

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

ANÁLISE TERMOHIGROMÉTRICA NOS EIXOS
VIÁRIOS CENTRAIS DA MALHA URBANA ORIGINAL
DE SINOP-MT

ÉRICO VINICIUS DA SILVA ZAVITOSKI

Prof.^a Dr.^a MARTA CRISTINA DE JESUS ALBUQUERQUE
NOGUEIRA

Cuiabá – MT
Fevereiro de 2018

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

ANÁLISE TERMOHIGROMÉTRICA NOS EIXOS
VIÁRIOS CENTRAIS DA MALHA URBANA ORIGINAL
DE SINOP-MT

ÉRICO VINICIUS DA SILVA ZAVITOSKI

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

Prof.^a Dr.^a MARTA CRISTINA DE JESUS ALBUQUERQUE
NOGUEIRA

Cuiabá – MT
Fevereiro de 2018

Dados Internacionais de Catalogação na Fonte.

D111a da Silva Zavitoski, Érico Vinícius.
ANÁLISE TERMOHIGROMÉTRICA NOS EIXOS VIÁRIOS CENTRAIS DA
MALHA URBANA ORIGINAL DE SINOP-MT / Érico Vinícius da Silva Zavitoski.
-- 2018
67 f. : il. color. ; 30 cm.

Orientadora: Marta Cristina de Jesus Albuquerque Nogueira.
Dissertação (mestrado) - Universidade Federal de Mato Grosso, Instituto de Física,
Programa de Pós-Graduação em Física Ambiental, Cuiabá, 2018.
Inclui bibliografia.

1. Microclima Urbano. 2. Interferência da configuração urbana no microclima. 3.
variáveis microclimáticas. I. Título.

Ficha catalográfica elaborada automaticamente de acordo com os dados fornecidos pelo(a) autor(a).

Permitida a reprodução parcial ou total, desde que citada a fonte.

UNIVERSIDADE FEDERAL DE MATO GROSSO
INSTITUTO DE FÍSICA
Programa de Pós-Graduação em Física Ambiental

FOLHA DE APROVAÇÃO

TÍTULO: ANÁLISE TERMOHIGROMÉTRICA NOS EIXOS VIÁRIOS
CENTRAIS DA MALHA URBANA ORIGINAL DE SINOP-MT

AUTOR: ÉRICO VINICIUS DA SILVA ZAVITOSKI

Dissertação de Mestrado defendida e aprovada em 20 de fevereiro de 2018, pela comissão julgadora:


Profa. Dra. Marta Cristina de Jesus
Albuquerque Nogueira - Orientadora
Faculdade de Arquitetura, Engenharia e Tecnologia
UFMT


Profa. Dra. Flávia Maria de Moura Santos
Examinadora Interna
Faculdade de Arquitetura, Engenharia e Tecnologia –
UFMT


Prof. Dr. Victor Hugo de Morais Danelichen
Examinador Externo
Universidade de Cuiabá – UNIC/Cuiabá

DEDICATÓRIA

Agradeço a DEUS, por ter me dado a vida e me proporcionado inúmeras realizações pessoais. Meu muito obrigado a minha mãe Efigênia, tia Raimunda, tia Luiza, minhas irmãs Elen e Emilene, e aos meus sobrinhos Matheus, Mariana, Alana e Murilo. Amo todos vocês.

AGRADECIMENTOS

- A **Prof.^a Dr.^a Marta Cristina de Jesus Albuquerque Nogueira**, pela confiança, apoio, incentivo, ensinamentos e amizade fraterna.
- Ao **Prof.^o Dr.^o José de Souza Nogueira** pela dedicação e empenho no programa de pós-graduação.
- Ao **Prof.^o Dr.^o Geraldo Neves**, por toda contribuição na realização desta pesquisa.
- Aos **alunos da Pós-graduação**, pela parceria e companheirismo nesta caminhada.
- A todos os **familiares** e **amigos** pelo incentivo, compreensão e apoio no decorrer do curso.
- Agradeço a **CAPES** pelo apoio financeiro durante a realização desta pesquisa.

SUMÁRIO

LISTA DE FIGURAS	i
LISTA DE TABELAS.....	iv
LISTA DE ABREVIACÕES E/OU SIMBOLOS.....	v
RESUMO.....	vi
ABSTRACT.....	vii
1. INTRODUÇÃO.....	1
1.1. PROBLEMÁTICA.....	1
1.2. JUSTIFICATIVA.....	2
2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....	4
2.1. CLIMA URBANO	4
2.2. MICROCLIMA URBANO	5
2.3. MICROCLIMA GERADO POR CONFIGURAÇÃO URBANA.....	7
2.3.1. A influência da configuração urbana nos microclimas.....	7
2.3.2. Vegetação urbana.....	8
2.3.3. Rugosidade, porosidade e orientação.....	10
2.3.4. Uso e ocupação do solo.....	13
2.3.5. Densidade de construções, horizontalidade e verticalidade.....	13
2.3.6. Áreas permeáveis.....	14
2.3.7. Propriedades termodinâmicas dos materiais urbanos.....	15
2.4. A CIDADE DE SINOP-MT.....	16
2.5. TESTES ESTATÍSTICOS PARA VALIDAÇÃO DOS DADOS.....	30
2.5.1. Teste de Shapiro-Wilk (S-W).....	30
2.5.2. Teste de Levene.....	31
3. MATERIAIS E MÉTODOS.....	32
3.1. CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO.....	32
3.2. INSTRUMENTAÇÃO.....	34
3.3. CALIBRAÇÃO DOS SENSORES	36
3.4. ANÁLISES ESTATÍSTICAS PARA VALIDAÇÃO DOS DADOS COLETADOS.....	38

3.5. MEDIÇÃO DAS VARIÁVEIS CLIMÁTICAS.....	39
3.5.1. Estação Micrometeorológica comercial fixa.....	40
3.5.2. Transecto móvel.....	42
3.5.3. Caracterização espacial dos pontos do transecto móvel.....	43
4. RESULTADOS E DISCUSSÕES.....	53
4.1. DADOS DA ESTAÇÃO MICROMETEOROLÓGICA COMERCIAL FIXA.....	53
4.2. DADOS DO TRANSECTO MÓVEL.....	56
5. CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	62
6. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	64
6.1. BIBLIOGRAFIA CITADA.....	64
6.2. BIBLIOGRAFIA CONSULTADA.....	66

LISTA DE FIGURAS

Figura 01 – Comportamento dos ventos em função da rugosidade urbana.....	11
Figura 02 – Comportamento dos ventos em função da porosidade urbana.....	11
Figura 03 – Simulação computacional mostrando o escoamento do vento em torno de edifícios com diferentes arranjos.....	12
Figura 04 – Referência de parâmetros urbanísticos.....	14
Figura 05 – Albedo dos materiais urbanos.....	15
Figura 06 – Projeto urbanístico original de Sinop-MT.....	17
Figura 07 - Assentamento SINOP, Julho de 1973, às margens da BR-163.....	18
Figura 08 – Fotografia do mapa da área urbana original de Sinop-MT. Quadras, ruas e avenidas abertas em 1972.....	19
Figura 09 – Estrutura urbana de Sinop se consolidando no ano de 1975.....	20
Figura 10 - Assentamento SINOP, Julho de 1973, às margens da BR-163.....	21
Figura 11 – Vista aérea de parte do perímetro urbano de SINOP, às margens da BR-163.....	21
Figura 12 - Vista aérea da região central da cidade de SINOP.....	22
Figura 13 – a) Avenida dos Móggnos (1982) – b) Avenida Gov. Julio Campos (2017)	22
Figura 14 – Imagem aérea da avenida dos Tarumãs no ano de 2008.....	23
Figura 15 – Imagem aérea da avenida dos Tarumãs no ano de 2017.....	24
Figura 16 – Projeto das intervenções urbanísticas nas rotatórias.....	24
Figura 17 – Projeto das intervenções urbanísticas nas grandes avenidas.....	25
Figura 18 – Avenida dos Jacarandás atualmente.....	26
Figura 19 – Características das calçadas da cidade de Sinop-MT.....	27
Figura 20 – Perfil das ruas e avenidas da ZUC.....	28
Figura 21 – Imagem aérea do parque florestal.....	29
Figura 22 – localização da região do estudo.....	32
Figura 23 – Mapa de Microzoneamento da Macrozona Urbana.....	32
Figura 24 - Croqui – Zona Urbana Consolidada – Sinop - MT.....	33
Figura 25 - Imagem satélite da área da ZUC.....	34
Figura 26 - Adaptação do sensor para transecto móvel.	35
Figura 27 – Estação Micrometeorológica Fixa.....	35
Figura 28 – Setorização da estação micrometeorológica fixa.....	40

Figura 29 – Estação micrometeorológica fixa “in loco”	41
Figura 30 –Pontos do transecto móvel.....	43
Figura 31 - Imagem panorâmia do ponto 1.....	44
Figura 32 - Imagem satélite do ponto 1.....	44
Figura 33 - Imagem panorâmia do ponto 2.....	44
Figura 34 - Imagem satélite do ponto 2.....	44
Figura 35 - Imagem panorâmia do ponto 3.....	45
Figura 36 - Imagem satélite do ponto 3.....	45
Figura 37 - Imagem panorâmia do ponto 4.....	45
Figura 38 - Imagem satélite do ponto 4.....	45
Figura 39 - Imagem panorâmia do ponto 5.....	46
Figura 40 - Imagem satélite do ponto 5.....	46
Figura 41 - Imagem panorâmia do ponto 6.....	46
Figura 42 - Imagem satélite do ponto 6.....	46
Figura 43 - Imagem panorâmia do ponto 7.....	47
Figura 44 - Imagem satélite do ponto 7.....	47
Figura 45 - Imagem panorâmia do ponto 8.....	47
Figura 46 - Imagem satélite do ponto 8.....	47
Figura 47 - Imagem panorâmia do ponto 9.....	48
Figura 48 - Imagem satélite do ponto 9.....	48
Figura 49 - Imagem panorâmia do ponto 10.....	48
Figura 50 - Imagem satélite do ponto 10.....	48
Figura 51 - Imagem panorâmia do ponto 11.....	49
Figura 52 - Imagem satélite do ponto 11.....	49
Figura 53 - Imagem panorâmia do ponto 12.....	49
Figura 54 - Imagem satélite do ponto 12.....	49
Figura 55 - Imagem panorâmia do ponto 13.....	50
Figura 56 - Imagem satélite do ponto 13.....	50
Figura 57 - Imagem panorâmia do ponto 14.....	50
Figura 58 - Imagem satélite do ponto 14.....	50
Figura 59 - Imagem panorâmia do ponto 15.....	51

Figura 60 - Imagem satélite do ponto 15.....	51
Figura 61 - Imagem panorâmia do ponto 16.....	51
Figura 62 - Imagem satélite do ponto 16.....	51
Figura 63 - Imagem panorâmia do ponto 17.....	52
Figura 64 - Imagem satélite do ponto 17.....	52
Figura 65 – Variação da média de temperatura do ar nos 3 períodos coletados pela estação fixa.....	53
Figura 66 – Variação da umidade relativa do ar, nos 3 períodos coletados pela estação fixa.....	55
Figura 67 – <i>Boxplot</i> da variação da temperatura do ar, no período quente úmido.....	56
Figura 68 – <i>Boxplot</i> da variação da temperatura do ar, no período de transição.	57
Figura 69 – <i>Boxplot</i> da variação da temperatura do ar, no período quente seco..	58
Figura 70 – Plotagem <i>Matrix do</i> comportamento da umidade relativa do ar nos pontos coletados dentro dos 3 períodos.....	59
Figura 71 – Comportamento da temperatura do ar nos pontos coletados dentro dos 3 períodos.....	59

LISTA DE TABELAS

Tabela 01 - Coeficiente linear (a) e angular (b) da regressão entre a temperatura (T) e umidade relativa do ar (UR) medidas pelo sensor de referência e pelos calibrados, coeficiente de correlação (R), Índice de concordância (d), erro médio absoluto (EMA) e raiz do erro médio quadrático (REMQ).....	37
Tabela 02 – Teste de normalidade (Shapiro-Wilk) para as variáveis climáticas pesquisadas. T ₁ e UR ₁ (temperatura e umidade relativa do ar do transecto móvel). T ₂ e UR ₂ (temperatura e umidade relativa do ar da estação micrometeorológica fixa).....	38
Tabela 03 – Validação dos dados do transecto móvel e estação comercial fixa..	39
Tabela 04 – Períodos de coleta de dados microclimáticos da estação fixa.....	41
Tabela 05 – Períodos de coleta de dados microclimáticos do transecto móvel..	42
Tabela 06 – Resumo estatístico da variável microclimáticas temperatura do ar relativos às coletas dos períodos 3 períodos no ano de 2017.....	54
Tabela 07 - Resumo estatístico da variável microclimáticas umidade do ar relativos às coletas dos períodos 3 períodos no ano de 2017.....	56

LISTA DE ABREVIACÕES E/OU SIMBOLOS

CGPU	Coordenadoria Geral de Planejamento Urbano
IBGE	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
INCRA	Instituto Nacional de Colonização e Reforma Agrária
INMET	Instituto Nacional de Meteorologia
OMM	Organização Meteorológica Mundial
OMS	Organização Mundial da Saúde
SCU	Sistema Clima Urbano
SUDAM	Superintendência do Desenvolvimento da Amazônia
TMG	Tempo Médio de Greenwich
UTC	Coordinated Universal Time
ZUC	Zona Urbana Consolidada
ZUEI	Zona Urbana de Expansão I
ZUEII	Zona Urbana de Expansão II
ZUI	Zona Urbana Intermediária

RESUMO

ZAVITOSKI, E. V. S. **Análise termohigrométrica nos eixos viários centrais da malha urbana original de Sinop-MT.** Cuiabá-MT, 2017, 067f. Dissertação (Mestrado em Física Ambiental) – Instituto de Física, Universidade Federal de Mato Grosso.

A intensa urbanização apresenta relação direta com mudanças no microclima urbano, existindo uma lacuna no estudo destas influências, principalmente em cidades localizadas em regiões equatoriais. Neste trabalho foi feita uma análise termohigrométrica nos eixos viários das regiões centrais da cidade de Sinop no Estado de Mato Grosso, para que os resultados obtidos a partir desta pesquisa proverão informações importantes para o desenvolvimento de projetos relacionados a planejamentos urbanos, além de melhorias na qualidade de vida da população, relacionadas com o microclima local. A interação do clima com a configuração e o uso do espaço urbano pode afetar de forma significativa as condições de conforto ambiental, determinando o microclima urbano. Foram feitas coletas de dados de variáveis climáticas como temperatura do ar e umidade relativa do ar, através de transecto móvel, abrangendo os períodos quente úmido, quente seco e o período de transição no ano de 2017. No transecto móvel foram percorridos duas vias centrais da Zona Urbana Consolidada – ZUC, no qual cortam em dois eixos perpendiculares entre si, abrangendo regiões comerciais, residenciais, de diferentes características estruturais. O transecto móvel foi percorrido com um automóvel onde em seu lado exterior foi acoplado um abrigo artesanal, feito de cano de PVC contendo em seu interior um sensor de temperatura do ar e umidade relativa do ar. Esse circuito foi percorrido dentro do tempo de 1 hora, sendo coletado dados das variáveis climáticas em 17 pontos. A pesquisa conta também para validação dos dados, uma estação micrometeorológica comercial fixa (Davis Vantage Pro2), instalada na região do setor comercial da cidade de Sinop. Os resultados desta pesquisa apontaram indícios da influência da configuração urbana na qualidade climática do loteamento, onde observou-se mudanças nas características térmicas e dinâmicas para as duas situações analisadas. Para o caso estudado, constatou-se que as áreas mais vegetadas apresentaram uma diminuição de temperatura do ar, assim como em espaços onde a densidade construtiva era menor, houve registros de temperaturas mais amenas. Sendo possível constatar que os valores seguem a sazonalidade da região, onde o período de chuvas é definido por altos índices de umidade relativa do ar, havendo precipitações constantes, enquanto o período de estiagem é bem definido por queda brusca de umidade relativa do ar, o que vem gerar desconforto para a população. Este trabalho pode, assim, fornecer à sociedade e posteriores estudos de pesquisas, dados cientificamente comprovados de um determinado período, que podem auxiliar na caracterização do microclima urbano da cidade de Sinop-MT.

Palavras-chave: Microclima Urbano, interferência da configuração urbana no microclima, variáveis microclimáticas.

