



UNIVERSIDADE FEDERAL DO AMAZONAS - UFAM
INSTITUTO DE FILOSOFIA, CIÊNCIAS HUMANAS E SOCIAIS - IFCHS
DEPARTAMENTO DE GEOGRAFIA – DEGEO
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM GEOGRAFIA - PPGG

ROSEANE RODRIGUES REIS

**A RELAÇÃO ENTRE O MODELO ZONA FRANCA EM MANAUS-AM E AS
QUESTÕES CLIMÁTICAS: PERÍODO DE 1958 A 2017.**

Manaus – AM

2019

ROSEANE RODRIGUES REIS

**A RELAÇÃO ENTRE O MODELO ZONA FRANCA E AS QUESTÕES
CLIMÁTICAS EM MANAUS-AM: PERÍODO DE 1958 A 2017.**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Geografia da Universidade Federal do Amazonas (UFAM), nível de Mestrado como requisito parcial para obtenção de título de Mestre.

Área de concentração: Domínios da natureza na Amazônia.

Orientador:

Prof. Dr. Antonio Fábio Sabbá Guimarães Vieira
Universidade Federal do Amazonas - UFAM

Manaus – AM

2019

Ficha Catalográfica

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

R375r Reis, Roseane Rodrigues
A relação entre o modelo Zona Franca em Manaus-AM e as
questões climáticas: período de 1958 a 2017 / Roseane Rodrigues
Reis. 2019
149 f.: il. color; 31 cm.

Orientador: Antonio Fábio Sabbá Guimarães Vieira
Dissertação (Mestrado em Geografia) - Universidade Federal do
Amazonas.

1. Manaus. 2. Precipitação. 3. temperatura. 4. tendência . I.
Vieira, Antonio Fábio Sabbá Guimarães II. Universidade Federal do
Amazonas III. Título



Poder Executivo

Ministério da Educação

Universidade Federal do Amazonas

IFCHS/DEGEO/Programa de Pós-Graduação em Geografia

Mestrado Conceito 4

Aprovado pela Resolução Nº 011 – CONSUNI de 11/07/2006

Reconhecido através da Portaria Nº 1.077- MEC, de 31 de agosto de 2012



PORTARIA Nº 013 / 2019

O COORDENADOR DO PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM GEOGRAFIA DO INSTITUTO DE CIÊNCIAS HUMANAS E LETRAS DA UNIVERSIDADE FEDERAL DO AMAZONAS, usando de suas atribuições estatutárias, e

CONSIDERANDO o documento oficializado junto à Coordenação do Programa de Pós-Graduação em Geografia, no que concerne à composição de Banca Examinadora de Defesa Pública de Mestrado,

CONSIDERANDO o que dispõe o Artigo 10 Resolução Nº 033/2014-CONSEPE, de 30 de setembro de 2014,

RESOLVE:

CONSTITUIR com os(as) doutores(as) abaixo nominados(as), a Banca Examinadora de Defesa Pública de Dissertação de Mestrado do(a) discente **ROSEANE RODRIGUES REIS**, do Programa de Pós-Graduação em Geografia, a qual ocorrerá no dia **05 de Agosto de 2019, às 14h00, na Sala de Audiovisual do Departamento de Geografia:**

Presidente:

- Professor Doutor ANTONIO FÁBIO SABBÁ GUIMARÃES VIEIRA
PPGEOG/UFAM

Membros Titulares:

- Prof. Dr. VALDIR SOARES DE ANDRADE FILHO
UEA/MANAUS
- Profa. Dra. NATACHA CINTIA REGINA ALEIXO
PPGEOG/UFAM

Membros Suplentes:

- Profa. Dra. NELIANE DE SOUSA ALVES
UEA/MANAUS
- Prof. Dr. JOÃO CÂNDIDO ANDRÉ DA SILVA NETO
PPGEOG/UFAM

Dê-se ciência e cumpra-se.

PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM GEOGRAFIA, em Manaus/AM, 10 de Julho de 2019




Prof. Dr. Ricardo José Batista Nogueira
Coordenador

AGRADECIMENTOS

O presente trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – Brasil (CAPES) – Código de Financiamento 001.

Agradeço primeiramente a Deus que foi minha fortaleza e meu refúgio em meio às tormentas que me cercaram durante este período e me deu forças para continuar.

Agradeço imensamente à minha mãe, Francisca Marta Rodrigues Reis, esse anjo enviado por Deus, que sempre me apoiou e enfrentou as dificuldades do meio acadêmico junto comigo para que eu pudesse prosseguir na realização dos meus objetivos, que me mostrou a força que tem a fé. Sei que agora ela está em um lugar melhor e que vou poder continuar contando com a sua força e coragem que agora vem do céu. Mãe, obrigada por todo amor e carinho, por me fazer ser quem sou hoje, fica com Deus.

Agradeço também ao meu pai, Clóves dos Santos Reis, que com toda a sua serenidade, sabedoria e sinceridade me deu e continua me dando apoio, consolo e conselhos quando me encontrei perdida, confusa e sem confiança, sem que eu precisasse pedir, porque os verdadeiros pais sabem quando os filhos necessitam de palavras de conforto e determinação. Pai, que Deus permita que eu o tenha ainda por muitos anos em minha vida.

Agradeço ao melhor orientador, o Prof. Dr. Antonio Fábio Sabbá G. Vieira, pela dedicação (profissional que ama o que faz e sempre dá o seu melhor), pelo apoio (sempre que precisei esteve presente), pelos conselhos (suas palavras de sabedoria sempre iluminaram e esclareceram as minhas dúvidas, angústias), pela compreensão (sempre buscou entender as intempéries que surgiram no meio do caminho e tentaram me desviar do foco), pela motivação (sempre me encorajou na realização dos meus objetivos) e por acreditar na minha capacidade desde 2015. Saiba que és admirável como profissional e como pessoa, verdadeira fonte de inspiração, de coragem e força para aqueles que o cercam, merece o melhor da vida.

Agradeço ao meu namorado, Neiwerthon Gonçalves, que foi testemunha direta de todas as minhas aflições, ansiedades, tristezas, expectativas, alegrias, enfim todos os sentimentos que florescem no decorrer desta jornada. Obrigada por toda a paciência, amor e amparo durante todo esse tempo, pelos conselhos, revisões e

formatações dos trabalhos até que chegasse nesta dissertação, por ser meu companheiro de batalhas, por ter sido o primeiro a acreditar que eu fosse capaz quando eu mesma duvidava. Que Deus te conceda a realização de todas as suas metas e objetivos.

Agradeço também às minhas irmãs, Lene Reis, Meire Reis e Neide Reis e à minha sobrinha Estephanny Reis, por transformar muitos momentos de tristezas em alegrias, por serem o meu abrigo nos momentos de tempestades, pelas conversas sinceras, pelos conselhos de vida, por serem pessoas iluminadas. Desejo-lhes toda a felicidade e que Deus continue abençoando as suas vidas e de suas famílias.

Agradeço a cada um dos meus familiares, os outros irmãos e sobrinhos que mesmo de longe e cada um do seu jeito torce por mim.

Agradeço à minha sogra Maria Gonçalves, meu sogro Edmilson Aires e à minha cunhada Larissa Aires, pelo acolhimento, carinho e apoio (em todos os sentidos) para que eu pudesse chegar até aqui. Fui poupada de passar por muito mais tribulações porque pude contar com os seus auxílios. Que Deus permita que tenham vida longa, que sejam felizes e que sejam retribuídos por toda a generosidade.

Agradeço aos meus amigos do Mestrado, Vanessa Cunha, Cirlene Santos, Roberto Epifânio, Thiago Neto, Anni Dario; do Latossolo, Sandréia Araújo, Janara e Ilbson pelos momentos de desconcentração que tornaram mais leve tamanha responsabilidade, pelas conversas esclarecedoras, pela troca de experiência em relação a tudo que se passa para concluir o trabalho e por sempre estarem na torcida.

Agradeço a todos os professores do Programa de Pós-Graduação em Geografia, que colaboraram na minha formação, no meu desenvolvimento profissional. Aos funcionários do PPGEOG, pela ajuda e esclarecimentos que se fizeram necessários, especialmente a Dona Graça e a Nilzelane.

Agradeço aos membros da banca, a Prof^a. Dr^a. Natacha Cintia Regina Aleixo e ao Prof. Dr. Valdir Soares de Andrade Filho pelas observações, conselhos e direcionamento para a finalização desta dissertação. São verdadeiras fontes de inspiração para os futuros estudiosos do clima.

Agradeço todos àqueles que de alguma forma contribuíram para esta dissertação.

Cada escolha, por menor que seja, é uma forma de semente que lançamos sobre o canteiro que somos. Um dia, tudo o que agora silenciosamente plantamos, ou deixamos plantar em nós, será plantação que poderá ser vista de longe... (Pe. Fábio de Melo)

RESUMO

O objetivo geral deste trabalho foi analisar a influência da Zona Franca e suas consequências sobre o clima de Manaus a partir das características dos elementos climáticos (precipitação pluvial e temperatura do ar) no período de 1958 a 2017. Foram coletados dados secundários de precipitação e temperatura do período de 1958 a 2017 do INMET/BDMEP, do Anuário Estatístico do IBGE de 1959 a 1961 e dissertação de Aguiar (1995); dados de população do IBGE de 1950 a 2010 e estimativa de 2017 e imagens de satélite do INPE de 1972 a 2017, os quais foram submetidos à análise temporal e estatística. Os resultados mostraram que os totais de precipitação anual tiveram muitas oscilações no decorrer na série de dados, onde foi possível observar anos em que os totais acumulados não chegaram a 2000 mm anuais e anos que os totais ultrapassaram os 3000 mm anuais. O teste de Mann-Kendall não identificou tendência significativa para os totais anuais e mensais. A análise de relação com a TSM do Pacífico apontou relação negativa moderada ($r = -0,58$), a relação com a expansão da área urbana apontou relação negativa moderada ($r = 0,46$), mas sem significância. O teste de Mann-Kendall apontou tendência negativa, ou seja, redução do número de dias de chuvas anuais no decorrer da série temporal ($Z = -2,39$). A análise de relação com a TSM identificou relação negativa fraca ($r = -0,37$) e com a expansão da área urbana, o coeficiente apontou relação negativa fraca ($r = -0,12$) sem significância. Os resultados mais significativos corresponderam às séries históricas de temperatura média compensada, média máxima e média mínima anual. O teste de Mann-Kendall apontou tendências positivas bastantes significativas tanto para as médias (compensadas, máximas e mínimas) anuais ($Z > 4,0$) quanto para as médias mensais ($Z > 2,0$), ou seja, aumento das temperaturas no decorrer dos 60 anos de dados. As análises de correlação com a TSM não identificaram relação significativa para nenhuma das temperaturas. Entretanto, as análises de correlação entre as temperaturas e a expansão da área urbana mostrou relação positiva forte com significância para temperatura média das máximas ($r = 0,83$). Recomenda-se o enfrentamento e a continuidade de estudos do clima cada vez mais aprofundados que consigam responder de forma mais precisa e consistente as questões atribuídas ao clima da região amazônica que ainda é bastante complexa.

Palavras-chave: Manaus – precipitação - temperatura.

ABSTRACT

The general objective of this work was to analyze the influence of the Free Zone and its consequences on Manaus climate from the characteristics of the climatic elements (rainfall and air temperature) from 1958 to 2017. Secondary precipitation and temperature data were collected. from 1958 to 2017 from INMET / BDMEP, from the IBGE Statistical Yearbook from 1959 to 1961 and dissertation from Aguiar (1995); IBGE population data from 1950 to 2010 and 2017 estimates and INPE satellite images from 1972 to 2017, which were submitted to temporal and statistical analysis. The results showed that the annual precipitation totals had many oscillations during the data series, where it was possible to observe years when the accumulated totals did not reach 2000 mm annual and years that the totals exceeded 3000 mm annual. The Mann-Kendall test did not identify significant trend for annual and monthly totals. The relationship analysis with the Pacific TSM indicated moderate negative relation ($r = -0,58$), the relation with the expansion of the urban area indicated moderate negative relation ($r = 0.46$), but without significance. The Mann-Kendall test showed a negative trend, ie a reduction in the number of annual rainy days over the time series ($Z = -2,39$). The relationship analysis with the TSM identified weak negative relation ($r = -0,37$) and with the expansion of the urban area, the coefficient pointed weak negative relation ($r = -0,12$) without significance. The most significant results corresponded to the historical series of average compensated temperature, maximum average and minimum annual average. The Mann-Kendall test showed quite significant positive trends for both the annual averages (compensated, maximum and minimum) ($Z > 4,0$) and the monthly averages ($Z > 2,0$), ie, increase in temperatures in the 60 years of data. Correlation analyzes with the TSM did not identify significant relationship for any of the temperatures. However, correlation analyzes between temperatures and urban sprawl showed a strong positive relationship with significance for mean maximum temperatures ($r = 0,83$). It is recommended to tackle and continue increasingly in-depth climate studies that can more accurately and consistently answer the issues attributed to the still quite complex climate of the Amazon region.

Keywords: Manaus – precipitation - temperature.

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	1
2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA.....	6
2.1. Estudos do clima na Amazônia.....	6
2.2. Sistemas Precipitantes da Região Amazônica.....	7
2.2.1. Alta da Bolívia.....	7
2.2.2. Zona de Convergência Intertropical - ZCIT	8
2.2.3. Linhas de instabilidade	9
2.2.4. Massa Equatorial Continental	11
2.2.5. Anomalias de TSM - Fenômenos El Niño e La Niña	13
2.2.6. Dipolo do Atlântico	15
2.2.7. Sistemas frontais na Amazônia.....	17
2.3. Estudos sobre caracterização climática no Brasil	18
2.4. Estudos sobre caracterização climática de Manaus.....	22
2.5. Caracterização urbana de Manaus	23
3. MATERIAIS E MÉTODOS	25
3.1. Coleta de dados	25
3.2. Análise temporal	25
3.3. Análise estatística.....	26
3.3.1. Preenchimento de falhas	26
3.3.2. Caracterização da precipitação pluvial e temperatura do ar.....	26
3.3.3. Temperatura da Superfície do Mar (TSM) – Oceano Pacífico.....	27
3.3.4. Análise de tendência - Teste de Mann-Kendall.....	27
3.3.5. Análise da evolução da população e área urbana de Manaus	29
3.3.6. Análises de correlações.....	30
3.4. Representação dos dados	31
4. ÁREA DE ESTUDO	32
4.1. Localização geográfica	32
4.2. Aspectos Fisiográficos	34
4.2.1. Geologia	34
4.2.2. Geomorfologia	36
4.2.3. Solo	38
4.2.4. Hidrografia	41

4.2.5. Vegetação	43
4.2.6. Clima	46
4.2.6.1. Classificação climática de Köppen.....	47
4.2.6.2. Classificação climática de Thornthwaite.....	48
5. RESULTADOS E DISCUSSÕES	49
5.1. Caracterização da precipitação no período de 1958 a 2017.	49
5.1.1. Caracterização da precipitação total acumulada.....	49
5.1.2. Distribuição de chuvas mensais durante as décadas.....	54
5.1.3. Número de dias de chuva média mensal por década	58
5.2. Caracterização da temperatura do ar no período de 1958 a 2017.	65
5.2.1. Temperatura média compensada anual por década.	65
5.2.2. Temperatura média compensada mensal por década	70
5.2.3. Caracterização das temperaturas do ar - médias das máximas e médias das médias das mínimas anuais	73
5.3. Tendências climáticas de Manaus e relações dos dados com TSMs a partir de 1958 a 2017	79
5.3.1. Tendências climáticas anuais de 1958 a 2017.....	79
5.3.2. Tendências climáticas mensais de 1958 a 2017 – Precipitações mensais..	80 82
5.3.3. Tendências climáticas mensais de 1958 a 2017 – Dias de chuva.....	82
5.3.4. Tendências climáticas mensais de 1958 a 2017 – Temperaturas médias...	83 85
5.3.5. Tendências climáticas mensais de 1958 a 2017 – Temperaturas médias das máximas	86
5.3.6. Tendências climáticas mensais de 1958 a 2017 – temperaturas médias das mínimas.....	89
5.4. Relação de dados climáticos de Manaus e temperaturas da superfície do mar de 1958 a 2017	92
5.4.1. Relação da precipitação e dias de chuva sob a influência da TSM.....	92
5.4.2. Relação da temperatura média, máxima e mínima anual sob a influência da TSM do Pacífico anual.....	93
5.5. Análise da evolução da população e expansão da área urbana de Manaus..	96
5.5.1. Relação entre as populações de Manaus de 1950 a 2017.....	96
5.5.2. Análise da evolução urbana de Manaus de 1972 a 2017	99
5.6. Relação entre dados climáticos e urbanos de Manaus de 1970 a 2017	104

5.6.1. Clima e evolução urbana de Manaus.....	104
6. CONSIDERAÇÕES FINAIS	107
7. REFERENCIA BIBLIOGRÁFICA	110
ANEXOS	117

LISTA DE SIGLAS E ABREVIATURAS

AB - Alta da Bolívia

BDMEP - Banco de Dados Meteorológicos para Ensino e Pesquisa

COMPERJ - Complexo Petroquímico do Rio de Janeiro

Cwa – clima temperado húmido com Inverno seco e Verão quente

Cwb - clima temperado húmido com Inverno seco e Verão temperado

DI – Descontinuidade Tropical

DIT - Descontinuidade Intertropical

EM – Equador Meteorológico

EMBRAPA - Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária

ENOS - El Nino-Oscilação Sul

FIT – Frente Intertropical

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística.

