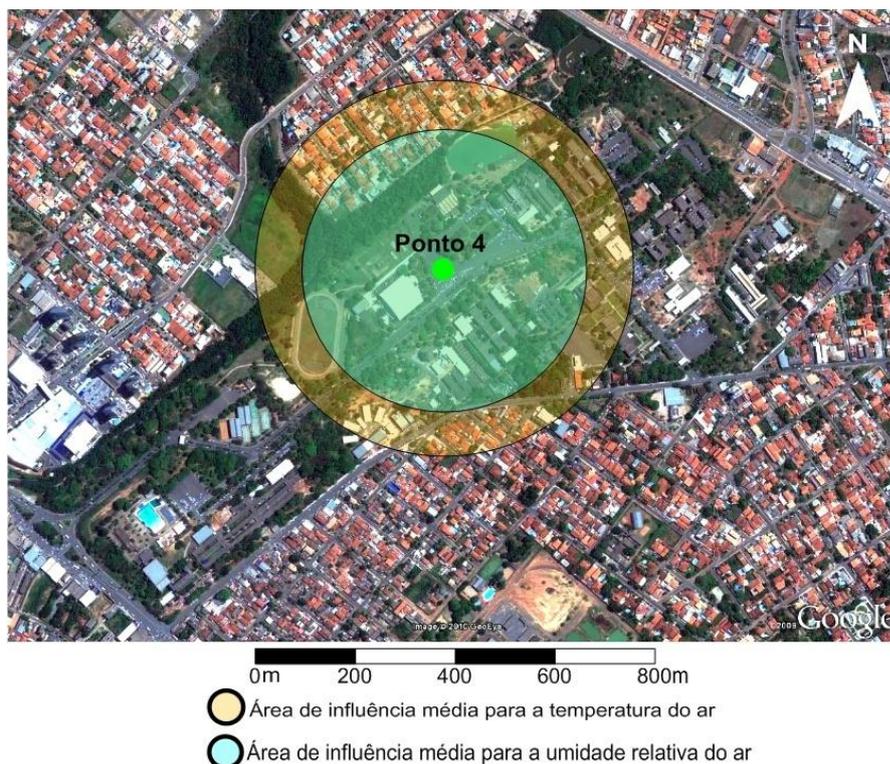


FIGURA 35. Área de influência média para a temperatura e umidade relativa do ar-setembro

Para uma análise microclimática cabe salientar que na região de estudo o mês de setembro apresenta temperaturas elevadas, com baixa umidade relativa do ar, sendo freqüente neste período a presença de queimadas revestindo completamente a cidade de Cuiabá com fumaça e fuligem (Figura 36). A poluição do ar aumenta a quantidade total de radiação infravermelha, de ondas longas, emitida a partir da atmosfera terrestre. Partículas de poluição refletem muita radiação, tanto do sol como da terra, mas também tendem a absorver mais radiação, aumentando a temperatura do ar (GARTLAND, 2010), isso acaba elevando ainda mais a temperatura do ar.



FIGURA 36. Cidade de Cuiabá coberta por fumaça e fuligem oriunda das queimadas em 14/09/2010

4.3.4 Caracterização Microclimática às 8h

4.3.4.1 Da Temperatura do ar

O modelo proposto para a temperatura do ar às 08h do dia 11 (Figura 37) foi um modelo exponencial, com r^2 de 0,96, com 0,001 de efeito pepita, apresentou um patamar de 0,77, indicando que deste ponto em diante, considera-se que não existe mais dependência espacial entre as amostras. Com o alcance, observa-se que a dependência espacial para a temperatura do ar foi elevada de até 854m, ou seja, amostras coletadas a distância inferiores a 854m possui dependência espacial. A relação entre o efeito pepita e o patamar foi de 0,001, indicando forte dependência espacial.

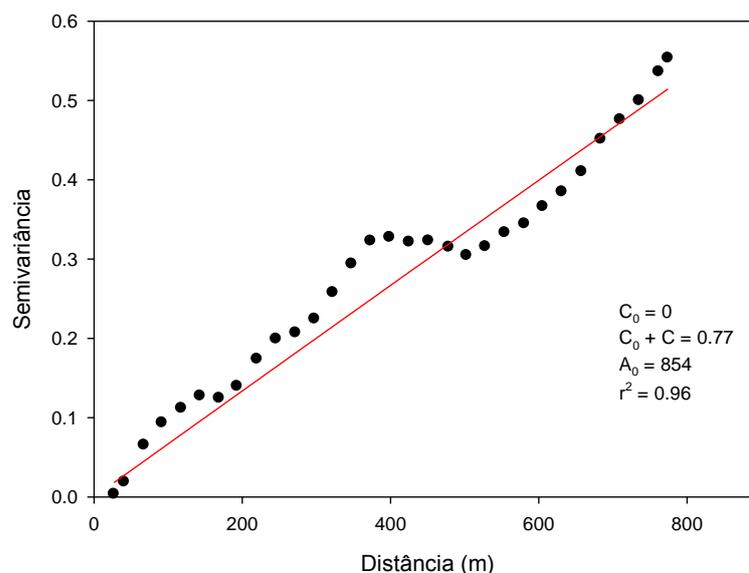


FIGURA 37. Semivariograma da temperatura do ar do dia 11/09 às 08h

O mapa térmico pode ser visto na figura 38. Neste mapa é possível notar três grandes regiões homogêneas, a primeira região vai desde a prefeitura do campus até o ginásio de esportes, apresentando temperaturas entre 30,6°C a 31,2°C, a segunda região compreende desde o SINTUF passando pelo Centro Cultural até o bosque do sudoeste do campus, com temperaturas intermediárias variando de 31,8°C a 32,2°C, na terceira e menor região estão inclusos o Museu Rondon, o Instituto de Educação (IE), o parque aquático e o ICHS (Instituto de ciências Humanas e Sociais) com as maiores temperaturas de 32,6°C a 33,2°C. Possivelmente isso se deve à construção civil e a proximidade com a Avenida Fernando Corrêa, sendo que a amplitude em

todo campus foi de 2,6°C. Neste horário o céu estava parcialmente coberto, impedindo que parte da radiação direta chegasse à superfície.

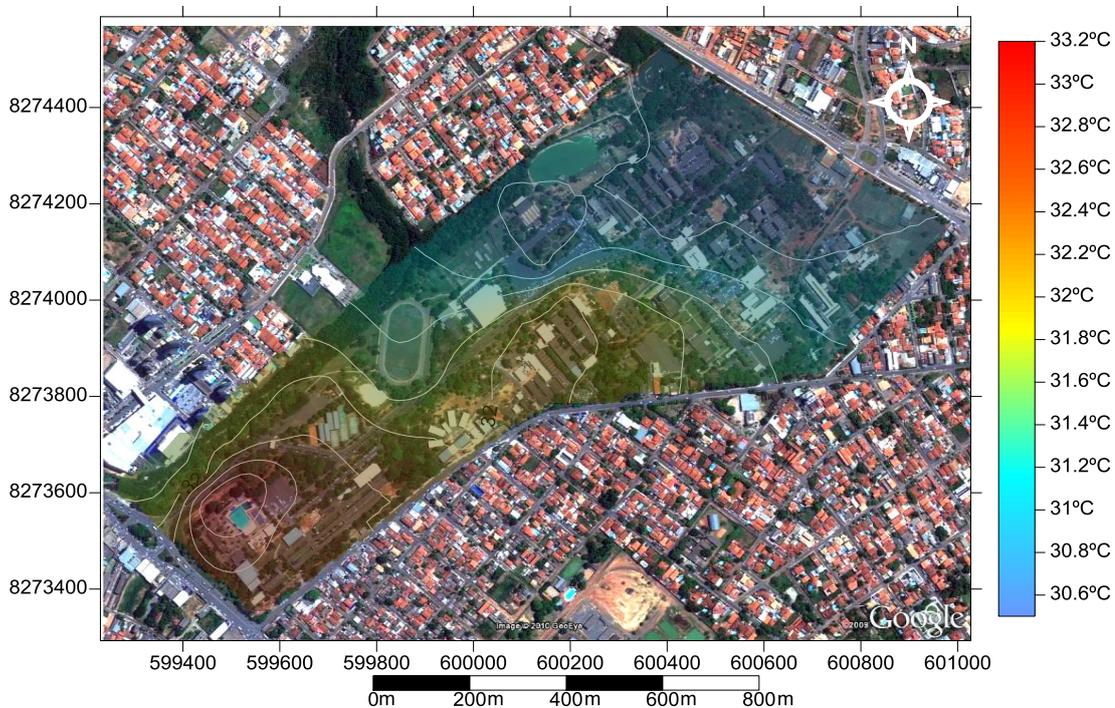


FIGURA 38. Mapa térmico do campus da UFMT às 08h do dia 11/09

4.3.4.2 Da Umidade relativa do ar

Em relação a umidade relativa do ar para o horário das 8h, o dia 13 obteve o maior coeficiente de determinação, 0,95 com o modelo gaussiano (Figura 39). Este semivariograma apresentou um efeito pepita de 0,1, um patamar de 3,28, sendo que a distancia na qual houve dependência espacial foi de 250m, e esta foi classificada como forte dependência espacial.