ABSTRACT

Considering that the intense urbanization is directly related to changes in the urban microclimate, and that there is still a gap in the study of these influences, especially in cities located in equatorial regions. In this work a thermo hygrometric analysis was performed on the road axes of the central regions of the city of Sinop in the State of Mato Grosso, so that the results obtained from this research provided important information for the development of projects related to urban planning, as well as improvements in quality population, related to the local microclimate. The interaction of the climate with the configuration and the use of urban space can significantly affect the conditions of environmental comfort, determining the urban microclimate. In this research data were collected from climatic variables such as air temperature and relative air humidity, through the mobile transect, covering the periods hot humid, hot dry and the transition period in 2017. In the mobile transect were traversed two central routes of the Consolidated Urban Zone - ZUC, in which they intersect in two perpendicular axes between each other, covering commercial and residential regions with different structural characteristics. The mobile transect was traversed with a car where on its outer side was coupled a handmade shelter, made of PVC pipe containing in its interior a temperature sensor of the air and relative humidity of the air. This circuit was traversed within 1 hour, and climate data were collected at 17 points. The survey also counts for data validation, a fixed commercial micrometeorological station (Davis Vantage Pro2), installed in the commercial sector region of the city of Sinop. The results of this research showed evidence of the influence of the urban configuration on the climatic quality of the subdivision, where it was observed changes in the thermal and dynamic characteristics for the two analyzed situations. For the case studied, it was found that the most vegetated areas showed a decrease in air temperature, as well as in spaces where the constructive density was lower, there were records of milder temperatures. It is possible to observe that the values follow the seasonality of the region, where the rainy season is defined by high relative humidity, constant rainfall, while the dry season is well defined by abrupt drop in relative humidity, which generates discomfort for the population. This work can thus provide society and subsequent research studies, scientifically proven data of an era that may help in the characterization of the urban microclimate of the city of Sinop-MT.

Keywords: Urban microclimate, interference of the urban configuration in the microclimate, microclimatic variables.

1. INTRODUÇÃO

1.1. PROBLEMÁTICA

O processo de urbanização pode alterar significativamente o microclima das cidades, pois o ambiente sofre uma grande transformação na sua estrutura física, passando a alterar as variáveis climáticas conforme aumenta a heterogeneidade dessa expansão, o que tem feito crescer o número de pesquisas sobre o desempenho climático dos espaços urbanos.

As configurações urbanas causam um microclima próprio, devido às interferências de diversos condicionantes estruturais, como por exemplo: revestimentos do solo, rugosidade e porosidade, densidade construída, tamanho da estrutura urbana, uso e ocupação do solo, orientação geográfica da malha urbana, permeabilidade do solo, propriedades termodinâmicas dos materiais, áreas verdes, emissão de poluentes.

As estratégias de planejamento correntes estão fadadas ao fracasso, pois repetem estratégias utilizadas em séculos anteriores, e não estão preparadas para as demandas que surgem com o desenvolvimento humano e urbano do século XXI. Pesquisadores divergem sobre a forma de crescimento da cidade, são sugeridas soluções, que vão desde o controle do espalhamento da área urbana, incentivo à cidade compacta e até o incentivo à verticalização. Ao mesmo tempo, as cidades se espalham no território e verticalizam. A lacuna verificada foi determinada a partir da constatação da escassez de trabalhos que considerassem de forma sistêmica as características e os possíveis impactos de cada uma das formas de crescimento urbano, a falta de vinculação dessas informações aos princípios de desenvolvimento sustentável, tão preconizado, e a fragmentação dos temas relacionados ao desenvolvimento urbano sustentável. O entendimento sobre como as cidades crescem, e quais são os impactos das formas urbanas resultantes, e quais são as demandas para um crescimento sustentável pode se tornar a base para auxiliar os planejadores no processo de tomada de decisão.

A situação econômica e política do foi a perspectiva dominante nas análises urbanas brasileiras e latino-americanas das últimas décadas. Neste contexto, pode-se dizer que os estudos urbanos brasileiros carecem de novas abordagens metodológicas que permitam avançar sobre questões atuais. Por essa tradição, esbarram em duas premissas distintas e simultâneas: uma de ordem teórica; e outra metodológica.

O desenvolvimento das cidades no Estado de Mato Grosso, não fogem da realidade política e econômica do país, tendo seu crescimento desordenado, com pouca preocupação na paisagem, estrutura funcional urbana e sem muitas preocupações ambientais. Vindo a refletir no microclima local, por esse, estar inteiramente associado a um planejamento visando os impactos ambientais gerados pelo crescimento urbano.

A fundação da cidade de Sinop, em meados da década de 70, no Estado de Mato Grosso, se deu de uma forma um pouco diferenciada, onde a equipe colonizadora trouxe para o Estado a preocupação do planejamento urbano pré-implantação. Esse projeto urbano é atualmente chamado de ZUC (Zona Urbana Consolidada), que visava atender as perspectivas de crescimento populacional desejada. Mas devido ao acelerado crescimento populacional, houve a necessidade de se ampliar os espaços territoriais urbanos, porém sem uma política de expansão e vetores de crescimentos previamente elaborado, e sem estudos de impactos futuros. Sendo essa Zona Urbana Consolidada um potencial objeto de estudo para analisar o microclima urbano.

1.2. JUSTIFICATIVA

A cidade de Sinop-MT, localizada na região norte do estado de Mato Grosso, é considerada jovem no aspecto cronológico. Sinop passou por um processo de migração bastante acelerado, sendo atualmente considerada segundo o IBGE (2010) a 4ª (quarta) maior cidade do Estado, em número populacional. Com isso, sua estrutura urbana, antes planejada, teve que ceder à expansão territorial com novos vetores de crescimento desordenados.

Hoje a cidade registra cerca de 113.099 habitantes (IBGE, 2010), dentro de uma estrutura urbana evidentemente heterogênea. Alguns aspectos ambientais e

estruturais podem caracterizar a cidade atualmente, como: diversidade de uso e ocupação do solo; áreas naturais de preservação permanente com dimensões consideráveis dentro da malha urbana; descentralização de áreas comerciais; mobilidade urbana passando por processo de reestruturação devido ao acelerado aumento de veículos automotores nas ruas; entre outros fatores que são consequência de um rápido crescimento urbano.

O desenvolvimento urbano sustentável é um desafio a ser considerado nos ambientes consumidores, poluidores e opressores em que se transformaram as cidades. Os dados de coleta de variáveis climáticas como temperatura do ar e umidade do ar do microclima local visa colaborar para que haja um entendimento da influência da configuração urbana de um determinado local, sendo um importante instrumento de partida para se buscar um modelo conceitual para o planejamento sustentável do crescimento urbano, principalmente para a cidade de Sinop que se constata um momento de expansão urbana fortemente acelerado.

Este trabalho tem como objetivo geral fazer análise termohigrométrica nos eixos viários centrais da malha urbana original de Sinop-MT, sendo o objeto de estudo dois eixos viários centrais e perpendiculares entre si, que cortam a Zona Urbana Consolidada - ZUC, passando por regiões com distintas características urbanas. Tendo como especificidades desse objetivo, fazer medições de temperatura do ar e umidade relativa do ar através de transecto móvel no período quente úmido, período de transição e período quente seco, em 17 pontos estratégicos nos eixos viários citados anteriormente; e coletar de dados de variáveis climáticas através de uma estação micrometeorológica comercial fixa instalada pelos autores da pesquisa, na região central da cidade caracterizada como setor comercial, região esta, que está próxima do percurso do transecto móvel e possui características urbanas parecidas. Os dados da estação fixa servirão para validação valores obtidos pelo transecto móvel.

2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1. CLIMA URBANO

O clima urbano é um sistema aberto do ambiente urbano resultante da interação entre os fenômenos naturais e as atividades antrópicas que acontecem dentro das cidades. O processo de urbanização é um fator determinante para alteração do clima urbano, pois interferem em como os fenômenos naturais irão responder a uma nova configuração espacial.

Oke (1996) afirma essa dinamicidade do sistema, quando conceitua o clima urbano como adaptativo, seja pela morfologia e geometria da malha urbana, pela permeabilidade ou propriedades termodinâmicas dos materiais das superfícies, pelo aumento do fluxo de automóveis, entre outros fatores que provocam alterações no balanço energético local. Oliveira (1993), reporta que o clima urbano não só é determinado pelas características da forma urbana, mas também pelas atividades humanas que ali desempenham.

Para que possamos compreender o clima urbano dentro de suas complexidades e distinções, temos que entender o clima de forma mais abrangente, e quais são suas variáveis climáticas. O clima geralmente é caracterizado dentro de macrorregiões, por uma sequência considerável de tempo de medições, podendo estes sofrerem alterações bruscas quando se trata de fragmentar espaços, tornando menores as áreas de estudo, pois “cada cidade é composta por um mosaico de microclimas diferentes” (DUARTE e SERRA, 2003, p. 8).

O conforto térmico e visual dos espaços abertos é fortemente dependente do projeto urbano. As decisões do arquiteto urbanista podem transformar o microclima, tornando-o confortável ou insuportável. Assim, o clima local será determinante nas decisões de projeto. (CORBELLA, 2003, p. 25).

Ao se estudar o clima, deve-se levar em consideração diversos fatores espaciais naturais como: latitude, longitude, altitude, cobertura superficial (solo, água, vegetação), topografia, para posteriormente fazer coletas das variáveis climáticas como: temperatura do ar, umidade do ar, velocidade e direção dos ventos, radiação solar e precipitações. Observando o comportamento de determinada região durante um

período de tempo considerável, para poder caracterizar um clima como peremptório daquele local.

No Brasil, pesquisas que envolvem o clima urbano vieram a surgir em meados da década de 1970, através Monteiro, que procurava dar foco ao comportamento climático das cidades sob uma perspectiva conjuntiva e integradora. No ponto de vista de Monteiro (1976, p.95 e 2003, p.19), “o clima urbano é um sistema que abrange o clima de um dado espaço terrestre e sua urbanização”. Em 1976, Monteiro na aplicação das noções de funcionalidade sistêmica aos seus estudos sobre o clima urbano apresentou uma teoria para este estudo que se denominou S.C.U. (Sistema Clima Urbano).

O autor denomina clima urbano como um sistema aberto, que possui dinamicidade e que se adapta conforme a estrutura de uma cidade. As mudanças estruturais de uma cidade impacta positiva ou negativamente na atmosfera. Sendo de responsabilidade do homem fazer análise do Sistema Clima Urbano, visando através dos resultados obtidos, se planejar a cidade de forma que minimizem os impactos ambientais (MENDONÇA,1994).

Segundo Romero (2000), na literatura temos grandes pesquisadores que analisaram amplamente o clima, seus fatores e elementos, embora que tratados de formas distintas de autor para autor (Olgyay, 1963; Ferreira, 1965; Givoni, 1976; Lynch, 1980; Comes, 1980;).

2.2. MICROCLIMA URBANO

Para melhor entender sobre clima e microclima, deve-se levar em consideração proporção de escala espacial. Mendonça e Danni-Oliveira (2007, p.24) definem o microclima como “a menor e a mais imprecisa unidade escalar climática (podendo variar de alguns centímetros a centenas de metros quadrados) ”.

Alguns autores dimensionam essa escala climática. Segundo Oke (1982, apud STRAMANDINOLI, 2008), o microclima possui um raio de influência de até 1 (um) quilômetro. Diferentemente das áreas rurais, nas cidades as condições climáticas gerais

estão modificadas, transformando-se em um microclima característico destas áreas, denominado “microclima urbano”.

O comportamento do clima com as diferentes configurações locais e pontuais de um espaço construído, pode causar diversos comportamentos desordenados. Fazendo com que dentro de um único espaço urbano, tenhamos variados microclimas.

Dentro da estrutura urbana, segundo (SILVEIRA e ROMERO, 2006), os elementos climáticos sofrem alterações consideráveis, quando comparados aos espaços naturais sem interferência antrópica, pois sofrem alterações na temperatura, na velocidade e direção dos ventos, na umidade relativa do ar, formando um microclima característico. Essas características foram minuciosamente detalhadas por Higuera (2006, p. 115):

- ✓ Temperaturas mais altas que o entorno circundante: existe um sobreaquecimento maior nas zonas centrais urbanas, conhecidas como ilhas de calor urbanas. A temperatura da cidade aumenta devido à alta proporção de energia secundária consumida, à modificação das características de absorção das superfícies urbanas (que em geral são impermeáveis e de cor escura) e ao menor efeito refrigerador de sua atmosfera como resultado dos elementos contaminantes (poluentes presentes no ar). Pode-se concluir que na cidade a temperatura sempre é maior que no campo e, esta diferença pode se apresentar como um gradiente desde a periferia ao centro urbano, de onde se produzem os aumentos mais significativos.
- ✓ Regime especial de ventos: as condições do regime geral dos ventos são completamente modificadas pelo tecido urbano, através das zonas de densidades variadas, possíveis canalizações de ventos ao longo das ruas, espaços livres e áreas verdes disseminadas. As alturas das edificações podem variar tanto a direção quanto a velocidade das correntes de ar, podendo causar efeitos favoráveis ou desfavoráveis sobre a cidade.
- ✓ Menor umidade e sequeidão ambiental: devido à predominância, nas cidades, de grandes áreas edificadas sobre as áreas verdes e cursos d'água. Os revestimentos existentes na superfície urbana produzem um aquecimento

superficial e uma evapotranspiração quase nula, pois a água da chuva escorre rapidamente, não podendo ser retida devido às condições de baixa permeabilidade da superfície do solo.

Para Mendonça e Monteiro (2003), os microclimas urbanos são formados através das diferenças estruturais dos espaços (morfologia e funcionalidade urbana), criando núcleos climáticos intra-urbanos distintos, que conhecemos como ilhas de calor e também as ilhas de frescor, variando pela interação do clima com a configuração daquele determinado espaço.

2.3. MICROCLIMA GERADO POR CONFIGURAÇÕES URBANAS

2.3.1. A influência da configuração urbana nos microclimas

As cidades são formadas por um conjunto de configurações heterogênicas que influenciam na atmosfera local. Tendo como fatores fundamentais para a formação do microclima urbano a inter-relação sítio/função/morfologia urbana. Onde o sítio é o espaço físico topográfico, em que a cidade está inserida; a função trata-se das atividades realizadas naquele espaço; e a morfologia urbana é caracterizada pela forma de uso e ocupação do solo (LAMAS, 1992). Todos esses fatores podem ser de domínio do homem em alterá-los, pois as características atmosféricas e ecológicas de um lugar estão ligadas a configuração espacial do meio que está inserido (MONTEIRO e GONÇALVES, 2003).

Nos espaços já urbanizados, os processos de climáticos de troca de energia e umidade entre o solo e o ar, apresentam uma complexidade em virtude da diversidade de materiais utilizados nos espaços urbanos e a diferentes atividades desenvolvidas nas cidades. Esses processos físico-químicos ocorridos pela junção desses fatores, são responsáveis pela formação de microclimas, sendo normalmente percebido pelo aumento ou diminuição de temperatura (LOMBARDO, 1985).

Ao se fazer uma análise ambiental urbana, conforme, Lombardo (1985), é importante que se considere o espaço tridimensional, estudando os planos horizontais e verticais, abrangendo o solo e o espaço aéreo como áreas de estudo. Posteriormente,

fazer um levantamento do meio natural e artificial que o espaço urbano está inserido, para que possa relaciona-los com as variáveis climáticas que influenciam esse meio como: temperatura do ar, umidade relativa do ar, velocidade e direção dos ventões, radiação solar, entre outros.

Segundo Serra (2003, *apud* STRAMANDINOLI, 2008), o entorno próximo, denominado “microclima de um lugar”, é tão importante quanto o clima geral de uma região.

2.3.2. Vegetação urbana

As composições das cidades são fortemente marcadas por espaços construídos com edificações, pavimentação de ruas e avenidas, equipamentos urbanos, e toda estrutura básica para que os habitantes façam uso dos espaços, suprimindo suas necessidades básicas de moradia, trabalho e lazer. Por consequência desse meio transformado artificialmente, gera alterações climáticas como a intensidade de radiação solar, umidade do ar, temperatura do ar e velocidade dos ventos, causando sensação de conforto e desconforto nos usuários desse meio urbano (MASCARÓ & MASCARÓ, 2005).

Segundo Mascaró & Mascaró (2005, p.11), a vegetação urbana “é aquela que permite que o espaço construído se integre com o jardim e o parque” formando uma composição em que consiste a determinação de cidade planejada. Embora, geralmente existe a cultura da falta de planejamento, em função das prioridades estarem focadas na produção de bens e crescimento político-econômico, o que se torna contraditório ao discurso da geração de qualidade de vida. Sendo que a vegetação é um elemento fundamental para ser protagonista no planejamento urbano, pelos inúmeros benefícios acendidos para o meio ambiente.

As formas que compõem a paisagem, a natureza, deveriam ser aproveitadas para criar uma continuidade entre espaço natural e o espaço construído, permitindo que a cidade se inscreva com facilidade no meio natural, produzindo, assim, uma transição gradual do puramente construído, do artificial para o natural através de matizes da paisagem, com a sua carga de transformações, confirmações ou contraposições. (MASCARÓ & MASCARÓ, 2005, p.11).

Para Lamas (1992, p.106), “do canteiro à árvore, ao jardim de bairro ou ao grande parque urbano, as estruturas verdes constituem também elementos identificáveis na estrutura urbana”. Segundo o autor, não só deve-se valorizar a composição de uma cidade por seus elementos construtivos artificialmente, mas que desde uma pequena porção de área verde à uma maciço vegetal, fazem parte significativa da estrutura urbana. Sendo de fundamental importância dentro do planejamento urbano, incluir a projeção desde os pequenos jardins internos residenciais, passando pela arborização das calçadas, chegando a implantação de parques ecológicos dentro do maciço urbano. Fazendo com que em todos os lugares dentro de uma cidade, o ser humano possa ter contato direto com a vegetação ou contato direto com os efeitos positivos gerados pela mesma.