INMET – Instituto Nacional de Meteorologia

ITU - Índice de Temperatura e Umidade

LI – Linha de Instabilidade

LIC - Linha de Instabilidade Costeira

LIP - Linha de Instabilidade que se propaga

mEa - massa Equatorial atlântica

mEc - massa Equatorial continental

MK – Mann-Kendall

MMA – Ministério do Meio Ambiente

mTa - massa Tropical atlântica

mTc - massa Tropical continental

mTm – massa tropical marítima

mTp - massa Tropical polar

NOAA - National Oceanic and Atmospheric Administration

RADAM – Projeto Radar do Brasil

SIRGAS - Sistema de Referencia Geocêntrico para as Américas

SUFRAMA - Superintendência da Zona Franca de Manaus

TCA – Taxa de Crescimento da Área

TCP – Taxa de Crescimento da População

TSM – Temperatura da Superfície do Mar

TSP - Temperatura da Superfície do mar do Pacífico

USEPA - United States Environmental Protection Agency

ZCA – Zona de Confluência dos Alísios

ZCAS – Zona de Convergência do Atlântico Sul

ZCIT - Zona de Convergência Intertropical

ZFM - Zona Franca de Manaus

ZIC – Zona Intertropical de Convergência

LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Localização da cidade de Manaus.	33
Figura 2: Formações geológicas de Manaus e entorno.	35
Figura 3: Geomorfologia de Manaus e entorno.	37
Figura 4: Classificação geomorfológica de Manaus.	38
Figura 5: Mapa de solos de Manaus e entorno.	40
Figura 6: Rio Negro e Solimões ao entorno de Manaus - AM.....	42
Figura 7: Mapa hidrológico da cidade de Manaus.	43
Figura 8: Mapa de vegetação de Manaus e entorno	45
Figura 9: Classificação climática IBGE.....	47
Figura 10: Classificação climática de Köppen.	48
Figura 11: Precipitação total anual - 1958 a 1967	49
Figura 12: Precipitação total anual – 1968 a 1977	50
Figura 13: Precipitação total anual - 1978 a 1987	50
Figura 14: Precipitação total anual – 1988 a 1997	51
Figura 15: Precipitação total anual – 1998 a 2007	51
Figura 16: Precipitação total anual – 2008 a 2017	52
Figura 17: Precipitação total anual – 1958 a 2017	53
Figura 18: Distribuição mensal da chuva – 1958 a 1967	54
Figura 19: Distribuição mensal da chuva – 1968 a 1977	55
Figura 20: Distribuição mensal da chuva – 1978 a 1987	55
Figura 21: Distribuição mensal da chuva – 1988 a 1997	56
Figura 22: Distribuição mensal da chuva – 1998 a 2007	57
Figura 23: Distribuição mensal da chuva – 2008 a 2017	57
Figura 24: Média de dias de chuva do mês de janeiro	58
Figura 25: Média de dias de chuva do mês de fevereiro	58
Figura 26: Média de Dias de chuva do Mês de Março.....	59
Figura 27: Dias de chuva do mês de abril	59
Figura 28: Dias de chuva do mês de maio	60
Figura 29: Dias de chuva do mês de junho	60
Figura 30: Dias de chuva do mês de julho	61
Figura 31: Dias de chuva do mês de agosto	61
Figura 32: Dias de chuva do mês de setembro	62

Figura 33: Dias de chuva do mês de outubro	62
Figura 34: Dias de chuva do mês de novembro	63
Figura 35: Dias de chuva do mês de dezembro	63
Figura 36: Dias com chuvas anuais de 1958 a 2017	64
Figura 37: Temperatura média compensada – 1958 a 1967	65
Figura 38: Temperatura média compensada – 1968 a 1977	66
Figura 39: Temperatura média compensada – 1978 a 1987	66
Figura 40: Temperatura média compensada – 1988 a 1997	67
Figura 41: Temperatura média compensada – 1998 a 2007	67
Figura 42: Temperatura média compensada – 2008 a 2017	68
Figura 43: Temperatura média compensada – média anual -1958 a 2017	69
Figura 44: Temperatura média compensada mensal - 1958 a 1967.....	70
Figura 45: Temperatura média compensada mensal - 1968 – 1977.....	70
Figura 46: Temperatura média compensada mensal - 1978 – 1987.....	71
Figura 47: Temperatura média compensada mensal - 1988 – 1997.....	71
Figura 48: Temperatura média compensada mensal - 1998 – 2007.....	72
Figura 49: Temperatura média compensada mensal - 2008 – 2017.....	72
Figura 50: Temperatura máxima x temperatura mínima - 1958 a 1967	73
Figura 51: Temperatura máxima x temperatura mínima - 1968 a 1977.....	74
Figura 52: Temperatura máxima x temperatura mínima - 1978 a 1987.....	74
Figura 53: Temperatura máxima x temperatura mínima - 1988 a 1997	75
Figura 54: Temperatura máxima x temperatura mínima - 1998 a 2007	76
Figura 55: Temperatura máxima x temperatura mínima - 2008 a 2017	76
Figura 56: Temperatura média das mínimas - 1958 a 2017	77
Figura 57: Temperatura média das mínimas - 1958 a 2017	78
Figura 58: Tendências climáticas – Teste de Mann-Kendall – 1958 a 2017	79
Figura 59: Tendências das precipitações mensais – janeiro a junho -1958 a 2017 ..	80
Figura 60: Tendências das precipitações – julho a dezembro - 1958 a 2017	81
Figura 61: Tendências do número de dias de chuva – 1958 a 2017	82
Figura 62: Tendências das temperaturas médias – janeiro a abril - 1958 a 2017.....	83
Figura 63: Tendências das temperaturas médias – maio a agosto - 1958 a 2017....	84
Figura 64: Tendências das temperaturas médias - setembro a dezembro - 1958 a 2017	85

Figura 65: Tendências das temperaturas médias das máximas – janeiro a abril - 1958 a 2017	86
Figura 66: Tendências das temperaturas médias das máximas – maio a agosto de 1958 a 2017	87
Figura 67: Tendências das temperaturas médias das máximas – setembro a dezembro de 1958 a 2017	88
Figura 68: Tendências das temperaturas médias das mínimas – janeiro a abril de 1958 a 2017	89
Figura 69: Tendências das temperaturas médias das mínimas – maio a agosto de 1958 a 2017	90
Figura 70: Tendências das temperaturas médias das mínimas – setembro a dezembro de 1958 a 2017	91
Figura 71: Correlação entre precipitação e TSM – 1958 a 2017	92
Figura 72: Correlação entre totais de dias de chuva e TSM – 1958 a 2017	93
Figura 73: Correlação entre temperaturas médias compensadas TSM – 1958 a 2017	94
Figura 74: Correlação entre temperaturas médias máximas e TSM – 1958 a 2017	95
Figura 75: Correlação de temperaturas médias mínimas versus TSM – 1958 a 2017	96
Figura 76: Relação entre população total, urbana e rural – 1950 a 2017	97
Figura 77: População total e taxa de crescimento da população urbana de Manaus – 1950 a 2010	98
Figura 78: Grau de urbanização de Manaus – 1950 a 2010	99
Figura 79: Mapas da evolução da área urbana de Manaus – 1972 e 1980	100
Figura 80: Mapas da evolução da área urbana de Manaus – 1990 e 2000	101
Fonte: INPE, 2018.	Elaborado por: Roseane Reis, 2019. 101
Figura 81: Mapas da evolução da área urbana de Manaus – 2010 e 2017	102
Figura 82: Taxa de crescimento da população x Taxa de crescimento da área urbana de Manaus – 1970 a 2010	103
Figura 83: Correlação entre precipitação e dias de chuva versus expansão da área urbana de Manaus – 1970 a 2017	105
Figura 84: Correlação entre temperatura média, máxima e mínima versus expansão da área urbana de Manaus – 1970 a 2017	106

LISTA DE TABELAS

Tabela 1: Resultados do Teste de Mann- Kendall	80
Tabela 2: Resultados do Teste de Mann – janeiro a junho.....	81
Tabela 3: Resultados do teste de Mann-Kendall – setembro – dezembro.....	82
Tabela 4: Resultados do teste de MK – Dias de chuva – 1958 - 2017	82
Tabela 5: Resultados do teste de MK – Média compensada – janeiro a abril.....	83
Tabela 6: Resultados do teste de MK – média compensada – maio a agosto.....	84
Tabela 7: Resultados do teste de MK – Temperatura compensada – setembro a dezembro – 1958 a 2017	85
Tabela 8: Resultados do teste de MK - média das máximas - janeiro a abril.....	86
Tabela 9: Resultados do teste de MK – média das máximas – maio a agosto	87
Tabela 10: Resultados do teste MK – média das máximas – setembro a dezembro	88
Tabela 11: Resultados do teste de MK – média das mínimas – janeiro a abril.....	89
Tabela 12: Resultados do teste de MK – médias das mínimas – maio a agosto	90
Tabela 13: Resultados do teste de MK – média das mínimas – setembro a dezembro	91
Tabela 14: Resultados dos cálculos de correlação – Precipitação total X TSM.....	92
Tabela 15: Resultados dos cálculos de correlação – Dias de chuva X TSM	93
Tabela 16: Resultados dos cálculos de correlação – Média Compensada X TSM ...	94
Tabela 17: Resultados dos cálculos de correlação – Médias Máximas X TSM	95
Tabela 18: Resultados dos cálculos de correlação – Médias Mínimas X TSM	96
Tabela 19: Cálculos de área e taxa de crescimento urbano (%)	103

1. INTRODUÇÃO

Há vários anos os estudos sobre o clima têm crescido e chamado atenção de todo o mundo, tendo em vista as discussões geradas em torno das mudanças climáticas e que tem afetado a política, a educação e a economia mundial. As ideias sobre uma possível alteração no clima do planeta têm muito preocupado os governantes dos países e chamado a atenção dos estudiosos do assunto.

Dessa forma, o estudo do clima vem sendo cada vez mais discutido nos trabalhos científicos e no Brasil vem aumentando cada vez mais os trabalhos relacionados com este assunto, principalmente por ser um país que apresenta heterogeneidade nesse aspecto.

A região amazônica é um dos lugares em que as pesquisas sobre o clima têm abordado a preocupação a respeito com o clima com viés nas mudanças climáticas (KOOUSKY e MOLION, 1985), (KOUSKY e KAGANO, 1981), (MOLION, 1987), (COHEN, 1989), (FISCH et al, 1998), (NOBRE et al., 2009). A convecção na região Amazônica é um importante mecanismo de aquecimento da atmosfera tropical e suas variações, em termos de intensidade e posição, possui um papel importante na determinação do tempo e clima desta região (FISCH et al., 1998).

O clima atual da região amazônica é uma combinação de vários fatores, sendo que o mais importante é a disponibilidade de energia solar, através do balanço de energia. (Fisch et al., 1998). Segundo Fisch et al. (1998), o desmatamento devido às atividades humanas na Amazônia aumentou rapidamente nas últimas décadas e há evidências de que esse desmatamento afetou as características da baixa atmosfera.

Os Estados do Amazonas, Acre, Rondônia e Roraima formam a chamada Amazônia Ocidental, ocupando uma área de 2,2 milhões de km², porém somente o Amazonas representa mais da metade dessa área. Até meados dos anos 60, essa região estava marginalizada do processo de industrialização da economia brasileira. A industrialização do Estado do Amazonas encontrava obstáculos no tamanho do mercado local e no seu afastamento dos grandes centros consumidores (Maciel et al. 2003).

Em 28 de fevereiro de 1967 foi implantada a Zona Franca em Manaus, uma área de livre comércio de importação e exportação e de incentivos fiscais especiais, com a finalidade de criar no interior da Amazônia, um centro industrial, comercial e agropecuário dotado de condições econômicas que permitam seu desenvolvimento, em face dos fatores locais e da grande distância que se encontram os centros consumidores de seus produtos (SUFRAMA, 2008)

Dentre as várias consequências emergentes que este modelo trouxe para, principalmente, a cidade de Manaus, sendo esta, o local de fixação das empresas do polo industrial, foi o seu crescimento populacional vertiginoso, devido à expansão da demanda de emprego, que fez com que muitos moradores do interior do Estado e de Estados vizinhos vissem nesta, boas oportunidades de melhoria de vida.

Trindade Júnior (2010) discutindo sobre as “cidades na floresta” ressalta que na Amazônia Ocidental, por exemplo, que tem em Manaus a principal expressão do processo de urbanização, a metrópole cresce mais que a região. Isso em decorrência especialmente da implantação do polo industrial de Manaus, que favoreceu a concentração econômica e demográfica. Nesse caso em particular, a urbanização do território, entendido como a difusão dos nexos da modernização do espaço, não acompanha com a mesma intensidade a urbanização da sociedade, marcada pela difusão do modo de vida urbano, que se faz mais presente em toda a região.

Se a oferta de empregos e o aumento da arrecadação foram consequências positivas para a região, por outro lado, quanto à condição social, houve certo tipo de degradação, pois a massa urbana aí constituída torna-se objeto das medidas do capital e do Estado (Nascimento, 2004).

Para Prates e Bacha (2010) o desenvolvimento das economias – tanto em países tropicais quanto em países localizados em regiões subtropicais ou até mesmo próximas ao círculo polar, como o Canadá e a Finlândia – implica, necessariamente, certo grau de desmatamento. E justamente nos países tropicais, os quais se encontram em vias de desenvolvimento e onde existem as maiores áreas florestais nativas, é que o desmatamento vem se acentuando. Sobre isso estes autores abordam que:

O desenvolvimento da região amazônica não é recente. Mas é a partir da década de 1960 que ele se acelerou. A afluência de pessoas e de capitais, associada à construção de eixos rodoviários, transformou a paisagem de grandes parcelas da região por meio da retirada da cobertura vegetal, seguida da implantação de atividades agropecuárias e da construção de cidades, por exemplo, (p.166).

Prates e Bacha (2011) ressaltam ainda que o modelo de desenvolvimento da Amazônia implica sua transformação, ou seja, a manutenção das características naturais e o desenvolvimento são elementos dissociativos, no qual este último compete e se sobrepõe àquele. Ainda sobre o desmatamento da Amazônia, Arraes et al. (2012) abordam que:

Desde o início da década de 70, altas taxas de desmatamento vêm sendo observadas na Amazônia. Em 1995, a taxa de desmatamento atingiu seu maior nível e, após esse ano, a taxa vem apresentando diferentes oscilações decorrentes de diversas causas, tais como incêndios, comércio de madeiras, expansão de atividade agropecuária, aumento da densidade populacional e incentivos fiscais. Ainda como extensão da consequência, a degradação contribui para a perda de biodiversidade, redução da ciclagem de água e para o aquecimento global, principalmente através das queimadas, ao emitir gases que contribuem para acelerar o processo do efeito estufa (p.120).

Desse modo, com o aumento da densidade demográfica, que ocasionou em uma pressão sobre a infraestrutura de Manaus, ocorreram várias transformações de forma acelerada em seu espaço, e que de certa forma podem ter contribuído para as alterações de temperatura e chuva desta cidade, dentre outros estão: os desmatamentos para fixação tanto das empresas do polo, como para a moradia da população advinda de outros lugares, sabendo-se que este processo fora antecedido pelas queimadas; a retirada de cobertura vegetal para dar lugar às vias (ruas, estradas de acesso) posteriormente pavimentadas o que muda a dinâmica do escoamento das chuvas, bem como altera a temperatura, visto que a vegetação tem papel fundamental no conforto térmico das cidades; enfim, o verde dando lugar ao cinza.

A mudança na cobertura do solo resulta em menos sombra e umidade, o que tem como consequência uma menor possibilidade de manter as áreas urbanas a uma temperatura mais baixa. As áreas construídas perdem menos água por evapotranspiração do que as áreas com vegetação, o que contribui para o aumento das temperaturas das superfícies e do ar no meio urbano (USEPA, 2008).

Segundo Sousa e Ferreira (2012), um dos impactos ambientais urbanos que pode ser considerado no processo de conversão de uso e ocupação é a mudança no campo térmico por meio da substituição de coberturas superficiais naturais e apropriação destes espaços para atividades antrópicas. Substituição essa que implica em elevação de temperatura, causando desde simples desconforto térmico até fenômenos mais robustos como os registrados em grandes cidades, chamados de ilha de calor. Esse fenômeno acontece também em cidades de pequeno e médio porte.

O clima das cidades tem relação tanto passiva quanto ativa com a sociedade, passiva porque as intervenções (desmatamento, construções e outros) que o homem realiza no meio atingem, modela e modifica direta e indiretamente a atmosfera da cidade, tornando-a ativa ao passo que sofremos as consequências dessas mudanças no meio, como as ilhas de calor, o aumento da temperatura média ou ainda os eventos de grandes precipitações que acometem vários incidentes urbanos (deslizamento e alagações).

Em Manaus, área de estudo desta pesquisa, por exemplo, os trabalhos referentes ao clima passaram a ser relevante, somente nas duas últimas décadas, e ainda assim, de forma meticulosa devido à falta de dados suficientes para a execução das análises. O Instituto Nacional de Meteorologia (INMET) possui apenas uma estação automática na capital do Amazonas, possuindo agora dados de pouco mais de 50 anos. Sendo assim, esta pesquisa vem colaborar para o aumento e incentivo de trabalhos referentes ao clima de Manaus.

Dessa forma, é indispensável compreender a influência desses processos para o clima de Manaus, a fim de fornecer dados e análises dos elementos meteorológicos para melhor compará-los ao longo dos anos e tentar verificar se realmente o desenvolvimento industrial que se deu em Manaus trouxe algum impacto sobre o clima da cidade.

Para desenvolver essa análise, algumas perguntas norteadoras foram necessárias: Quais as características dos elementos meteorológicos: temperatura e precipitação no período de 1958 a 2017 na cidade de Manaus? É possível perceber alguma diferença (chuva e temperatura) no período que antecede à instalação da

Zona Franca e Distrito Industrial a partir de 1967 e ao longo dos anos seguintes? Com o cenário atual é possível fazer algum tipo de previsão para os próximos anos?

Logo, o objetivo geral deste trabalho foi analisar a influência da Zona Franca e suas consequências sobre o clima de Manaus a partir das características dos elementos climáticos (precipitação pluvial e temperatura do ar) no período de 1958 a 2017. Cujos objetivos específicos foram: 1) Caracterizar a variabilidade da precipitação pluvial e temperatura do ar ao longo dos anos estabelecidos; 2) Mensurar a evolução da área e população urbana de Manaus dentro do período estipulado; 3) Comparar os dados de pluviometria e temperatura nos períodos estipulados com as taxas de expansão da cidade e crescimento urbano; 4) Verificar possíveis tendências nos elementos climáticos durante o período determinado.

2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

2.1. Estudos do clima na Amazônia

O estudo do clima da região amazônica tem sido realizado por vários estudiosos e com o passar do tempo novas descobertas vem aparecendo, mas também várias dúvidas vêm surgindo, visto a complexidade existente na dinâmica que o compõe.

Molion (1987), discutindo a configuração da circulação da troposfera e sua relação com a precipitação sobre a bacia amazônica conclui que o tempo sobre a bacia é afetada por um aspecto de fenômenos meteorológicos, que variam desde a circulação de grande escala (Alta da Bolívia) até sistemas convectivos de mesoescala (linhas de instabilidades associadas à brisa marítima). Podem possivelmente explicar a série alternada de máximos e mínimos de totais anuais de precipitação de leste para oeste ao longo do rio Amazonas.

