



**UNIVERSIDADE FEDERAL DE GOIÁS
REGIONAL CATALÃO
UAE – INSTITUTO DE GEOGRAFIA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM GEOGRAFIA**

MARINA DA SILVA SANTOS

**CLIMA URBANO: ANÁLISE DO CAMPO HIGROMÉTRICO NOS BAIROS
SETOR UNIVERSITÁRIO E RESIDENCIAL BARKA EM CATALÃO (GO)**

**CATALÃO (GO)
2020**



UNIVERSIDADE FEDERAL DE GOIÁS UNIDADE ACADÊMICA ESPECIAL DE GEOGRAFIA

**TERMO DE CIÊNCIA E DE AUTORIZAÇÃO (TECA) PARA DISPONIBILIZAR VERSÕES
ELETRÔNICAS DE TESES
E DISSERTAÇÕES NA BIBLIOTECA DIGITAL DA UFG**

Na qualidade de titular dos direitos de autor, autorizo a Universidade Federal de Goiás (UFG) a disponibilizar, gratuitamente, por meio da Biblioteca Digital de Teses e Dissertações (BDTD/UFG), regulamentada pela Resolução CEPEC nº 832/2007, sem ressarcimento dos direitos autorais, de acordo com a [Lei 9.610/98](#), o documento conforme permissões assinaladas abaixo, para fins de leitura, impressão e/ou download, a título de divulgação da produção científica brasileira, a partir desta data.

O conteúdo das Teses e Dissertações disponibilizado na BDTD/UFG é de responsabilidade exclusiva do autor. Ao encaminhar o produto final, o autor (a) e o(a) orientador(a) firmam o compromisso de que o trabalho não contém nenhuma violação de quaisquer direitos autorais ou outro direito de terceiros.

1. Identificação do material bibliográfico

Dissertação Tese

2. Nome completo do autor

MARINA DA SILVA SANTOS

3. Título do trabalho

CLIMA URBANO: análise do campo higrométrico nos Bairros Setor Universitário e Residencial Barka em Catalão (GO)

4. Informações de acesso ao documento (este campo deve ser preenchido pelo orientador)

Concorda com a liberação total do documento SIM NÃO¹

[1] neste caso o documento será embargado por até um ano a partir da data de defesa. Após esse período, a possível disponibilização ocorrerá apenas mediante: **a)** consulta ao (à) autor (a) e ao (à) orientador (a); **b)** novo Termo de Ciência e de Autorização (TECA) assinado e inserido no arquivo da tese ou dissertação.

O documento não será disponibilizado durante o período de embargo.

Casos de embargo:

- Solicitação de registro de patente;
- Submissão de artigo em revista científica; - Publicação como capítulo de livro;

- Publicação da dissertação/tese em livro.

Obs. Este termo deverá ser assinado no SEI pelo orientador e pelo autor.



Documento assinado eletronicamente por **Rildo Aparecido Costa**, Usuário **Externo**, em 17/11/2020, às 14:22, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 6º, § 1º, do [Decreto nº 8.539, de 8 de outubro de 2015](#).



Documento assinado eletronicamente por **MARINA DA SILVA SANTOS**, **Discente**, em 18/11/2020, às 10:23, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 6º, § 1º, do [Decreto nº 8.539, de 8 de outubro de 2015](#).

https://sei.ufg.br/sei/documento_consulta_externa.php?id_acesso_externo=91260&id_documento=1820323&id_orgao_acesso_externo=0&infra_... 1/2

18/11/2020 SEI/UFG - 1684907 - Termo de Ciência e de Autorização (TECA)



A autenticidade deste documento pode ser conferida no site https://sei.ufg.br/sei/controlador_externo.php?acao=documento_conferir&id_orgao_acesso_externo=0, informando o código verificador **1684907** e o código CRC **CCC25568**

MARINA DA SILVA SANTOS

**CLIMA URBANO: ANÁLISE DO CAMPO HIGROMÉTRICO NOS BAIRROS
SETOR UNIVERSITÁRIO E RESIDENCIAL BARKA EM CATALÃO (GO)**

Dissertação de Mestrado apresentada ao Programa de Pró-Graduação *Stricto sensu* em Geografia, da Universidade Federal de Goiás/ Regional Catalão, como requisito para obtenção do título de Mestre em Geografia.

Área de concentração: Climatologia Geografia
Linha de Pesquisa: Estudos Ambientais
Orientador: Rildo Aparecido Costa
Co-orientador: Rafael de Ávila Rodrigues

**CATALÃO (GO)
2020**

Ficha de identificação da obra elaborada pelo autor, através do Programa de Geração Automática do Sistema de Bibliotecas da UFG.

da Silva Santos, Marina

CLIMA URBANO: [manuscrito] : análise do campo higrométrico nos bairros Setor Universitário e Residencial Barka em Catalão (GO) / Marina da Silva Santos. - 2020.

CIII, 103 f.: il.

Orientador: Prof. Dr. Rildo Aparecido Costa; co-orientador Dr. Rafael de Ávila Rodrigues.

Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal de Goiás, Unidade Acadêmica Especial de Geografia, Catalão, Programa de Pós Graduação em Geografia, Catalão, 2020.

Bibliografia.

Inclui mapas, fotografias, gráfico, tabelas, lista de figuras, lista de tabelas.

1. Sensor com leituras em base horária. 2. Geografia. 3. Termodinâmico. 4. Clima urbano. I. Aparecido Costa, Rildo, orient. II. Título.

CDU 551.58



UNIVERSIDADE FEDERAL DE GOIÁS

UNIDADE ACADÊMICA ESPECIAL DE GEOGRAFIA

ATA DE DEFESA DE DISSERTAÇÃO

Ata nº **180** da Sessão de Defesa de Dissertação de **MARINA DA SILVA SANTOS**, que confere o título de Mestre em **Geografia**, na área de concentração em **Geografia e Ordenamento do Território**.

Observações: Banca Examinadora de Defesa Pública de Dissertação de Mestrado realizada em conformidade com a Portaria da CAPES n. 36, de 19 de março de 2020, de acordo com seu Artigo 2º:

"Art. 2º - A suspensão de que trata esta Portaria não afasta a possibilidade de defesas de tese utilizando tecnologias de comunicação à distância, quando admissíveis pelo Programa de Pós-Graduação *Stricto Sensu*, nos termos da regulamentação do Ministério da Educação."

Aos **vinte e seis dias do mês de maio de dois mil e vinte**, a partir das **14h**, à distância através videoconferência, pelo aplicativo Google Meet, realizou-se a Sessão Pública de Defesa de Dissertação intitulada "**CLIMA URBANO: análise do campo higrométrico nos Bairros Setor Universitário e Residencial Barka em Catalão (GO)**". Os trabalhos foram instalados pelo Orientador, Professor Dr. **Rildo Aparecido Costa** (Geografia - UFU/PPGGC-RC/UFG), com a participação dos demais membros da Banca Examinadora: Professor Dr. **Paulo César Mendes** (Geografia - UFU), membro titular externo; Professor Dr. **Edir de Paiva Bueno** (Geografia - UFG/RC), membro titular externo ao Programa. Durante a arguição, os membros da Banca Examinadora **não fizeram** sugestão de alteração do título do trabalho. A Banca Examinadora reuniu-se em sessão secreta a fim de concluir o julgamento da Dissertação, tendo sido a candidata **aprovada** pelos seus membros. Proclamados os resultados pelo Professor Dr. Rildo Aparecido Costa, Presidente da Banca Examinadora, foram encerrados os trabalhos e, para constar, lavrou-se a presente Ata que é assinada pelos Membros da Banca Examinadora, aos vinte e seis dias do mês de maio de dois mil e vinte, às 16h30min.

TÍTULO SUGERIDO PELA BANCA



Documento assinado eletronicamente por **Rildo Aparecido Costa**, **Usuário Externo**, em 02/06/2020, às 14:01, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 6º, § 1º, do [Decreto nº 8.539, de 8 de outubro de 2015](#).



Documento assinado eletronicamente por **Paulo Cezar Mendes**, **Usuário Externo**, em 04/11/2020, às 20:57, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 6º, § 1º, do [Decreto nº 8.539, de 8 de outubro de 2015](#).





Documento assinado eletronicamente por **Edir de Paiva Bueno, Usuário Externo**, em 17/11/2020, às 09:08, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 6º, § 1º, do [Decreto nº 8.539, de 8 de outubro de 2015](#).



A autenticidade deste documento pode ser conferida no site https://sei.ufg.br/sei/controlador_externo.php?acao=documento_conferir&id_orgao_acesso_externo=0, informando o código verificador **1345843** e o código CRC **E53ECFB1**.

https://sei.ufg.br/sei/documento_consulta_externa.php?id_acesso_externo=91260&id_documento=1452149&id_orgao_acesso_externo=0&infra_... 1/2 18/11/2020 SEI/UFG - 1345843 - Ata de Defesa de Dissertação

Referência: Processo nº 23070.011129/2020-77

SEI nº 1345843

AGRADECIMENTO

Primeiramente agradeço a Deus pela força e por toda sabedoria. A minha família pela paciência, pelo carinho e compreensão, pelo apoio em todos os momentos.

Ao professor orientador Rildo Aparecido Costa e ao co-orientador professor Rafael de Ávila Rodrigues, pelo aprendizado, compreensão, paciência e confiança no desenvolvimento da pesquisa.

Pelo companheirismo, conselhos, carinho, apoio e paciência durante toda o mestrado, agradeço a Júlio César.

Ao Programa de Pós-Graduação em Geografia, da Universidade Federal de Goiás pela oportunidade de realização do presente curso assim como os professores do programa pelas conversas nas aulas e corredores, que contribuíram para a minha formação.

A Capes pela concessão da bolsa de estudo que foi de fundamental importância para a realização da pesquisa.

Ao professor Tércio Alberto dos Santos Filho e sua equipe do departamento da Ciência da Computação, pelo convite para participar do desenvolvimento do sensor computacional que deu suporte a essa dissertação.

Ao CNPQ que financiou e acreditou na pesquisa dos sensores.

Aos amigos/as e companheiros/as, de mestrado que vem compartilhando ao longo do mestrado, sentimentos de conquistas e angústias, bem como o aprendizado através de conversas dentro e fora da universidade.

Enfim, a todos as pessoas mencionadas e aquelas que por ventura venha a ter esquecido, o meu muito obrigado!

EPIGRAFE

[...] para que a ação transformadora do meio físico seja corretamente desenvolvida, fazem-se necessárias a organização e a instrumentalização das informações sobre os elementos físicos-ambientais, em especial sobre o clima, já que esta cria o cenário, expressando-se em dados de temperatura, umidade, precipitação, velocidade de direção do vento e insolação. Estes elementos sofrem desvios locais dando origem ao microclima ou clima local que caracteriza o meio no qual se desenvolve a maioria das práticas. Deve-se destacar, ao mesmo tempo, que aquelas construções e traçados urbanos primitivos que constituem constantes exemplos de “boa” arquitetura não são mais do que realizações que evidenciam um profundo conhecimento do lugar do futuro assentamento a fim de obter uma perfeita adaptação a ele. Evidenciam também uma utilização dos materiais e das técnicas construtivas (ROMERO, 2000, p. 11 grifos da autora).

RESUMO

O crescente número de estudos sobre o clima urbano e a relação do homem com o ambiente natural, se faz necessário para entender e solucionar os problemas resultantes dessa interação. É nesse Contexto que essa dissertação tem com objetivo geral avaliar as condições climáticas nos bairros Residencial Barka e Setor universitário, para isso foi usado um sensor com leituras em base horária e uma estação automática, os dados obtidos em base horária. O sensor foi planejado e projetado pela equipe do departamento do curso de Ciência da Computação e o Laboratório de Climatologia do departamento de Geografia da Universidade Federal de Goiás Regional Catalão. Foi utilizado WTIM (Wireless Transducer Interface Module) e o NCAP (Network Capable Application Processor) para adquirir os dados, em seguida as informações são processadas e por fim enviadas ao comando central que está instalado na UFG/Regional Catalão e disponibilizado no site. Os bairros apresentam diferenças entre si no que se refere aos elementos da configuração urbana e tais elementos são importantes para a compreensão dos dados apresentados. Foram escolhidos os dias 05/06 a 14/06/2019 para a obtenção de dados, para melhor análise dos dados foram feitos 4 gráficos para cada dia, dois representa as informações da estação automática, um para umidade e outro para temperatura e dois gráficos para o sensor, um para umidade e outro para temperatura. Foi possível observar que dados do sensor em base horária com valores tanto para umidade quanto para a temperatura é sempre maior comparado aos gráficos da estação automática, além disso, mostraram que entre os bairros existem diferenças tanto de umidade relativa do ar e temperatura. Nos dias pesquisados a diferença das máximas entre os dois lugares foi de 4°C. No Setor Universitário a configuração dos elementos urbanos (casas, edifícios, pavimentação e etc) se mostram mais densa do que no Residencial Barka, em relação ao uso e ocupação do solo.

Palavras-chave: Sensor com leituras em base horária, Geografia, Termodinâmico, Clima urbano.

ABSTRACT

Urban spaces currently house a large part of human relations where economic, cultural and social activities are carried out and the concentration of large population masses in the same area. Which, in turn, are responsible for energy demand and raw material, resulting in the imbalance of the relationship between man and environment. For this reason, the growing number of studies on the urban climate, the relationship between man and the natural environment, is necessary to understand and solve the problems resulting from this interaction. This research was developed in the city of Catalão (GO), using a sensor with readings on an hourly basis and an automatic station, the data also obtained on an hourly basis. As a general objective, the research proposes to evaluate the climatic conditions in the neighborhoods Residencial Barka and Setor Universitário, using an automatic sensor and an automatic station. The sensor was planned and designed by Professor Dr. Tércio Alberto dos Santos Filho and his team from the Department of Computer Science at the Federal University of Goiás Regional Catalão, in partnership with Professor Dr. Rafael de Ávila Rodrigues. the opportunity to develop this dissertation. WTIM (Wireless Transducer Interface Module, were developed using the XBee PRO S2 radio transceiver module² manufactured by Digi International) and NCAP (Network Capable Application Processor) to acquire the data, then the information is processed and finally sent to the command central that is installed at UFG / Regional Catalão called the Coordinator, where it is connected to the internet network, which is used to send the data to the site. The process of sending a message requesting the data is made by the Coordinator and the one who sends the information is the Microcontroller, which is installed at UFG-RC campus II. Such procedures are done via radio. The graphs presented data from the sensor on an hourly basis with values for both humidity and temperature, always higher compared to the graphs of the automatic station, moreover, they showed that between the neighborhoods there are differences in both relative air humidity and air temperature, in the days of the research the difference of the maximums between the two places was of 4°C. In the University Sector the configuration of urban elements (houses, buildings, paving, etc.) is more dense than in Residencial Barka, in relation to land use and occupation.

Keywords: Sensor with readings on an hourly basis, Geography, Thermodynamics, Urban climate.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Representação das escalas climáticas que atuam no planeta Terra	47
Figura 2 - Esquematisação das funções nas áreas verdes em centros urbanos.....	53
Figura 3 - Apresentação da classificação das áreas verdes no meio urbano	54
Figura 4 - Representação geourbano de densidade de vegetação nos lotes desenvolvido por Rampazzo (2012).....	56
Figura 5 - Abrigo climatológica LabCAA.....	60
Figura 6 - Mini abrigos meteorológicos construído a partir cano de PVC.....	61
Figura 7 - Abrigo meteorológico de baixo custo e pluviômetro.....	63
Figura 8 - Transecto móvel utilizando um automóvel.....	64
Figura 9 - Módulo de aquisição de dados.....	66
Figura 10 - Esquematisação da transferência de dados	66
Figura 11 - Página do site com informações dos dados coletados	67
Figura 12 - Carta imagem para a observação aérea dos elementos geourbanos.....	68
Figura 13 - Circuito de receptação dos dados de umidade e temperatura	69
Figura 14 - Sensor instalado no Campus II	70
Figura 15 – Carta de localização da área de estudo.....	Erro! Indicador não definido.
Figura 16 - Precipitação Pluviométrica em Catalão (GO) de 1961-1990	77
Figura 17 - América do Sul, análise sinótica da situação atmosférica no dia 05/06 a 07/06/2019	78
Figura 18 - América do Sul, análise sinótica da situação atmosférica no dia 08/06/2019 e 09/06/2019	79
Figura 19 - América do Sul, análise sinótica da situação atmosférica no dia 10/06 e 11/06/2019	79
Figura 20 - América do Sul, análise sinótica da situação atmosférica no dia 12/06/2019	80
Figura 21 - Dados de umidade e temperatura coletados pelo sensor computacional e estação automática.....	84
Figura 22 - Dados de umidade relativa do ar e temperatura coletados pelo sensor computacional e estação automática, 07 a 08/06/2019	86
Figura 23 - Dados de umidade relativa do ar e temperatura coletados pelo sensor computacional e estação automática, 09 a 10/06/2019	886
Figura 1 - Dados de umidade relativa do ar e temperatura coletados pelo sensor computacional e estação automática, 11 a 12/06/2019.....	88

Figura 25 - Dados de umidade relativa do ar e temperatura coletados pelo sensor computacional e estação automática, 13 a 14/06/2019	922
Figura 27 - Praça localizada próxima a estação automática.....	953
Figura 28 - Arborização na avenida Castelo Branco bairro Setor Universitário.....	953
Figura 29 - Lotes vagos no bairro Residencial Barka	964
Figura 30 - Parque Natural Municipal Setor Santa Cruz.....	964

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 - Características da configuração urbana bioclimática.....	23
Quadro 2 - Padrões de uso do solo estabelecidos para cidades de pequeno e médio porte.....	25
Quadro 3 - Classe de ocupação do solo estabelecidas (%).....	27
Quadro 4 - SISTEMA CLIMA URBANO (SCU): Articulação dos sistemas segundo os canais de percepção	31
Quadro 5 - Funções da Vegetação no Espaço Urbano	49
Quadro 6 - As coordenadas e as altitudes dos bairros pesquisados.....	74

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Categorias taxonômicas da organização geográfica do Clima e suas articulações com o Clima Urbano.	41
Tabela 2 - Classificação da localização da vegetação	55
Tabela 3 - Definição do porte arbóreo considerado para a classificação lote a lote.....	55

SUMÁRIO

INTRODUÇÃO	17
1 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA	20
1.1 Um reflexo sobre a teoria clima urbano	20
1.2 O Estudo do Clima Urbano: canais de percepção humano	28
1.3 Escalas Climáticas	38
1.4 A importância de áreas verdes em áreas urbanas	49
2 MATERIAIS E MÉTODOS	57
2.1 Método.....	58
2.2 Sensor Automático em Base Horária para a Coleta de Dados Higrométricos	66
2.3 Área de Estudo	71
2.4 Clima	76
3 ANÁLISE DOS DADOS	78
4 CONSIDERAÇÕES FINAIS	97
REFERÊNCIAS	99

INTRODUÇÃO

As cidades se tornaram campo de pesquisa para vários estudiosos da Climatologia urbana, uma vez que o homem modifica a paisagem inserindo formas artificiais como edificações, impermeabilização do solo, canalização de córregos, pavimentação, aumento de poluentes na atmosfera e tantas outras alterações (ALVES; VALDIR, 2009).

Essas modificações proporcionam alteração no balanço energético das cidades, acarretando na formação de um clima característico para a cidade. Os estudos pioneiros foram realizados no meio urbano, por apresentar com maior intensidade os problemas como: aumento das temperaturas, enchentes, ilhas de calor, poluição atmosférica e tantos mais, o que reflete no amplo número de produções intelectuais que são produzidas principalmente na região Sudeste e Sul do Brasil.

No meio acadêmico, estudiosos como Duarte, (2000); Andrade, (2005); Dumke, (2007) Freitas e Souza, (2016), têm-se dedicado a pesquisa e divulgação de informações sobre as modificações provocadas pelo homem no espaço urbano nas pequenas e grandes cidades causando características específicas para o meio urbano. Tais publicações mostram que as transformações urbanísticas estabelecem um novo microclima no local.

O clima urbano acontece em local antropizado segundo Monteiro (1976, p.75), “abrange o clima de um dado espaço terrestre e sua urbanização”. Desse modo o equilíbrio de energia na área urbana é modificado devido às alterações promovidas pela remoção da camada vegetal em seu lugar surgiu as construções antrópica, o que para Alves (2010, p. 126) “armazenam parte da energia incidente na superfície que seria utilizada na evaporação, aquecendo os ambientes urbanos, tornando-os mais quentes que as regiões periféricas”.

As adaptações feitas pelo homem no ambiente em que habita, resulta na modificação climática das cidades causando alterações seja na rugosidade, ocupação do solo, verticalizações das edificações, permeabilidade, redução das áreas verdes, entre outros, e colaborando para a baixa umidade do ar nos espaços urbanos tendo como resultado o clima local alterado.

Para a realização dos estudos do clima nos centros urbanos são utilizadas metodologias que dentre elas, destaca-se a metodologia de Monteiro, Sistema Clima Urbano (1976), que foi fundamental para o desenvolvimento das pesquisas sobre o clima urbano no Brasil. Essa proposta está conceituada nas investigações de Max Sorre, Pierre Pédelaborde e não esquecendo de Ludwig Von Bertalanffy responsável pela criação da Teoria Geral dos Sistemas, (JUNIOR, Amorim, 2016).

Vários são os instrumentos para a obtenção dos dados, onde podemos destacar os transectos móveis utilizados para a coleta de dados de umidade e temperatura do ar no meio urbano, um dos métodos mais usado entre os pesquisadores, assim como as estações meteorológica com equipamentos que medem a temperatura, umidade do ar, velocidade do vento, direção e pressão atmosférico.

As estações automáticas são compostas por uma unidade de memória central, ligada a vários sensores dos parâmetros meteorológicos, que associa os valores observados minuto a minuto e os disponibiliza automaticamente a cada hora. E as estações convencionais são constituídas de vários sensores independentes que registram os mesmos elementos atmosféricos que a automática, que por sua vez, são lidos e anotados por um observador a cada intervalo e são enviados a central, e por fim são disponibilizados no site do INMET.

Temos também os miniabrigos de baixo custo construídos pelos pesquisadores e distribuídos de acordo com a necessidade do estudo que são usados para a coleta de dados do clima urbano. Para isso, o termo higrômetros é responsável por medir a temperatura e umidade do ar, além de outros aparelhos que podem medir a velocidade e direção do vento e pressão atmosférica, caso necessário.

O desenvolvimento tecnológico nas pesquisas avançou consideravelmente e com ele veio as técnicas de geoprocessamento, imagens de satélite como as cartas sinóticas, ferramentas importantes para o estudo do clima urbano. Pensando nessa perspectiva, esse trabalho apresenta um sensor automático que realiza as leituras de temperatura do ar e umidade relativa do ar com base horária onde é feito a coleta dos dados e em seguida transmite para a central que por sua vez, organiza os dados em planilha do Excel e por fim envia para o site, disponível para ser baixado.

Esse sensor foi desenvolvido pelo professor Tércio Alberto dos Santos Filho do departamento Ciência da Computação, que recebeu financiamento do CNPq para desenvolver, e em conjunto com o laboratório de climatologia supervisionado pelo professor Rafael de Ávila Rodrigues. O sensor automático foi criado para somar com o estudo de climatologia urbana na busca de contribuir para a evolução dos estudos. Foi instalado apenas um sensor na cidade de Catalão – GO para realizar a leitura de umidade relativa do ar e temperatura no meio urbano.

É diante deste contexto que esse estudo propõe a responder as seguintes indagações;

- a) Quais as diferenciações higrométricas nos bairros Residencial Barka (dados do sensor automático em base horária) e bairro Setor Universitário (estação automática)?

b) Existe uma correlação dos dados coletados em diferentes equipamentos?

Diante destes questionamentos, essa pesquisa busca avaliar as condições climáticas nos bairros Residencial Barka e Setor Universitário.

No intuito de referendar o objetivo geral da pesquisa foi desenvolvido os seguintes objetivos específicos:

a) Avaliar as diferenciações higrométricas nos bairros Residencial Barka e Setor Universitário em base horária através de sensor automático e estação automática;

b) Compreender a dinâmica da temperatura nos bairros Residencial Barka e Setor Universitário;

c) Correlacionar os dados obtidos na Estação Automática e Sensor Automático em Base Horária.

Essa pesquisa justifica-se, pela necessidade de contribuir para o debate acerca do clima urbano nas cidades contemporâneas, assim como conhecer as relações existentes entre as dinâmicas estruturais, atmosféricas e antrópicas no mesmo espaço. São contribuições importantes para os estudos dos elementos climáticos na região do Centro-Oeste brasileiro, em especial para os estudos do clima na cidade de Catalão (GO), acredita-se que essa pesquisa surge para colaborar no planejamento ambiental urbano.

Para amparar no alcance dos objetivos propostos, esse estudo até o presente momento foi organizado nos seguintes capítulos: No primeiro capítulo faz-se uma revisão sobre o assunto: *UMA REFLEXÃO SOBRE A TEORIA CLIMA URBANO*; e dentro desse capítulo aborda-se também os temas: *O Estudo do Clima Urbano: canais de percepção humana*; e as *Escalas climáticas*, com autores que trabalham essas questões; No segundo capítulo teórico faz-se uma discussão da *IMPORTÂNCIA DE ÁREAS VERDES EM ÁREAS URBANAS* que conta com um subcapítulo intitulado *Classificação das áreas verdes nas cidades*. No terceiro capítulo é apresentada a metodologia da pesquisa fundamentada no Sistema Clima Urbano com destaque para o canal termodinâmico, e por fim, os resultados obtidos na pesquisa.

Portanto, o desenvolvimento desta pesquisa pode contribuir para com a Ciência Geográfica, principalmente com avanços teórico-conceituais e metodológicos sobre o estudo de clima urbano, podendo inclusive ser referência para outros pesquisadores, uma vez que, há uma escassez de trabalhos acadêmicos sobre o clima urbano no município de Catalão. Diante disso, esta pesquisa apresenta-se como relevante no aspecto social e científico, pois possibilita compreender um pouco do clima da cidade catalana.

1 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

1.1 Um reflexo sobre a teoria clima urbano

A cidade é o resultado da fixação humana em um espaço geográfico, a mais fiel manifestação da materialidade da ação humana sobre a natureza e onde se tornam claras as relações entre o social e o natural. Além disso, é vista como produto das transformações do natural em algo pensado para o bem-estar dos indivíduos e suas interações sociais.

Com a concentração populacional nos centros urbanos, conseqüentemente, o crescimento espacial produz a transformação do cenário original, fazendo com que as condições ambientais se adaptem à nova realidade produzida pela ação humana, e esse processo nem sempre é favorável ao homem. Apesar da urbanização acarretar modificações a partir de construções artificiais e espaços demarcados, e que, em muitos casos, as condições de vida sejam precárias, a maior parcela dessas modificações é proveniente do processo de industrialização no século XIX e o desenvolvimento tecnológico (AMORIM; CARDOSO 2014).

Paradoxalmente, quanto maior a modificação da paisagem mais aumenta a preocupação das pessoas em preservar o meio ambiente e a vida. A partir do momento em que a intensificação da urbanização nas cidades expande, há a necessidade da busca por um planejamento desses espaços, encaminhando, assim, para o bem-estar dos seres vivos e suas relações (MENDONÇA, 2003). No entanto, o que se observa é o processo de urbanização ligado ao desenvolvimento econômico e, em muitos casos, há apenas uma preocupação com os interesses econômicos, criando ambientes poluídos, como, por exemplo, a atmosfera dos grandes centros urbanos.

Neste contexto, com o avanço do pensamento científico, surgiram dois ramos de estudos: os voltados ao conhecimento da natureza, muitas vezes com o uso de cálculos matemáticos e estatísticos sem vínculo com a sociedade e os estudos das relações sociais. Com raras exceções, os trabalhos eram desenvolvidos de forma separada, logo, esses dois caminhos não se encontravam. Segundo Mendonça (2003), o desenvolvimento do estudo da atmosfera urbana ocorreu até meados dos anos 1960, completando que:

Foi, sem sombra de dúvidas, a partir do emprego da teoria de sistema, da noção de dinâmica da atmosfera e das preocupações de alguns climatólogos com a interação estabelecida entre a atmosfera, o sítio (dimensão natural do ambiente urbano) e o fato

urbano (materialidade humana), que o clima da cidade passou a ser focado de um ponto de vista mais holístico e numa dimensão evolutiva, originando os estudos de climas urbanos como se pode observar na atualidade (MENDONÇA, p. 177, 2003).

Outro ponto importante para entender o crescimento dos estudos do clima urbano relaciona-se ao crescimento das cidades e às complexidades entre o homem e o meio pois, com a expansão urbana, veio a degradação dos ambientes naturais e a perda da qualidade de vida das pessoas, especialmente nas metrópoles. Além disso, a quantidade de estudos sobre clima urbano, aliados a outras ciências, como com os profissionais que trabalham com urbanismo, cresceu. Surgiram então, estudos do clima vinculados ao planejamento urbano com abordagem em três segmentos: Campo Termodinâmico; Campo Físico-químico; e Campo Higrometeorológico (MENDONÇA, 2003).

Deste modo, enquanto o Campo Termodinâmico se refere às pesquisas sobre ilhas de calor e ao (des) conforto térmico, o canal Físico-Químico aborda as questões relacionadas à qualidade do ar. Já o Campo Hidrometeorológico aborda os impactos meteorológicos (chuvas intensas, enchentes). Assim sendo, o foco principal dessa pesquisa será desenvolvido no Subsistema Termodinâmico, pois serão utilizados dados de umidade relativa do ar, temperatura do ar, elementos fundamentais para o embasamento do estudo.

No que se refere ao estudo do clima urbano, atrelado à criação do plano diretor das cidades, Mendonça (2003) ressalta que:

Todavia, mesmo possuindo interessantes metodologias específicas para o estudo do clima urbano com vista ao planejamento da cidade, as equipes encarregadas da elaboração de planos diretores de desenvolvimento urbano-regional ainda não atribuem a devida importância à abordagem das condições atmosféricas. De maneira geral o que se observa é o emprego de médias termo-higrométricas, de pluviosidade e de direção de ventos na análise climática subsidiária à referida empreitada. Falta, por outro lado, uma maior ousadia dos climatólogos, pois sua participação tem se restringido à elaboração de diagnósticos detalhados das condições atmosféricas urbanas, resultando em minucioso estudo que, em sua maioria, são finalizados com a constatação das características atmosféricas de uma determinada localidade e a pequena ou ousadia proposição de intervenções urbanas na perspectiva da melhoria do ambiente urbano (MENDONÇA, 2003, p.178)

Neste contexto, estudos desenvolvidos em centros urbanos demonstram uma preocupação com as condições térmicas e higrométricas, principalmente porque esses dois canais são os mais perceptíveis aos indivíduos que vivem na zona climática tropical, como é o caso da maior parte do território brasileiro. Assim, os principais estudos desenvolvidos no Brasil estão na região Centro Sul, devido à localização dos grandes centros urbanos, com destaque para a cidade de São Paulo, porém são regiões bastante degradadas ambientalmente.

