

UNIVERSIDADE FEDERAL DO AMAZONAS – UFAM
CAMPUS VALE DO RIO MADEIRA
INSTITUTO DE EDUCAÇÃO AGRICULTURA E AMBIENTE
PROGRAMA DE PÓS GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS AMBIENTAIS

MESTRANDO: ROMARIO MARTINS PEREIRA

CLIMATOLOGIA E CONFORTO TÉRMICO NO ESPAÇO
URBANO: UM ESTUDO DE CASO DO MUNICÍPIO DE
HUMAITÁ-AM, ENTRE 2016 A 2020

HUMAITÁ - AM

2022

ROMÁRIO MARTINS PEREIRA

**CLIMATOLOGIA E CONFORTO TÉRMICO NO ESPAÇO URBANO:
UM ESTUDO DE CASO DO MUNICÍPIO DE HUMAITÁ-AM, ENTRE
2016 A 2020**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ciências Ambientais, do Instituto de Educação, Agricultura e Ambiente, da Universidade Federal do Amazonas, como requisito parcial para obtenção do título de Mestre em Ciências Ambientais. Linha de Pesquisa: Sociedade, Biodiversidade e Sustentabilidade do Bioma Amazônico.

**Orientadora: Prof.^a Dr.^a Juliane Kayse
Albuquerque da Silva Querino**

HUMAITÁ - AM

2022

Ficha Catalográfica

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

P436c Pereira, Romário Martins
Climatologia e conforto térmico do espaço urbano: Um estudo de caso do município de Humaitá-AM, entre 2016 a 2020 / Romário Martins Pereira . 2022
61 f.: il. color; 31 cm.

Orientadora: Juliane Kayse Albuquerque da Silva Querino
Coorientador: Carlos Alexandre dos Santos Querino
Dissertação (Mestrado em Ciências Ambientais) - Universidade Federal do Amazonas.

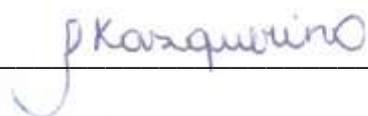
1. Índice de desconforto. 2. Índice de temperatura. 3. Ambiente externo. 4. Período seco. 5. Período chuvoso. I. Querino, Juliane Kayse Albuquerque da Silva. II. Universidade Federal do Amazonas III. Título

ROMÁRIO MARTINS PEREIRA

**CLIMATOLOGIA E CONFORTO TÉRMICO NO ESPAÇO URBANO: UM ESTUDO
DE CASO DO MUNICÍPIO DE HUMAITÁ-AM, ENTRE 2016 A 2020**

Dissertação de mestrado apresentada ao Programa de Pós Graduação em Ciências Ambientais – PPGCA, como requisito para a obtenção do título de Mestre em Ciências Ambientais.

COMISSÃO JULGADORA



Prof. Dr^a. Orientadora Juliane Kayse Albuquerque da Silva Querino

Universidade Federal do Amazonas – UFAM

Graziela Tosini
Tejas:27312340830

Assinado de forma digital por
Graziela Tosini Tejas:27312340830
Dados: 2022.03.28 11:44:46 -04'00'

Prof. Dr^a. Graziela Tosini Tejas

Instituto Federal de Rondônia – IFRO



Prof. Dr. Marcos André Braz Vaz
SIAPE: 1035893

Universidade Federal do Amazonas - UFAM

Prof. Dr. Marcos André Braz Vaz

Universidade Federal do Amazonas – UFAM

Humaitá, 28/02/2022

DEDICATÓRIA

*Dedico esse trabalho aos meus familiares, minha amada mãe **Gerci Batista Pereira**, meu amado pai **Benedito Martins Pereira** e meu amado irmão, **Ronigleis Martins Pereira**, serei eternamente grato por todo suporte, incentivo, apoio e amor me proporcionado nesse momento importante da minha vida.*

AGRADECIMENTOS

Primeiramente a Deus, pois creio que todas as coisas acontecem segundo a Sua vontade e tudo que for feito deve ser feito para Sua honra e glória.

Aos meus pais, dona Geh, que desde minha graduação foi a minha força nesse processo de crescimento educacional em nível superior. Ao meu pai, seu Dito, que me ensinou vários ideais, entre eles, sempre estudar buscando melhorar e buscar novos incentivos, ao meu irmão Ronny, que nos momentos que precisei, sempre se mostrou presente em me ajudar, amo todos vocês, e agradeço por ser uma família tão presente e apoiadora aos meus objetivos.

A minha orientadora, professora Dr.^a Juliane Kayse, que esteve presente nessa caminhada, me ajudando, auxiliando e direcionando para que pudesse chegar ao objetivo do trabalho.

Aos meus amigos de pós graduação que dividimos momentos descontraídos, de estudos, aulas, troca de ideias e muitos momentos de aprendizados.

Aos amigos que foram parceiros nos momentos que precisei para agregar conhecimento ao meu trabalho.

Aos professores do programa do PPGCA que contribuíram com seus conhecimentos me auxiliando em um crescimento científico e educacional.

À Universidade Federal do Amazonas, por oferecer a estrutura física para o programa.

Ao Programa de Pós Graduação em Ciências Ambientais que vem crescendo e se consolidando cada vez mais como uma boa oportunidade de pós graduação no sul do Amazonas.

À FAPEAM, pelo incentivo e investimento financeiro aos alunos que necessitam dessa ajuda para buscar a concretização desse ideal.

Adquire a sabedoria, adquiere a inteligência e não te esqueças nem te apartes das palavras da minha boca. Não desampares a sabedoria, e ela te guardará; ama-a, e ela te conservará. A sabedoria é a coisa principal; adquiere, pois, a sabedoria; sim, com tudo o que possuis, adquiere o conhecimento. Exalta-a, e ela te exaltará; e abraçando-a tu, ela te honrará.

Provérbios 4. 5-8

RESUMO

PEREIRA, R. M. Climatologia e conforto térmico no espaço urbano: um estudo de caso do município de Humaitá-AM, entre 2016 a 2020. Humaitá, 2022, Dissertação de mestrado do Programa de Pós Graduação em Ciências Ambientais.

Situações climáticas podem sofrer algumas alterações devido a cobertura vegetal, urbanização, atividades de agricultura e pecuária entre outras. O município de Humaitá passa por um crescimento em vários setores nos últimos anos e isso traz uma reflexão em como tem sido planejado algumas situações ambientais, pois a mesma de maneira direta e/ou indiretamente pode causar ao ser humano uma variação do conforto térmico ambiental. O presente trabalho, reuniu um banco de dados de cinco anos, englobando as variáveis climatológicas, umidade relativa do ar, precipitação e a temperatura do ar com o intuito de analisar sua variação nesse período, calcular seus valores e aplicar os mesmos em equações que definem o nível do conforto e/ou desconforto humano para a população. O objetivo foi de estudar como diferentes ocupações do espaço na área urbana, influenciam o comportamento das variáveis climatológicas no município de Humaitá-AM, visando entender como esta interação age sob o conforto térmico ambiental externo nas atividades de rotina da população. Logo os dados foram avaliados tanto no período seco como chuvoso, além de propor sugestões para o planejamento e desenvolvimento urbano na área ambiental que engloba as áreas verdes da cidade. Os dados foram coletados no Climate Data Store (CDS) que fornece uma série de dados climatológicos ERA5. Todo o processo estatístico de análise dos dados foi feito no Microsoft Excel, onde obtivemos resultados de valores máximos e mínimos, médias, desvio padrão e erro padrão. Após essa etapa foi calculado o Índice de Desconforto Térmico (IDT) e o Índice de Temperatura e Umidade (ITU). Esses índices consideram apenas situações do meio ambiente externo para definir seus resultados. Os resultados nos mostraram que as variáveis climatológicas tiveram em alguns momentos valores máximos bem acima do normal, entretanto a média dessas variáveis teve uma normalidade dentro do clima local do município. A variação do IDT e ITU se mostrou na grande maioria dos meses padronizadas, a variação dos seus resultados foi verificada com ênfase nos períodos secos e chuvosos.

Palavras-chave: Índice de desconforto. Índice de Temperatura. Ambiente externo. Período seco. Período chuvoso.

ABSTRACT

PEREIRA, R. M. Climatology and thermal comfort in urban space: a case study of the municipality of Humaitá-AM, between 2016 and 2020. Humaitá, 2022. Master's dissertation of the Graduate Program in Environmental Sciences.

Climatic situations may undergo some changes due to vegetation cover, urbanization, agriculture and livestock activities, among others. The municipality of Humaitá has been experiencing growth in several sectors in recent years and this brings a reflection on how some environmental situations have been planned, as it directly and/or indirectly can cause human beings to vary in environmental thermal comfort. The present work gathered a five-year database, encompassing climatological variables, relative humidity, precipitation and air temperature in order to analyze their variation in this period, calculate their values and apply them in equations that define the level of human comfort and/or discomfort for the population. The objective was to study how different occupations of space in the urban area influence the behavior of climatological variables in the municipality of Humaitá-AM, aiming to understand how this interaction acts under the external environmental thermal comfort in the routine activities of the population. Then the data were evaluated both in the dry and rainy season, in addition to proposing suggestions for urban planning and development in the environmental area that encompasses the city's green areas. Data were collected from the Climate Data Store (CDS) which provides an ERA5 climatological dataset. The entire statistical process of data analysis was carried out in Microsoft Excel, where we obtained results of maximum and minimum values, means, standard deviation and standard error. After this step, the Thermal Discomfort Index (TDI) and the Temperature and Humidity Index (ITU) were calculated. These indices only consider situations in the external environment to define their results. The results showed us that the climatological variables had at times maximum values well above normal, however the average of these variables had a normality within the local climate of the municipality. The variation of IDT and ITU was shown in the vast majority of standardized months, the variation of their results was verified with emphasis on dry and rainy periods.

Keywords: Discomfort index. Temperature index. External environment. Dry season. Dry rainy.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1. Mapa de localização da área de estudos.....	32
Figura 2. Gráfico da variação mensal anual da precipitação (mm).	39
Figura 3. Gráfico da variação mensal anual da umidade relativa do ar (%).	42
Figura 4. Gráfico da variação anual mensal da temperatura do ar (°C).	44
Figura 5. Box Plot mensal da precipitação (mm).	45
Figura 6. Box Plot mensal da temperatura do ar (°C).	46
Figura 7. Box Plot mensal da umidade relativa do ar (%).	47
Figura 8. Gráfico de comparação mensal da temperatura do ar com a umidade relativa do ar para os anos de 2016, 2017, 2018, 2019 e 2020 no município de Humaitá.	49

LISTA DE TABELAS

Tabela 1. Faixas de sensação térmica para o ITU e IDT.....	35
Tabela 2. Estatística descritiva mensal da precipitação (mm).....	36
Tabela 3. Estatística descritiva mensal da umidade relativa do ar (%).	37
Tabela 4. Estatística descritiva mensal da temperatura do ar (°C).....	37
Tabela 5. Médias anuais mensais da precipitação (mm).	38
Tabela 6. Médias mensais anual da umidade relativa do ar (%).	41
Tabela 7. Médias mensais anual da temperatura do ar (°C).....	43
Tabela 8. Índice de Desconforto Térmico mensal para o período de 2016-2020 em Humaitá, AM.....	47
Tabela 9. Índice de Temperatura e Umidade mensal para o período de 2016-2020 em Humaitá, AM.	48

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

°C – Graus Celsius

µm - Micrômetro

AB – Alta da Bolívia

AM - Amazonas

BR – Rodovia do Brasil

CDS – Climate Data Store

DP – Desvio Padrão

ECMWF – Centro Europeu de Previsões Meteorológicas de Médio Prazo

EP – Erro Padrão

h - Hora

hPa - Hectopascal

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística

IC – Ilha de calor

IDT – Índice de Desconforto Térmico

IFS – Sistema de Previsão Integrado

INMET – Instituto Nacional de Meteorologia

INPE – Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais

IPCC – Painel Intergovernamental sobre Mudanças Climáticas

ITU – Índice de Temperatura e Umidade

Km – Quilômetro

Km² – Quilômetro quadrado

MD - Mediana

mm - Milímetros

NASA – Administração Nacional da Aeronáutica e Espaço

NC – Nível de Conforto

NDT – Níveis de Desconforto Térmico

OLI – Imagem Operacional Terrestre

pH – Potencial Hidrogeniônico

REM – Radiação Eletromagnética

RO - Rondônia

SMAS – Sistema de Monção da América do Sul

TIRS – Sensor Infravermelho Térmico

USGS – Serviço Geológico dos Estados Unidos

UTM – Módulo de Rastreamento Urchin

WGS – Sistema Geodésico Mundial

ZCAS – Zona de Convergência Intertropical

ZCIT – Zona de Convergência Intertropical

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	14
2. JUSTIFICATIVA	16
3. OBJETIVOS	17
3.1 Objetivo Geral	17
3.2 Objetivos Específicos	17
4. REVISÃO DE LITERATURA	18
4.1 ELEMENTOS E FATORES CLIMATOLÓGICOS	18
4.1.1. Precipitação	18
4.1.2 Temperatura do ar	18
4.1.3 Umidade relativa do ar	19
4.2 ESCALAS METEOROLÓGICAS	20
4.2.1 Microclima	20
4.2.2 Macroclima	20
4.2.3 Mesoclima	21
4.3 USO E OCUPAÇÃO DO SOLO	21
4.4 CAMPOS LIMPOS, SUJOS, PASTAGENS E CERRADO	23
4.5 ARBORIZAÇÃO	24
4.6 CLIMATOLOGIA URBANA	26
4.7 PLANEJAMENTO URBANO	27
4.8 SENSORIAMENTO REMOTO	28
4.9 CONFORTO TÉRMICO HUMANO	30
5 PROCEDIMENTO METODOLÓGICO	32
5.1 ÁREA DE ESTUDO	32
5.2 METODOLOGIA	32
5.3. COLETA DE DADOS METEOROLÓGICOS	33
5.4 ESTATÍSTICA DESCRITIVA	34
5.5 CONFORTO TÉRMICO	34
6 RESULTADOS E DISCUSSÃO	35
6.1 PRECIPITAÇÃO	37
6.1.2 Umidade Relativa do Ar	40
6.1.3 Temperatura do Ar	42
6.2 BOX PLOT DAS VARIÁVEIS CLIMATOLÓGICAS	44
6.3 CONFORTO TÉRMICO HUMANO	47
7 CONCLUSÃO	50
8 REFERENCIAS	51

1. INTRODUÇÃO

A climatologia encontra-se dentro do campo da geografia física, tendo como objeto de estudo os fenômenos da atmosfera em contato com a superfície terrestre e sua distribuição espacial e dessa forma relaciona-se com outras áreas da Geografia Física e Humana (FERREIRA, 2012).

Quando falamos de climatologia, muitas vezes existe a confusão entre clima e tempo. Segundo Cunha e Vecchia (2007), o clima pode ser entendido como um conjunto de elementos estudados por meio de registros meteorológicos ao longo de muitos anos, enquanto o tempo, pode ser visto como a experiência atual, momentânea, ou seja, que expressa os estados atmosféricos observados em um determinado instante na atmosfera.

No estudo do clima são considerados os seguintes elementos climáticos: temperatura do ar, umidade relativa do ar, pressão atmosférica, ventos predominantes (sentido e velocidade), nebulosidade e precipitação (OLIVEIRA et al., 2013). O seguinte trabalho buscará avaliar as variáveis de precipitação, umidade relativa do ar e temperatura do ar.

Segundo Lombardo (2011), as alterações climáticas nos centros urbanos provocam o aumento da assimetria das precipitações, potencializando inundações de caráter repentino, devido às alterações induzidas nas condições da drenagem natural, quer pela diversidade de atividades e por uso e ocupação do solo, quer pela extensão dos prejuízos.

A importância dos estudos climáticos está diretamente ligada com o planejamento e a estruturação do espaço urbano, principalmente quando se refere às precipitações, visto que estas podem ocasionar alagamentos que provocam diversos problemas à sociedade (PRADO et al., 2016). Os estudos das mudanças climáticas e suas consequências intensificaram nos últimos anos, afetando diretamente a vida das pessoas, as atividades econômicas e o próprio equilíbrio dos recursos da biodiversidade. Esse assunto vem ocupando um espaço cada vez maior nas preocupações das sociedades, tratando-se de um dos problemas mais relevantes atualmente (MCT, 2008).