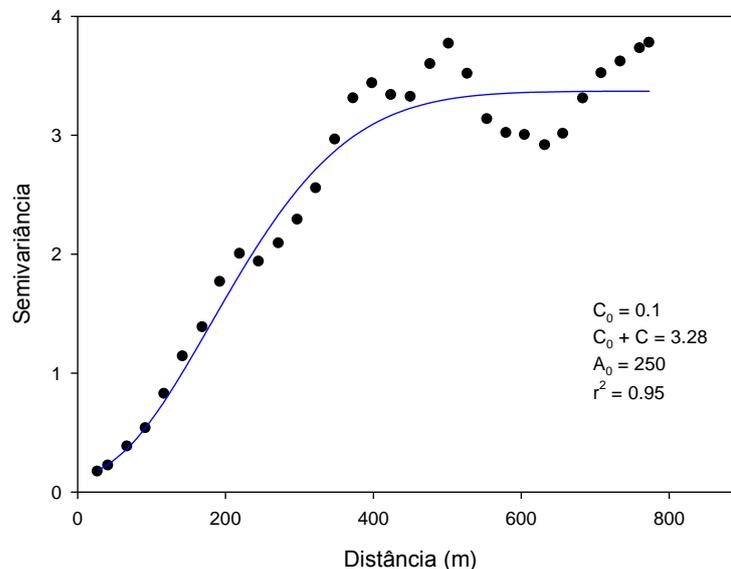


FIGURA 39. Semivariograma da umidade relativa do ar do dia 13/09 às 08h

Na figura 40 verifica-se uma amplitude de 8%, no qual as áreas próximas ao zoológico (presença de vegetação e lagoa) e ao PPGFA (vegetação de copa fechada e pavimentação asfáltica) apresentaram às 8h os maiores valores de umidade, na faixa de 37,5%, por causa do processo de evapotranspiração. Do Centro Cultural passando pela FAMEV até o SINTUF (construções mescladas com árvores) os valores higrométricos estiveram de 31,5% a 32,5%, já a área compreendida entre o parque aquático e a rua que corta a UFMT apresentou umidade na casa de 29,5%, provavelmente pela presença de solo nu sem vegetação.

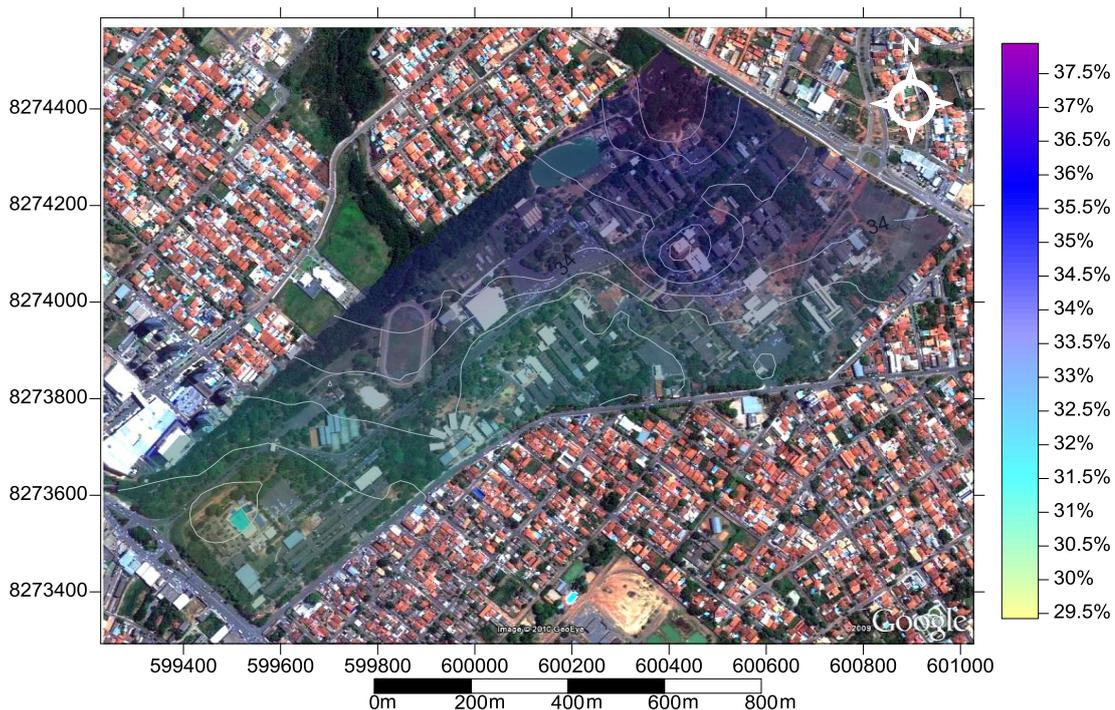


FIGURA 40. Mapa higrométrico do campus da UFMT às 08h do dia 13/09

4.3.5 Caracterização Microclimática às 14h

4.3.5.1 Da Temperatura do Ar

Em relação a temperatura do ar para o horário das 14h, o dia 12, com o modelo gaussiano apresentou o maior coeficiente de determinação (0,86).

O modelo gaussiano proposto para o dia 21 (Figura 41) apresentou um efeito pepita no valor de 0,001, isso mostra que não houve variabilidade dos dados em espaçamento menor do que o estudado. O patamar foi de 0,41, indicando que deste ponto em diante não existe mais dependência espacial entre as amostras. O semivariograma mostra uma dependência espacial para a temperatura do ar até 224 m, valor do alcance, isto mostra a distância em que existe influência do espaço para cada ponto. A relação entre o efeito pepita e o patamar foi de 0,001, indicando uma forte dependência espacial.

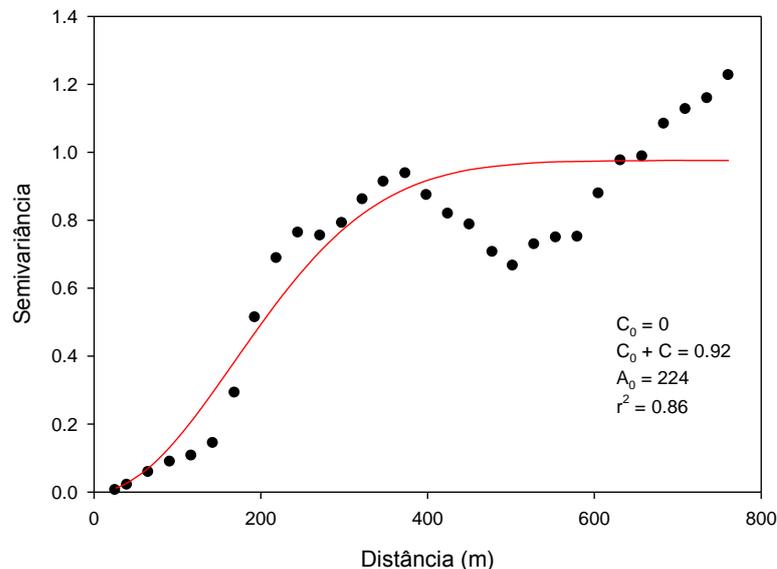


FIGURA 41. Semivariograma da temperatura do ar do dia 12/09 às 14h

Utilizando o semivariograma (Figura 42) confeccionou-se o mapa térmico da figura 41, Nele é possível observar a magnitude da temperatura do ar, chegando em boa parte do campus a 42,6°C. A área próxima ao PPGFA apresentou o menor valor (39°C) o que já é elevado em termos de conforto térmico. Nota-se que a região de bosque apresentou as maiores temperaturas, vale salientar que neste período de coleta a maioria das árvores perderam suas folhas diminuindo significativamente a interceptação da radiação solar. Salienta-se que, provavelmente, outros fatores também tenham influenciado na temperatura deste local. Podendo ter ocorrido um processo de advecção, oriundo de ventos de 3,8m/s de direção norte transportando ar quente da área urbanizada para a região do campus, fato parecido já observado por Jansson (2006) em parques de Estocolmo na Suécia e Eliasson & Upmanis (2000) em parques de Kùbenhavn na Dinamarca e Göteborg na Suécia.