Os benefícios advindos do uso da vegetação no meio urbano, é uma abordagem levada com seriedade dentro da literatura, sendo assunto discutido por vários autores renomados, e informações de suma importância para o planejamento urbano, como por exemplo:

- Redução de temperatura pela cobertura de superfícies refletoras de calor - Árvores de copa rala interceptam de 60 a 80% da radiação direta incidente e as de copa espessa até 98% da radiação direta (HEISLER, 1974 apud GREY; DENEKE, 1978);
- Sombreamento e conservação do asfalto - cada m² de asfalto coberto por copas reduz os gastos públicos com manutenção em R\$15,47/ano (SILVA FILHO, 2006);
- Redução da velocidade das enxurradas pela retenção e liberação aos poucos da água das chuvas - algumas espécies de grande porte como a tipuana e a sibipiruna podem reter até 60% da água nas 2 primeiras horas de uma chuva, liberando-a aos poucos (SILVA et al., 2007);
- Alta taxa de evapotranspiração, 400l diários, o que aumenta a umidade do ar e produz o mesmo efeito que 5 aparelhos de ar condicionado médios (2500kcal/h) funcionando por 20h, todos os dias (GREY; DENEKE, 1978), sem gastar energia ou produzir calor como os equipamentos;

- Ruas bem arborizadas podem reter até 70% da poeira em suspensão (BERNATZKY, 1980 apud GREY; DENEKE, 1978);
- Uma única fila de árvores pode reduzir os particulados em 25% (WOOD, 1979 apud GREY; DENEKE, 1978), como é o caso da arborização viária.

Embora que nessa abordagem contextual objetiva-se nos benefícios climáticos produzidos pela vegetação. É importante também destacar há inúmeros outros benefícios pela introdução da vegetação no meio urbano. Segundo Dacanal e Labaki (2011) destacam que, existe um papel socioambiental ao atrair as pessoas para essas áreas verdes com o objetivo de recreação, lazer, contemplação, esporte, descanso, entre outras atividades que podem ser exercidas em contato com a vegetação.

A arborização das cidades, além da estratégia de amenização de aspectos ambientais adversos, é importante sob os aspectos ecológico, histórico, cultural, social, estético e paisagístico, contribuindo para: a manutenção da estabilidade microclimática; O conforto térmico associado à umidade do ar e à sombra; A melhoria da qualidade do ar; A redução da poluição; A melhoria da infiltração da água no solo, evitando erosões associadas ao escoamento superficial das águas das chuvas; A proteção e direcionamento do vento; A proteção dos corpos d'água e do solo; A conservação genética da flora nativa; O abrigo à fauna silvestre, contribuindo para o equilíbrio das cadeias alimentares, diminuindo pragas e agentes vetores de doenças; A formação de barreiras visuais e/ou sonoras, proporcionando privacidade; O cotidiano da população, funcionando como elementos referenciais marcantes; O embelezamento da cidade, proporcionando prazer estético e bem estar psicológico; O aumento do valor das propriedades; A melhoria da saúde física e mental da população. (CEMIG, 2011, p.21).

Nos termos da Constituição Federal (art. 30 e art. 182) e do Estatuto da Cidade (Lei 10.257/01), cabe ao município criar, preservar e proteger as áreas verdes da cidade e também o sistema de arborização, ambos como parte de sua política de desenvolvimento urbano. A atuação municipal deve ocorrer através de leis específicas, próprias de cada município, de forma a atender aos interesses locais, mas sem contrariar as determinações e orientações das leis federais e estaduais.

2.3.3. Rugosidade, porosidade e orientação.

As características morfológicas e tipológicas do meio urbano, influenciarão em como se comporta os ventos dentro desse meio. Essa estrutura urbana é o que chamamos de rugosidade e porosidade.

Conforme Santos (2004) as edificações e elementos estruturais inseridos no meio urbano, resultam em uma superfície contendo obstáculos com alturas diferenciadas, fazendo com que os deslocamentos das massas de ar sofram alterações significativas, saindo de um movimento natural laminar para um movimento turbilhonar, em consequência das barreiras irregulares que causam efeito de fricção, exemplificado na Figura 01.



Figura 01 – Comportamento dos ventos em função da rugosidade urbana.

Fonte: <http://laboratoriodeconfortocau.blogspot.com.br>, acessado em 04 de outubro de 2017.

A porosidade é representada pela maior ou menor permeabilidade de uma estrutura urbana à passagem dos ventos, sendo expressa entre a relação entre espaços abertos e espaços edificados. Observado na figura 02, a formação da porosidade urbana se faz através dos afastamentos entre edificações ou elementos estruturais, a quantidade de obstáculos, a existência de espaços vazios e a largura das vias. (SANTOS, 2004).

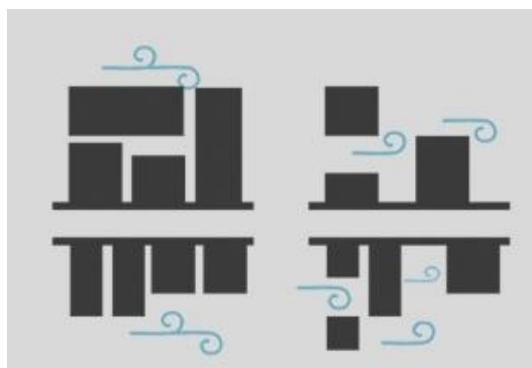


Figura 02 – Comportamento dos ventos em função da porosidade urbana.

Fonte: <http://laboratoriodeconfortocau.blogspot.com.br>, acessado em 04 de outubro de 2017.

A determinação do comportamento do fluxo de ar no entorno das construções se dá principalmente pela distribuição espacial dos elementos construídos. Através de

estudos de dois dos arranjos mais comuns pesquisados pelos autores (OLGYAY, 1963; BOWEN, 1983), (Figura 03), o arranjo escalonado (tabuleiro de xadrez) reduz a área de menor ventilação ocasionado pelo edifício quando comparada ao arranjo normal (grelha). Para Kenworth, 1985, o posicionamento oblíquo das edificações faz com que a área de menor ventilação seja reduzida no arranjo normal.

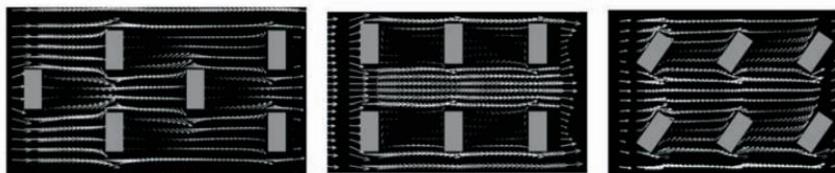


Figura 03 – Simulação computacional mostrando o escoamento do vento em torno de edifícios com diferentes arranjos.

Fonte: <http://laboratoriodeconfortocau.blogspot.com.br>, acessad em 04 /10/2017.

Segundo Mascaró (1996), o comportamento do ar em movimentos é impactado pelas tipologias urbanas. Tendo como exemplo o posicionamento das construções horizontais que formam uma barreira diminuindo a intensidade do vento, enquanto as edificações verticais posicionadas em lados opostos de uma via, formam o que chamamos de cânion urbano, aumentando a velocidade do vento.

Segundo Lopes e Vasconcelos (2006), o que mais condiciona o clima de uma cidade é a rugosidade e porosidade interferindo positivamente ou negativamente no comportamento de direção e velocidade dos ventos que ali incidem.

A orientação não está relacionada somente com o posicionamento das edificações, elementos estruturais e vegetações, mas também com o posicionamento da malha viária frente à insolação, regime de ventos, topografia do espaço urbano. Sendo assim, o traçado urbano é capaz de permitir um melhor aproveitamento da radiação solar e os ventos tanto no interior dos edifícios quanto no meio externo. A rigidez no alinhamento das edificações pode dificultar a abundante circulação do ar (GIVONI, 1998).

2.3.4. Uso e ocupação do solo

Segundo Giralt (2006), as alterações microclimáticas geradas através do processo de urbanização, é assunto abordado por diversos autores renomados (LOWRY, 1967; LOMBARDO, 1985; UNGER, 1995; OKE, 1996; PITTON, 1997), estudos estes que mostram que o uso e ocupação do solo de áreas urbanas são fatores determinantes dos microclimas desses espaços.

Conforme plano diretor participativo o uso e ocupação do solo é definido em função das normas relativas a densificação, regime de atividades, dispositivos de controle das edificações e parcelamento do solo, que configuram o regime urbanístico. A ocupação desordenada do solo sem a prática sustentável, a ausência de ações e planejamento de políticas públicas voltada para o meio ambiente, poderiam ser evitados para minimizar a interferência antrópica no espaço urbano.

2.3.5. Densidade das construções, horizontalidade e verticalidade.

Densidades urbanas são representadas pelo número da população de uma área urbana, que é computada em habitantes/unidade de solo urbano, o que resultam na quantidade de construções no solo para uso dessa população, tendo impacto no processo de desenvolvimento humano com o um todo (ALCIOLY e DAVIDSON, 1998).

Segundo CGPU-RIO (2011), para entendermos o cálculo de densidade construída, temos que pegar o total de área construída (edilícia) e a área do espaço urbano, fazendo uma relação entre essas áreas.

Áreas densamente construídas, resultam em uma maior área de superfícies artificiais, o que contribui para alterações nas variáveis climáticas como elevação da temperatura, podendo ser agravada caso a forma urbana não contribuir para eliminação desse calor pela movimentação do ar, podendo ocasionar o fenômeno de ilha de calor.

Essa densidade construída deve ser considerada pelas taxas de ocupação das edificações, as distancias entre as edificações, alturas e formas das edificações, (Figura

04). Givoni (1992) observa que em locais de clima quente e úmido, as melhores condições de conforto são obtidas com edifícios altos e estreitos, posicionados distantes uns dos outros, de acordo com a densidade do lugar.

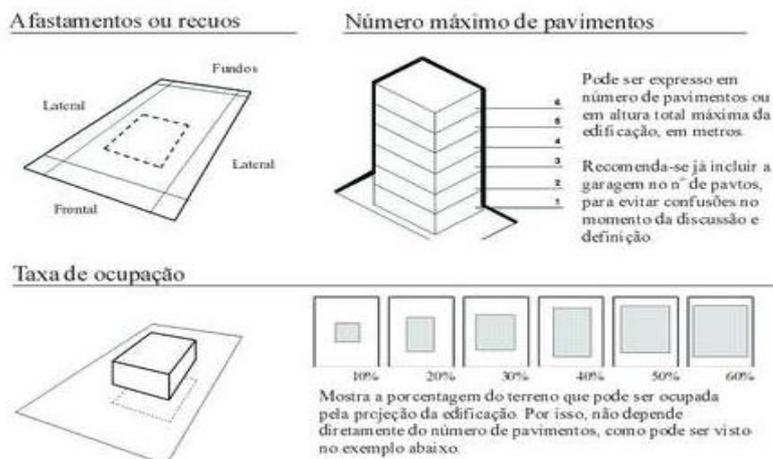


Figura 04 – Referência de parâmetros urbanísticos

Fonte: <http://urbanidades.arq.br/2007/12/taxa-de-ocupacao-e-coeficiente-de-aproveitamento/>, acessado em 03 de novembro de 2017.

Ainda segundo Givoni (1998), reafirma que, o microclima urbano é afetado pela densidade construída, comprometendo principalmente o regime de ventos, balanço de radiação e temperatura do ar.

Oke (2004, p. 40) apud Nogueira (2011), faz uma caracterização de densidade construída, visando o que afeta o fluxo de ventos, fazendo uma relação proporcional através da altura das edificações pela largura das vias em que essa edificação está inserida, sendo representada por (H/W) . Usando o parâmetro de que H/W for maior que 0,05, não há uma interação entre os fluxos de ar e os edifícios. Conseqüentemente quanto menor os espaçamentos entre as edificações há uma alteração negativa no regime de ventos

2.3.6. Áreas permeáveis

O solo tem grande interferência nas variáveis climáticas local, pois influencia decisivamente o comportamento da camada de ar próximo a superfície. Pois nele é emitido e absorvido radiações, evapora e condensa a água, interferindo no movimento e temperatura do ar (GEIGER, 1961, apud MIYAMOTO, 2011).

O processo de urbanização, através de construções de edifícios, pavimentação de vias, compactação de solo, desmatamento, entre outros, impacta fortemente na modificação de uso desse solo com utilização de materiais que provocam a impermeabilização do mesmo (OLIVEIRA, 1988 apud NOGUEIRA 2011).

2.3.7. Propriedades termodinâmicas dos materiais

O ambiente urbano é predominantemente heterogêneo, contendo na sua estrutura, diversos materiais sendo usados e interagindo energeticamente dentro de um mesmo espaço. (LOMBARDO, 1985, apud MIYAMOTO, 2011). Um dos fatores mais significantes que devem ser levados em consideração, tratando-se de variáveis climáticas, são as características térmicas como o albedo¹ e a emissividade² desses materiais urbanos.

Um dos fatores de aquecimento do ar é a utilização de materiais urbanos com baixo albedo (Figura 05) e alta emissividade, pois aumentam a transferência de energia para o ar (PRADO; FERREIRA, 2005). Como sabemos que no ambiente urbano há uma grande diversificação de materiais, como telhados, pinturas, asfalto, calçadas, concretos, gramas e árvores, ter conhecimento desses valores é importante para a ação do homem no meio urbano, podendo através deles controlar as variáveis climáticas locais.



Figura 05 – Albedo dos materiais urbanos
Fonte: Adaptado de Heat Island Group (2009)

¹ Coeficiente de reflexão, é a refletividade difusa ou poder de reflexão de uma superfície.

² Emissão de temperatura de um objeto através de sua radiação de luz.

2.4. A CIDADE DE SINOP-MT

No período de 1950 a 2000, enquanto o Brasil apresentou um crescimento populacional de 226,4%, a região Centro-Oeste apresentou um crescimento de 657,8%, sendo uma das regiões que mais recebeu migrantes em virtude da fronteira agropecuária (GIRARDI, 2008). A política de expansão para o norte do Brasil, em especial para o Centro Oeste, na década de 1970, com políticas de fomento voltadas para a região, estimulou inúmeros migrantes a desbravarem as novas terras, supostamente férteis, mas abundantes em riquezas naturais do solo amazônico, buscando melhores condições de vida.

Após a década de 70 do século XX, foram criados no estado de Mato Grosso mais de cem novos municípios. No ano de 2010, o estado tinha 141 (cento e quarenta e um) municípios. Dentre as maiores cidades do estado, encontra-se Sinop, com uma população de 113.082 habitantes, segundo dados do IBGE (Censo Sociodemográfico de 2010), a quarta maior cidade do estado em termos populacionais e econômicos

Sinop modificou suas paisagens em pouco tempo. A cidade foi edificada na década de 70 e vem manifestando, desde então, as premissas da lógica do desenvolvimento econômico pertinente à concepção desenvolvimentista daquela época. Baseando seu desenvolvimento no uso de recursos naturais, em seus 39 anos de história, se transformou numa cidade referência na região norte matogrossense.

Seu processo de colonização, privado e dirigido, foi o último desse modelo ocorrido no Brasil, segundo consta em informações da própria colonizadora do município, Colonizadora Sinop. Fruto de um projeto elaborado e colocado em prática pela Colonizadora Sinop (de onde advém o nome da cidade, de propriedade de Ênio Pipino e João Pedro Moreira de Carvalho), o projeto iniciou em 1970, quando a empresa adquiriu uma área no norte do estado de aproximadamente 645 mil hectares, denominada inicialmente de Gleba Celeste. Após a aquisição da área inicia-se o projeto de ocupação. Foram fundadas, na Gleba Celeste, quatro cidades: Vera, Sinop, Santa Carmem e Cláudia (SANTOS, 2007).

Sinop foi oficialmente fundada em 14 de setembro de 1974. Fazia parte então do município de Chapada dos Guimarães, na época o maior município do mundo. Em 17 de dezembro de 1979, por meio da Lei Estadual nº 4.156/79, foi emancipado a município, com uma área geográfica de 48.678 km².

A empresa colonizadora finalizou no ano de 1971 a elaboração de um projeto urbanístico para a implantação da cidade de Sinop. Esse projeto, (Figura 06), contemplava uma moderna estrutura, com um traçado retilíneo para facilitar a mobilidade urbana, contando com lotes grandes, ruas e avenidas largas, prevendo uma logística que viesse atender o anseio de uma cidade de sucesso e prosperidade.