Segundo o Painel Intergovernamental sobre Mudanças Climáticas (IPCC 2007), referem-se a mudança no estado do clima que pode ser identificada por mudanças na média e/ou na variabilidade de suas propriedades, e que persistem por um período prolongado, tipicamente por décadas ou mais tempo. Refere-se a qualquer mudança no clima ao longo do tempo, seja devido a variabilidade natural ou como resultado da atividade humana.

Entender os comportamentos climáticos de uma determinada região é de suma importância para o desenvolvimento de diversos setores da atividade humana como o setor agrícola, ambiental e econômico (DANTAS et al., 2000; MENDONÇA et al., 2007). Humaitá vem crescendo e se desenvolvendo anualmente, e isso faz com que o município passe por transformações na sua estrutura urbana, analisando as variáveis climatológicas podemos ter um entendimento de como esse desenvolvimento vem acontecendo.

Humaitá é porta de entrada do Amazonas pelo sul do estado pelas rodovias BR-230, Transamazônica e BR 319 (PAVÃO et al., 2017). No entorno dessas rodovias concentram-se as principais atividades econômicas do município, como a pecuária, agricultura e extração de madeira (MACEDO e TEIXEIRA, 2009). Além dessas atividades, o crescimento populacional ocorre devido a migração de pessoas para universidades e serviços militares.

A precipitação é o nome que se atribui a toda forma de umidade que, proveniente da atmosfera, deposita-se sobre a superfície da Terra. Ocorre na forma de chuva, granizo, neve, neblina, orvalho e/ou geada. Segundo Dias et al., (2005) a precipitação forma-se a partir da transferência de calor latente da superfície para a atmosfera.

De acordo com Mendonça e Danni-Oliveira (2007) a umidade relativa do ar é certamente a medida mais conhecida para representar a presença de vapor de água na atmosfera. Ela demonstra em porcentagem a quantidade de vapor de água contida no ar, sob a temperatura em que se encontra.

A temperatura do ar possui especificidades locais e os indivíduos se adequam a essas especificidades e provocam alterações sutis no seu habitat seja urbano ou rural. Assim, estudos específicos são realizados para um melhor entender como ocorre a adaptação do homem aos diferentes tipos climáticos (CONCEIÇÃO et al., 2015).

Com isso, o presente estudo, busca avaliar a temperatura do ar, precipitação e a umidade relativa do ar em um período de cinco anos, monitorar os parâmetros climatológicos citados e compreender o conforto térmico humano.

2. JUSTIFICATIVA

O município de Humaitá-AM está localizado em um ponto considerado ideal para um crescimento territorial e populacional. O município situa-se aproximadamente 660 km para a capital Manaus, via BR Transamazônica, e há uma distância de 200 km para a cidade de Porto Velho-RO, além de estar entre os municípios de Apuí, Santo Antônio do Matupi e Lábrea, municípios e distrito no Sul do Amazonas.

O seu crescimento é evidenciado diariamente, devido aos polos de institutos e universidades estaduais e federais, além da base do Exército e Marinha do Brasil. Segundo Pedreira Junior et al., (2018) os municípios que compõem o sul do Amazonas tem um grande crescimento na área da pecuária e agricultura que envolve e movimenta a economia municipal. Essas duas áreas exigem períodos considerados climatológicos ideais para que seja feita toda a etapa de trabalho.

As atividades de pecuária e agricultura exigem uma extensa área. Na agricultura, uma série de técnicas devem ser utilizadas para o cultivo das espécies vegetais, na pecuária, a extensão das áreas, são importantes para a criação de animais para o fornecimento ao mercado alimentício.

Machado et al. (2017), Pavão et al., (2017), relatam que a modificação na cobertura do solo pode interferir nos padrões das variáveis climatológicas, no processo de transferência de vapor d'água para a atmosfera além de alterar o balanço de radiação e, conseqüentemente, o balanço energético superficial.

O desenvolvimento urbano é constante, e é ideal que ocorra de maneira planejada. O município de Humaitá necessita de locais que tenham áreas arborizadas para utilização da população. Além de uma sensação mais confortável momentânea, áreas arborizadas contribuem para o conforto térmico humano ambiental externo, trazendo sensação confortável, minimizando a temperatura do ar e auxiliando no processo de evapotranspiração das plantas.

Com isso, os estudos feitos nessa região buscarão entender como o processo de urbanização influencia nas variáveis climatológica, podendo subsidiar a população urbana, no planejamento das suas atividades.

3. OBJETIVOS

3.1 Objetivo Geral

- a. Avaliar como diferentes ocupações do espaço, na área urbana, influencia o comportamento das variáveis climatológicas e define o conforto térmico ambiental humano no município de Humaitá-AM.

3.2 Objetivos Específicos

- a. Analisar o comportamento da temperatura do ar, precipitação e umidade relativa do ar, através de estação de coleta de dados no município de Humaitá – AM em um período de cinco anos;
- b. Comparar os dados das variáveis climatológicas no período seco e chuvoso;
- c. Avaliar os índices de conforto térmico em ambiente externo no município de Humaitá-AM;
- d. Propor sugestões de planejamento urbano e uso do espaço para a melhoria do conforto térmico ambiental.

4. REVISÃO DE LITERATURA

4.1 ELEMENTOS E FATORES CLIMATOLÓGICOS

4.1.1. Precipitação

A precipitação é originada nas nuvens que se formam a partir da liberação do calor latente da superfície para a atmosfera (DIRMEYER e BRUBAKER, 2007). O sul da Amazônia apresenta pluviometria média anual que pode ultrapassar 1750 mm, e em Humaitá, esse valor é de 2079,9 mm anual (MARTINS, 2019). Esses totais elevados são resultantes da circulação atmosférica e da dinâmica dos sistemas que atuam sobre a região que, por consequência, geram as chuvas convectivas que são comuns na Amazônia (de SOUZA et al., 2005; MARENGO, 2003; MARENGO e NOBRE, 2009; ROCHA, 2010).

A precipitação pluviométrica é um elemento climatológico de grande relevância na vida de todos os seres do planeta Terra em função de responder pelo abastecimento dos recursos hídricos e pela alimentação das populações (VIANELO et al., 1991; TUBELIS, 1984; VAREJÃO-SILVA, 2005).

A precipitação é causada por vários mecanismos de larga, meso e microescalas. Em larga escala pode-se destacar a Zona de Convergência Intertropical (ZCIT), formada na convergência dos ventos alísios de nordeste e sudeste que acontece próxima ao Equador terrestre devido à baixa pressão nessa faixa longitudinal. Também é mecanismo de precipitação em larga escala a Alta da Bolívia (AB) que se forma devido à convergência do ar em baixos níveis (850 hPa) e sua posterior divergência em altos níveis (200 hPa) e que recebeu esse nome por se formar na área da América do Sul correspondente ao país de mesmo nome (NASCIMENTO, et al., 2007).

A distribuição, quantidade e formas de ocorrência de precipitação podem ser variadas, e por isso, torna-se necessário determinar a intensidade para entender os tipos de precipitação e os processos (físicos e dinâmicos) que predominam numa região (MARTINS e MACHADO, 2006).

4.1.2 Temperatura do ar

A temperatura do ar é variável, no tempo e no espaço. Pode ser regulada por vários fatores, que são os controladores da temperatura: radiação, advecção de massas de ar, aquecimento diferencial da superfície terrestre e da água, correntes oceânicas, altitude, posição geográfica (VAREJÃO-SILVA, 2005).

O aumento da temperatura da superfície ou do ar sobre uma área urbana em relação às áreas rurais ou suburbanas vizinhas é denominado Ilha de Calor (IC) (ARYA, 2001; FREITAS e DIAS, 2005). A diferença da temperatura do ar de uma área urbana em relação à sua vizinhança fornece a intensidade da IC (MEMON et al., 2009; HUNG et al., 2006).

Nos últimos anos têm sido observados aumentos significativos na temperatura do ar de diferentes cidades do mundo (IPCC, 2007; MARENGO, 2001; KALNAY e CAI, 2003).

Isso ocorre, devido ao sol iluminar de forma desigual várias partes da superfície da Terra. Esse fato, associado aos diferentes coeficientes de absorção da radiação solar dos diferentes tipos de solos e águas da sua superfície, ocasiona uma desigual distribuição da energia solar, cujos efeitos são o aparecimento das altas e baixas pressões, das massas de ar e de águas (correntes marinhas) e as trocas de energia entre o mar e a superfície terrestre (ALMEIDA JR, 2005).

Quando a temperatura do ar tem uma baixa, correlaciona-se com o período de friagem, que são frentes frias que surgem de massa polar, essas massas de ar iniciam no sul do país e chegam ao norte, esses fenômenos são comuns na região no período de inverno (CARVALHO, et al., 2016).

Segundo Martins (2019), o comportamento da temperatura do ar nos últimos anos apresenta pouca variação em Humaitá, com as maiores medias registradas entre agosto e setembro com 27,5°C, e sua menor média ficou variando entre 25°C e 26°C geralmente nos primeiros três meses do ano.

4.1.3 Umidade relativa do ar

A umidade relativa do ar é a quantidade de umidade de uma amostra de ar, ou seja, é a quantidade que o mesmo volume de ar pode conservar na mesma pressão quando saturado (MENDONÇA et al., 2007).

Segundo Reboita et al., (2010), quando ocorre um aumento no interior da parcela do ar, ocorre um aumento da umidade relativa do ar, entretanto, quando ocorre um aumento na temperatura do ar, ocorre uma diminuição na umidade relativa do ar.

Conhecer as características meteorológicas, dentre elas a umidade relativa do ar, auxilia a tomada de decisões como práticas de manejo, na área agrícola, na gestão dos recursos hídricos, na área de simulação hidrológica, ou de medidas preventivas, na área da saúde (BAYER, et al., 2005).

Segundo Martins (2019), as medias mensais da umidade relativa do ar nos últimos dez anos em Humaitá variaram, mas tudo dentro do normal. No período seco o menor valor registrou 69,70% no mês de agosto, já no período chuvoso, o maior valor registrado foi no mês de abril com 85,24%.

Os valores mínimos da umidade relativa do ar estão em acordo com o trabalho de Carvalho et al., (2016) que encontraram valores abaixo de 70% no período seco em Ariquemes.

4.2 ESCALAS METEOROLÓGICAS

4.2.1 Microclima

Microclima reflete a influência de elementos urbanos individuais e dos seus arranjos mais elementares (edifícios, ruas, praças, jardins). É a menor e a mais imprecisa unidade escalar; áreas com extensão espacial muito pequena. Os fatores que definem essa unidade dizem respeito ao movimento turbulento do ar na superfície, a determinados obstáculos à circulação do ar, a detalhes de uso e ocupação da terra, dentre outros (MENDONÇA, DANNI-OLIVEIRA, 2007).

Fragmentos florestais urbanos, apesar de sofrerem ação antrópica e de não terem possibilidade de conexão com outras matas, desempenham forte função social, que pode estar relacionada às condições microclimáticas e aos seus aspectos físicos, possibilitando uma diversidade de funções (DACANAL et al., 2010).

Variações microclimáticas estão fortemente relacionadas ao uso e ocupação do solo, pois a impermeabilização do solo, as construções, a ausência de áreas verdes, o excesso de pavimentação e grande fluxo de veículos e pessoas estão contribuindo para a retenção de calor e redução de umidade do ar, ocasionando uma situação ambiental desconfortável para aqueles que habitam ou circulam nessas áreas (GHENO et al., 2012).

O clima em geral é inalterável com o desenho da paisagem, mas, a vegetação pode melhorar o microclima no meio urbano, ajudando reduzir as temperaturas do ar no seu entorno e contribuir para a criação de condições agradáveis e confortáveis na cidade (OLIVEIRA, 2011).

4.2.2 Macroclima

O nível macroclimático trata da interação entre a radiação solar, a curvatura da Terra e seus respectivos movimentos, gerando os aspectos climáticos referentes ao planeta como um

todo, como os movimentos atmosféricos de grande escala, tais como a circulação geral da atmosfera (MONTEIRO, 1999).

Segundo Tonietto & Mandelli (2005), o macroclima pode ser chamado de clima original ou clima regional, é o resultado da situação geográfica e orográfica, corresponde ao clima médio ocorrente num território relativamente vasto, exigindo, para a sua caracterização, dados de um conjunto de postos meteorológicos, em zonas com relevo acentuado os dados macroclimáticos possuem um valor apenas relativo exigindo, para a sua caracterização dados também de um conjunto meteorológicos.

É a maior das unidades climáticas que se faz do compartimento do clima do globo e compreende áreas muito extensas da superfície da Terra, se subdivide em clima zonal e clima regional, corresponde ao clima médio ocorrente num território relativamente vasto (MENDONÇA, DANNI-OLIVEIRA, 2007).

O processo de urbanização global acelerou-se tanto em intensidade como em área física, o que conduziu a um interesse crescente no entendimento de suas implicações na saúde humana, no funcionamento dos ecossistemas, no tempo e, possivelmente, no clima, como um contribuinte para o aquecimento global (IMHOFF et al., 2010).

4.2.3 Mesoclima

O mesoclima corresponde à influência integrada da cidade (compreendendo vários climas locais), essencialmente ao nível da camada urbana. Podem considerar-se igualmente como efeitos de mesoescala os efeitos ‘extra urbanos’, de dimensão aproximada ou superior à da própria cidade (ANDRADE, 2005).

O nível mesoclimático preocupa-se com a interação entre a energia disponível (para o processo de evaporação e geração dos campos de pressão atmosférica) e as feições da superfície, constituindo-se objeto de estudo, nesse nível, os climas locais (MONTEIRO, 1999).

Corresponde à unidade intermediária entre a grandeza superior (Macroclima) e grandeza inferior (Microclima). Pode-se enfatizar como área de mesoclima, região natural, montanha, região metropolitana, cidade, etc. Suas subdivisões são: Clima Regional, Clima Local e Topoclima (MENDONÇA, DANNI-OLIVEIRA, 2007).

4.3 USO E OCUPAÇÃO DO SOLO

Conhecer a vegetação natural e sua relação com os solos em que ocorrem, além de auxiliar no entendimento da biodiversidade, pode contribuir para orientar os projetos de restauração da vegetação (KOTCHETKOFF-HENRIQUES et al., 2005)

Müller (2011), lembra que a legislação relativa ao uso e ocupação do solo no país provém das três esferas administrativas (Federal, Estadual e Municipal), e analisa a complexidade da relação entre as leis.

Amorim (2010), afirmou que a substituição da cobertura natural por áreas construídas, a impermeabilização do solo, a canalização de córregos e rios, o fluxo de pessoas, de automóveis, o adensamento de construções, o uso de materiais construtivos, como o concreto e a pavimentação asfáltica, alteram os processos de troca de energia entre o ambiente local e a atmosfera.

São fatores que influenciam na elevação do albedo e promovem alterações nos elementos climáticos (temperatura, umidade, chuva e no padrão de ventos).

As diretrizes de uso e ocupação do solo urbano são estabelecidas como política de desenvolvimento urbano, sendo esta a finalidade do plano diretor (SIRVINSKAS, 2002).

O plano diretor determina para onde a cidade deve crescer e se desenvolver, estabelecendo também os critérios para o zoneamento urbano com a consequente delimitação das áreas industriais, comerciais e residenciais, estabelecendo assim o uso e ocupação do solo (LOPES et al., 2015).

Bastos (2015), relata a importância de compreender complexas relações, principalmente relativo ao meio físico regional, auxilia na proporção de políticas públicas adequadas ao uso e ocupação do solo e auxiliar na precaução de eventos problemáticos relacionados aos sociais, econômicos e ambientais.

Müller (2011), cita que o artigo 30 da Constituição Federal Brasileira, define como competência municipal o planejamento e controle do uso e ocupação do solo urbano. As regulamentações do uso do solo devem estar no Plano Diretor de cada município, que está previsto pelo parágrafo 1º do artigo 182 da Constituição e é regulamentado pelo Estatuto das cidades, instituído pela Lei Federal nº 10257/2001.