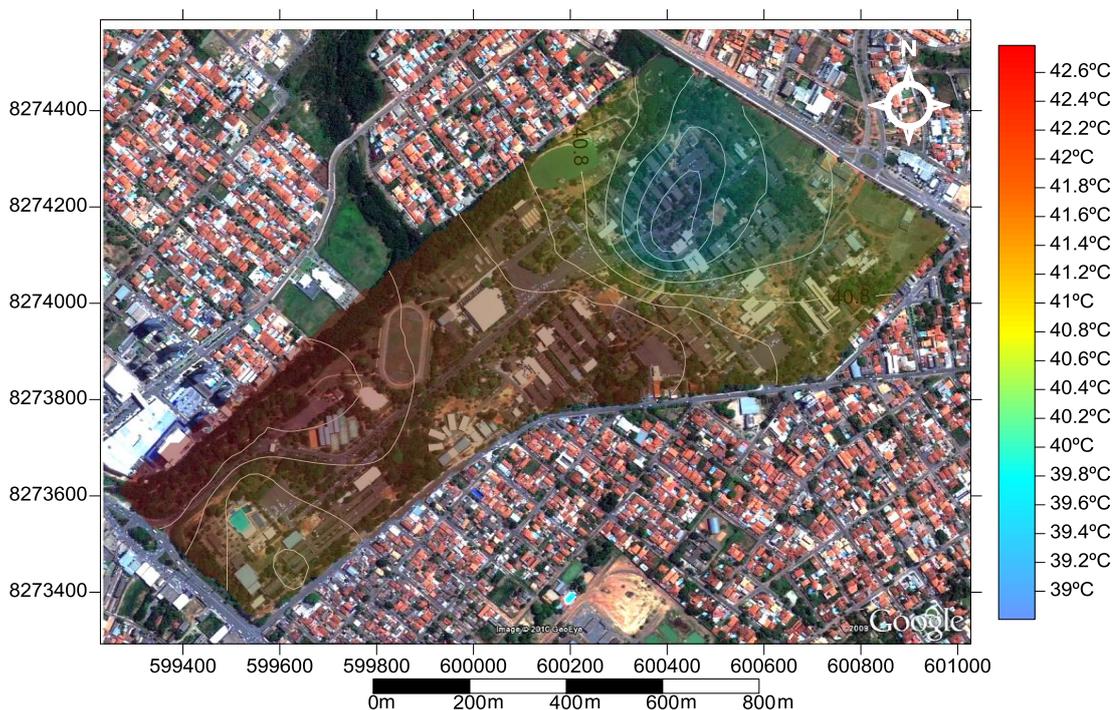


FIGURA 42. Mapa térmico do campus da UFMT às 14h do dia 12/09

4.3.5.2 Da Umidade Relativa do Ar

Assim como para a temperatura do ar às 14h, o dia 21 também apresentou o melhor modelo semivariográfico (gaussiano), conforme se observa na figura 43, apresentando um efeito pepita de 0,07, isso mostra que não houve variabilidade dos dados em espaçamento menor do que o estudado. Já o patamar foi de 0,41, indicando que deste ponto em diante não existe mais dependência espacial entre as amostras. O semivariograma mostra uma dependência espacial para a umidade relativa do ar até 231m, valor que corresponde ao alcance. A relação entre o efeito pepita e o patamar foi de 0,05, indicando forte dependência espacial.

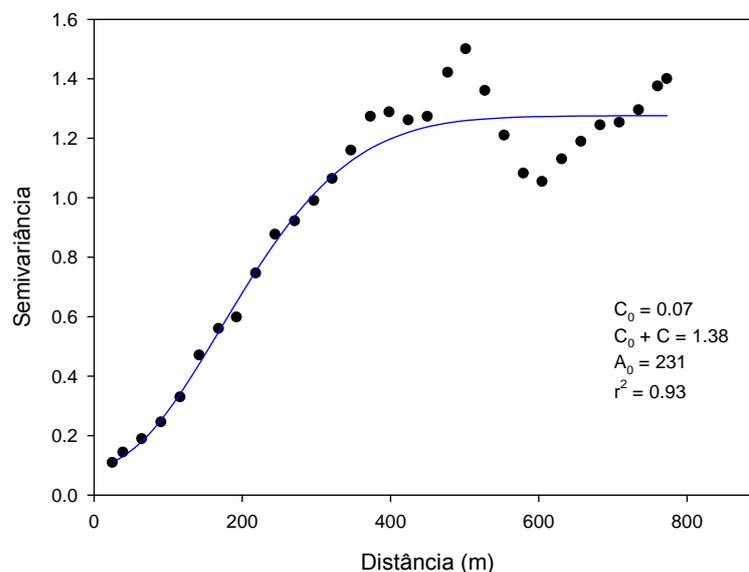


FIGURA 43. Semivariograma da umidade relativa do ar do dia 12/09 às 14h

Por meio da figura 44 observa-se que a umidade relativa do ar esteve baixa em todo o campus, variando de 16,4% a 21,4%, sendo que os maiores valores, como no mapa higrométrico das 8h, foram verificados na região do zoológico incluindo a lagoa e o PPGFA, confirmando a importância de lâminas d'água, principalmente no período seco. Nas proximidades da FAMEV e do Hospital Veterinário (região de construções com árvores) apresentou umidade relativa próxima aos 16%. Já nas áreas de bosque a umidade esteve baixa devido a falta de disponibilidade de água para a evapotranspiração, sendo que muitas árvores, principalmente as endêmicas, perdem suas folhas, fazendo com que pouca água seja liberada para a atmosfera.