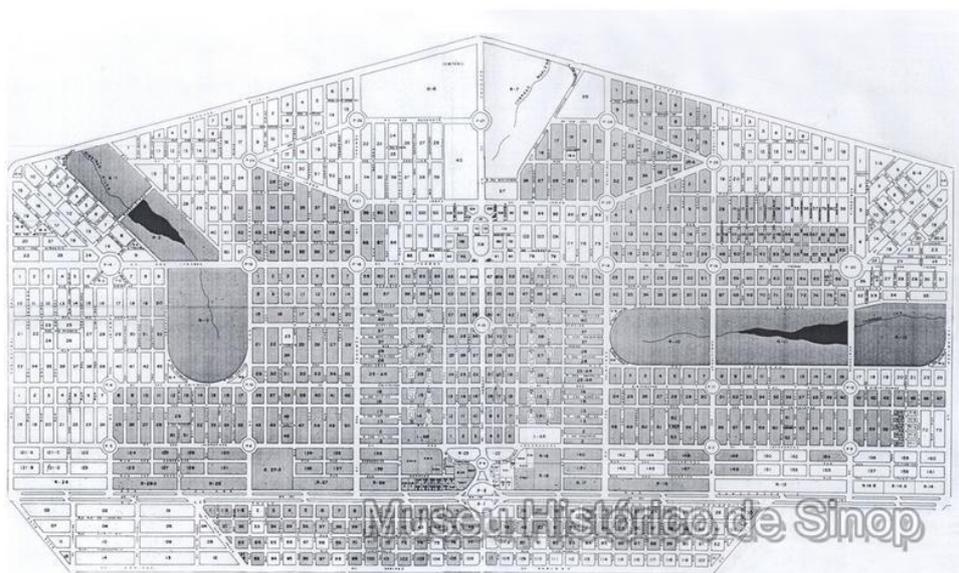


Figura 06 – Projeto urbanístico original de Sinop-MT.

Fonte: Acervo Museu Histórico de Sinop

A princípio a colonizadora abriu um quadrado (Figura 07), que formaria a área urbana da cidade. A partir de junho de 1972 começam a chegar as primeiras famílias. Já em 1972 se instalaram na cidade duas serrarias, que dão início ao processo de derrubada de árvores para atender a demanda das famílias que estavam se instalando no município.



Figura 07 - Assentamento SINOP, Julho de 1973, às margens da BR-163.
Fonte: Acervo Fotográfico TenCelJaimeRibeiro.

Segundo os arquivos históricos da cidade de Sinop, inicialmente, no ano de 1972, foram abertos em espaço territorial que englobasse 18 (dezoito) quadras (Figura 08) margeadas por ruas e avenidas. Essa estrutura urbana inicial, foi escolhida uma região próximo ao acesso pela rodovia federal BR-163, que fizesse parte de uma primeira etapa de implantação, de forma que atendesse os primeiros moradores da cidade, porém respeitando o projeto urbanístico original a ser implantado em tempos futuros.

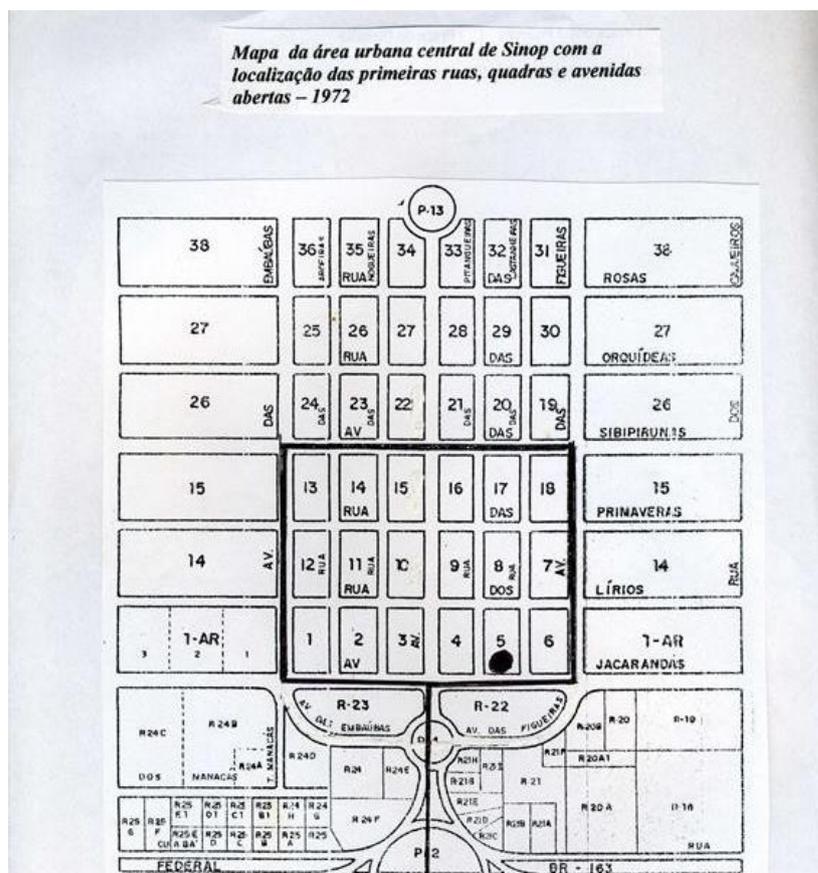


Figura 08 – Fotografia do mapa da área urbana original de Sinop-MT. Quadras, ruas e avenidas abertas em 1972.

Fonte: Acervo Museu Histórico de Sinop

Instalada numa região de transição do cerrado para a Floresta Amazônica, a região expandiu-se economicamente através do extrativismo vegetal (madeira), inclusive muitas serrarias foram implantadas com recursos financeiros do SUDAM. Segundo informações fornecidas pela Colonizadora: “O projeto de Colonização da Gleba Celeste foi considerado pela SUDAM como de interesse nacional, portaria de número 5.197 (de 19.12.1973), e Resolução de número 1.829 (de 11.03.1974). Emancipado pelo INCRA pela portaria número 75 (de 09.04.1981)”.

A abertura das primeiras ruas de Sinop teve início em maio de 1972 e logo as primeiras famílias de pioneiros chegavam à cidade. Até então viagem do interior do Paraná até Sinop demorava 7 dias. Mas, apesar dessa grande dificuldade, o fluxo migratório na direção Oeste, que acompanhava o adentramento da fronteira agrícola no Norte de Mato Grosso, crescia cada vez mais. A execução do projeto deu-se por cerca de 400 homens e máquinas, que atravessaram o rio Verde e abriram as primeiras

picadas na selva. A data de sua fundação acabou sendo em 14 de setembro de 1974 e o nome adotado foi a sigla SINOP (Sociedade Imobiliária Noroeste do Paraná), sendo tudo extremamente rápido (a construção de Sinop faz lembrar um pouco a construção de Brasília, ocorrida mais de 10 anos antes) e o maior contingente de migrantes ocorreu em 1975 (Figura 09).



Figura 09 – Estrutura urbana de Sinop se consolidando no ano de 1975.

Fonte: Acervo Museu Histórico de Sinop

As pessoas, ao chegarem para se instalarem no município de Sinop não tinham a quem recorrer, exceto à Colonizadora, que se tornou a administradora do local, definindo regras, normas e organizando os espaços de convivência, realizando a venda dos lotes urbanos e rurais, bem como distribuindo gratuitamente muitos lotes para edificações. Trabalho, persistência, fé e esperança passaram a ser o mote para as pessoas que chegavam, buscando reproduzir as vidas que deixaram para trás, e encontrando nestas bases motivos para superação e busca do sonhado progresso, prometido pela Colonizadora.

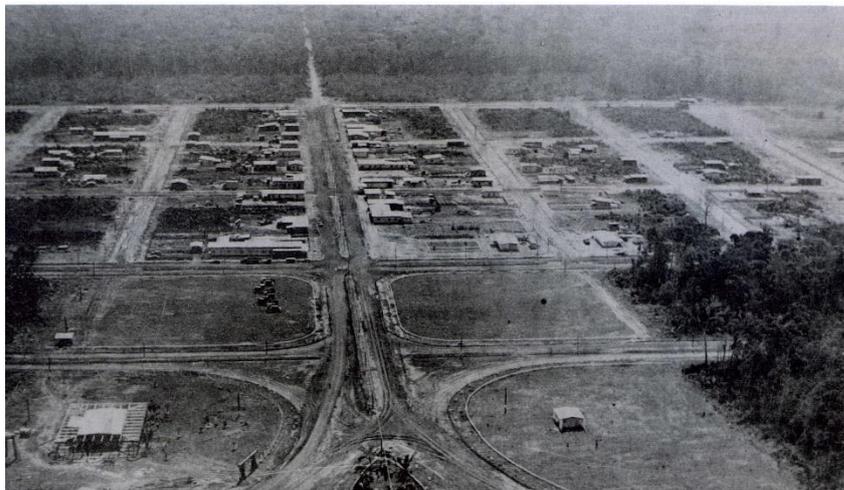


Figura 10 - Assentamento SINOP, Julho de 1973, às margens da BR-163.
Fonte: Acervo Fotográfico TenCelJaimeRibeiro.

Sinop na sua atualidade (Figura 11) está fortemente marcada por uma densa urbanização, considerada a 4ª maior cidade do Estado, continua com um crescimento populacional avançado. A cidade já ultrapassou os limites físicos do projeto urbanístico original. Muitos loteamentos foram surgindo a partir de terras rurais de propriedade de terceiros no entorno do perímetro urbano original, sem uma política de vetores de crescimento.



Figura 11 – Vista aérea de parte do perímetro urbano de SINOP, às margens da BR-163.
Fonte: Acervo Museu Histórico de Sinop

A cidade tem ainda um crescimento mais horizontalizado, com poucos investimentos na verticalização predial (Figura 12). O mercado imobiliário está investindo fortemente em loteamentos horizontais abertos e fechados, pois a cidade ainda possui terras que foram preservadas pela equipe colonizadora para essa ocupação futura.



Figura 12 - Vista aérea da região central da cidade de SINOP.
Fonte: Acervo Museu Histórico de Sinop

Observa-se essa horizontalidade também na comparação do centro da cidade (Figura 13) no início da colonização e nos dias atuais. Perceptivelmente a falta de edificações verticalizadas na região central da cidade, onde localiza-se o centro comercial e um dos maiores fluxos de automóveis e transeuntes.



Figura 13 – a) Avenida dos Mógns (1982) – b) Avenida Gov. Julio Campos (2017)
Fonte: Acervo Museu Histórico de Sinop e
<https://www.google.com.br/maps/place/Sinop,+MT/>, acessado em 2017.

Contando com avenidas largas e canteiros centrais amplos, a cidade passou por processos de melhorias e adaptações seguindo o crescimento populacional e aumento no fluxo de veículos automotores. A avenida dos Tarumãs utilizava os canteiros centrais como áreas permeáveis parcialmente gramadas e parcialmente com dutos abertos para escoamento de águas pluviais (Figura 14).



Figura 14 – Imagem aérea da avenida dos Tarumãs no ano de 2008.
Fonte: Acervo Museu Histórico de Sinop

Atualmente a avenida dos Tarumãs (Figura 15), sofreu uma intervenção urbanística onde os canteiros centrais foram transformados em vagas para estacionamento de veículos, pista de ciclismo e pista de caminhada para pedestres. O piso do estacionamento é constituído de revestimento parcialmente ecológico, onde existe uma estrutura de concreto para suportar o peso dos veículos, mas há uma porcentagem de espaços permeáveis, o que vem a ser um aliado para o meio ambiente, drenando as águas das chuvas e reduzindo a emissão de calor pela superfície. Observa-se pouca arborização inicial, embora em alguns espaços há plantio de vegetação em estágio de muda. A vegetação arbórea neste espaço é de bastante utilidade para que venha servir de sombreamento para os veículos, ciclistas e pedestres, contribuindo para o conforto térmico dos usuários, e proteção para seus veículos automotores, interferindo positivamente também no microclima local.



Figura 15 – Imagem aérea da avenida dos Tarumãs no ano de 2017.
Fonte: Acervo Museu Histórico de Sinop

Os projetos de intervenções urbanísticas das grandes avenidas da cidade de Sinop (Figuras 16 e 17) teve início no ano de 2014 e contavam com uma adaptação da mobilidade urbana, assim como arborização das vias públicas.



Figura 16 – Projeto das intervenções urbanísticas nas rotatórias
Fonte: Prefeitura Municipal de Sinop-MT.



Figura 17 – Projeto das intervenções urbanísticas nas grandes avenidas
Fonte: Prefeitura Municipal de Sinop-MT.

Segundo nota no site da prefeitura municipal da cidade de Sinop-MT, Serão plantadas 5.991 plantas entre árvores e espécies ornamentais na Avenida Tarumãs, no trecho que compreende a BR 163 e a Avenida Itaúbas. As espécies escolhidas são: Jasmim-Manga, Resedá-rosa, Espirradeira-vermelha, Pau-Ferro, Pau-Brasil, Pandanus, Dionela, Agave Atenuatta, Pata de Elefante, Bismarckia Nobilis, Moreia, Palmeira Fenix Robelini, Palmeira Cyca, Palmeira de Locuba. Nas extremidades de cada quadra serão plantadas Palmeiras Imperiais com 8 metros.

De acordo com o empresário José Rodrigo Stochera da empresa Stochera Floricultura e Jardins, responsável pelo projeto de paisagismo, serão utilizadas 289 Palmeiras Imperiais já com 5 metros de altura, distribuídas em três fileiras e plantadas a cada 15 metros na Avenida Itaúbas, entre a Flamboyants e Perimetral Sul. Sendo duas fileiras nas laterais do canteiro e uma no centro. Entre duas fileiras, serão plantados Oitis, formando uma linha sinuosa. No total, cerca de 600 Oitis serão plantados. A árvore foi escolhida devido ao sombreamento que produz e será fornecida pelo Viveiro Municipal Roque Canelli.

Aos poucos a recém-duplicada Avenida das Itaúbas está ganhando novos contornos com os serviços de revitalização, paisagismo e espaços dedicados às práticas esportivas. Uma equipe da secretaria de Trânsito está realizando toda a pintura de

sinalização da ciclovia e pista de caminhada que juntas somam 2.400 m² de vias específicas para os praticantes de esportes.

De forma positiva o fato da cidade possuir avenidas com canteiros centrais e calçadas amplas propicia a implantação de políticas em que torne a cidade cada vez mais arborizada. A cidade em sua maioria já possui uma arborização considerável, embora não exista um plantio com estudos prévios que venham a atingir um sombreamento contínuo nos passeios públicos. É perceptível uma variação de espécies vegetais em pequenos trajetos percorridos por pedestres, assim como podas indevidas (Figura 18).



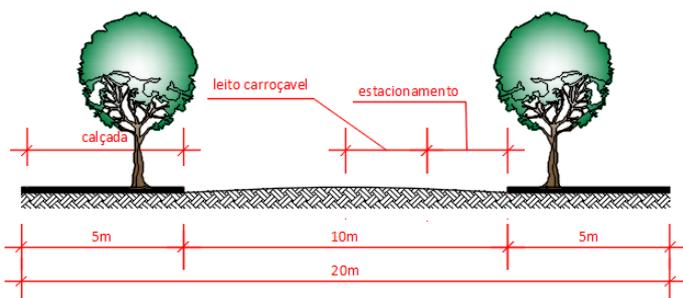
Figura 18 – Avenida dos Jacarandás atualmente.

Os passeios públicos (calçadas) dentro da Zona Urbana Consolidada mantem uma largura de no mínimo 5 metros, possibilitando a utilização de todos itens necessários para que pedestres, serviços públicos, vegetação e acesso ao interior dos lotes estejam em perfeita harmonia (Figura 19).

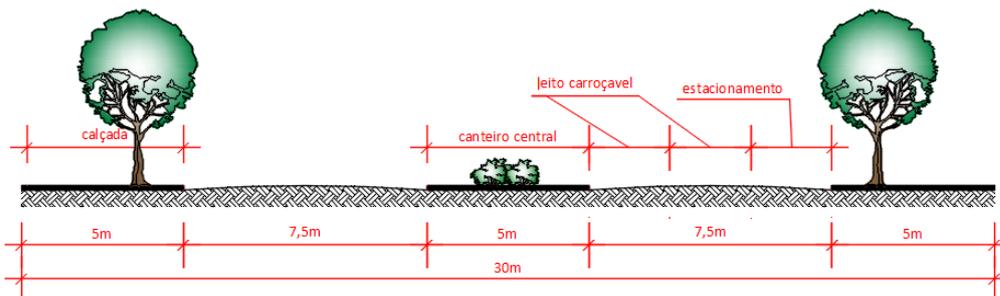


Figura 19 – Características das calçadas da cidade de Sinop-MT.

As dimensões utilizadas na malha urbana da ZUC, como: calçamentos, ruas e avenidas favorecem uma boa circulação de ar dentro da malha; espaços generosos para implantação de vegetações arbóreas e pisos vegetados; assim como propicia futuras intervenções urbanísticas conforme a população da cidade aumenta e necessita de novas realidades construtivas e mobilidade urbana diferenciadas. As ruas com menores dimensões possuem um total de 20 metros contando com as calçadas. As avenidas possuem de 30 a 50 metros de largura, também contemplando calçadas e canteiros centrais (Figura 20).