Braga (2003), afirma que é fundamental que as leis de zoneamento urbano devam incorporar diretrizes de proteção ambiental e controle da ocupação das regiões de cabeceiras, fundos de vale, planícies de inundação e áreas de alta declividade, além de visar o aumento de permeabilidade do solo.

As diretrizes de uso e ocupação do solo constantes do Plano Diretor devem também estar articuladas com políticas públicas de recursos hídricos, licenciamento ambiental, resíduos

sólidos, educação ambiental e habitação, sendo observadas ainda as competências das esferas estaduais e federal (MÜLLER, 2011).

4.4 CAMPOS LIMPOS, SUJOS, PASTAGENS E CERRADO

Várias propostas de classificação das formações vegetais do bioma são apresentadas na literatura (WALTER., 2006).

O Campo Limpo é uma fitofisionomia com predominância herbácea e contém poucos arbustos, com a inexistência de árvores na região. É localizado com frequência nas chapadas, olhos d'água e encostas, com locais que podem apresentar diversas posições topográficas e variações no grau de profundidade e fertilidade do solo (RIBEIRO; WALTER, 2008).

Segundo Sartorelli (2017), pode permanecer naturalmente como tal, sem árvores, ou pode com o tempo se tornar Campo Sujo ou Campo Cerrado. No longo prazo, praticamente todas essas fitofisionomias acabam queimando de vez em quando, o que faz a vegetação retornar a uma fisionomia menos arborizada.

Já áreas de Campo Sujo contêm, em seu estrato arbustivo-herbáceo, espécies de arbustos e subarbustos muitas vezes compostas por plantas menos desenvolvidas das espécies arbóreas do Cerrado Sentido Restrito. Podem ser encontradas em solos rasos, com presença eventual de pequenos afloramentos de rocha de pouca extensão ou mesmo em terrenos profundos e de pouca fertilidade (RIBEIRO; WALTER, 2008).

A identificação das regiões de pastagem é difícil porque a degradação dos pastos pode, por exemplo, influenciar na porcentagem da cobertura vegetal e na resposta dos índices de vegetação. Confusão e incertezas podem ocorrer quando as pastagens são manejadas de forma inadequada, uma vez que podem aparecer espécies invasoras ou mesmo o renascimento de espécies de arbustos e árvores nativas nestas regiões (FERREIRA et al., 2013b).

De acordo com Ferreira et al., (2013b), no mínimo, 50 % das áreas de pastagem plantada no Cerrado já se encontram severamente degradadas, ocasionando o aumento da erosão e a perda da fertilidade do solo, a redução da biomassa e a predominância de espécies estrangeiras, principalmente as espécies de gramíneas africanas do gênero *Brachiaria*. Com isso, a recuperação destas áreas degradadas pode auxiliar no aumento da renda para os produtores e pode-se reduzir o impacto ambiental no Cerrado por meio da diminuição da erosão, da emissão de dióxido de carbono e da abertura de novas áreas para pastagem (CHAVES et al., 2001).

Ribeiro e Walter (2008), descrevem o Cerrado como uma região composta de formações florestais, savânicas e campestres. Em particular, as formações campestres referem-se a regiões

com predominância de espécies herbáceas e algumas arbustivas, sem a ocorrência de árvores na paisagem.

A vegetação de Cerrado brasileiro compreende um gradiente natural de fisionomias, de campos abertos a savanas e florestas, dependendo das condições do solo e da disponibilidade de água no local. Entre os fatores que proporcionam os diferentes tipos de vegetações do bioma estão as condições edáficas (pH, saturação por alumínio, fertilidade, entre outros), clima sazonal, condições hídricas, incluindo profundidades do lençol freático e dos solos, fenologia e forma de dispersão das espécies, herbivoria, além de ações antrópicas, incluindo as frequentes queimadas (CASTRO & KAUFFMAN, 1998; MEDEIROS, 2004; MARIMON JUNIOR e HARIDASAN, 2005).

Mais da metade da área do Cerrado brasileiro tem sido transformada, principalmente, em áreas de pastagem e agricultura, perdendo cerca de 1 milhão de km² de sua vegetação original (MACHADO et al., 2004).

Nas últimas décadas, o Cerrado se tornou uma região estratégica para o agronegócio, o que levou a instalação de um processo sistemático de desmatamento, em que parte da sua vegetação original foi substituída por monoculturas exóticas (SILVA, et al., 2015).

Segundo Agnes et al., (2007), o Cerrado pode ser entendido como um mosaico vegetacional, já que não possui uma fisionomia única em toda a sua extensão, apresentando desde formas campestres, como os campos limpos, até formas florestais, como os cerradões. Entre estes dois extremos fisionômicos ocorrem diversas formas intermediárias de vegetação.

Em relação às áreas antropizadas do Cerrado, estudos mostram que as mudanças do uso do solo no Cerrado ocorrem com maior intensidade do que na região Amazônica (SANO; BARCELLOS; BEZERRA, 2000) e mais da metade da vegetação original do Cerrado foi transformada em áreas de pastagem, agricultura e outros usos (MACHADO et al., 2004). Das regiões transformadas no Cerrado, as áreas de Pastagem Cultivada correspondem a cerca de 500.000 km² (MACHADO et al., 2004).

4.5 ARBORIZAÇÃO

O desafio das grandes cidades é o crescimento e o desenvolvimento urbano que proporcionem geração de riqueza, qualidade de vida e qualidade ambiental para seus atuais e futuros habitantes (ARAUJO & CARAM, 2006). Uma das possibilidades para qualidade de vida envolvendo questões ambientais é a utilização de áreas verdes nas cidades, o plantio de árvores em locais essenciais trás esse conforto a população.

Segundo Mascaró (2002, p.13), como elementos da estrutura urbana, as árvores, em termos de aspectos paisagísticos, proporcionam embelezamento, direcionamento, identidade e delimitação de espaços. Em termos ambientais, as árvores urbanas contribuem para a redução da erosão; para o controle do clima e economia de energia com o sombreamento, a redução da temperatura, a retenção da água no solo, o aumento da umidade relativa do ar e a canalização ou obstrução dos ventos; e para o controle da poluição com a amenização de ruídos e da poluição atmosférica.

A arborização bem planejada é muito importante independente do porte da cidade, pois, é muito mais fácil implantar quando se tem um planejamento, do que tentar se encaixar dentro das condições já existentes e solucionar problemas de toda ordem, caso contrário, passa a ter um caráter de remediação (SILVA; MORAES, 2016).

Os estudos sobre arborização viária no Brasil ainda são recentes e desordenados, por tratar-se de uma prática relativamente nova, e pelo fato de ser considerado um problema de menor importância no planejamento urbano (SCHUCH, 2006).

Segundo Raber e Rebelato (2010) para um adequado planejamento da arborização das ruas e avenidas de uma cidade, alguns fatores devem ser considerados, sendo eles: seleção de espécies, implantação, manutenção e monitoramento.

O regime de chuva e a temperatura podem sofrer alterações, devido à atividade humana desenvolvida que tem causado profundas mudanças no clima local (GONÇALVES et al., 2012).

A qualidade de vida dos habitantes de uma cidade é interferida com o processo de mudanças ocorrido com a sua urbanização (MODNA; VECCHIA, 2003). Tais mudanças têm relação principalmente com a qualidade do ar, nas quais têm provocado alterações de sua umidade relativa, temperatura e movimento, como também a dispersão de poluentes (ROCHA; SOUZA, 2009).

Para Milano e Dalcin (2000, p.38), as árvores urbanas beneficiam também a saúde do homem ao combater o stress e formar áreas de convívio.

Já segundo Robba e Macedo (2002), as áreas verdes sempre foram celebradas como um espaço de convivência e lazer dos habitantes urbanos. Em estudo realizado por Hoffman e Shashua-Bar (2000), pequenas áreas verdes inseridas no meio urbano na cidade têm efeito amenizador do microclima que pode ser sentido até um raio de 100 metros de distância.

A arborização bem planejada é muito importante independente do porte da cidade, pois, é muito mais fácil implantar quando se tem um planejamento, do que tentar se encaixar dentro

das condições já existentes e solucionar problemas de toda ordem, caso contrário, passa a ter um caráter de remediação (SILVA; MORAES, 2016).

Segundo Milano; Dalcin (2000), as árvores representam um elemento de suma importância para uma adequada gestão ambiental nas cidades, melhorando as exigências de conforto, pois reduz a temperatura, com suas altas taxas de transpiração, como também reduz a insolação direta, entre outros fatores que são considerados benéficos a saúde e bem-estar humano.

Entretanto, segundo Pinheiro e Souza (2017), um crescimento desordenado ocasionado pela falta de planejamento altera de forma significativa a atmosfera no local onde ele ocorre, provocando como uma de suas consequências mudanças nas características climáticas do meio ambiente local e interferindo na qualidade de vida dos seus habitantes.

A qualidade de vida das populações tem sofrido um prejuízo, com uma significativa alteração climática, consequência da construção de um novo ambiente (LABAKI et al., 2011; OLIVEIRA; ALVES, 2013).

Segundo Bueno (2003), o conforto térmico vem sendo ameaçado pelas alterações climáticas decorrentes das mudanças das características térmicas das superfícies, e principalmente devido à ausência de vegetação causando uma incidência direta de radiação solar nas construções que retorna ao meio externo sob a forma de calor, transformando as cidades em verdadeiras estufas, tendo como efeito denunciador o surgimento das chamadas ilhas de calor.

4.6 CLIMATOLOGIA URBANA

O processo de urbanização provoca alterações significativas no ambiente natural, onde grandes áreas constituídas de vegetação nativa são substituídas por materiais e equipamentos urbanos (GHENO et al., 2012).

Segundo Monteiro (2003), a climatologia urbana veio para suprir a necessidade de entender e apresentar soluções aos problemas ambientais das cidades que são diretamente relacionados a vários elementos climáticos a preocupação com a queda da qualidade ambiental das grandes cidades brasileiras, notadamente, a partir da década de sessenta, foi o principal fator responsável pelo surgimento dos estudos relacionados ao clima urbano no Brasil.

É relevante o estudo das relações do clima com a saúde, sobretudo em perspectiva das mudanças climáticas globais e na previsão de seus prováveis efeitos e vulnerabilidades (SILVA et al., 2014).

Landsberg (2006) afirmou que o clima urbano é a modificação substancial de um clima local, não sendo possível, ainda, decidir sobre o ponto de concentração populacional ou densidade de edificações em que essa mudança principia.

A compreensão do clima urbano, em diversas partes do mundo, deve servir para planejamento das cidades e adoção de medidas protetoras da saúde (RIBEIRO, 2016).

Por meio desse processo da urbanização, as cidades constituíram-se no principal cenário do desenvolvimento das relações humanas. Em tal ambiente se processam as relações sociais, as econômicas e as culturais de um determinado contexto histórico social, onde os processos de produção provocam constantes modificações no espaço urbano, e conseqüentemente no clima urbano (SAYDELLES, 2005).

Para Estulano (2004), hoje existe uma grande preocupação com o clima urbano, por causa das migrações do campo para a cidade. Com as superpopulações, o número cada vez maior de indústrias, edifícios, solos impermeáveis e a diminuição das áreas verdes, as grandes cidades passaram a não ser locais apropriados para uma vida saudável.

As alterações provocadas pelas cidades no clima local são múltiplas, e com o crescimento dos centros urbanos passou a se tornar preocupação entre os estudiosos “o aumento populacional e com aumento das capacidades tecnológicas/científicas da humanidade, percebeu-se que o homem pode influenciar e de fato tem influenciado o clima apesar dessa ação ser feita principalmente numa escala local” (AYOADE, 2002).

Amorim (2011, p. 163), acredita, que as diferenças de temperatura encontradas entre as cidades e o ambiente rural sejam conseqüências das características de superfície, que possuem capacidades diferenciadas de armazenar o calor.

Sabe-se que a presença da vegetação nas cidades é essencial para estrutura e dinâmica da paisagem urbana, pois devido às suas características, melhoram a qualidade de vida da população e condição ambiental das cidades (LIMA, 2011).

4.7 PLANEJAMENTO URBANO

O planejamento urbano de uma cidade, também é conhecido como plano diretor, que busca melhorias na qualidade de vida dos habitantes e na criação de uma área urbana, no desenvolvimento de sua estruturação e apropriação do espaço urbano (MIGUEL, et., al, 2009).

A Constituição da República Federativa do Brasil de 1988 ao dispor sobre a política urbana (artigos 182 e 183), atribuiu ao poder público municipal a política de desenvolvimento urbano, tendo por objetivo ordenar o pleno desenvolvimento das funções sociais da cidade e garantir o bem-estar de seus habitantes (BRITO, 2017).

A Lei nº 10.257/2001 regulamenta os artigos 182 e 183 da Constituição Federal, estabelecendo normas de ordem pública e interesse social que regulam o uso da propriedade urbana em prol do bem coletivo, da segurança e do bem-estar dos cidadãos, bem como do equilíbrio ambiental (parágrafo único, art. 1º, da lei 10.257/2001) (BRITO, 2017).

Segundo Souza (2004) planejar significa buscar estruturar o futuro das cidades, na busca de precauções para evitar problemas a fim de ganhar possíveis benefícios.

Villaça (1999), define planejamento urbano como a organização dos espaços urbanos de forma específica, ou seja, desde os planejamentos urbanos até que se chegue aos atuais Planos Diretores.

Seguindo o disposto constitucional, os municípios com mais de vinte mil habitantes devem elaborar planos diretores, entendendo-se estes como instrumentos básicos da política de desenvolvimento e de expansão urbana. A execução da política de desenvolvimento urbano deve ser feita com base nas diretrizes gerais fixadas na Lei no 10.257, de 10 de julho de 2001, autodenominada de Estatuto da Cidade (BRITO, 2017).

Com isso, é importante relatar que o plano diretor deve caminhar com a gestão ambiental/urbana, Rezende e Castor (2005, p. 26) define o conceito de gestão ambiental como um conjunto de recursos decisórios e a aplicação das atividades destinado ao ato de gerir. Em termos gerais, a governança pode ser entendida como competência dos gestores nas atividades e nas ações de gestão.

Segundo Miguel et., al (2009), a gestão ambiental está voltada principalmente para estudos que dizem respeito à qualidade de vida, preservação e conservação ao meio ambiente e seus recursos naturais, que estão afetados pela poluição do ar e dos rios, onde a água está cada dia mais escassa, e as pessoas não tem uma área preservada para passear com seus filhos em meios aos grandes centros, as árvores foram cortadas para que haja mais espaço para o transito de veículos, que contribuem para a poluição.

4.8 SENSORIAMENTO REMOTO

Segundo Passos (2015), “o sensoriamento Remoto possibilita o estudo de transformações e a construção de cenários sobre a superfície da Terra, sendo capazes de auxiliar

e identificar diversos problemas baseados na localização de fenômenos geográficos, citam-se as variações de temperatura decorrente dos processos de expansão urbana e, conseqüentemente da perda de cobertura vegetal.”

A técnica de uso de sensoriamento remoto, segundo Figueiredo (2005), iniciou devido a invenção da câmera fotográfica que visava imagens aéreas em períodos de combates. Já Novo (1989), relata que essa técnica surgiu fundamentada na American Society of Photogrammetry, segundo histórico norte americano.

A técnica de sensoriamento remoto foi utilizada inicialmente por militares, assim relatou Figueiredo (2005, p.04), “para isto foi desenvolvida, uma leve câmera fotográfica com disparador automático e ajustável. Essas câmeras, carregadas com pequenos rolos de filmes, eram fixadas ao peito de pombos-correio que eram levados para locais estrategicamente escolhidos de modo que, ao se dirigirem para o local de suas origens, sobrevoavam posições inimigas. Durante o percurso, as câmaras, previamente ajustadas, tomavam fotos da área ocupada pelo inimigo. As fotos obtidas consistiam em valioso material informativo, para o reconhecimento da posição e infra-estrutura de forças militares inimigas. Assim teve início uma das primeiras aplicações do Sensoriamento Remoto”

As imagens de satélite atualmente têm sido bastante utilizadas devido a sua facilidade para obtenção, onde não necessita de contato presencial no local, sua boa avaliação e os resultados de informações registrados, extraídos e informados são confiáveis, tudo isso através de sensores (NOVO, 1989).