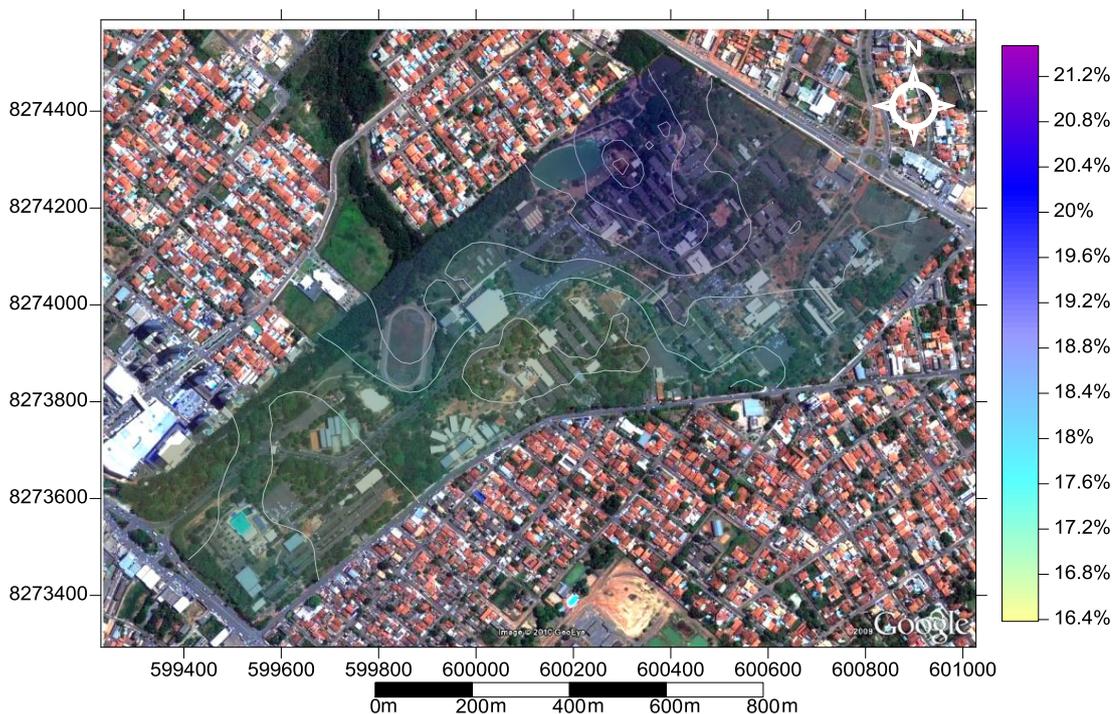


FIGURA 44. Mapa higrométrico do campus da UFMT às 14h do dia 12/09

4.3.6 Caracterização Microclimática às 20h

4.3.6.1 Da Temperatura do Ar

Para a temperatura do ar às 20h do dia 16 (Figura 45) foi proposto o modelo gaussiano, com C_0 de valor 0,02, mostrando que não houve variabilidade dos dados em espaçamento menor do que o estudado, apresentou um $C+C_0$ de 0,99. O semivariograma da figura 43 apresentou uma dependência espacial para a temperatura do ar até 315m, valor do alcance, ou seja, amostras coletadas a distância inferiores a 315m possuem dependência espacial. A relação entre o efeito pepita e o patamar foi de 0,02, indicando uma forte dependência espacial.

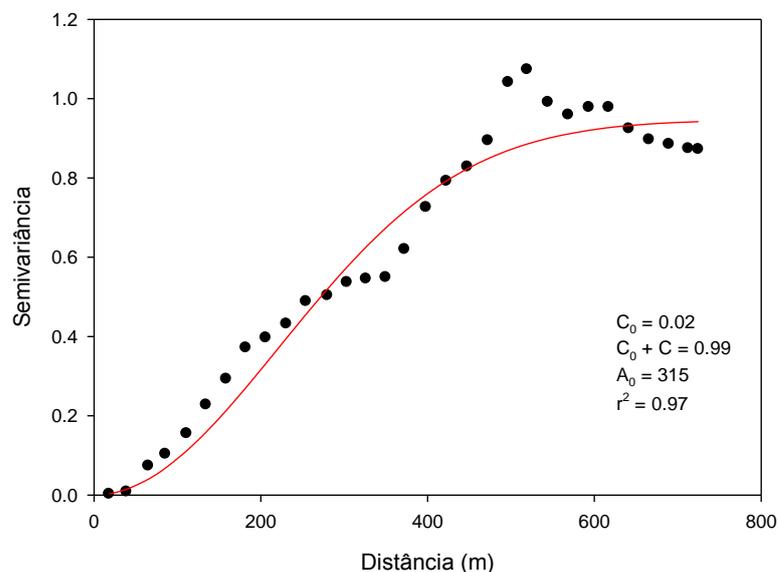


FIGURA 45. Semivariograma da temperatura do ar do dia 16/09 às 20h

No horário das 20h (Figura 46) o mapa térmico apresentou três estratificações paralelas, uma com temperaturas entre 29,4°C a 30°C que se estendeu desde o zoológico até a Guarita, a segunda estratificação ocorreu desde a prefeitura até o sudoeste do campus, com temperaturas de 30,4°C a 31,2°C, já a terceira estratificação compreendeu a região nordeste do campus, integrando a prefeitura, o teatro universitário o IB (Instituto de Biociências) e a região do Centro de Humanidades com temperaturas variando de 31,4°C a 32,2°C. Esta estratificação pode estar relacionada aos ventos de sudoeste que ocorreram durante todo o dia.

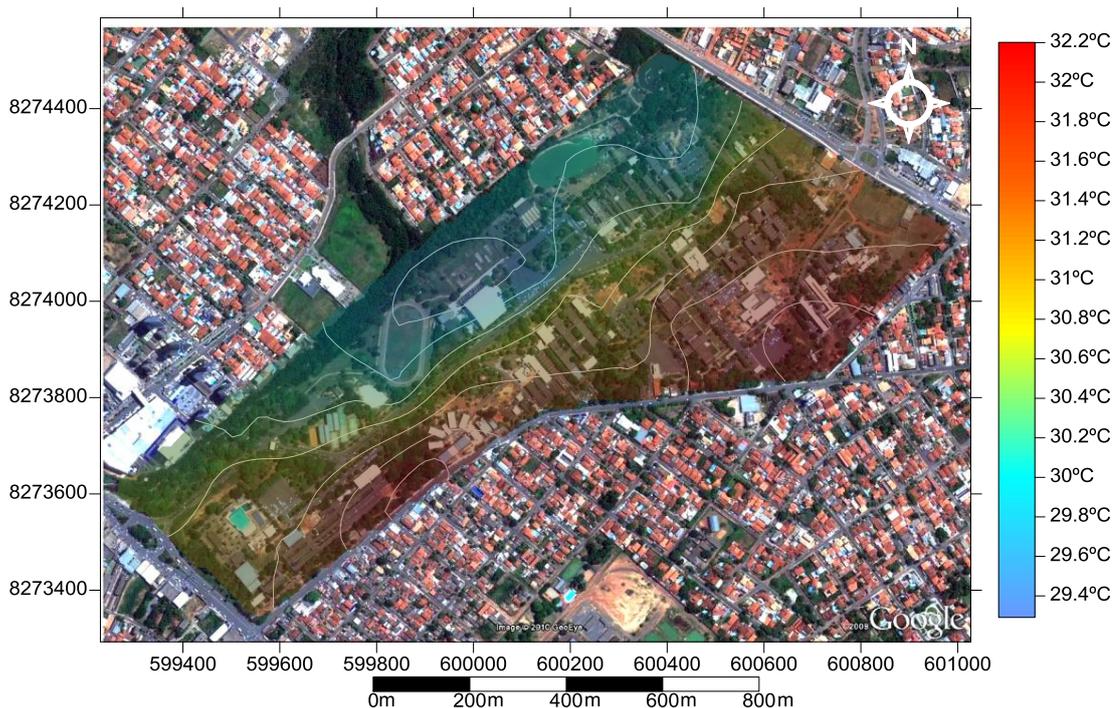


FIGURA 46. Mapa térmico do campus da UFMT às 20h do dia 16/09

4.3.6.2 Da Umidade relativa do Ar

Para a umidade relativa do ar no horário das 20h, o dia 16 apresentou o melhor coeficiente de determinação (0,96) com o modelo gaussiano. Sendo que este semivariograma gaussiano (Figura 47) apresentou um efeito pepita de 0,62, um patamar de 7,81, e um alcance de 425 m.

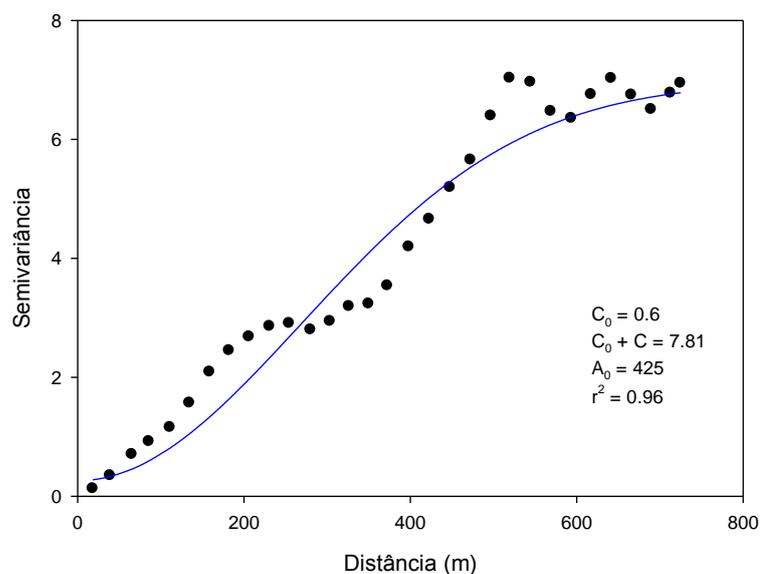


FIGURA 47. Semivariograma da umidade relativa do ar do dia 16/09 às 20h

Na figura 48 é possível verificar a presença de anomalias que devem ter sido condicionadas em função das especificidades microclimáticas de cada local, nota-se que a área da lagoa e parque aquático apresentaram umidade relativa entre 44% a 47%, tendo o campo de futebol apresentado o maior valor higrométrico, umidade esta que deve ter sua origem no córrego do barbado, sendo transportada por ventos WNW (Norte-Noroeste), outro fator corresponde ao molhamento do campo de futebol no final da tarde que pode também ter contribuído. No PPGFA a umidade esteve na casa dos 40%, assim como na biblioteca ocorreram os menores valores de umidade relativa do ar.