Essas pesquisas são importantes para entender o funcionamento das cidades urbanizadas e sua interação com os elementos climáticos (ORTIZ, 2012).

As cidades são a representação da ocupação do homem no espaço e responsáveis pelas modificações na qualidade ambiental e social. Somado ao aglomerado populacional e consumindo um mesmo espaço geográfico através de suas atividades diárias nos centros urbanos, a cidade é, então, o resultado da paisagem que antes era natural e agora é uma paisagem de concreto (ORTIZ, 2012). Diante do exposto, a consequência perante tantas alterações é a ocorrência do desequilíbrio climático, principalmente no campo térmico, oriundo das matérias que compõem toda a estrutura das cidades (construções, matérias que absorvem calor, pavimentação, redução das áreas verdes entre outros). Para a introdução

Neste viés, Rampazzo (2015) afirma que:

Sobre este problema, no início dos anos 1970, Monteiro (1976) apoiado na crítica de Maximilien Sorre (1934, 1951) e nos estudos de P. Pedelaborde (1958, 1959), admitia o entendimento do clima por meio de uma concepção geográfica dada a complexidade e heterogeneidade do espaço urbano, e não simplesmente meteorológica como visto, até então de cunho estatístico. O clima enquanto variável meteorológica era entendido como os estados médios dos elementos atmosféricos sobre o dado lugar, associado à existência de uma cidade. A partir das contribuições de Monteiro e suas orientações conceituais o clima passou a ser concebido a partir da adoção de uma concepção dinâmica (RAMPAZZO, 2015, p. 62).

Assim, a fim de possibilitar ao pesquisador analisar o meio urbano sobre o ponto de vista climático para então apresentar ações mitigadoras visando alcançar qualidade socioambiental nos centros urbanos, deu-se início à Teoria Geral dos Sistemas (TGS), elaborada por Bertalanffy, em 1973 (RAMPAZZO, 2015). Para a TGS, “a própria conceituação de clima no sentido sorreano e o dinamismo intrínseco do fenômeno urbano exigem moldura teórica capaz de revelar esse dinamismo em graus diferentes, mas peculiares” (MONTEIRO; MENDONÇA, 2003, p. 18).

A Teoria Geral dos Sistemas foi a base para o desenvolvimento dos estudos de Monteiro (1978), que desenvolveu o Sistema Clima Urbano (SCU) muito utilizado por vários pesquisadores da área. A definição de Monteiro para clima urbano corresponde ao “sistema que abrange o clima de um dado espaço terrestre e sua urbanização” (MONTEIRO; MENDONÇA, 2003, p. 19) e, dentro desse sistema, encontra-se o meio natural e as modificações realizadas pelo homem, o que para Rampazzo (2015),

[...] pode ser apreendido a partir dos elementos geoambientais da cidade, como a densidade de urbanização, os tipos de uso e ocupação do solo, a presença ou ausência de vegetação, características de materiais construtivos, etc. já admitindo, portanto, a

influência da ação humana na construção desta fisionomia urbana (RAMPAZZO, 2015, p. 63).

Nos grandes centros urbanos, seu limite é definido pela dinâmica urbana e sua interação com aglomeração das edificações e os traços urbanos, além de influenciar nos processos de maneira mais ou menos intensa no clima das cidades, de acordo com os condicionantes da morfologia, estrutura e forma urbana. O Quadro 1 apresenta as características bioclimatizantes da forma urbana, elaboradas por Sant'Anna Neto, Amorim e Silva (2016).

Quadro 1 - Características da configuração urbana bioclimática

Continua

Características Bioclimatizante	Definição
Porosidade	Corresponde ao espaço entre as edificações e/ou arranjos morfológicos, diversidade de alturas das edificações, maior ou menor permeabilidade do tecido urbano à passagem dos ventos;
Rugosidade	Variação nas alturas dos edifícios (volume) e superfícies horizontais (geometria das massas edificadas); está associada ao vento;
Densidade de construção	Taxas de ocupação da área construída;
Tamanho da cidade (horizontal e vertical)	Estrutura urbana: o tamanho da cidade influi na qualidade de fontes produtoras de calor e de poluentes, padrões de ocupação com maior densidade tendem a possuir as maiores médias de temperatura, enquanto que os padrões de ocupação com menores taxas tendem a possuir as menores médias;
Uso e ocupação do solo	Influenciam na distribuição das temperaturas dentro das estruturas urbanas, concentração/dispersão de atividades, centralização/descentralização e a proporção de áreas verdes médias;
Orientação	Posicionamento da estrutura urbana quanto aos caminhos aparentes do sol, ventos e elementos naturais ou não;

Conclusão	
Características Bioclimatizante	Definição
Permeabilidade superficial do solo urbano	Relação entre as áreas construídas e pavimentadas com áreas livres de construção; propriedades térmicas e dos materiais: capacidade de absorção e reflexão dos diversos materiais em relação à luz e ao calor. Dependem diretamente de suas propriedades físicas como densidade, textura e calor;
Propriedades termodinâmicas dos materiais construídos	Corresponde às propriedades físicas como albedo, absorvância à radiação solar, emissividade, inércia térmica e índices de impermeabilidade dos materiais da massa edificada.

Fonte: Adaptado de SANT'ANNA NETO, AMORIM e SILVA, (2016). Org.: SANTOS (2019).

Tais características bioclimatizantes influenciam no comportamento do calor em espaços urbanos. Segundo Sant'Anna Neto, Amorim e Silva (2016), a diferença entre as cidades metropolitanas e as cidades de pequeno e médio porte, no que diz respeito aos fatores termodinâmicos, relaciona-se à porosidade. Continuando com Sant'Anna Neto, Amorim e Silva (2016, p. 10), “As regiões metropolitanas tendem a ser mais homogêneas, em termos de seus microclimas. Os bairros, os setores e as quadras apresentam menor variedade de fixos urbanos”. A porosidade nas demais cidades é variada, possível de ser encontrada em uma mesma quadra edificada com modelos muito desiguais. Para Sant'Anna Neto, Amorim e Silva (2016, p.12) “desta forma, a distribuição térmica na escala das edificações tende a ser mais diversificada, tornando os setores e bairros urbanos menos homogêneos”.

Neste caso, o bioclimatizante que pode ser destacado se refere ao uso e ocupação do solo, que está ligado à qualidade de vida das pessoas, assim como à qualidade ambiental do local. De acordo com o crescimento da cidade, novos loteamentos se fazem necessários para atender a demanda por moradia. Em muitos casos, esses dois fatores, essenciais para o bem-estar dos moradores, não são levados em consideração (SANT'ANNA NETO, AMORIM e SILVA, 2016).

Além do uso e ocupação do solo, acontece, também, o processo de urbanização desses novos bairros, o que acarreta na modificação do balanço de energia entre a atmosfera e o solo,

a partir do momento em que há uma troca da paisagem natural para a construída com o objetivo de atender as necessidades da população, como: moradia, serviços, lazer, entre outros.

Toda a massa edificada da cidade que a constitui ou lhe atribui dinamicidade, incluindo as construções em sua totalidade, o asfaltamento, a circulação de pessoas e veículos, as atividades no âmbito social, industrial e de produção, enfim, este todo com uma lógica própria de organização e em constante movimento, é que em contato com o ar subsequente alteram a forma com que se processam as trocas de energia, (SANT'ANNA NETO; AMORIM; SILVA, 2016, p. 13).

Quando se observa o aumento da temperatura nos centros urbanos, as transformações que ocorrem nesses espaços, como a substituição de áreas de vegetação, pavimentação das ruas, aglomeração de pessoas e entre outros fatores, são alguns dos itens a serem observados quando se diz respeito ao aumento térmico nas cidades.

Sant'Anna Neto, Amorim e Silva (2016), fazem uma distinção entre o uso e a ocupação do solo, a fim de deixar clara a configuração da estrutura e as funções urbanas. O uso do solo, “conforme sugere a denominação, estão relacionados aos tipos de uso a que se destinam os espaços, lotes ou áreas da cidade” (SANT'ANNA NETO; AMORIM; SILVA, 2016, p. 14). Dentro do uso do solo têm-se os tipos: residencial; para serviços; e áreas intensamente construídas. Todos esses locais apresentam pavimentação e arborização.

Assim, ficará fácil deduzir algumas particularidades dos elementos climáticos relacionadas às áreas que insinuam um comportamento diferente em tais ambientes urbanos. Com base na configuração das cidades, foram criados os padrões de uso do solo, conforme o Quadro 2.

Quadro 2 - Padrões de uso do solo estabelecidos para cidades de pequeno e médio porte

Continua

USO DO SOLO		
Valore correspondente	Classificação	Definição
1	Comércio	Refere-se à presença de atividade comercial no lote; lojas (roupas, brinquedos, artesanatos, utensílios, supermercados), postos de combustíveis, bares, etc.;

Conclusão

Valore correspondente	Classificação	Definição
2	Serviços	É atribuído à atividades de serviços evidenciada no solo; incluindo oficinas, mecânicas, cartórios, bancos, academias, provedores de internet, lan house, etc.;
3	Serviços Públicos	Equivale aos serviços, porém vinculados à atividade pública; por exemplo: escolas, prefeituras, estação elevatória e de tratamento de água e esgoto, câmara, creches, casa da agricultura, posto de saúde, garagem da prefeitura, etc.;
4	Misto	Presença conjunta de uso do solo residencial e outra atividade (comercial, serviço, industrial, etc.) no mesmo lote;
5	Residencial	Refere-se aos usos do solo que se destinam exclusivamente ao residencial – construções residenciais, ou moradias individuais;
6	Industrial	Lote destinado à atividade produtiva (produções de amplificadores de áudio);
7	Área de Lazer	Lotes voltados ao lazer (praças, ginásios de esportes, campos abertos de futebol, áreas de recreações, etc.), ou destinados a isso, mesmo que não o seja;
8	Lotes não construídos	Refere-se aos lotes em que não há edificações.
9	Cursos d'água	Compete a lagos, represas, rios e córregos localizados no espaço urbano.
10	Áreas verdes	Trata-se de Áreas de Preservação Ambiental (APA), Área de Preservação Permanente (APP), parques verdes, presentes no meio urbano da cidade

Fontes: Adaptado de RAMPAZZO, apud SANT'ANNA NETO, AMORIM e SILVA (2016, p. 15).

As duas últimas categorias foram acrescentadas por Santos (2019), pois em Catalão possui Áreas de Preservação Permanente – APP; o Parque Natural Municipal Setor Santa Cruz; entorno do Morro São João; Parque Calixto Abraão e o remanescente nas proximidades da Avenida Raulina Fonseca Paschoal, denominado de Parque Pirapitinga. Ao leste da cidade nasce o Ribeirão Pirapitinga, que adentra o Parque Natural Municipal Setor Santa Cruz, onde se origina a Represa do Clube do Povo e um conjunto de três represas no Bairro Monsenhor de Souza.

Esses tipos de padrões são utilizados para a construção de mapas de uso do solo urbano, de maneira que cada padrão seja de uma cor: as cores próximas se referem à atividade relacionada, e as com tons diferentes representam outros tipos de uso (SANT’ANNA NETO, AMORIM e SILVA, 2016).

No que tange à ocupação do solo, Sant’Anna Neto e Amorim (2016, p. 16) definem como “a ocupação do solo relacionada à densidade de construções da cidade”. Esse tipo de classificação é utilizado para investigar a porcentagem de áreas construídas dentro de cada espaço, e a taxa de ocupação varia entre 50% e 100%, conforme verifica-se no Quadro 3.

Quadro 3 - Classe de ocupação do solo estabelecidas (%)

OCUPAÇÃO DO SOLO	
Classe de ocupação (%)	Descrição
50% - 60%	O índice de ocupação na quadra considerada varia entre 50% e 60% em relação ao total de lotes; significa que as construções são esparsas;
60% - 70%	O índice de ocupação na quadra considerada varia entre 60% - 70% em relação ao total de lotes;
70% - 80%	O índice de ocupação na quadra considerada varia entre 70% - 80% em relação ao total de lotes;
80% - 90%	O índice de ocupação na quadra considerada varia entre 80% - 90% em relação a total de lotes sendo bastante expressivo;
90% - 100%	O índice de ocupação na quadra considerada varia entre 90% e 100% em relação ao total de lotes, a impermeabilização do solo é muito alta.

Fontes: Adaptado de RAMPAZZO, apud SANT’ANNA NETO, AMORIM e SILVA (2016, p. 15).

Então, assim como o uso do solo, essa classe de ocupação do solo também é utilizada para mapear uma área urbana, e, por este motivo, as cores são muito importantes para definir o grau de intensidade da ocupação: sua variação vai desde o branco, que significa sem edificação, até as cores escuras, para áreas bastante edificadas. Os mapas construídos conforme as classificações dos quadros 1 e 2 são importantes para a análise dos espaços urbanos de acordo com o tipo de construção e sua finalidade.

Assim, a próxima sessão apresenta uma discussão sobre o Sistema Clima Urbano, elaborado por Monteiro (1976), para a construção do estudo referente ao clima em ambiente urbano. Além disso, aborda os três (3) canais de percepção desenvolvidos pelo mesmo autor, e que, porventura, são muito utilizados por pesquisadores para nortear suas pesquisas.

1.2 O Estudo do Clima Urbano: canais de percepção humano

Em cidades de pequeno e médio porte, o estudo do clima urbano possui papéis importantes na relação do ambiente urbano construído o seu clima. As especificidades apresentam menos diversidade que as metrópoles, no entanto, os diferentes tipos de construções e de características geourbanas são maiores. Diante do exposto, Sant'Anna Neto, Amorim e Silva (2016, p. 29) explanam que “é fundamental que se reconheça as diferenças entre as áreas urbanas em função do porte das cidades e que se considerem os diferentes atributos que se relacionam ao clima”, pois somente assim será possível a identificação do calor produzido pelo homem no meio urbano.

A cidade enquanto ambiente construído, como ação humana sobre o meio ambiente urbano torna-se objeto de investigação a fim de compreender as alterações climáticas decorrentes dos aglomerados de edificações, impermeabilização dos solos, que acabam por inferir na qualidade de vida das pessoas (SANT'ANNA NETO; AMORIM; SILVA, 2016, p. 24).

Como já mencionado anteriormente, os problemas ambientais ligados ao uso e ocupação do espaço urbano, além de causar mudanças reais no ambiente natural, polui a atmosfera, alterando-a quimicamente e provocando alteração no albedo que, por consequência, modifica a temperatura que interfere no balanço da água na atmosfera. Assim, para Rampazzo (2015):

Além da compartimentação em nível vertical, a atmosfera, também se diferencia no plano horizontal, e neste caso a análise deve considerar fatores como o adensamento urbano e os aspectos funcionais da cidade, que possibilitam distinguir os setores geográficos comerciais, residenciais, de serviços, que possuem diferentes padrões de ocupação do solo (locais com maior ou menor densidade de edificações), bem como a presença de arborização, lagos, etc. Estas diferenciações se tornam ímpares nos

estudos em clima urbano, pois cada setor geográfico considerado verticalmente pode ter tendência térmica distinta no âmbito da superfície. E para a definição dos espaços intraurbanos da cidade e suas respostas no comportamento térmico, são necessárias este tipo de levantamento para possibilitar esta inter-relação entre as variáveis estudadas bem como uma leitura geográfica e comprometida da pesquisa (RAMPAZZO, 2015, p. 78).

Ressaltado as palavras da autora, o clima urbano possui características específicas para cada ambiente, o que muda, portanto, é sua configuração, estruturação e densidade, tanto populacional quanto de edificações. Em ambientes em que o homem respeita o espaço em que a cidade se insere, com grandes áreas de vegetação e produzindo o mínimo possível de poluição (atmosférica, água e solo), na teoria, seria possível evitar as alterações do clima local. No entanto, segundo Ugeda Júnior (2012, p. 68) “cidades, mesmo que de pequeno porte, que cresçam de forma desplanejada, estão inevitavelmente, caminhados para alterações climáticas capazes de gerar um clima urbano específico”.

Neste contexto, o Sistema Clima Urbano (SCU) acontece no ambiente urbano, sendo o próprio clima complexo, dinâmico e aberto, pois recebe energia solar e do próprio ambiente, tornando-se assim, adaptativo, já que ao receber energia de um ambiente maior, o transforma, alterando o clima. Para Rampazzo (2015) as diferentes configurações urbanas atuam em todas as escalas do clima, criando diversos microclimas dentro da cidade. Já para Ugeda Júnior (2012):

Esse raciocínio pode ser realizado com o homem urbano no centro da análise, pois ele está inserido no SCU, e assim, como o ambiente as ações antrópicas geram entradas de matéria e energia, que retornam ao próprio homem através de alterações causadas por suas ações. Entretanto, por ser um sistema aberto, ações iniciadas pela ação antrópica podem ser retroalimentadas, fato que pode gerar sérios impactos ao equilíbrio do sistema [...] (UGEDA JÚNIOR, 2012, p. 69).

Então, com as intervenções do homem no espaço que está inserido, proporciona-se a alteração no balanço energético do local através dos materiais utilizados nas edificações e sua verticalização, inferindo a cobertura do solo, de forma a não permitir e/ou reduzir a sua capacidade de absorção da água e a circulação de pessoas e automóveis, fatores que propiciam a alteração de energia no sistema clima urbano.

Assim, a entrada da radiação solar aquece o ar e os materiais construídos, armazenando energia no sistema, em que durante o dia acontece o processo de aquecimento e, durante a noite, o resfriamento de forma lenta. Quando comparado aos ambientes rurais, a área urbana possui menor capacidade de transferência de calor, devido à grande concentração nos espaços urbanos,

a diferença de calor específico entre os materiais naturais (área rural) e materiais construídos (área urbana) e sua menor amplitude térmica (UGEDA JÚNIOR, 2012).

Outro fato que acelera o aquecimento da superfície da área urbano é a mudança higrométrica provocada pelos processos de urbanização, canalização dos rios e córregos, diminuição da vegetação, impermeabilização do solo, dentre tantos processos. Como consequência, diminui a evaporação e evapotranspiração, o que reduz a umidade e a perda de energia através da mudança do calor sensível em calor latente nas cidades (UGEDA JÚNIOR, 2012).

A transformação da água do estado líquido, para o estado gasoso consome energia na forma de calor sensível e a transforma em calor latente, gerando queda na temperatura. Como na cidade a superfície impermeabilizada não retém água, a energia que seria transformada em calor latente acaba não sendo utilizada, ficando disponível na forma de calor sensível, o que intensifica o aquecimento das áreas urbanas (UGUDA JÚNIOR, 2012, p. 71).

Para resumir o que foi dito anteriormente, Monteiro (1975) elencou 10 anunciados básicos para a construção do S.C.U:

1. O clima urbano é um sistema que abrange o clima de um dado espaço terrestre e sua urbanização;
2. O espaço urbanizado, que se identifica a partir do sítio, constitui o núcleo do sistema que mantém relações íntimas com o ambiente regional imediato em que se insere;
3. O S.C.U. importa energia através do seu ambiente, é sede de uma sucessão de eventos que articulam diferenças de estados, mudanças e transformações internas, a ponto de gerar produtos que se incorporam ao núcleo e/ou são exportados para o ambiente, configurando-se como um todo de organização complexa que se pode enquadrar na categoria dos sistemas abertos;
4. As entradas de energia no S.C.U. são de natureza térmica (oriundas da fonte primária de energia de toda a Terra – o Sol), implicando componentes dinâmicas inequívocas determinadas pela circulação atmosféricas, e decisivas para a componente hídrica englobada nesse conjunto;
5. A avaliação dessa entrada de energia no S.C.U. deve ser observada tanto em termos quantitativos como, especialmente, em relação ao seu modo de transmissão;
6. A estrutura interna do S.C.U. não pode ser definida pela simples superposição a adição de suas partes (compartimentação ecológica, morfológica ou funcional urbana), mas somente por meio da íntima conexão entre elas;
7. O conjunto-produto do S.C.U. pressupõe vários elementos que caracterizam a participação urbana no desempenho do sistema. Sendo variada e heterogênea essa produção, faz-se mister uma simplificação, classificatória, que deve ser construída através de canais de percepção humana;
8. A natureza urbana do S.C.U. implica em condições especiais de dinamismo interno consoante o processo evolutivo do crescimento e desenvolvimento urbano, uma vez que várias tendências ou expressões formais de estrutura se sucedem ao longo do processo de urbanização;

9. O S.C.U. é admitido como passível de autorregulação, função essa conferida ao elemento homem urbano que, na medida em que o conhece e é capaz de detectar suas disfunções, pode, através do seu poder de decisão, intervir e adaptar o funcionamento do mesmo, recorrendo a dispositivos de reciclagem e/ou circuitos de retroalimentação capazes de conduzir o seu desenvolvimento e crescimento seguindo metas preestabelecidas;

10. Pela possibilidade de interferência autorreguladora, acrescentam-se ao S.C.U., como sistema aberto, aquelas propriedades de entropia negativas pela sua própria capacidade de especialização dentro do crescimento através de processos adaptativos, podendo ser qualificado, assim, como um sistema marfogenérico (MONTEIRO; MENDONÇA, 2003, p. 19-25).

Assim, todos os efeitos do clima produzidos no espaço urbano em resposta às ações humanas sobre o mesmo são sentidos e/ou percebidos pelo homem no momento em que afeta suas atividades do cotidiano. Monteiro e Mendonça (2003) chamou este processo de “canais de percepção do S.C.U.”, sendo:

Desta maneira, as variáveis que se sobressaem nos climas urbanos, tais como ilhas de calor, poluição atmosférica e inundações no espaço urbano, são analisadas, respectivamente, através de canais abstratos – conforto térmico, qualidade do ar e impacto meteórico - os quais definem os subsistemas fundamentais ao Sistema Clima Urbano (Termodinâmico, Físico-Químico e Hidrodinâmico) que atuam no complexo energético (MONTEIRO; MENDONÇA, 2003, p. 77).

O que Monteiro (1976) chamou de “subsistemas fundamentais ao S.C.U.” foi dividido em três canais, de acordo com a percepção humana, como pode ser visto no Quadro 4.

Quadro 4 - SISTEMA CLIMA URBANO (SCU): Articulação dos sistemas segundo os canais de percepção
Continua

Subsistemas Canais Caracterização	I Termodinâmico Conforto Térmico	II Físico-químico Qualidade do ar	III Hidrometeórico Impacto meteórico
Fonte	Atmosfera radiação circulação horizontal	Atividade urbana Veículos automotores Indústrias obras- limpas	Atmosfera estados espaciais (desvios rítmicos)
Trânsito no sistema	Intercâmbio de operador e operando	De operando ao operador	Do operador o operando
Mecanismo de ação	Transformação do sistema	Difusão através do sistema	Concentração no sistema

Conclusão

Subsistemas Canais Caracterização	I Termodinâmico Conforto Térmico	II Físico-químico Qualidade do ar	III Hidrometeorico Impacto meteorico
Projeto	Interação Núcleo Ambiente	Do núcleo ao ambiente	Do ambiente ao núcleo
Desenvolvimento	Contínuo (permanente)	Cumulativo (renovável)	Episódio (eventual)
Observação	Meteorológica espacial (T. de Campo)	Sanitária e meteorológica espacial	Meteorológica hidrológica (T. de campo)
Correlações disciplinares e tecnológicas	Bioclimatológica Arquitetura Urbanismo	Engenharia sanitária	Engenharia sanitária e infraestrutura urbana
Produtos	“Ilha de Calor” ventilação Aumento de precipitação	Poluição do ar	Ataques à integridade urbana
Efeitos diretos	Desconforto redução do desempenho humano	Problemas sanitários Doenças respiratórias, oftalmológicas etc.	Problemas de circulação e comunicação urbana
Reciclagem adaptativa	Controle de uso do solo Tecnologia de conforto habitual	Vigilância e controle dos agentes de poluição	Aperfeiçoamento da infraestrutura urbana e regularização fluvial. Uso do solo
Responsabilidade	Natureza Homem	Homem	Natureza

Fonte: Adaptado de MONTEIRO; MENDONÇA (2003).

Esse quadro apresenta os três canais de percepção humana encaixados em uma estrutura de análise dos elementos climáticos. A ação dos elementos geoambientais, que configura a malha urbana, exercem influência nos componentes do clima, em especial a temperatura caracterizada pelo conforto térmico (canal I). De acordo com Rampazzo (2015, p. 81), “O clima

urbano, estudado a partir da comparação com o campo circundante, implica em uma análise específica para as características de cada setor geográfico estudado”. Assim, conforme as particularidades de cada elemento presente no meio urbano e a quantidade com que ocorre, é possível perceber as variações térmicas, principalmente em função do uso e ocupação do solo urbano (RAMPAZZO, 2015).

Esse canal compreende os componentes termodinâmicos representados através do calor, ventilação e umidade nos referenciais básicos a esta noção. É um filtro perceptivo bastante expressivo, pois afeta a todos, em especial os despreparados economicamente. Vários são os estudos realizados, seja na climatologia da saúde, ou no desenvolvimento de tecnologia de conforto residencial, assunto de investigação de importância crescente (LIMA PINHEIRO et al, 2012).

As pesquisas concretizadas no campo termodinâmico têm os dados obtidos através de medições de temperatura do ar, umidade relativa do ar e a velocidade do vento. Em muitos casos, é feita a análise da influência da morfologia urbana e ações realizadas no meio urbano sobre o clima local. Os aparelhos utilizados são os termos higrômetros, o transcender móvel, além das estações convencionais e/ou automáticas.

Neste sentido, o trabalho de Ribeiro (2005) foi realizado junto com trabalhadores de uma unidade de produção de uma indústria metalúrgica, com o intuito de avaliar as condições e a percepção térmica do local. Para tanto, foi feito o levantamento dos dados de temperatura, umidade, velocidade do vento, temperatura média da radiante, atividade dos trabalhadores e o tipo de vestuário. Utilizou-se os parâmetros de conforto, no verão, com base nas normas internacionais da série International Organization for Standardization (ISO) e as normas brasileiras do tipo NR-NBR. Os resultados mostraram que o ambiente apresenta desconformidade ao recomendado de conforto, concluindo que os trabalhadores sentem o ambiente desconfortável e quente.

Já Fernandes (2014) estudou a maneira como a vegetação urbana influencia o microclima da cidade e a forma de relacioná-la com índices de conforto térmico. A pesquisa foi realizada em uma região na interface que abriga duas praças em Londrina (PR): um bem arborizado e outra menos arborizada. Foram realizadas medições contínuas de temperatura e umidade relativa do ar através de 16 sensores modelo HOBO –U23, durante o período de 03 de setembro a 03 de outubro de 2013. Os resultados, aqui, indicaram que a praça com uma maior densidade e riqueza de espécies arbóreas chegou a estar 8,7°C mais fria que a Praça menos arborizada. Além disso, foi possível avaliar que, entre os sensores dispostos na rua, o sensor

que estava sob influência do túnel de árvores se encontrou até 8°C mais frio em comparação ao sensor sem influência de árvores adjacentes, ou seja, em locais com maior arborização e índice de conforto térmico.

Além disso, Ikefuti e Amorim (2018) realizaram um estudo na cidade de Presidente Prudente, avaliando o conforto térmico em ambientes abertos e fechados, de acordo com o padrão das edificações, resultantes das condições sociais da população. Foi avaliado o conforto térmico interno e externo a partir de dados como: horários de temperatura e umidade relativa, registrados através de manifestações meteorológicas no mês de julho de 2008. O resultado mostrou que existe uma influência dos materiais construtivos e das áreas verdes no conforto térmico das residências.

Anteriormente, Cardoso e Amorim (2009) analisaram as variações espaciais da temperatura do ar em Presidente Prudente (SP), utilizando transectos móveis noturnos durante episódios de verão. Os gráficos com os perfis térmicos, a ilustração das características do sítio urbano e do rural ao longo dos trajetos, e os perfis topográficos permitiram a visualização das variações de temperatura do ar com os diferentes tipos de uso e cobertura da terra e padrões construtivos. Os resultados desta pesquisa indicaram a formação de ilhas de calor de magnitude moderada a forte, com intensidades entre 3,5°C e 5,5°C, sendo que as características mais importantes na diferenciação entre as áreas mais aquecidas e as áreas com temperaturas reduzidas foram a presença de cobertura vegetal, a morfologia da superfície, as condições meteorológicas de cada dia de registro e as atividades antropogênicas.

O segundo canal de percepção, o Físico-Químico, é caracterizado pela qualidade do ar. Com a Revolução Industrial, o desenvolvimento da tecnologia contribuiu para aumentar a poluição atmosférica, e hoje é uma preocupação crescente em todos os países. Doenças respiratórias estão vinculadas nesse canal de percepção e pesquisas são realizadas nessa área (LIMA PINHEIRO et al, 2012). Então, trabalhos relacionados a essa percepção consistem em verificar a qualidade do ar para determinar o nível de poluição e, por fim, a origem do poluente (de automóveis ou fábricas). Para Nascimento (2018, p. 24), “é imprescindível que, além da fonte poluidora, se conheça também o padrão de circulação das massas de ar a fim de entender o mecanismo de difusão da poluição”, pois só assim, é possível determinar a origem da poluição.

Na pesquisa de Nakagawa e Comarú et al (2009) foram estudados três pontos de monitoramento da qualidade do ar na Região Metropolitana de São Paulo, no período de 1999 a 2007, no intuito de verificar a concentração dos poluentes atmosféricos, comparando-os aos

padrões de qualidade do ar estabelecidos pela Companhia Ambiental do Estado de São Paulo (CETESB) e Organização mundial da Saúde (OMS). Foi constatado que houve ultrapassagem de alguns poluentes, tanto dos limites diários como nas médias anuais instituídas pela CETESB e OMS. Além disso, algumas ultrapassagens ocorreram em muitos momentos, com valores bem acima do recomendado e, por isso, há a necessidade de maior rigor no monitoramento e controle dos poluentes.

Silva e Vieira (2017) abordaram de forma breve, o histórico da atual preocupação com a poluição atmosférica, a descrição dos principais agentes poluentes, o panorama dos padrões de qualidade do ar e da rede monitoramento nacionais e quais os impactos na saúde e economia, além de ressaltarem a necessidade do país de encarar a gestão da qualidade do ar como um problema de saúde pública, estabelecendo padrões legais de níveis aceitáveis de concentração de poluentes e a construção de uma rede nacional de monitoramento. Para eles, o controle sobre emissões em fontes fixas e/ou móveis é uma ação efetiva e deve ser executada por parte do poder público em suas várias esferas e pela sociedade civil, como agente fiscalizador e atuante para a melhora constante da qualidade do ar.