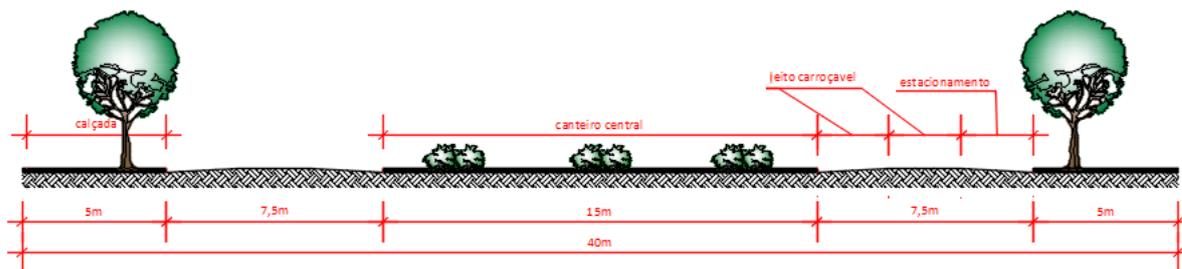


DEMAIS RUAS

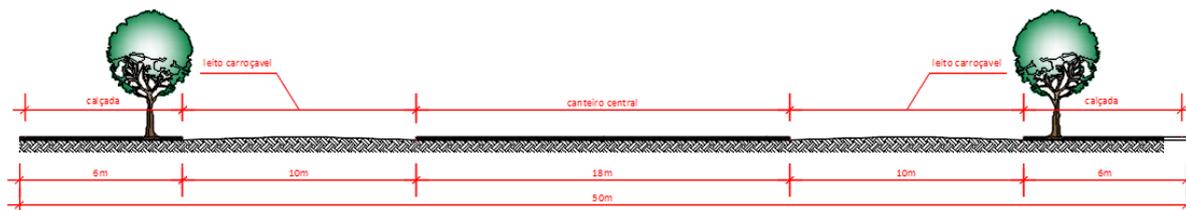


AVENIDA DAS SIBIPRUNAS
 AVENIDA DAS EMBAÚBAS
 AVENIDA DAS FIGUEIRAS
 AVENIDA DOS JACARANDÁS

Ativar o Wind
 Acesse Configuraç



PARTE DA AVENIDA GOVERNADOR JULIO CAMPOS
 AVENIDA DOM HENRIQUE FROELICH
 AVENIDA DOS JEQUITIBÁS
 AVENIDA DOS PINHEIROS
 AVENIDA DOS JATOBÁS
 AVENIDA DOS FLAMBOYANTS
 AVENIDA PERIMETRAL NORTE
 AVENIDA PERIMETRAL SUL



AVENIDA DOS TARUMÃS
 AVENIDA DAS PALMEIRAS
 AVENIDA DAS ITAÚBAS

Figura 20 – Perfil das ruas e avenidas da ZUC.

A cidade também conta com parques urbanos em meio a massa urbanizada. Parques densamente vegetados sendo preservados por margem de nascentes ou passagem de córregos. Tendo como o parque mais importante e de maior proporção da cidade o chamado Parque Florestal (Figura 21).



Figura 21 – Imagem aérea do parque florestal.
Fonte: Acervo Museu Histórico de Sinop

O Parque Florestal de Sinop foi idealizado e criado com o objetivo de proporcionar lazer a comunidade sinopense, preservando-se tanto quanto possível as áreas nativas e arborizando-as na mesma forma. A Reserva é dividida em três fragmentos, R-10, R-11 e R-12. A R-11, área de visitação pública, possui uma área de 43,56 hectares, com um lago de 30.000 metros quadrados e uma nascente dentro da própria reserva. A mata nativa permanece preservada, com várias espécies de animais silvestres.

Como área de conservação ambiental, o Parque Florestal é um grande referencial para o município por situar-se em área urbana central, representa um grande atrativo natural, gerando lazer à sociedade e aos turistas, movimentando a economia local. Com a aprovação da Lei Municipal n.º. 2067/2014, de 09 de dezembro de 2014, o Parque Florestal de Sinop agora passa a ser uma Unidade de Conservação Municipal, na categoria Parque Natural Municipal. A Lei transforma o Parque em Unidade de Conservação com o objetivo básico de preservar os ecossistemas naturais existentes, possibilitando a realização de pesquisas científicas e o desenvolvimento de atividades de educação ambiental e de turismo ecológico.

2.5 TESTES ESTATÍSTICOS

As pressuposições de aditividade, variância constante (homocedasticidade), normalidade e erros não correlacionados (independência) em modelos lineares têm vários objetivos, mas essencialmente visam facilitar a interpretação dos resultados, tornar as técnicas estatísticas mais simples e possibilitar testes de hipóteses. O não atendimento destas pressuposições pode afetar mais ou menos gravemente as conclusões tomadas com base nos modelos estabelecidos e nas técnicas de análise a eles associados (JOHNSON; WICHERN, 1998).

A análise estatística dos resultados obtidos em um determinado estudo é uma ferramenta importantíssima na validação desses dados. Segundo Callegarijaques (2003) apud Paula (2016), podem ser utilizados os testes paramétricos e não-paramétricos, sendo que nos testes paramétricos os valores das variáveis obtidas devem ter distribuição normal ou aproximação normal. E quando não se conhece bem a distribuição, usa-se os testes não-paramétricos.

2.5.1. Teste de Shapiro-Wilk (S-W)

O Teste de Shapiro-Wilk (S-W) é utilizado para verificar a normalidade dos dados. Segundo Lopes et al. (2013), quanto menor for o valor-p, menor é a consistência entre os dados e a hipótese nula, podendo admitir que o conjunto de dados tenha distribuição normal quando o valor de sig. ou o valor-p for maior que 0,05, não rejeitando H₀.

Segundo Baretta (2008), o primeiro passo para aplicação do teste de Shapiro-Wilk é a ordenação crescente dos dados amostrais. Assim, denotamos x_1 o menor e x_n o maior valor observado. O próximo passo é o cálculo do valor da constante b , determinada da seguinte forma:

$$b = \sum_{i=1}^{n/2} a_{n-i+1} \cdot (x_{n-i+1} - x_i) \quad (1)$$

Quanto maior o valor observado da estatística (W_o), maior são as evidências de que os dados são normais, assim, caso o valor de W_o seja maior do que o valor crítico W_c , aceita-se H_0 , ou seja, aceita-se que a amostra provém de uma população com distribuição normal.

2.5.2. Teste de Levene

Segundo Levine (2008), um dos procedimentos com alta eficácia estatística é o teste de Levene. Para testar a homogeneidade da variância, utilize as seguintes hipóteses:

$$\begin{aligned} H_0 : & \quad \sigma_1^2 = \sigma_2^2 = \dots = \sigma_c^2 \\ H_1 : & \quad \text{Nem todas as variâncias são iguais} \end{aligned} \quad (2)$$

O primeiro passo para aplicar o teste de Levene é obter a mediana de cada grupo. Em seguida, calcula-se o valor absoluto da diferença entre cada valor amostral e a mediana do grupo à qual ele pertence. Sobre os resultados obtidos aplica-se a análise de variância. Caso o p-valor deste teste for maior do que o nível de significância, aceita-se H_0 , ou seja, conclui-se que as variâncias são iguais em todos os grupos.

3. MATERIAL E MÉTODOS

3.1. CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO

Localizada na macrorregião Médio-Norte do Estado Mato Grosso, a cidade de Sinop está distante aproximadamente 500 km da capital, por acessos via solo. Tendo como localização geográfica 11°50'53" de latitude sul e 55°38'57" de longitude oeste de Greenwich, altitude de aproximadamente 384m em planície. A cidade possui seu relevo pertencente ao Planalto dos Parecis, e seu bioma pertencente a Floresta Amazônica, contendo 3.942,229 km² em sua unidade territorial (IBGE, 2016) e uma população com cerca de 113.099 habitantes (IBGE, 2010), estimando que no ano de 2017 possua 135.874 habitantes (Figura 22).

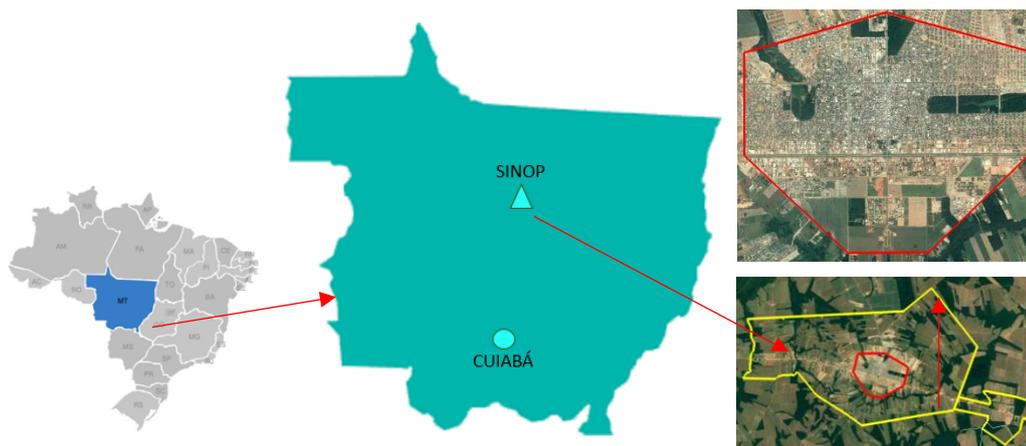


Figura 22 – localização da região do estudo

A área estudada é caracterizada por Zona Urbana Consolidada – ZUC, segundo plano diretor participativo (Figura 23). Zona esta que, foi previamente elaborada pela equipe colonizadora antes de sua implantação em meados da década de 70.

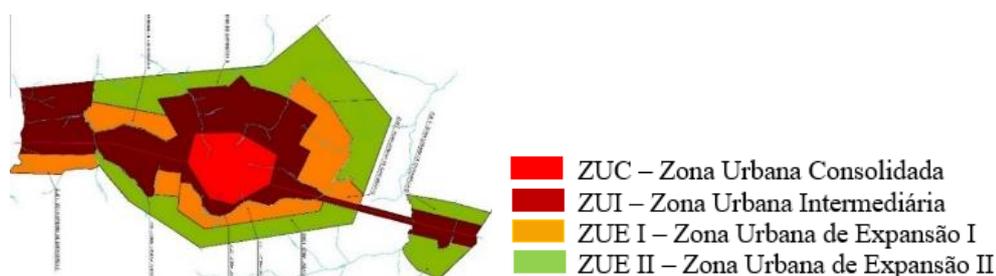


Figura 23 – Mapa de Microzoneamento da Macrozona Urbana.
Fonte: Plano Diretor Participativo de Sinop-MT,2006.

A Zona Urbana Consolidada – ZUC, apresenta uma predominante malha urbana reticulada (planeada) ortogonal regular, exceto em algumas extremidades (Figura 24). Contando com ruas e avenidas que cortam toda a zona, com larguras consideráveis, pois possuem além do leito carroçável áreas de estacionamento de ambos os lados. As vias são 100% pavimentadas, e possuem calçadas entre 5 a 6 metros de largura, sendo de 6 metros nas grandes avenidas e 5 metros nas demais ruas e avenidas. A arborização de calçadas é bastante irregular, sendo mais densas em algumas regiões e desérticas em outras.

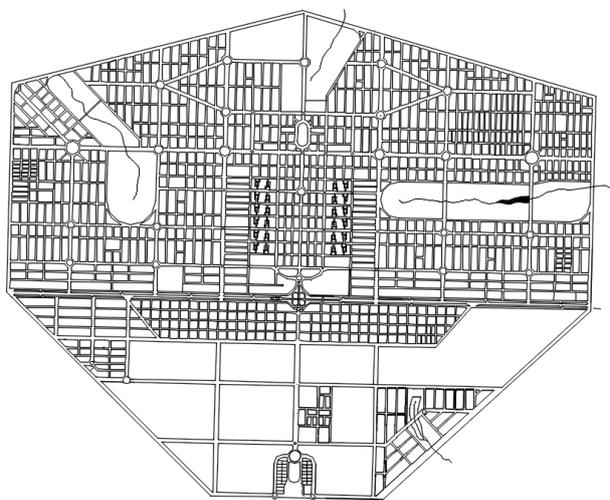


Figura 24 - Croqui – Zona Urbana Consolidada – Sinop - MT.
Fonte: Prefeitura Municipal de Sinop - PRODEURBS

As áreas estudadas (Figura 25), contam com coleta de dados climáticos através de transecto móvel em 2 eixos viários centrais, que cortam perpendicularmente e transversalmente a ZUC, contemplando toda a avenida Dom Henrique Froehlich, consecutivamente avenida Governador Julio Campos, avenida Alexandre Ferronato e posteriormente de forma perpendicular toda a avenida das Sibipirunas. A pesquisa também conta com coleta de dados climáticos através de uma estação micrometeorológica comercial fixa instalada na região central da cidade, caracterizada como Setor Comercial.

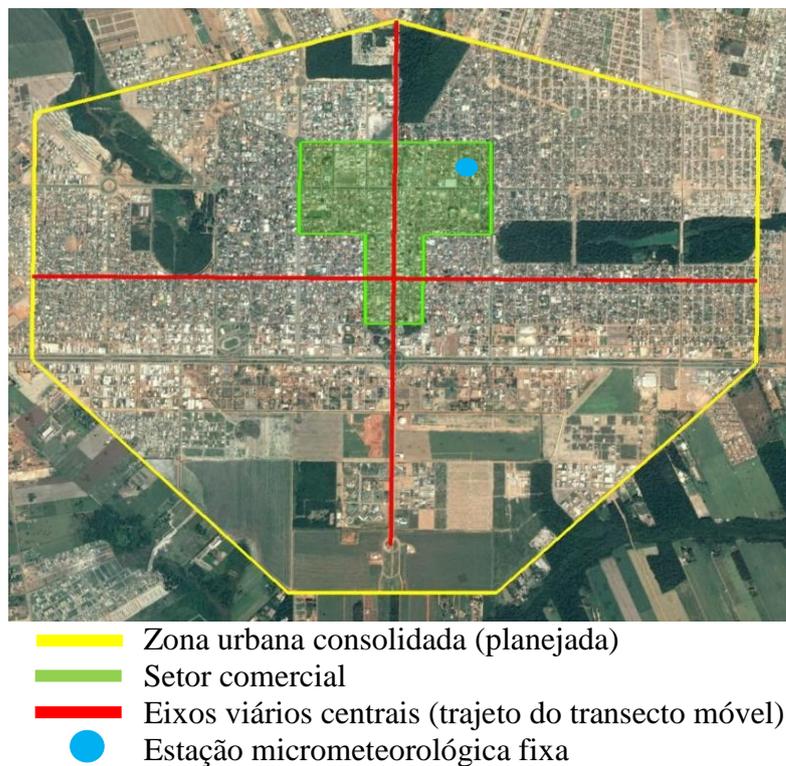


Figura 25 - Imagem satélite da área da ZUC.

Fonte: Google Earth, Imagem Landsat / Copernicus. Acessado em 2017.

3.2. INSTRUMENTAÇÃO

O transecto móvel foi por meio de um veículo automotivo adaptado por um sensor termohigrômetro (DHT22) no seu lado externo, conforme figura 5, protegido por um abrigo desenvolvido pela pesquisadora Dr^a Marta Cristina de Jesus Albuquerque Nogueira, abrigo este construído em canos de material PVC. Esse aparelho tem consumo de corrente (2,5 mA durante medições, e 100-150 μ A em standby), e que possui internamente um sensor de umidade capacitivo e um termistor, além de um conversor analógico/digital para comunicação com o microcontrolador. Na parte interna do automóvel possui um computador portátil (notebook) conectado a um microcontrolador também portátil produzido pelo pesquisador e professor Dr. Geraldo Aparecido Rodrigues Neves, que desempenha o trabalho de receber e processar os dados advindos do sensor externo, sendo ativado quando em contato com sinais de satélite (Figura 26).



Figura 26 - Adaptação do sensor para transecto móvel.

Para melhor validação dos dados científicos, a pesquisa conta também a coleta de dados através de uma estação micrometeorológica comercial (DAVIS Vantage Pro2 sem fio), conforme figura 26, instalada em um ponto fixo dentro da ZUC, para coletar variáveis climáticas de temperatura e umidade do ar, velocidade e direção dos ventos, e índice pluviométrico, durante um período de 1 ano.

A umidade e temperatura do ar foram medidas por um termo-higroanemômetro (mod. 6382, Davis Instruments, USA) (Figura 27), operando em intervalo de temperatura do ar -40°C a $+65^{\circ}\text{C}$, e com acurácia de $\pm 0,4^{\circ}\text{C}$ quando operado em um intervalo de $+15^{\circ}\text{C}$ a $+40^{\circ}\text{C}$. O sensor de umidade do ar opera em intervalo de 1% a 100% com acurácia de $\pm 3\%$ (0% a 90% UR), $\pm 4\%$ (90% a 100% UR).



Figura 27 – Estação Micrometeorológica Fixa
Fonte: <https://www.davisnet.com>

3.3. CALIBRAÇÃO DOS SENSORES

A calibração dos sensores da estação micrometeorológica fixa comercial (pesquisa) e o sensor do transecto móvel (pesquisa) foi realizada colocando ambos ao lado de uma estação micrometeorológica fixa comercial (referência) durante 2 (dois) dias nas mesmas condições espaciais.