De acordo com Chen (1985), a precipitação sobre a região tropical da América do Sul não é mantida somente pela evapotranspiração local, mas também pela convergência do fluxo de vapor de água atmosférico de grande escala, controlada pela circulação atmosférica tropical (CHEN, 1985).

Para Oliveira (1986), a região amazônica atua como uma intensa fonte de calor para a atmosfera. Ela possui características muito particulares: é delimitada no lado oeste pela Cordilheira dos Andes que atua como barreira natural ao escoamento predominante dos Alísios nos baixos níveis, além de possuir a maior bacia de drenagem do mundo e a maior floresta tropical, fatores estes que contribuem para uma grande taxa de evapotranspiração na região e, conseqüentemente, grande precipitação.

Molion (1987), se referindo a umas das principais preocupações com as mudanças climáticas menciona o papel do homem em transformar inadvertidamente a superfície de grandes áreas continentais através da remoção da vegetação natural. Considerando que na Amazônia a fonte local de umidade para o processo de precipitação é da mesma magnitude que a umidade advectada, a redução da evaporação mudaria o ciclo hidrológico reduzindo, provavelmente, a precipitação.

Para Adams et al. (2009), o fenômeno da convecção atmosférica domina as condições de tempo e clima da Amazônia. A convecção rasa (não precipitante, seguindo a divisão tradicional de parametrizações convectivas) e a convecção profunda (precipitante) estão entre os principais componentes do balanço de energia local. Além disso, a convecção precipitante é essencial no ramo atmosférico do ciclo hidrológico, influencia a dinâmica tropical de grande escala e exerce um papel fundamental no balanço de energia da circulação geral do planeta.

Segundo os mesmos autores, a Bacia Amazônica tem se mostrado uma região particularmente desafiadora para teste de parametrizações convectivas, uma vez que experimentam uma ampla gama de regimes convectivos e interações complexas entre a superfície e a atmosfera.

2.2. Sistemas Precipitantes da Região Amazônica

2.2.1. Alta da Bolívia

O clima da Amazônia é resultado da influência de vários sistemas climáticos, sejam de pequena, média ou grandes escalas. Kousky e Molion (1985) em seu estudo conclui que, a variação sazonal das chuvas sobre o Amazonas parece estar relacionada à posição e intensidade de um sistema de alta pressão localizado na troposfera superior (200 mb).

Segundo Kousky e Molion (1985), um dos fatores para essa dinâmica climática que corresponde à configuração geral da precipitação sobre a bacia amazônica se deve um sistema de alta pressão localizada nos níveis superiores da troposfera, cujo centro geralmente se forma sobre Bolívia no verão, a Alta da Bolívia (grande escala).

A circulação termicamente forçada sobre a região aquecida induz convergência de ar e baixa pressão atmosférica nos baixos níveis e divergência de ar e alta pressão nos altos níveis (Alta da Bolívia) (MOLION, 1987).

Segundo Fisch et al. (1998), este anticiclone foi denominado de Alta da Bolívia (AB), pois se situa sobre a região do altiplano boliviano. Durante a época de inverno, ocorre a desintensificação da AB, com o seu completo desaparecimento. A localização geográfica da AB possui variação intra-sazonal e interanual, associada à convecção na Amazônia.

Segundo Mascarenhas Junior (2009), quando a Alta se enfraquece e se movimenta para o norte do continente no período de inverno, os setores sul e leste da Região Amazônica experimentam períodos de redução na precipitação (convencionado de seca). Quando o sistema volta para sua posição média de verão, o período seco vai se terminando desde o Brasil central até o leste Amazônico.

2.2.2. Zona de Convergência Intertropical - ZCIT

A ZCIT é um dos mais importantes sistemas atuantes nos trópicos, está localizada no ramo ascendente da célula de Hadley, onde atua no sentido de transferir calor e umidade dos baixos níveis para as médias e altas latitudes e é considerado o principal responsável pela precipitação nos trópicos.

Segundo Ayoade (1996), a ZCIT/DIT é característica bastante permanente dos trópicos, cuja posição é assinalada por uma ou mais faixas de nuvens nas fotografias de satélites, embora às vezes a nebulosidade por estar ausente. A estrutura e as características da ZCIT/DIT variam de região para região, dependendo de fatores tais como a topografia e a distribuição das superfícies terrestres e marítimas, entre outros.

A Zona de Convergência Intertropical (ZCIT) forma-se na área de baixas latitudes, onde o encontro dos ventos alísios provenientes de sudeste com os de nordeste cria uma ascendência das massas de ar, que são normalmente úmidas. Essa zona limita a circulação atmosférica entre o hemisfério Norte e o hemisfério Sul, sendo também chamada de Equador Meteorológico (EM), Descontinuidade Tropical (DI), Zona Intertropical de Convergência (ZIC) e Frente Intertropical (FIT), entre outros. (MENDONÇA E DANNI-OLIVEIRA, 2007).

A ZCIT (Zona de Convergência Intertropical) é formada pela confluência dos ventos alísios do Hemisfério Norte e os ventos alísios do Hemisfério Sul. É responsável pelas precipitações sobre as áreas costeiras da Amazônia e do NE brasileiro. (MOLION, 1987).

Segundo Uvo (1989), na região da ZCIT há a interação entre vários sistemas tais como a Zona de Confluência dos Alísios de SE e de NE (ZCA), o Cavado Equatorial, a zona de máxima Temperatura da Superfície do Mar (TSM) de máxima

convergência e a banda de máxima cobertura de nuvens convectivas, todos interagindo sobre a faixa equatorial dos oceanos.

Este sistema (ZCIT) faz parte da circulação geral da atmosfera pode ser influenciado pelos fenômenos de anomalia de TSM (temperatura da superfície do mar) denominados como El Niño e La Niña, a qual o primeiro corresponde ao aquecimento acima da média das águas do Pacífico Tropical e a segunda corresponde ao esfriamento abaixo da média das águas do mesmo oceano.

Molion (1987) identificou que as zonas de convergência persistentes na região amazônica têm participação parcial quanto à variabilidade da configuração de precipitação.

Para Fisch et al. (1998), a região Amazônica possui uma precipitação média de aproximadamente 2300 mm.ano⁻¹, embora tenham regiões (na fronteira entre Brasil e Colômbia e Venezuela) em que o total anual atinge 3500 mm. Estes valores de precipitação elevada próximo à Cordilheira dos Andes devem-se à ascensão orográfica da umidade transportada pelos ventos alísios de leste da Zona de Convergência Intertropical (ZCIT).

Do ponto de vista dinâmico, é uma extensa região de convergência de escoamentos em baixos níveis dos dois hemisférios, associada a baixas pressões e divergência de fluxos em altos níveis, tornando-se a principal fonte de precipitação nos trópicos. (OBREGÓN, 2013)

Borma e Nobre (2013), em sua obra Secas na Amazônia: causas e consequências identificaram que nas secas durante anos de El Niño (1982/83, 1991/92, 1994/95 e 1997/98) houve fortes anomalias negativas registradas na região da Zona de Convergência Intertropical (ZCIT) em 1982/83. Já em 1992, nos campos globais de precipitação, notou-se um deslocamento da ZCIT do Atlântico para o norte e nordeste do Brasil até o Atlântico Equatorial.

2.2.3. Linhas de instabilidade

Para Kousky (1980), as linhas de Instabilidades (LI's) na região da costa norte do Brasil são associadas ao aquecimento solar e se formam no ramo ascendente da circulação de brisa, sendo por isso chamadas de costeiras. A linha de Instabilidade

(LI) consiste em uma banda de nebulosidade organizada linearmente que contém regiões de convecção profunda. A banda de nebulosidade pode ou não ser contínua.

Segundo Gamache e Houze Jr. (1982), a linha de instabilidade tropical é parte de uma perturbação de mesoescala de precipitação, a qual nos referimos como o “sistema de rajadas”. A linha de instabilidade é a taxa de parcela principal dos sistemas de rajadas e consiste em elementos de nuvem cumulonimbus e apresenta na sua retaguarda uma nuvem do tipo bigorna que em geral possui bastante precipitação.

Conforme Molion (1987), entre os mecanismos que provocam as chuvas na Amazônia estão as linhas de instabilidade, são sistemas meteorológicos de mesoescalas, que se formam a partir de células convectivas que normalmente começam durante as horas da manhã, caso não haja forçante de escala maior. Estas células sofrem um processo de seleção através do qual, algumas crescem formando aglomerados ou linhas, enquanto as menores são dissipadas. A formação de uma linha ou aglomerado depende do escoamento troposférico médio. Com um campo médio moderado, as novas células convectivas formam-se à jusante da célula original.

Ainda segundo este autor, as correntes descendentes da célula original funcionam como um minissistema frontal levantando, assim, o ar quente e úmido à sua frente. Estas novas células formam uma linha arqueada. Essas linhas podem se propagar com velocidades de cerca de 10° de longitude por dia e podem atingir comprimentos superiores a 1000 Km. E sua organização está associada às brisas marítimas que afetam as costa norte e perturbações no campo dos ventos alísios.

Segundo Cohen (1989), as LI's constituem um dos sistemas atmosféricos importantes no transporte de calor para a alta troposfera, pois cada LI é constituída de vários cúmulos profundos. Em seu trabalho, as linhas formam-se ao longo da costa norte-nordeste da América do Sul, desde a Guiana até o estado do Maranhão. E tanto as linhas de cúmulos-nimbos que se propagam que classificou de “Linha de Instabilidade que se propaga (LIP)” como as que não se propagam denominada “Linha de Instabilidade Costeira (LIC)”, ou seja, que se formam e se dissipam na costa, sem propagar continente adentro, estão associadas à circulação de brisa marítima junto à costa.

Ainda segunda a mesma autora, o deslocamento das LI's na Amazônia variou de 440 e 3000 km respectivamente (mínimo e máximo observados). A maioria das linhas de instabilidade estudadas por Cohen mostraram comprimentos entre 700 e 1900 km, enquanto que a largura estava entre 100 e 220 km. Já as dimensões médias das LI's na Amazônia foram da ordem de 1400 km de comprimento e 170 km de largura.

Em seu estudo, Cohen (1995), identifica que as linhas de instabilidade são um complexo sistema caracterizado: a) pela escala de nuvens até a mesoescala, pela magnitude e espessura do jato de baixos níveis; e b) na grande escala, pela propagação de ondas de leste no Atlântico a presença de fontes tropicais de calor no oeste da Amazônia.

Conforme Fisch et al. (1998), a alta precipitação na região costeira (no litoral do Pará ao Amapá) e sem período de seca definido, são influencias das linhas de instabilidade que se formam ao longo da costa litorânea durante o período da tarde e que são forçadas pela brisa marítima.

Cohen (2000) sugere que as linhas de instabilidade ocorridas durante seu experimento tiveram a velocidade média de propagação e tempo de vida positivamente correlacionada, ou seja, quanto maior a velocidade de propagação, maior o tempo de vida das linhas de instabilidade. A velocidade média de deslocamento identificada foi de 236 Km, a largura variou de entre 55 e 222 km.

2.2.4. Massa Equatorial Continental

As massas de ar são importantes agentes do mecanismo climático, carregam consigo as características térmicas, de pressão e de umidade da região em que se originam, sendo classificada ou denominada, inclusive de acordo com esta. Sendo assim, podem ser de origem polares (P), tropicais (T), equatoriais (E). E devido às condições de latitudes, por sua vez, podem ser classificadas como continental (c), geralmente secas ou marítima (m), geralmente úmidas.

Para Ayoade (1996), as massas de ar são muito importantes no estudo do tempo e do clima porque influenciam diretamente na área na qual predominam. As características meteorológicas de uma massa de ar dependem de suas características térmicas e hídricas e da distribuição vertical desses elementos. A

taxa de queda térmica determinará a estabilidade ou não da massa, enquanto o conteúdo de umidade indica a capacidade potencial da massa de ar para produzir precipitação.

Segundo Mendonça e Danni-Oliveira (2007), a conceituação de uma massa de ar é geralmente imprecisa devido, em particular, à dificuldade de esse conceber a atmosfera dividida em espaços independentes. Uma, mais simples, define a massa de ar como uma unidade aerológica, ou seja, uma porção da atmosfera, de extensão considerável, com características térmicas e higrométricas homogêneas.

Ainda de acordo com esse autor, a formação de uma massa de ar requer três condições básicas: superfícies com considerável planura e extensão, baixa de latitude e homogeneidade quanto às características superficiais. Assim, ela somente se forma sobre os oceanos, mares e planícies continentais.

Para Torre e Machado (2011) uma massa de ar pode ser descrita como uma porção individualizada da atmosfera quanto às suas características ou qualidades. Abrange uma grande extensão horizontal e apresenta espessura bem desenvolvida, homogeneidade horizontal de suas propriedades físicas, principalmente, temperatura e umidade, e pequena ou mesmo nenhuma variação dessas propriedades no sentido vertical.

De acordo com Silva et al. (2011) as massas de ar são definidas como um grande volume de ar, de grande espessura, que apresenta características horizontais similares da temperatura e da umidade. Ocupam um vasto volume de ar, cobrindo centenas de quilômetros quadrados e surgem em consequência da circulação geral da atmosfera.

No Brasil, as massas de ar atuantes são: a massa Equatorial atlântica (mEa), a massa Equatorial continental (mEc), a massa tropical marítima (mTm), a massa Tropical polar (mTp), a massa Tropical atlântica (mTa), massa Tropical continental (mTc) e ainda a frente polar.

Na Amazônia, a massa de ar atuante é a Massa Equatorial Continental (mEc), caracterizada como quente e úmida e possui baixa pressão em seu interior, com centro de origem na parte ocidental da Amazônia, predominante na porção noroeste da Amazônia durante quase todo o ano.

Segundo Silva et al. (2011), é uma massa quente e instável originada na Amazônia Ocidental, que atua sobre todas as regiões do país. Apesar de continental é uma massa úmida, em razão da presença de rios caudalosos e da intensa transpiração da massa vegetal da Amazônia, região em que provoca chuvas abundantes e quase diárias, principalmente no verão e no outono. No verão, avança para o interior do país provocando as “chuvas de verão”.

A massa de ar equatorial continental é causada, basicamente, pela baixa pressão da região amazônica, ou seja, forma-se sobre o continente aquecido, onde dominam as calmarias e os ventos fracos, sobretudo no verão. Nessa época, o continente é um centro quente para o qual convergem os ventos oceânicos (inclusive os alísios) tornando elevada a umidade relativa do ar e resultando como característica a formação de grandes Cumulonimbos e precipitações abundantes (TORRES e MACHADO, 2011).

2.2.5. Anomalias de TSM - Fenômenos El Niño e La Niña

Os estudos sobre as anomalias de TSM começaram a surgir através das pesquisas de Gilbert Walker que identificou através de observações a existência de uma diferença de pressão nas regiões do Tahiti e de Darwin localizado na Austrália. Assim, identificou que havia dois centros de ações: um sobre o Pacífico Tropical Oeste e outro sobre o Pacífico Tropical Sudeste, que apesar de estarem distantes, suas oscilações eram coincidênciais, sugerindo um mecanismo em forma de gangorra, que denominou de Oscilação Sul.

Para Yoon e Zeng (2010) o entendimento do comportamento das Temperaturas da Superfície do Mar (TSMs) nos trópicos é muito importante devido à atmosfera ser sensível às condições das superfícies continental e oceânica, que tem uma forte influencia na variabilidade do clima regional.

Segundo Mendi e Dwarakisch (2015), os eventos El Niño são grandes distúrbios climáticos originados no Oceano Pacífico equatorial e ocorrem a cada 2 a 8 anos. A fase desenvolvida do El Niño é caracterizada por águas quentes incomuns na superfície oceânica, das costas do Peru e do Equador até o centro do Oceano Pacífico equatorial. Esse fenômeno é causado pelo estranho enfraquecimento dos

ventos alísios que sopram para o oeste, o que permite que as águas superficiais quentes invertam sua direção para o leste.

Durante os episódios de La Niña, os ventos alísios ficam mais intensos que a média climatológica. O índice de Oscilação Sul, apresenta valores positivos, os quais indicam a intensificação de pressão no Pacífico Central e Oriental em relação à pressão no Pacífico Ocidental. Em geral, o episódio começa a se desenvolver em meados e um ano, atinge sua intensidade máxima no final daquele ano e dissipa-se em meados do ano seguinte. (MARENGO & OLIVEIRA, 1998.)

Segundo Molion (1987), grandes reduções nos totais anuais de precipitação parecem estar relacionadas com a ocorrência de eventos fortes de El Niño-Oscilação do Sul (ENOS). Convecção mais intensa que o normal se estabelece sobre as águas anormalmente quentes do Pacífico equatorial leste. O ramo ascendente da circulação de Walker, que normalmente se apresenta sobre o oeste da Amazônia é deslocado para oeste sobre as águas mais quentes e intensificado pela forte convecção. O ramo descendente cobre praticamente toda a Amazônia e chega até a costa da África, causando reduções notáveis da precipitação.

Ainda segundo este autor, os impactos climáticos do El Niño estão se ampliando em todo o mundo, o que pode mostrar vários efeitos no clima regional. Mesmo que o El Niño apareça na região do Pacífico Tropical; tem impacto sobre o clima global e fenômenos climáticos, como secas/inundações e tempestades tropicais e seu status normal está sob a influência do aumento dos gases estufa, resultando em mudanças de El Niño Oscilação Sul (ENSO).

Segundo Souza et al. (2000), o Pacífico tropical e os oceanos do Atlântico adjacentes a Amazônia tem um papel importante na variabilidade climática interanual desta região. Na literatura, existem estudos sobre as influências da La Niña na precipitação da Amazônia. Por exemplo, em seu trabalho, concluiu que é perceptível que os episódios de La Niña têm influência mais pronunciada sobre a precipitação de outono na Amazônia se comparado aos episódios de El Niño. Mas, no Brasil, os impactos sobre o ENOS no clima têm sido estudados com mais ênfase para o fenômeno El Niño.

Segundo Nobre et al. (2009) a variabilidade interanual do sistema hidroclimatológico está fortemente relacionada ao El Niño/Oscilação Sul. De modo mais geral, as TSMs do Pacífico e Atlântico tropicais controlam a variabilidade da precipitação na Amazônia, e as anomalias da TSM do Atlântico Sudoeste influenciam a variabilidade da Zona de Convergência do Atlântico Sul (ZCAS)

Alguns estudos já mostraram que a variabilidade das chuvas sobre a bacia amazônica muitas vezes foram ligados a variações na temperatura da superfície do mar do Pacífico (TSP) e, em particular, para o El Niño/Oscilação Sul (ENSO) (YOON & ZENG, 2010).