Rocha e Figueiró (2010) verificaram a concentração de material particulado nas principais ruas e avenidas do bairro Centro de Santa Maria/RS, relacionando as condições geológicas e a estrutura urbana local. A metodologia de pesquisa se caracterizou pela elaboração de um zoneamento ambiental do bairro centro, olhando pelo ângulo na qualidade do ar, além da realização da medição das concentrações de material particulado. A investigação da relação entre as concentrações de material particulado inalável com os tipos de tempo demonstrou a existência de uma grande correlação quanto ao número de dias de concentração acima de $50\mu\text{g}/\text{m}^3$ com os meses de inverno na cidade de Santa Maria.

Danni-Oliveira (2003) avaliou espaço-temporalmente e os parâmetros naturais e sociais da cidade de Curitiba para analisar a qualidade do ar da cidade, a qual possui um grande número de automotores que exalam poluentes na atmosfera, alterando a qualidade do ar respirado pelos cidadãos. A autora concluiu que as áreas com maior circulação de veículos apresentaram a qualidade do ar mais afetada em relação às áreas com baixo movimento.

O desenvolvimento do canal físico-Químico ocorre com a atividades das indústrias, das fábricas e dos automóveis, que produzem gases poluentes e são dissipados pelo vento tanto horizontal quanto verticalmente. Os níveis de poluição variam de acordo com o espaço e o tempo e, a depender da intensidade, é que será mais ou menos evidente para as pessoas.

O último canal é o Hidrometeorológico, caracterizado pelo meteorológicos de impactos hídricos, como: chuva, neve, nevoeiros; mecânicos, tornados; e elétricos, tempestades. Quando estes fenômenos ocorrem de maneira intensa, os impactos são sentidos por todos, impactando a vida das pessoas, alterando ou desorganizando a circulação de veículos e pessoas, assim como o bom andamento dos serviços e atividades desenvolvidas nas cidades. Segundo Lima, Pinheiro et al (2012, p. 630) “nas cidades brasileiras, são constantes os problemas derivados do subsistema hidrometeorológico devido a sua configuração climática e aos problemas de ordem socioambientais existentes”.

Os transtornos ocasionados pelas enchentes, tempestades, poluição e demais problemas ambientais e sociais que ocorrem nos centros urbanos corresponde ao canal III Hidrometeorológico. Alguns desses eventos podem acontecer de forma natural, sem ação humana; no entanto, as transformações no espaço urbano pelo homem intensificam esses eventos, o que caracteriza a participação humana no desenvolvimento do sistema (LIMA, PINHEIRO et al, 2012).

Ainda sobre os impactos do meio urbano no clima, para Ayoade (1998):

Nas áreas urbanas, altera-se a composição química da atmosfera. As propriedades térmicas e hidrológicas da superfície terrestre, assim como seus parâmetros aerodinâmicos são modificados pelos processos de urbanização e industrialização. Os pântanos são drenados e as superfícies naturais são substituídas por superfícies pavimentadas, ruas e telhados de prédios. Como resultado, a radiação em ondas longas e a de ondas curtas são reduzidas sobre as áreas urbanas. As temperaturas elevam-se, mesmo quando diminui a duração da insolação. A umidade é reduzida, mas há um certo aumento na precipitação e também na quantidade de nebulosidade. Os nevoeiros e neblinas são mais espessos, ocorrendo com mais frequência e persistência, prejudicando a visibilidade. A turbulência cresce, os ventos fortes são desacelerados e os ventos fracos são acelerados à medida que se movimentam nas áreas urbanas, (AYOADE, 1998, p.300).

As modificações dos ciclos naturais, destacadas pelo autor, são sentidas pela população, que, em muitos casos, não tem como se proteger das tempestades, enchentes, alagamentos e deslizamento de terra, acarretando na perda dos seus bens materiais e, até mesmo, suas vidas, como pode ser visto nos jornais, principalmente nos meses de janeiro e fevereiro, os quais são responsáveis por grandes volumes de chuvas nos principais centros urbanos do Brasil.

No que se refere aos danos oriundos do hidrometeorológico, este é um forte indicativo da fragilidade dos centros urbanos, principalmente nas grandes cidades, uma vez que, quanto mais frágil, maiores serão os prejuízos socioambientais. Neste caso, os mais sofrem são as pessoas mais carentes, que moram em áreas de risco. Nascimento (2018) ressalta que:

[...] o uso desordenado do solo, causando problemas diretamente ligados ao escoamento areolar das áreas urbanas, atrelado à infraestrutura precária das

edificações são as principais causas dos desastres urbanos provocados por eventos meteorológicos extremos. Além disso, o rápido crescimento das cidades tem levado os menos favorecidos a ocuparem áreas sujeitas a deslizamentos diante de chuvas extremas. Assim, o monitoramento climático, levando em consideração a morfologia urbana é capaz de gerar dados que sirvam de subsídio aos planejadores urbanos para que estes venham a encontrar estratégias de defesa para áreas já consolidadas e possam planejar adequadamente as áreas ainda em estágio de desenvolvimento (NASCIMENTO, 2018, p. 27).

Para realizar o monitoramento destas áreas, pesquisadores utilizam o pluviômetro na medição de chuvas, além de procurar em sites oficiais registros históricos das chuvas intensas que atingiram a cidade em questão. A reunião dessas informações resulta na identificação das áreas mais vulneráveis, dado importante para a agilizar um plano de defesa dessas áreas (NASCIMENTO, 2018).

Neste sentido, Lima e Amorim (2014) realizaram um trabalho de investigação da ocorrência de episódios de alagamentos e inundações ocorridos entre 1980 e 2009 na cidade de São Carlos/SP. O estudo foi desenvolvido através da análise associada entre dados pluviométricos de São Carlos e notícias veiculadas em jornais locais sobre as repercussões dos impactos deflagrados pela precipitação. A conclusão a que chegaram foi que, embora a ocorrência de alagamentos e inundações em São Carlos seja considerada um fato antigo, houve um grande aumento do número de ocorrências e surgimento de novas áreas atingidas por esses impactos.

Já Pereira e Monteiro (2012) quantificaram as ocorrências de precipitações diárias iguais ou superiores a 60 mm, para isso utilizaram um recorte temporal de 1981 a 2009 na cidade de João Pessoa/PB. Foi realizada uma coleta e sistematização do banco de dados disponibilizados pela Estação Meteorológica de João Pessoa, além da tabulação e análise das precipitações diárias intensas sob a forma gráfica. Os resultados revelaram que há um aumento das ocorrências de eventos pluviométricos intensos diários, na medida em que também ocorre um aumento dos totais da precipitação anual.

Posteriormente, Soares, Ferreira et al (2016) realizaram uma análise em torno dos impactos hidrometeorológicos, causados pelo evento do dia 03 de novembro de 2013 na cidade de Sobral (CE), a fim de identificar os impactos oriundos de eventos climáticos responsáveis por variações extremas no ritmo climático. Assim, foi feita a caracterização da gênese do evento, identificando os impactos oriundos de eventos climáticos, responsáveis por variações extremas no ritmo climático, com destaque ao fator climático “relevo”. Concluíram, então, que os impactos hidrometeorológicos protagonizados no dia 03 de novembro de 2013 foram caracterizados de maneira intensa na cidade Sobral, principalmente levando em conta sua localização nas

proximidades do rio Acaraú, passível de inundações periódicas associadas a eventos extremos climáticos.

Estudos como esses demonstra a preocupação dos pesquisadores diante de um cenário catastrófico. A partir das modificações nos fatores urbanos, como uso e ocupação do solo, pode-se representar um aumento considerável da pluviosidade local que, ligada a uma infraestrutura frágil, resulta em diversos prejuízos à população, em especial a população mais carente (NASCIMENTO, 2018).

[...] um planejamento adequado e uma regulamentação eficaz sobre o uso e ocupação do solo, aliados a um sistema de monitoramento climático e estratégias emergenciais são imprescindíveis à obtenção de um ambiente urbano livre de catástrofes e calamidades associadas a precipitações extremas (NASCIMENTO, 2018, p. 28).

Neste sentido, Monteiro e Mendonça (2003) destacam que as fortes chuvas são um problema para o Brasil, em especial para as cidades de São Paulo e Rio de Janeiro, em que todos os anos suas ruas são alagadas, provocando deslizamentos de morros, destruindo bens materiais e prejudicando a vida dos moradores dessas cidades. Este fato demonstra a incapacidade do poder público em criar estratégias para minimizar os transtornos ocasionados pelos impactos meteóricos.

Assim, a sessão a seguir, abordará importância dos tipos de escalas climáticas, além da definição de cada uma delas, e mostrará algumas pesquisas realizadas anteriormente, pois só a partir delas será possível verificar os diferentes sistemas atmosféricos que atuam sobre o meio urbano, podendo, desse modo, interpretar e dimensionar os agentes e sistemas atuantes que caracterizam o clima da cidade e a importância da delimitação para o estudo do clima urbano.

1.3 Escalas Climáticas

No que se refere às escalas, os elementos climáticos e os fenômenos urbanos ocorrem tanto no âmbito vertical quanto horizontal, caracterizando o clima local que está inserido no regional – este, que este se insere no zonal. Os elementos do clima local exercem influência na circulação da atmosfera. Para esta pesquisa, a escala ideal para ser trabalhada é o topoclima, tendo em vista que serão utilizados sensores computacionais para coleta de dados em um bairro.

A configuração do clima em área urbana possui características específicas, o que o torna diferente do meio rural, por exemplo. Nas palavras de Ortiz (2011, p. 37) “apesar de se delimitar a uma área específica, ele recebe influência dos sistemas atmosféricos regionais em que se

insere”. Logo, o clima urbano é o resultado da soma de um espaço urbanizado mais os padrões do sistema regional em que ele está inserido.

O comportamento do tempo e do clima resulta das interações ocorridas na interface multiespectral que intercambia e modifica a radiação solar através do meio terrestre, envolvendo a litosfera, a hidrosfera, a criosfera e a biosfera repercutindo, particularmente, no estado da atmosfera. As trocas de energia, umidade, massa e momentum entre a atmosfera e a superfície do planeta geram estados interativos que apresentarão duração e tamanho compatíveis com a intensidade e a frequência das referidas trocas (RIBEIRO, 1993, p. 01).

No que se refere à dinâmica atmosférica, a sua dimensão espacial e temporal se faz pelo espaço, intensidade, tempo e a repetição do acontecimento do fenômeno observado, o que implica, por sua vez, na definição da escala de abordagem empregada (RAMPAZZO, 2015).

A escala é utilizada para delimitar a área de estudo, seja qual for, do ponto de vista geográfico, delimitando-se ao espaço-tempo dos fenômenos terrestres como, por exemplo, o clima. Segundo Mendonça e Danni-Oliveira (2007, p. 21) “a definição da escala do clima impõe-se a todo estudo ligado a esse ramo do conhecimento, uma vez que ele se manifesta em todos os locais do Planeta”. Assim, a delimitação da área de estudo facilita as observações do fenômeno estudado, mas é importante ressaltar que a influência dos fatores geográficos com os elementos climáticos é determinante para a dinâmica do fluxo de energia que ocorre em diferentes espaços.

Para melhor entender o processo de formação do clima urbano, Ribeiro (1993) apresentou os princípios norteadores para a construção do sistema taxonômico do clima:

- a) São consideradas escalas superiores aquelas mais próximas do nível planetário e escalas inferiores aquelas mais próximas dos indivíduos habitantes da superfície da Terra;
- b) As combinações de processos físicos interativos numa escala superior resultam em modificações sucessivas no comportamento da atmosfera nas escalas inferiores;
- c) As combinações particulares de processos físicos nas escalas inferiores possuem limitada repercussão nas escalas superiores;
- d) O grau de dependências da radiação extraterrestre na definição climática é maior nas escalas superiores, enquanto que a influência dos elementos da superfície, inclusive a ação antrópica, vai-se tornando mais pronunciada na medida em que se atingem as escalas inferiores;
- e) Quanto mais extenso o resultado de determinada combinação, maior será o tempo de sua permanência, sendo o inverso igualmente verdadeiro;
- f) A extensão de uma determinada combinação na atmosfera resulta num atributo tridimensional sendo, portanto, volumétrica a noção de extensão, em Climatologia, e tendo como limite superior o próprio limite da atmosfera terrestre (RIBEIRO, 1993, p. 01).

Em relação aos sistemas superiores (zonal e regional), Ortiz (2011) reforça que o clima urbano recebe influência direta. Além disso, é subdividido em Mesoclima, encontrado nas cidades grandes, bairros ou subúrbios de metrópole; o Topoclima, identificado em pequenas cidades, bairros ou subúrbios de cidades; e Microclima, observado nas grandes edificações e habitações. Essa diferenciação de clima em escalas diferentes é o resultado das diferentes características do sítio urbano. Na Tabela 1, são apresentadas as categorias na disposição geográfica do clima e seu vínculo com o clima urbano.

Tabela 1 - Categorias taxonômicas da organização geográfica do Clima e suas articulações com o Clima Urbano.

Ordens e Grandeza	Unidade de superfície	Escala cartográfica de tratamento	Espaços climáticos	Espaços urbanos	Estratégias de abordagem			Continua
					Meios de observação	Fatores desorganização	Técnicas de análise	
II	Milhões de Km	1:45.000.000 1:10.000.000	Zonal	–	Satélites Imagens	Latitude Centros de ação atmosférica	Caracterização geral comparativa	
III	Milhões de Km	1:5.000.000 1:2.000.000	Regional	–	Cartas sinóticas Sondagens Aerológicas	Sistemas meteorológicos (Circulação secundária)	Redes transectos	
IV	Centenas de Km	1:1.000.000 1:500.000	Sub-regional (Fácies)	Megalópole Grande área metropolitana	Rede meteorológica de superfície	Fatores geográficos	Mapeamento sistemático	
V	Centenas de metros	1:250.000 1:100.00	Local	Área metropolitana Metrópole	Posto meteorológico Rede complementar	Integração geológica Ação antrópica	Análise espacial	
VI	Dezenas de metros	1:50.000 1:25.000	Mesoclima	Cidade grande Bairro ou subúrbio de metrópole	Registros móveis (Episódios)	Urbanismo	Espaciais	

Ordens e Grandeza	Unidade de superfície	Escalas cartográficas de tratamento	Espaços climáticos	Espaços urbanos	Estratégias de abordagem	Ordens e Grandeza
–	Dezenas de metros	1:10.000	Topoclima	Pequena cidade Fácies de bairro/subúrbio	(Detalhe)	Arquitetura
–	Metros	1:2.000	Microclima	Grande edificação Habitação Setor de habitação	Baterias de instrumentos especiais	Habitação
Fonte: Adaptado de Monteiro apud (ORTIZ, 2011, p.39).						Conclusão

A Tabela 1 apresenta, então, a ordem das unidades em escalas cartográficas dos espaços climáticos. Elas são importantes na delimitação dos estudos de Climatologia, em especial sobre o clima urbano, uma vez que a escala na investigação de um fenômeno climático é determinante para o seu conhecimento.

Neste contexto, o Macroclima é a maior escala climática do Planeta Terra e, para Ribeiro (1993) é dividido em duas escalas de observação: o clima Zonal e Regional. O primeiro é formado pela distribuição da radiação solar, acompanhando a curvatura da Terra e seu eixo de inclinação. A Zona Tórrida, Zona Tropical, Zona Temperada, Zona Frígida e Zona Polar são conhecidas pelos gregos desde o século IV. A sua dimensão chega a ordem de milhões de km², sendo definida a movimentação geral dos fenômenos da atmosfera, com ênfase para a “Zona de Convergência dos Alísios (ITCZ), aos cinturões hemisférios de altas pressões nas latitudes médias, às zonas ciclônicas circumpolares, à Oscilação Sul associada ao El Niño e à circulação monçônica” (RIBEIRO, 1993, p. 02).

Os estudos para a compreensão dos fenômenos do clima Zonal são feitos através das normas climáticas, com período mínimo de 30 anos de dados observados, principalmente se a pesquisa for relacionada às precipitações, ventos, pressão, temperatura. O uso de representações cartográficas é importante para compreender os fenômenos, já que as representações de “cartas de ventos em diferentes cortes isobáricos, cartas de campos de pressão à superfície e cartogramas representativos dos parâmetros hídricos e energéticos” (RIBEIRO, 1993, p. 02) vem a somar no momento de entender a circulação geral da atmosfera.

No que diz respeito ao clima Regional, Ribeiro (1993) destaca que pode ser confundido com a camada de vegetação do continente e, por esse motivo, há várias subclassificações climáticas nessa escala, como, por exemplo, o Clima do Cerrado e o Clima da Floresta Amazônica.

A definição do clima regional no interior de um clima zonal deve-se à ação modificadora da circulação geral da atmosfera provocada por um conjunto de fatores de superfície, como a distribuição entre as áreas continentais e oceânicas, forma dos continentes, correntes marítimas, rugosidade dos continentes (incluindo as altitudes relativas) e continentalidade/maritimidade. As perturbações nas circulações primárias, provocadas pela influência dos mencionados fatores, geram perturbações sinóticas que criam os centros de ação, intermediários entre a circulação primária e secundária: massas de ar e frentes que se revelam através de sistemas de circulação atmosférica. A extensão, a permanência e a frequência da atuação de grupos de sistemas de circulação atmosférica provocam o impacto necessário para produzir condições relativamente estáveis para o desenvolvimento de uma bio-morfo-pedogenese característica de uma determinada região natural. Foi este o princípio norteador da proposta dos Domínios Morfoclimáticos (Ab'Saber, 1970), baseada nas condições de equilíbrio entre os elementos responsáveis pelas transformações das

paisagens naturais, reconhecidas através da dinâmica de sua biota, de seu relevo e de seus solos (RIBEIRO, 1993, p. 03).

Esse tipo de clima pode apresentar variações, em especial à ação antrópica sob o balanço energético ou pela modificação das circulações regionais, criando diferentes climas locais. Os agentes que causam mudança da circulação regional, segundo Ribeiro (1993) são:

[...] destaca-se o papel do relevo, que cria situações de barlavento e sotavento, o que influencia o fluxo da circulação de superfície e, ao mesmo tempo, gera condições para a condensação a barlavento (chuvas orográficas = vertente úmida) e ressecamento a sotavento (vertente seca = sombra de chuva). Por outro lado, as diferenciações altimétricas apresentam, em mesoescala, papel destacado na distribuição da radiação líquida, na retenção do vapor de água e armazenamento de calor sensível. A atuação conjunta desses parâmetros é suficiente para provocar variações no clima regional, gerando as feições dos climas locais (RIBEIRO, 1993, p.04).

Além disso, a ação antrópica é a responsável pela mudança na morfologia do relevo, assim como a retirada da cobertura vegetal. Desta forma, construções com materiais que absorvem calor e a emissão de partículas poluentes na atmosfera são fatores que vem a somar com a modificação da circulação do clima regional.

Os climas regionais estão limitados aos fenômenos que ocorrem abaixo da tropopausa. Os estudos feitos para compreender o clima regional sustentam-se na busca do ritmo da variação anual, sazonal e mensal dos componentes do clima que atuam no sistema atmosférico. Além disso, Ribeiro (1993) destaca que:

[...] há que se fazer um estudo criterioso dos fatores geográficos naturais que provocam a definição de cada espaço regional, como elemento causal da modificação da circulação geral da atmosfera e geração do clima regional. Em seguida, para dar maior sentido geográfico à análise, recomenda-se a pesquisa dos efeitos do impacto do clima regional sobre as paisagens naturais e, já nesta escala, na economia regional, principalmente no que se refere ao macrozoneamento do potencial agrícola regional (RIBEIRO, 1993, p. 03).

Assim, para uma melhor compreensão do clima regional, somada a todos os caminhos apontados pelo autor, as cartas sinóticas e imagens de satélites ajudaram no desenvolvimento e um bom trabalho em escala regional.

Em seguida, temos a Mesoclima, que é considerada por Mendonça e Danni-Oliveira (2007) como:

Uma unidade intermediária entre as de grandezas superior e inferior do clima. As regiões naturais interiores aos continentes, inferiores àquelas da categoria superior, como grandes florestas, extensos desertos ou pradarias etc., são bons exemplos desta subunidade, pois a região por si só não possui delimitações espaciais precisas, a não ser por um ou outro elemento de destaque da paisagem. O clima regional, por essas

características, é uma subunidade de transição entre a ordem superior e está (MENDONÇA; DANNI-OLIVEIRA, 2007, p. 23).

Como já mencionado, é nos grandes centros urbanos que a qualidade do ar fica abaixo do aceitável para a população, devido a emissão de gases poluentes oriundos, especialmente das fábricas e automóveis, combinado com os processos antrópicos (retirada da vegetação e construção para atender as necessidades humanas). Por esse motivo, segundo Ribeiro (1993), o clima urbano possui ligação com a escala mesoclimática ou local; para isso, a cidade deve possuir uma diferenciação climática em relação a zona rural.

Já o que se refere à dimensão da Mesoclima, Mendonça e Danni-Oliveira (2007) explicam que:

A extensão espacial do Mesoclima é bastante variável, sendo mais definidas as subunidades clima local e topoclima, que se enquadram de km² a dezenas de km² enquanto o clima regional situa-se em dimensões superiores a esta. Mas é o dinamismo do movimento da atmosfera por meio dos sistemas atmosféricos, notadamente a circulação secundária ou regional, que irá definir as dimensões das subunidades do Mesoclima. O fluxo de energético estabelecido pelas diferentes superfícies locais e a configuração topográfica definem a ordem de grandeza do clima local e do topoclima (MENDONÇA; DANNI-OLIVEIRA, 2007, p.24).

Para Mendonça e Danni-Oliveira (2007) o topoclima (determinando pelo relevo) e o clima local (estabelecido por alguns aspectos específico do local) fazem parte de uma subunidade do Mesoclima, estando introduzidos no clima regional.

Neste contexto, o topoclima surge das irregularidades do terreno que, como consequência, recebe mais energia durante o dia. Segundo Ribeiro (1993, p. 05), essa irregularidade proporciona “a drenagem do ar frio em direção aos fundos de vale, principalmente na ausência de fluxos advectivos da circulação de Mesoescala, chegando a provocar um padrão de circulação terciária”. O topoclima é, então, considerado como uma variação do clima local:

Os dados necessários para o estudo dos topoclimas devem ser gerados em estações não convencionais, fixas ou moveis, objetivando a elaboração de transeptos e perfis geoecológicos. As observações devem ser episódicas e as referidas estações devem ser, preferencialmente, automáticas e com os seus sensores conectados em terminais de registro eletrônico de informações na escala horária. Devem-se valorizar os registros relacionados ao balanço de energia, à transferência de umidade através do sistema solo-planta-atmosfera e à transferência de massa e momentum, sempre numa perspectiva da variação do tempo diurno e noturno (RIBEIRO, 1993, p. 05).

Além da coleta dos dados climáticos, o levantamento da declividade, o uso e a ocupação do solo são elementos indicadores do topoclima. Para melhor fomentar a pesquisa, “a correlação

dos dados obtidos através dos registros instrumentais com aqueles de natureza geoecológica, poderão enriquecer a análise topoclimática e a síntese ambiental” (RIBEIRO, 1993, p. 06).

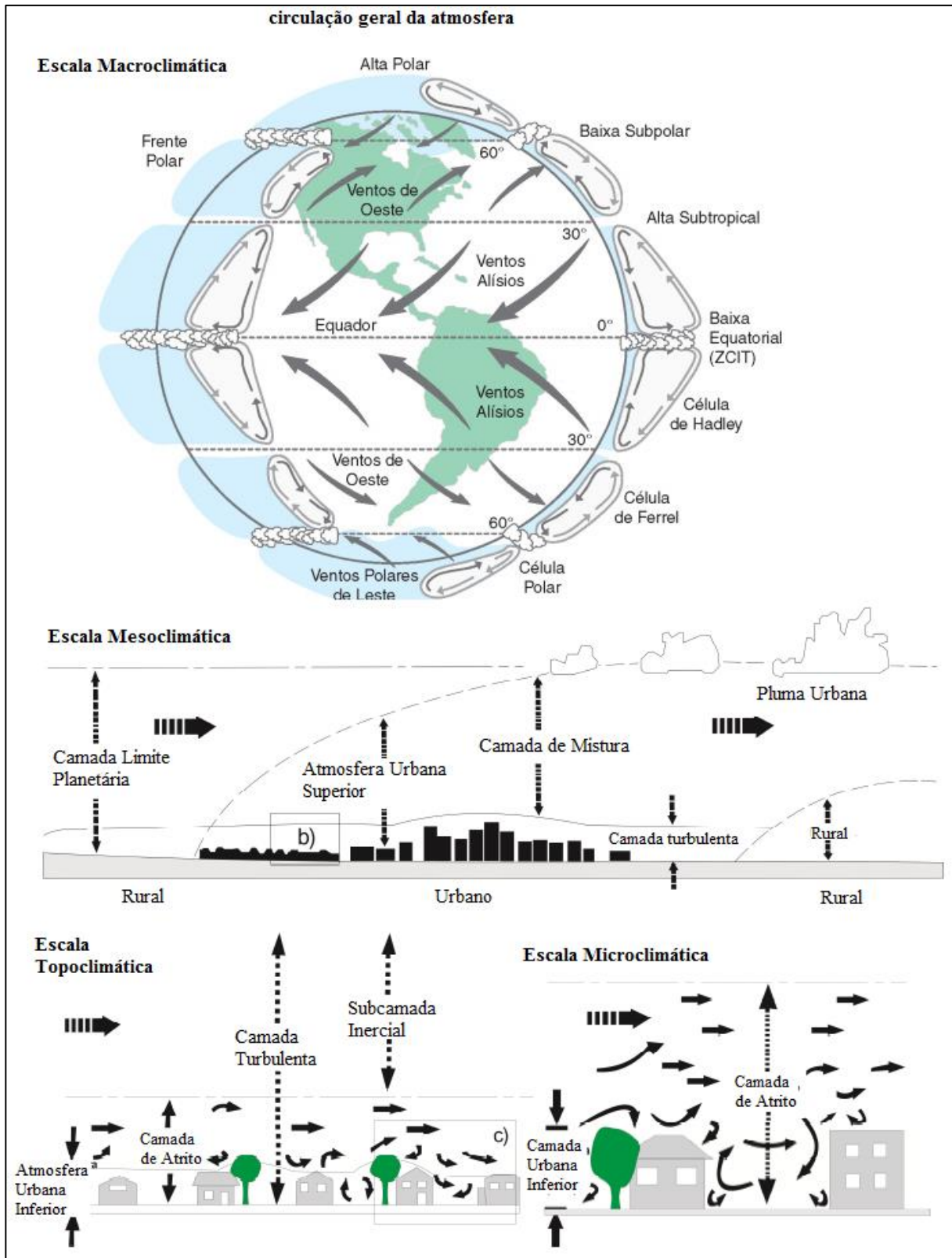
Já o microclima é formado a partir de configuração dos elementos urbanos, desde edificações, áreas verdes, ruas, pavimentação, até as praças e demais componentes da área urbana. Para Ribeiro (1993, p. 06) “o microclima define-se através da magnitude das trocas gasosas e energéticas entre as feições ou estruturas particularizadas (inclusive objetos, plantas e animais) dispostas na superfície da Terra e o ar que as envolve”. É considerada então, a menor unidade da escala climática, podendo ser encontrado na rua, em uma sala de aula, em praças arborizadas ou na beira de um lago. Nas palavras de Mendonça e Danni-Oliveira (2007, p.24) é definida como “a menor e a mais imprecisa unidade escalar climática; sua extensão pode ir de alguns centímetros a até dezenas m². [...] exemplo, o clima das construções (salas de aula, um apartamento), o clima de uma rua à beira de um lago etc”.

A influência que o homem exerce sobre o clima através de suas atividades urbanas atua na escala local, regional e alguns autores citam, até mesmo, o impacto global sobre as condições climáticas (MACHADO; TORRES, 2008). Nas cidades, o microclima, quando comparados a microclima da área rural, possui características específicas, como: nebulosidade mais intensa, temperaturas elevadas, pouca ventilação natural e umidade relativa baixa, pois, para Nogueira (2011, p. 43) “as construções sobre córregos, pouca arborização e a pavimentação nas áreas urbanas não permite a acumulação da água da chuva, todos esses fatores contribui para a baixa evaporação da água para a atmosfera nas cidades”.

Sendo assim, a delimitação da área de estudo constitui um dos primeiros passos do trabalho em Climatologia. A escala climática diz respeito à dimensão, ou ordem de grandeza, espacial e temporal, segundo a qual os fenômenos climáticos são estudados. Há mecanismos atmosféricos que determinam os climas do Planeta Terra, como é o caso da intensa radiação solar nas baixas latitudes da zona intertropical (PIMENTEL, 2017).

Desta forma, as escalas climáticas estão estruturadas em uma hierarquia de grandezas climáticas superior e inferior. Para facilitar o entendimento e seu comportamento, foi feita a esquematização de cada uma das escalas na Figura 1.

Figura 1 - Representação das escalas climáticas que atuam no planeta Terra



Fonte: Anjos (2012). Org.: Santos (2019).

As setas pontilhadas representam as trocas térmicas entre a superfície urbana e a escala topoclimática; já as setas posicionadas uma acima e a outra abaixo correspondem às trocas térmicas entre a superfície e o microclima. As demais setas representam a direção dos ventos.

A Escala Macroclimática corresponde à primeira ordem de grandeza, na qual os meios e as extensões da escala são estabelecidos por uma lógica de circulação geral da atmosfera e da associação com a dinâmica dos oceanos, responsável por determinar os distintos tipos de clima na superfície terrestre. Os fenômenos climáticos, associados com as alterações dos padrões das correntes de ventos úmidos, provocados pelo ar quente do El Niño, acarretam em grandes volumes de precipitação no Sudeste da América do Sul e secas no Nordeste brasileiro (ZANGALLI JUNIOR; SANT'ANNA NETO, 2012).

Assim, a Camada Limite Planetária (na Figura 1, escala mesoclimáticas), é definida como a camada de ar entre a superfície terrestre e a altura das nuvens, e é justamente a área de estudo do clima urbano, pois aí acontecem as trocas de energia assim como o deslocamento das massas de ar. Mas, levando em consideração o tipo de rugosidade superficial, pode-se sofrer alteração durante o dia e a noite. Então, essa camada é subdividida em duas: Atmosfera Urbana Interna e a Atmosfera Urbana Superior, e estão localizadas entre o solo e os elementos urbanos, por isso, a altura dessas camadas depende da altura das edificações (ANJOS; GOIS et al, 2012).

A Camada Limite Urbana inferior situa-se acima dos telhados das edificações. O topoclima, ou clima local, é uma junção de vários microclimas e topoclimas que atuam nos centros urbanos, formados a partir da funcionalidade dos elementos que compõem os espaços urbanos. No microclima, que possui uma altura do nível do solo até os telhados, engloba-se as construções, ruas e jardins, ou seja, vários são os elementos para a formação de clima, desde a cor das pinturas das edificações, até o tipo de material usado nas construções e o uso e a cobertura da superfície (PIMENTEL, 2017).