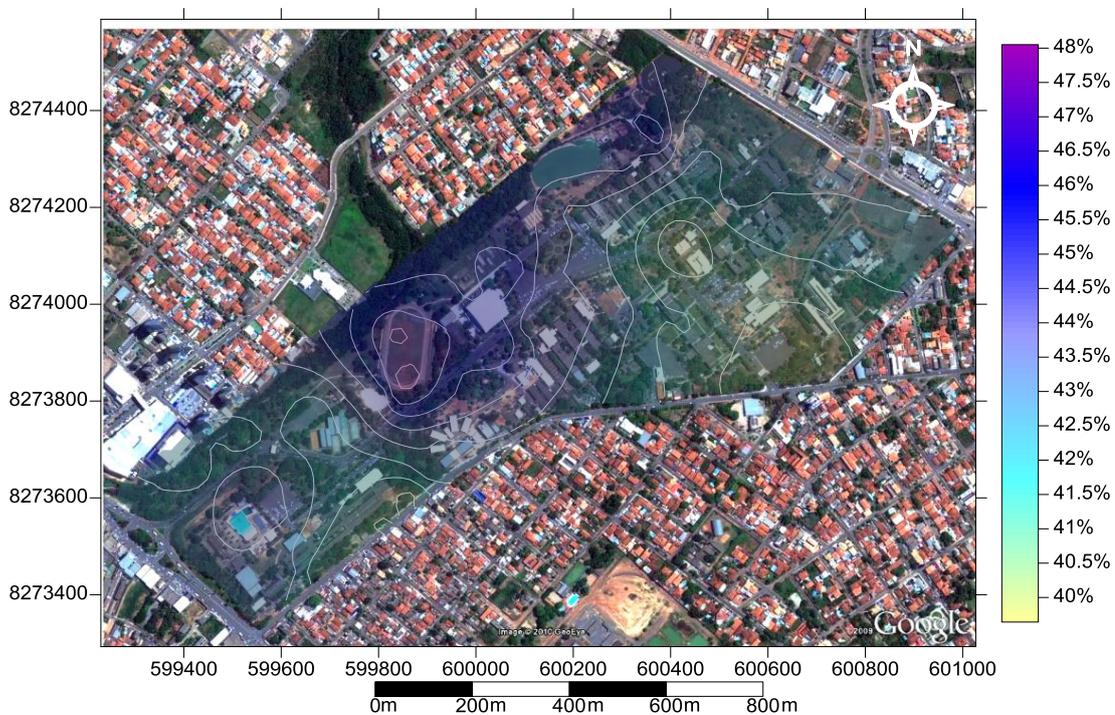


FIGURA 48. Mapa higrométrico do campus da UFMT às 20h do dia 16/09

4.4 ANÁLISE TÉRMICA E HIGROMÉTRICA DOS PONTOS DE COLETA

No quadro 3 observa-se as coordenadas e as características de cada ponto de coleta, com seus respectivos valores médios de temperatura e umidade, nos dois períodos de coleta (estação úmida e seca).

QUADRO 3. Características da temperatura e umidade relativa do ar nos pontos de coleta na estação úmida e na estação seca

Pontos		Coordenadas(UTM)		Estação Chuvosa		Estação Seca		Características
		Latitude	Longitude	Temp (°C)	Umid (%)	Temp (°C)	Umid (%)	
1		15° 36' 47" S	56° 04' 20" W	29.9	72.3	31.6	38.5	Bosque com árvores de médio porte
2		15° 36' 41" S	56° 04' 8" W	30	71	31.4	39.7	Solo coberto de areia
3		15° 36' 38" S	56° 04' 6" W	30.3	70.3	31.4	40.1	Solo coberto de grama
4		15° 36' 34" S	56° 03' 58" W	30.3	69	31.6	38.8	Pavimento asfáltico
5		15° 36' 31" S	56° 03' 56" W	30.3	69.8	31.3	39.6	Área gramada com caminhos de concreto
6		15° 36' 26" S	56° 03' 46" W	30.7	68	31.5	39	Pavimento asfáltico com árvores de pequeno porte
7		15° 36' 29" S	56° 03' 46" W	30.9	67.6	31.3	39	Árvores de médio porte com pavimento asfáltico
8		15° 36' 28" S	56° 03' 42" W	30.4	68.6	31.7	38.8	Bosque com árvores de médio porte
9		15° 36' 37" S	56° 03' 39" W	29.9	70.1	32	37.7	Solo coberto de grama
10		15° 36' 38" S	56° 03' 41" W	29.9	69.2	32	37.5	Pavimento asfáltico
11		15° 36' 38" S	56° 03' 48" W	30.2	69.4	32.2	37.4	Pavimento asfáltico
12		15° 36' 42" S	56° 04' 2" W	29.8	71.7	32.1	38.2	Solo nu com árvores esparsas
13		15° 36' 47" S	56° 04' 5" W	29.7	70.7	32.1	37.9	Bosque com árvores de grande porte
14		15° 36' 51" S	56° 04' 10" W	29.8	70.1	32	37.3	área coberta por árvores de médio porte e concreto
15		15° 36' 48" S	56° 04' 15" W	30.1	69.7	32.2	37.1	Pavimento asfáltico

As figuras 49 e 50 representam graficamente os dados de temperatura e umidade apresentados no quadro 3. Na figura 49 observa-se a dicotomia do comportamento térmico do período chuvoso para o seco. No período chuvoso o ponto 7, constituído por árvores de médio porte com pavimento asfáltico, apresentou a maior média (30,9°C), esse comportamento foi inverso no período seco, tendo apresentado juntamente com o ponto 5 a menor média de temperatura (31,3°C). A maior média no período seco ocorreu nos pontos 11 (pavimento asfáltico) e 15 (pavimento asfáltico) (32,2°C), ou seja, no período seco a relação do tipo de uso e ocupação do solo com a temperatura do ar foi mais evidente, na qual as áreas com maior pavimentação obteve as maiores médias.

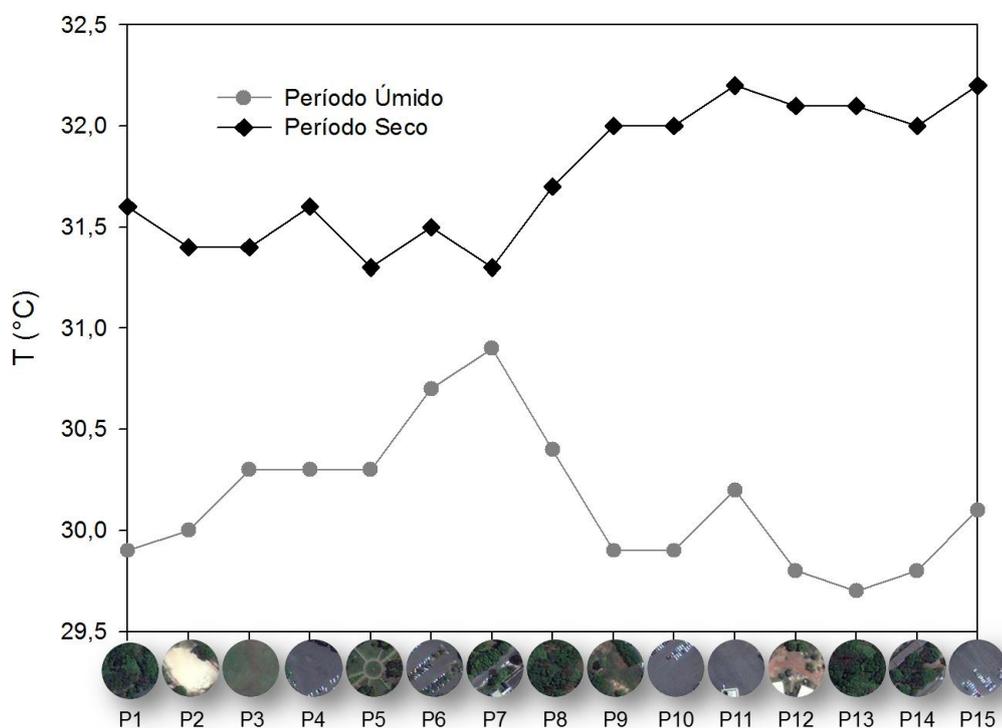


FIGURA 49. Comportamento da temperatura do ar nos pontos de coleta para o período chuvoso e seco