Cavalcanti e Silveira (2013) estudando as influências das TSM do Pacífico e Atlântico na precipitação em varias áreas da Amazônia, verificou que o aquecimento do Pacífico (El Niño) tem uma relação com a redução na precipitação no nordeste da Amazônia em todos os meses, com exceção do mês de abril, quando essa redução é associada ao resfriamento do Atlântico tropical norte. A influencia do Pacífico na área leste, oeste e noroeste da Amazônia só ocorrem em alguns meses. As TSMs do Atlântico tropical norte têm mais influência nos setores noroeste e oeste e as TSM do Atlântico Sul afetam mais o setor leste da Amazônia.

Santos et al. (2016) realizou um estudo correlacionando estatisticamente os índices de extremo de precipitação em várias regiões de Niño, concluiu que é possível afirmar que a anomalia destas áreas tem influência nos índices de precipitação do estado do Amazonas. Observa nos seus resultados que:

As anomalias de TSM no Oceano Pacífico (Niño 1+2, Niño 3, Niño 3.4 e Niño 4) têm correlações positivas, estatisticamente significativas, com o índice DCS indicando que anomalias positivas na TSM dessas regiões acarretam no aumento dos dias consecutivos secos sobre a Mesorregião do Centro Amazonense (SANTOS et al., 2016 p.8)

2.2.6. Dipolo do Atlântico

Outras pesquisas destacam a importância quanto ao estudo do gradiente meridional do oceano Atlântico Tropical (dipolo) na influencia dos índices de precipitação da região amazônica.

O dipolo do Atlântico se refere a um padrão de bipolaridade (valores negativos e positivos) do oceano Atlântico norte e do Atlântico sul. Uvo (1989), estudando a relação da ZCIT com a precipitação da região norte do Nordeste Brasileiro, notou uma correlação positiva entre a posição desta (ZCIT) com os valores positivos de TSM do Atlântico.

Marengo et al. (2008), estudando as causas da seca de 2005 na Amazônia aborda que três eventos estavam relacionados com este episódio: I) um Atlântico Tropical Norte anormalmente quente; II) uma intensidade reduzida do transporte de umidade do vento do nordeste para o sul da Amazônia durante o pico da temporada de verão; e III) um movimento de subida enfraquecido sobre esta região da Amazônia, resultando em redução do desenvolvimento convectivo e precipitação. E, portanto, não estava relacionada com o El Niño, como ocorre geralmente.

Segundo Nobre et al. (2009) a principal fonte de umidade sobre a Bacia Amazônica é o Oceano Atlântico Tropical por meio de um fluxo persistente de norte na maior parte do ano. O Atlântico tem papel importante na variabilidade da precipitação, especialmente por modular o posicionamento da ZCIT e o transporte de umidade para a bacia amazônica. (LIMBERGER & SILVA, 2016)

Yoon e Zeng (2010), em seu trabalho sobre a influência do Atlântico na chuva da Amazônia, concluiu que:

O aquecimento (resfriamento) do Atlântico Norte tropical altera as condições secas (úmidas) sobre a bacia amazônica. A influência da TSM do Atlântico Norte é mais forte na Amazônia meridional e durante a estação seca. Em contraste, a influência da ENSO é mais forte em toda a bacia (com sua influência máxima para o sul), especialmente durante a estação chuvosa. Um mecanismo responsável pela ligação da Amazônia e o Atlântico é circulação divergente norte-sul anômala. O Aquecimento (resfriamento) do Oceano Atlântico Tropical Norte induz movimento descendente (ascendente) sobre a bacia amazônica, resultando em convergência de fluxo de umidade reduzida (aumentada) e abaixo (acima) da precipitação normal (p. 260).

Coelho et al. (2013), pesquisando sobre as condições climáticas durante as secas de 1998, 2005 e 2010, através das análises de teleconexões visando o entender os efeitos remotos dos padrões de TSM sobre as cotas do rio Negro nos meses de outubro, novembro e dezembro indicam que, quando temperaturas anormalmente quentes são observadas no Atlântico Tropical Norte, níveis

anomalamente baixos são observados no rio Negro, em Manaus. Esse efeito resulta das mudanças na circulação atmosférica tropical de grande escala, forçadas por padrões anômalos de TSM.

Santos et al. (2016) que realizaram o estudo sobre a correlação dos índices extremos de chuvas no Amazonas e a TSM dos Oceanos tropicais concluiu que, em relação às anomalias de TSM das áreas do Atlântico Tropical observa-se que apenas a precipitação da mesorregião Centro Amazonense apresenta correlação positiva e estatisticamente significativa com as anomalias de TSM do Atlântico Sul. Enquanto, as chuvas das mesorregiões Norte e Sul estão correlacionadas negativamente com significância estatística com as anomalias de TSM da área do Atlântico Norte (SANTOS et al., 2016).

Este resultado é decorrente do deslocamento na direção norte-sul da ZCIT no Atlântico Tropical. Adicionalmente, sabe-se que os Oceanos Pacífico e Atlântico apresentam padrões dominantes em determinadas épocas do ano: a) ENSO na primavera/verão/outono com impactos na Amazônia no outono (SANTOS et al., 2016).

2.2.7. Sistemas frontais na Amazônia

A entrada de frentes frias no Amazonas durante os meses de inverno é considerada entre as causas de variabilidade interanual observada na análise do coeficiente de correlação ao longo da Bacia Amazônica. Sendo esta muito importante na formação de precipitação dispersa e relativamente fraca durante esses meses (KOUSKY e FERREIRA, 1981).

No entanto, os sistemas frontais afetam a região não só no inverno. Kousky e Ferreira (1981), através de observações diárias de pressão no Brasil, revelam que existe uma correlação positiva entre as flutuações de pressão no extremo sul do Brasil associada com sistemas sinóticos de latitude média e flutuações de pressão no Amazonas durante todo o ano.

Já Oliveira (1986), observou a significativa interação entre sistemas frontais e a convecção tropical, que ocorre preferencialmente na parte central da Amazônia, quando estes sistemas frontais se posicionam preferencialmente entre 35°S e 20°S,

nos meses em que a convecção tropical é mais intensa sobre o continente, provocando o aumento da convecção e precipitação intensa sobre grandes áreas.

Molion (1987) aponta que em geral, esses sistemas frontais posicionam-se entre 15°S e 25°S, orientados no sentido NW-SE (denominada ZCAS). Existem anos em que esses sistemas frontais permanecem quase estacionários nessa posição, resultando em grandes quantidades de precipitação sobre a região dos afluentes da margem direita do Amazonas que apresentam, então, grandes cheias.

As alterações muito bruscas nas condições meteorológicas, em particular sobre o sul da Amazônia, causadas pela chegada de uma frente fria são conhecidas localmente como friagem. Esses sistemas ocorrem principalmente durante os meses de inverno e caracterizam-se por uma rápida e intensiva diminuição da temperatura e da umidade do ar, modificando as características ambientais dessas regiões (OBREGON, 2013).

2.3. Estudos sobre caracterização climática no Brasil

Os estudos relacionados à caracterização climática vêm sendo abordados no Brasil desde Morize (1889). Este tipo de estudo objetiva caracterizar os principais elementos meteorológicos como, por exemplo, a temperatura e precipitação, a umidade relativa do ar e ainda, o balanço hídrico.

Segundo Neto (2001), o Trabalho pioneiro de Morize buscou além de divulgar as séries temporais distribuídas geograficamente, analisar o regime climático e estabelecer a primeira abordagem sobre variabilidade climática, porém sem dar atenção aos grandes mecanismos de circulação atmosférica.

Em 1922, outro trabalho de Morize foi publicado nos quais três aspectos chamaram atenção, as relações do clima com os aspectos humanos, a proposta de classificação climática (reformulada do trabalho de 1889) em que classificava o Brasil em equatorial, subtropical e temperado e o expressivo conjunto de dados meteorológicos que o autor pôde contar (NETO, 2001 p.11).

Em 1917, Delgado de Carvalho buscou uma explicação geográfica do clima admitindo que o campo de estudo da Climatologia seria o da zona de contato entre a atmosfera e o globo sólido e líquido, bastante preocupado em caracterizar os tipos

climáticos na perspectiva de demonstrar as influências dos climas tropicais no desenvolvimento econômico e na adaptação do homem (NETO, 2001).

Monteiro (2001), no seu estudo sobre caracterização climática do estado de Santa Catarina concluiu que este, apresenta expressivas variações no seu clima e que estas variações são consequências dos diversos sistemas atmosféricos atuantes no estado.

Pacheco e Bastos (2001), concluiu em seu estudo que o município de Capitão-Poço apresenta pequena variação de temperatura do ar, enquanto que em termos de pluviosidade, a exemplo do ocorre na região amazônica, apresenta variabilidade de chuva, podendo-se afirmar que a região está submetida a períodos que apresentam chuvas elevadas e períodos que se caracterizam como chuvas de pequeno índice pluviométrico.

Folhes e Fisch (2006), buscando apresentar as principais características da distribuição temporal da precipitação e da temperatura do ar na região de Taubaté de 1983 a 2005, para proceder à caracterização e análise da evolução destes elementos climáticos verificou que as análises mostraram tendência de aumento das chuvas no mês de novembro e também diminuição do número de dias secos. Por outro lado, a precipitação no mês de abril apresenta uma pequena redução estatisticamente significativa.

Gonçalves et al. (2006) buscando caracterizar o clima do município de São José, localizado no Rio de Janeiro, apresentou nas suas conclusões que a média das temperaturas médias anuais na bacia hidrográfica é de 23°C e a precipitação média anual é de 1.172 mm, sendo dezembro o mais chuvoso, com 219 mm (19% precipitação anual), e julho é o mês onde ocorre a menor precipitação. O balanço hídrico climatológico apresenta o período de março a agosto com déficit hídrico e o com excedente nos meses de outubro a janeiro. Implicando essas conclusões principalmente a diferença na incidência de radiação solar ao longo do ano.

Silva et al. (2008), em seu estudo sobre a caracterização climática do Cerrado aborda que além dos fatores geográficos, a ação dos sistemas atmosféricos que atuam sobre este bioma durante o ano confere a ele características peculiares, em sua grande parte, apresenta duas estações bem definidas, uma chuvosa

(setembro/outubro a abril) e outra seca (abril a setembro/outubro), marcada por profunda deficiência hídrica, causada pela redução drástica da ocorrência de chuvas.

Braido e Tommaselli (2010), realizando a caracterização climática da região do Pontal em São Paulo, corroboraram que a média de precipitação pluviométrica anual para a série histórica de dados de 1971 a 2007 foi de 1295,5 mm. O ano com as maiores precipitações foi de 1982 e o considerado mais seco foi o de 1985. O trimestre mais chuvoso foi o de junho, julho e agosto. Concluíram ainda, que os dados apresentados em sua pesquisa podem auxiliar no planejamento agrícola, uma vez que ajudam a delimitar áreas que são favoráveis, de acordo com o regime hídrico, a determinadas culturas.

Ferreira e Souza (2011), estudando o clima de Sete Lagoas, Minas Gerais (1930-2010), concluíram que mais da metade das chuvas concentram-se na estação do verão, e ocorre grande variabilidade, principalmente nos anos com os valores mínimos de chuva. O clima local ao longo destes 81 anos apresentou variações no valor do índice de umidade, no potencial anual de evapotranspiração no verão e no período de concentração da deficiência hídrica ao longo do ano. Apesar das variações, o clima local não apresentou mudanças significativas em sua classificação climática.

Novais (2011), estudando a distribuição da temperatura na região do Triângulo Mineiro e entorno da Serra da Canastra identificou que esta é influenciada diretamente pelo relevo, que tem um caimento topográfico de leste para oeste, aumentando a temperatura nesta proporção, onde as médias anuais sobem de 17,7°C na serra da Canastra para 25,7°C no extremo pontal do Triângulo. A precipitação também é controlada pela rugosidade da superfície, nas regiões mais elevadas do leste a chuva é mais abundante chegando a mais de 1.750 mm no entorno da serra da Canastra.

A caracterização climática pode servir de importante subsídio para o planejamento e melhor desempenho nas criações agrícolas e de animais. Praela-Pantano (2012), por exemplo, buscando analisar as condições climáticas das atuais regiões produtoras de azeitonas no estado de São Paulo, identificou que as atuais regiões de cultivo, caracterizam-se por regiões de elevadas altitudes, de clima Cwa e

Cwb (classificação de Köppen), com médias anuais de precipitação de 1300 mm e com temperaturas baixas nos meses de inverno, sempre abaixo de 17°C.

Araujo et al. (2014), fazendo esse estudo para a criação de frangos de corte no município de Redenção no Pará, mostrou que há necessidade de corrigir o bioclima para se alcançar condições ideais para este tipo de produção. A temperatura média (27°C) permaneceu dentro do conforto térmico durante os meses avaliados para frangos de 14 a 21 dias de idade. Com relação à umidade relativa do ar (72%), todos os meses encontraram-se um pouco acima da média aceitável (50 a 70%). O índice de temperatura e umidade (ITU) foi de 77, valor que representa alerta uma vez que índices de 74 a 78 exigem cuidado, pois são valores que representam desconforto para os frangos e que pode prejudicar o seu máximo potencial genético.

Gonçalves (2014), buscando apresentar informações meteorológicas sobre a área do COMPERJ, no município de Itaboraí (RJ), identificou que nesta área há maior número de dias de chuvas por mês durante o quadrimestre novembro-fevereiro. Dezembro é o mês mais chuvoso. Nesse período também ocorrem as maiores temperaturas do ar, sendo janeiro e fevereiro os meses mais quentes e com maior incidência de radiação solar. O balanço hídrico climatológico da área revela, em termos médios, um excedente hídrico nos meses de setembro a maio, mas excedente hídrico nulo de junho a agosto, período seco em que a adoção de técnicas de irrigação se faz necessária para o sucesso de novos plantios.

Medeiros et al. (2015), buscaram caracterizar o clima e efetivar o zoneamento agroclimático para 11 culturas apontando as suas possíveis aptidões de cultivo para o município de Barbalha - CE apontou que a deficiência hídrica anual é de 654,4 mm, ocorrendo excesso hídrico anual de 245,8 mm nos meses de fevereiro a abril. Os índices de aridez, umidade e hídrico foram 44,50%, 16,71% e -9,99%, respectivamente. A região possui aptidão plena para os cultivos de abacaxi, algodão herbáceo, feijão, mamona e sisal, para o cultivo de caju, milho e sorgo contatou-se aptidão moderada. Apenas o cultivo de banana e cana-de-açúcar foi restrito devido à região apresentar déficit hídrico acentuado, sendo necessário o uso de sistemas de irrigação.

2.4. Estudos sobre caracterização climática de Manaus

Ribeiro (1976), em seu trabalho sobre os aspectos climatológicos de Manaus utilizando os dados de temperatura e precipitação de 1965 a 1973 da estação meteorológica da Reserva Florestal Duque, classificou o clima da cidade baseado nos métodos de Köppen e Thornthwaite.

Segundo a autora, a temperatura média do mês mais frio não foi inferior a 18°C, o mês menos chuvoso, foi setembro e apresentou precipitação superior a 60 mm. Sendo assim, na classificação de Köppen, Manaus é classificada pela fórmula Afi, caracterizado como clima tropical praticamente sem inverno, com chuvas durante todo o ano, aonde as oscilações anuais da temperatura média não chegam a 5°C.

Na Classificação de Thornthwaite, Manaus é classificada pela fórmula B₃ A' a', caracterizado como úmido com pequena ou nenhuma deficiência hídrica, megatérmico, com evapotranspiração potencial igualmente distribuída no ano todo.

Aguiar (1995) fez uma análise detalhada do clima de Manaus e suas alterações ocorridas no século XX, utilizando os dados meteorológicos de 1901 a 1994. Segundo este autor, ao final da análise temporal, foi possível relacionar ao grande desenvolvimento urbano que a cidade viveu neste século, as mudanças sentidas na época pela população. Comparando as médias da primeira normal meteorológica analisada (1901 a 1930) e a última (1961-1990), observou um crescimento de 29,7% nos totais pluviométricos ao qual relaciona com o processo de expansão da cidade, principalmente nas primeiras duas décadas. Observou também o aumento na mesma proporção da umidade relativa do ar: 77% (1901-1930), 84% (1931-1960) e 83% (1961-1990). Quanto à temperatura, de maneira geral, o autor identificou um decréscimo de 0,4% (de 27,1°C (1901-1930) para 26,6°C (1931-1960) e 26,7°C (1961-1990)).

Nascimento (2009), analisando a precipitação de Manaus no período de 1991 a 2007, observou a diferenciação da distribuição de chuva anual, permitindo assim, identificar com facilidade a estação chuvosa e a estação seca para a cidade. Segundo a autora, o período seco de Manaus, que vai segundo os seus dados, de junho a outubro, apresenta precipitação média abaixo de 100 mm, com exceção de

junho, com 108,6 mm. O mês mais chuvoso no período estudado foi abril com 350 mm, enquanto o mais seco foi julho com 60 mm.

Mascarenhas Jr (2009), estudando os fenômenos extremos de Manaus no período de 1961 a 2007, com o propósito de identificar os grandes episódios de precipitação e temperatura, observou através dos dados da série estudada que há tendência de redução de dias de chuva e aumento de eventos extremos de temperatura, além de aumento significativo do número de dias com temperatura extremas, acima de 35°C e redução de dias com temperatura inferiores a 20°C. O autor observou ainda, que os eventos de El Niño e La Niña influenciaram os padrões desses parâmetros no decorrer da série estudada.

2.5. Caracterização urbana de Manaus

A criação de Manaus se deu em 4 de setembro de 1856, através da lei nº68 da Assembleia Provincial do Amazonas. Segundo Roque (2006 p.36), a cidade de Manaus viveu dois períodos distintos: o primeiro deles é marcado pelo início da atividade extrativista na região tendo como o seu principal produto o látex, onde a economia era baseada na comercialização da borracha, resultando em grandes transformações urbanas. Mas após 1920, a cidade enfrentou um período de decadência econômica e estagnação populacional e somente em 1967, com a instalação da Zona Franca de Manaus essa situação seria revertida.