Para Zangalli Junior e Sant'Anna Neto (2012) é importante lembrar que a constante alteração no espaço geográfico realizada pela ação antrópica exerce influência na configuração do clima regional, logo, é nessa escala que se refletem as ações do homem no meio urbano. Além disso, no que se refere ao tempo climático, está associado ao conhecimento dos tipos de tempo, frequência sazonal e suas interações com as estruturas urbanas, outro ponto importante: a duração dos diversos acontecimentos climáticos em cada escala (ANJOS; GOIS et al, 2012).

Assim, a sessão seguinte, buscará compreender a relevância das áreas verdes e sua função nos centros urbanos, assim como a sua definição, com base em alguns trabalhos realizados em várias cidades do Brasil.

1.4 A importância de áreas verdes em áreas urbanas

As áreas verdes urbanas são consideradas como o conjunto de áreas intraurbanas que apresentam cobertura vegetal, arbórea (nativa e introduzida), arbustiva ou rasteira (gramíneas) e que contribuem de modo significativo para a qualidade de vida e o equilíbrio ambiental nas cidades. Essas áreas verdes estão presentes em uma enorme variedade de situações: em áreas públicas, nos canteiros das avenidas, nas praças, parques, unidades de conservação urbanas, nos jardins privados e nos terrenos públicos não edificadas.

Nos centros urbanos, os problemas ambientais se apresentam com maior frequência e, por isso, inúmeras pesquisas ligadas a qualidade no meio urbano vêm a somar com o planejamento adequado e políticas capazes de amenizar no espaço urbano os efeitos de uso e ocupação do solo para, assim, tornar melhor a qualidade de vida da população (LIMA; AMORIM, 2006).

As questões ambientais se intensificam de acordo com a exploração sobre os recursos naturais que circundam as cidades. No entanto, os espaços ocupados pelos seres humanos são formados por atividades antrópicas e por elementos físicos e biológicos que existiam naquele local, como é o caso de rios, árvores, animais e tantos mais. Ao se apropriar desse ambiente, as alterações feitas são necessárias para que o homem desempenhe suas atividades cotidianas. No entanto, essas apropriações são feitas de forma inadequada e sem o devido cuidado com o tipo de relevo e solo e, então, ocorrem os deslizamentos, as enchentes e demais danos ambientais nas cidades (LIMA; AMORIM, 2006). O Quadro 5 exibem detalhadamente, as contribuições da vegetação para a melhoria do ambiente urbano.

Quadro 5 - Funções da Vegetação no Espaço Urbano

Continua

Composição Atmosférica
<ul style="list-style-type: none"> • Ação purificadora por fixação de poeiras e materiais residuais; • Ação purificadora por depuração bacteriana e de outros microrganismos; • Ação purificadora por reciclagem de gases através de mecanismos fotossintéticos; • Ação purificadora por fixação de gases tóxicos.
Equilíbrio solo-clima-vegetação
<ul style="list-style-type: none"> • Luminosidade e temperatura: a vegetação ao filtrar a radiação solar, suaviza as temperaturas extremas; • Umidade e temperatura: a vegetação contribui para conservar a umidade do solo, atenuando sua temperatura;

<ul style="list-style-type: none"> • Redução na velocidade do vento; • Mantém as propriedades do solo: permeabilidade e fertilidade; • Abrigo à fauna existente; • Influencia no balanço hídrico.
Níveis de Ruído
<ul style="list-style-type: none"> • Amortecimento dos ruídos de fundo sonoro contínuo e descontínuo de caráter estridente, ocorrentes nas grandes cidades.
Estético
<ul style="list-style-type: none"> • Quebra da monotonia da paisagem das cidades, causada pelos grandes complexos de edificações; • Valorização visual e ornamental do espaço urbano; • Caracterização e sinalização de espaços, constituindo-se em um elemento de interação entre as atividades humanas e o meio ambiente.

Fonte: Lombardo apud (GOMES; SOARES, 2003, p. 22).

Conclusão

Um elemento importante nas cidades são as áreas verdes pois, no que diz respeito à qualidade ambiental, auxiliam no equilíbrio da vida urbana e no meio ambiente. Inseridas em vias públicas ajudam a minimizar ruídos e poeira, reoxigenar o ar, fornece sombreamento e sensação de frescor no local. Mas a ausência da vegetação em centros urbanos pode causar, segundo Amorim (2001, p. 38), “alterações do clima local, enchentes, deslizamentos e falta de áreas de lazer para a população”. Em concordância, Schuch (2006) afirma que:

[...] a vegetação assume benefícios comprovados, que vão desde a melhoria microclimática, por meio da diminuição da reflexão das radiações, do aumento da umidade atmosférica e da conseqüente amenização das temperaturas, passam pelos benefícios econômicos resultantes da valorização de propriedades, até o controle das poluições atmosféricas, acústicas e visual, os benefícios sociais e a ação benéfica à saúde humana física e mental (SCHUCH, 2006, p. 26).

Então, é sabido que uma quantidade considerável de árvores pode auxiliar na amenização no desconforto térmico: na sombra, a temperatura é menor que na exposição do sol; além disso, a arborização pode atenuar os processos que formam as ilhas de calor nos grandes centros devido a capacidade das árvores de reter a radiação variando entre 80% e 95%, dependendo da sua copa (SCHUCH, 2006).

Mas não só a copa das árvores tem um papel importante no meio urbano, já que as folhas, galhos e troncos são capazes de retirar material sólidos ou líquidos do ar, oriundos dos fluxos de automóveis, das fábricas, áreas em construção, dentre outras atividades antrópicas.

Sendo assim, pode ser dito que as plantas realizam uma limpeza e/ou uma purificação do ar, tornando-o mais benéfico à saúde humana. Para reforçar, Carvalho (2001) ressalta que:

As plantas coletam partículas do ar poluído. As folhas, galhos e hastas captam essas partículas, que são lavadas pela chuva e caem no solo. Além disso, a vegetação atua como elemento limpante, pois absorve muitos gases e outros poluentes, diretamente nas folhas, absorvendo-os (CARVALHO, 2001, p. 109).

Schuch (2006, p. 28) completa, afirmando que “ruas bem arborizadas podem reter até 70% da poeira em suspensão, e mesmo no inverno, quando se apresentam desfolhadas, as caducifólias retêm até 60% da sua capacidade total”. São elas que retiram da atmosfera as partículas sólidas ou gasosas nocivas à saúde humana.

Outro benefício proporcionado pelas árvores nos centros urbanos é a função de amenizar o impacto das chuvas no solo, e essa água percorre vários caminhos: uma parte volta para a atmosfera pelo processo de evapotranspiração; em áreas que não passaram pela impermeabilização, a água infiltra no solo, chegando até o lençol freático e, em áreas com asfalto ou concreto, essa água escorre pelas ruas, causando inúmeros transtornos à população.

Já no que se refere à umidade do ar, a vegetação colabora para aumentar sua concentração na atmosfera, através da sua atuação como regulador higrótico. A partir de suas folhas, as plantas emitem vapor de água para o meio pelo processo de transpirar e evaporar. Carvalho (2006) salienta que:

Durante o período diurno, quando a parte superior do bosque é aquecida pela radiação solar, todo o ar frio existente (por ser mais pesado que o ar quente) desce até o nível do solo. As folhas das árvores voltam a irradiar calor durante a noite, de uma forma similar à como faz o solo, e isso produz um esfriamento. Mais uma vez o ar frio desce até o solo e, como resultado desse processo, há uma temperatura uniforme no solo dos bosques. Isso acontece apenas no interior dos bosques e produz variações nas clareiras e nos terrenos limítrofes aos bosques (CARVALHO, 2001, p. 129).

Para Vilanova e Maitelli (2009) essas áreas desempenham um papel determinante no microclima com perfil de temperatura média anual mais baixa, com alteração de menor amplitude, alta da umidade relativa do ar, retenção da radiação solar e diminuição do calor no período da seca, tornando um ambiente mais agradável.

A evaporação da água dos mares, rios, lagos, das plantas, de todos os seres vivos e do próprio solo, todos esses processos favorecem na manutenção da umidade do ar. Para Carvalho (2001, p. 49) “a umidade absoluta, a umidade específica, a pressão de vapor e a umidade relativa do ar são alguns dos fatores pelas quais a quantidade e a proporção de vapor d’água na atmosfera podem ser expressas”. Romero (2000) de forma específica, apresenta que:

A quantidade e a proporção de vapor d'água na atmosfera podem ser expressos de várias maneiras, dentre as quais temos umidade absoluta, umidade específica, pressão de vapor e umidade relativa. A umidade absoluta expressa o peso de vapor d'água por unidade de volume de ar (g/mt) e a umidade específica, o peso do vapor d'água por unidade de peso de ar (g/Kg). A pressão de vapor do ar é a parte da pressão atmosférica global que é devida ao vapor d'água (mm/Hg). Quando o ar contém todo vapor d'água se diz que o ar está saturado e que a umidade relativa é de 100%. Quando o vapor contido é menor que o conteúdo potencial na mesma temperatura a umidade relativa é menor que 100% (ROMERO, 2000, p. 16).

O autor explica que “a pressão de vapor e a umidade absoluta variam enormemente segundo o lugar e estão sujeitas também às mudanças das estações, sendo maiores no verão que no inverno” Romero (2000, p. 16). Assim, no transcorrer do dia, a umidade relativa também pode variar devido à diferença de temperatura do ar no decorrer do dia ou do ano, o que determina a capacidade potencial do ar de conter vapor d'água.

No livro *Introdução à climatologia para os trópicos*, J. O. Ayoade (1991, p. 138) define umidade como “a quantidade de vapor d'água contido na atmosfera. Ele não abrange as outras formas nas quais a água pode estar presente na atmosfera, como na forma líquida (gotículas d'água) e na sólida (gelo).” Para o autor, a “umidade relativa é a razão entre o conteúdo real de umidade de uma amostra de ar e a quantidade de umidade que o mesmo volume de ar pode conservar na mesma temperatura e pressão quando saturado” (Idem, 1991, p. 143).

Assim, o volume de vapor d'água na atmosfera, provinda de áreas verdes, como os parques, auxilia na manutenção da umidade relativa do ar nas cidades. No entanto, tal influência, segundo Vilanova e Maitelli (2009, p. 61) “pode ser limitada caso o entorno da área vegetada seja densamente edificado”. No entanto, devido à remoção da vegetação nativa proporcionada pela modernização das cidades e todos os processos que vêm junto, produz um ambiente propício para altas temperaturas e umidade baixa.

Dessa forma, a estocagem de energia é aumentada devido aos componentes do tecido urbano, o que contribui para manter o ar aquecido por mais tempo, enquanto que a remoção da vegetação e a redução de superfícies líquidas diminuem as taxas de evapotranspiração. Além disso, a poluição do ar e a introdução de calor pelas atividades urbanas contribuem para elevar a temperatura do ar local (VILANOVA; MAITELLI, 2009, p. 62).

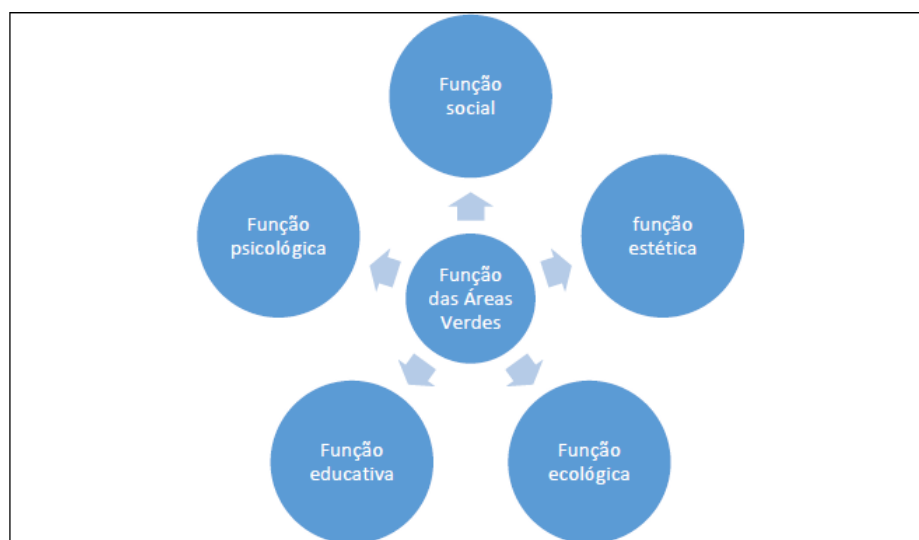
É então, por este motivo, que o poder público deve desenvolver políticas públicas para a construção de parques, jardins e áreas verdes em vários pontos das cidades, com o intuito de amenizar o desconforto térmico provocado pela baixa na umidade e altas temperaturas.

Os espaços destinados à recreação são aqueles sem edificação e dizem respeito aos sistemas de espaços públicos com as áreas verdes, que podem ser públicos, privados ou coletivos. Essas áreas são destinadas ao lazer da população, usadas principalmente por crianças

para brincar, mas também são locais para a práticas de esporte, atividades físicas e descanso (SANT'ANNA NETO, AMORIM e SILVA, 2016).

Assim, a conservação das áreas verdes nos centros urbanos é importante, tendo em vista que fornece qualidade ambiental para a população através das funções sociais, ecológicas, estéticas, mentais e educativas; além disso, contribuem para compensação dos efeitos negativos provenientes da urbanização. Além das funções da vegetação apresentadas no Quadro 5, Bargas e Matias apud Vieira (2004) apresentam outras cinco (5) funções da vegetação nas áreas urbanas, como mostra a Figura 2.

Figura 2 - Esquematização das funções nas áreas verdes em centros urbanos



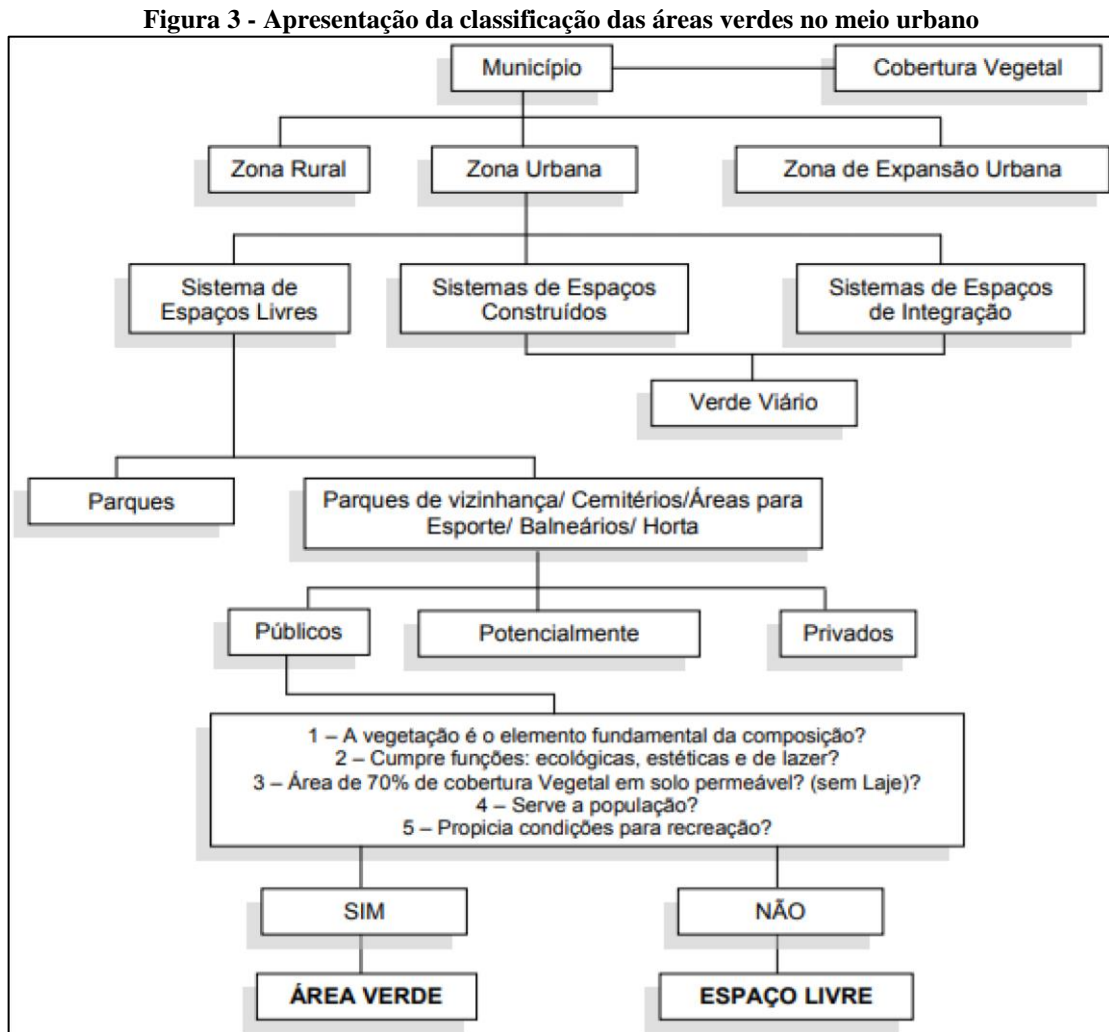
Fonte: Vieira apud (BARGOS; MATOS, 2011, p. 180).

Como pode ser visto na Figura 2, as áreas de lazer desempenham diferentes papéis na sociedade, e suas ações podem estar interagindo no meio urbano. A Função Social proporciona lazer, encontros e socialização à população. A Função Estética vem para contrastar com as construções, diversificando a paisagem. Já a Função Ecológica melhora o clima da cidade e a qualidade do ar, água e solo, resultando no bem-estar dos habitantes. A Função Educativa pode ser desenvolvida através de atividades extraclasse e de programas de educação ambiental. Por fim, a Função Psicológica possibilita a realização de exercícios, de lazer e de recreação, que funcionam como atividades “antiestresse” e relaxamento (BARGOS; MATIAS, 2011).

Vários são os critérios para a escolha da classificação da vegetação dos centros urbanos. Segundo Bargas e Matias (2011, p. 181), “enquanto em alguns trabalhos as áreas verdes são mapeadas sem seguir critérios de classificação ou categorização, em outros se percebe a

preocupação com uma classificação que seja a mais adequada à área de estudo”. Então, a seguir, serão apresentados dois tipos de classificação de áreas verdes em centros urbanos.

Cavalheiro e Del Picchia (1992) apresentam uma classificação que ajuda na identificação de áreas verdes (particulares, potencialmente coletivos ou públicos) e de outros tipos de espaços livres (praças, jardins, verde viário). Com base nessas informações, na Figura 3 é apresentada um esquema de classificação desses espaços.



Fonte: Carvalho apud (BARGOS; MATIAS, 2011, p. 182).

De acordo com a Figura 3, pode-se observar que o campo do município é dividido entre zona urbana e zona rural. A zona urbana tem espaços com elementos construídos e espaços que ainda preservam a vegetação nativa e/ou introduzida, que se interagem entre si no meio urbano. Mais a baixo do esquema, têm 5 perguntas para definir se é uma área verde ou espaço livre.

Segundo Sant’Anna Neto, Amorim e Silva (2016) os vários tipos de vegetação, porte e espécies exercem papéis importantes nos centros urbanos, já que sem as plantas, a população

iria sofrer com o desconforto ambiental. Sendo assim, ressalta-se a importância de vegetação enquanto um termorregulador do microclima.

Outro tipo de classificação, a partir da proposta de Rampazzo (2012) se apresenta de acordo com a densidade de vegetação e localização no lote, como pode ser visto na Tabela 2.

Tabela 2 - Classificação da localização da vegetação

ÁREAS VERDES – VEGETAÇÃO		
Valor associado	Localização da vegetação	Descrição
1	Não existe	Não há presença de vegetação arbórea no lote;
2	Interior fundo	Existe vegetação e está localizada na área interna do lote na parte dos fundos;
3	Interior frente	Existe vegetação e está localizada na área interna do lote na parte frontal;
4	Exterior	A vegetação localiza na área externa ao lote (calçada, próximas ao meio fio, jardins externos, etc.);
5	Ambos	Existe vegetação em mais de um local no lote, podendo ser, na área externa no lote e no interior fundos; no interior fundo e frente do lote, etc.

Fonte: Rampazzo apud (SANT'ANNA NETO, AMORIM e SILVA, 2016, P. 21).

O tamanho da vegetação (gramado, pequeno, médio e grande porte) também é levado em consideração, como se pode observar na Tabela 3.

Tabela 3 - Definição do porte arbóreo considerado para a classificação lote a lote

Continua

PORTE DA VEGETAÇÃO		
Valor associado	Porte das árvores	Descrição
0	Sem vegetação	No lote considerado não há vegetação;
Valor associado	Porte das árvores	Descrição
1	Gramado	A vegetação existente é de gramado, ou rasteira;

2	Árvores de Pequeno Porte (APP)	A árvore, em média, de 2 a 3 metros de altura;
3	Árvores de Médio Porte (AMP)	A árvore, em média, de 3 a 6 metros de altura;
4	Árvores de Grande Porte (AGP)	A árvore possui 6 metros ou mais de altura;
5	Diversificado	A vegetação possui mais de um porte; APP/ AGP ou AMP/AGP, etc.

Fonte: Rampazzo apud (SANT'ANNA NETO, AMORIM e SILVA, 2016, P. 21).

Conclusão

As Tabelas 2 e 3 são utilizadas para a elaboração do mapeamento arbóreo nos centros urbanos, e a numeração é empregada para a visualização gráfica, por isso a vegetação é quantificada em grupos de acordo com a quantidade de árvores. O resultado da classificação da localização arbórea e a definição do tamanho podem ser vistas na Figura 4.

Figura 4 - Representação geourbano de densidade de vegetação nos lotes desenvolvido por Rampazzo (2012)



Fonte: Rampazzo (2012, p. 124).

Diversas são as pesquisas que dizem respeito à relevância sobre a ação da vegetação no clima dos centros urbanos. Nucci (2008) ressalta a importância do estudo da utilização do solo em centros urbanos no que tange à correlação entre densidade das construções, índice de impermeabilização do solo e a quantidade de áreas verdes, com a interferência do clima.

No mesmo contexto, Oke (1989) pesquisou aspectos dos elementos meteorológicos de uma floresta urbana e seus efeitos na temperatura e na umidade do ar na cidade; os resultados

obtidos por Stulpnagel (1990) confirmaram que as plantas atuam de forma positiva no clima da cidade, em especial na temperatura e umidade; Givoni (1991) estudou as funções das áreas verdes, focando nos benefícios sobre o conforto térmico. Lombardo (1985 e 1990) fez uma avaliação das relações entre clima e vegetação nas cidades localizadas em áreas tropicais; Assis (1990) pesquisou a dinâmica entre o clima e a vegetação em área urbanizada na cidade do Rio de Janeiro.

A próxima sessão, apresentada os procedimentos e técnicas que foram empregados durante a pesquisa, com a finalidade de passar aos leitores o passo a passo de cada etapa, buscando os objetivos propostos. Esta parte possui grande importância para o desenvolvimento da pesquisa, pois qualquer erro pode comprometer o desenvolvimento do estudo.

2 MATERIAIS E MÉTODOS

A pesquisa teórica se faz importante para o pesquisador pois, é a partir de outras leituras que seu projeto terá embasamento científico. Com a internet tornou mais acessível e prático pesquisar assuntos relacionado ao conteúdo trabalhado, tendo em vista uma grande quantidade de material seja, artigos, livros, monografias ou dissertações, disponível em sites adequados. Além de ajudar no aprofundamento do conhecimento já existente.

Segundo Gil (1987) o procedimento mais adequado para se conhecer o universo de publicações acerca de um assunto é a consulta às bibliotecas especializadas na área, como o portal de periódico da CAPES. Tendo em vista que, é com o conhecimento do assunto através da pesquisa teórica, o pesquisador torna-se capaz de problematizar e encontrar as respostas a respeito do tema que está sendo discutido.

Para a construção deste trabalho foram consultadas várias obras, entre elas destaca-se Monteiro (1976) que discute questões relacionadas ao clima urbano; Carvalho (2001) trabalha o clima urbano e a vegetação; Ayoade (2010) Introdução à climatologia para os trópicos; Conti (2011) que aborda as questões do clima e Meio natural; Nogueira (2011) a relação do clima com a configuração urbana da cidade de Maceió; Ferraz (2012) estuda a umidade relativa do ar na cidade de Sinop; Cardoso e Amorim (2014) com estudo da características do clima urbano de presidente Prudente usando dados de umidade e temperatura.

Foi realizada a coleta das informações disponíveis em órgãos públicos e privados, de qualquer natureza além de documentos contendo dados, gráficos e outras informações que podem ajudar o pesquisador na construção de suas próprias conclusões sobre o tema em questão.

A pesquisa documental deste trabalho foi realizada no site do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), onde se buscou informações, dados, estatísticas e outros elementos que ajudou a conhecer a área de estudo, neste caso, Catalão. Foi feito o levantamento de informações no Instituto Nacional de Meteorologia (INMET) sobre os dados históricos de umidade relativa do ar da área em estudo e cartas sinóticas obtidas no Centro de Previsão do Tempo e Estudos Climáticos (CPTEC). Além de artigos, livros e dissertações contendo dados do assunto referente.

Foi usado o programa Excel versão 2013 para a tabulação dos dados, construção de gráficos e tabelas. Para a obtenção dos dados utilizou-se apenas de um Sensor Automático em Base Horária a fim de realizar leitura da umidade relativa do ar e temperatura, instalado no bairro Residencial Barka em Catalão e uma automática, totalizando 2 (dois) pontos de coleta de dados.

2.1 Método

A elaboração dessa pesquisa é baseada no conceito teórico metodológico desenvolvido por Monteiro (1976) Sistema Clima Urbano (SCU), com ênfase Canal 1 (subsistema Termodinâmico), canal de percepção humana do conforto térmico, relacionado as questões envolvendo a temperatura e umidade relativa do ar na cidade, que por sua vez está ligado diretamente à vida das pessoas.

O S.C.U é o resultado da interação dos elementos da atmosfera com os elementos do ambiente urbano que por sua vez corresponde a interação dos fatores naturais e as modificações realizadas pelo homem criando um clima característico do local chamado de microclima. Para Marcedo (2012, p. 20) “a ocupação desordenada do uso do solo urbano produz desconfortos de diversas maneiras, como térmico, acústico e entre outros”.

Essa teoria do clima urbano possibilitou o desenvolvimento dos estudos em cidades de pequeno e médio porte que, antes de seus estudos, estavam mais preocupados com os grandes centros que apresentam impactos urbanos de maiores magnitudes. Assim, as cidades de pequeno e médio porte também passam a fazer parte das preocupações para que se possa entender e melhor planejar as formas de ocupação das cidades, que conduzam para um melhor planejamento das cidades (MARCEDO, 2012, p. 20).

O processo de expansão das cidades ocasionou no espaço geográfico grandes alterações, em especial, a relação da sociedade com o meio natural, e por consequência, surgiram os problemas ambientais. Por esse modo, a cidade se torna local com os mais graves efeitos oriundos dos desarranjos ambientais e/ou sociais.

Com a preocupação de pesquisar os efeitos das ações antrópicas no meio natural e em especial no clima local, assim como, a relação dos arranjos no planejamento urbano e os elementos climáticos, que são mecanismos que motiva a pesquisa em busca de possíveis soluções para amenizar os efeitos da urbanização.

Segundo Sant'Anna Neto, Amorim e Silva (2016) do ponto de vista geográfico do clima é importante compreender que a cidade é capaz de criar um clima típico para cada lugar e percebido por seus moradores, conhecido como microclima. Esse entendimento é importante para os estudos do clima proposto por Monteiro (1976) que criou os canais de percepção chamados de conforto térmico, qualidade do ar e impacto meteórico.

Nos últimos anos, alguns pesquisadores têm buscado incorporar a dimensão social na interpretação do clima na análise geográfica, como propôs Sant'Anna Neto (2001). Isto significa compreender que a repercussão dos fenômenos atmosféricos na superfície terrestre se dá num território transformado e produzido pela sociedade, de maneira desigual e apropriado segundo os interesses e capacidades dos agentes e atores sociais (AMORIM, 2019, p. 259).

Com o avanço das tecnologias dos instrumentos de medição e coletas dos dados, sensores semiautomáticos, estações meteorológicas automáticas, bem como com o auxílio das técnicas de geoprocessamento, aumentaram-se as possibilidades de coletas e análises por meio das geotecnologias como, por exemplo, as informações obtidas por imagens registradas em satélites, auxiliando na análise espacial dos dados climáticos, pelas cartas sinóticas.

No Brasil, os estudos de clima urbano têm se concentrado em grandes áreas metropolitanas, quase sempre localizadas nas regiões costeiras, onde estão as maiores concentrações populacionais e, também, o maior número de cidades. Contraditoriamente, pouco se sabe dos climas urbanos de cidades no Brasil continental, área na qual se verifica intenso crescimento urbano (SANT'ANNA NETO; AMORIM; SILVA, 2016, p. 52).

Um ponto que pode ser destacado no que se refere ao pouco conhecimento do clima urbano segundo Fialho, Oliveira, Alocca, et al (2018, p. 1922) está ligada “a escassez de recursos destinados à pesquisa, a falta de mão de obra qualificada e a baixa densidade de postos meteorológicos aparecem como os principais entraves para o aumento de pesquisas”. Os centros urbanos no que se refere a climatologia, é o campo de pesquisa mais expressivo para entender a relação homem-natureza.

No entanto os pesquisadores buscam alternativas para produzir conhecimento sobre o clima urbano, através de equipamentos para a coleta de dados de custo baixo, como por exemplo, sensores registradores de temperatura e umidade do ar em pontos fixos ou com o uso

transectos móveis e a consulta no site do INMET (Instituto Nacional de Meteorologia) coletando dados nas estações meteorológicas instaladas em vários estados brasileiros, com destaque para as regiões sul e sudeste com maior número de estações meteorológica (FIALHO, OLIVEIRA, ALOCCA, et al, 2018).

Os locais para a instalação dos sensores em pontos fixos são escolhidos de acordo com a disponibilidade dos sensores e a necessidade da pesquisa. Mas segundo Monteiro (1990):

[...] o critério de distribuição deve obedecer a capacidade em revelar: a) o caráter geoecológico do SITIO sobre o qual se assenta a cidade, expondo as unidades morfológicas que nele se distinguem. E preciso notar que o sitio não deve ser tomado apenas nas formas primitivas (ou naturais) mas deve considerar todas as derivações, acréscimos (represas, aterros, etc.) e supressões (arrasamento de morros, desflorestamentos, etc.); b) A estrutura (morfologia + funções) urbana, tomada não como superposição mas como "integração" ao primitivo geo-ecológico. Uma várzea densamente ocupada per edificações altas e urna alteração "topográfica" considerável no contexto real da cidade; c) o dinamismo urbano representado por. Várias funções em sua morfologia: fluxos de tráfego de veículos; atividade industrial, etc., etc.; aparelhos de condicionamento (refrigeração-aquecimento) de ar, etc., (MONTEIRO, 1990, p. 66).