Esses sensores registram a REM (radiação eletromagnética), segundo Jensen (2011, p.251), “(...) todas as feições que encontramos cotidianamente na paisagem, como vegetação, solo, rocha, água e pessoas emitem radiação eletromagnética infravermelha termal, na porção de 3,0 – 14 μm do espectro eletromagnético.

Florenzano (2002, p.67) relata que “...a partir da utilização de dados do Sensoriamento Remoto, é possível observar e compreender as condições gerais da dinâmica da paisagem, ou seja, visualizamos, materialmente a forma no qual está sendo organizado o espaço.”

Essa técnica se torna interessante, já que Ayoade (2011, p.300), relatou sobre o clima urbano e a influência que a urbanização, industrialização, derrubadas de arvores, atividades de agricultura, drenagem, construção de lagos artificiais e outras atividades que pode resultar na radiação local, isso se torna ferramentas importantes para análises locais.

Figueiredo (2005), relata que o desenvolvimento tecnológico contribuiu para a melhoria nos sensores e na forma da informação coletada, na utilização dos satélites para a captura de

dados no período de 24h/dia, além de uma gama de satélites orbitais, como LANDSAT, SPOT, CBERS, NOAA e QUICKBIRD.

Os satélites citados são muito relevantes atualmente, o Landsat tem uma atualização em vigência, onde no momento, a linha utilizada é o Landsat 8. Namikawa (2015) relatou que “o Landsat 8 foi lançado em 2013 como provedora de imagens para a continuidade da missão Landsat através de uma cooperação entre o U.S. Geological Survey (USGS) e a National Aeronautics and Space Administration (NASA)... As imagens são fornecidas sem custos e sem restrições de usos pela USGS após 24 horas da aquisição através do sítio o <http://earthexplorer.usgs.gov/>. O formato de disponibilização é GeoTIFF, em 16 bits sem sinal, com projeção cartográfica UTM em Datum WGS 84, e ortoretificadas com um erro circular Anais XVII Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto - SBSR, João Pessoa-PB, Brasil, 25 a 29 de abril de 2015, INPE de 20 metros (no intervalo de confiança de 90%). Informações adicionais podem ser encontradas em <http://landsat.usgs.gov/landsat8.php>.”

Coelho e Correa (2013), relatam sobre os dois instrumentos de imagens, o primeiro deles, *Operational Land Imager (OLI)*, compreende nove bandas espectrais, são elas:

Banda 1: Visível Ultra-Azul (0.43 - 0.45 μm) 30 m – ideal para estudos costeiros e aerossóis;

Banda 2: Visível Azul (0.450 – 0.51 μm) 30 m;

Banda 3: Visível Verde (0.53 – 0.59 μm) 30 m;

Banda 4: Visível Vermelho (0.64 – 0.67 μm) 30 m;

Banda 5: Infravermelho Próximo (0.85 – 0.88 μm) 30 m;

Banda 6: Infravermelho Médio/SWIR 1 (1.57 – 1.65 μm) 30 m;

Banda 7: Infravermelho Médio/SWIR 2 (2.11 – 2.29 μm) 30 m;

Banda 8: Pancromática (PAN) (0.50 – 0.68 μm) 15 m;

Banda 9: Cirrus (1.36 – 1.38 μm) 30 m – útil para detecção de nuvens.

O outro sistema de visualização de imagens é o *Thermal Infrared Sensor (TIRS)*, que possui duas bandas processadas de 100 metros e disponibilizadas de 30 metros, isso ajuda a coincidir com as demais bandas multiespectrais no sistema de imagens (USGS, 2013).

4.9 CONFORTO TÉRMICO HUMANO

O conforto térmico definido para uma pessoa está ligado a algumas variáveis, entre elas, temos a intensidade da radiação solar, a velocidade do vento, a temperatura e a umidade do ar (ANDRADE, 2005).

Gobo (2016), relata que o conforto térmico também sofre influência por aspectos comportamentais e fisiológicos, isso envolve os tipos de roupas e vestimentas e o metabolismo de cada pessoa.

Com isso, buscamos a elaboração de dois índices de conforto externo, o IDT (Índice de Desconforto Térmico) e o ITU (Índice de Temperatura e Umidade), esses índices consideram apenas situações do meio ambiente para definir seus resultados.

Para elaborar esses dois índices, o cálculo feito foi:

$$\text{IDT} = T_a - (0,55 - 0,0055 * \text{UR}) * (T_a - 14,5) \quad \text{Equação 6}$$

E:

$$\text{ITU} = 0,8 * T_a + \left[\frac{\text{UR} * T_a}{500} \right] \quad \text{Equação 7}$$

Onde T_a = temperatura do ar ($^{\circ}\text{C}$); UR = Umidade Relativa do Ar (%).

5 PROCEDIMENTO METODOLÓGICO

5.1 ÁREA DE ESTUDO

O município de Humaitá está localizado ao sul do estado do Amazonas ($7^{\circ} 30' 24''$ S; $63^{\circ} 04' 56''$ W) (CAMPOS *et al.*, 2012), à margem esquerda do rio Madeira, afluente da margem direita do rio Amazonas, a cerca de 200 km de Porto Velho e 675 km de Manaus pela rodovia BR-319 (MARTINS *et al.*, 2006) como podemos observar na figura 1.

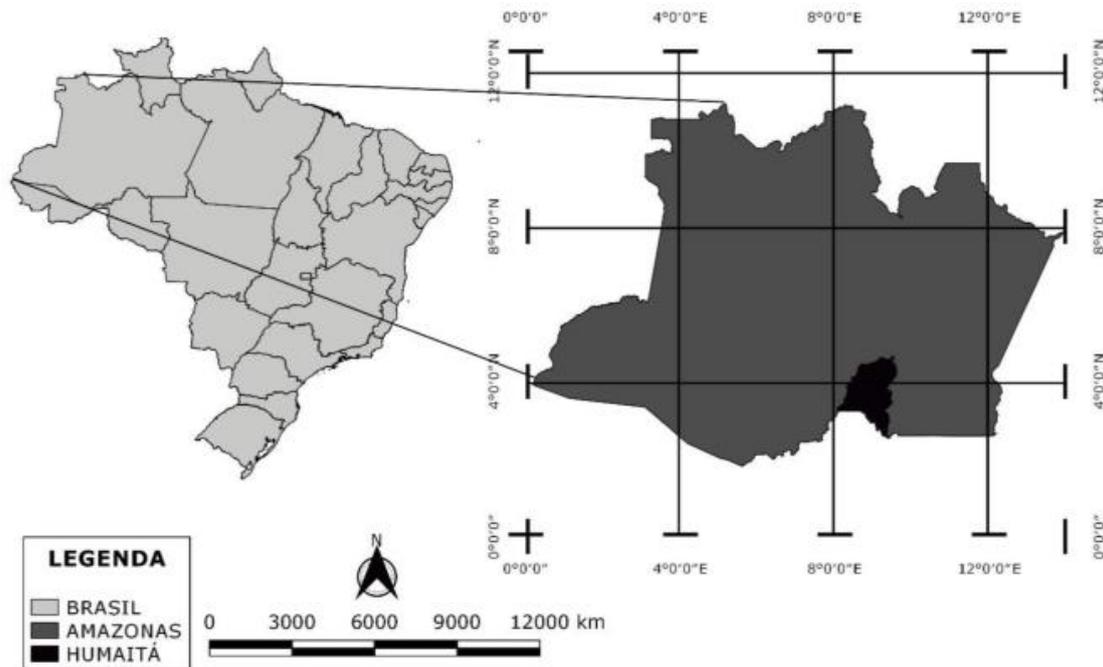


Figura 1. Mapa de localização da área de estudos.

Fonte: *Pedreira Junior et al.*, (2018).

Segundo o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), a área do município é de aproximadamente 33.129 km^2 e conta com uma população de aproximadamente 57.195 habitantes (IBGE, 2021).

O clima da região sul do Amazonas, segundo a classificação de Köppen, é do tipo Am (chuvas do tipo monção), com precipitação média anual de 2193,6 mm (ALVARES *et al.*, 2014). O período chuvoso acontece entre outubro e abril, o seco entre junho a agosto, sendo maio e setembro considerados períodos de transição (PEDREIRA JUNIOR *et al.*, 2018).

5.2 METODOLOGIA

O trabalho será elaborado em alguns aspectos que incluem uma busca por uma revisão bibliográfica com mais ênfase na área de estudo das variáveis climatológicas na zona urbana.

A revisão bibliográfica contemplará bibliografias digitais, na forma de artigos, dissertações e teses, além de livros físicos.

5.3. COLETA DE DADOS METEOROLÓGICOS

Os dados foram coletados no Climate Data Store (CDS) através do site <https://cds.climate.copernicus.eu/cdsapp#!/dataset/reanalysis-era5-single-levels?tab=doc> que fornece uma série de dados climatológicos ERA5, essa série de dados inicia no ano de 1950 até os dias atuais.

ERA5 é produzido usando assimilação de dados 4D-Var e previsões de modelo em CY41R2 do ECMWF Integrated Forecast System (IFS), com 137 níveis híbridos de sigma / pressão (modelo) na vertical e o nível superior em 0,01 hPa. Os dados atmosféricos estão disponíveis nesses níveis e também são interpolados para 37 pressão, 16 temperatura potencial e 1 nível potencial de vorticidade por FULL-POS no IFS. Dados de "superfície ou nível único" também estão disponíveis, contendo parâmetros 2D, como precipitação, radiação do topo da atmosfera e integrais verticais em toda a profundidade da atmosfera. O modelo atmosférico no IFS é acoplado a um modelo de superfície terrestre (HTESSEL), que produz parâmetros como temperatura de 2m e temperatura do solo, e um modelo de ondas oceânicas (WAM), cujos parâmetros também são designados como superfície ou nível único parâmetros.

O conjunto de dados ERA5 contém uma realização de alta resolução (por hora, 31 km) (referida como "reanálise" ou "HRES") e um conjunto de dez membros de resolução reduzida (referido como "conjunto" ou "EDA"). O conjunto é necessário para o procedimento de assimilação de dados, mas como subproduto também fornece uma estimativa da incerteza relativa aleatória. Geralmente, os dados estão disponíveis em uma frequência sub-diária e mensal e consistem em análises e previsões curtas (18 horas), inicializadas duas vezes por dia a partir de análises às 06 e 18 UTC. A maioria dos parâmetros analisados também estão disponíveis nas previsões. No entanto, há uma série de parâmetros de previsão, por exemplo, taxas / fluxos médios e acumulações, que não estão disponíveis nas análises.

No momento da coleta de dados, seguimos as seguintes etapas:

- i. Baixar dados;
- ii. Tipo de produto: reanálise;
- iii. Variável: Temperatura do ar, umidade relativa do ar e precipitação;

- iv. Ano: 2016 a 2020;
- v. Mês: todos os meses selecionados;
- vi. Dia: todos os dias selecionados;
- vii. Tempo: foram selecionados o dia;
- viii. Área geográfica: Toda a região disponível selecionada;
- ix. Formato: NetCDF (Experimental);
- x. Mostrar pedido de API.

Para validação dos dados, utilizamos o programa computacional Microsoft Excel onde será feita uma análise estatística de médias horárias e mensais, onde serão analisados os valores máximos e mínimos, erro padrão, desvio padrão, mediana. Nesta etapa do trabalho será possível verificar como os dados interagem e variam entre si.

5.4 ESTATÍSTICA DESCRITIVA

As séries de dados das variáveis climatológicas, precipitação, umidade relativa do ar, temperatura do ponto de orvalho e temperatura do ar passaram por análises estatísticas descritivas buscando possíveis valores e/ou resultados que são demonstrados através dos números obtidos e trabalhados pelos dados.

Com isso, seguimos a metodologia de Reis (2002), para as seguintes equações descritas abaixo:

$$\bar{x} = \frac{\sum x_i}{n} \quad \text{Eq. 1 Média}$$

$$EP = DP/\sqrt{n} \quad \text{Eq. 2 Erro padrão}$$

$$DP = \sqrt{\frac{\sum_1^n (x_i - \bar{x})^2}{n-1}} \quad \text{Eq. 3 Desvio padrão}$$

$$MD = \frac{(n+1)}{2} \quad \text{Eq. 4 Mediana, quando n é ímpar}$$

$$MD = \frac{\left(\frac{n}{2}\right) + \left(\frac{n}{2} + 1\right)}{2} \quad \text{Eq. 5 Mediana, quando n é par}$$

5.5 CONFORTO TÉRMICO

O índice ITU (Índice de Temperatura e Umidade) estabelece três níveis de conforto para o ambiente externo, que são: confortável, para sensações entre 21°C e 24°C; levemente desconfortável, para sensações entre 24°C e 26°C; e extremamente desconfortável, para sensações acima de 26°C. Esse índice é apropriado para regiões localizadas nos trópicos e avalia o “stress” no ambiente urbano (BARBIRATO et al., 2007).

O IDT (Índice de Desconforto Térmico) considera o ambiente confortável quando as sensações estão menores que 24°C, parcialmente confortável quando as sensações variam entre 24°C e 26°C, desconfortável para sensações entre 26°C e 28°C, e muito desconfortável para sensações maiores que 28°C (SANTOS et al., 2012).

Faixas	ITU °C	Níveis de Conforto
1	21 < ITU < 24	Confortável
2	24 < ITU < 26	Levemente desconfortável
3	ITU > 26	Extremamente desconfortável
Faixas	IDT °C	Níveis de desconforto
1	< 24	Confortável
2	24 ≤ IDT ≤ 26	Parcialmente confortável
3	26 ≤ IDT ≤ 28	Desconfortável
4	IDT ≥ 28	Muito desconfortável

Tabela 1. Faixas de sensação térmica para o ITU e IDT.

6 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Após consultar os dados brutos da precipitação, foi feita uma análise estatística para definir algumas medidas.

A média (ME) observada nos meses analisados mostra uma variação considerada normal, a mesma compreende sua variabilidade dentro dos períodos secos e chuvosos, no período seco, temos uma média pluviométrica menor que nos períodos chuvosos.

O erro padrão (EP) teve valores baixos e significativos nos meses avaliados. Já a mediana (MD) na maioria dos meses esteve abaixo da média, e seus valores todos tiveram próxima a ela. O desvio padrão (DP) registrou valores em alguns meses desfavorável

comparado aos demais. Não teve uma singularidade e sim uma dispersão dos dados comparados a sua média.

Com isso, a tabela 2 nos mostra os dados estatísticos obtidos das variáveis climatológicas de precipitação analisada e avaliada no período de cinco anos de maneira mensal.

	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez
ME	117,7	129,7	105,5	88,5	49,5	13,4	3,2	15,3	33,6	59,9	88,6	117,9
EP	1,06	1,21	0,61	0,52	0,42	0,21	0,11	0,28	0,46	0,53	0,65	0,69
MD	9,28	10,26	9,66	7,75	3,28	0,23	0,00	0,14	1,23	3,63	7,46	11,20
DP	13,15	14,35	7,49	6,35	5,14	2,56	1,37	3,47	5,61	6,58	7,94	8,58
MIN	0,15	0,15	0,49	0,03	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,02	0,15	0,46
MAX	132,8	128,2	43,23	28,93	25,55	14,08	13,49	20,06	40,34	31,98	50,75	53,47

Tabela 2. Estatística descritiva mensal da precipitação (mm).

A média observada teve seus menores valores no período seco, com o valor mínimo de 60,62% em julho. Já seus maiores valores ocorreram dentro do período chuvoso, tendo sua máxima em março com um total de 89,12%.

O desvio padrão teve uma variação enorme quando se verificou os períodos secos e chuvosos, onde os valores variaram de 3,85% no período chuvoso até 13,17% no período seco.

É interessante observar também os valores máximos e mínimos nos meses, os valores máximos sempre estiveram bem próximos nos meses, o que não aconteceu para os valores mínimos.

As informações estão demonstradas na tabela 3, onde observamos todas as informações estatísticas definidas e apresentadas para a umidade relativa do ar.