Após período de medidas comparativas, foi realizada a calibração dos sensores através de regressão linear simples (equação 1), obtendo-se os coeficientes angulares e lineares da reta e o coeficiente de determinação da reta. Sendo os mesmos submetidos ao procedimento estatístico usando o programa de estatística do Excel.

$$Y = a + b \cdot X \quad (3)$$

Em que Y é o valor obtido pelo termo-higrômetro calibrado e X é o valor obtido pelo termo-higrômetro de referência. O nível de validação foi verificado pelos seguintes indicadores estatísticos: Erro em percentagem (%), Erro Médio Absoluto (EMA), Raiz do Erro Quadrático Médio (REQM) e o Índice de Concordância (d). O Erro em Percentagem (equação 2) é a representação percentual do erro relativo e permite a comparação de uma estimativa com um valor exato

$$\text{Erro} = \frac{P_i - O_i}{O_i} \times 100 \quad (4)$$

Em que P_i é o valor obtido pelo termohigrômetro calibrado, O_i o valor obtido pelo termohigrômetro de referência. O EMA (equação 3) indica o afastamento médio absoluto dos valores obtidos pelo termohigrômetro calibrado em relação aos valores obtidos pelo termohigrômetro de referência.

$$\text{EMA} = \sum \frac{|P_i - O_i|}{N} \quad (5)$$

Em que N indica o número de medições realizadas. Já o REQM (equação 4) indica o quanto as medidas do termohigrômetro calibrado apresentam erros ao estimar a variabilidade das medidas em torno da média.

$$\text{REQM} = \sqrt{\frac{\sum(P_i - O_i)^2}{N}} \quad (6)$$

Para determinar a exatidão que está relacionada ao afastamento dos valores obtidos pelo termo-higrômetro calibrado e o termo-higrômetro de referência, foi determinado o Índice de Concordância “d” (equação 5). Seus valores variam de 0 (zero), com nenhuma concordância, a 1 (um), com concordância perfeita.

$$d = 1 - [\sum(P_i - O_i)^2 / \sum (|P_i - O| + |O_i - O|)^2] \quad (7)$$

Em que O é a média dos valores obtidos pelo termo-higrômetro de referência. As medidas de temperatura e umidade relativa do termo-higrômetro calibrado foram bem próximas as medidas do termo-higrômetro de referência. A Figura 3 representa os modelos ajustados por regressão linear. O coeficiente angular se aproxima de 1, o coeficiente de determinação (R²) explica 99,9% dos dados observados e o índice de concordância perfeito. Na Tabela 01, são apresentados os modelos ajustados por regressão linear. Onde T₁, UR₁ corresponde a calibração da estação fixa e T₂ UR₂ corresponde a calibração do sensor do transecto móvel.

Tabela 01 - Coeficiente linear (a) e angular (b) da regressão entre a temperatura (T) e umidade relativa do ar (UR) medidas pelo sensor de referência e pelos calibrados, coeficiente de correlação (R), Índice de concordância (d), erro médio absoluto (EMA) e raiz do erro médio quadrático (REQM).

Variáveis	T ₁	UR ₁	T ₂	UR ₂
a	0,161	1,538	0,152	1,436
b	0,991	0,960	0,982	0,953
R	0,999	0,999	0,999	0,999
d	1,000	1,000	1,000	1,000
EMA	0,103	0,718	0,114	0,743
REQM	0,128	0,949	0,128	0,921

A correlação foi positiva indicando que o sensor foi calibrado corretamente. Os resultados indicam uma ótima concordância entre os valores obtidos tanto para temperatura como para a umidade relativa do ar dos sensores calibrados com o sensor de referência. Os valores máximos dos erros em porcentagem obtidos foram de 1,56% para temperatura e 2% para umidade relativa do ar. Os valores mínimos foram de 1,90% e 5,78%.

3.4. ANÁLISES ESTATÍSTICAS PARA VALIDAÇÃO DOS DADOS COLETADOS

Foi utilizado para validação dos dados coletados através do transecto móvel, a referência de dados obtidos pela estação micrometeorológica comercial fixa, instalada pelo autor em região estratégica, levando em consideração a proximidade do trajeto percorrido, a proximidade de perfil da estrutura urbana, não tendo interferência de obstáculos naturais (arborização) e nem artificiais (prédios).

Para verificar a normalidade dos dados foi utilizado o teste de Shapiro-Wilk (S-W), com o tratamento dos dados realizado através do software Past 3.18 (Paleontological Statistics) onde obteve-se os resultados abaixo (Tabela 02).

Tabela 02 – Teste de normalidade (Shapiro-Wilk) para as variáveis climáticas pesquisadas. T₁ e UR₁(temperatura e umidade relativa do ar do transecto móvel). T₂ e UR₂ (temperatura e umidade relativa do ar da estação micrometeorológica fixa).

Teste de normalidade	T ₁	UR ₁	T ₂	UR ₂
Shapiro-Wilk W	0,9131	0,9062	0,9131	0,9062
p(normal)	0,1127	0,2768	0,1127	0,2768

Os resultados mostram que os valores de “p” são maiores que o valor do nível de significância (0,05), isso caracteriza que os dados coletados seguem uma distribuição normal.

A validação foi feita através do teste de Levene (Tabela 1), analisando os dados obtidos pelo transecto móvel e os dados obtidos através da estação comercial fixa instalada pelo autor.

Tabela 03 – Validação do dados do transecto móvel e estação comercial fixa.

		Estatística de Levene	df1	df2	Sig.
Temperatura (°C)	Média	,044	1	21	,82
	Mediana	,022	1	21	,87
	Mediana e com df ajustado	,022	1	21,96	,87
	Média aparada	,041	1	21	,83
Umidade relativa do ar (%)	Média	1,93	1	21	,15
	Mediana	,023	1	21	,61
	Mediana e com df ajustado	,023	1	17,82	,61
	Média aparada	1,76	1	22	,17

Para validação, foram utilizados dados de temperatura do ar e umidade relativa do ar, no qual foi obtido o valor de sig.>0,05, que segundo o resultado do teste pode se considerar que os dados são homogêneos e que não há diferença significativa entre os grupos de dados.

3.6.MEDIÇÃO DAS VARIÁVEIS CLIMÁTICAS

Conforme estudos realizados, foram estabelecidos como dias ideais para medições das variáveis climáticas, dias com céu claro e ventos fracos (OKE, 1982), para que essas intempéries não venham a prejudicar a forma de coleta e também não fornecer dados extremados.

A OMM (Organização Meteorológica Mundial) preconiza que as observações meteorológicas sejam realizadas em pelo menos três dos seguintes horários: 6:00, 12:00, 18:00 e 24:00 horas do “Tempo Médio de Greenwich” (TMG) ou (UTC) do termo em inglês “Coordinated Universal Time”, podendo descartar um horário conforme a conveniência local. Normalmente o horário descartado está entre 24:00 e 6:00 horas do horário civil local.

Tendo como escolha para coleta das variáveis climáticas o horário de 20:00 horas, seguindo o mesmo período e método utilizado por Santos (2012), horário em que as temperaturas do ar não experimentam mudanças repentinas pela ausência da radiação solar, uma vez que existe uma diferença de tempo considerável entre a primeira e a última medida.

3.6.1. Estação Micrometeorológica comercial fixa

Segundo o INMET – Instituto Nacional de Meteorologia, os instrumentos meteorológicos são equipamentos utilizados para adquirir dados meteorológicos (termômetro/temperatura do ar, pressão atmosférica/barômetro, higrômetro/umidade relativa do ar etc). A reunião desses instrumentos em um mesmo local, é denominada estação meteorológica.

A estação micrometeorológica comercial foi instalada em um local estratégico, dentro do Setor Comercial da cidade. Setor este que se encontra nas áreas centrais da Zona Urbana Consolidada (Figura 28).



Figura 28 – Setorização da estação micrometeorológica fixa
Fonte: Google Earth, Imagem Landsat / Copernicus. Acessado em 2017.

A instalação foi feita com uma haste metálica galvanizada, fixada em uma parede de alvenaria, a uma altura de 4,00m do chão (Figura 29). O local foi escolhido por não sofrer interferência de sombreamento do entorno, por receber radiação durante todo o tempo de exposição solar, e distante de vegetações altas para evitar entupimento do coletor de águas pluviais.



Figura 29 – Estação micrometeorológica fixa “in loco” .

A estação micrometeorológica comercial fixa, coletou dados microclimáticos durante a maior parte do ano de 2017 (Tabela 05). Dados esses baixados de 15 em 15 dias pelo software WeatherLink 6.0.3, e armazenados em um computador (desktop) destinado para a pesquisa. Dos diversos sensores que a estação possuía, foram utilizados apenas os dados de temperatura do ar e umidade relativa do ar.

Tabela 04 – Períodos de coleta de dados microclimáticos da estação fixa.

Início	Final
Fevereiro / 2017*	Dezembro / 2017*

*Coletas ininterruptas (24 horas).

3.6.2. Transecto móvel

A coleta de dados através de transecto móvel, surgiu da necessidade de diminuir custos na obtenção dos dados climatológicos, tendo em vista que, o método do transecto móvel consiste em um percurso previamente estabelecido, registrando as medições em pontos com distâncias pré-determinadas (PAULA, 2016).

A escolha dos pontos de coletas se deu de forma que abrangesse representativamente toda Zona Urbana Consolidada - ZUC, contemplando áreas residenciais, comerciais, próximo a construções verticalizadas, áreas com pouco fluxo de veículos, áreas com bastante fluxo de veículos, áreas mais arborizadas e menos arborizadas, e áreas que estivessem próximos a parques urbanos com maciços de vegetação.

Para a coleta de dados das variáveis climáticas através de transecto móvel, foi estabelecida uma logística de datas dentro das possibilidades de deslocamento até o local da pesquisa, de forma que abrangesse todos períodos do ano, atendendo o objetivo da mesma. As condições microclimáticas urbanas da cidade de Sinop-MT são a seguir avaliadas por meio dos gráficos temporo-espaciais de temperatura do ar e umidade relativa do ar.

Foram coletados dados nos períodos quente seco, período de transição e no período quente úmido (Tabela 04). Dentro de cada mês, foram coletados dados durante 5 dias por etapas, dando início a coleta as 20h e finalizando as 21h, retornando ao ponto de partida P1, sendo esse percurso percorrido em um total de 1 (*uma*) hora, parando o veículo automotor durante 2 (*dois*) minutos em cada ponto.

Tabela 05 – Períodos de coleta de dados microclimáticos do transecto móvel.

Período quente úmido	Período de transição	Período quente seco
Fevereiro / 2017*	Junho / 2017*	Agosto / 2017*
Abril / 2017*	Julho / 2017*	Setembro / 2017*
Novembro / 2017*		Outubro / 2017*
Dezembro / 2017*		

*5 dias consecutivos.

No transecto móvel foram coletados dados de temperatura do ar e umidade relativa do ar em 17 (*dezesete*) pontos estratégicos nos eixos viários centrais da ZUC (Figura 30).

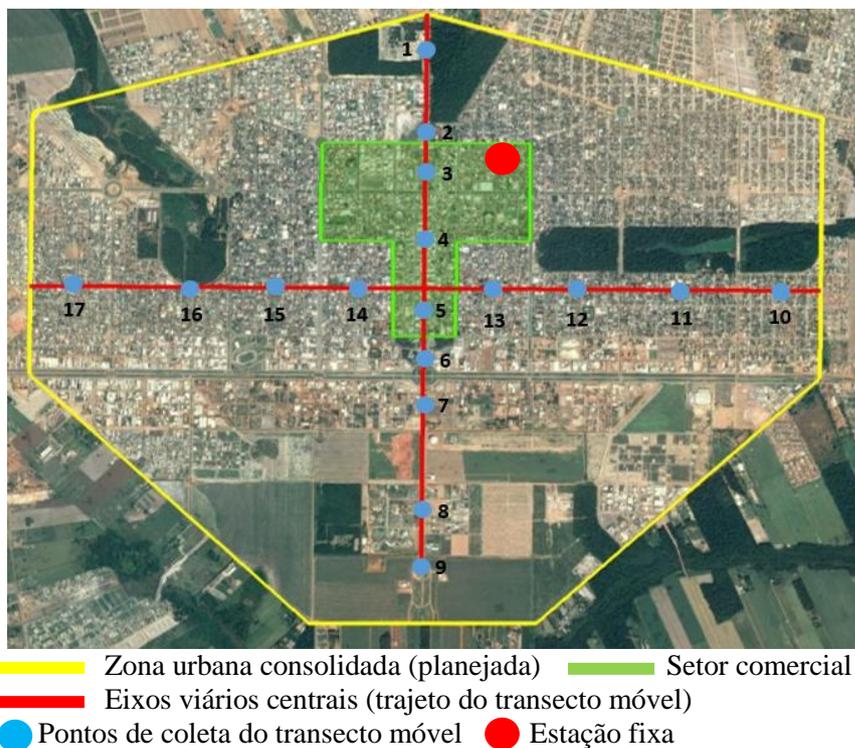


Figura 30 – Pontos do transecto móvel

Fonte: Google Earth, Imagem Landsat / Copernicus. Acessado em 2017.

3.6.3. Caracterização espacial dos pontos do transecto móvel

Para melhor entendimento das áreas de estudos e seus confrontantes, serão apresentadas uma imagem panorâmica e uma imagem satélite de cada ponto de parada do veículo automotor para coleta das variáveis climáticas pesquisadas (Figura 30 a Figura 63). Embora a coleta de dados tenha sido em período noturno (20 horas), as imagens foram extraídas durante período diurno para que possamos visualizar todas características das áreas e seu entorno.

Ponto 1 – localizado na avenida Dom Henrique Froehlich, em frente ao cemitério municipal e em frente a reserva R-7 do córrego Marlene.



Figura 31 - Imagem panorâmica do ponto 1

Fonte: <https://www.google.com.br/maps/place/Sinop,+MT/>, acessado em 2017.



Confrontantes do ponto 1:

- Reserva florestal;
- Cemitério municipal.

Figura 32 - Imagem satélite do ponto 1

Fonte: Fonte: Google Earth, Imagem Landsat / Copernicus. Acessado em 2017.

Ponto 2 - localizado na avenida Dom Henrique Froehlich, na lateral da Universidade do Estado de Mato Grosso – UNEMAT.



Figura 33 - Imagem panorâmica do ponto 2

Fonte: Fonte: <https://www.google.com.br/maps/place/Sinop,+MT/>, acessado em 2017.



Confrontantes do ponto 2:

- Reserva florestal;
- Área não edificada;
- UNEMAT – Universidade do Estado de Mato Grosso.

Figura 34 - Imagem satélite do ponto 2

Fonte: Google Earth, Imagem Landsat / Copernicus. Acessado em 2017.

Ponto 5 – localizado na avenida Gov. Julio Campos, próximo à rua das Primaveras.



Figura 39 - Imagem panorâmica do ponto 5

Fonte: Fonte: <https://www.google.com.br/maps/place/Sinop,+MT/>, acessado em 2017.



Confrontantes do ponto 5:

- Área comercial.

Figura 40 - Imagem satélite do ponto 5

Fonte: Google Earth, Imagem Landsat / Copernicus. Acessado em 2017.

Ponto 6 – localizado na avenida Gov. Julio Campos, ao lado da praça da bíblia.



Figura 41 - Imagem panorâmica do ponto 6

Fonte: Fonte: <https://www.google.com.br/maps/place/Sinop,+MT/>, acessado em 2017.



Confrontantes do ponto 6:

- Área comercial;
- Praça da Bíblia.

Figura 42 - Imagem satélite do ponto 6

Fonte: Google Earth, Imagem Landsat / Copernicus. Acessado em 2017.

Ponto 7 – localizado na avenida Alexandre Ferronato, próximo a BR-163.



Figura 43 - Imagem panorâmica do ponto 7

Fonte: Fonte: <https://www.google.com.br/maps/place/Sinop,+MT/>, acessado em 2017.



Confrontantes do ponto 7:

- Área não edificada;
- Área comercial.

Figura 44 - Imagem satélite do ponto 7

Fonte: Google Earth, Imagem Landsat / Copernicus. Acessado em 2017.

Ponto 8 – localizado na avenida Alexandre Ferronato, em frente ao hospital veterinário da Universidade Federal de Mato Grosso – UFMT.



Figura 45 - Imagem panorâmica do ponto 8

Fonte: Fonte: <https://www.google.com.br/maps/place/Sinop,+MT/>, acessado em 2017.



Confrontantes do ponto 8:

- Áreas não edificadas.

Figura 46 - Imagem satélite do ponto 8

Fonte: Google Earth, Imagem Landsat / Copernicus. Acessado em 2017.

Ponto 9 – localizado na avenida Alexandre Ferronato, em frente à entrada principal da Universidade Federal de Mato Grosso – UFMT.



Figura 47 - Imagem panorâmica do ponto 9

Fonte: Fonte: <https://www.google.com.br/maps/place/Sinop,+MT/>, acessado em 2017.



Confrontantes do ponto 9:

- Área residencial pouco edificada;
- Universidade do Estado de Mato Grosso – UFMT.