As estações meteorológicas são colocadas em abrigos para proteger os equipamentos da incidência direta dos raios solares e da radiação terrestre. Dependendo do objetivo da pesquisa é interessante instalar pelo menos um sensor no meio rural. Os dados coletados correspondem a temperatura (máxima e Mínima) e umidade (máxima e mínima) nos ambientes intraurbanos, na Figura 5 mostra um abrigo meteorológico.

Figura 5 - Abrigo climatológica LabCAA



Fonte: Laboratório de Climatologia e Análise ambiental – LabCAA, (2019).

O Abrigo Meteorológico é uma das medidas sugeridas pela Organização Meteorológica Mundial para padronizar as observações dos elementos climáticos. O abrigo é instalado a 1,5

metros do solo, altura padrão, e passa pelo processo de pintura na cor branca em todo o abrigo, e possui venezianas em todas as faces para entrada de ar no interior, como pode ser visto na Figura 5. Na face Sul (aqui para o Hemisfério Sul), é instalado portas, para o Sol nunca incide diretamente no interior do abrigo. Isso é feito para padronizar a medida de temperatura e umidade relativa (Laboratório de Climatologia e Análise ambiental – LabCAA, 2019).

Dessa maneira, em qualquer Estação Meteorológica padronizada pela OMM (ou WMO), teremos a medida de temperatura feita da mesma maneira. No seu interior é instalado instrumentos de medição como os termômetros convencionais, os termômetros de máxima e mínima, o aparelho registrador (termo higrômetro), o evaporômetro e o psicrômetro (Laboratório de Climatologia e Análise ambiental – LabCAA, 2019).

Esse abrigo é padrão e utilizado para fornecer dados oficiais a sites de meteorologia como o INMET disponível a toda população. No entanto não é todas as cidades brasileiras que possui uma estação o que dificulta o estudo climático do local, por isso muitos pesquisadores optam por construir seu próprio abrigo. Um exemplo é o estudo realizado por Coraiola (2014) que investigou a distribuição espaço-temporal da temperatura do ar e sua relação com fatores locais na cidade de Londrina (PR), utilizando sensores modelo HOBO-U23 distribuídos em 12 pontos de monitoramento.

Fialho, Oliveira Alocca et al (2018) em sua pesquisa os autores se propuseram a construir um mini abrigo, para isso utilizaram termo higrômetros digitais modelo HOBO U125, o abrigo é feito de PVC, Tampões de PVC envoltos em papel alumínio e isolados com EVA, hastes de metal isoladas com EVA e um cano PVC de 1,50 m. Os modelos utilizados na pesquisa possuem como base a proposta de Lopes e Jardim (2012) que originalmente não utilizada papel alumínio, como pode ser visto na Figura 6.

Figura 6 - Mini abrigos meteorológicos construído a partir cano de PVC



Fonte: Fialho et al (2018).

Como o objeto do trabalho era analisar o desempenho do mini abrigo meteorológico desenvolvido por Lopes e Jardim (2012) e outro com uma adaptação (inserção de um tampão na parte inferior), os resultados mostraram que as diferentes características atmosféricas e de cobertura da terra podem interferir nos registros de temperatura do ar e umidade relativa do ar, principalmente, nos momentos de maior incidência de radiação solar (FIALHO; OLIVEIRA et al, 2018).

Marinho, Rocha, Alves, et al (2016) analisou a umidade relativa do ar, máximas e mínimas absolutas nas cidades de Goiás, Jataí, Iporá e Caçu, levando em consideração o relevo, vegetação, hidrografia, uso e ocupação do solo da cidade. Utilizou vinte (20) termo higrômetros (modelo Data Logger, modelo HT-500 e HT-4000), distribuídos nas cidades. A análise mostrou que houve influência da estrutura urbana e dos aspectos físicos no comportamento higrotérmico entre as cidades. No que se refere aos locais densamente construídos e desprovidos de vegetação apresentaram menores valores de umidade relativa do ar, em contrapartida, os locais com maior taxa de arborização e menores taxas de construções tiveram maiores valores.

Doighello (2001) buscou investigar o campo higrométrico em centros urbanos na cidade de São Paulo e sua relação com a urbanização no entorno das estações. Os dados foram adquiridos a partir das estações meteorológicas de Água Funda da USP-IAG, Mirante de Santana e Aeroporto de Congonhas, no período de crescimento urbano na cidade de São Paulo, 1961 a 1997. O referido autor optou pela utilização de estatística dos dados médias mensais de umidade relativa do ar para cada estação meteorológica.

As análises dos dados mostraram que a evolução urbana das áreas de entorno indicou tendência de diminuição da umidade relativa para as estações Mirante e IAG, enquanto a estação de Congonhas apresentou tendência nula, demonstrando, com isso, que os aspectos geocológicos e geourbanos atuam sobre o comportamento da umidade relativa, levando a diferenciais microclimáticos e de conforto térmico urbano, os quais, contudo, não deixam de estar subordinados às condições mesoclimáticas.

Hoppe, Iensse, et al (2015) resolveram fazer uma comparação entre uma estação meteorológica oficial e um abrigo meteorológico de baixo custo, cuja instalação localiza-se na Universidade Federal de Santa Maria (UFSM). O pluviômetro que acompanha o abrigo de baixo custo é feito de PVC e possui um funil com diâmetro diferente, com tampas em ambas as pontas para evitar a evaporação, de acordo com a Figura 7.

Figura 7 - Abrigo meteorológico de baixo custo e pluviômetro



Fonte: (HOPPE, IENSSE, et al, 2015).

A coleta dos dados foi feita durante 43 dias, o abrigo foi instalado junto à Estação Meteorológica da Universidade Federal de Santa Maria – UFSM, da Rede INMET, coletando dados de temperatura e umidade do ar a cada hora e o total de precipitação para o período. Como resultado verificou-se que o abrigo de baixo custo apresentou valores de temperatura diurna maiores que o da estação oficial. Este fato é percebido pelo aquecimento do aço pela radiação solar incidente durante o dia. Os pesquisadores chegaram à conclusão de que o abrigo de baixo custo funcionaria na coleta dos dados para análise do microclima, ou em ambientes

que não possuam estações meteorológicas do INMET, o abrigo meteorológico demonstrou ser uma alternativa viável economicamente.

Um outro método muito utilizado por pesquisadores é o transecto móvel, que se baseia em coletar dados de temperatura e umidade relativa do ar em centros urbanos de forma móvel, podendo ser a pé, motocicleta, bicicleta ou carro. O trajeto percorrido é estabelecido de acordo com a área de relevância para a pesquisa. Segundo Porangaba, Teixeira e Amorim (2017) o horário ideal é após o pôr do sol, tendo em vista que, é nessa ocasião a configuração urbana libera calor retido durante o dia.

Para o uso de transecto em automóvel o trajeto deve ser feito com velocidade reduzida, e o sensor de temperatura instalado em uma haste de madeira. O tempo máximo para a realização do percurso é de uma hora, pois é importante “para se evitar que a atmosfera urbana sofra alterações meteorológicas naturais que possam comprometer os resultados” (PORANGABA, TEIXEIRA e AMORIM, 2017, p. 229). A figura 8 traz um exemplo.

Figura8 - Transecto móvel utilizando um automóvel



Fonte: Porangaba, Teixeira e Amorim (2017, p. 230).

No dia da realização do campo é importante a ausência de vento e precipitação, pois são fatores que alteram a temperatura na área pesquisada, não evidenciando os locais com maior temperatura na malha urbana. Porangaba, Teixeira e Amorim (2017) destaca que:

O trajeto para os transectos móveis deve ser selecionado objetivando a cobertura das diferentes formas de uso e ocupação da superfície urbana, partindo do rural percorrendo a cidade e finalizando no rural. A limitação desse procedimento se deve ao fato da aquisição dos dados ocorrer apenas nos episódios de mensuração, não tendo assim um monitoramento temporal contínuo da área estudada, como ocorre nos pontos fixos. Entretanto, o detalhamento da condição atmosférica urbana é mais refinado por conseguir mensurar mais pontos durante o trabalho de campo (PORANGABA; TEIXEIRA; AMORIM, 2017, p. 231).

Minaki (2017) usou o transecto móvel para determinar a ilha de calor na cidade de Maringá. O estudo foi realizado em 10 (dez) episódios no ano de 2016 na estação inverno. Os resultados mostraram uma diferença térmica de até 6,4°C e higrométrica máxima de 27%, sob condições sinóticas estáveis. Sob influência de sistemas polares, parte do percurso localizada na zona 28, com altitude menor que a das outras áreas, variando entre 473 a 488m, registrou valores extremos menores para a temperatura e maiores para a umidade relativa do ar.

Araújo, Aleixo, Menezes, et al (2010) analisaram as diferenças térmicas intra-urbanas na cidade de Presidente Prudente/SP, com foco na formação de ilha de calor diurna, os dados de temperatura foram coletados na estação da primavera através de dois transectos que deslocavam nos principais eixos de circulação da cidade. Os resultados constataram a complexidade de fatores que contribuem na formação da ilha de calor, dentre eles, a densidade de construções, o relevo e a presença de vegetação, sobretudo pelas características do sistema atmosférico atuante.

Minaki e Amorim (2016) analisaram os resultados de transectos móveis realizados a noite no período do inverno em uma cidade tropical do noroeste paulista, Araçatuba SP. Com foco para as modificações causadas pela expansão e aprofundamento das relações socioeconômicas da cidade, resultou na intervenção sobre sua paisagem física e atmosfera urbana.

Os dados de temperaturas do ar foram medidos por um sensor, acoplado em uma haste na parte externa de cada carro. Para isso foi utilizado dois sensores e um terceiro instalado em um ponto fixo para verificar a variação dos dados registrados nas medidas móveis. Os sensores digitais usados foram os logger ThermaData Humidity-Temperature, model HTD, dois aparelhos GPS da marca Garmin, modelo Oregon 550t, com precisão de aproximadamente 10m, além disso foi feita a leitura das coordenadas dos pontos de passagem dos percursos.

Foi usado também as cartas sinóticas e imagem do canal termal do Landsat 7, com resolução de 60 metros, para associar as áreas com maior tendência ao aquecimento diurno. Por fim as autoras concluíram que o padrão predominante da espacialização indicou partes do setor central, oeste e norte da cidade com as temperaturas mais altas.

Kegler, Wollmann, Duarte et al (2016) estudaram a distribuição espacial da temperatura do ar na área urbana de Erechim/RS. Para isso utilizou dois transectos móveis percorrendo nos sentidos Leste-Oeste e Norte-Sul, além de cartas sinóticas, imagens de satélite e dados da rede oficial de estações meteorológicas do INMET para identificação dos sistemas atmosféricos atuantes e comparações com os dados coletados.

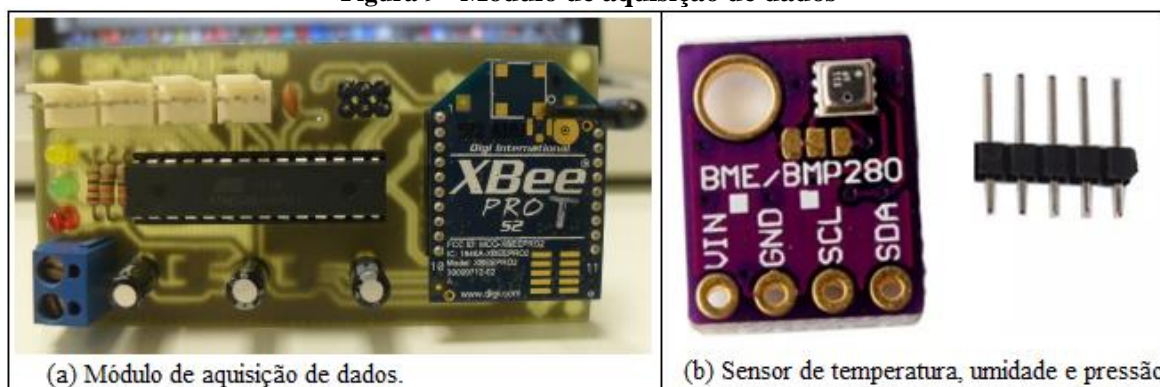
Os resultados demonstraram diferença de até 8°C entre os bairros da cidade, e a influência exercida pelas áreas verdes reduziu em até 50% das temperaturas mais elevadas registradas em Erechim. Ainda, para esta cidade, a configuração de vertentes e presença de corpos hídricos, foram essenciais para a diferenciação espacial da temperatura em comparação com as áreas industriais, periféricas de baixa renda e centrais/comerciais.

2.2 Sensor Automático em Base Horária para a Coleta de Dados Higrométricos

Em parceria com o Departamento de Ciência da Computação e o Laboratório de Climatologia da Universidade Federal de Goiás – Regional Catalão, foi desenvolvido o sensor automático que efetua leituras em base horária da umidade relativa do ar e temperatura.

Para o desenvolvimento dos módulos de aquisição de dados foram utilizados um microcontrolador Atmega8, sensor de temperatura, umidade, precipitação, direção do vento e pressão barométrica. Módulo de transmissão de dados sem fio X Bee Pro S2 baseado no padrão ZigBee e circuito necessário para o desenvolvimento do módulo de aquisição de dados. Na Figura 9 (a) apresenta-se o módulo desenvolvido para a realização da leitura dos dados de temperatura e umidade (RIBEIRO, 2019).

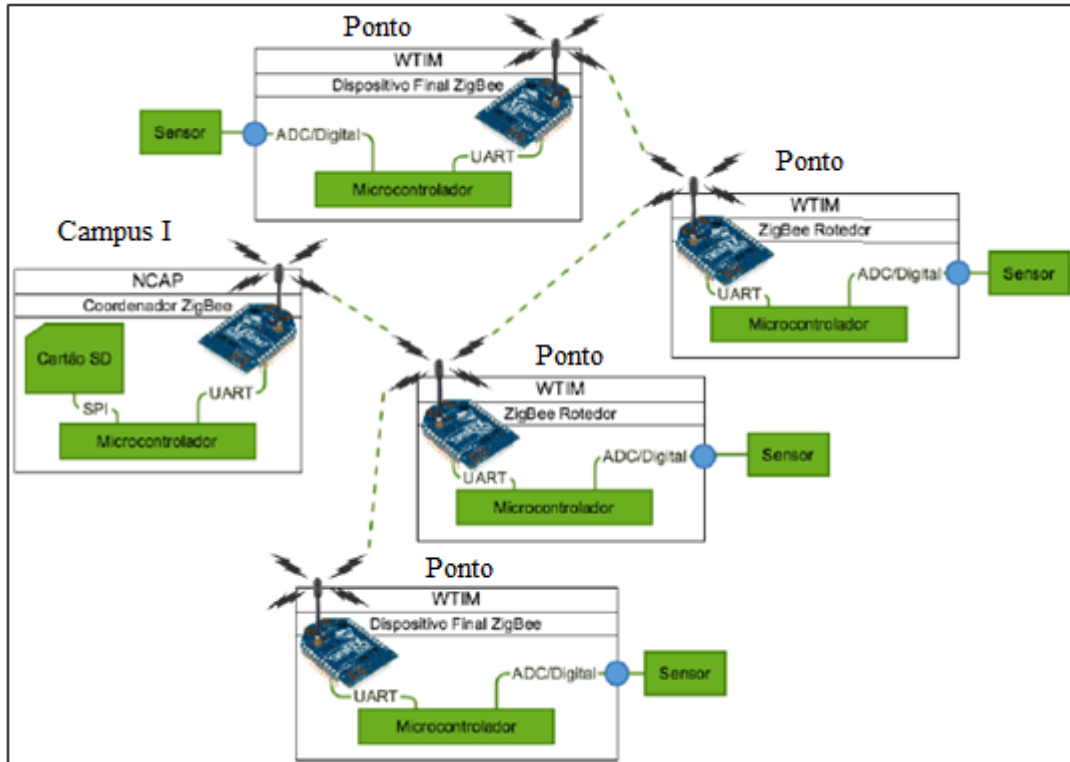
Figura 9 - Módulo de aquisição de dados



Fonte: Ribeiro, Juliano Mendes (2019).

A rede possui dois dispositivos, um que capta os elementos climáticos, chamado de WTIM (Wireless Transducer Interface Module, foram desenvolvidos utilizando o módulo rádio transceptor2 XBee PRO S2 fabricado pela Digi International) e o NCAP (Network Capable Application Processor) que após a aquisição e processamento dos dados obtidos pelos sensores de temperatura e umidade do ar, eles são enviados a uma rede de comunicação que armazena as informações (RIBEIRO, 2019). A Figura 10 representa esse processo.

Figura 20 - Esquematização da transferência de dados



Fonte: Organizado por FILHO (2019).

O Coordenador Principal instalado na UFG é responsável por mandar uma solicitação de dados e receber as informações. O outro módulo de comunicação (chamados de nós de rede), atualmente encontra-se instalados no Campus II, possui um transmissor para a comunicação com o coordenador principal, além de um microcontrolador para captar os dados dos sensores (RIBEIRO, 2019).

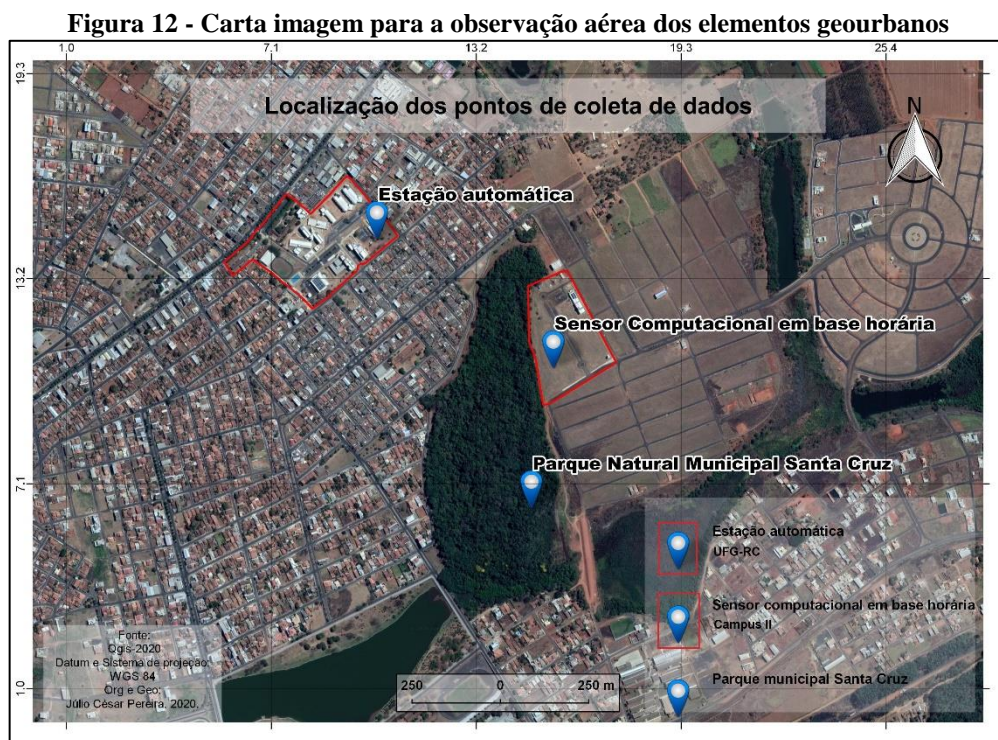
O coordenador para que possa ser feita a leitura, manda uma requisição chamado de (protocolo de comunicação), para o local desejado para ser feita a leitura, o transmissor recebe essa informação manda para o microcontrolador então é feita a leitura do sensor, o microcontrolador retorna para o transmissor com os dados, que responde o coordenador e envia para o site, meioambiente.catalao.ufg.br, onde o mesmo foi criado pela equipe que desenvolveram os sensores, na Figura 11 mostra a página inicial do site.

Figura 11 - Página do site com informações dos dados coletados



Fonte: site meioambiente.catalao.ufg.br.

O transmissor desempenha o papel de transmitir as informações do microcontrolador, em outras palavras, o microcontrolador coleta os dados do sensor de temperatura e umidade que envia as informações para o coordenador. Na Figura 12 pode ser observado a distribuição dos pontos instalados, bairro Setor Universitário (UFG/regional Catalão) Latitude $18^{\circ} 9' 17.54''$ Sul Longitude $47^{\circ} 55' 38.71''$ Oeste com altitude de 906m; e bairro Residencial Barka (campus II) $18^{\circ} 9' 26.84''$ Sul Longitude $47^{\circ} 55' 20.91''$ Oeste com altitude de 877m.



Fonte: Pereira (2020).

Para a aquisição dos dados o sistema trabalha com 8 bits de dados para umidade, 8 bits de dados para temperatura e bits de paridade de 8 bits para a verificação dos dados. Pode-se descrever a leitura da umidade de acordo com o exemplo: quando o microcontrolador recebe 40 bits, os dados são separados em conjuntos de bytes, sendo dividido em: (0011 0101 0000 0000) umidade do ar; (0001 1000 0000 0000) temperatura e (0100 1101) verificação dos dados.

Os 2 primeiros bytes e os 2 segundos bytes representam a umidade e temperatura em binário, convertendo para decimal temos 53% e 24°C. O último byte, representa a verificação por paridade. Os dados de temperatura e umidade são gravados em arquivos pelo módulo principal que armazena as informações contendo, dia da semana, mês, horário da leitura, ano, endereço do módulo que foi feita a leitura (ID) e leitura do sensor, como exemplo:

Friday April 27 19:15:04 2018- 29.79 'C - 85.61 'F

Os circuitos de recepção dos dados coletado pelo sensor de temperatura e umidade foram instalados em uma caixa completamente fechada para não haver interferência do ambiente. Ele é responsável por descarregar os dados no site, disponível para estudo. Um circuito elétrico foi instalado para alimentação do sistema, além de um sistema secundário de energia elétrica, o nobreak, quando houver interrupção no fornecimento de energia primária. Na Figura 13 mostra a caixa com o circuito e sua instalação no bloco didático J na Universidade Federal de Goiás Regional Catalão.

Figura 13 - Circuito de recepção dos dados de umidade e temperatura



Fonte: Autoria própria.

O primeiro sensor de temperatura e umidade foi instalado no Campus II em uma área aberta, a 1,5m de altura do solo em uma haste, como mostra a Figura 14. Um painel fotovoltaico

de 90W também foi acoplado para alimentar o sistema elétrica do circuito de recepção dos dados coletado pelo sensor de temperatura e umidade e faz a transferência para a central instalada na UFG/Regional Catalão. Um controlador de carga foi utilizado para administrar a corrente elétrica que é adicionada ou extraída da bateria. Isso evita as possíveis sobrecargas, o que reduz o desempenho da bateria ou a expectativa de vida e pode representar um risco de segurança.

Figura 14 - Sensor instalado no Campus II



Fonte: Autoria própria.

Coordenadas geográficas: Latitude 18° 9'26.84" S Longitude 47° 55'20.91" O, altitude de 877m.

Na Figura 14 pode ser visto um ponto de coleta de dados, onde o número 1 (um) representa um pluviômetro, no entanto não está fazendo leitura da precipitação devido alguns problemas técnicos; 2 (dois) sensor de temperatura e umidade, a seta identifica o fio que leva as informações até o micro controlador; 3 (três) uma caixa completamente lacrada com os circuitos de recepção dos dados coletados e transmissão das informações para o coordenador principal; e 4 (quatro) uma placa solar que fornece energia para o circuito. Antes de começar a

coletar dados, o sensor foi calibrado no laboratório de climatologia com a ajuda de um termo-hidrômetro.

2.3 Área de Estudo

O crescimento das cidades aumentou de forma exponencial a partir do século XX, com o desenvolvimento econômico e a falta de emprego no campo, elementos importantes para o processo migratório do rural para as cidades. Com isso, gerou rápido crescimento dos centros urbanos, ocasionou problemas socioambientais, como destaca Amorim e Cardoso (2014, p.40) “a falta de moradia ou condições insalubres de habitação, falta de saneamento básico, de abastecimento de água, uso inadequado da superfície do solo urbano, ocupação em áreas de risco” e outras dificuldades envolvendo principalmente a população mais carente. Monteiro (1976) destaca que:

[...] as cidades é o lugar da mais efetiva interação entre o homem e a natureza, e, mesmo ocupando pequenas parcelas do território, constituem a maior transformação da paisagem natural, apresentando diferentes formas de poluição do ar, água, solo e subsolo, incluindo modificações na morfologia e estrutura do ambiente urbano, (MONTEIRO, 1976, p.19).

Catalão é uma cidade localizada no interior do Estado de Goiás com distância de 260 km da capital, Goiânia. Localiza-se à latitude 18° 9' 57" S e à longitude 47° 56' 47" O na altitude de 835 metros. Sua população segundo estimativas do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE, 2019), é de 108.823 habitantes e seu PIB (Produto Interno Bruto) recenseado em 2017 é de R\$ 60,853 88, para Jesus e Costa (2016, p. 1274) “o Produto Interno Bruto é um índice onde são apresentados, preços correntes (R\$ mil), os valores adicionados brutos dos três grandes setores de atividade econômica – Agropecuária, Indústria e Serviços”. Com uma área territorial de 3.821,463 km², possui densidade demográfica de 22,67 hab.km², e conta com 90% de urbanização, decorrente do processo de sua evolução, atrelado ao agronegócio, indústria e mineração (IBGE, 2017).

Com sua localização estratégica, Catalão (GO) possui uma importante via de acesso tanto a região do Centro-Oeste quanto Sul, Norte e Sudeste pela BR – 050 que percorre o perímetro urbano da cidade. Assim com a GO – 330 uma via de escoamento de mercadorias para o próprio estado (MATOS 2017).

A partir de 1970, com a chegada de três grandes mineradoras a Fosférfil S. A., Mineração Catalão e Copebrás, ocorreu a modernização do modo de produção no Campo

através inovações tecnológicas e investimento de capital, Silva (2010). E em 1980 foi criado o Distrito Mineral Industrial de Catalão o que atraiu diversas empresas, proporcionando emprego e desenvolvimento econômico para a cidade. Bueno elenca outros fatores que proporcionaram o crescimento de Catalão GO:

Isto aconteceu, não somente em função da instalação de indústrias mineradoras na segunda metade da década de 1970 e a sua verticalização no início do século XXI, mas também, pela implantação de indústrias de produtos agrícolas, metalurgia, cimento e cerâmico, automóveis, colheitadeiras de cana-de-açúcar, misturadoras de fertilizantes, vestuário, calçados e artefatos de tecido. O crescimento industrial tem, ainda, estimulado a construção civil, grande geradora de empregos (BUENO 2006, p.106).

De acordo com Silva (2010, p.33) “o município atraiu duas grandes e novas empresas, a MMC Automotores do Brasil S. A. e a John Deere S. A., no fim dos anos de 1990”. Tais empresas possibilitou a criação de novos empregos e a movimentando o comércio local, fatores importantes para o aumento populacional e do espaço urbano de Catalão nos últimos 20 anos. Segundo Lima (2015):

A instalação da empresa foi crucial para a geração de empregos e para o desenvolvimento econômico municipal, já que o capital passa a circular mais com um número maior de trabalhadores ativos, e ainda para a instalação de outras empresas (LIMA, 2015, p.132).

A malha ferroviária que passa no meio da cidade é um elemento essencial para o crescimento e a instalação de novas empresas na região, uma vez que amplia as opções de escoamentos dos produtos, principalmente para a região sudeste do país. Para Lima (2015):

A instalação da empresa foi crucial para a geração de empregos e para o desenvolvimento econômico municipal, já que o capital passa a circular mais com um número maior de trabalhadores ativos, e ainda para a instalação de outras empresas (LIMA, 2015, p. 141).

Como consequências dessa transformação no cenário econômico e na estrutura da urbanização, ocorreu a expansão da área urbana de Catalão. Diante do grande fluxo migratório de trabalhadores do próprio estado, mas também de outras regiões, a procura de melhores condições de vida e renda no mercado de trabalho nas áreas de serviço, comércio, indústria e agricultura. Por isso, é interessante observar que:

[...] a população do município na década de 1970 era de 27.809 (vinte e sete mil oitocentos e nove) habitantes e no ano 2000 essa população chega a 64.290 (sessenta e quatro mil duzentos e noventa) habitantes. Já em 2010, de acordo com censo do IBGE, a cidade conta com 86.647 (oitenta e seis mil seiscentos e quarenta e sete) habitantes (MATOS, 2017, p. 19).

Mas as consequências não ficaram na geração de emprego e crescimento da cidade, o meio natural também foi impactado, além da poluição dos recursos naturais e modificação do sítio físico no qual a cidade se encontra edificada Bueno (2006, p.108) destaca outras modificações como, ” o Pasto do Pedrinho e a Mata do Setor Universitário que constituem marcas importantes no espaço urbano, além de contrasta com a pouca arborização presente nas ruas da cidade” são áreas onde pode ser visto a ação antrópica, desde erosões a garrafas pets. Como mostra pedrosa e Mendonça (2005):

[...] a vegetação de Cerrado, predominante em Catalão, encontra-se bastante antropomorfizada, com apenas algumas manchas naturais, em *áreas de vazão urbano*, situadas na encosta da dorsal divisora de águas e limítrofe das áreas urbana e rural, que se estende na orientação Leste-Oeste, a partir do sopé do testemunho residual, Morro do São João (conhecido como Morro da Saudade). [...], a vegetação xeromórfica e, nos vales dissecados, devido à remobilização mineral e à alta umidade, a mata de galeria, cuja fisionomia é de grande porte. A leste da cidade, nas cabeceiras das nascentes do Ribeirão Pirapitinga, desenvolveu-se o Bosque do Setor Universitário, remanescente de uma grande área de mata de galeria que cedeu espaço à expansão urbana na década de 80. Esta vegetação assenta-se sobre solo residual, resultado do comportamento edáfico de pedimentação com transição para vegetação de solos hidromórficos (PEDROSA E MENDONÇA, 2005. p. 61).

Os autores destacam as principais coberturas vegetais da cidade, que com o processo de expansão urbana tem passado pela ação de degradação ambiental ao longo dos anos. Como por exemplo, o Parque Natural Municipal Setor Santa Cruz uma área cercada por bairros que a cada dia cresce mais. E um desses bairros é o Residencial Barka um bairro novo que está crescendo com a abertura do campus II da UFG regional Catalão. Neste bairro localiza-se o sensor para coletar dados de umidade relativa do ar e temperatura.