Segundo Roque (2006 p.37), a partir deste período, Manaus passa a ser um polo de intensa atividade industrial e comercial, atraindo um grande número de pessoas que se originavam principalmente do interior do Estado e da região nordeste. Observa-se nesse período um intenso crescimento da sua população urbana, que saltaria de 300 mil habitantes, na década de 1970 para aproximadamente 1.645 mil em 2005.

Segundo Nazareth et al. (2011 p.203), o crescimento populacional foi de 171.343 habitantes em 1960 a 1.802.525 habitantes em 2010, grande parte deste crescimento como fruto do intenso processo migratório desde os anos 60. Em 2017, o IBGE estimou a população total de Manaus em 2.130.264.

Para Assad (2006), esta nova racionalidade capitalista transforma a cidade de Manaus. A estrutura da cidade modifica-se com o processo de urbanização. O

espaço urbano ganha outra visibilidade com o crescimento populacional decorrente do processo migratório que ocorre com a formação de inúmeros bairros que passam a constituir a periferia da cidade. Esse aumento da população trouxe consequências para o agravamento da questão urbana, da saúde pública e da exclusão social.

Assad (2006) discorre ainda, que a forma desorganizada de urbanização da cidade traz prejuízos ao meio ambiente, como a moradia nas margens dos igarapés ou destruição quase total de áreas verdes. Segundo este autor, a ocupação desordenada da cidade de Manaus, cuja expansão é evidenciada pela diminuição da cobertura vegetal, é um fator preponderante para os altos índices de malária e leishmaniose, principalmente na periferia da cidade. Conclui ainda, que a diminuição da vegetação relativa à antropização traz sérios problemas ambientais. Sua retirada deixa o solo susceptível à erosão, que aliado ao lixo, acaba assoreando os recursos hídricos, prejudicando a população mais próxima dos mananciais.

De acordo com Nogueira et al. (2007), as pressões ambientais decorrentes do crescimento da população na área urbana de Manaus ocasionaram nos últimos 20 anos grandes alterações em seu espaço físico. Grande parte da poluição dos igarapés e perda da biodiversidade foi/é ocasionada pela dinâmica da expansão urbana da cidade. O avanço desordenado da cidade principalmente em direção às zonas Leste e Norte, provocaram perdas ao meio ambiente sem precedentes, como a destruição de nascentes; maior vulnerabilidade a problemas de erosão, alagamento e aumento da temperatura ocasionada pelo desaparecimento de espécies vegetais que tem como função proteger o solo das agressões do Sol e da chuva, etc.

Nogueira et al. (2007), ressaltam ainda que as condições econômicas, as demandas sociais e as características ambientais de Manaus, favoreceram para que ao longo do seu processo de ocupação, sua área urbana perdesse cerca de 65% de cobertura vegetal, sendo que cerca de 20% foram degradadas em menos de vinte anos (1986 a 2004). Nas zonas norte e leste o crescimento demográfico ocorreu/ocorre diretamente sobre a mata circundante, ocasionando graves problemas na infraestrutura, na saúde e no ambiente.

3. MATERIAIS E MÉTODOS

3.1. Coleta de dados

Para desempenhar a caracterização climática de Manaus foi necessário coletar dados secundários de precipitação (total acumulado, dados diários, mensais e anuais) e temperatura (média compensada, máxima e mínima – dados diários, mensais e anuais) do período de 1958 a 2017.

Os dados foram coletados no banco de dados do Instituto Nacional de Meteorologia (INMET), o BDMEP, do período de 1961 a 2017, do Anuário Estatístico do IBGE, 1959 a 1961 e da Dissertação de Aguiar, 1995.

3.2. Análise temporal

Para verificar a existência da relação da Zona Franca de Manaus e consequentemente a implantação do distrito industrial, uma vez que através deste processo houve também modificação na proporção da população e na extensão da malha urbana através do desmatamento (para construção das fábricas, de moradias, novas vias, entre outros) com alguma possível alteração do clima de Manaus, levando em consideração os elementos precipitação e temperatura foi realizada a análise temporal de 1958 a 2017.

Na tentativa de correlacionar o crescimento acelerado de Manaus e seus desmatamentos advindos da ZFM como influência nas características da precipitação e temperatura ao longo destes 60 anos, a análise temporal levou em conta os seguintes parâmetros:

- ✓ Dados Climatológicos: 1958 - 2017

Precipitação pluvial

Temperatura do ar;

Dados de População: IBGE 1960 a 2010 (dez em dez anos) e 2017;

- ✓ Imagens de Satélites: 1972 (LANDSAT 1), 1980 (LANDSAT 3/BAND4/5/6), 1990 (LANDSAT 5/BAND3/4/5), 2000 (LANDSAT 5/BAND4/5/6), 2010 (LANDSAT 5/BAND4/5/6), 2017 (LANDSAT8)

3.3. Análise estatística

Os dados climatológicos foram trabalhados através das técnicas estatísticas que se fazem fundamentais para a realização de suas análises e, por conseguinte, proceder com a caracterização climática.

Segundo Penereiro e Ferreira (2011), a estatística ocupa um papel fundamental, porque, além de oferecer vários recursos matemáticos que facilitam a realização de um trabalho pedagógico ou uma pesquisa científica, também pode ser útil para o desenvolvimento de uma postura investigativa, reflexiva e crítica do pesquisador, auxiliando-o em possíveis tomadas de decisões. Dessa forma, as técnicas que foram adotadas para esta pesquisa estão nos seguintes tópicos.

3.3.1. Preenchimento de falhas

Segundo Bier e Ferraz (2017), um dos grandes problemas que surgem ao se trabalhar com dados medidos em estações meteorológicas é a incompletude destes. Esta falta de informações pode ser devido a uma falha no equipamento (se este for automático) ou a uma falta de observador (se esta for uma estação convencional). Como estes dados serão utilizados para diversos fins de pesquisa, a necessidade de métodos para preencher estas falhas é de grande interesse.

Algumas técnicas de preenchimento necessitam de dados de outras estações meteorológicas vizinhas à estação que possui os dados faltantes, no entanto por questões burocráticas não foi possível obter tais dados. Por isso, neste trabalho as falhas foram preenchidas a partir da média dos anos anteriores referente ao mesmo mês com dado faltante.

Foram também utilizados os dados do Anuário Estatístico do IBGE de 1959 a 1961 e dados da Dissertação de Aguiar (1995) a partir de 1958 para o preenchimento de falhas ao longo da série temporal correspondente a esta pesquisa.

3.3.2. Caracterização da precipitação pluvial e temperatura do ar

As caracterizações da precipitação, número de dias de chuva e temperatura foram elaboradas a partir da tabulação dos dados em tabelas e geração de gráficos

de linhas e colunas no programa Excel 2010, contendo a média mensal, anual e decadal do período de 1958 a 2017.

3.3.3. Temperatura da Superfície do Mar (TSM) – Oceano Pacífico

Os dados de TSM foram coletados no site do NOAA (National Oceanic and Atmospheric Administration) e tabulados no Programa Excel 2010, contendo as médias trimestrais de temperatura, dos quais foram calculadas as médias anuais do período de 1958 a 2017. Estes dados foram utilizados apenas como variável independente nas análises de correlações dos elementos climáticos utilizados neste trabalho.

3.3.4. Análise de tendência - Teste de Mann-Kendall

Para Back (2001), a tendência climática é uma mudança climática caracterizada por um suave acréscimo ou decréscimo nos valores médios no período de registro. A mudança climática abrupta é uma mudança abrupta e permanente, durante o período de registro, de um valor médio para outro.

Segundo Salviano et al. (2016), a análise espacial de tendências permite observar as mudanças no comportamento e determinar em quais regiões uma determinada variável vem sofrendo mudanças significativas ao longo do tempo. Mudanças que podem estar relacionadas a diversos fatores, de origem antrópica como desmatamentos e urbanização desenfreada ou não antrópica como a intensificação da atividade solar e fenômenos naturais como o El Niño e La Niña.

Segundo Salviano et al. (2016), o teste de Mann-Kendall é um método robusto, sequencial não paramétrico utilizado para determinar se determinada série de dados possui uma tendência temporal de alteração estatisticamente significativa.

O método baseia-se em rejeitar ou não a hipótese nula (H_0), de que não exista tendência na série de dados, adotando-se um nível de significância (α). O nível de significância pode ser interpretado como a probabilidade de cometer-se o erro de rejeitar a H_0 quando esta for verdadeira. (SALVIANO et al., 2016).

Sendo assim, as fórmulas a serem usadas conforme Salviano et al. (2016) são as seguintes:

A variável estatística S, para uma série de n dados do teste de Mann-Kendall é calculada a partir da somatória dos sinais (sgn) da diferença, par a par, de todos os valores da série (xi) em relação aos valores que a eles são futuros (xj), expressa nas Equações (3) e (4).

$$S = \sum_{i=1}^{n-1} \sum_{j=i+1}^n \text{sgn}(x_j - x_i) \quad (3)$$

$$\text{sgn}(x_j - x_i) = \begin{cases} = +1; \text{se } x_j > x_i \\ 0; \text{se } x_j = x_i \\ -1; \text{se } x_j < x_i \end{cases} \quad (4)$$

Quando $n \geq 10$, a variável S pode ser comparada com uma distribuição normal, na qual a sua variância, $\text{Var}(S)$, pode ser obtida através da equação (5), na qual ti representa a quantidade de repetições de uma extensão i (Por exemplo, uma série histórica com três valores iguais entre si teria uma repetição de extensão igual a 3, ou $t_i = 1$ e $i = 3$).

$$\text{Var}(S) = \frac{n(n-1)(2n+5) - \sum_{i=1}^n t_i(i-1)(2i+5)}{18} \quad (5)$$

O índice ZMK segue a distribuição normal, na qual a sua média é igual à zero, valores positivos indicam uma tendência crescente e valores negativos tendências decrescentes. De acordo com o sinal de S, o índice ZMK da distribuição normal é calculado a partir da equação (6):

$$Z_{MK} = \frac{S-1}{\sqrt{\text{Var}(S)}}, \text{para } S > 0$$

$$Z_{MK} = 0; \text{para } S = 0$$

$$Z_{MK} = \frac{S+1}{\sqrt{\text{Var}(S)}}, \text{para } S < 0 \quad (6)$$

Por se tratar de um teste bicaudal, para rejeitar a H_0 é preciso que o valor absoluto de Z_{MK} seja superior a $Z_{\alpha/2}$. Por exemplo, para $\alpha = 5\%$, $Z_{0,05/2} = Z_{0,025} = 1,96$ portanto será considerada que a série tenha uma tendência significativa ao nível de 5% caso $Z_{MK} > 1,96$.

Os cálculos do teste não paramétrico de Mann-Kendall foram realizados no programa MAKESENS, criado no Instituto Meteorológico Finlandês para detectar e

estimar tendências temporais nas séries temporais de valores anuais e mensais das temperaturas do ar e de precipitação pluvial, disponível para download no site do Instituto (Instituto Meteorológico Finlandês, 2019).

Os níveis de confiança foram representados da seguinte forma:

- (*) valor com nível de confiança de 90%;
- (**) valor com nível de confiança de 95%;
- (***) valor com nível de confiança de 99%;
- (-) valor com nível de confiança menor que 90%.

3.3.5. Análise da evolução da população e área urbana de Manaus

A evolução urbana de Manaus foi analisada a partir dos dados de população dos censos do IBGE de 1950 a 2010 e da estimativa de população total do ano de 2017, tabulados no Excel no qual também foram elaborados os gráficos.

A taxa de crescimento da população e da área urbana de Manaus foi realizada a partir da seguinte formula:

$$Tc = \frac{Af - Ai}{Ai} * 100$$

Onde:

- Af = ano final;
- Ai = ano inicial;

O grau de urbanização foi mensurado através da formula abaixo:

$$Gu = \frac{Pu}{Pt} * 100$$

Onde:

- Pu = População urbana;
- Pt = População total

Os cálculos das áreas urbanas foram mensurados a partir de polígonos realizados no Quantum Gis 3.4.8 a partir das imagens de satélites de 1972, 1980, 1990, 2000, 2010 e 2017, de onde foram feitos os cálculos das áreas em quilômetros quadrados com a própria ferramenta do software (calculadora de campo), os polígonos foram produzidos levando em consideração as aglomerações

urbanas mais expressivas, visto que outros tipos de classificações não foram possíveis.

3.3.6. Análises de correlações

As análises de correlações foram elaboradas como forma de avaliar o grau de relação (influência) entre duas variáveis, e se a mudança de um provoca a mudança de outro.

O coeficiente de correlação de Pearson é calculado através da seguinte fórmula:

$$r = \frac{\sum (x_i - \bar{x})(y_i - \bar{y})}{\sqrt{(\sum (x_i - \bar{x})^2)(\sum (y_i - \bar{y})^2)}}$$

Onde:

x = variável independente;

y = variável dependente.

O cálculo foi elaborado no programa Minitab 19, onde foram também elaborados os gráficos de dispersão de correlação, onde cada dado aparece como o ponto do gráfico definido pelos valores de ambas as variáveis para aquele indivíduo.

Para a análise foram avaliadas a direção (crescente ou decrescente) e a forma (linear, não linear, aglomerados). O valor de r foi utilizado para mensurar o grau de relacionamento linear entre os valores das variáveis x e y, o nível de confiança utilizado no Programa Minitab 19 é de 0,05.

Sendo assim, o valor de $r = -1 < r < 1$.

Onde:

- Quanto mais próximo de -1: maior correlação negativa;
- Quanto mais próximo de 1: maior correlação positiva;
- Quanto mais próximo de 0; menor correlação linear.

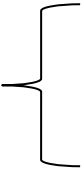
O nível de correlação foi indicado da seguinte forma:

- 0,7 a 0,9 - positivo ou negativo indica uma correlação forte;
- 0,4 a 0,6 - positivo ou negativo indica uma correlação moderada;

- 0,1 a 0,3 - positivo ou negativo indica uma correlação fraca

3.4. Representação dos dados

Após o tratamento dos dados foram montados os gráficos de precipitação e temperatura levando em consideração as seguintes variáveis:

- Para precipitação:
 - ✓ Totais anuais e mensais;
 - ✓ Média mensal, anual e por década;
 - ✓ Número de dias com chuva mensal e anual
- Para temperatura:
 - ✓ Média mensal
 - ✓ Média anual
 - ✓ Média por década
 - Média Compensada
 - Média das Mínimas
 - Média das Máximas
- Teste de tendência Mann-Kendall:
 - ✓ Precipitação anual e Mensal;
 - ✓ Número de dias de chuvas anuais;
 - ✓ Temperatura média, máxima e mínima anual e mensal.
- Para população:
 - ✓ População total x População rural x População urbana;
 - ✓ População total x Taxa de crescimento da população urbana;
 - ✓ Grau de urbanização;
 - ✓ Taxa de crescimento populacional x taxa de crescimento da área urbana;
- Correlações entre variáveis:
 - ✓ Precipitação anual x TSM;
 - ✓ Número de dias de chuva anuais x TSM;
 - ✓ Temperatura média, máxima e mínima anual x TSM;
 - ✓ Precipitação anual x Área urbana;
 - ✓ Número de dias de chuvas anuais x Área urbana;
 - ✓ Temperatura média, máxima e mínima anual x Área urbana.

4. ÁREA DE ESTUDO

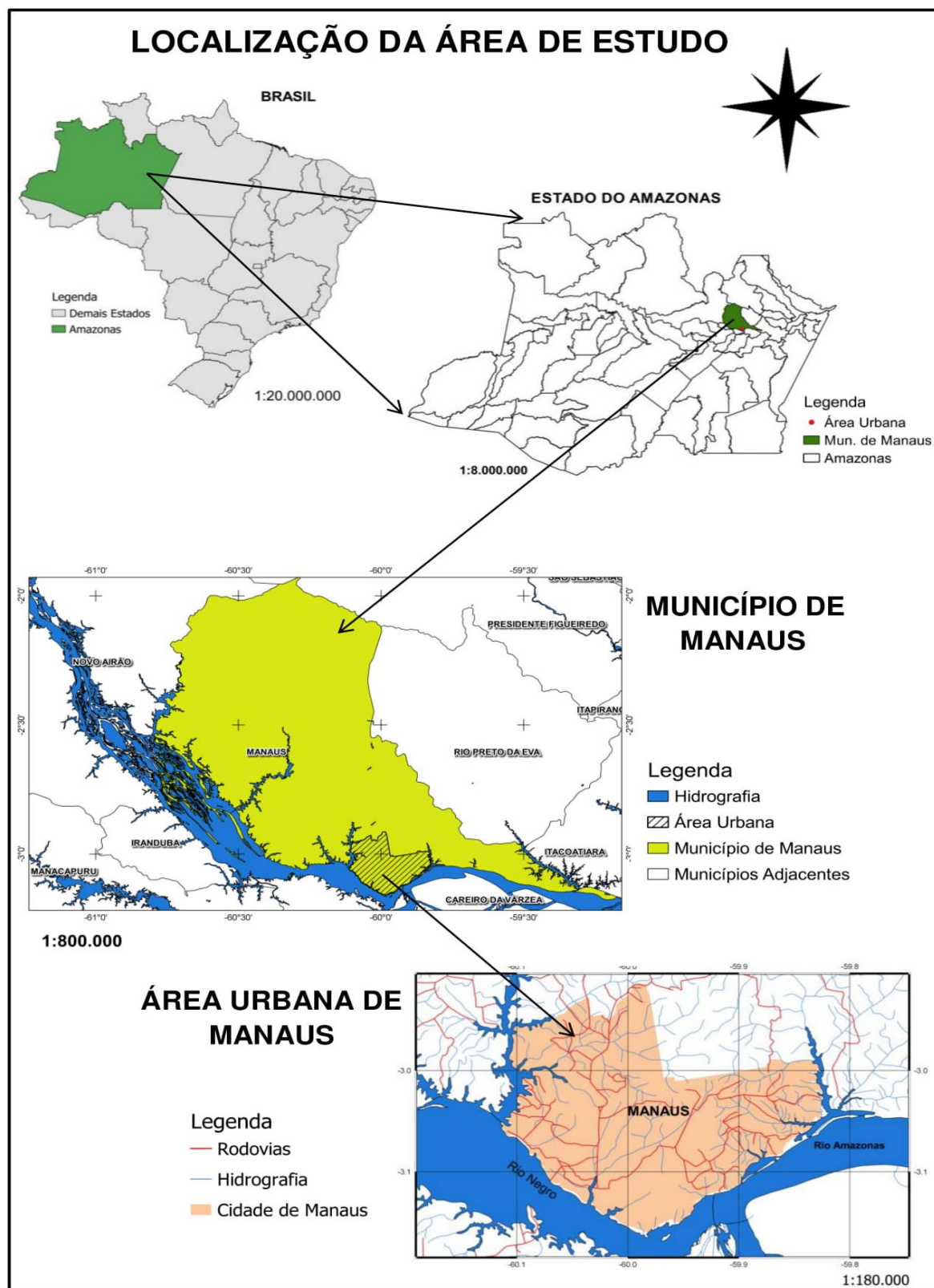
4.1. Localização geográfica

A cidade de Manaus (figura 1) capital do Estado do Amazonas, região norte do Brasil, localizada na parte central Amazônia brasileira, situa-se nas coordenadas 03° 00' / 03° 15'S e 59° 00' / 60° 07'W, na confluência do rio Negro com o rio Solimões, médio Amazonas.