Figura 48 - Imagem satélite do ponto 9

Fonte: Google Earth, Imagem Landsat / Copernicus. Acessado em 2017.

Ponto 10 – localizado na avenida das Sibipirunas, no bairro Parque das Araras, entre a rua dos ciprestes e rua dos babaçus.



Figura 49 - Imagem panorâmica do ponto 10

Fonte: Fonte: <https://www.google.com.br/maps/place/Sinop,+MT/>, acessado em 2017.



Confrontantes do ponto 10:

- Área residencial;
- Próximo a Reserva florestal.

Figura 50 - Imagem satélite do ponto 10

Fonte: Google Earth, Imagem Landsat / Copernicus. Acessado em 2017.

Ponto 11- localizado na av. das Sibipirunas, no bairro Jardim Primavera, entre a rua das Salivas e a rua dos Agapantos, em frente à Escola Municipal Sadao Watanabe.



Figura 51 - Imagem panorâmica do ponto 11

Fonte: Fonte: <https://www.google.com.br/maps/place/Sinop,+MT/>, acessado em 2017.



Confrontantes do ponto 11:

- Escola Municipal Sadao Watanabe;
- Área residencial;
- Próximo a Reserva florestal.

Figura 52 - Imagem satélite do ponto 11

Fonte: Google Earth, Imagem Landsat / Copernicus. Acessado em 2017.

Ponto 12 – localizado na avenida das Sibipirunas, no bairro Jardim Primavera, entre a rua das Bilbérrias e rua dos Caládios.



Figura 53 - Imagem panorâmica do ponto 12

Fonte: Fonte: <https://www.google.com.br/maps/place/Sinop,+MT/>, acessado em 2017.



Confrontantes do ponto 12:

- Área residencial;
- Próximo a Reserva florestal.

Figura 54 - Imagem satélite do ponto 12

Fonte: Google Earth, Imagem Landsat / Copernicus. Acessado em 2017.

Ponto 13 – localizado na avenida das Sibipirunas, no Setor Residencial Norte, entre a rua dos Cajueiros e a avenida das Figueiras.



Figura 55 - Imagem panorâmica do ponto 13

Fonte: Fonte: <https://www.google.com.br/maps/place/Sinop,+MT/>, acessado em 2017.



Confrontantes do ponto 13:

- Região mista, com maior predominância de comércio do que residências.

Figura 56 - Imagem satélite do ponto 13

Fonte: Google Earth, Imagem Landsat / Copernicus. Acessado em 2017.

Ponto 14 – localizado na avenida das Sibipirunas, no Setor Residencial Sul, entre a avenida das Embaúbas e a rua das Caviúnas.



Figura 57 - Imagem panorâmica do ponto 14

Fonte: Fonte: <https://www.google.com.br/maps/place/Sinop,+MT/>, acessado em 2017.



Confrontantes do ponto 14:

- Área comercial.

Figura 58 - Imagem satélite do ponto 14

Fonte: Google Earth, Imagem Landsat / Copernicus. Acessado em 2017.

Ponto 15 - localizado na avenida das Sibipirunas, no bairro Jardim Botânico, entre a rua das Seringueiras e rua dos Cedros.



Figura 59 - Imagem panorâmica do ponto 15

Fonte: Fonte: <https://www.google.com.br/maps/place/Sinop,+MT/>, acessado em 2017.



Confrontantes do ponto 15:

- Área residencial.

Figura 60 - Imagem satélite do ponto 15

Fonte: Google Earth, Imagem Landsat / Copernicus. Acessado em 2017.

Ponto 16 – localizada na avenida das Sibipirunas, no bairro Jardim Jacarandás, entre a rua das Pitombeiras e rua dos Baluís.



Figura 61 - Imagem panorâmica do ponto 16

Fonte: Fonte: <https://www.google.com.br/maps/place/Sinop,+MT/>, acessado em 2017.



Confrontantes do ponto 16:

- Reserva florestal;
- Área residencial.

Figura 62 - Imagem satélite do ponto 16

Fonte: Google Earth, Imagem Landsat / Copernicus. Acessado em 2017.

Ponto 17 – localizada na avenida das Sibipirunas, no bairro Jardim Jacarandás, entre a rua das Ameixeiras e rua das Jaqueiras.



Figura 63 - Imagem panorâmica do ponto 17

Fonte: Fonte: <https://www.google.com.br/maps/place/Sinop,+MT/>, acessado em 2017.



Confrontantes do ponto 17:

- Área residencial.

Figura 64 - Imagem satélite do ponto 17

Fonte: Google Earth, Imagem Landsat / Copernicus. Acessado em 2017.

4. RESULTADOS E DISCUSSÕES

4.1. DADOS DA ESTAÇÃO MICROMETEOROLÓGICA COMERCIAL FIXA

A Figura 65, apresenta uma plotagem Matrix feita pelo software Past 3.18 (Paleontological Statistics), onde mostra a variação da média de temperatura do ar, coletada pela estação micrometeorológica comercial fixa nos 3 períodos, sendo período quente úmido (K), período de transição (L), e período quente seco (M), facilitando uma análise comportamental das variáveis climáticas.

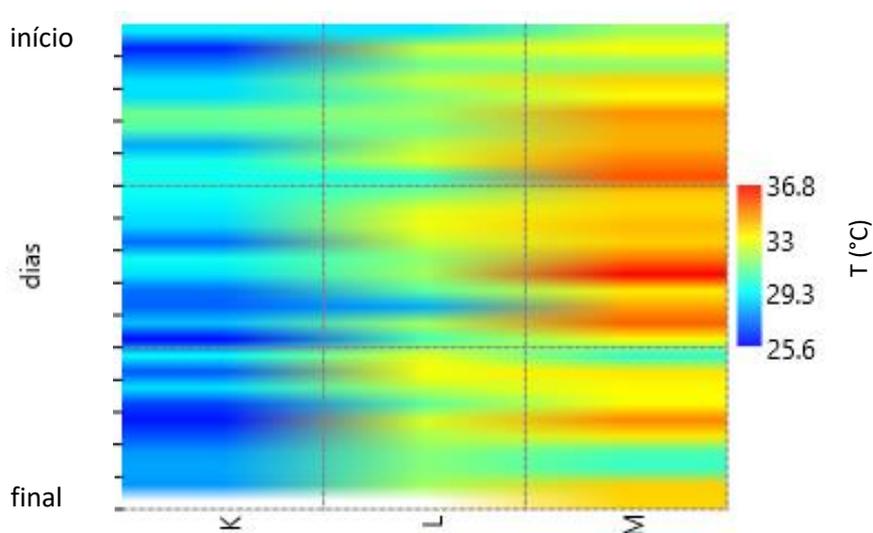


Figura 65 – Variação da média de temperatura do ar nos 3 períodos coletados pela estação fixa.

Nota-se temperaturas mais amenas no período onde os registros de precipitações são mais constantes, pois a umidade do ar no período noturno com a ausência de radiação solar, propicia uma diminuição de temperatura das partículas suspensas na atmosfera. Quando no período quente seco é notável os registros mais altos de temperatura do ar, períodos este em que os registros de precipitações são muito raros, o que mantém a umidade relativa do ar baixa.

O período quente úmido obteve poucos registros de altas na variável climática temperatura do ar, com pouca predominância de temperaturas acima de 30°C.

Os registros de dias consecutivos com as mais altas temperaturas do ar, se deram em meado do período quente seco, período este que foi iniciado com temperaturas mais amenas e fechando o período com temperaturas na casa dos 30 °C.

O período de transição teve um comportamento de predominância de altas temperaturas, com poucos registros de temperaturas mais amenas. Isso se dá devido a um momento de início do período de estiagem, com poucos registros de precipitações.

O comportamento da variável de temperatura do ar (Tabela 06) registra mínimo de 25,5 °C no período quente úmido e um máximo de 36,7°C no período quente seco. A temperatura do ar mínima do período quente seco, chega a se aproximar da temperatura do ar máxima do período quente úmido, mostrando a importância da umidade relativa do ar elevada, principalmente no período noturno.

Tabela 06 – Resumo estatístico da variável microclimáticas temperatura do ar relativos às coletas dos períodos 3 períodos no ano de 2017.

	Períodos		
	Quente úmido	Transição	Quente seco
Min	25.55 °C	28.05 °C	29.83 °C
Max	30.95 °C	32.95 °C	36.77 °C
Std. error	0.2576722	0.2100569	0.289105
Variance	1.925454	1.279594	2.507451
Stand. dev	1.387607	1.131191	1.583493
Median	28.43 °C	31.65 °C	33.65 °C
Coeff. var	4.92499	3.596004	4.727975

A Figura 66, apresenta uma plotagem Matrix, onde mostra a variação da umidade relativa do ar, coletada pela estação micrometeorológica comercial fixa nos 3 períodos, sendo período quente úmido (A), período de transição (B), e período quente seco (C), facilitando uma análise comportamental das variáveis climáticas.

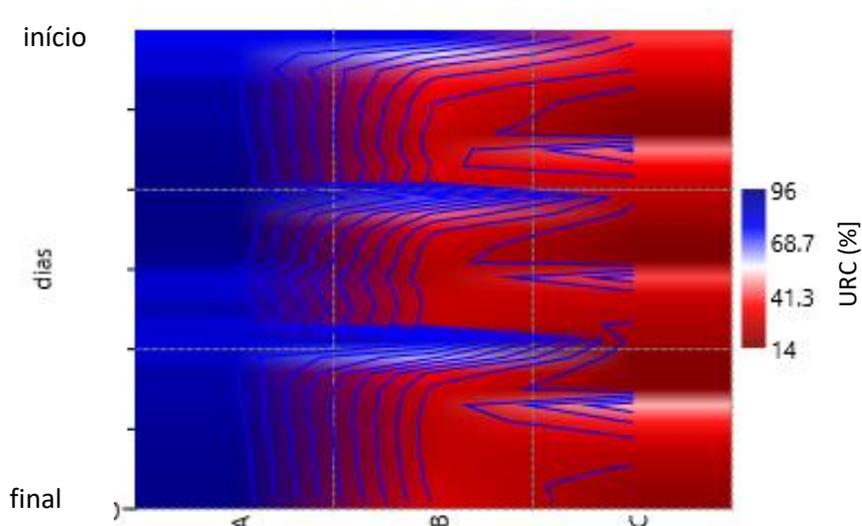


Figura 66 – Variação da umidade relativa do ar, nos 3 períodos coletados pela estação fixa.

O registro de altos valores de umidade relativa do ar foi predominante no período quente úmido, com valores superiores a 60%. O período quente seco mostrou um comportamento cíclico, onde além da predominância de umidade relativa do ar baixa, houve um comportamento em que a variável começa com um nível de umidade mais elevado para o período, e foi decaindo até chegar em valores extremos e preocupante para saúde humana, retornando a valores mais elevados em seguida e assim sucessivamente. O período de transição foi marcado por poucos momentos de alta umidade relativa do ar, tendo como predominâncias registro de baixos valores de umidade do ar. Essa plotagem identifica fortemente as predominâncias dos 3 períodos que caracteriza as estações do ano nessa região.

Abaixo (Tabela 07) seguem registros numéricos de um resumo estatístico da variável microclimática de umidade relativa do ar. O comportamento dessa variável, registra mínimo de 14% no período quente seco e máximo de 96% no período quente úmido. Tivemos no ano de 2017 no período quente seco registros de umidade do ar abaixo dos padrões recomendados pela OMS – Organização Mundial de Saúde, que estabelece que índices de umidade relativa do ar adequados para a saúde humana, devem ser superiores a 60%.

Tabela 07 - Resumo estatístico da variável microclimáticas umidade do ar relativos às coletas dos períodos 3 períodos no ano de 2017.

	Períodos		
	Quente úmido	Transição	Quente seco
Min	78%	22%	14%
Max	96%	83%	49%
Std. error	0.9537384	3.118631	1.796762
Variance	27.28851	291.7759	96.85057
Stand. dev	5.22384	17.08145	9.841269
Median	91.5%	26.5%	21.5%
Coeff. var	5.789258	49.51144	40.44357

4.2.DADOS DO TRANSECTO MÓVEL

A Figura 67, apresenta uma plotagem Boxplot feita pelo software Past 3.18 (Paleontological Statistics), onde mostra a variação da média de temperatura do ar, coletada pelo transecto móvel no período quente úmido, dividido pelos meses de coletas no ano de 2017, sendo: fevereiro (A), abril (B), novembro (C) e dezembro (D), facilitando uma análise comportamental das variáveis climáticas.

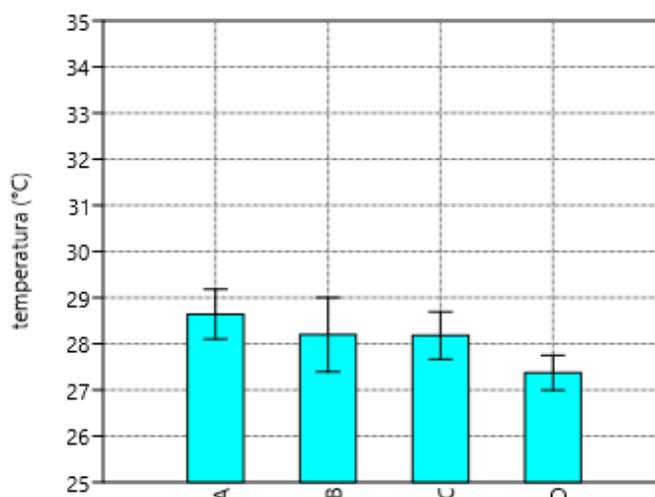


Figura 67 – Boxplot da variação da temperatura do ar, no período quente úmido.

O período quente úmido registra uma decrescente da variável climática de temperatura do ar, sendo os picos mais altos registrados no mês de fevereiro do ano de 2017. Mantendo uma média de 28,2 °C no final do período chuvoso e início do período chuvoso do mesmo ano, variando as mínimas e máximas registradas nesses dois meses.

A Figura 68, apresenta uma plotagem em que mostra a variação da média de temperatura do ar, coletada pelo transecto móvel no período de transição, dividido pelos meses de coletas no ano de 2017, sendo: junho (E), julho (F), facilitando uma análise comportamental das variáveis climáticas.

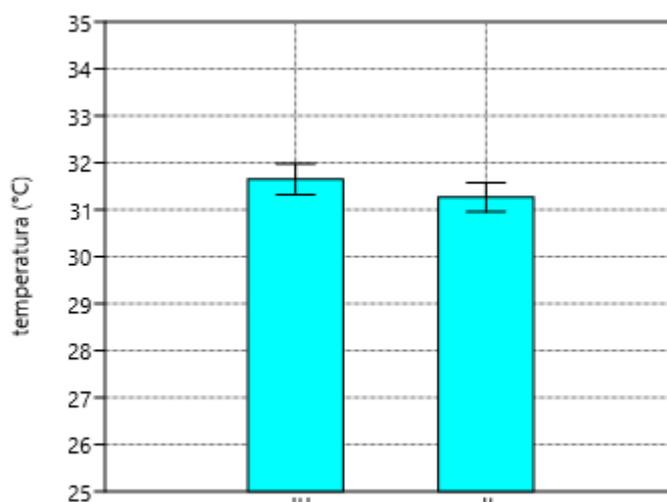


Figura 68 – *Boxplot* da variação da temperatura do ar, no período de transição.

O período de transição, embora é característico o recebimento nesta época de frentes frias que vem do sul do país, porém em poucos e aleatórios dias desse período, pois essa massa de ar frio chega nessa região com perda de potência, sendo dissipado durante o percurso.

Os registros válidos que caracterizou o microclima nesse período, foram de temperatura mais elevadas até mesmo que o período quem único, que engloba toda a estação do verão desta localidade, chegando as máximas próximo a 32°C.

A Figura 69, apresenta uma plotagem em que mostra a variação da média de temperatura do ar, coletada pelo transecto móvel no período quente seco, dividido

pelos meses de coletas no ano de 2017, sendo: agosto (G), setembro (H) e outubro (I), facilitando uma análise comportamental das variáveis climáticas.

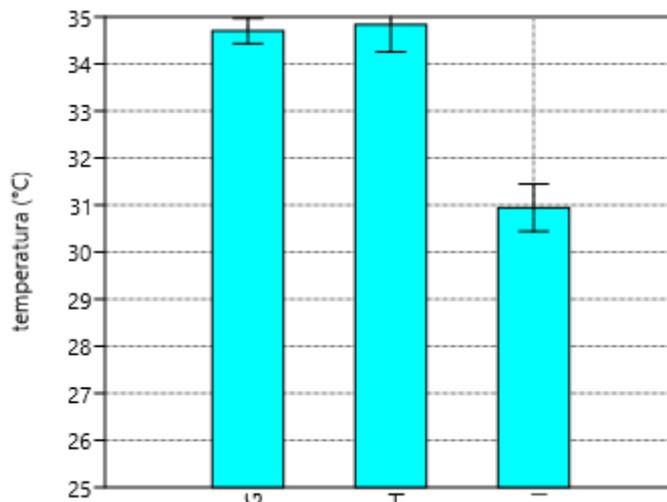


Figura 69 – *Boxplot* da variação da temperatura do ar, no período quente seco.