Quadro 6 - As coordenadas e as altitudes dos bairros pesquisados

Bairros	Latitude	Longitude	Altitude
Residencial Barka – campus II	18° 9'26.84" S	47° 55'20.91" O	877m
Setor Universitário – Campus I	18° 9'17.54" S	47° 55'38.71" O	901m

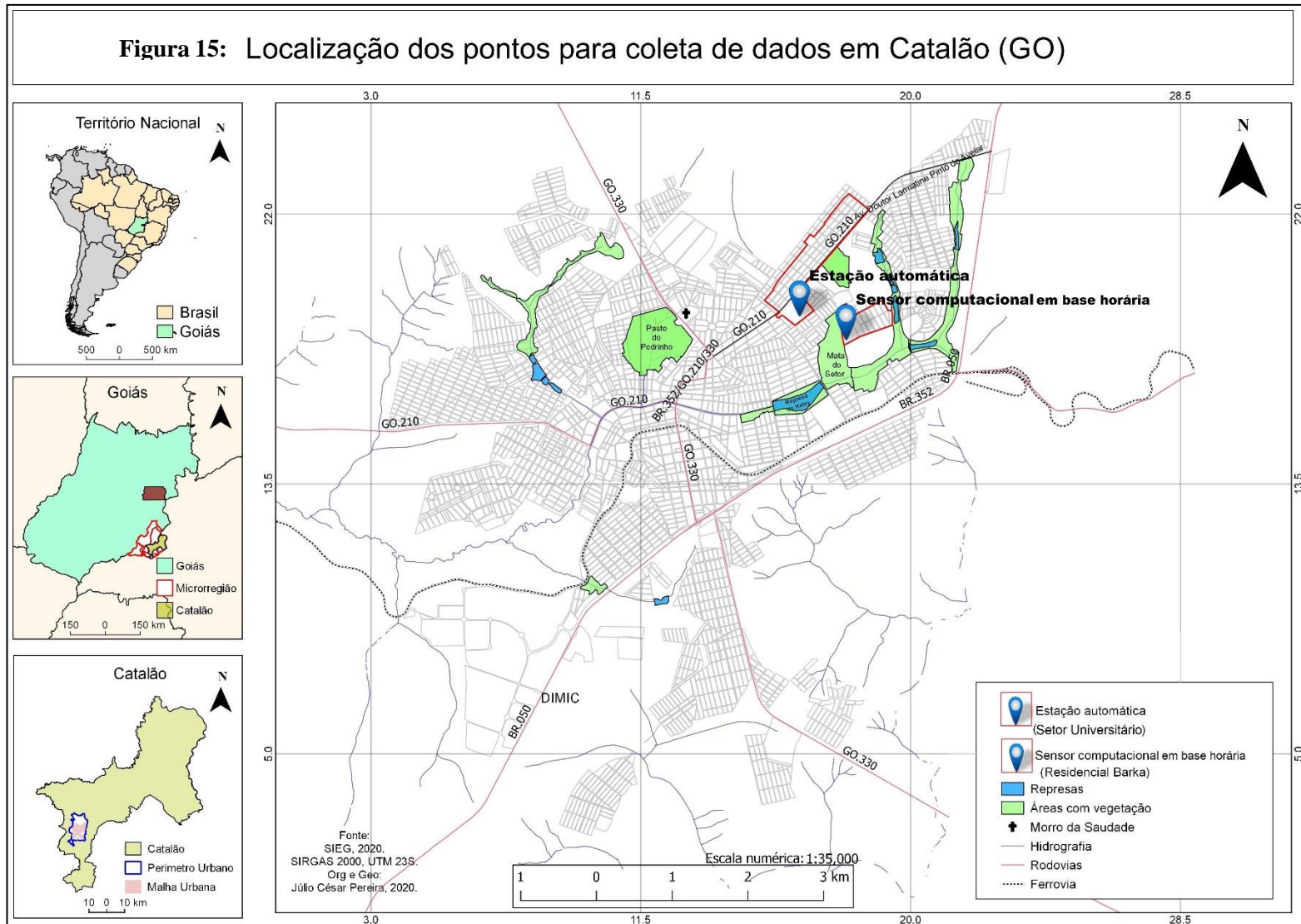
Fonte: Autoria própria.

Residencial Barka (Campus II) – possui poucas casas com grandes áreas não construída, próxima ao bairro fica Parque Municipal do setor Santa Cruz com várias espécies de fauna e flora e também a presença de recursos hídricos como uma nascente.

Setor Universitário (campus I) – estação automática dentro da Universidade Federal de Goiás/Regional Catalão, é um bairro residencial com presença de muitas casas e prédios de 3 a 4 andares, mas, além disso, é uma mesclagem de bairro comércio com os mais variados bens de consumo principalmente na avenida Dr. Lamartine, onde estão localizados muitos pontos de comércio, pouca área arborizada no bairro e próxima a estação automática. Devido a sua localização é uma área bastante movimentada tanto por pedestres e por veículos de porte pequeno, médio e

Logo abaixo na Figura 15 é apresentado na carta de localização da área de estudo para que possa ser visto a malha urbana de Catalão GO e a distribuição dos pontos de coleta. De acordo com banco de dados geográfico da Prefeitura Municipal de Catalão, na revisão do seu plano diretor de 2016, a localização da estação automática é no bairro Ipanema, no entanto, observa-se nas placas residenciais das casas próximas que o endereço descrito é no bairro Setor Universitário, é valido lembrar que ambos os bairros são confrontantes e que a estação automática está basicamente na divisa entre os dois, um erro que pode ser tolerável em que não compromete em nada a qualidade da pesquisa.

Figura 15: Localização dos pontos para coleta de dados em Catalão (GO)



Fonte: Pereira, (2020).

2.4 Clima

A região Centro – Oeste apresenta diferentes sistemas de circulação atuantes. Destacam-se três sistemas de circulação responsáveis pelas condições de tempo e de clima na Região: o sistema de circulação estável do anticiclone do Atlântico Sul, o sistema de correntes perturbadas de W a NW das IT e por fim, sistema de correntes perturbadas de S a SW da FP A, geralmente, pelo anticiclone polar, com tempo bom, seco e temperaturas amenas e frias.

O clima é classificado como tropical, com duas estações bem marcantes, em especial pelo regime de chuvas. O verão caracteriza-se pelas altas temperaturas e precipitação com início das chuvas em outubro ou novembro até março ou abril, conforme a latitude, é controlado pelas massas tropicais, bastante instáveis na primavera e no verão. “Durante o inverno, o resfriamento basal aumenta a estabilidade superior, contribuindo, assim, para a ocorrência de tempo estável” (BARROS E BALERO 2012, p. 27).

São poucas as pesquisas sobre o clima de Catalão, mas destaca-se Santos (2018) que buscou compreender a dinâmica da umidade relativa do ar na cidade, além do estudo sobre o regime de chuva em Catalão realizado por Costa (2018) e por último Duarte (2017) que apresentou um estudo sobre ilhas de calor através de análises térmicos sazonais na cidade de Catalão. São pesquisas pioneiras na cidade, que abrem um leque de opções para a continuação do trabalho.

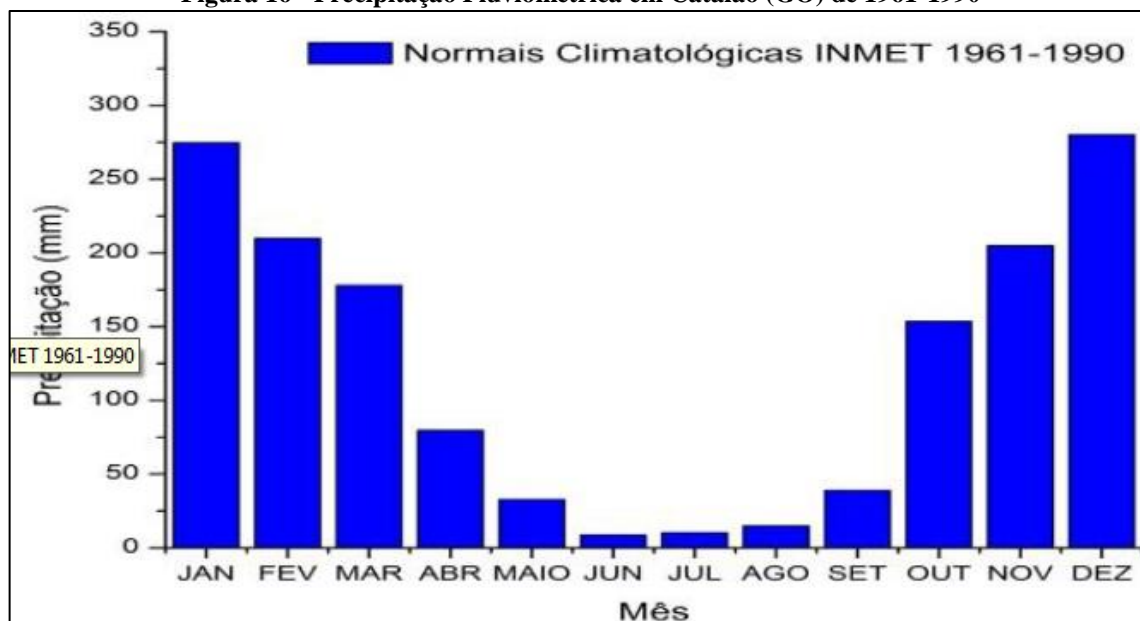
Costa (2018) analisou a distribuição da precipitação no perímetro urbano em Catalão (GO), para isso foram distribuídos em diferentes bairros 20 pluviômetros, modelo Ville de Paris, no período entre outubro de 2016 a março de 2017, instalados em 20 (vinte) pontos estratégicos da cidade, a 1,5m do solo.

As análises dos resultados mostraram que a precipitação desuniforme na malha urbana, podendo destacar algumas áreas com precipitações maiores e outras menores. O local com maior altura pluviométrica é o ponto da Estação Automática UFG com uma média de 977,8 mm e com menos incidência é o ponto da Escola Municipal Santa Terezinha tendo uma média de apenas 580,5 mm.

Costa apresentou também um gráfico que mostra a norma climática de Catalão (GO) no período de 1961 a 1990, onde as menores episódios de precipitação foram registradas nos meses de junho e julho, período mais frio do ano, historicamente, com apenas 10,0 e 10,3mm, respectivamente, em contra partida os maiores volumes registrados correspondem os meses de dezembro com 283,5mm e janeiro 260mm, caracterizando o período de chuvas da região o que

ressalta uma alta variabilidade que pode ser observada nesses períodos secos e chuvosos, (COSTA, 2018).

Figura 16 - Precipitação Pluviométrica em Catalão (GO) de 1961-1990



Fonte: Costa (2018, p. 40).

Outra análise que se pode destacar é que no período que corresponde ao inverno é o mais seco, e o mês de outubro o volume de precipitação aumento consideravelmente e começa a decair em fevereiro.

Duarte (2017) realizou um estudo sobre ilhas de calor na cidade de Catalão (GO). Para isso, foi feito uma análise comparativa da temperatura em alguns bairros utilizando o aparelho Termo Higrômetro, quatro (4) no total, e duas (2) estações meteorológicas no período de 03 a 12 de julho de 2017 onde foram feitas coletas de temperatura.

Os dados relacionados com a cobertura e ocupação e a radiação solar, onde foi constatado um aumento da temperatura nos bairros centrais da cidade. Conclui-se que Catalão apresenta locais com ilhas de calor como a região central. Bairro mais movimentado tanto de carros e pessoas e densamente construído, além de quase nula a presença de áreas verdes o que aumenta o desconforto na população.

A autora ressaltou que as atividades antrópicas, sobretudo, as industriais e agroindustriais contribuem para o aumento da população e conseqüentemente a expansão urbana, resultando no aparecimento de ilhas de calor em Catalão (GO). E uma possível solução que Duarte propõem é uma gestão ambiental adequada que esteja presente no plano diretor da cidade.

Santos (2018) investigou a distribuição espacial da umidade relativa do ar e sua relação com a cobertura e uso do solo em Catalão. Para tal fim, a umidade relativa do ar foi monitorada nos dias 01 de junho a 10 de junho de 2017 em 08 locais distintos e distribuídos na malha urbana da cidade, utilizando 04 termos higrômetro Digital com Sensor Externo modelo ITHT-2250, uma estação automática e uma convencional, abrangendo os diferentes padrões de uso e ocupação do solo.

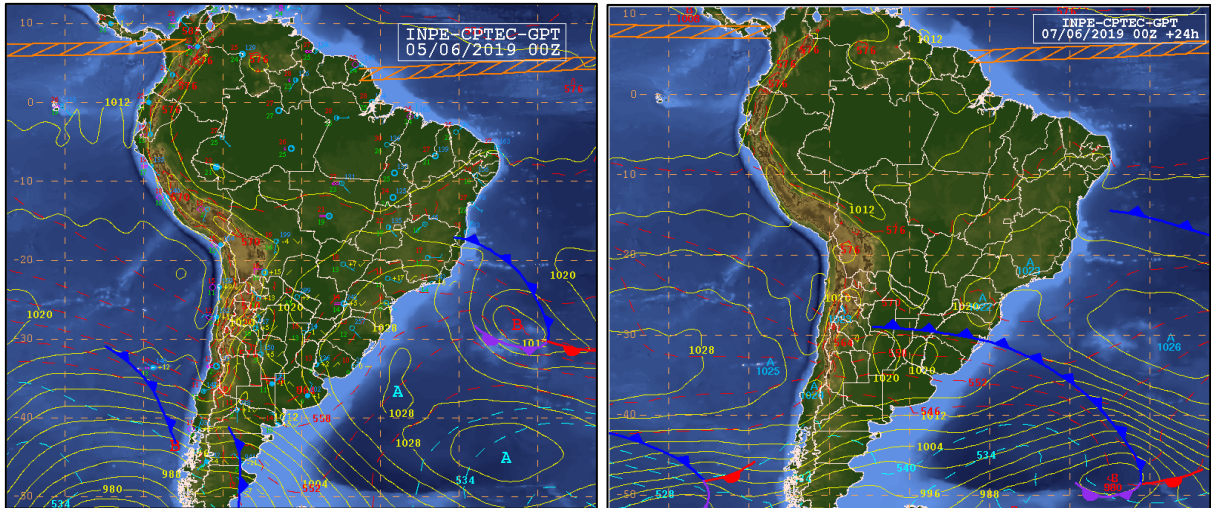
Como resultado obtido a umidade relativa do ar foi maior nos bairros próximos as áreas com presença de vegetação. Já no ponto de maior concentração de edificação, grande movimentação de carros e pessoas, registrou umidade abaixo de 20%. O que ressalta as palavras de Duarte (2017), sobre a importância de uma gestão ambiental adequado para a cidade. Tendo em vista que, áreas verdes aumenta a umidade do ar e temperaturas mais agradáveis para a população.

3 ANÁLISE DOS DADOS

O outono de 2019 na região Centro-Oeste foi caracterizado pela diminuição no volume e frequência de chuva. Com temperaturas altas durante o dia e umidade baixa (madrugadas amenas e tardes quentes). A influência do El Niño em 2019 interferiu no padrão de precipitação e temperatura da estação, porém, com fraca intensidade. O fenômeno deve persistir até o fim de junho, mas enfraquecendo cada vez mais. Junho o tempo seco e pouco frio representam as características no ano de 2019. (Climatempo, 2019).

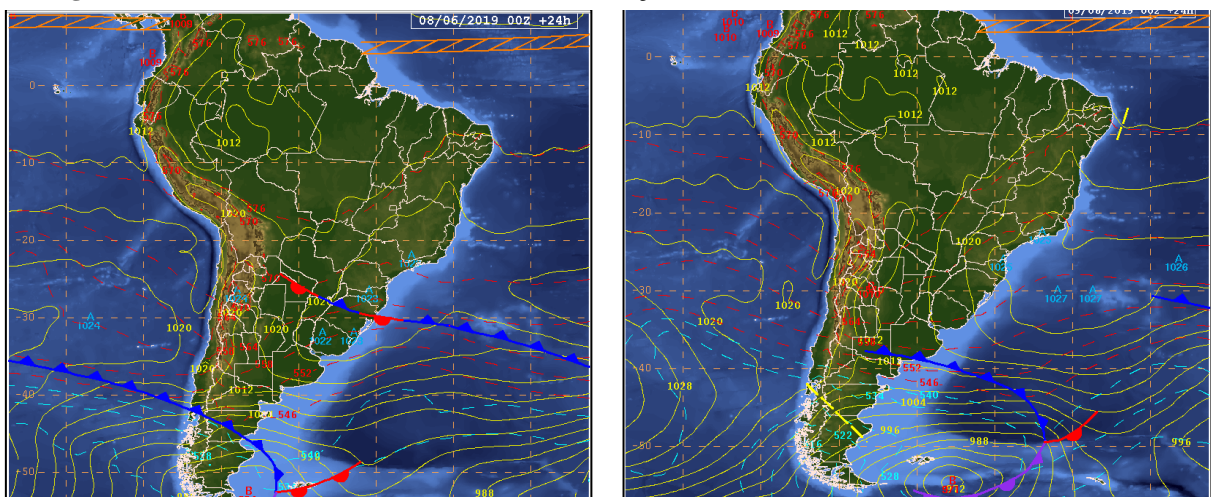
Para um melhor entendimento e análise dos dados feitos da umidade do ar e temperatura em Catalão (GO) se faz necessário o detalhamento das condições atmosféricas, no Brasil e na região de Goiás, atuantes durante os dias de aquisição dos dados. Nessa perspectiva, foi possível observar através das cartas sinóticas, Figuras de 17 a 20, os sistemas atmosféricos que atuaram em junho de 2019 nos dias das pesquisas 05/06 a 14/06/2019 em base horária.

Figura 173 - América do Sul, análise sinótica da situação atmosférica no dia 05/06 a 07/06/2019



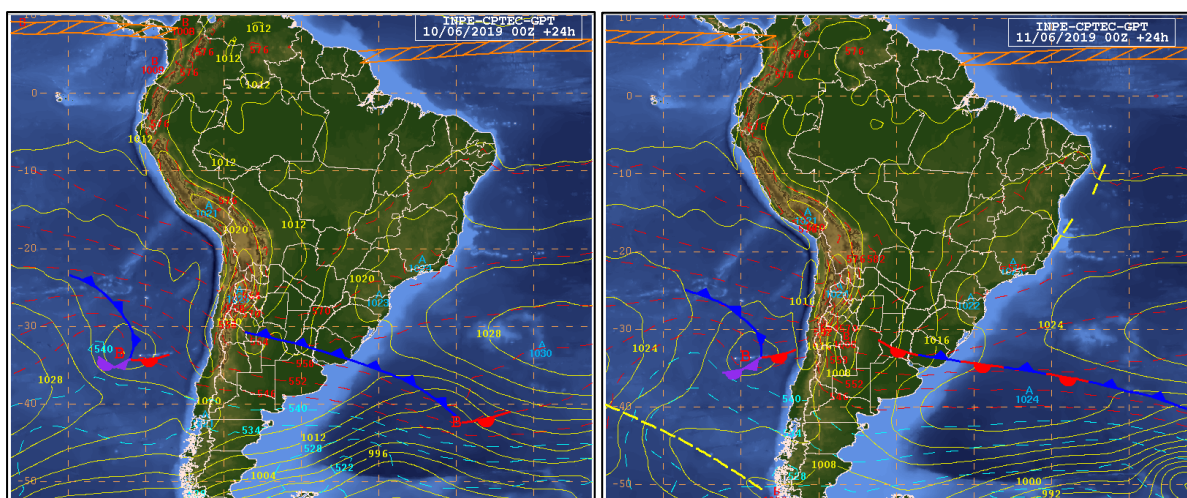
Fonte: Centro de Previsão de Tempo e Estudos Climáticos (CPTEC/IMPE), 2020.

Figura 18 - América do Sul, análise sinótica da situação atmosférica no dia 08/06/2019 e 09/06/2019



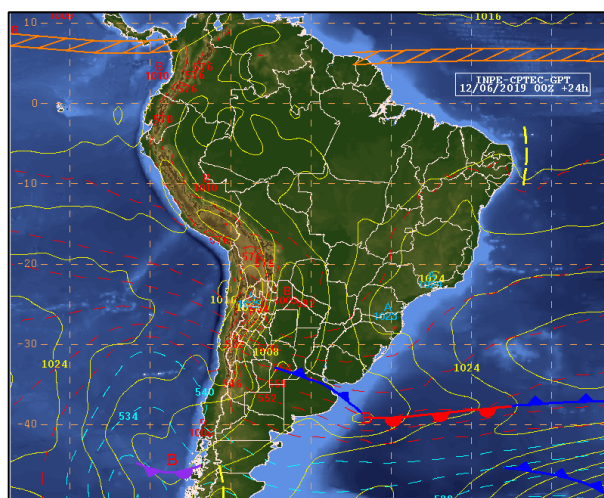
Fonte: Centro de Previsão de Tempo e Estudos Climáticos (CPTEC/IMPE), 2020.

Figura 19 - América do Sul, análise sinótica da situação atmosférica no dia 10/06 e 11/06/2019



Fonte: Centro de Previsão de Tempo e Estudos Climáticos (CPTEC/IMPE), 2020.

Figura 40 - América do Sul, análise sinótica da situação atmosférica no dia 12/06/2019



Fonte: Centro de Previsão de Tempo e Estudos Climáticos (CPTEC/INPE), 2020.

Na análise da carta sinótica de 250 hPa da 00 UTC do dia 05/06/2019, nota-se a presença de um centro com circulação anticiclônica no oceano a leste do Nordeste, que favorece a defluência no escoamento em parte do norte da Região Norte do Brasil, neste nível gera divergência de massa, que induz a convergência nos níveis inferiores e na presença de umidade contribui para a formação da nebulosidade observada em parte do norte do continente, observada na imagem de satélite. O Jato Subtropical (JST) atua no Oceano Pacífico ao sul de 25°S, e continente e Atlântico ao sul de 19°S. O JST está acoplado ao Jato Polar Norte (JPN) no Atlântico e atua também no leste do RS e ao sul de 29°S. O Jato Polar Sul (JPS), encontra-se acoplado ao JPN, ao sul de 30°S no Oceano Atlântico e Pacífico, (CTEC/INPE: Centro de Previsão de Tempo e Estudos Climáticos, 2020).

A atuação da massa de ar mais seco no interior do continente contribuiu para um dia com pouca nebulosidade e sem condição para chuva na maior parte do Sul, Sudeste, Centro-Oeste e interior do Nordeste. Nesse mesmo dia a estação automática registrou temperatura média de 18°C e o sensor automático em base horaria localizado no campus II média de 19°C e umidade na estação 59% e umidade no sensor 58%.

De acordo com o CTEC/INPE a tendência é que não ocorram mudanças significativas nas condições de tempo, pelo menos, até o início da próxima semana. Com isso, a maior parte das Regiões Sul, Sudeste, Centro-Oeste e interior do Nordeste passarão por um período de tempo, predominantemente, seco e com a queda dos índices de umidade relativa do ar no período da tarde, (CTEC/INPE: Centro de Previsão de Tempo e Estudos Climáticos, 2020).

Como pode ser observado na carta sinótica do dia 07/06/2019, apresentou um sistema frontal que se afasta para o oceano, mas ainda permanecerá uma região de convergência de umidade entre o litoral norte da Bahia e Sergipe. Nesta área, o dia ainda será de chuvas de moderada a forte intensidade que poderão acarretar em acumulados expressivos ao final do dia. A circulação do anticiclone pós-frontal favorecerá chuvas de fraca intensidade em pontos isolados do litoral sul da Bahia ao norte do Rio de Janeiro. Em Catalão (GO) a temperatura média tanto no sensor como na estação automática ficou em torno de 18°C, e umidade no sensor 64% e estação automática 51%.

Em outros estados do Brasil a divergência do escoamento em altos níveis e a termodinâmica manterão a condição para pancadas de chuva no norte do Amazonas, do Pará, em Roraima e no Amapá. Localmente as chuvas poderão ser intensas em curto período de tempo. A presença de um cavado em altos níveis favorecerá a ocorrência de pancadas de chuva a partir da tarde também entre o sul do Amazonas e, isoladamente, norte do Acre e Rondônia.

Entre o litoral do Amapá e do Rio Grande do Norte ocorrerão pancadas de chuva, principalmente, a partir do período da tarde. Uma frente fria com fraca atividade convectiva avança pelo Rio Grande do Sul e provocará chuva de fraca intensidade em pontos isolados no extremo sul Gaúcho, (CTEC/INPE: Centro de Previsão de Tempo e Estudos Climáticos, 2020).

O escoamento anticiclônico estabelecido em níveis médios contribuiu para um dia de pouca nebulosidade na maior parte do Sul, Sudeste, Centro-Oeste e interior do Nordeste. A convergência de umidade entre o litoral norte da Bahia e Alagoas manterá o tempo instável nesta região com potencial para chuvas frequentes e acumulados elevados, especialmente, entre o Recôncavo Baiano e Aracaju-SE durante o sábado 08/06/2019. (CTEC/INPE: Centro de Previsão de Tempo e Estudos Climáticos, 2020).

Nessa data 08/06/2019, a cidade de Catalão registrou temperatura média de 18°C em ambos os aparelhos de medição e umidade média no sensor registrou 70% com destaque para os dados horários de 05:00 até as 07:00 a umidade atingiu 100% de saturação. Na estação automática a média foi 59%.

A análise realizada pelo CTEC/INPE apontou que a partir da tarde, a propagação de um Distúrbio Ondulatório no escoamento de leste alcançará a faixa litorânea entre Ceará e Paraíba com condição para pancadas de chuva de forte intensidade tanto na noite do sábado como durante o domingo 09/06/2019. Na cidade a temperatura média foi de 19°C em ambos, e umidade média 68% no sensor e na estação automática 57%.

Observa-se na carta sinótica que não apresentou mudanças significativas nas condições de tempo no centro-sul do Brasil, pelo menos, até a segunda-feira 10/06/2019. Com isso, a maior parte das Regiões Sul, Sudeste, Centro-Oeste passou por um período de tempo, predominantemente, seco e com a queda dos índices de umidade relativa do ar no período da tarde. A temperatura média na estação automática registrou 18°C e no sensor 19°C e umidade 58% e 66% respectivamente.

A partir do dia 11/06/2019, as condições de tempo sem mudanças significativas sobre a maior parte do país. O padrão de escoamento anticiclônico anômalo estabelecido entre os níveis médios e baixos da troposfera mantém dia de pouca nebulosidade na maior parte do Sul, Sudeste, Centro-Oeste e interior do Nordeste e também dificulta o avanço de sistemas frontais sobre o país, (CTEC/INPE: Centro de Previsão de Tempo e Estudos Climáticos, 2020).

O anticiclone em níveis médios também gera o estranhamento de ar seco entre a troposfera média e a superfície, o que contribui para o registro de baixa umidade de do ar em algumas localidades, geralmente no período da tarde. A temperatura média nesse dia marcou na estação automática 19°C e umidade média 57% e no sensor 20°C, umidade média registrou 62%.

No dia 12/06/2019, as condições de tempo seguiram sem mudanças significativas sobre a maior parte do país. O padrão de escoamento anticiclônico anômalo estabelecido entre os níveis médios e baixos da troposfera manteve o dia com pouca nebulosidade na maior parte do Sul, Sudeste, Centro-Oeste e interior do Nordeste e também dificulta o avanço de sistemas frontais sobre o país. A estação automática e o sensor registraram a mesma temperatura média 20°C e umidade 59% e 71% respectivamente.

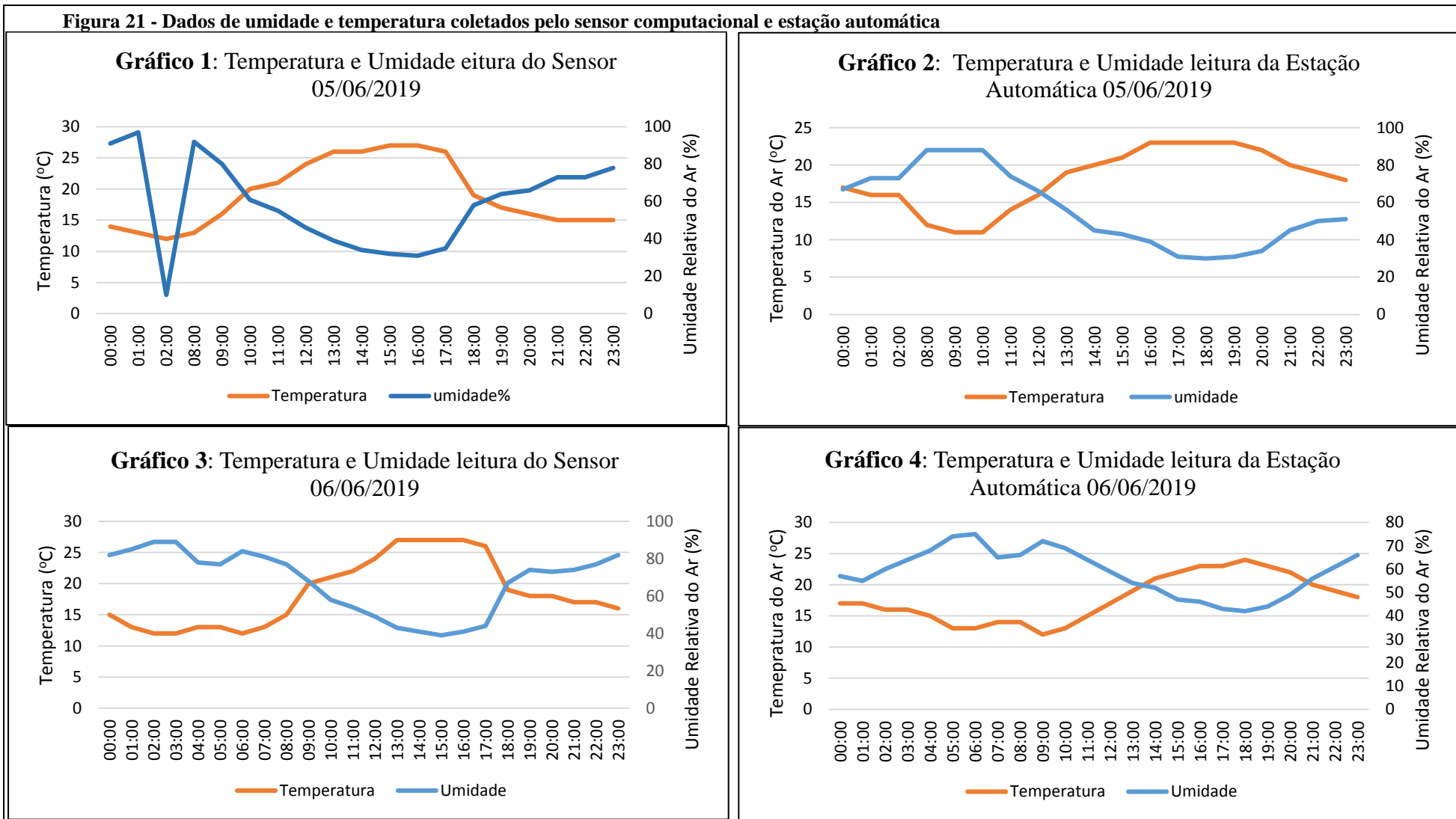
No dia 13/06/2019, as condições de tempo seguirem sem mudanças significativas sobre a maior parte do país. A temperatura média para essa registrada no sensor foi de 21°C e na estação automática foi de 20°C e umidade média no sensor foi de 71% e na estação automática 64%. E no último dia de coleta de dados, 14/06/2019 a temperatura média registrada no sensor e na estação automática foi a mesma 21°C e umidade média no sensor 65% e na estação automática 56%.