Em relação à umidade relativa do ar (Figura 50) observa-se uma ampla diferença do período chuvoso para o seco, variando de 67,6% a 72,3% e 37,1% a 40,1%, respectivamente. Diferença de 30% de um período para outro. Nota-se que a maior média higrométrica no período chuvoso ocorreu no ponto 1 (bosque com árvores de médio porte), a menor média foi verificada no ponto 7 (árvores de médio porte com pavimento asfáltico). No período seco a maior média foi observada no ponto 3 (campo de futebol constituído predominantemente por grama), acredita-se que a ocorrência dessa maior taxa higrométrica no ponto 3 se deve ao fato de que neste período o campo de futebol era constantemente molhado no entardecer. A menor média da umidade relativa foi verificada no ponto 15 (pavimento asfáltico). Com isso nota-se que no ponto 15 obteve a maior média de temperatura e a menor média de umidade relativa, tornando-o um local quente e seco.

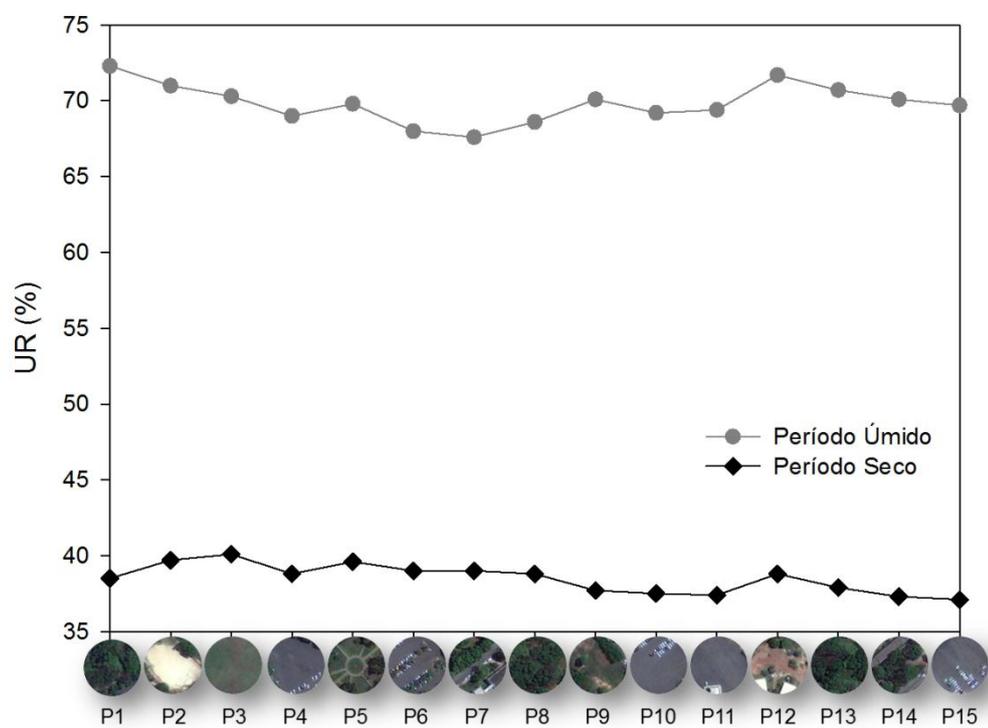


FIGURA 50. Comportamento da umidade relativa do ar nos pontos de coleta para o período chuvoso e seco

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

O estudo microclimático realizado na Universidade Federal de Mato Grosso, Campus de Cuiabá, confirmou a evidência de que existe uma relação entre os tipos de uso e ocupação do solo e a topografia em escala local sobre a temperatura e umidade relativa do ar.

Verificou-se que os diferentes microclimas da Universidade são influenciados pela combinação de todos os fatores heterogêneos, pela mata, pela proximidade a corpos d'água, pela presença de superfícies gramadas, pelos pavimentos, e edifícios, sendo que os dados micrometeorológicos proporcionaram informação na escala local, e não somente do efeito do solo adjacente.

Em linhas gerais, os pontos com áreas verdes no campus mostraram-se importantes, tanto para o aumento da umidade, como para a redução da temperatura do ar, principalmente no período chuvoso, pois no período seco boa parte das árvores perderam suas folhas. A região do zoológico revelou-se importante para o acréscimo de umidade no ar devido à presença de superfície com água (lagoa) em sua proximidade e da topografia, proporcionando escoamento das massas de ar. Enquanto que no ponto 15, estacionamento constituído por pavimento asfáltico, apresentou valores térmicos e higrométricos críticos, necessitando de implementação de árvores.

Nos locais sem obstrução, campo de futebol, estacionamentos, verificou-se temperaturas elevadas, por causa da falta de interceptação da radiação solar, e também do tipo de superfície, no caso grama e pavimento asfáltico.

Observou-se que houve diferença significativa, para todos os horários, no comportamento da temperatura do ar e da umidade relativa do ar entre o período chuvoso e o período seco.

O uso da técnica de transectos móveis, aliada a geoestatística foi de fundamental importância para a análise microclimática da Universidade, principalmente, no que se refere a espacialização da temperatura e umidade. Com

essa metodologia foi possível aumentar o número de dados, sem a necessidade de se aumentar o número de equipamentos, diminuindo os custos nas coletas de dados.

5.1 RECOMENDAÇÕES PARA O PLANEJAMENTO TERRITORIAL DA UNIVERSIDADE FEDERAL DE MATO GROSSO

Por meio da espacialização da temperatura e umidade relativa pode-se fazer as seguintes recomendações para o planejamento do campus:

1. Implantação de áreas verdes com espécies lenhosas de grande porte, em espaços abertos, principalmente nos estacionamentos e nos canteiros centrais, em função do sombreamento das árvores reduzirem as temperaturas de superfície que estão abaixo delas, e retirarem calor sensível do ar no processo de evapotranspiração, transformando-o em calor latente, minimizando a temperatura do ar e aumentando a umidade relativa.

2. Criação de superfícies de água, próxima ao campo de futebol para elevar a umidade relativa do ar naquela região, pois a umidade esteve crítica no mês de setembro, chegando a 16,4%, valor considerado prejudicial à saúde, segundo a OMS (Organização Mundial da Saúde).

3. Mesclar as áreas gramadas com árvores, pois o solo coberto somente por grama mostrou-se capaz de reemitir rapidamente a radiação de ondas longas, aquecendo o ar. As árvores interceptariam parte da radiação solar, diminuindo a energia reemitida pelo solo.

4. Diminuir as áreas de calçamento.

5. Substituir os pavimentos asfálticos por pavimentos de concreto, o que levaria a um menor aquecimento do ar. Pois em estudo realizado no Japão, Asaeda et al.(1996) observou que um pavimento asfáltico com reflectância solar de 10% chegou a 66°C e conveccionou cerca de 350 Wm², já pavimento de concreto com reflectância de 45% chegou a 49°C e emitiu apenas cerca de 200 Wm² para o ar.

6. Introdução de superfícies porosas em detrimento das superfícies impermeabilizadas, para que a água da chuva escoe por entre o pavimento e seja armazenada nas camadas do solo abaixo dele, e essa água pode evaporar e resfriar o pavimento em dias ensolarados.

6. BIBLIOGRAFIAS

6.1 BIBLIOGRAFIAS CITADAS

ALVES, E. D. L.; SPECIAN, V. Contribuição aos estudos do clima urbano: variação térmica e higrométrica em espaços intra-urbanos. **Revista Mercator**. 2009, v. 8, n. 17, p. 181-191.