O período quente seco teve registro de temperaturas do ar com máximas na casa dos 35°C nos meses de agosto e setembro do ano de 2017, sendo registrado valores mais baixos dessa variável microclimática no mês de outubro do mesmo ano, porém, esse registro do mínimo do citado mês, estão ainda acima dos valores máximos registrados no período quente úmido.

Para melhor entendimento, foram feitas plotagens de gráficos (Figura 70 e Figura 71), que abrange mais de forma pontual os locais de coleta de dados das variáveis climáticas temperatura do ar e umidade relativa do ar. Essa figura, explicita o comportamento dos valores médios de cada ponto e período.

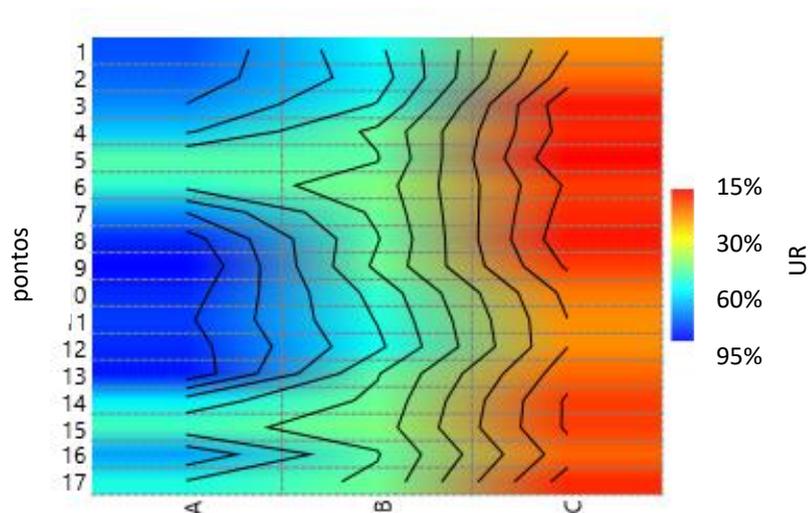


Figura 70 – Plotagem *Matrix* do comportamento da umidade relativa do ar nos pontos coletados dentro dos 3 períodos.

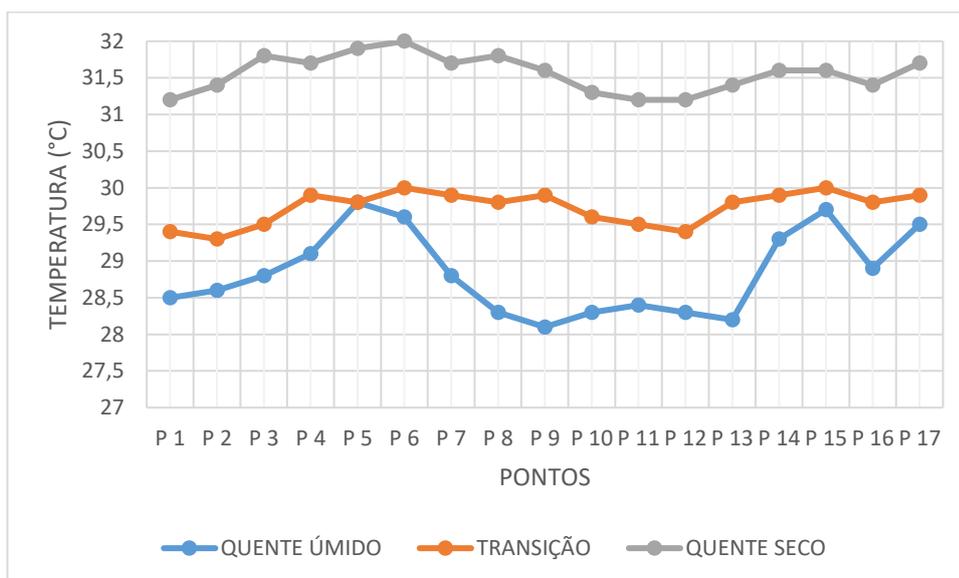


Figura 71 – Comportamento da temperatura do ar nos pontos coletados dentro dos 3 períodos.

No **período quente úmido** foi observado que as chuvas constantes nesses dias, propiciou um notável registro de alta umidade relativa do ar em regiões próximas as áreas densamente vegetadas, proporcionando uma queda nas temperaturas nos pontos P1, P10, P11, P12 e P16, em que ficavam próximos aos parques urbanos.

No ponto P6, notou-se um resultado não esperado, pois o local da coleta se encontra entre duas áreas verdes, podendo ser foco de um estudo futuro para analisar os condicionantes que propiciaram tal resultado.

Nos pontos P7, P8 e P9, as temperaturas, embora consideradas dentre as mais elevadas, nota-se uma decrescente na temperatura do ar e um crescente na umidade relativa do ar. Esta região é se encontra com pouca densidade construtiva, caracterizada por áreas abertas com solo exposto, embora essas áreas abertas se confrontam com áreas verdes. No geral, neste período, a umidade do ar se mantém dentro dos padrões recomendados pela OMS.

No **período de transição** notou valores mais elevados que o período quente úmido. Os pontos próximos aos parques urbanos ainda continuaram a registrar os mais baixos valores de temperatura do ar. A umidade do ar manteve-se pouco abaixo dos padrões recomendados pela OMS, porém não chegando a um estado considerado crítico, sendo nocivo à saúde humana. O ponto P6 continua sendo um forte objeto de estudo mais detalhado.

O **período quente seco** é característico o registro de temperaturas elevadas e baixa umidade relativa do ar. A macrorregião em que a cidade da pesquisa está inserida é uma região pouco densa urbanisticamente, com predominância de muita vegetação. A combinação de vegetação, escassez de chuvas, e ar seco, faz com que há uma marcante presença de fumaça suspensa no ar devido as queimadas existentes nesta época.

Observou-se que teve nesse período há registros de baixa umidade relativa do ar, e elevadas temperaturas. A retenção de umidade propiciada pela densidade de vegetação nos parques urbanos, promoveram uma elevação dessa variável climatológica nos pontos próximos, porém, como há falta de precipitação nesse período, essa retenção de umidade não foram o suficiente para propiciar amenização da temperatura considerável. As temperaturas mais baixas registradas nesse período chegaram em valores aproximados aos valores de temperaturas mais altas registradas nos outros dois períodos.

No ponto 6 foi detectada uma diferenciação de umidade relativa do ar, embora que registrou pouco aumento dessa variável climática, mas de importante relevância para observar os condicionantes causadores desse registro. O ponto foi observado mais criteriosamente e ficou constatado a irrigação artificial da área em dias alternados durante a semana, por ser uma área verde de uso para recreação dos habitantes local.

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

A análise termhigrométrica dos eixos viários centrais da malha urbana original de Sinop-MT, permitiu avaliar Zona Urbana Consolidada – ZUC, quanto aos atributos bioclimatizantes da forma urbana quanto a temperatura do ar e umidade relativa do ar em 17 pontos estratégicos. A análise possibilitou a investigação dos efeitos térmicos e dinâmicos da cidade, permitindo caracterizar o microclima urbano dentro de um determinado tempo.

Os resultados desta pesquisa apontaram indícios da influência da configuração urbana na qualidade climática do loteamento, onde observou-se mudanças nas características térmicas e dinâmicas para as duas situações analisadas. Para o caso estudado, constatou-se que as áreas mais vegetadas apresentaram uma diminuição de temperatura do ar, assim como em espaços onde a densidade construtiva houve registros de temperaturas mais amenas. Sendo possível constatar que os valores seguem a sazonalidade da região, onde o período de chuvas é definido por altos índices de umidade relativa do ar, havendo precipitações constantes, enquanto o período de estiagem é bem definido por queda brusca de umidade relativa do ar, o que vem gerar desconforto para a população.

Ficou constatado também que, nesse período, somente a transpiração das vegetações existentes no ambiente urbano pesquisado, não foram suficientes para manter os níveis de umidade relativa do ar ideal para a saúde humana. Observando que esse fenômeno climático causado pela insuficiência de precipitação pluviométrica pode ser amenizado com a implantação de mais áreas densamente vegetadas espalhadas nas diversas áreas urbanas, assim como um uso maior de vegetação em ruas e avenidas em toda extensão urbana, para que, mesmo que não cheguemos em valores significativos das variáveis climáticas propícias para o bem-estar humano, mas que possamos amenizar os impactos negativos deste período de estiagem intensa.

Conclui-se que a arborização contribui de forma significativa na melhoria do conforto térmico de ambientes urbanos. Tendo em vista que nos ambientes externos, a atenuação da radiação solar incidente realizada pela arborização tem papel

fundamental na redução das temperaturas. Diante disso, evidencia-se a necessidade do uso da vegetação para melhorar a qualidade de vida no meio urbano, evitando a formação de fenômenos microclimáticos como as “ilhas de calor”. É necessário que o planejamento das cidades não ignore os aspectos climáticos, ao contrário, evidenciem a relevância e necessidade dos espaços verdes e bem arborizados na obtenção de melhores condições térmicas favoráveis ao conforto e bem-estar da população.

Os estudos relacionados com a qualidade do ambiente urbano podem contribuir para melhorar o planejamento a partir da geração de políticas capazes de tornar o uso e a ocupação do solo nas cidades menos impactantes ao meio ambiente, e melhorar a qualidade de vida da população, que necessita de um ambiente ecologicamente equilibrado.

6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

6.1. BIBLIOGRAFIAS CITADAS

ACIOLY, Claudio; DAVIDSON, Forbes. Densidade urbana: um instrumento de planejamento e gestão urbana. Rio de Janeiro: Mauad, 1998.

CEMIG - Companhia Energética de Minas Gerais. Manual de arborização. Belo Horizonte: Cemig / Fundação Biodiversitas, 2011. 112 p. : ilustr.

CORBELLA, O. Em busca de uma arquitetura sustentável para os trópicos – conforto ambiental. Rio de Janeiro: Revan, 2003.

DACANAL, C., LABAKI L. C. (2011) Microclimate in Urban Forest Fragments. In: Bodart M, Evrard A (ed) Plea 2011: Architecture & Sustainable Development. Vol. 1. Univ. de Louvain, Louvain-la-Neuve, pp.195-200.

DUARTE, D.; SERRA, G. Padrões de ocupação do solo e microclimas urbanos na região de clima tropical continental brasileira: correlações e propostas de um indicador. Revista ANTAC – Ambiente Construído. Universidade de São Paulo. São Paulo, 2003.

GIVONI, B. Comfort climate analysis and building design guidelines. Energy and Buildings, nº18,1992 , p. 11-23.

GIVONI, Baruch. Climate Considerations in Building and Urban Design. New York: John Wiley & Sons, 1998.

GONÇALVES, N. M. S. Impactos pluviais e desorganização do espaço urbano em Salvador. In: MONTEIRO, C. A. F.; MENDONÇA, F. Clima Urbano. São Paulo: Contexto, 2003.

GREY, G.W.; DENEKE, F.J. Urban forestry. New York, John Wiley, 1978, 279p.

HIGUERAS, E. Urbanismo Bioclimático. Barcelona: Gustavo Gili, 2006.

LAMAS, J. M. R. G. Morfologia urbana e desenho da cidade. Lisboa: Fundação Calouste Gulbenkian, 1992.

LOPES, Jader Janer M.; VASCONCELLOS, Tania de. Geografia da infância: territorialidades infantis. Currículo sem Fronteiras, v.6, n.1, pp.103-127, Jan/Jun 2006;

LOPES, M. M.; CASTELO BRANCO, V. T. F.; SOARES, J. B. Utilização dos testes estatísticos de Kolmogorov-Smirnov e Shapiro-Wilk para verificação da normalidade para materiais de pavimentação. Revista Transportes. v. 21, n. 1, p. 59-56. 2013.

MASCARÓ, L. R. *Ambiência Urbana*. Porto Alegre: DC Luzzatto, 1996.

MASCARÓ, L.; MASCARÓ, J. *Vegetação urbana*. 2.ed. Porto Alegre: Mais Quatro Editora, 2005. 204 p.

MENDONÇA, F. *O Clima e o Planejamento Urbano de cidades de porte médio e pequeno proposição metodológica para estudo e sua aplicação à cidade de Londrina-PR*. Tese (Doutorado em Geografia) Departamento de Geografia, Universidade de São Paulo. São Paulo, 1994;

MENDONÇA, F.; DANNI-OLIVEIRA, I. M. *Climatologia: noções básicas e climas do Brasil*. São Paulo: Oficina de Textos, 2007.

MONTEIRO, C. A. F. *Teoria e Clima Urbano*. São Paulo: Instituto de Geografia da USP, 1976.

MONTEIRO, C.A.F.; MENDONÇA, F (Org.). *Clima Urbano*. São Paulo: Editora Contexto, 2003.

NOGUEIRA, A. M. P. *Configuração urbana e microclimas: estudo em loteamento horizontal de Maceió – Alagoas*, 2011.

OKE, T.R. *Boundary layer climates*. 2.ed. New York: Routledge, 1996, 435p.

OLGYAY, V. *Design with climate: bioclimatic approach to architectural regionalism*. New Jersey: Princeton University Press, 1963. 190p.

OLIVEIRA, P. M. P. *Metodologia do desenho urbano considerando os atributos bioclimatizantes da forma urbana e permitindo o controle ambiental, do consumo energético e dos impactos ambientais*. II ENCAC 1993, Anais...Antac, Florianópolis, SC, 1 CD ROM.

PAULA, D. C. J. *Análise termohigrométrica pós intervenções urbanas em Cuiabá-MT*. Cuiabá, 2016, 104f. Dissertação (Mestrado em Física Ambiental) – Instituto de Física, Universidade Federal de Mato Grosso.

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.

ROMERO, M. A. *Principios bioclimáticos para o desenho urbano*. São Paulo: ProEditores, 2000.

SANTOS, F. M. M.; NOGUEIRA, M. C. J. A. *Análise da influência da ocupação do solo na variação termohigrométrica por meio de transectos noturno em Cuiabá-MT*. *Revista Caminhos de Geografia*, v.13, 2012. p.187-194.

SANTOS, Rosangela M. Morfologia urbana e conforto térmico. IN: 2º Seminário de Integração, São Paulo, 2004.

SILVA FILHO, D.F. Sombra também gera economia. Gazeta de Piracicaba, Piracicaba, 21 set. 2006. Dia da Árvore, p.9

SILVA, L.F.; LIMA, A.M.L.P.; SILVA FILHO, D.F.; ROLLO, F.M.A. Capacidade de interceptação da chuva em duas espécies, mais evidentes em arborização urbana. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ARBORIZAÇÃO URBANA, 11, Vitória, 2007. Anais... Vitória: SBAU, 2007, CD ROM.

SILVEIRA, A. L. R. C. da; ROMERO, M. A. B. The microclimate in housing estates in the Northeast of Brazil. In: The 23rd Conference on Passive and Low Energy Architecture, PLEA. Geneva, Switzerland, 2006.

STRAMANDINOLI, C.M.C. Análise da qualidade ambiental de espaços urbanos em clima tropical úmido: uma proposta metodológica para espaços residuais. Tese de Doutorado - UFRJ/PROARQ, Rio de Janeiro, 2008.

VEIGA, D. Notas para una agenda de investigación sobre procesos emergentes en la sociedad urbana. In: RIBEIRO, A. C. (Org.). Repensando a experiência urbana da América Latina: questões, conceitos e valores. Buenos Aires: CLACSO, 2000, p. 19-33.

BARBETTA, P. A. Estatística aplicada às Ciências Sociais. 7. ed. Florianópolis, SC: Ed. da UFSC, 2008.

LEVINE, D. M. et al. Estatística: teoria e aplicações. Rio de Janeiro: LTC, 2008.

6.2. BIBLIOGRAFIAS CONSULTADAS

BRASIL, Constituição Federal (art. 30 e art. 182). Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/constituicao/constituicao.htm. Acessado em 05.07.2017.

BRASIL, Estatuto da Cidade Lei 10.257/01. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/LEIS_2001/L10257.htm. Acessado em 05.07.2017.

CEMIG - Companhia Energética de Minas Gerais. Manual de arborização. Belo Horizonte: Cemig / Fundação Biodiversitas, 2011. 112 p. : ilust.

CGPU - Coordenadoria Geral de Planejamento Urbano, Assessoria de Informações Urbanísticas – AIU, Metodologia sobre o estudo de densidades construídas (2011). Disponível em: <http://www.rio.rj.gov.br/web/smu/listaconteudo?search-type=infourbanistica>. Acessado em 15.08.2017.

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Censo Demográfico** (2010). Disponível em <http://www.ibge.gov.br/>. Acessado em 07.05.2017.

INMET – Instituto Nacional de Meteorologia. **Dados Meteorológicos** (2011). Disponível em: <http://www.inmet.gov.br/portal/>. Acessado em 13.09.2017.

SINOP, Prefeitura Municipal de Sinop/ *Plano Diretor Participativo, 2006*. Disponível em: <https://www.transparencia.sinop.mt.gov.br/Legislacao/Leis/>. Acessado em 22.07.2017.