É interessante notar que durante os dias de coleta dos dados a umidade registrada no sensor automático em base horária a média sempre foi maior que na estação esse fato pode ser explicado pelo fato do sensor está localizado próximo ao Parque Natural Municipal Setor Santa Cruz.

Com a finalidade de permitir a comparação entre os dados, os mesmos foram coletados e registrados em uma planilha eletrônica do Microsoft® Excel 2013 para a construção de gráficos, conforme mostra as figuras 21 a 25. Nesse ambiente foi tabulado e calculado a média das umidades, a diferença de umidade mínima e máxima e cálculos para análise dos dados de todos os pontos.

Para avaliar as diferenças de temperatura e umidade entre os dois bairros, Setor Universitário localização da estação automática e o residencial Barka onde foi instalado o sensor automático em base horária, será apresentado os gráficos com dados em base horária de ambos os lugares. O sensor coletou dados somente da estação outono no mês de junho de 2019. Abaixo apresento os gráficos criados a partir dos dados coletados pelo sensor computacional e pela estação automática

Figura 21 - Dados de umidade e temperatura coletados pelo sensor computacional e estação automática



Fonte :Autoria própria.

Durante a madrugada do dia 05/06/2019, tivemos uma queda considerável de umidade relativa do ar atingindo 10% às 02:00 da manhã, e a temperatura 12°C, registro feito pelo sensor automático em base horária instalado no campus II da Universidade Federal de Goiás UFG Regional Catalão. A partir desse horário não houve anotações de dados, voltando às 08:00 da manhã com 92% de umidade e temperatura atingiu 13°C.

A umidade foi caindo ao longo do dia registrando 31% às 17:00 e com crescimento às 18:00 e ao final da noite, atingindo 78%, 23:00. A temperatura teve um outro comportamento, a partir das 03:00 da manhã registrou 13°C que foi aumentando como o passar das horas, às 17:00 temperatura de 27°C, como pode ser observado no gráfico decaiu para 15°C às 23:00. A máxima registrada no dia para umidade foi 97% e a temperatura 27°C com relação a mínima 10% de umidade e 12°C.

Essa queda de umidade pela madrugada não deveria ocorrer pois, a tendência é, umidade relativa do ar apresentar valores superiores a 10% no período noturno e baixa no período da tarde. O que podemos supor é a ocorrência de uma falha no sensor neste horário, sendo corrigido, tendo em vista que esse não voltou a acontecer.

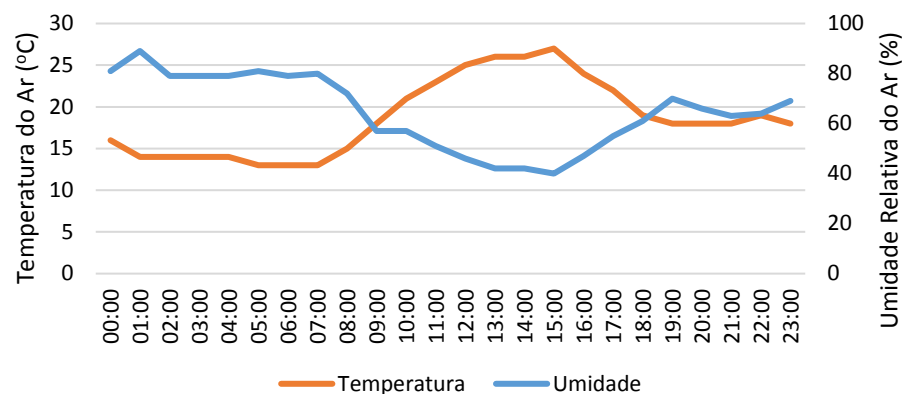
O gráfico 2, apresenta dados da estação automática do dia 05/06/2019, onde a umidade durante a madrugada ficou entre 65% e 75%, temperatura em torno de 16°C, atingindo 88% às 08:00 da manhã e temperatura 12°C, que decaiu a partir das 11:00, atingindo 30% a temperatura registrada foi de 14°C às 18:00, como pode ser visto no gráfico. Voltando a ter um crescimento considerável às 19:00 atingindo 51% às 23:00 temperatura 18°C, valor da umidade abaixo do considerado ideal. A máxima registrada foi de 88% umidade 23°C mínima 30% umidade e 11°C.

No dia 06/06/2019, ficou entorno de 85% e temperatura 12°C durante a madrugada. A partir das 08:00 a temperatura foi aumentando e a umidade caiu 15°C e 77% respectivamente e às 18:00 ocorreu o inverso a umidade aumentou 67%, e a temperatura diminuiu, 19°C. A máxima registrada foi de 89% umidade 27°C mínima 39% umidade e 12°C a temperatura, dados registrados pelo sensor automático em base horária.

A estação automática, gráfico 4, durante a madrugada a umidade teve variação de 60% e a temperatura 16°C. 09:00 da manhã a temperatura atingiu o ponto mais baixo 12°C, mas logo em seguida começou a aumentar seu valor, às 18:00 alcançou 24°C e a umidade obteve o valor de 42%. A noite a umidade aumentou e a temperatura caiu. A máxima registrada no dia foi: temperatura 24°C e umidade 75% e mínima 12°C e 42%

Figura 52 - Dados de umidade relativa do ar e temperatura coletados pelo sensor computacional e estação automática, 07 a 08/06/2019

**Gráfico 5: Temperatura e Umidade leitura do Sensor
07/06/2019**



**Gráfico 6: Umidade e Temperatura da Estação
Automática 07/06/2019**

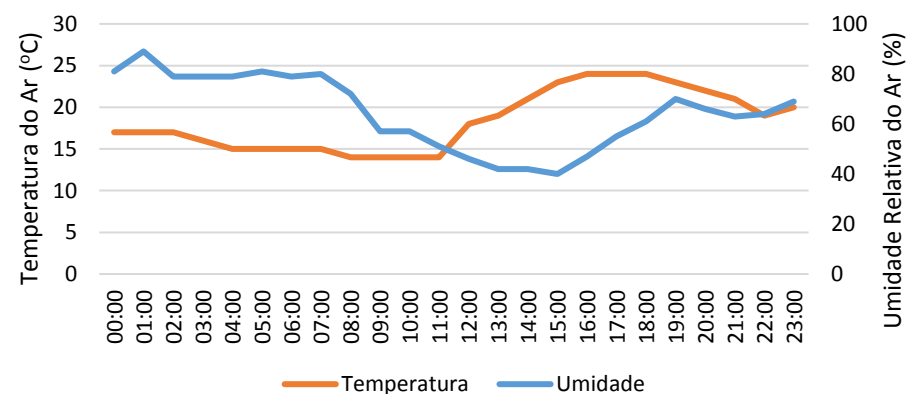
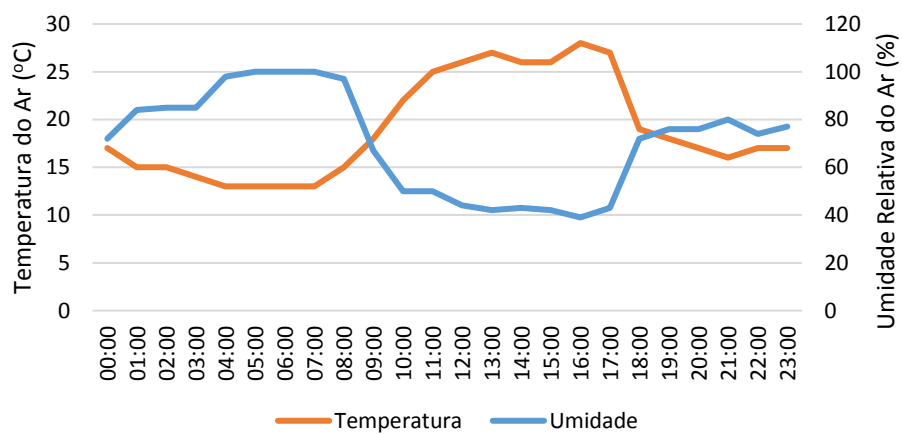
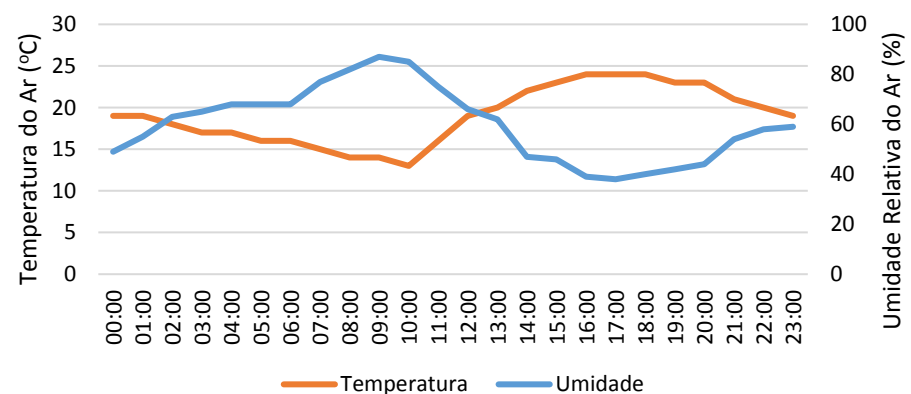


Gráfico 7: Temperatura e Umidade do Sensor 08/06/2019



**Gráfico 8: Umidade e Temperatura da Estação
Automática 08/06/2019**



Fonte: Autoria própria.

No gráfico 5, apresenta máxima expressão durante a madrugada 89% e com temperatura 14°C, depois foi decaindo com pequenos picos, e às 08:00 da manhã o sensor registrou 72% e temperatura 15°C com o passar do dia a temperatura continuou crescendo e a umidade do ar diminuindo a porcentagem, às 15:00 a temperatura chegou a ser registrada no sensor valor de 27°C e depois decaiu, a noite 23:00 com 18°C. A umidade relativa do ar às 15:00 apresentou valor baixo 40% e as 23:00 o sensor registrou 69%. A noite a temperatura registrada às 23:00 foi 18°C de temperatura e umidade 69%. A máxima do dia para a temperatura foi de 27°C e umidade 89, mínima 13°C e 40% respectivamente.

No dia 07/06/2019, gráfico 6, mostra dados da estação automática onde a temperatura máxima registrada foi 24°C e umidade 74%, durante a madrugada a temperatura ficou em torno do 16°C e umidade 64%. O dia começou com baixa temperatura 14°C e umidade continuo em 64%. A tarde o gráfico mostra uma inversão, a temperatura teve uma pequena elevação e a umidade diminuiu às 16:00 a estação automática registrou 24°C e a umidade às 17:00 registrou 38%. A noite a umidade ocorreu aumento e a temperatura diminuiu seu valor, finalizando com 77% e 17°C às 23:00. 07/06/2019 apresentou máxima de 24°C de temperatura a umidade 77% a mínima de 14°C de temperatura e 66% de umidade.

Dia 08/06/2019 a máxima registrada pelo sensor foi 28°C 100% de umidade e mínima 13°C e 39%. Durante a madrugada a umidade relativa do ar é alta entre 84% e 85%, já a temperatura é baixa 15°C como pode ser observado no gráfico. Durante a manhã o sensor registra a umidade 100% e a temperatura 13°C no gráfico pode ser observado das 05:00 às 07:00 esse registro. No período da tarde ocorre uma queda considerável na umidade atingindo 39% às 16:00 com temperatura atingindo a casa dos 28°C a máxima do dia. No período da noite, as 21:00o sensor marcou 16°C e umidade 80%. O sensor apontou máxima de 28° e umidade com 100% e mínima 13 e 39%.

É importante destacar que a umidade pela manhã alcançou 100% nesse dia, no entanto, segundo INMET, não há registro de chuva no mês de junho para a cidade de Catalão. É provável ter ocorrido uma falha no sensor voltando a normalidade após as correções realizadas pelo professor Tércio.

Gráfico 08, dados da estação automática apresentaram valores diferentes do sensor para os mesmos horários. No decorrer da madrugada a temperatura variou entre 17°C e 18°C e a umidade 63% e 65%, às 05:00 a temperatura foi de 16°C e umidade 68%, às 07:00 15°C e 77% de umidade. Analisando o gráfico no mesmo horário as 16:00 temperatura registrada foi de 24°C e 39% para umidade, a noite registrou temperatura de 21°C e umidade 54 às 21:00.

Figura 23 - Dados de umidade relativa do ar e temperatura coletados pelo sensor computacional e estação automática, 09 a 10/06/2019

Gráfico 9: Temperatura e Umidade do Sensor 09/06/2019

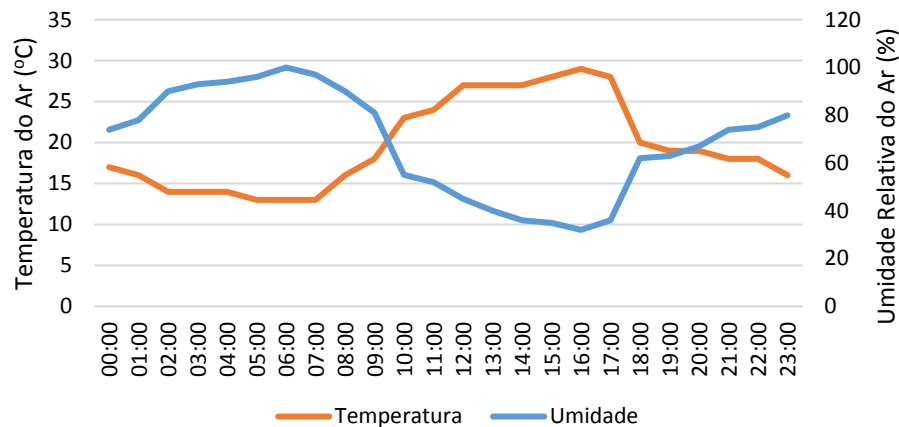


Gráfico 10: Temperatura e Umidade da Estação Automática 09/06/2019

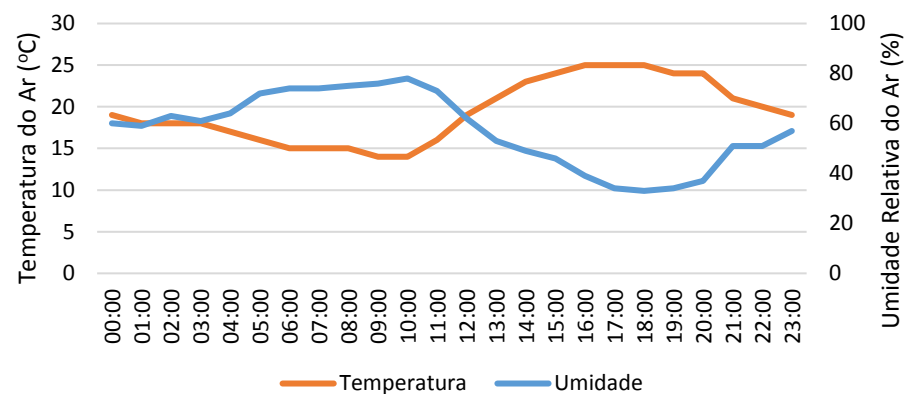


Gráfico 11: Temperatura e Umidade Sensor 10/06/2019

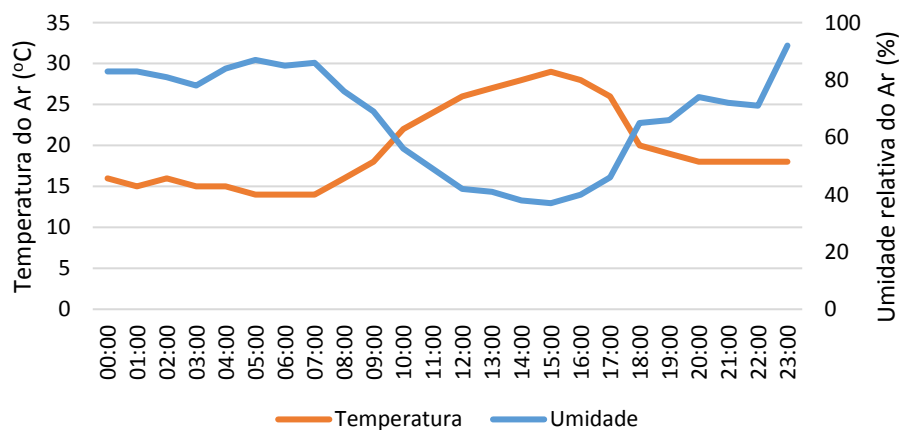
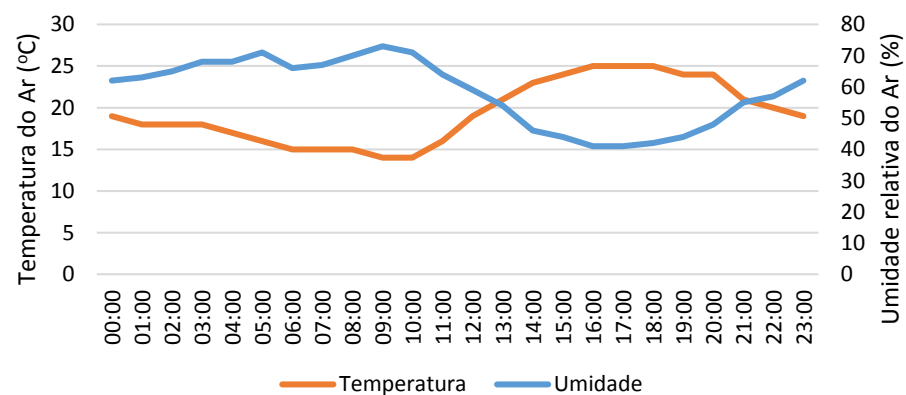


Gráfico 12: Temperatura e Umidade Estação Automática 10/06/2019



Fonte: Autoria própria.

No dia 09/06/2019, registro feito pelo sensor mostra a temperatura entorno de 14°C e umidade entre 90% e 94%, % na madrugada, umidade do ar acima do considerável ideal. Às 06:00 a umidade atinge 100% de saturação e temperatura 13°C. Durante a tarde com a elevação da temperatura a umidade diminuiu seu valor, a máxima da temperatura durante a tarde foi de 29°C às 16:00 e 32% de umidade no mesmo horário. Com chegada da noite a umidade voltou a subir e a temperatura reduziu às 23:00 foi registrado 16°C e 80%. O dia 09/06/2019 apresentou máxima de 29°C e 100% com mínima 13°C e 32%.

No gráfico 10 mostra dados coletados no mesmo dia, feito pela estação automática, apresentando valores diferentes que o sensor automático em base horária. Entre 00:00 e 05:00 a temperatura gira entorno do 17°C e umidade entre 63%, com o sol da manhã a temperatura às 08:00 ficou em 15°C e umidade 75%. A partir das 10:00 o gráfico mostra uma queda da umidade e a elevação na temperatura e a tarde atinge valor máximo com 25°C e umidade entorno de 33%. A noite a temperatura caiu 5° graus chegando ao valor de 19° às 23:00 e umidade 57 no mesmo horário. Máxima registra no dia foi 25°C e 78% e mínima 14°C e 33%.

Dia 10/06/2019 a umidade oscilou entre 80% e 90% enquanto a temperatura entre 15°C e 16°C e às 08:00 da manhã a umidade começou a decair e a temperatura cair, o que caracteriza as tardes quente e umidade baixa. Às 15:00 o sensor registrou 29°C e 37%, a partir das 16:00 a temperatura diminuir porque ocorre o resfriamento durante a noite e a umidade aumenta, às 23:00 foi coletado 18°C e 92%. A máxima do dia foi 29°C e 92% e mínima 37% e 14°C.

Os dados da estação automática do dia 10/06/2019 mostraram que na madrugada a temperatura variou entre 18°C e 16°C e a umidade em torno de 62%, pela manhã a temperatura oscilou entre 15°C e 14°C. Com base no gráfico, às 10:00 ocorreu uma queda na umidade e a temperatura começou a apresentar um crescimento como observa-se no gráfico 12. Às 16:00 a temperatura alcançou 24°C e a umidade 41%. Após esse horário o gráfico apresenta um crescimento a cada hora na umidade e a temperatura decair, às 23:00 foi registrado 19°C e 62%. Os dados da estação mostraram máxima de 24°C e 73% na umidade a mínima ficou em 14°C temperatura e 41% umidade relativa do ar.

Figura 64 - Dados de umidade relativa do ar e temperatura coletados pelo sensor computacional e estação automática, 11 a 12/06/2019

Gráfico 13: Temperatura e Umidade sensor 11/06/2019

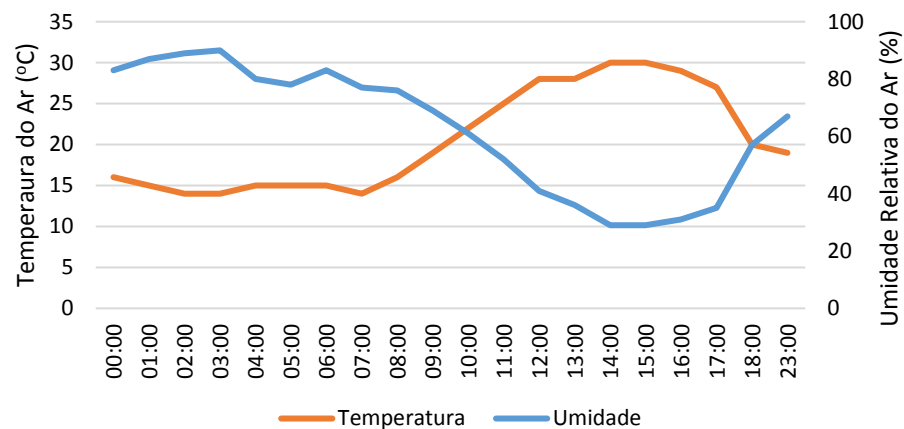


Gráfico 14: Temperatura e Umidade Estação Automática 11/06/2019

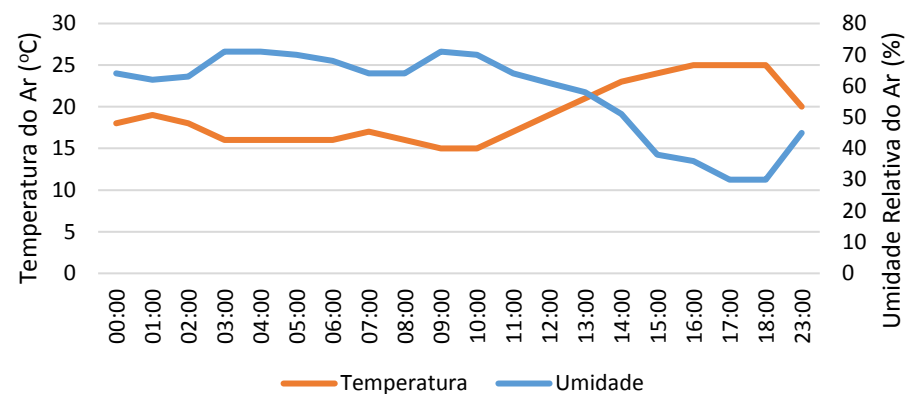


Gráfico 15: Temperatura e Umidade do Sensor 12/06/2019

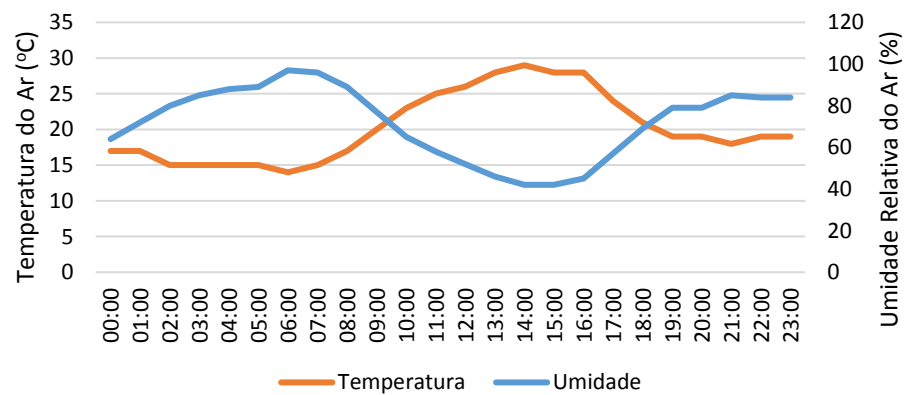
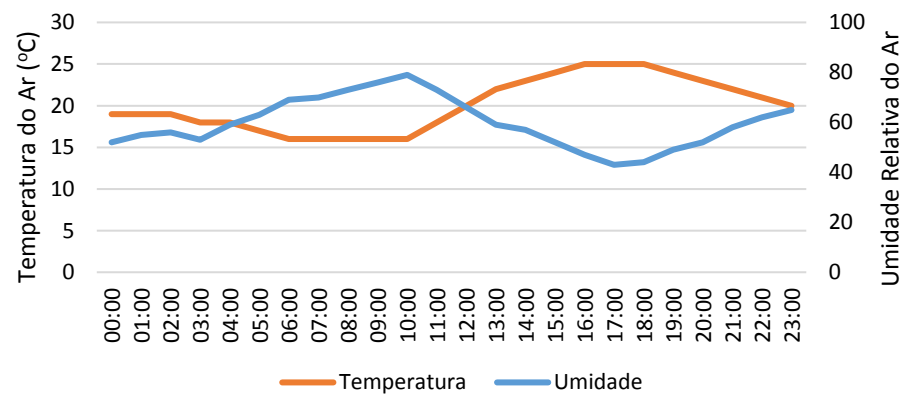


Gráfico 16: Temperatura e Umidade Estação Automática 12/06/2019



Fonte: Autoria própria.

Gráfico 13 expõem os dados do sensor do dia 11/06/2019, onde na madrugada a temperatura ficou em torno de 14°C e umidade relativa do ar entre 83% e 89% e como pode ser visualizado no gráfico a temperatura apresenta elevação às 08:00 com 16°C e a tarde atingiu 30°C às 15:00. Enquanto isso, a umidade às 08:00 ficou em 78% e às 15:00 29%, nas horas seguinte o gráfico mudou, a umidade elevou sua porcentagem e a temperatura caiu com a aproximação da noite às 23:00 o sensor registrou 19°C e umidade 67%. A máxima do dia atingiu 30°C de temperatura e umidade 90% a mínima 14°C temperatura e 29% de umidade.

No gráfico 14 a oscilação se mostrou pequena em relação ao gráfico anterior, na madrugada registrou temperatura entre 16°C e 18°C e a umidade entre 62% e 73%. Às 08:00 a temperatura registrada foi de 16°C e umidade 64%, após às 10:00 da manhã a temperatura teve um leve aumento, a tarde registrou 25°C e 30% de umidade às 17:00, a noite a estação automática marcou 12°C às 23:00 e umidade 45%. Máxima do dia 11/06/2019 anotado pela estação foi de 25°C e 71 a mínima 15°C e 30%.

Dia 12/06/2019 a máxima corresponde a 29°C e 97% de umidade e mínima 14°C e 42% registrado pelo sensor automático em base horária. Na madrugada a umidade relativa do ar é alta entre 74% e 88%, já a temperatura é baixa 15°C como pode ser observado no gráfico. Durante a manhã o sensor registra a umidade 96% às 07:00, temperatura 15°C como pode ser observado no gráfico 15. No período da tarde ocorre uma queda considerável na umidade atingindo 42% às 14:00 com temperatura atingindo 29°C. À noite, 21:00 o sensor marcou 16°C e umidade 80%. Com máxima de 29° e umidade com 97% e mínima 14 e 42% para a umidade relativa do ar.

Gráfico 16, dados da estação automática como já observado apresenta valores diferente em relação ao sensor. No decorrer da madrugada a temperatura variou entre 18°C e 19°C e a umidade 53% e 56%, pela manhã a temperatura ficou em 16°C e umidade 79%, às 10:00. Analisando o gráfico no horário da tarde, às 17:00 temperatura registrada foi de 25°C de temperatura e 43% para umidade, a noite registrou temperatura de 20°C e umidade 65% às 23:00. A estação automática apresentou máxima de 25°C e 79% e mínima de 16°C para 43% de umidade relativa do ar para o dia 12/06/2019.