Segundo Ab'Saber (1953) a cidade de Manaus, possui uma situação geográfica absolutamente privilegiada em face das extensões amazônicas e do gigantesco quadro de drenagem da bacia hidrográfica regional.

O município de Manaus limita-se ao norte com Presidente Figueiredo, ao sul com Iranduba e Careiro, a leste com Itacoatiara e Rio Preto da Eva e a oeste com Novo Airão. O acesso à capital do Amazonas é feito através de via aérea, terrestre ou fluvial. A cidade de Manaus possui atualmente, 63 bairros oficiais, distribuídos em seis zonas: Norte, Leste, Oeste, Centro-Oeste, Sul e Centro-Sul.

Figura 1: Localização da cidade de Manaus.



Fonte: IBGE, 2010./ Sistema de Coordenadas: Sirgas 2000. Elaborado por: Roseane Reis, 2018.

4.2. Aspectos Fisiográficos

4.2.1. Geologia

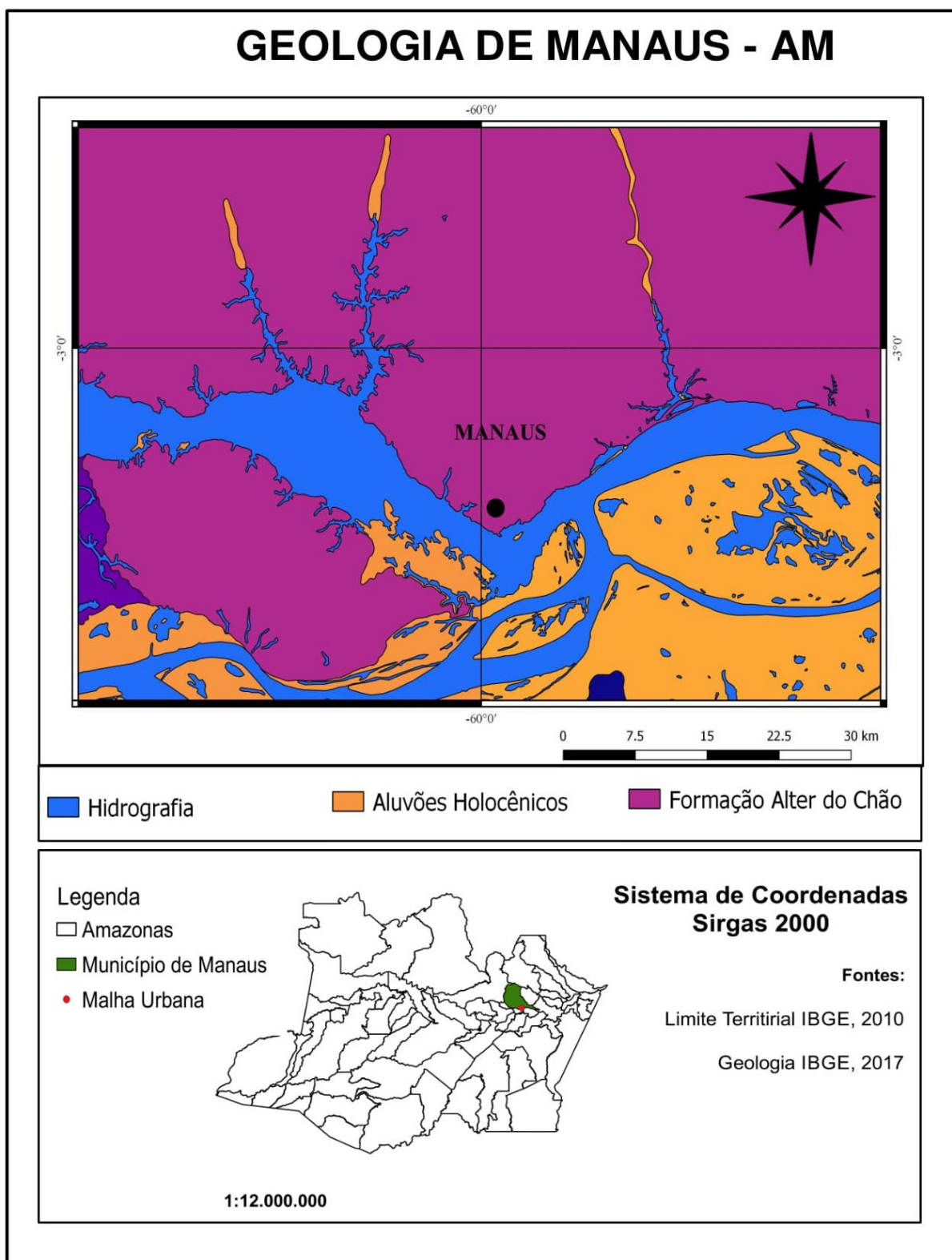
A cidade de Manaus está constituída sobre a Formação Alter do Chão (figura 2), a qual se encontra encaixada entre os escudos Pré-cambrianos das Guianas, ao norte e o Brasileiro ao sul.

A Formação Alter do Chão é caracterizada pela presença de arenitos argilosos, argilitos, arcósios, quartzo-arenitos e brechas intraformacionais, marcados por uma típica coloração avermelhada (SILVA, 2010 p. 60). Segundo Caputo (2011), esta formação, tem sido considerada de idade cretácea, cretácea-terciária ou terciária pelos investigadores que a tem estudado. Porém, o mesmo autor relata que a idade da Formação Alter do Chão é cenozóica e a seção cretácea constitui outra formação, cuja denominação é proposta que seja Jazida da Fazendinha, nome este que se refere ao poço 9-FZ-28-AM da jazida de silvinita.

Albuquerque (1922) apud Caputo et al., (1972), usou o termo Arenito Manaus para especificar corpos de arenito silicificados e ferruginosos ocorrentes na cidade de Manaus e interior da Amazônia, termo este emprestado de Agassiz que os descrevera em 1865 em igarapés de Manaus e Vila Bela. Esta denominação não foi consagrada pelo uso. Além disso, esses arenitos são distribuídos em alguns níveis e de caráter lenticular e local, não cabendo mapeá-los formalmente como uma formação.

A Formação Alter do Chão é composta por intercalações de arenitos, argilitos, siltitos e, subordinadamente conglomerados, predominantemente vermelhos. As camadas de granulação grosseira mostram composição ortoquartzítica a arcósica, com feldspatos frequentemente alterados para caulinita. Ocorrem frequentemente arenitos brancos caulínicos (CAPUTO, 2014).

Figura 2: Formações geológicas de Manaus e entorno.



Elaborado por: Roseane Reis, 2018.

4.2.2. Geomorfologia

O município de Manaus está inserido no Planalto Dissecado Rio Trombeta – Rio Negro (figura 3), os relevos que compõem essa unidade possuem altimetria em torno de 150 m e estão talhados sobre os sedimentos da Formação Barreiras na maior parte, enquanto a noroeste destacam-se litologias da Formação Trombetas e Prosperança (RADAM BRASIL, 1978).

Está assentado sobre um sistema de colinas tabuliformes, pertencentes a uma vasta seção de um tabuleiro de sedimentos terciários situado na confluência do rio Negro com o Solimões (AB'SABER, 1953).

As características geomorfológicas do Planalto Dissecado Rio Trombetas – Rio Negro são dadas por um relevo de interflúvios tabulares, predominante em toda a unidade, o que lhe confere a qualificação de “Dissecado” (RADAM BRASIL, 1978).

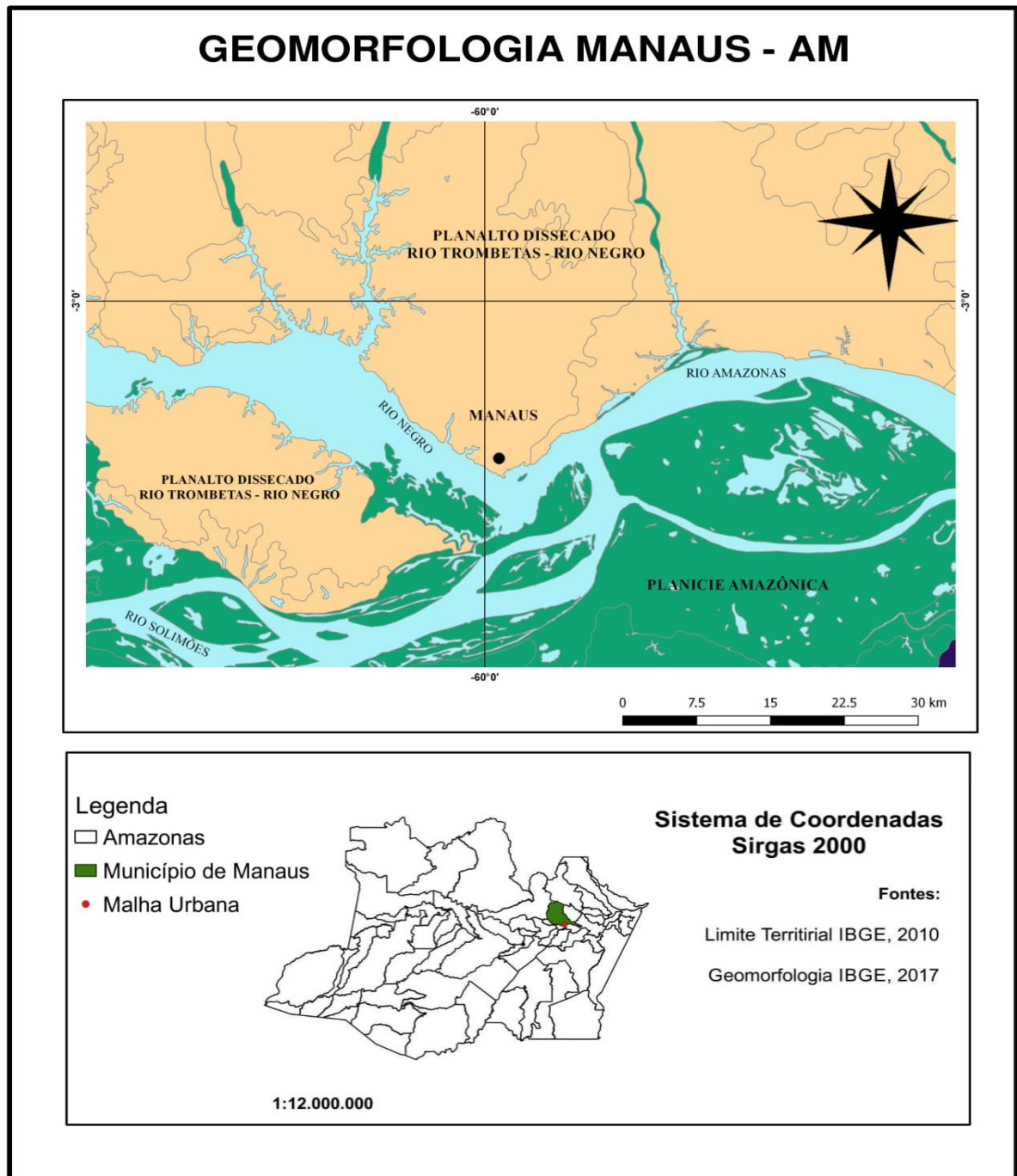
A sua característica geomorfológica reflete uma intensa atuação dos processos erosivos, resultando uma superfície dissecada, principalmente em interflúvios tabulares, além de colinas, em menor extensão (RADAM BRASIL, 1978).

Manaus encontra-se sobre um baixo planalto, colocado de 20 a 30 m acima do nível médio do rio Negro (32 m de altitude na região). A fachada ribeirinha da cidade é marcada por um alinhamento de falésias fluviais de 20 a 50 m de altura, com reverso suave ou aplainado para o interior e com uma ruptura de declive brusca e direta em relação à estreita faixa de praias arenosas de estiagem do rio Negro (AB'SABER, 1953).

A estrutura urbana de Manaus está ligada, no setor planimétrico, ao traçado sinuoso das colinas interfluviais que separam os igarapés e, no setor hipsométrico, com os diversos níveis intermediários escalonados existentes no dorso dos tabuleiros terciários. O terraceamento regional nada tem a ver com a calha do rio Negro, mas sim com trechos curtos dos flancos dos pequenos vales constituídos pelos igarapés que seccionam o tabuleiro (AB'SABER, 1953).

O topo do tabuleiro possui a forma de extensa esplanada, marcadamente tabuliforme, enquanto os níveis altimétricos intermediários acomodam colinas bem esculpidas que permanecem como que embutidas entre largos desvios do nível superior (AB'SABER, 1953).

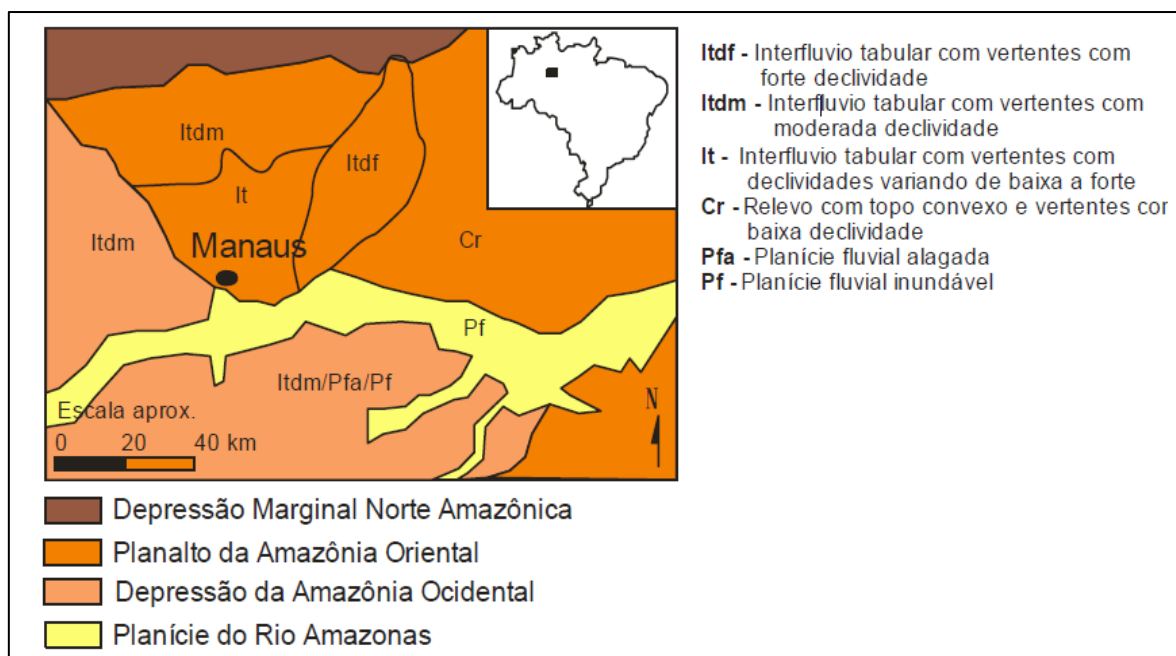
Figura 3: Geomorfologia de Manaus e entorno.



Elaborado por: Roseane Reis, 2018.

Ross (2000) classificou o município de Manaus como sendo inserido no Planalto da Amazônia Oriental, e caracteriza-se por um modelado de formas de topos convexos ou planos (figura 4). Localmente a altimetria desse relevo não ultrapassa os 120 metros e é classificado como interflúvio tabular, cortado por uma rede de canais de drenagem (igarapés) (VIEIRA, 2008).

Figura 4: Classificação geomorfológica de Manaus.



Fonte: Vieira, 2008 modificado de Ross 2000.

Segundo Vieira (2008), o sítio urbano de Manaus apresenta como principal característica os interflúvios tabulares (platôs) os quais terminam em encostas côncavas, convexas a retilíneas. No entanto, ocorre uma diferenciação entre as zonas no que se refere à extensão desses platôs e às características das encostas (declividade, forma e comprimento).