	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez
ME	88,67	88,54	89,12	88,80	87,02	77,16	60,62	64,15	74,06	82,72	87,27	88,77
EP	0,35	0,38	0,31	0,33	0,39	0,79	0,94	1,06	0,84	0,52	0,37	0,34
MD	88,95	88,68	89,27	89,09	87,74	78,37	59,17	66,37	75,12	83,93	87,38	89,20
DP	4,26	4,44	3,85	3,95	4,83	9,67	11,59	13,17	10,23	6,37	4,41	4,17

MIN	75,92	74,65	79,34	73,40	72,56	51,12	37,84	39,08	45,26	61,93	74,87	75,55
MAX	96,97	97,34	97,67	98,13	94,80	92,78	91,85	90,64	93,15	95,63	97,17	96,76

Tabela 3. Estatística descritiva mensal da umidade relativa do ar (%).

Verificamos que o ponto chave para as alterações dos dados da temperatura do ar está ligada ao período seco e chuvoso, no período seco, os valores da temperatura são maiores, entretanto, observamos que essa diferença não é bem significativa.

Com isso, o erro padrão, mediana e desvio padrão tem valores dentro do padrão e com variação pequena.

Observamos também a diferença nos valores máximos e mínimos dos dados, onde o mínimo foi 20,59°C em agosto e o máximo foi de 30,51°C em setembro, observamos que ambas as informações foram em períodos secos.

	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez
ME	26,26	26,34	26,45	26,46	26,54	26,72	27,24	27,68	27,89	27,28	26,79	26,17
EP	0,076	0,075	0,061	0,064	0,066	0,082	0,078	0,110	0,097	0,089	0,073	0,064
MD	26,33	26,26	26,48	26,40	26,62	26,86	27,41	27,79	27,99	27,15	26,82	26,20
DP	0,94	0,90	0,76	0,78	0,82	0,99	0,97	1,37	1,18	1,10	0,90	0,80
MIN	23,88	23,92	24,35	23,28	22,61	23,60	22,05	20,59	24,32	24,96	24,79	24,05
MAX	28,70	28,73	28,10	28,13	28,78	28,45	29,12	30,01	30,51	30,01	29,18	28,29

Tabela 4. Estatística descritiva mensal da temperatura do ar (°C).

6.1 PRECIPITAÇÃO

Na tabela abaixo (5) temos as informações das médias mensais da precipitação que foram observadas no intervalo de 2016 a 2020 nos 12 meses desse período.

	2016	2017	2018	2019	2020
Janeiro	343,14	371,58	329,24	313,05	467,21
Fevereiro	307,34	392,34	385,14	390,38	366,42
Março	355,19	386,23	358,13	273,93	260,47

Abril	201,47	279,60	269,79	299,21	277,02
Mai	152,76	184,23	158,61	130,23	141,00
Junho	64,70	40,39	16,27	34,09	44,11
Julho	16,62	0,45	4,53	14,51	13,02
Agosto	70,28	42,24	80,61	31,79	10,98
Setembro	138,77	96,55	77,76	113,69	75,85
Outubro	172,87	144,00	220,58	278,51	111,81
Novembro	250,21	256,06	319,62	302,16	199,68
Dezembro	438,38	381,27	355,67	372,29	278,57

Tabela 5. Médias anuais mensais da precipitação (mm).

Os dados observados nesse período de tempo, nos mostra que os valores mensais tiveram variações bem distintas conforme os meses registrados.

Em janeiro por exemplo, tivemos valores totais bem próximos nas análises anuais, exceto no ano de 2020 onde o valor foi um pouco maior comparado aos anos observados, o total de precipitação desse ano foi de aproximadamente 467,21 mm.

Em fevereiro, observamos uma variação bem mais equilibrada esse intervalo de cinco anos, essa situação foi registrada com valores mínimo de 307, 34 mm e máximo 392, 34 mm.

Em março a variação teve dois picos mais distintos, em 2019 e 2020 os valores tiveram uma queda comparado aos anos anteriores, obtendo 260,47 mm como menor valor.

No mês de abril, houve um aumento significativo na precipitação comparado os demais anos com 2016.

O mês de maio os valores foram próximos, com destaque para o ano de 2017 que obteve a maior concentração pluviométrica.

Em junho, já obtivemos valores bem baixos de pluviometria comparado aos meses anteriores, com foco no ano de 2018 que tivemos 16,27 mm de precipitação.

Em julho, observamos que a variação foi bem maior que os demais meses, onde relatamos o menor valor no ano de 2017 de 0,45 mm e o maior valor 16,62 mm em 2016.

Agosto, a variação pluviométrica também foi bem maior que as demais registradas, onde tivemos um valor máximo no ano de 2018 de 80,21 mm e valor mínimo de 10,98 mm em 2020.

Já em setembro observamos um aumento da precipitação nos meses, com valores variando de 138,77 mm para 75,85 mm em 2020.

Em outubro ainda verificamos uma variação bem relevante, onde tivemos em 2019 o valor maior de 278,51 mm de precipitação e o valor mínimo nesse mês foi registrado no ano de 2020 com 111,81 mm de precipitação.

Já no mês de novembro, em 2020 registrou 199,68 mm de precipitação e o valor máximo nesse mês foi registrado no ano de 2018 com valor de 319,62 mm de precipitação.

No mês de dezembro os valores milimétricos das médias da precipitação estiveram variando numa máxima de 438,38 mm de precipitação no ano de 2016 e a mínima de 278,57 mm no ano de 2020.

Após os cálculos envolvendo a soma dos valores mensais de precipitação, o gráfico abaixo mostra a variação desses dados durante o tempo de observação.

As Medias Mensais desses cinco anos avaliados corroboram com os resultados dos trabalhos de Martins (2019) e Pedreira Junior et al., (2018). Ambos os trabalhos analisaram a variação da precipitação no município de Humaitá por um período de dez e cinco anos respectivamente, a variação dos dados dos três trabalhos é mínima nos períodos secos e chuvosos.

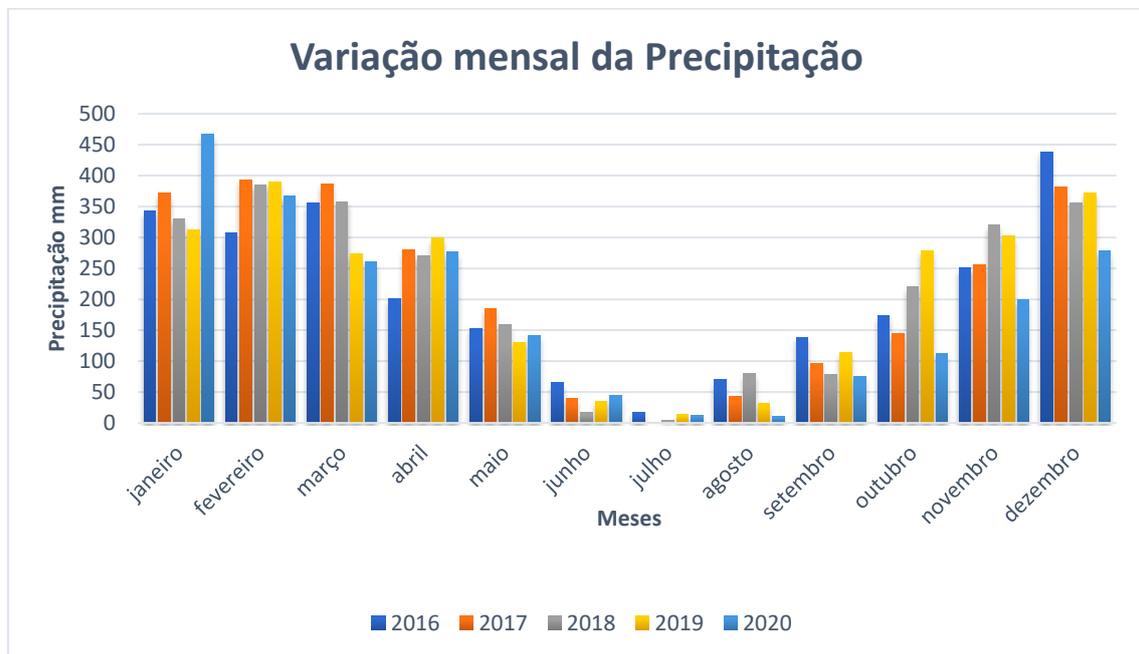


Figura 2. Gráfico da variação mensal anual da precipitação (mm).

Os valores de média da precipitação nos mostram uma variação bem interessante, olhando com atenção mensalmente, observamos que alguns meses tem uma diferença considerada normal dentro das possibilidades mensais.

Essa variação ocorre de uma maneira repetitiva nos anos abordados devido aos períodos classificados como seco, que compreende junho a agosto, o período chuvoso, que compreende outubro a abril, além do período de transição, que são maio e setembro.

A precipitação dentro desses três períodos é distribuída em aproximadamente, 90% no período chuvoso, 4% no período seco e 6% nos períodos de transição. Observando o gráfico acima podemos verificar que a maior quantidade pluviométrica registrada compreende o período chuvoso em todos os anos analisados.

Já no período seco, temos altas temperaturas e baixa umidade relativa do ar, tudo isso está alinhado com pouco período de chuva. Segundo PEDREIRA JUNIOR (et al., 2018), o período seco também envolve a circulação da baixa troposfera, esse fenômeno ocorre através da movimentação do cavado equatorial proporcionando um deslocamento da célula Hadley sobre a Amazônia, com isso, a formação de nuvens é impossibilitada, que acarreta também na formação das chuvas.

Já os períodos que ocorrem a transição, seco-chuvoso e chuvoso-seco relatam algumas particularidades. No seco-chuvoso referente a precipitação, durante a primavera, ocorre a chegada a região sul do Amazonas dos sistemas frontais, onde se tem o início da atuação da Zona de Convergência Intertropical (ZCAS) e dos sistemas de Monção da América do Sul (SMAS), esses eventos são responsáveis por grandes convecções, iniciando o período chuvoso na região sul da Amazônia (GALVÃO et al., 2000; LOPES et al., 2016).

6.1.2 Umidade Relativa do Ar

Abaixo, temos as informações de média da umidade relativa do ar, englobando os 12 meses no período de 2016-2020.

	2016	2017	2018	2019	2020
Janeiro	88.96	88.87	89.08	91.09	86.59
Fevereiro	87.66	88.96	88.01	90.61	89.17
Março	90.05	89.65	89.52	88.01	88.12
Abril	88.53	88.34	88.43	89.37	89.11
Maiο	88.93	88.56	87.69	87.35	84.84
Junho	81.12	76.33	78.06	78.39	76.86
Julho	56.62	52.38	57.04	66.26	56.67

Agosto	61.77	68.15	76.58	62.06	56.67
Setembro	82.61	72.64	77.26	73.94	68.42
Outubro	83.11	82.46	85.56	86.51	76.52
Novembro	86.54	88.33	88.13	88.69	83.45
Dezembro	89.61	90.87	87.47	90.99	86.02

Tabela 6. Médias mensais anual da umidade relativa do ar (%).

Podemos observar nas informações acima que a umidade relativa do ar teve algumas variações baixas mensal nos anos estudados.

Em janeiro e fevereiro tivemos valores bem próximos, com uma alta mais significativa no ano de 2019.

Em março e abril a variação também foi bem próxima nos anos avaliados, com pequenas diferenças e picos observados nos dados.

A partir do mês de junho os valores da umidade relativa do ar começaram ter uma baixa, nos primeiros meses sua variação era de aproximadamente 86 a 91%, entretanto, esses valores começaram a decair no decorrer do período seco, iniciando em junho e se estendendo até setembro, em agosto por exemplo a umidade relativa do ar chegou a 52%.

Já em outubro os valores voltam a subir na casa dos 80% com exceção de 2020, que registra aproximadamente 76% de umidade relativa do ar.

A média anual da umidade relativa do ar nesse período de avaliação, esta acima da média estipulada por Martins (2019) que fez uma análise mensal num intervalo de dez anos. Os valores são maiores quando comparamos os meses de cada ano.

A umidade relativa do ar é uma variável climatológica que está interligada a precipitação, ou seja, a mesma depende do vapor contido em uma parcela de ar e da temperatura do ar. Segundo Reboita et al., (2010), se aumenta a umidade absoluta no interior da parcela de ar, aumenta a umidade relativa do ar, e se aumenta a temperatura do ar, a umidade relativa do ar diminui.

Magano Junior et al., (2010), nos explica que quando a umidade relativa do ar está abaixo de 60% tem-se um aumento da taxa de transpiração, isso ocasiona perda excessiva de água, entretanto, se ela estiver acima de 90%, diminui a absorção de nutrientes, isso ocorre devido à redução de transpiração, devido a quase saturação do ar, esse fenômeno pode acarretar em doenças.

E com isso, observamos no gráfico abaixo, a variação média mensal da umidade relativa do ar no período de 2016-2020.

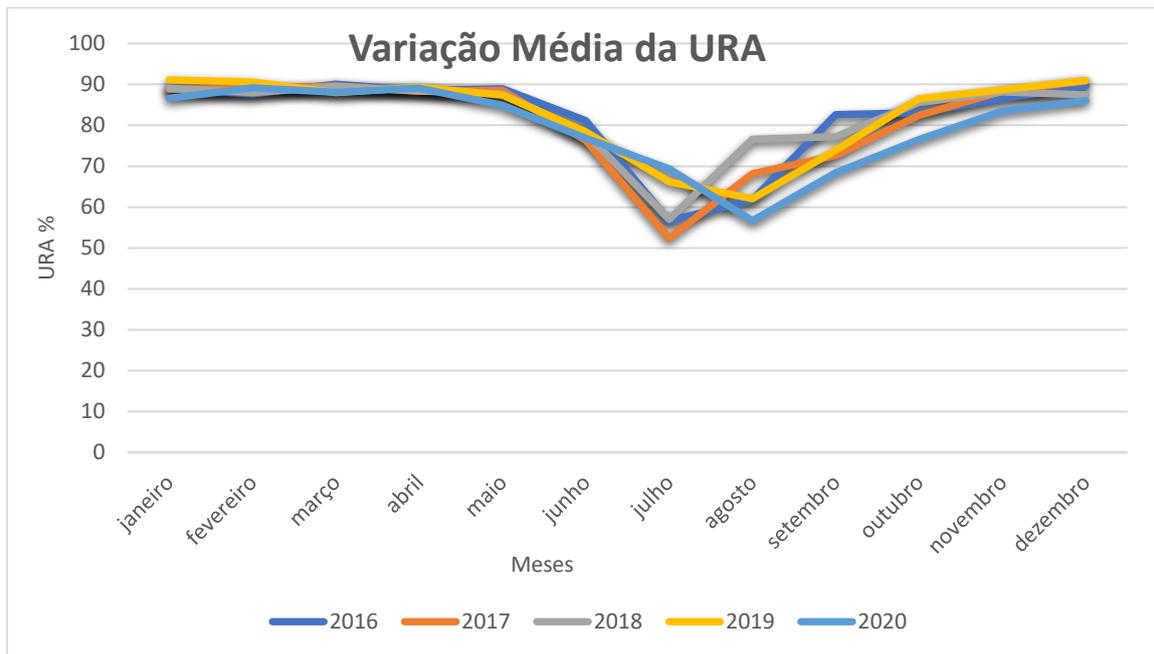


Figura 3. Gráfico da variação mensal anual da umidade relativa do ar (%).

6.1.3 Temperatura do Ar

Na tabela abaixo (7), temos registrado a média da temperatura do ar que engloba os 12 meses do ano no período de 2016-2020.

	2016	2017	2018	2019	2020
Janeiro	26.86	25.78	26.06	25.81414	26.69143
Fevereiro	27.25	25.85	25.79344	25.98199	26.42694
Março	26.74	26.13	26.13564	26.76965	26.57501
Abril	26.98	26.46	26.03388	26.3576	26.34063
Mai	26.77	26.77	26.25561	26.6961	26.37277
Junho	26.71	26.96	26.42512	27.45318	26.92312
Julho	27.74	27.11	27.4186	27.59643	27.28424
Agosto	28.72	28.38	27.05334	27.72741	27.71633
Setembro	26.90	28.38	27.98103	28.53674	28.54014
Outubro	27.76	27.22	27.13076	26.44799	27.4111
Novembro	27.03	26.64	26.75962	26.4205	26.94662

Dezembro	26.30	26.19	26.00759	26.2626	26.32577
-----------------	-------	-------	----------	---------	----------

Tabela 7. Médias mensais anual da temperatura do ar (°C).