AMORIM, M. C. de C. T. Ilhas de calor em Birigui/SP. **Revista Brasileira de Climatologia**. 2005, v. 1, n. 1, p. 121-130.

ASAEDA, T.; CA, V. T.; WAKE, A. Heat storage of pavement and its effect on the lower atmosphere. **Atmospheric Environment**. 1996, v. 30, n. 3, p. 413-427.

AYOADE, J. O. O. **Introdução à climatologia para os trópicos**. Rio de Janeiro: Bertrand do Brasil. 1998. 332 p.

BARBOSA, R. V. R. **Áreas Verdes e Qualidade Térmica em Ambientes Urbanos: estudo em microclimas de Maceió (AL)**. 2005. 117f. Dissertação (Mestrado), Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Carlos, 2005.

BARROS, J. R.; ZAVATTINI, J. A. Bases conceituais em climatologia geográfica. **Revista Mercator**. 2009, v. 8, n. 16, p. 251-265.

BARROS, M. P. **Estudo Microclimático e Topofílico no Parque Mãe Bonifácia da Cidade de Cuiabá - MT**. Cuiabá, 2009. 147 p. Dissertação (Mestrado em Física Ambiental) - Instituto de Física, Universidade Federal de Mato Grosso.

BRANDÃO, A. M. de P. M. **O clima urbano da cidade do Rio de Janeiro**. 1996. Tese (Doutorado em Geografia Física), Programa de Pós-Graduação em Geografia Física, Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas, Universidade de São Paulo, São Paulo, 1996.

BRANDÃO, R. S. **As interações espaciais urbanas e o clima**; incorporação de análises térmicas e energéticas no planejamento urbano. 2009. 351 f. Tese (Doutorado em Arquitetura e Urbanismo, Tecnologia da Arquitetura). Faculdade de Arquitetura e Urbanismo, Universidade de Sao Paulo, Sao Paulo, 2009.

CAMARGO, E. C. G. 2008. **Geoestatística**: fundamentos e aplicações. Disponível em: http://www.dpi.inpe.br/gilberto/tutoriais/gis_ambiente/5geoest.pdf. Acesso em: 04/03/2010.

CAMPOS NETO, A. de A. **Estudo bioclimático no campus da Universidade Federal de Mato Grosso**. 2007. 138 f. Dissertação (Mestrado em Física e Meio Ambiente), Departamento de Física, Instituto de Ciências Exatas e da Terra, Universidade Federal de Mato Grosso. Cuiabá, 2007.

CARRILHO SOBRINHO, F. J. **Análise de livros didáticos do nível médio quanto à potencialidade para uma possível aprendizagem significativa de física ambiental**. Cuiabá, 2009. 202 f. Dissertação (Mestrado em Física Ambiental), Instituto de Física, Universidade Federal de Mato Grosso, Cuiabá, 2009.

CARVALHO, M. M. de. **Clima urbano e vegetação**: estudo analítico e prospectivo do parque das dunas em Natal. 2001. 283 f. Dissertação (Mestrado em Arquitetura e Urbanismo), Programa de Pós-Graduação em Arquitetura e Urbanismo, UFRN, Natal, 2001.

COSTA, A. D. L. **O revestimento de superfícies horizontais e sua implicação microclimática em localidade de baixa latitude com clima quente e úmido**. 2007. 242 f. Tese (Doutorado em Engenharia Civil da Universidade Estadual de Campinas, Campinas, São Paulo, 2007.

COUTTS, A. M.; BERINGER, J.; TAPPER, N. J. Impact of increasing urban density on local climate: Spatial and temporal variations in the surface energy balance in Melbourne, Australia. **Journal of Applied Meteorology and Climatology**. 2007, v. 46, n. 4, p. 477-493.

COX, E. P. **Interação entre clima e superfície urbanizada: o caso da cidade de Várzea Grande/MT**. Cuiabá, 2008. 141p. Dissertação (Mestrado em Física e Meio Ambiente) Programa de pós-graduação em Física e Meio Ambiente, Universidade Federal de Mato Grosso.

DINIZ, G. B.; BERLATO, M. A.; CLARKE, R. T.; FONTANNA, D. C. Identificação de regiões homogêneas de temperaturas máxima e mínima do Rio Grande do Sul. **Revista Brasileira de Agrometeorologia**, Santa Maria, 2003, v.11, n.2, p.303-312.

DRUCK, S.; CARVALHO, M. S.; CÂMARA, G.; MONTEIRO, A. V. M. **Análise Espacial de Dados Geográficos**. Brasília. EMBRAPA. 2004, p. 209.

ELIASSON, I.; UPMANIS, H. Nocturnal Airflow from Urban Parks-Implications for City Ventilation. **Theoretical and Applied Climatology**. 2000, v. 66, n. 1-2, p. 95-107.

FRANCO, F. M. **Configuração Urbana e sua Interferência no Microclima Local: Estudo de Caso no Bairro do Porto em Cuiabá-MT**. 2010. 153f. Dissertação (Mestrado em Ambiental), Instituto de Física, Universidade Federal de Mato Grosso, Cuiabá, 2010.

GARTLAND, L. **Ilhas de calor: como mitigar zonas de calor em áreas urbanas**. Tradução: 1. ed. São Paulo: Oficina de textos, 2010, 248p.

GUIMARÃES, E. C. **Geoestatística básica e aplicada**. Uberlândia - MG UFU, 2004. 78p.

HEAT ISLAND GROUP. Disponível em: <http://www.epa.gov/heatisland/>. Acesso em: 12/12/2009.

IPCC – Intergovernmental Panel on Climate Change. Climate Change 2007: **The Physical Science Basis**. Summary for Policymakers. Disponível em: <<http://www.ipcc.ch/SPM2feb07.pdf>> Acesso em: 20 dez. 2010.

JANSSON, C. **Urban microclimate and surface hydrometeorological processes**. TRITA-LWR PHD 1027. Doctoral Thesis in Land and Water Resources Sciences. KTH Architecture and the Built Environment, Stockholm. 2006, 32p.

JAUREGUI, E. Influence of a large urban park on temperature and convective precipitation in a tropical city. **Energy and Buildings**. 1990-1991, v. 15, n. 3-4, p. 457-463.

JESUS, S. C. de.; BRAGA, R. Análise espacial das áreas verdes urbanas da Estância de Águas de São Pedro – SP. **Caminhos de Geografia**. 2005, v. 6, n. 16, p. 207-224.

KOLOKOTRONI, M.; ZHANG, Y.; WATKINS, R. The London Heat Island and building cooling design, **Solar Energy**. 2007, v. 81, n. 1, p. 102-110.

LANDIM, P. M. B. **Análise Estatística de dados Geológicos**. 2 ed. Rio Claro: Edunesp, 2003, 253p.

LANDIM, P. M. B. Sobre Geoestatística e mapas. **Terræ Didática**. 2006, v. 2, n. 1. p 19-33.

LEÃO, M. S. **Diagnóstico climático e estudo das variações termo-higrométricas do município de Sete Lagoas – MG**. 2008. 150 p. Dissertação (Mestrado em Geografia), Programa de Pós-Graduação em Geografia, Universidade Federal de Minas Gerais, Minas Gerais, 2008.

MAITELLI, G. T. **Uma Abordagem Tridimensional do Clima Urbano em Área Tropical Continental: o exemplo de Cuiabá/MT**. 1994. 220f. Tese (Doutorado em Geografia Física), Programa de Pós-Graduação em Geografia Física, Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas, Universidade de São Paulo, São Paulo, 1994.

MARCELINO, E. V.; NUNES, L. H.; KOBIYAMA, M. Banco de dados de desastres naturais: análise de dados globais e regionais. **Caminhos de Geografia**. 2006, v. 6, n. 19, p. 130-149.

MEMON, R. A.; LEUNG, D. Y. C.; LIU, C-H. An investigation of urban heat island intensity (UHII) as an indicator of urban heating. **Atmospheric Research**. 2009, v. 94, n. 3, p. 491-500.

MENDONÇA, F. de A. **O Clima e o Planejamento Urbano das Cidades de Porte Médio e Pequeno: Proposições Metodológicas para Estudo e sua Aplicação à Cidade de Londrina/PR**. São Paulo, 1994. 300 p. Tese (Doutorado em Geografia Física), Programa de Pós-Graduação em Geografia Física, Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas, Universidade de São Paulo, São Paulo, 1994.