4.2.3. Solo

Em Manaus, duas classes de solo podem ser mais facilmente evidenciadas: os latossolos e os espodossolos (figura 5). O primeiro, com variações de cor amarela a vermelho-amarela, de constituição bastante argilosa, é o solo de maior representatividade em Manaus. Há ainda uma terceira classe encontrada em menor

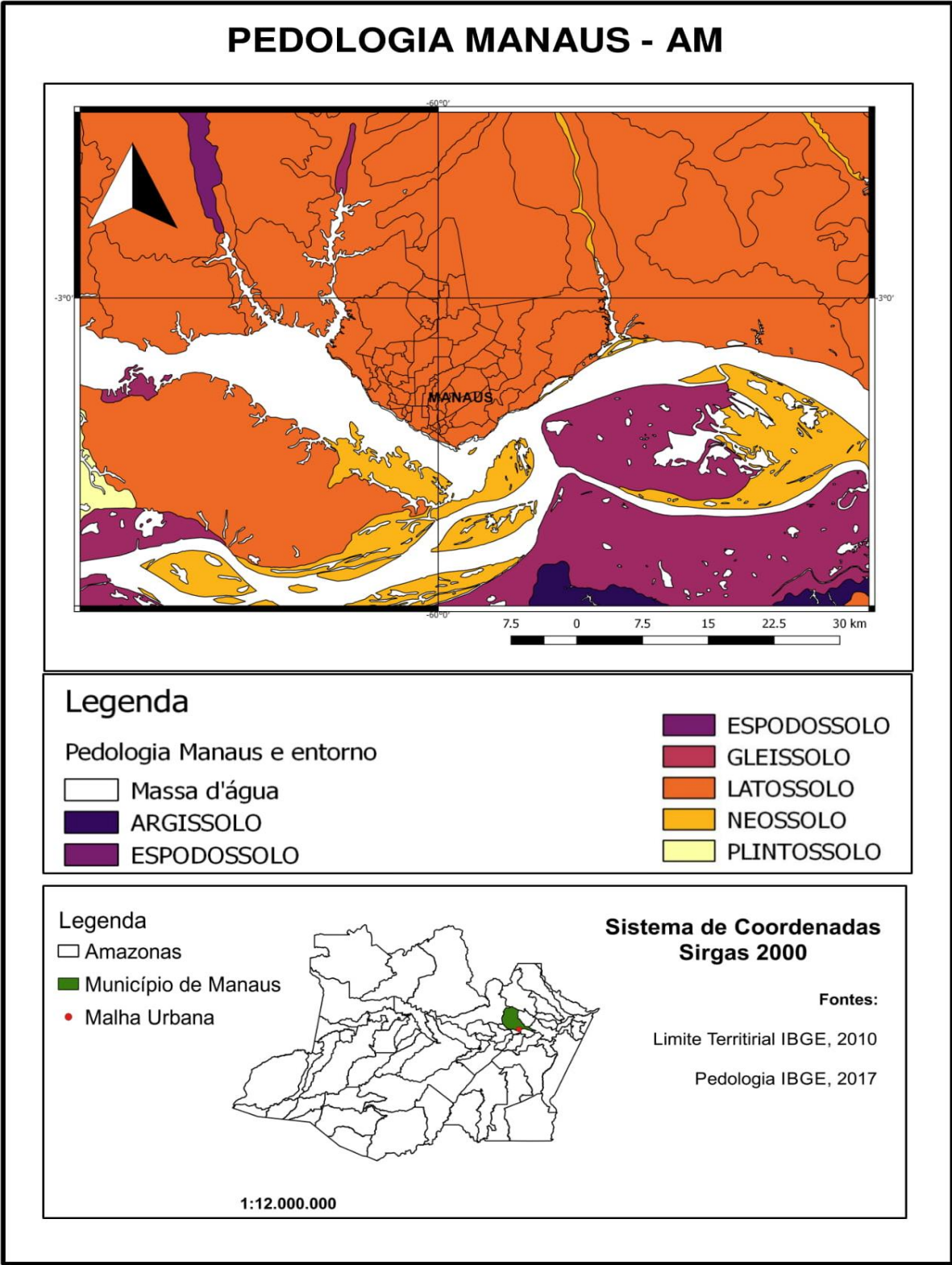
proporção, os argissolos. Essas três classes apresentam baixos teores de cátions trocáveis, indicando lixiviação intensa (VIEIRA, 2008).

Os latossolos são encontrados em áreas com vegetação florestal (como é o caso amazônico) e de campo e cerrado. São caracterizados por serem profundos, bastante permeáveis, apresentam textura variável de média a muito argilosa, apresentando também variação de amarelo a vermelho-amarelo, de acordo com o teor de óxidos de ferro presentes na sua composição e possuem boa agregação. Localizam-se nas áreas mais altas do relevo da cidade (MASCARENHAS JR, 2009).

Os espodosolos são solos predominantemente arenosos, com acúmulo de matéria orgânica e compostos de ferro e/ou alumínio em profundidade (MAIA, 2010). Solos constituídos por material mineral, apresentando horizonte B espódico, imediatamente abaixo de horizonte E, A, ou horizonte hístico, dentro de 200 cm da superfície do solo, ou de 400 cm, se a soma dos horizontes A+E ou dos horizontes hístico (com menos de 40 cm) + E ultrapassar 200 cm de profundidade (EMBRAPA, 2006).

Os argissolos são um grupamento de solos com B textural, com argila de atividade baixa ou alta conjugada com saturação por bases baixa ou caráter alítico. Possui evolução avançada com atuação incompleta de processo de ferralitização, em conexão com paragênese caulinítica-oxidíca ou virtualmente caulinítica, ou com hidróxi-Al entre camadas, na vigência de mobilização de argila da parte mais superficial do solo, com concentração ou acumulação em horizonte subsuperficial. Compreende solos minerais, não Hidromórficos com textura franco-arenosa ou mais fina, onde houve incremento de argila. Distinguem-se dos latossolos pela acentuada diferenciação de classe de textura entre os horizontes A e B, sendo os horizontes superficiais mais arenosos que os horizontes subsuperficiais (EMBRAPA, 2006).

Figura 5: Mapa de solos de Manaus e entorno.



Elaborado por: Roseane Reis, 2018.

4.2.4. Hidrografia

A Amazônia é conhecida por sua grande disponibilidade hídrica, o que se dá por uma densa rede de drenagem entrecortando uma vasta região geográfica com rios, lagos e igarapés com grande variabilidade tanto na extensão, quanto na largura dos rios, bem como no volume de água por eles transportado (MMA, 2006).

O estado do Amazonas é abrangido pelo rio Amazonas, que tem sua nascente no norte da cordilheira dos Andes peruano e seus afluentes. A cidade de Manaus é banhada pelo rio Negro e Solimões (figura 6) que ao se encontrarem formam o rio Amazonas.

O rio Solimões caracteriza-se como rio de água branca com pH entre 6,2 a 7,2, possui pouco material orgânico dissolvido e segundo Carvalho (2006 p. 8) apesar de ser classificado com essa cor, este apresenta águas com tonalidade amarelada, barrenta, causada pela grande quantidade de material de suspensão, tanto detrítico como dissolvidos.

O rio Negro é caracterizado como rio de águas pretas, com pH entre 3,8 e 4,9, sendo, portanto, ácidas. Isso acontece em decorrência da grande quantidade de substâncias orgânicas dissolvidas oriundas da drenagem dos solos arenosos adjacentes ao rio. Essa cor é consequência dos ácidos húmicos e fúlvicos resultantes da decomposição do húmus no solo que são lentamente transportados para o rio.

Em frente a Manaus o rio Negro pode atingir até 12 quilômetros de largura e sua profundidade chega a 100 metros, isto é, 80 metros abaixo do nível do mar. Sua velocidade aí não passa dos 3 km/h. A subida sazonal do rio Negro, integra-se ao ecossistema local, pois suas águas invadem os igarapés e todas as depressões do terreno, contribuindo para a manutenção de nichos ecológicos tão variados quanto a própria floresta. (AGUIAR, 1995).

A cidade de Manaus é cortada por vários igarapés (figura 7) sob influência do rio Negro. Estes igarapés são responsáveis pela divisão de diversos blocos da cidade, orientando a compartimentação urbana e formando vários bairros (AGUIAR, 1995).

Os principais igarapés de Manaus são: 1) Tarumã-Açu, no limite oeste da cidade, que devido às suas dimensões, seria mais bem classificado como rio; 2) igarapé de São Raimundo, formado principalmente pelos igarapés do Franco e da Cachoeira Grande, e drenam os bairros da Compensa, São Jorge, São Geraldo e Aparecida; 3) igarapé do Educandos, que é formado pelos igarapés de Manaus, do Mestre Chico e do Quarenta. Eles drenam as terras do centro da cidade e dos bairros da Cachoeirinha, Educandos, Aleixo, Japiim, Coroadó, Raiz, Betânia, São Lázaro, Santa Luzia e Distrito Industrial (AGUIAR, 1995).

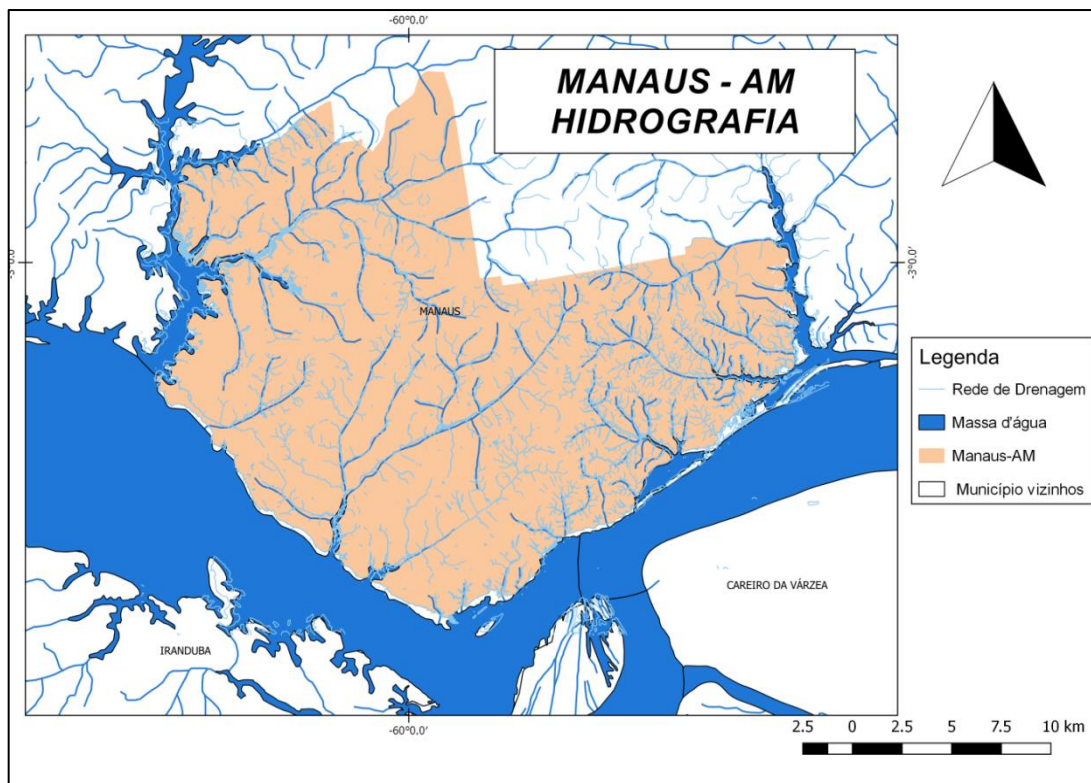
É possível constatar a importância que representam os igarapés para uma cidade como Manaus. Várias atividades econômicas tradicionais gravitam em torno deles: pequenos portos, estaleiros de construção e reparos, serrarias, etc. Porém, o uso maior que é dado às “rias” dos igarapés é a habitação tipo “palafitas” (AGUIAR, 1995).

Figura 6: Rio Negro e Solimões ao entorno de Manaus - AM.



Fonte: Google Earth. Organização: Roseane Reis, 2018.

Figura 7: Mapa hidrológico da cidade de Manaus.



Elaborado por: Roseane Reis, 2018. Fonte: Limite Territorial - IBGE, 2010. /Base Hidrográfica – IBGE, 2015./ Sistema de Coordenadas: Sirgas 2000.

4.2.5. Vegetação

De acordo com Kuhlmann (1977), a região norte é o domínio da Floresta Latifoliada Perene, denominada por Humboldt de “Hiléia”. Esta floresta é atravessada quase no sentido dos paralelos pelo amplo vale do Amazonas, eixo da maior bacia fluvial do mundo.

A Amazônia Central, onde está localizada a cidade de Manaus, reúne basicamente as características mais genéricas de toda a região, ou seja, ela representa a média da maioria dos parâmetros ecológicos. Considerando o sítio onde a cidade está encravada e suas áreas próximas, os tipos de vegetação são igualmente comuns para toda a região amazônica (AGUIAR, 1995 p.34).

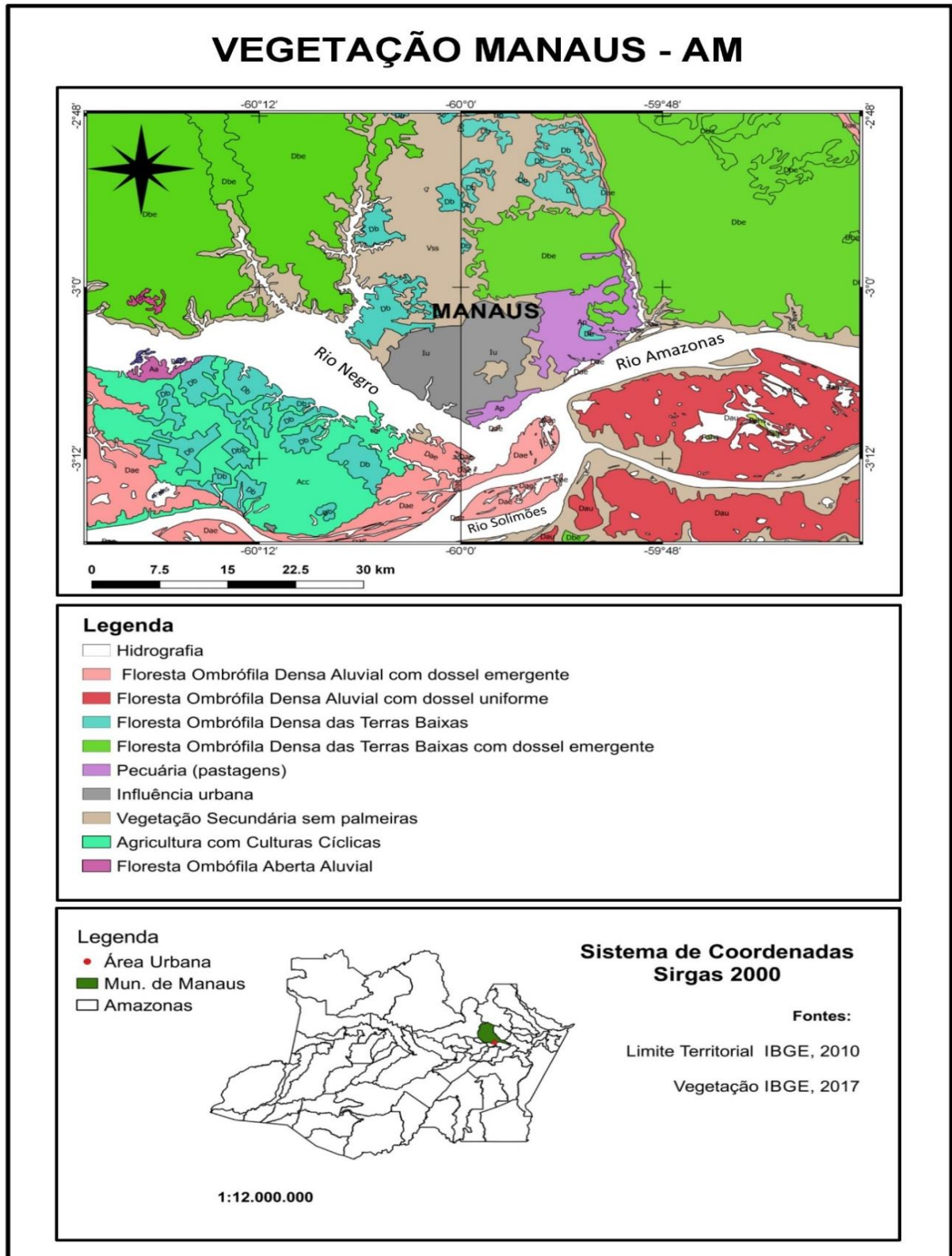
A tipologia da vegetação (figura 8) presente apesar de parecer homogênea se vista a distância, apresenta grande variabilidade em concordância com as variações locais de clima, e, sobretudo, com as mudanças topográficas. Na Amazônia, encontram-se quatro tipos florestais: mata de terra firme, mata de várzea, mata de

igapó e floresta subcaducifólia amazônica. Na cidade de Manaus, a vegetação é predominantemente de mata de terra firme ou floresta higrófila hileiana amazônica (KUHLMANN, 1977).

Conforme Vieira (1998), a vegetação predominante em Manaus, assim como na maior parte da Amazônia, recebe várias denominações, com: Floresta Ombrófila Densa, Floresta Densa Tropical Úmida, Floresta Equatorial ou Floresta Pluvial Tropical Latifoliada.

Em virtude da expansão urbana, essa vegetação primitiva vem diminuindo de tamanho a cada ano, como podemos observar no mapa anterior, remanescendo apenas pequenas “ilhas verdes” da floresta original, como por exemplo: Campos da Universidade Federal do Amazonas, Instituto de Pesquisas da Amazônia, área do 1º Batalhão de Infantaria da Selva, Universidades de Conservação do Tarumã e Ponta Negra e parte do Distrito Industrial e periferia da cidade (VIEIRA, 2008).

Figura 8: Mapa de vegetação de Manaus e entorno



Elaborador por: Roseane Reis, 2018.

4.2.6. Clima

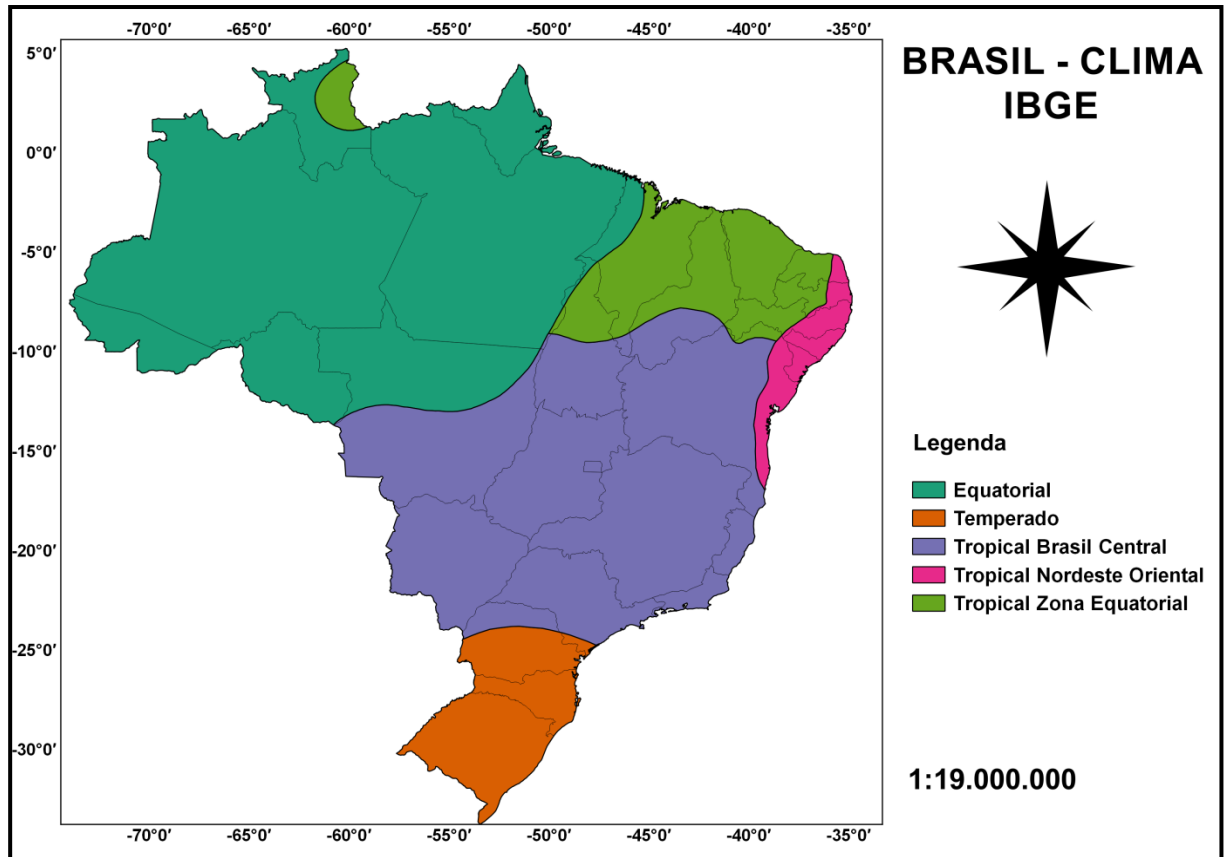
A região amazônica é dominada pelo clima equatorial (figura 9) e se caracteriza por temperaturas médias que ficam entre 24°C a 26°C e apresentada amplitude média de até 3°C. As chuvas são abundantes registrando mais de 2.500 mm/ano, causadas principalmente, pela ação da massa equatorial continental. No inverno, a região pode receber frentes frias originárias da massa polar atlântica.