A temperatura do ar é uma variante importante para verificação do conforto térmico humano, os dados que obtivemos nos mostra que a sua variabilidade compreende o período seco e chuvoso, onde no período seco temos maiores temperaturas do ar comparando as com o período chuvoso. Essa situação é normal e esperada, devido ao período chuvoso no Amazonas ser bem intenso.

No período chuvoso, tivemos os maiores valores de temperatura em torno de 26°C e no período seco, a temperatura do ar variou na faixa de 27°C a 28°C.

A variação da temperatura do ar está acima do trabalho desenvolvido por Leite et al., (2009), a mesma fez uma avaliação da temperatura do ar em Apuí e Humaitá no período de 2009, sua variação mensal esteve um pouco abaixo quando comparado a variação do trabalho nos anos de 2016 a 2020.

Já o trabalho de Martins (2019), nos traz uma diferença menor comparada aos dados obtidos nesse trabalho. Vale ressaltar que Martins (2019) tem uma análise de dez anos de dados, enquanto o seguinte estudo buscou avaliar cinco anos de dados. A variação no período seco e chuvoso é observada com clareza na variação mensal.

Segundo Nobre et al., (2009), essa baixa variação da temperatura média do ar é normal, pois, a temperatura média do ar não apresenta grande variação em escala sazonal, em razão dos altos valores de radiação solar incidente ao longo do ano e pela proximidade com o paralelo do Equador.

No gráfico abaixo podemos observar com mais detalhes a variação da média mensal da temperatura do ar nos meses estudados.

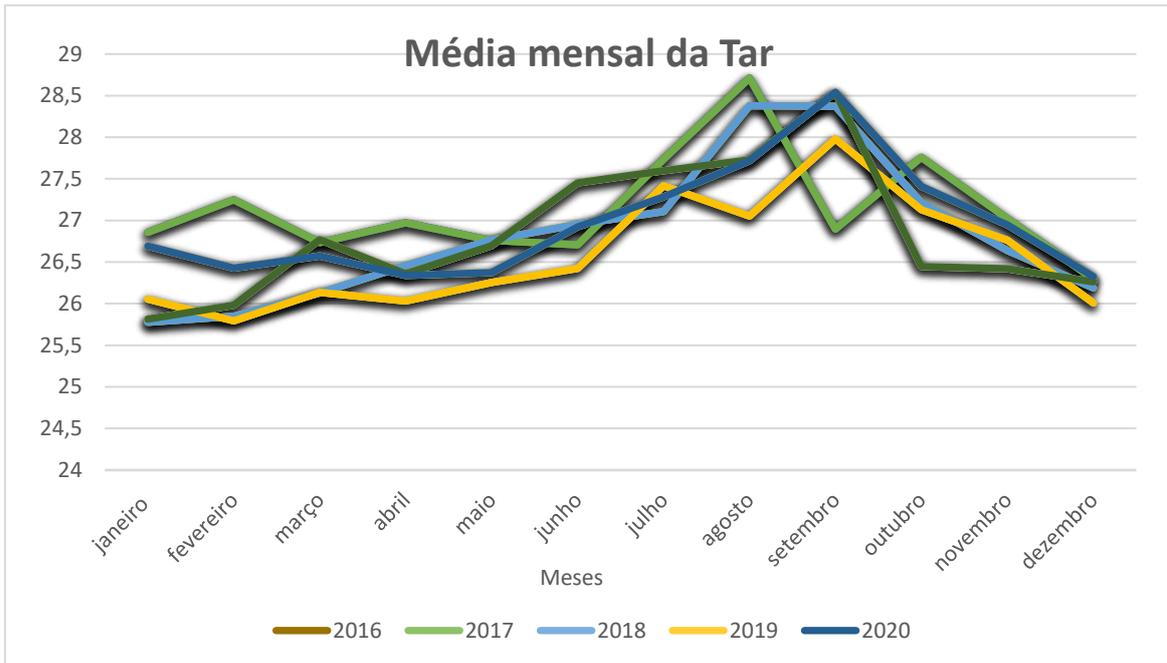


Figura 4. Gráfico da variação anual mensal da temperatura do ar (°C).

6.2 BOX PLOT DAS VARIÁVEIS CLIMATOLÓGICAS

Após a obtenção dos dados das três variáveis climatológicas, buscamos entender seu comportamento estatístico dentro de um box plot.

As variações da precipitação foram interessantes no período observado, com algumas informações bem nítidas que são encontradas principalmente nos períodos chuvosos. Nesse período, observamos bastante *outliers*, ou seja, valores que são considerados discrepantes da base média dos dados.

Os meses de janeiro e fevereiro demonstram com clareza essa situação. Esses valores geralmente ocorrem em poucas situações, definindo que nessa análise alguns dados estão distantes da normalidade, eles são notados com a observação dos dados brutos. Nos períodos secos, os valores de precipitações foram bem coordenados com pequenos *outliers*.

Em alguns meses observamos assimetria do tipo positivo e negativo, isso ocorre quando a linha da mediana está próxima do primeiro e/ou terceiro quartil. Ou seja, distribuição assimétrica positiva, onde observamos com maior facilidade nos meses de maio e outubro. Já a distribuição assimétrica negativa é observada com mais clareza em abril e dezembro.

Os meses de janeiro, fevereiro e março nos mostram uma melhor distribuição estatística, o resultado do box plot nos relata que os dados estão bem dispersos, com um

intervalo interquartílico bem visível. Podemos observar a mediana em um local considerado ideal, a simetria fica bem visível e detalhada nessa etapa.

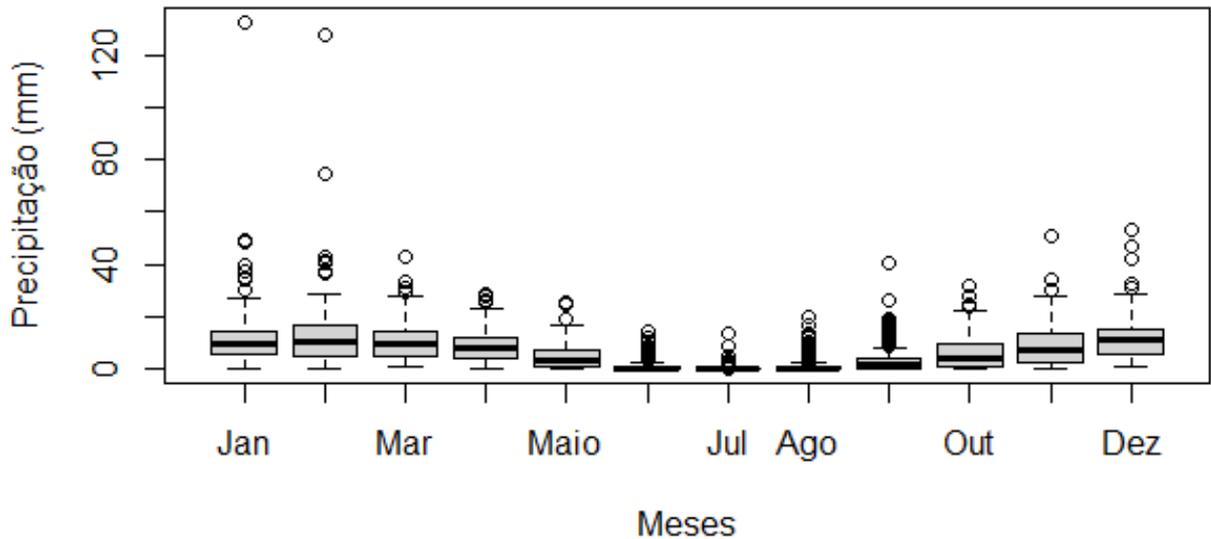


Figura 5. Box Plot mensal da precipitação (mm).

As variações da temperatura do ar tiveram uma organização mais visível, os dados se mostram bem detalhados.

Os dados em sua maioria variaram na casa dos 24°C a 26°C, em maio, junho, julho e agosto foram registrados maiores *outliers*, os os meses fazem parte do período de transição e período seco.

Os demais dados mostram está em posição bem organizada e em conformidade com a mediana.

Observamos que em sua grande maioria os meses mostram uma dispersão consideradas ideal, os meses de janeiro e maio mostram assimetria negativa e fevereiro e abril mostra uma assimetria positiva.

Os meses de março, julho e novembro mostram os meses onde os dados se mostram mais simétricos e se enquadrando numa organização bem visível de dados no box plot.

A posição dos dados, segundo a mediana, mostra que os dados na maioria dos meses estão bem centralizados e organizados, enquadrando meses no período seco e chuvoso.

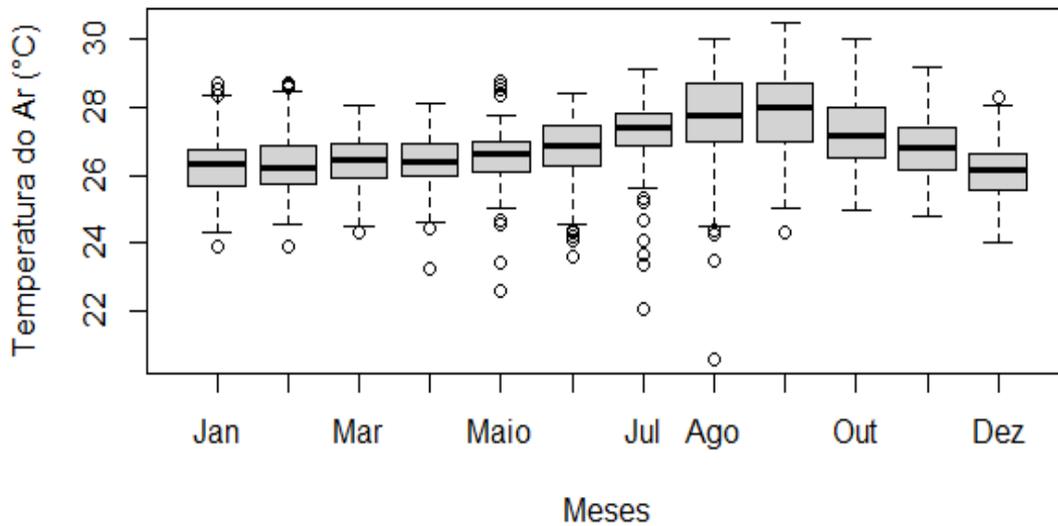


Figura 6. Box Plot mensal da temperatura do ar (°C).

Já o box plot dos dados da Umidade Relativa do Ar demonstraram alguns *outliers*, curiosamente, nos meses secos não foram registrados os *outliers*, temos que os maiores resultados desse fenômeno ocorreram nos períodos secos, nesse período, também foram registrados os box plots com maiores caldas.

Os meses de janeiro, fevereiro, abril, maio, setembro e dezembro mostram uma boa simetria do box plot. Enquanto isso temos uma assimetria positiva em julho e assimetria negativa em março e outubro.

Os dados da umidade relativa do ar mostraram médias variáveis dentro do que é o normal para o município de Humaitá, com mínima próxima de 60% no período seco e máxima próximo de 90% nos períodos chuvosos.

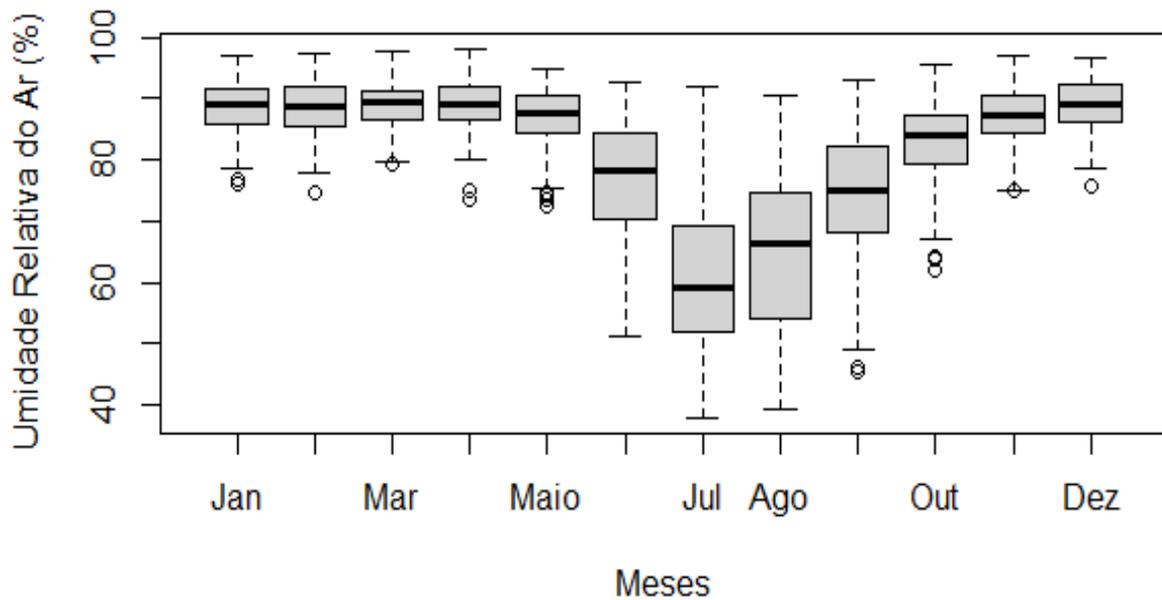


Figura 7. Box Plot mensal da umidade relativa do ar (%).

6.3 CONFORTO TÉRMICO HUMANO

Após entender a classificação dos índices de conforto humano, a tabela abaixo nos mostra as informações mensais em uma variação anual de 2016 a 2020 para o IDT.

Índice de Desconforto Térmico (°C) Mensal 2016-2020

	Janeiro	Fevereiro	Março	Abril	Maior	Junho	Julho	Agosto	Setembro	Outubro	Novembro	Dezembro
2016	26,10	26,37	26,06	26,18	26,01	25,43	24,57	25,72	25,70	26,52	26,09	25,62
NDT	D	D	D	D	D	PC	PC	PC	PC	D	D	PC
2017	25,08	25,15	25,46	25,68	25,99	25,33	23,80	25,94	26,28	25,98	25,85	25,59
NDT	PC	PC	PC	PC	PC	PC	C	PC	D	PC	PC	PC
2018	25,36	25,04	25,46	25,30	25,45	24,98	24,36	25,43	26,29	26,13	25,95	25,21
NDT	PC	PC	PC	PC	PC	PC	PC	PC	D	D	PC	PC
2019	25,26	25,39	25,95	25,66	25,84	25,91	25,16	24,96	26,52	25,55	25,68	25,68
NDT	PC	PC	PC	PC	PC	PC	PC	PC	D	PC	PC	PC
2020	25,79	25,71	25,78	25,63	25,38	25,34	25,12	24,56	26,10	25,74	25,81	25,41
NDT	PC	PC	PC	PC	PC	PC	PC	PC	PC	PC	PC	PC

*NDT=Níveis de Desconforto Térmico; D=Desconfortável; PC=Parcialmente Confortável; C=Confortável

Tabela 8. Índice de Desconforto Térmico mensal para o período de 2016-2020 em Humaitá, AM.

Observamos que os índices de desconforto térmico tiveram uma variação bem significativa para desconfortável e parcialmente confortável. Em 2016, os cinco primeiros meses registraram um nível de “Desconfortável”, já nos anos seguintes, os mesmos meses apresentaram um nível de “Parcialmente confortável”, ou seja, houve uma melhora na qualidade do conforto térmico humano nesse período.

A tabela ainda nos mostra que a média do índice considerada “Confortável” foi registrada apenas no mês de julho e no ano de 2017, onde seu valor registrado foi de 23,80 °C. Os demais meses obtiveram bastante variação entre “Desconfortável e Parcialmente Confortável” as mudanças mensais ocorreram de um ano para o outro.