Figura 25 - Dados de umidade relativa do ar e temperatura coletados pelo sensor computacional e estação automática, 13 a 14/06/2019

Gráfico 17: Temperatura e Umidade Sensor 13/06/2019

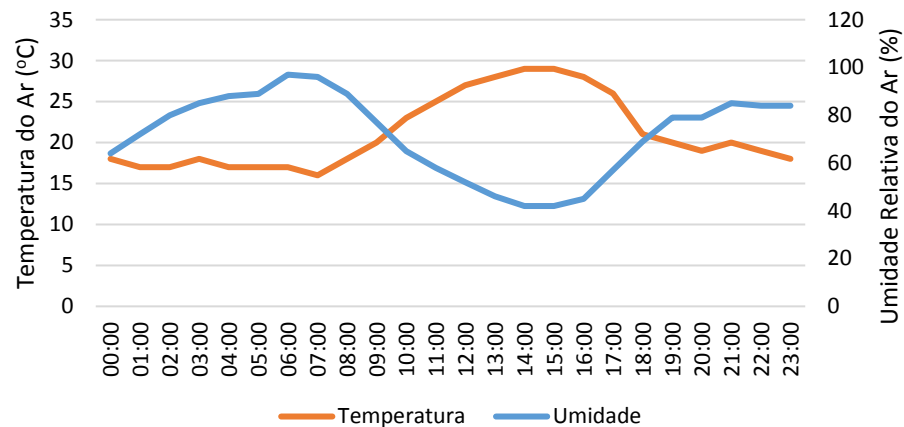


Gráfico 18: Temperatura e Umidade Estação Automática 13/06/2019

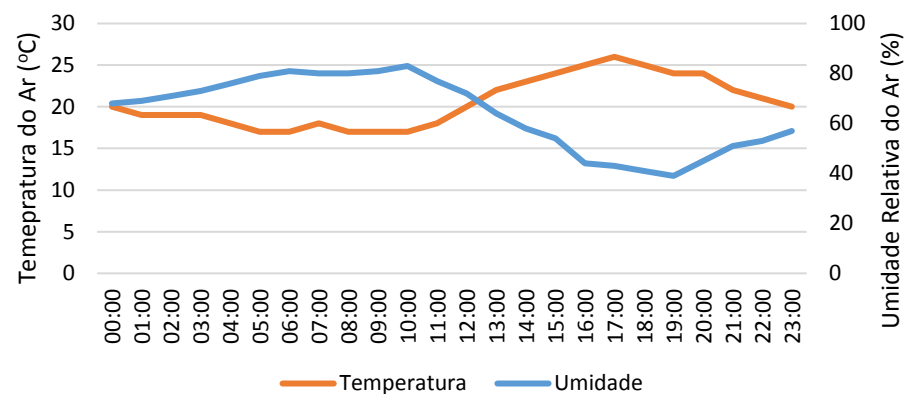


Gráfico 19: Temperatura e Umidade Sensor 14/06/2019

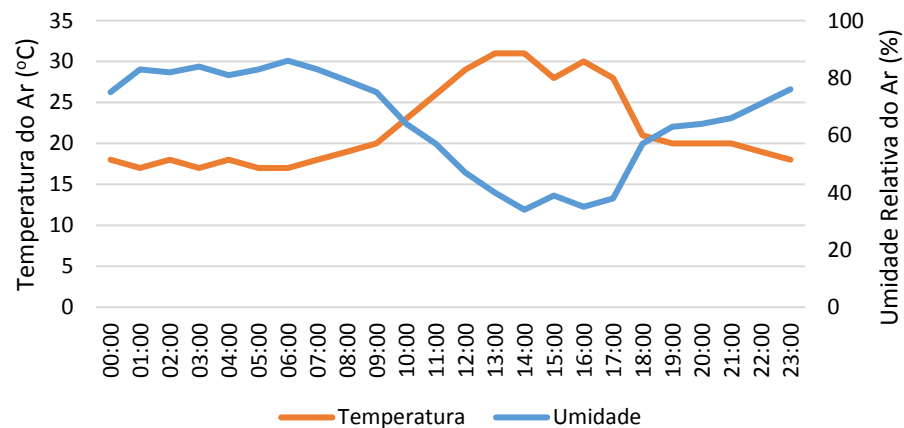
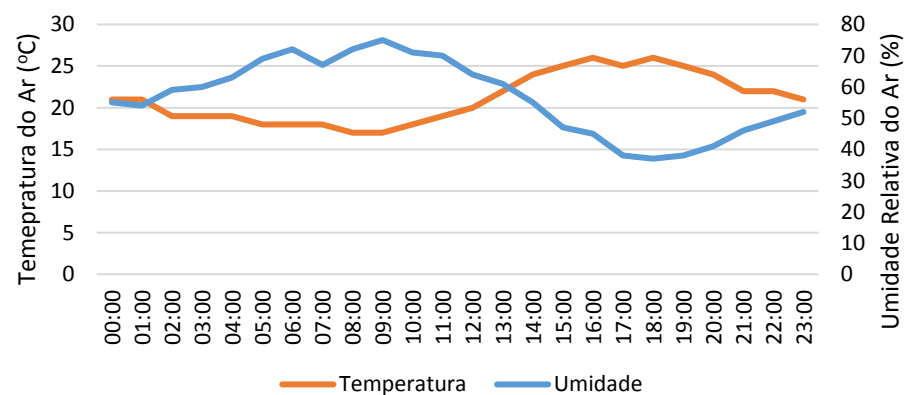


Gráfico 20: Temperatura e Umidade Estação Automática 14/06/2019



Fonte: Autoria própria.

No gráfico 17 mostra que durante a madrugada do dia 13/06/2019, tivemos uma alta significativa na umidade relativa do ar, entre 86% e 96%, e a temperatura variando entre 18°C e 17°C registro feito pelo sensor automático em base horária. A partir desse horário não houve anotações de dados. Por volta das 10:00 da manhã com 69% de umidade e temperatura atingiu 23°C. A partir desse horário a temperatura aumentou atingindo os 29°C às 15:00 e umidade 40% no mesmo horário. A noite a temperatura registrada foi 18°C e umidade relativa do ar 71% às 23:00. A máxima registra no dia para umidade foi 99% e a temperatura 29°C com relação a mínima 38% de umidade e 16°C para a temperatura.

O gráfico 18, os dados da estação automática do dia 13/06/2019, a umidade durante a madrugada ficou entre 69% e 76%, temperatura em torno de 19°C, atingindo 83% às 10:00 da manhã e temperatura 17°C. A partir das 11:00 o gráfico mudou a temperatura registrada começou a subir e a umidade decaiu. A tarde foi registrada temperatura 25°C, às 17:00 e umidade 43% no mesmo horário. Voltando a ter um crescimento moderado às 20:00 atingindo 45% temperatura 24°C, valor da umidade abaixo do considerado ideal. A máxima registrada foi de 83% umidade 26°C mínima 39% umidade e 17°C.

No dia 14/06/2019, gráfico 19, ficou em torno de 83% e temperatura 17°C durante a madrugada. A partir das 08:00 a temperatura aumentou e a umidade caiu 19°C e 79% respectivamente. Às 14:00 ocorreu o inverso a umidade diminuiu 34%, e a temperatura aumentou, 31°C. A noite a temperatura tornou a cair e a umidade aumentou, às 23:00 o sensor registrou 18°C e 76%. A máxima registrada foi de 86% umidade 31°C mínima 34% umidade e 17°C a temperatura.

A estação automática, gráfico 20, durante a madrugada a umidade registrada teve variação entre 55% e 69% e a temperatura entre 18°C e 21°C. 09:00 da manhã a temperatura atingiu 17°C e umidade 75%, mas logo em seguida começou a crescer, às 16:00 alcançou 26°C e a umidade obteve o valor de 45%. A noite a umidade aumentou e a temperatura caiu, às 23:00 21°C e 52% respectivamente. A máxima registrada no dia foi para a temperatura 26°C e umidade 75% e mínima 17°C e 37%.

Em todos os gráficos é interessante notar que, durante a madrugada ocorre uma queda na temperatura e elevação da umidade, ao logo da manhã a temperatura aumenta e a umidade diminui. Já no período da tarde a temperatura mantém-se alta e umidade baixa com a chegada da noite a temperatura diminui e conseqüentemente a umidade eleva seu valor. Isso ocorre, pois, a temperatura é inversamente proporcional a umidade.

Outra importante observação se refere aos dados do sensor em base horária com valores sempre maiores em comparação aos dados da estação automática, a explicação está na presença Parque Natural Municipal Setor Santa Cruz próxima ao local de instalação do sensor.

Analisando os fatores geourbanos dos dois bairros podemos constatar diferenças no desenho e na disposição dos elementos que caracterizam as cidades. Além disso, ajuda a entender a variação de umidade relativa do ar e temperatura entre os locais pesquisados. No bairro onde se encontra a estação automática podemos observar que o uso do solo é predominantemente residencial, casas basicamente antigas e prédio de 3 a 4 andares, mas também se destacam pontos de comércio como lojas, mercearias, mercados, frutarias destinadas a atender aos moradores, figura 26.

Figura 26 - Observação dos elementos geourbanos no bairro Setor Universitário



Fonte: PINHEIRO, Ainglys Cândido (2020).

Em termos de vegetação o bairro apresenta uma praça arborizada com 65% de permeabilidade do solo e 35% de impermeabilidade, uma área infantil e academia ao ar livre Figura 27. Nos lotes das residências há presença de árvores de porte médio na entrada ou/e no fundo das casas, além do canteiro central da avenida Castelo Branco que possui arborização como pode ser vista na Figura 28.

Figura 27 - Praça localizada próxima a estação automática.



Fonte: PINHEIRO, Ainglys Cândido (2020).

Figura 28 - Arborização na avenida Castelo Branco bairro Setor Universitário



Fonte: Autoria própria (2020).

O bairro Residencial Barka foi o escolhida para a instalação do campus II da UFG. Por ser um bairro novo, além do campus há poucas casas residências com predomínio de lotes vazios, no entanto os lotes estão prontos para receber construção, as ruas estão asfaltadas, redes de energia e postes de luz no local. Devido a instalação do campus II, nos próximos anos esse bairro ocorrerá o processo de edificações de casas e prédios, para atender principalmente os estudantes, professores e demais servidores. Como pode ser observado na Figura 29.

Figura 29 - Lotes vagos no bairro Residencial Barka



Fonte: Autoria própria (2020).

Figura 70 - Parque Natural Municipal Setor Santa Cruz



Fonte: Autoria própria (2020).

O Parque Natural Municipal Setor Santa Cruz fica localizado ao lado da área do campus II, um espaço criado para tentar preservar resquícios de vegetação dentro da cidade, mas devido as ações antrópicas a degradação reduz a qualidade ambiental do lugar. Dentro do bosque existe animais, deste aves e mamíferos, e uma diversidade de plantas como pode ser visto na Figura 30, assim como, a presença de nascentes.

4 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A cidade é o resultado da fixação humana em um espaço geográfico, a mais fiel manifestação da materialidade da ação humana sobre a natureza e onde se torna clara as relações entre o social e o natural. É vista como produto das transformações do natural e, algo pensado para o bem-estar dos indivíduos e suas interações sociais.

O aumento da população mundial tem demandado cada vez mais o uso de recursos naturais. No Brasil isso tem fortes impactos sobre as áreas naturais e também sobre as comunidades humanas que habitam esses ambientes, com a transformação do espaço geográfico urbano para adequar as necessidades humanas diversas áreas ambientais foram atingidas, caracterizando a predatória relação entre sociedade – natureza, onde tais ações trouxeram diversos prejuízos ambientais que influenciam na vida das pessoas.

Catalão se enquadra nos padrões de uma cidade de porte médio de acordo com os critérios utilizados pelo IBGE (2016) e assim como a maioria das cidades brasileiras, que tiveram o processo de urbanização acelerado apresentam problemas ambientais decorrentes em grande medida por um planejamento ambiental/urbano inadequado. Acomodando assim impactos na qualidade de vida e no bem-estar dos cidadãos.

Nesta dissertação buscou-se avaliar as diferenciações higrométricas nos bairros Residencial Barka e Setor Universitário, utilizando dados em base horária através do sensor e da estação automática. Além disso procurou compreender o comportamento da temperatura e umidade relativa do ar nos dois bairros pesquisados e por último comparou os dados obtidos na Estação Automática e Sensor desenvolvido e instalado pelo laboratório do departamento de Ciência da Computação da UFG/Regional Catalão.

Constatou-se que os dois bairros apresentam diferenças de temperatura e umidade. Os dados da estação automática e do sensor durante a madrugada oscilavam entre 14°C e 17°C para a temperatura entre os dias 05/06 a 10/06. Já para os dados de umidade relativa do ar é interessante destacar que nos dias 08 e 09 de junho o sensor registrou 100% entre os horários 05:00 e 07:00 da manhã, enquanto a estação automática registrou entre 68% e 73% no mesmo horário, diferente do sensor não houve registro de 100% de umidade em nenhum dia de coleta.

No período vespertino de todos os respectivos dias a temperatura marcada pela estação automática foram menores do que as do sensor, no dia 11/06 o equipamento instalado na UFG-Regional Catalão (campus I) marcou a máxima de 25°C enquanto o sensor registrou 30°C. No período da pesquisa a diferença da temperatura máximas entre os dois lugares chegava em 4°C.

É importante frisar que a urbanização presente no setor Universitário se mostra mais densa que no Residencial Barka onde ainda praticamente não há elementos urbanos, se destacando a grande presença de lotes sem edificação.

No bairro onde está localizado a estação automática observa-se que é predominantemente residencial, com a presença de casas e prédio de 3 a 4 andares, possuindo um grande fluxo de pessoas e carros, além de pontos de comércio. Sendo assim, a configuração dos elementos urbanos se apresenta em maior concentração no bairro onde está a estação automática do que o bairro onde encontra-se o sensor.

Já o local da instalação do sensor é uma área em desenvolvimento imobiliário, com muitos lotes vagos, e além disso, a existência do Parque Municipal do Setor Santa Cruz, compreendemos que a presença deste parque pode ter sido responsável pela elevação da umidade relativa do ar, como foi constatado nos gráficos do sensor com umidade sempre maior em comparação a estação automática.

A pesquisa apresentou várias modificações ao longo desses 2 anos de mestrado. Primeiro, a ideia era instalar 4 sensores automáticos em base horária em distintos bairros de Catalão, Pontal Norte, Centro da cidade, Goianiense e residencial Barka. Porém, as dificuldades começaram quando não encontramos locais adequados e seguros para a instalação do sensor, pois, o equipamento possui peças de valor que poderiam ser furtadas. Por esse motivo não seria adequado instalar em locais públicos, como praças e escolas. Encontrar uma residência com espaço adequado foi um dos principais desafios.

Foi feita a solicitação para a instalação do sensor no campus II, mesmo com os impasses encontradas no percurso, devido a questões burocráticas o local foi o primeiro ponto a receber o sensor. No início da pesquisa tivemos algumas dificuldades em realizar a comunicação do sensor com a central instalada na UFG, mas logo foi resolvido e as leituras começaram. O próximo passo foi a instalação no bairro Goianiense, no entanto a comunicação entre o sensor e a central falharam e com isso não foi possível a continuidade neste local, já no centro da cidade não encontramos um lugar adequado para tentar a instalação, devido à falta de segurança e requisitos mínimos para coletar dados precisos, como espaço de instalação.

No entanto os problemas seguiram, e dentre estes se destaca a rede de comunicação entre o sensor e a central, que na qual, recebe todas as informações e redirecionam ao site responsável por disponibilizar os dados para a população e demais, devido a esta questão pela falta de instabilidade da rede em alguns dias não foi possível realizar as leituras, desde o mês

de setembro de 2019 até o atual momento as coletas de dados foram interrompidas e para finalizar o site também está inativo.

Trabalhar com equipamentos em desenvolvimento é passivo desses acontecimentos, no entanto, eu enquanto interessada nos dados não estava preparada para tais problemas, por isso foi feito as mudanças necessárias no decorrer do texto para adequar a realidade da pesquisa. Por ser a primeira vez da realização de estudos desta categoria na cidade de Catalão tais problemas podem ocorrer. Mas é importante dar continuidade ao trabalho, pois compreendemos que esta pesquisa pode contribuir positivamente aos estudos sobre climatologia urbana, ainda mais retratando a cidades de pequeno e médio porte.

REFERÊNCIAS

AYOADE, Johson Olaniyi. **Introdução à Climatologia Para os Trópicos**. 13ª ed. Tradução Maria Juraci Zani dos Santos. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2010, p. 332.

ALMEIDA JUNIOR, Nicácio Lemes de. **Estudo de Clima Urbano: uma proposta metodológica**. Dissertação (mestrado em física e meio ambiente) – Universidade Federal de Mato Grosso. Cuiabá, 2005, p. 94.

ALVES, Dener. Lima Valdir, Elis. Specian. **Iha de Calor ou ilha de energia Térmica: um conceito aberto à discussão**. Revista Espaço Acadêmico. Nº 110, 2010, p. 124 a 129.

AMORIM, Margarete Cristiane de Costa Trindade. **O clima urbano de Presidente Prudente/SP**. São Paulo, 2000. Tese (Doutorado em Geografia). Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2000, p. 130.

AMORIM. Margarete Cristina de Costa Trindade. CARDOSO, Renata dos Santos. **Características do Clima Urbano em Presidente Prudente/SP a Partir de Dados de Temperatura e Umidade relativa do Ar e técnica de Sensoriamento Remoto**. Revista do Departamento de Geografia. Programa de Pós-Graduação em Geografia da Faculdade de Ciências e Tecnologia da UNESP. São Paulo, Vol. 28, p. 39 – 64. 2014.

ANJOS, Max Wendell Batista dos. GOIS, Douglas Vieira. CRUZ, Rafael da. Et al. **Climatologia urbana e espaços verdes: contributo ao planejamento das cidades**. Ed. Especial 2. REVISTA GEONORTE, V.2, N.5, 2012, p. 233 – 245.

ANDRANDE, Henrique. **O Clima Urbano: natureza, escalas de análise e aplicabilidade**. 2005, p. 67 a 91.

BARGOS, Danúbia Caporusso. MATIAS, Lindon Fonseca. **Áreas verdes urbanas: um estudo de revisão e proposta conceitual**. Soc. Bras. de Arborização Urbana VER. SBAU, Piracicaba – SP, v.6, n.3, 2011, p.172-188.

BARBIERO, Miriam. **Avaliação das percepções quanto ao ambiente térmico em uma indústria metalúrgica: um estudo de caso.** Dissertação (mestrado em engenharia profissionalizante) – Faculdade de Engenharia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2004. P 134.

BARTHOLOMEI, José Leite Bueno. **Influência da vegetação no conforto térmico urbano e no ambiente construído.** Tese (Doutorado em Engenharia Civil) – Universidade Estadual de Campinas. Campinas, SP. 2003.

BISCARO, Guilherme Augusto. **Meteorologia Agrícola Básica.** 1º edição. Editora União. 2007, p.83.

BINDA, Andrey Luís Mendes Jonathan. **Topoclimas Urbanos em Chapecó/sc: as interações entre a urbanização e o sítio urbano.** *Boletim Geográfico.* Vol. 34, nº 1, 2016, p. 154-171.

BUENO, Edir de Paiva. **Características Ambientais e Qualidade de Vida na Cidade de Catalão (Go), no Início do Século XXI.** Instituto de Estudos sócio-Ambientais. Boletim goiano de Geografia. Vol. 26, nº 02, p. 2006.

CARVALHO, Marcia Monteiro de. **Clima Urbano e Vegetação: estudo analítico e prospectivo do Parque das Dunas em Natal.** Dissertação Universidade Federal do Rio grande do Norte. Departamento de Arquitetura. Rio Grande do Norte, 2011, p. 288.

COSTA, Ayr Carvalho. Distribuição Geográfica das chuvas na malha urbana de Catalão (GO) em 2016 – 2017. TCC (bacharel em geografia) Universidade Federal de Goiás. Catalão, 2018, p.61.

COSTA, Eduino Rodrigues da. **O campo termo-higrométrico intra-urbano e a formação de ilhas de calor e de frescor urbanas em Santa Maria/RS.** dissertação (mestrado em geografia e geociências) - Faculdade de ciências naturais e exatas, Santa Maria, 2009, p. 119.

DANNI-OLIVEIRA, Inês Moresco. A cidade de Curitiba e a poluição do ar: Implicações de seus atributos urbanos e geocológicos na dispersão de poluentes em período de inverno. In: MONTEIRO, Carlos. Augusto. Figueiredo. MENDONÇA, Francisco. **Clima Urbano.** São Paulo: Editora Contexto, 2003. p. 155-173.

DELGADO, Rafael Coll. SEDIYAMA, Gilberto Chohaku. ANDRADE, Ricardo Guimarães. et al. **Modelos para prognósticos da umidade relativa do ar em escala horária no município de Muriaé, MG.** I Seminário de Recursos Hídricos da Bacia Hidrográfica do Paraíba do Sul: o Eucalipto e o Ciclo Hidrológico, Taubaté, 07-09 novembro 2007, p. 295-300.

DUTRA, Denecir de Almeida. **Geografia da Saúde no Brasil: Arcabouço teórico-epistemológicos, temáticas e desafios.** Tese (Doutorado em Geografia) – Departamento de Geografia, Universidade Federal do Paraná, Paraná, 2011.

FERREIRA, Idelvone Mendes. **O afogar das Veredas: uma análise comparativa espacial e temporal das Veredas do Chapadão de Catalão (GO).** Tese (Doutorado em Geografia) – Instituto de Geociências e Ciências Exatas, Universidade Estadual Paulista, UNESP/Rio Claro. São Paulo, p. 2003.

FIALHO, Edson Soares. OLIVEIRA, Wemerson Diascanio. ALOCCA, Rodson De Andrade. **Análise de desempenho de abrigos meteorológicos.** XIII SBCG – Simpósio Brasileiro de Climatologia Geográfica. A Climatologia Geográfica Brasileira: ensino, os métodos, as técnicas, e os desafios para o século XXI. Juiz de Fora/MG, 06 a 10 de novembro 20018.

FRANCISCO de oliveira Maecelino. **Levantamento e análise através do sensoriamento remoto das áreas verdes urbanas na cidade de Catalão (GO).** TCC (trabalho de conclusão de curso em bacharel em Geografia) – Universidade Federal de Goiás, Regional Catalão. Catalão GO, 2017, p.133.

GIL, Antônio Carlos. **Métodos e Técnicas de Pesquisa Científica.** Atlas. São Paulo, p. 203, 1987.

GOMES, Marcos Antônio Silvestre. SOARES, Beatriz Ribeiro Soares. **A vegetação nos centros urbanos: considerações sobre os espaços verdes em cidades médias brasileiras.** Estudos Geográficos, Rio Claro, 2003, p. 19-29.

DUARTE, Graciele Souza. **Ilhas de calor em Catalão (GO):** análise dos aspectos térmicos sazonais. TCC (licenciatura em Geografia) Universidade Federal de Goiás. Goiás, Catalão, 2017, p. 60.

GÜTHS, Saulo. **Temperatura, umidade e a capsóla do tempo.** In: SILVA, RRG. org. Preservação documental: uma mensagem para o futuro. Salvador: EDUFBA, 2012, pp. 79-91.

JARDIM, Carlos Henrique. FERREIRA, Marcos. **A correlação dos fatos geográficos em climatologia a partir da noção de “sítio” e “situação”.** X Encontro de Geógrafos da América Latina. São Paulo, 20 a 26/ mar, 2005, P. 7099 A 7111.

JESUS, Viviane Cristina Dias de. COSTA, Carmem Lúcia. **O conceito de cidades pequenas e médias e o desafio para compreender catalão goiás e sua dinâmica urbana.** IV Simpósio Nacional sobre Cidades Pequenas. Universidade Federal de Uberlândia, Utiutaba MG. 2016, p. 2358 – 2979.

LIMA, Nathan Rodrigues de. PINHEIRO, Gabriela Marques. MENDONÇA, Francisco. **Clima urbano no brasil: análise e contribuição da metodologia de Carlos Augusto de Figueiredo Monteiro.** Ed. Especial 2. REVISTA GEONORTE, V.2, N.5, 2012, p.626 – 638.

LIMA, Valéria. AMORIM, Margarete C. de C. **Trindade. A importância da áreas verdes para a qualidade ambiental das cidades.** Revista Formação, nº13, 2006, p. 139 – 165.

LIMA, Valdivino Borges de. **A espacialidade da indústria em Goiás:** a nova “marcha para o oeste” – o exemplo de Catalão. Tese (Doutorado em Geografia) – Universidade Federal de Goiás. Goiás, 2015, p. 203.

LUNA, Sérgio Vasconcelos. De. **Planejamento de Pesquisa:** uma introdução. São Paulo: Educação, 1997.

MATOS, Paulo César Pereira. **O programa minha casa, minha vida na produção e apropriação do espaço urbano em Catalão (GO):** uma análise do residencial Maria Amélia

II – 2011/2016. Dissertação (Mestre em Geografia) – Universidade Federal de Goiás, Regional Catalão. Catalão GO, 2017, p.160.

MENDONÇA, Francisco. DANNI-OLIVEIRA, Inês Moresco. **Climatologia: noções e climas do Brasil**. São Paulo: Oficina de textos, 2007.

MENDONÇA, Francisco. VICENTINI, Yara. **Desenvolvimento e meio ambiente: cidade e ambiente urbano**. Curitiba, PR: Editora da UFPR, n. 3, 2003.

MINAKI, C. **Análise das características termo higrométricas de transectos móveis noturnos em episódios de inverno em Maringá-PR**. XVII Simpósio Brasileiro de Geografia Física Aplicada: os desafios da geografia física nos caminhos do conhecimento. Capinas/SP, 28 a 02 de jul 2017, p. 1622 – 1633.

MODNA, Daniela. **Influências das áreas verdes urbanas na temperatura e na umidade do ar em São Carlos – SP**. Dissertação (mestrado em engenharia ambiental) Universidade de São Paulo. São Carlos, 2004, p. 102.

NASCIMENTO, Janduy Gonçalves do. **Avaliação do índice de conforto térmico em pontos representativos da malha urbana da cidade de Bayeux – PB**. TCC (trabalho de conclusão de curso em bacharel em Ecologia) – Universidade Federal da Paraíba. Rio Tinto PB, 2018, p. 85.

NICODEMO, Maria Luiza Franceschi. PRIMAVESI, Odo. **Por que manter árvores na área urbana?** Embrapa Pecuária Sudeste, 1ª edição on-line, São Carlos, 2009.

NOGUEIRA, Aline Maria Pereira. **Configuração urbana e microclimas: estudo em loteamento horizontal de Maceió-Alagoas**. Dissertação (Mestrado Arquitetura e Urbanismo) Faculdade de Arquitetura e Urbanismo, Maceió, 2011, p. 183.

ORTIZ, Gislene Figueiredo. **O clima urbano de cândido mota: análise do perfil térmico e higrométrico em episódios de verão**. Dissertação (mestrado em Geografia) - Faculdade de Ciência e Tecnologia. Presidente prudente, 2012, p.158.

PIMENTEL, Franciele de oliveira. **Clima Urbano: o uso de modelos Geoespaciais na investigação do comportamento térmico em Juiz de Fora – MG**. Dissertação (mestrado em Geografia) – Universidade Federal de Juiz de Fora. Juiz de Fora, 2017, p. 142.

PEDROSA, L. E; MENDONÇA. M. R. **Diagnóstico e monitoramento sócio-ambiental da cidade de Catalão/GO e do entorno**. Catalão: Universidade Federal de Goiás, 2005, p. 411

PORANGABA, Gislene Figueiredo Ortiz. TEIXEIRA, Danielle Cardozo Frasca. AMORIM, Margarete C. de C. Trindade. **Procedimentos metodológicos para análise das ilhas de calor em cidades de pequeno e médio porte**. Revista Brasileira de Climatologia. Ano 13 – Vol. 21, 2017, p. 225 – 247.

QUEIROZ, Arlei Teodoro de. STEINKE, Ercília Torres. **Classificação dos anos padrão de umidade relativa do ar na Bacia do Rio Paranaíba**. XII SBCG Variabilidade e Susceptibilidade Climática: Implicações Ecosistêmicas e Sociais. Goiânia – GO, p. 1933 a 1943, 25 a 29/ out 2016.

RAMPAZZO, Camila Riboli. **Clima e produção do espaço urbano: contribuição ao estudo da Geografia do Clima no contexto das cidades de São Carlos e Marília**. Dissertação (mestrado em Geografia) – Faculdade de Ciência e Tecnologia. Presidente Prudente, 2015, p. 322.

RIBEIRO, Antônio Giacomini. **Escalas do clima**. Boletim de Geografia Teorética, 1993, p. 01-07.

RIBEIRO, Juliano Mendes. **Aplicação de regras de associação para mineração de dados em uma rede mesh de transdutores inteligentes baseada no padrão zigbee-IEEE 1451**. Dissertação (mestrado em Engenharia elétrica) – Universidade Estadual Paulista. Ilha Solteira-SP, 2019, p.90.

ROCHA, José Renato. FIGUEIRÓ, Adriano Severo. Poluição do ar no bairro centro de Santa Maria/RS: variáveis geourbanas e geológicas. **Mercator** – Revista de Geografia da Universidade Federal Ceará. Fortaleza. V. 9, N. 18, P. 104 a 120, 2010.

ROMERO, Marta Adriana Bustos. **Princípios bioclimáticos para o desenho urbano**. São Paulo, ProEditores, 2 ed.,2000, p. 128.

RUAS, Álvares César. **Avaliação de conforto térmico. Contribuição a aplicação prática das normas internacionais**. Dissertação (mestrado faculdade de engenharia) Universidade Estadual de Campinas. Campinas/SP, 1999.

SANTOS, Marina da Silva. **Estudo higrométrico na malha urbana de Catalão (GO)**. TCC (Licenciatura em Geografia) Universidade Federal de Goiás. Catalão – GO, 2018, p.53.

SANT'ANNA NETO, João Lima. AMORIM, Margarete C. de C. Trindade. SILVA, Charlei Aparecido da. **Clima e Gestão do Território**. Paco Editorial. 2016.

SANTOS, Vladimir Aparecido dos. SILVA, Charlei Aparecido da. **O uso da análise rítmica e do sistema clima urbano: um estudo sobre a qualidade do ar da cidade de Dourados/MS**. ENANPEGE, Geografia, Ciência e Política: do pensamento à ação, da ação ao pensamento. Porto Alegre, p. 11347 a 11359, 12 a 15/out 2017.

SCHUCH, Mara Ione Sarturi. **Arborização urbana: uma contribuição a qualidade de vida com uso de geotecnologias**. Dissertação (mestrado em Geometria) Universidade de Santa Maria. Santa Maria/RS. 2006.

SILVA, Magda Valéria da. **A indústria automobilística em Catalão/Goiás: da rede ao circuito espacial de produção da MMC Automotores do Brasil S. A**. Tese (doutorado em Geografia) Universidade Federal de Uberlândia. Uberlândia/MG, 2010, p. 450.

SOARES Lucas Pereira. FERREIRA Érika Martins. Et al. Impactos hidrometeorológicos na cidade de Sobral-CE: episódio do dia 03 de novembro de 2013. Revista do **REGNE**, V. 2, N Especial 2016, p. 375 a 384.

SOUZA, Débora Moreira de. NERY Jonas, Teixeira. **O conforto térmico na perspectiva da Climatologia Geográfica**. Vol. 21, nº 02, 2012, p. 65-83.

TIBULO, Cleiton. **Modelos de séries temporais aplicados a dados de umidade relativa do ar**. Dissertação (mestrado em engenharia de produção) – Universidade Federal de Santa Maria. Santa Maria, 2014, p. 98.

TORRES, Fillipe Tamiozzo Pereira. MACHADO, Pedro José de Oliveira. **Introdução à Climatologia**. Ubá: Série Textos Básicos de Geografia. Ed. Geographica, 2008, p. 234.

TUBELIS, Antônio. NASCIMENTO, Fernando José Lino. **Meteorologia descritiva: fundamentos e aplicações brasileiras**. São Paulo: Nobel, 1984, p. 374.

UGEDA JÚNIOR, José Carlos. **Clima urbano e planejamento na cidade de Jales-SP**. Tese (doutorado em Geografia) - Faculdade de Ciências e Tecnologia vinculada à Universidade Estadual Paulista campus de Presidente Prudente. Presidente Prudente, 2011, p. 383.

Universidade Federal de Juiz de Fora. Laboratório de climatologia e análise ambiental. **Equipamentos**. Juiz de Fora/MG. 16 nov. 2010. Disponível em: <http://www.ufjf.br/labcaa/>. 2019. Acessado em: 09 jul. 2019.

VIANELLO, Rubens Leite. **A Estação Meteorológica e seu Observador uma Parceria Secular de Bons Serviços Prestados à Humanidade**. Instituto Nacional De Meteorologia. 2011, p.19.

VILANOVA, Sílvia Regina Fernandes. MAITELLI, Gilda Tomasini. **A importância da conservação de áreas verdes remanescentes no centro político administrativo de Cuiabá-MT**. UNICiências, v.13, 2009.

ZANGALLI JUNIOR, Paulo César. SANT'ANNA NETO, João Lima. **Mudanças Climáticas Globais: uma questão de escala**. Ed. Especial 2. REVISTA GEONORTE, V. 1, N.5, p.619 – 627, 2012.