MENDONÇA, F. de A. O Estudo do Clima Urbano no Brasil: Evolução, tendências e alguns desafios. In: MONTEIRO C. A. de F.; MENDONÇA, F. de A. **Clima Urbano**. São Paulo: Contexto, 2003. 192p.

MONTEIRO, C. A. de F. Análise rítmica em climatologia: Problemas da atualidade climática em São Paulo e achegas para um programa de trabalho. **Climatologia n.1**. São Paulo: IGEOG/USP, 1971. 21p.

MONTEIRO, C. A. de F. Teoria e Clima Urbano. São Paulo, USP, Instituto de Geografia. **Série teses e monografias**. 1976, n. 25, 181p.

MORAL, F. J. Comparison of different geostatistical approaches to map climate variables: application to precipitation. **International Journal of Climatology**. 2010, v. 30, n. 4, p. 620-631.

NINCE, P. C. C. **Avaliação de desempenho termo-luminoso em uma escola na cidade de Cuiabá-MT**: estudo de caso. 2009. 105 f. Dissertação (Mestrado em Física Ambiental), Instituto de Física, Universidade Federal de Mato Grosso, Cuiabá, 2009.

NUNES, L. H. A escala nas ciências atmosféricas. *Revista do Instituto Geológico*. 1998, v. 19, n. 1/2, p.71-73.

OFFERLE, B.; JONSSON, P.; ELIASSON, I.; GRIMMOND, C. S. B. Urban Modification of the Surface Energy Balance in the West African Sahel: Ouagadougou, Burkina Faso. **Journal of Climate**. 2005, v. 18, n. 19, p. 3983-3995.

OKE, T. R. **Boundary Layer Climates**. London: Methuen & Ltd. A. Halsted Press Book, John Wiley & Sons, New York, 1978, 372p.

OKE, T. R. Canyon geometry and the nocturnal urban heat island: comparison of scale model and field observations. **Journal of Climatology**. 1981, v. 1, p. 237-254.

OKE, T. R. Initial Guidance to Obtain Representative Meteorological Observations at Urban Sites. **IOM Report No.81, WMO/TD**. No. 1250. World Meteorological Organization, Geneva, 2006. 51p.

OLIVEIRA, P. M. P. de. **Cidade apropriada ao clima**: a forma urbana como instrumento de controle do clima urbano. Brasília: UNB, 1988. 134p.

OMETTO, J. C. **Bioclimatologia Vegetal**. São Paulo SP: Agronômica Ceres, 1981. 440p.

PEZZUTO, C. C. **Avaliação do ambiente térmico nos espaços urbanos abertos. Estudo de caso em Campinas, SP.** 2007. 182 f. Tese (Doutorado) - Faculdade de Engenharia Civil, Arquitetura e Urbanismo da Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2007.

POTCHTER, O.; COHEN, P.; YAAKOV, Y.; BITAN, A. The climatic behavior of various types of urban parks in a coastal Mediterranean city during the summer – the case of Tel Aviv, Israel. In: **Fifth International Conference on Urban Climate.** 2003, Lodz, Polônia.

POTCHTER, O.; COHEN, P.; BITAN, A. Climatic behavior of various urban parks during hot and humid summer in the Mediterranean city of Tel Aviv, Israel, **International Journal of Climatology.** 2006, v. 26, p. 1695–1711.

PRADO, R. T. A.; FERREIRA, F. L. Measurement of albedo and analysis of its influence the surface temperature of building roof materials, **Energy and Buildings.** 2005, v. 37, n. 4, p. 295-300.

REICHARDT, K.; TIMM, L.C. **Solo, Planta e Atmosfera:** conceitos, processos e aplicações. São Paulo: Editora Manole, 2004. 478 p.

RIBEIRO, A.G. As Escalas do Clima. **Boletim de Geografia Teorética.** 1993, v. 23, n. 45-46, p. 288-294.

ROTH, M. Review of urban climate research in (sub)tropical regions. **International journal of Climatology.** 2007, v. 27, n. 14, p. 1859-1873.

SHASHUA-BAR, L.; POTCHTER, O.; BITAN, A.; BOLTANSKY D.; YAAKOV, Y. Microclimate modelling of street tree species effects within the varied urban morphology in the Mediterranean city of Tel Aviv, Israel. **International Journal of Climatology.** 2010, v. 30, n. 1, p. 44-57.

SOUSA, J. L. de. **Análise do Campo Térmico de Cidades de Médio Porte:** Estudo de caso no Pólo Têxtil de Americana-SP. 2007. 354 f. Dissertação (Mestrado), Programa de Pós-Graduação em Geografia, Universidade Estadual Paulista, Rio Claro, 2007.

SPECIAN, V. **Clima e Ambiente Construído Análise da “Predicting Indoor Air Temperature Formula”.** 2003. Dissertação (Mestrado), Programa de Pós-

Graduação em Ciências da Engenharia Ambiental, Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, 2003.

SPRONKEN-SMITH, R. A.; OKE, T. R.; WILLIAM, P. L. Advection and surface energy balance across an irrigated urban park. **International Journal of Climatology**. 2000, v. 20, n. 9, p. 1033-1047.

STREILING, S.; MATZARAKIS, A. Influence of Single and Small Clusters of Trees on the Bioclimate of a City: A Case Study. **Journal of Arboriculture**. 2003, v. 29, n. 6, p. 309-316.

TUBELIS, A.; NASCIMENTO, F.J. L. **Meteorologia descritiva: fundamentos e aplicações brasileiras**. São Paulo, Editora Nobel, 1984. 374 p.

VAREJÃO-SILVA, M. A. **Meteorologia e Climatologia**. Versão Digital 2. Recife. 2006, 531p.

VIANA, S. S. M.; AMORIM, M. C. de C. T. Caracterização do clima urbano em Teodoro Sampaio/SP: uma introdução. **Sociedade e natureza** (Online). 2008, v. 20, n.2, p. 19-42.

VIDAL, R. D. M. **A influência da morfologia urbana nas alterações da temperatura do ar na cidade de Natal**. 1994. Dissertação (Mestrado em Arquitetura) – Universidade de Brasília, Brasília, 1994.

YOKOHARI, M.; BROWN, R. D.; KATO, Y.; MORIYAMA, H. Effects of paddy fields on summertime air and surface temperatures in urban fringe areas of Tokyo, Japan. **Landscape and Urban Planning**. 1997, v. 38, n. 1-2, p. 1-11.

6. 2 BIBLIOGRAFIAS CONSULTADAS

LANDSBERG, H.E., 1981. **The Urban Climate**. New York. Academic Press.

MONTEIRO, C. A de F. Por um suporte teórico e prático para estimular estudos geográficos do clima urbano no Brasil. **Geosul**, Florianópolis. 1990.a, v. 5, n .9, p.7-19.

MONTEIRO, C. A de F. Adentrar a cidade para tomar-lhe a temperatura. **Geosul**, Florianópolis. 1990.b, v. 5, n. 9, p. 61-79.

MONTEIRO, C. A de F. A cidade como processo derivados ambiental e estrutura geradora de um "Clima Urbano". **Geosul**, Florianópolis. 1990.c, v. 5, n. 9, p. 80-114.

MOTA, F. S. **Meteorologia Agrícola**. 7ª ed. São Paulo: Nobel, 1983. 376 p.

NIKOLOPOULOU, M.; BAKER, N.; STEEMERS, K. Thermal comfort in outdoor urban spaces: understanding the human parameter. **Solar Energy**. 2001, n. 3, p. 227-235.

VAREJÃO-SILVA, M. A. **Meteorologia e Climatologia**. Versão Digital 2, Recife, PE, 2006.

XAVIER, A. L.; NOGUEIRA, M. C. de J. A.; MAITELLI, G. T.; OLIVEIRA, A. G. de; OLIVEIRA, A. S. de; SANTOS, F. M. de M.; NOGUEIRA, J. de S. Variação da temperatura e umidade entre áreas urbanas de cuiabá. **Engenharia Ambiental - Espírito Santo do Pinhal**. 2009, v. 6, n. 1, p. 82-93.