Índice de Temperatura e Umidade (°C) Mensal 2016-2020

	Janeiro	Fevereiro	Março	Abril	Maió	Junho	Julho	Agosto	Setembro	Outubro	Novembro	Dezembro
2016	26,26	26,57	26,20	26,35	26,17	25,69	25,32	26,51	25,95	26,81	26,29	25,74
NC	ED	ED	ED	ED	ED	LD	LD	ED	LD	ED	ED	LD
2017	25,20	25,27	25,58	25,83	26,15	25,67	24,52	26,56	26,82	26,25	26,01	25,70
NC	LD	LD	LD	LD	ED	LD	LD	ED	ED	ED	ED	LD
2018	25,48	25,17	25,58	25,43	25,60	25,26	25,05	25,78	26,71	26,35	26,11	25,35
NC	LD	LD	LD	LD	LD	LD	LD	LD	ED	ED	ED	LD
2019	25,35	25,49	26,12	25,79	26,01	26,26	25,73	25,62	27,04	25,73	25,82	25,79
NC	LD	LD	ED	LD	ED	ED	LD	LD	ED	LD	LD	LD
2020	25,97	25,85	25,94	25,77	25,57	25,67	25,61	25,31	26,74	26,12	26,05	25,58
NC	LD	LD	LD	LD	LD	LD	LD	LD	ED	ED	ED	LD

*NC= Nível de Conforto; LD= Levemente desconfortável; ED= Extremamente Desconfortável

Tabela 9. Índice de Temperatura e Umidade mensal para o período de 2016-2020 em Humaitá, AM.

A tabela (9) nos traz o índice de temperatura e umidade mensal dos anos de 2016-2020, em 2016 tivemos um nível de conforto variando de “Extremamente desconfortável e levemente desconfortável”. No período seco vemos que apenas em agosto não temos o índice definido em Levemente desconfortável, já no período chuvoso apenas em dezembro constatamos o mesmo nível de conforto.

Já em 2017 os valores se diferenciaram, o período chuvoso registrou vários níveis de conforto “Levemente desconfortável”, maio, outubro e novembro foi o que registrou nível

“Extremamente desconfortável”, no período seco, junho e julho registraram Levemente desconfortável.

No ano de 2018 o nível “Levemente desconfortável”, foi registrado quase no ano todo, com exceção de setembro, outubro e novembro, esses meses registraram “Extremamente desconfortável”.

Em 2019 houve uma variação muito grande entre os níveis “Levemente desconfortável e Extremamente desconfortável” nos períodos secos e chuvosos, sem uma variação significativa correta.

Em 2020 os níveis de conforto seguiram a seguinte variação, no período chuvoso de janeiro a maio e dezembro o nível de “Levemente desconfortável” e no período seco junho, julho e agosto, já os termos de nível de conforto “Extremamente desconfortável” setembro, outubro e novembro, englobando os períodos secos e chuvosos.

Para compreender as tabelas acima, a imagem abaixo retrata gráficos de dois eixos e a variação entre as variáveis de temperatura do ar e umidade relativa do ar. A ideia é demonstrar a magnitude das duas variáveis e como se comportaram no período analisado.

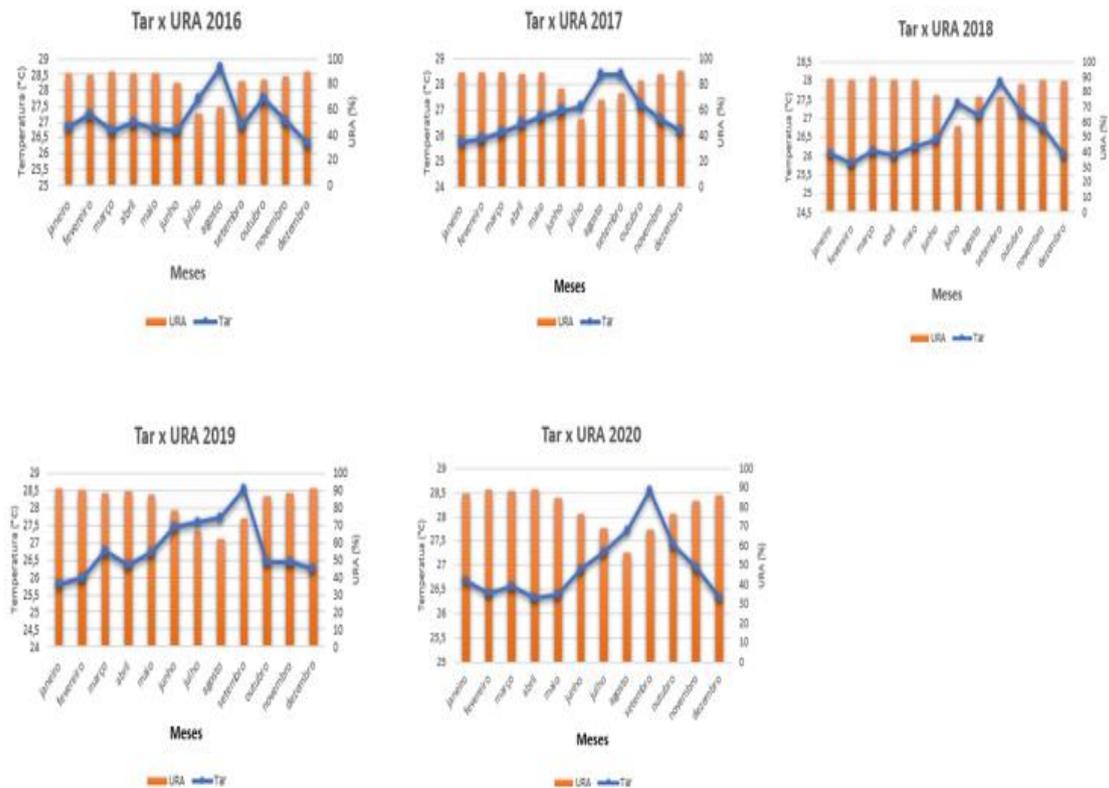


Figura 8. Gráfico de comparação mensal da temperatura do ar com a umidade relativa do ar para os anos de 2016, 2017, 2018, 2019 e 2020 no município de Humaitá.

7 CONCLUSÃO

Atualmente Humaitá passa por um crescimento territorial e por um desenvolvimento urbano notável. Analisando as variáveis climatológicas obtidas nos resultados, concluímos:

A temperatura do ar teve pequenas variações normais, onde seus períodos mais quentes ficaram demonstrados nos períodos secos, com ênfase no mês de agosto e setembro, com uma variação anual de 27°C e 28°C.

A precipitação seguiu o padrão já conhecido de variação entre os períodos seco e chuvoso, o que mais chamou a atenção foi a média mensal registrada em 2017.

A umidade relativa do ar foi bem padronizada, onde os valores mais baixos foram registrados no período seco e os mais altos no período chuvoso.

Baseado nas informações de índice de conforto e desconforto térmico, concluímos que o município de Humaitá teve variações nesses períodos, o IDT no ano de 2016 retrata que 7 meses (janeiro, fevereiro, março, abril, maio, outubro e novembro) são definidos como desconfortável, e 5 meses (junho, julho, agosto, setembro e dezembro) como parcialmente confortável, esses que retratam parcialmente confortável estão dentro do período seco, com exceção de dezembro. No decorrer dos anos, observamos que há uma mudança brusca para um maior número de meses considerados parcialmente confortável.

Nesse mesmo período, apenas um mês registrou o índice de desconforto no IDT confortável, que foi em julho de 2017, com 23,80 °C.

Os anos de 2019 e 2020 tiveram níveis de conforto praticamente todo de parcialmente confortável, a exceção foi em setembro de 2019, com o nível de desconforto registrado como desconfortável.

Já em relação ao ITU o seu nível de conforto se concentrou em levemente desconfortável e extremamente desconfortável. Em 2016 os valores de extremamente desconfortável foram superiores, sendo descrito em 8 meses, e apenas 4 meses registraram nível de levemente desconfortável.

Nos demais meses, o nível de conforto levemente desconfortável esteve presente em maioria nos demais anos avaliados, inclusive sempre nos dois primeiros meses do ciclo do período seco.

É interessante sempre fazer estudos relacionados ao conforto térmico humano e urbano, esses estudos podem auxiliar no planejamento e na gestão ambiental do município, os mesmos trazem informações importantes para a melhora térmica ambiental.

8 REFERENCIAS

AGNES, C. C. et al. Fatores ecológicos condicionantes da vegetação do Cerradão. Caderno de Pesquisa Sér. Bio., Santa Cruz do Sul, v. 19, n. 3, p. 25-37, 2007.

ALMEIDA JUNIOR, N. L. Estudo de Clima Urbano: uma proposta metodológica. Dissertação de mestrado, Pós-Graduação em Física e Meio Ambiente. Cuiabá, Mato Grosso. 2005.

ALVARES, C. A.; STAPE, J. L.; SENTELHAS, P. C.; GONÇALVES, J. L. M.; SPAROVEK, G. Köppen's climate classification map for Brazil. Meteorologische Zeitschrift, v.22, n.6, p.711-728, 2013. DOI: <http://doi.org/10.1127/0941-2948/2013/0507>.

ARAÚJO, B. C. D; CARAM, R. Análise ambiental: estudo bioclimático urbano em centro histórico. Ambiente & Sociedade – Vol. IX nº. 2006. p. 149-167.

ARYA, S.P. Introduction to Micrometeorology. International Geophysics Series, v. 79. Academic Press, 2001.

AYOADE, J. O. Introdução à climatologia para os trópicos. 8ª Edição, Rio de Janeiro, Bertrand Brasil, 2002.

AYOADE, J. O. Introdução à Climatologia para os Trópicos. 15ª edição. Rio de Janeiro, Bertrand, 2011.

BASTOS, A. Zonas de aptidão agrícola como subsídio ao ordenamento territorial no entorno de unidades de conservação da Amazônia: o caso da Floresta Nacional do Jamari/RO. Tese de Doutorado, Universidade Federal do Paraná/UFPR, 256 p., 2015.

BAYER, D. M.; BAYER, F. M. Previsão da umidade relativa do ar de Brasília por meio do modelo Beta Autorregressivo de Média Móveis. Revista Brasileira de Meteorologia, v. 30, n. 3. 319-326, 2015.

BRITO, V. G. Gestão das Cidades: planejamento Urbano Sustentável e o papel da municipalidade na gestão dos resíduos sólidos. VIII Jornada Internacional de Políticas Públicas, agosto, 2017.

BUENO, C. L. A influência da vegetação no conforto térmico urbano e no ambiente construído. Tese (Doutorado em Saneamento e Ambiente) – Faculdade de Engenharia Civil, Universidade Estadual de Campinas. 186 p., Campinas, 2003.

CARVALHO, R. L. S.; NASCIMENTO, B. I. S.; QUERINO, C. A. S.; SILVA, M. J. G.; DELGADO, A. R. S. Comportamento das séries temporais de temperatura do ar, umidade e precipitação pluviométrica no município de Ariquemes (Rondônia-Brasil). *Revista Brasileira de Climatologia*, v. 18, p. 123-146, 2016.

CASTRO, E. A.; KAUFFMAN, J. B. Ecosystem structure in the Brazilian Cerrado: a vegetation gradient of aboveground biomass, root biomass and consumption by fire. *Journal of Tropical Ecology*, v. 14, p. 263-283, 1998.

CHAVES, J. M. et al. Uso da técnica de segmentação na identificação dos principais tipos de pastagens cultivadas do cerrado. In: *Anais. São José dos Campos: INPE*, 2001. p. 31–33.

COELHO, A. L. N.; CORREA, W. S. C. Temperatura de superfície Celsius do sensor TIRS/LANDSAT-8: Metodologia e Aplicações. *Revista Geografia Acadêmica*. v.7, n.1. ISSN 1678-7226. (xii. 2013).

CONCEIÇÃO, R. S.; SILVEIRA, G. S. P.; VEIGA, A. J. P.; MATTA, J. M. B. A temperatura do ar e sua relação com algumas doenças respiratórias em Vitória da Conquista - BA. *Revista Eletrônica Georaguaia. Barra do Garças – MT*. V 5, n.2, p. 69 – 81 Julho/Dezembro, 2015.

CUNHA, D. G. F.; VECCHIA, F. As abordagens clássica e dinâmica do clima. *Ciência e Natura*, v. 29, p. 137-149, 2007.

DACANAL, C.; LABAKI L. C.; SILVA, T. M. L. Vamos passear na floresta! O conforto térmico em fragmentos florestais urbanos. *Ambiente Construído* 2010; 10(2): 115-132. <http://dx.doi.org/10.1590/S1678-86212010000200008>.

DANTAS, R. T.; NÓBREGA, R. S.; CORREIA, A. M; RAO, T. V. R. Estimativas das temperaturas máximas e mínimas do ar em Campina Grande - PB. In: *CONGRESSO BRASILEIRO DE METEOROLOGIA. Anais Rio de Janeiro: SBMET*, 2000.

DIRMEYER, P. A.; BRUBAKER, K. L. Characterization of the Global Hydrologic Cycle from a Back-Trajectory Analysis of Atmospheric Water Vapor. *J. Hydrometeorology*, v. 8, p. 20-37, 2007.

ESTULANO, G. A.. O comportamento térmico de diferentes materiais utilizados nos painéis de fechamento vertical nas edificações da cidade de Cuiabá/MT – Avaliação pós-ocupação, 2004. 104 f. Dissertação de Mestrado em Física e Meio Ambiente – Departamento de Física, Universidade Federal de Matogrosso, Cuiabá, MT.

FERREIRA, J. S. Teoria e Método em Climatologia – Revista Geonorte, Edição Especial 2, V. 1, N. 5, p.766-773, 2012.

FERREIRA, L. G. Biophysical characteristics and fire occurrence of cultivated pastures in the brazilian savanna observed by moderate resolution satellite data. *International Journal of Remote Sensing*, Taylor & Francis, v. 34, n. 1, p. 154–167, 2013.

FLORENZANO, T. G. *Imagens de satélite para estudos ambientais*. São Paulo: Oficina de Textos, 2002.

FREITAS, E. D.; DIAS, P. L. S. Alguns efeitos de áreas urbanas na geração de uma ilha de calor. *Revista Brasileira de Meteorologia*, v. 20, p. 355-366, 2005.

GALVÃO, J. A. C.; FISCH, G. Balanço de energia em áreas de floresta e de pastagem na Amazônia (JI – Paraná, RO). *Revista Brasileira de Meteorologia*, v.15, n.2, 25-37, 2000, 13p.

GHENO, E. L.; FRANÇA, M. S.; MAITELLI, S. F. Variações microclimáticas na área urbana de Sinop no final da estação chuvosa. *Revista Educação. Cultura e Scuola* 2012; 2(1): 139-153.

GOBO, J. P. A; Galvani, E. Referencial técnico e teórico-metodológico aplicado a estudos de conforto humano em ambientes externos. *Revista de Geografia, Recife*, out de 2016.

GONÇALVES, A.; CAMARGO, L. S.; SOARES, P. F. Influência da vegetação no conforto térmico urbano: Estudo de caso na cidade de Maringá - Paraná. *Anais... III Seminário de Pós-Graduação em Engenharia Urbana*. 2012.

HOFFMAN, L., SHASHUA-BAR, M. E. Vegetation as a climatic component in the design of an urban street. An empirical model for predicting the cooling effect of urban green áreas with trees. *Energy and Buildings*, n. 31, 2000.

HUNG, T.; UCHIHAMA, D.; OCHI S.; YASUOKA, Y. Assessment with satellite data of the urban heat island effects in Asian mega cities. *International Journal of Applied Earth Observation and Geoinformation*, v. 8, p. 34-48, 2006.

IMHOFF, M.L.; ZHANG, P.; WOLFE, R.; BOUNOUA, L. Remote sensing of the urban heat island effect across biomes in the continental USA. *Remote Sensing of Environment*, v. 114, p. 504-513, 2010.

INMET – Instituto Nacional de Meteorologia. Normais Climatológicas do Brasil 1961-1990. Brasília, DF. 465p. 2009.

IPCC. Summary for Policymakers, in *Climate Change 2007: Impacts, Adaptation and Vulnerability. Contribution of Working Group II to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*. edited by M. L. Parry, O. F. Canziani, J. P. Palutikof, P. J. van der Linden and C. E. Hanson, pp. 7-22, Cambridge University Press, Cambridge, UK, 2007.

KALNAY, E.; CAI, M. Impact of urbanization and land-use change on climate. *Nature*, v. 423, p. 528-531, 2003.

KOTCHETKOFF-HENRIQUES, O.; JOLY, C. A.; BERNACCI, L. C. Relação entre o Solo e a Composição Florística de Remanescentes de Vegetação Natural no Município de Ribeirão Preto, SP. *Revista Brasil. Bot.*, v. 28, n. 3, p. 541-562, jul.-set. 2005.

JENSEN, J. R.; Sensoriamento Remoto do ambiente: uma perspectiva em recursos terrestres. 2 ed. São José dos Campos: Parênteses, 2011.

LABAKI, L. C.; SANTOS, R. F.; BUENO-BARTHOLOMEI C. L.; ABREU, L. V. Vegetação e Conforto Térmico em Espaços Urbanos Abertos. *Fórum Patrimônio*, v. 4, n. 1, p. 23-42, 2011.

LEITE, L. O.; QUERINO, C. A. S.; PAVÃO, V. M.; QUERINO, J. K. A. S.; SIQUEIRA, L. F.; COSTA, T. A. C. R.; PASSOS, L. A.; MACHADO, N. G.; BIUDES, M. S.; NOGUEIRA, M. C. J. A. Análise da Temperatura do ar nos municípios de Humaitá e Apuí, AM, para o ano de 2009. *Revista EDUCAmazônia – Educação, Sociedade e Meio Ambiente*, Humaitá, LAPESAM/GISREA/UFAM/CNPq/EDUA – ISSN 1983-3423 impresso – ISSN 2318-8766 CDROOM. Ano 7, vol XII, Número 1, Jun-Jul, 2014, Pág 72-85.

LOMBARDO, M. A. (2011) O uso de geotecnologias na análise das mudanças climáticas na metrópole de São Paulo. *Revista Geográfica da América Central*, v. esp. EGAL, p. 1-19.

LOPES, B. O.; BOSISIO, D.; MERIQUE, F. G. A.; BIANCHINI, G. B.; MATSUTANE, T. Y. N.; MARIA, Y. R. Uso e ocupação do solo urbano – Jardim das Rosas – Presidente Prudente/SP. Encontro Nacional de Pesquisa e Extensão, Presidente Prudente, 19 a 22 de

outubro, 2015. *Colloquium Humanarum*, vol. 12, n. Especial, 2015, p.392-398. ISSN: 1809-8207. DOI: 10.5747/ch.2015.v.12.nesp.000640.

LOPES, J. S. G.; ALEIXO, N. C. R.; SILVA NETO, J. C. A. Análise preliminar na temperatura e umidade relativa do ar em duas estações meteorológicas da cidade de Tefé-AM. In: XII Simpósio Brasileiro de Climatologia Geográfica, 2016, Goiânia. XII Simpósio Brasileiro de Climatologia Geográfica. Goiânia: UFG, 2016. v. 1. p. 1097-1108.

MACEDO, M. A.; TEIXEIRA, W. Sul do Amazonas, nova fronteira agropecuária? O caso do município de Humaitá. XIV Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto. Natal, p. 5933-5940, 2009.

MACHADO, R. B. Estimativas de perda da área do cerrado brasileiro. *Conservation International do Brasil*, Brasília, 2004.

MAGANO JÚNIOR, H. Sazonalidade da precipitação e umidade relativa do ar em cidades de diferentes portes na Região Amazônica Brasileira. 2010.

MARENGO, J. A. Condições climáticas e os recursos hídricos no norte brasileiro. In: TUCCI, C. E. M.; BRAGA, B. (Org.). *Clima e Recursos Hídricos no Brasil*. Coleção ABRH, 2003.

MARENGO, J.A. Mudanças climáticas globais e regionais: Avaliação do clima atual do Brasil e projeções de cenários climáticos do futuro. *Revista Brasileira de Meteorologia*, v. 16, p. 1-18, 2001.

MARENGO, J. A.; NOBRE, C. Clima da região Amazônica. In: CAVALCANTI, I. F. A. et al. *Tempo e clima no Brasil*. São Paulo: Oficina de Textos, p. 197-212, 2009.

MARIMON JUNIOR, B. H.; HARIDASAN, M. Comparação da vegetação arbórea e características edáficas de um Cerradão e um Cerrado sensu stricto em áreas adjacentes sobre solo distrófico no leste de Mato Grosso, Brasil. *Acta Bot. Bras.* v.19 n. 4, p. 45-52, Oct/Dec, 2005.

MARTINS, P. A. S. Normais Climatológicas, Balanço Hídrico e Classificação Climática para a Mesoregião Sul do Amazonas / Paulo André da Silva Martins, 2019. 87f.:il. color, 31cm.

MARTINS, R. C. G.; MACHADO, L. A. T. Análise das Características Microfísicas da Precipitação na Estação Chuvosa da Região Amazônica Durante o Experimento WET-AMC. Anais do XIV Congresso Brasileiro de Meteorologia. Florianópolis-SC: SBMET, 2006.

MASCARÓ, L. E. A. R.; MASCARÓ, J. L. Vegetação urbana. 1ª. ed. Porto Alegre: UFRGS FINEP, 2002. v. 1. 242 p.

MEDEIROS, D. A. Métodos de amostragens no levantamento da diversidade arbórea do Cerradão da Estação Ecológica de Assis. 2004. 213 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) - Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiros, Piracicaba, 2004.

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

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

MIGUEL, R. A. D.; PEDROSO, D. C.; HOFFMAN, C. R. A importância do planejamento urbano e da gestão ambiental para o crescimento ordenado da cidade. 5º Encontro de Engenharia e Tecnologia dos Campos Gerais. Agosto 2009.

MILANO, Miguel Serediuk; DALCIN, Eduardo. Arborização de vias públicas. Rio de Janeiro: Fundação Parques e Jardins: Prefeitura do Rio: Light, 2000. xi, 206p, il.

MINISTÉRIO DA CIÊNCIA E TECNOLOGIA – MCT. (2008) Manual de Capacitação: mudança climática e projetos de mecanismo de desenvolvimento limpo. Centro de Gestão e Estudos Estratégicos. Brasília: Ministério da Ciência e Tecnologia [s.n.].

MODNA, D.; VECCHIA, F. Calor e Áreas Verdes: Um estudo Preliminar do Clima de São Carlos, SP. São Carlos: Centro de Recursos Hídricos e Ecologia Aplicada, USP- Campos São Carlos, 2003.

MONTEIRO, C. A. de F. O estudo geográfico do clima. *Cadernos Geográficos*. n 1, maio 1999.

MONTEIRO, C. A. F. Teoria e Clima Urbano: Um projeto e seus caminhos. In: MONTEIRO, C. A. F. & MENDONÇA. F. (Org.) Clima Urbano. São Paulo: Editora Contexto, 2003.

MONTEIRO, J. C. R.; HEYER, L. F.; ARIDE, P. H. R.; OLIVEIRA, A. T.; PANTOJALIMA, J.; SANTOS, S. M. Descrição da Temperatura e Umidade Relativa do Ar em distintas localidades da cidade de Manaus com diferentes geometrizações e espacialidades urbanas nos bairros do Parque Dez, Nova Cidade e bairro Centro - Manaus/Am. IGAPÓ - Revista de Educação Ciência e Tecnologia do IFAM, v. 10, n. 1, 2016.

MÜLLER, A. S. Aplicabilidade de medidas não estruturais no controle de cheias urbanas: estudo de caso Bacia Hidrográfica do Rio Cachoeira – Joinville – SP. Dissertação (Mestrado) – Escola Politécnica da Universidade de São Paulo. Departamento de Engenharia Hidráulica e Ambiental. São Paulo: 2011. 235p.

NAMIKAWA, L. M. Imagens Landsat 8 para monitoramento de volume de água em reservatórios: Estudo de caso nas barragens Jaguari e Jacaré do sistema Cantareira. Anais XVII Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto – SBSR, João Pessoa-PB, Brasil 25 a 29 de abril de 2015, INPE. 2015.

NASCIMENTO, T. S.; JUNIOR, T. A. M. Precipitação na Amazônia: Análise da Variação entre as porções central e ocidental, 2007.

NOVO, E. M. L. M.; Sensoriamento Remoto: Princípios e Aplicações. 2º ed. São Paulo: Edgard Blucher, 1989. v. 2000. 269 p.

OLIVEIRA, A. S. Influência da vegetação arbórea no microclima e uso de praças públicas (Tese de Doutorado) / Angela Santana de Oliveira – Cuiabá, 2011.

OLIVEIRA, M. M.; ALVES W. S. A Influência da Vegetação no Clima Urbano de Cidades Pequenas: Um Estudo Sobre as Praças Públicas de Iporá-GO. Revista Territorial de Goiás, v. 2, p. 61-77, 2013.

OLIVEIRA, M. J.; VECCHIA, F. A. S. Engenharia Ambiental: conceitos, tecnologia e gestão/coordenadores Maria do Carmo Calijuri, Davi Gasparini Fernandes Cunha – Rio de Janeiro: Elsevier, 2013.

PAVÃO, V. M.; NASSARDEN, D. C. S.; PAVÃO, L. L.; MACHADO, N. G.; BIUDES, M. S. Impacto da Conversão da Cobertura Natural em Pastagem e Área Urbana sobre Variáveis Biofísicas no Sul do Amazonas. Revista Brasileira de Meteorologia, São Paulo, v.32, n.3, p.343-351, 2017. DOI: <http://dx.doi.org/10.1590/0102-77863230002>.

PASSOS, M. R. S.; ALMEIDA, Z. F. S.; COELHO, A. L. N.; Sensoriamento Remoto Aplicado na análise do comportamento de reguladores térmicos: o caso do Parque Estadual de Jacaranema - Vila Velha, ES. Anais XVII Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto - SBSR, João Pessoa-PB, Brasil, 25 a 29 de abril de 2015, INPE.

PEDREIRA JUNIOR, A. L.; QUERINO, C. A. S.; QUERINO, J. K. A. S.; SANTOS, L. O. F.; MOURA, A. R. M.; MACHADO, N. G.; BIUDES, M. S. Variabilidade horária e

intensidade sazonal da precipitação no município de Humaitá-AM. *Revista Brasileira de Climatologia*, v.22, p.463-475, 2018. DOI: <http://dx.doi.org/10.5380/abclima.v22i0.58089>.

PINHEIRO, C. R.; SOUZA, D. D. A importância da arborização nas cidades e sua influência no microclima. *R. gest. sust. ambient.*, Florianópolis, v. 6, n. 1, p. 67 - 82, abr./set. 2017.

PRADO, B. Q. M.; FERNANDES, H. R.; ARAÚJO, T. G.; LAIA, G. A.; BIASE, N. G. Avaliação de Variáveis Climatológicas da cidade de Uberlândia (MG) por meio de análise de componentes principais. *Eng Sanit Ambient* v.21 n.2 p.407-413, abr/jun 2016. DOI: <http://doi.org/10.1590/S1413-41522016147040>.

RABER, A. P.; REBELATO, G. S. Arborização viária do município de Colorado, RS - Brasil: análise quali-quantitativa. *REVSBAU*, Piracicaba, v. 5, n. 1, p. 183-199, 2010.

REBOITA, M.S; GAN, M.A.; DA ROCHA, R.P. E AMBRIZZI, T. Regimes De Precipitação na América do Sul: Uma Revisão Bibliográfica. *Revista Brasileira de Meteorologia*, v.25, n.2, p.185-204, 2010.

REIS, E. A., Reis I. A. (2002) *Análise Descritiva de Dados. Relatório Técnico do Departamento de Estatística da UFMG.* Disponível em: www.est.ufmg.br.

REZENDE, D.A.; CASTOR, B.V.J. Planejamento estratégico municipal: empreendedorismo participativo nas cidades, prefeiturase organizações públicas. Rio de Janeiro: Brasport, 2005.

RIBEIRO, L. Análise do perigo de incêndios florestais em um município da Amazônia Mato-Grossense, Brasil. *Floresta*, v. 41, n. 2, p.257-270, 2011.

RIBEIRO, H.; PESQUERO, C. R.; COELHO, M. S. Z. S. Clima urbano e saúde: uma revisão sistematizada da literatura recente. *Estudos Avançados*, 2016. DOI: <http://doi.org/10.1590/S0103-40142016.00100005>.

RIBEIRO, J. F.; WALTER, B. M. T. As principais fitofisionomias do bioma cerrado. In: *Cerrado: Ecologia e Flora*. Brasília: EMBRAPA, 2008. v. 1, p. 152–212.

ROBBA, F.; MACEDO, S. S. *Praças Brasileiras*. São Paulo: Edusp/ Imprensa Oficial do Estado, 2002.

ROCHA, A. A. A. A relação do perfil vertical do vapor d'água com a convecção profunda na Amazônia. *Dissertação (Mestrado)*, Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia - INPA, Manaus, 2010.

ROCHA, L. M. V.; SOUZA, L. C. L. Desenho urbano, clima e saúde em São Jose do Rio Preto. In: Simpósio de Pós-Graduação em Engenharia Urbana. Anais... Maringá: SIMPGEU, 2009.

SANO, E. E.; BARCELLOS, A. O.; BEZERRA, H. S. Assessing the spatial distribution of cultivated pastures in the brazilian savanna. *Pasturas Tropicales*, Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT), v. 22, n. 3, p. 2–15, 2000.

SANTOS, J. S. et al. Campo Térmico Urbano e a sua Relação com o Uso e Cobertura do Solo em Cidade Tropical Úmida. *Revista Brasileira de Geografia Física*, Recife, v. 03, p.540-557, 2012.

SARTORELLI, P. A. R. Guia de Plantas da Regeneração natural do Cerrado e da Mata Atlântica / Paolo Alessandro Rodrigues Sartorelli, Eduardo Malta Campos Filho, São Paulo – Agroicone, 2017.

SAYDELLES, A. P. Estudo do campo térmico e das ilhas de calor urbano em Santa Maria-RS. Santa Maria, 2005. Dissertação (Mestrado em Geografia e Geociências). Universidade Federal de Santa Maria.

SCHUCH, M. I. S. Arborização Urbana: uma contribuição à qualidade de vida com o uso de geotecnologias. Santa Maria, 2006. 102f. Dissertação (Mestrado em Geomática) – Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2006.

SILVA, E. N.; RIBEIRO, H.; SANTANA, P. Clima e saúde em contextos urbanos: uma revisão da literatura. *Biblio 3w*, v. XIX, 2014. Disponível em: <<http://www.ub.edu/geocrit/b3w-1092.htm>>.

SILVA, R. B. M.; FRANCELINO, M. R.; MOURA, P. A.; MOURA, T. A.; PEREIRA, M. G.; OLIVEIRA, C. P. Relação Solo/Vegetação em ambiente de cerrado sobre influência do grupo Urucuaia.

SILVA, S. L. da; MORAES, M. V. A. R. Percepção ambiental e arborização urbana em Teresina, Piauí, *Revista Equador*, Teresina, v. 5, n. 3, p. 320–339, 2016.

SIRVINSKAS, L. P. Manual do Direito Ambiental. Saraiva: São Paulo, 2002.

SOUZA, M. L.; RODRIGUES, G. B. Planejamento urbano e ativismos sociais. São Paulo: UNESP, 2004.

TUBELIS, A. Meteorologia descritiva: fundamentos e aplicações brasileiras. Ed Nobel. São Paulo. 1984. pág. 300 a 339.

USGS - Geological Survey / Serviço de Levantamento Geológico Americano (2013). Aquisição de imagens orbitais digitais gratuitas do satélite Landsat-8. Acesso em 15 janeiro 2021. Disponível em <<http://landsat.usgs.gov>>.

VAREJÃO-SILVA, M. A. Meteorologia e Climatologia. Versão digital. Recife. PE. Brasil. 2005.

VIANELLO, R. L. e ALVES, R. A. Meteorologia Básica e Aplicações. Viçosa, UFV. Impr. Univ. 1991.

VILLAÇA, F. Uma contribuição para a história do planejamento urbano no Brasil. In O Processo de Urbanização no Brasil: falas e façanhas. São Paulo: Editora Universidade de São Paulo, p.171, 1999.