Segundo Nimer (1977 p.53-54) para estabelecer a classificação climática para a região norte, o IBGE considerou os dados de temperatura, a marcha estacional de precipitação e os sistemas de circulação atmosférica que lhes dão origem, mas a melhor diferenciação surgiu através do regime de umidade, levando em conta a existência ou inexistência de duração dos períodos secos. Na classificação do IBGE 2002, Manaus é classificada com clima equatorial úmido com 1 a 3 meses secos.

O clima da Amazônia não obedece a um único padrão, e embora haja diferenças, é possível defini-lo genericamente como sendo quente e úmido, embora os valores de temperatura, precipitação e umidade apresentem variações (AGUIAR, 1995).

Nimer (1977 p.51) esclarece, contudo, que o período ou estação seca na Amazônia não se caracteriza, por secas muito intensas. Pelo contrário, durante tais secas ocorrem normalmente dias de chuva, algumas até relativamente intensas, porém, sua insuficiência ecológica é o bastante para caracterizar a existência de um curto ou estação seca.

Figura 9: Classificação climática IBGE



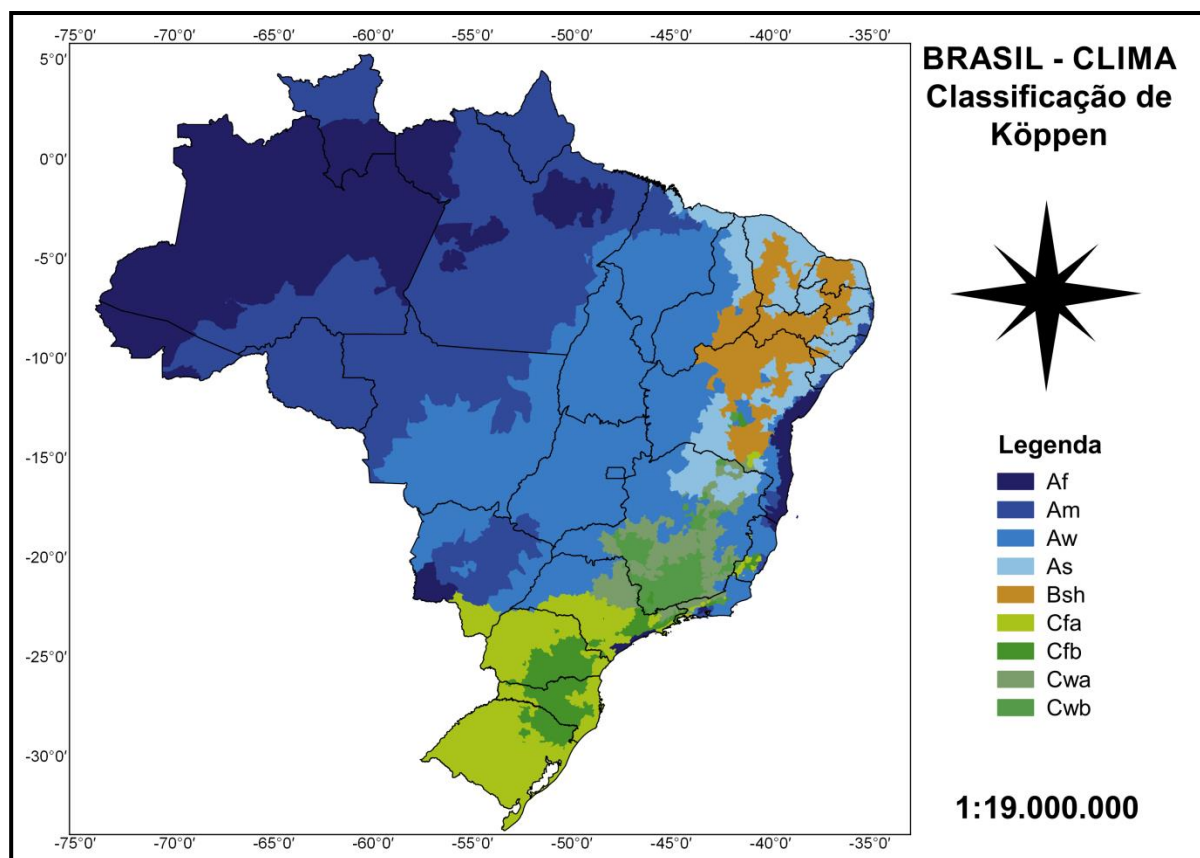
Elaborado por: Roseane Reis, 2018. Fontes: Clima IBGE, 2002. /Limite Territorial IBGE, 2010. Sistema de Coordenadas: Sirgas 2000

4.2.6.1. Classificação climática de Köppen.

De acordo com Corrêa (2011) o clima do município de Manaus é equatorial quente e úmido (figura 9), do tipo Af, pela classificação de Köppen (figura 10), na qual a letra “A” significa clima tropical e a letra “f”, chuvas durante o ano inteiro. A pluviosidade média é de 2000 mm/anuais, sendo 60 mm no mês mais seco.

Para Alvares et al. (2014), o clima Af mostra temperatura média anual maior 26°C, como é o caso de Manaus (dados de 1901-1931), que possui uma temperatura média anual de 26,7°C com pouca variação sazonal entre 25,9°C a 27,7°C, precipitação anual de 2.420 mm e a mais seca mês em agosto, quando a precipitação mensal é de cerca de 80 mm.

Figura 10: Classificação climática de Köppen.



Elaborado por: Roseane Reis, 2018. Fontes: Limite Territorial – IBGE, 2010. / Classificação climática de Alvares et al. (2014)./ Sistema de Coordenadas: Sirgas 2000

4.2.6.2. Classificação climática de Thornthwaite.

O método de classificação de Thornthwaite utilizou dados de precipitação, temperatura e evapotranspiração: assim a caracterização do clima como sendo seco ou úmido estaria ligada à pluviometria e as necessidades hídricas. A classificação climática baseia-se nas funções diretas de evapotranspiração potencial e no índice efetivo de umidade e índice de eficiência térmica (RIBEIRO, 1976).

Segundo a classificação de Thornthwaite, utilizando os dados de 1965 a 1973, Manaus está representada pela fórmula B3 A' a', sendo B3 o índice de umidade entre os limites 60% e 80%, A' o índice de eficiência térmica com valor superior a 1140 mm e, a' o coeficiente de variação de evapotranspiração potencial cujo valor é 24,6%. Dessa forma, o clima de Manaus é classificado como úmido como pequena ou nenhuma deficiência hídrica, megatérmico, com evapotranspiração potencial distribuída no ano todo. (RIBEIRO, 1976).

5. RESULTADOS E DISCUSSÕES

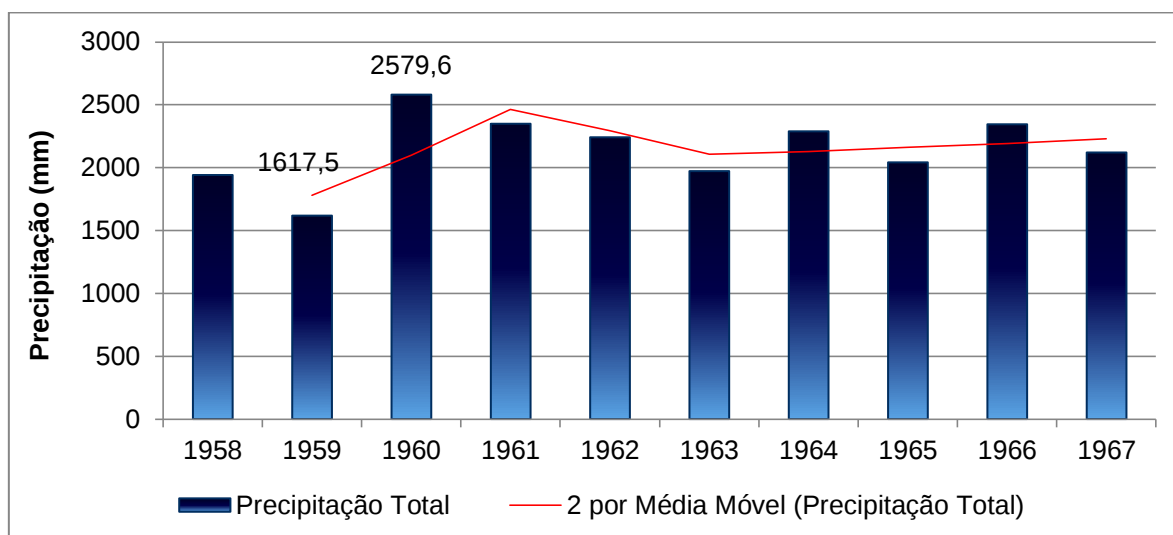
5.1. Caracterização da precipitação no período de 1958 a 2017.

No presente tópico são apresentados os resultados dos dados de totais acumulados de precipitação anual, da configuração da distribuição de chuva mensal a partir das médias mensais. E também, do número de dias de precipitação mensal a partir das médias por década. Todos os resultados são divididos em seis séries de dez anos, começando a partir de 1958.

5.1.1. Caracterização da precipitação total acumulada.

Na década de 1958 a 1967 (figura 11), o total acumulado de chuvas anual ficou entre 1600 e 2600 mm. O ano com o maior volume de chuvas acumuladas foi 1960, com total de 2.579,6 mm anual. Já o ano com menor volume foi 1959, com total acumulado de 1.617,5 mm anual.

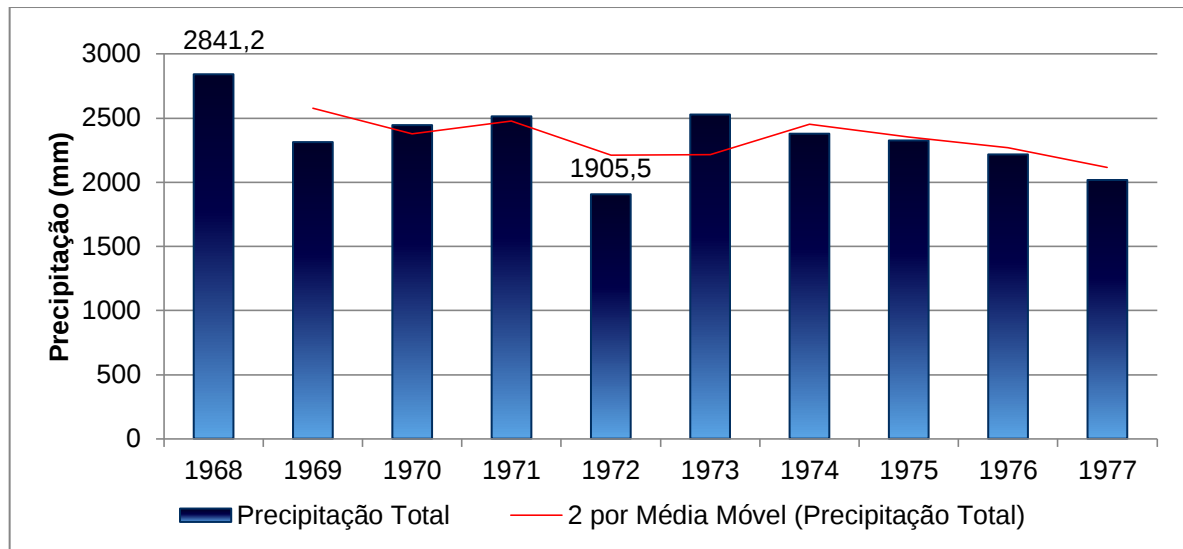
Figura 11: Precipitação total anual - 1958 a 1967



Fonte: INMET/BDMEP, 2018/ IBGE, 1959, 1960 e 1961.

Na década de 1968 a 1977 (figura 12), o total acumulado de chuvas anual ficou entre 1900 e 2850 mm. O ano com o maior volume de chuvas acumuladas foi 1968, com volume total de 2.841,2 mm anual, O ano com menor volume de chuva anual foi 1972, com total acumulado de 1905,5 mm anual.

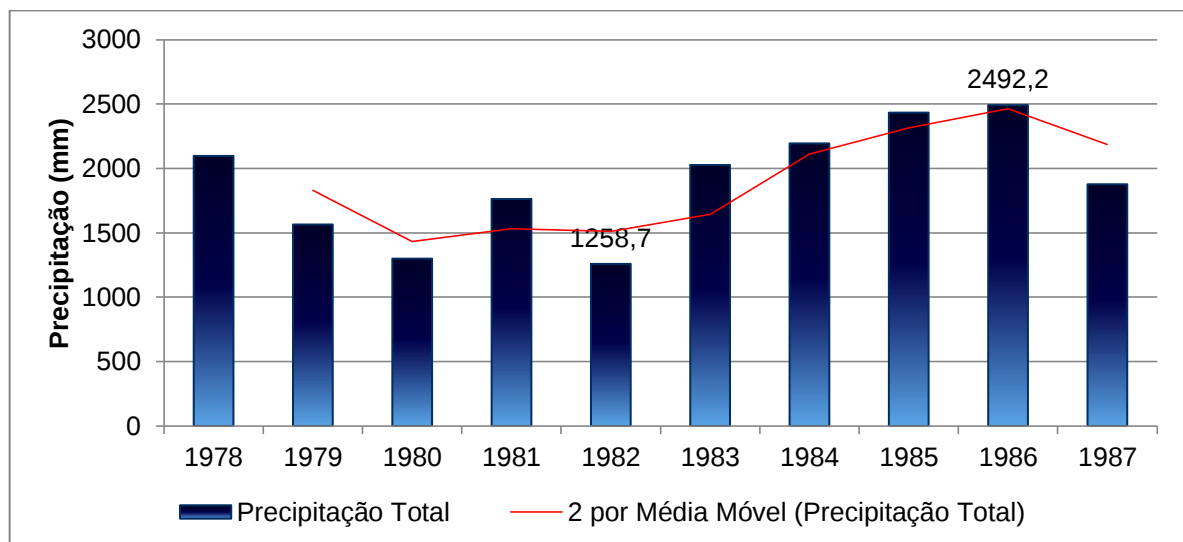
Figura 12: Precipitação total anual – 1968 a 1977



Fonte: INMET/BDMEP, 2018.

Analisando o gráfico de precipitação da década de 1978 a 1987 (figura 13), o total acumulado de chuvas anual ficou entre 1200 e 2500 mm. O ano com o maior volume de chuvas acumuladas foi 1986, com total anual de 2.492,2 mm. Já o ano com menor volume foi 1982, com total acumulado de 1.258,7 mm anual.

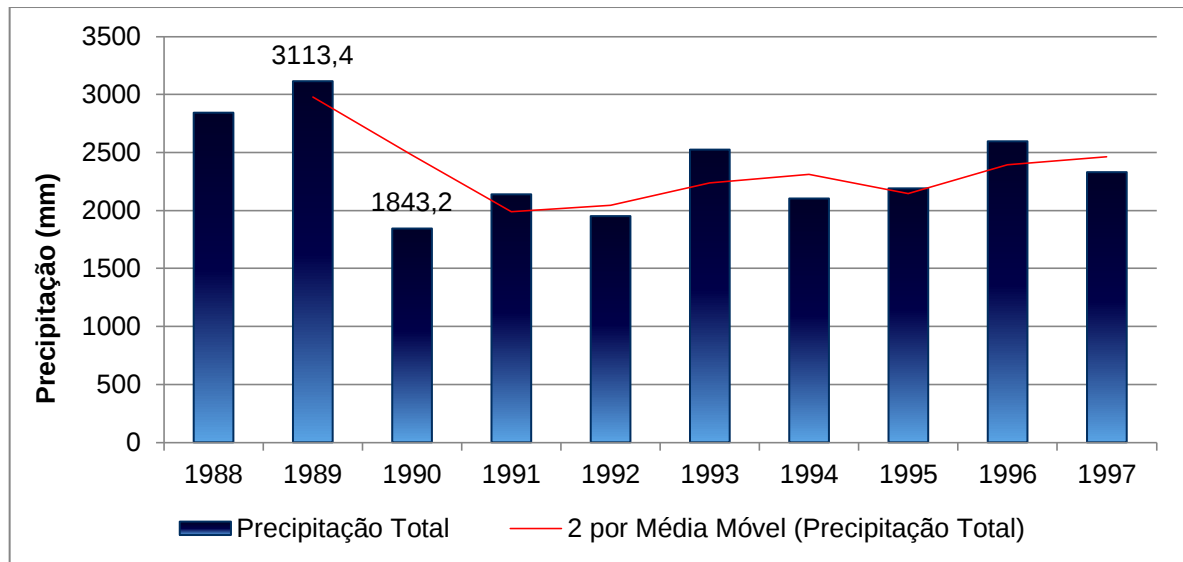
Figura 13: Precipitação total anual - 1978 a 1987



Fonte: INMET/BDMEP, 2018.

De acordo com o gráfico de precipitação da década de 1988 a 1997 (figura 14), o total acumulado de chuvas anual ficou entre 1800 e 3115 mm. O maior volume de chuvas acumuladas ocorreu em 1989, com total de 3.113,4 mm anual. O ano com menor volume foi 1990, com total acumulado de 1843,2 mm anual.

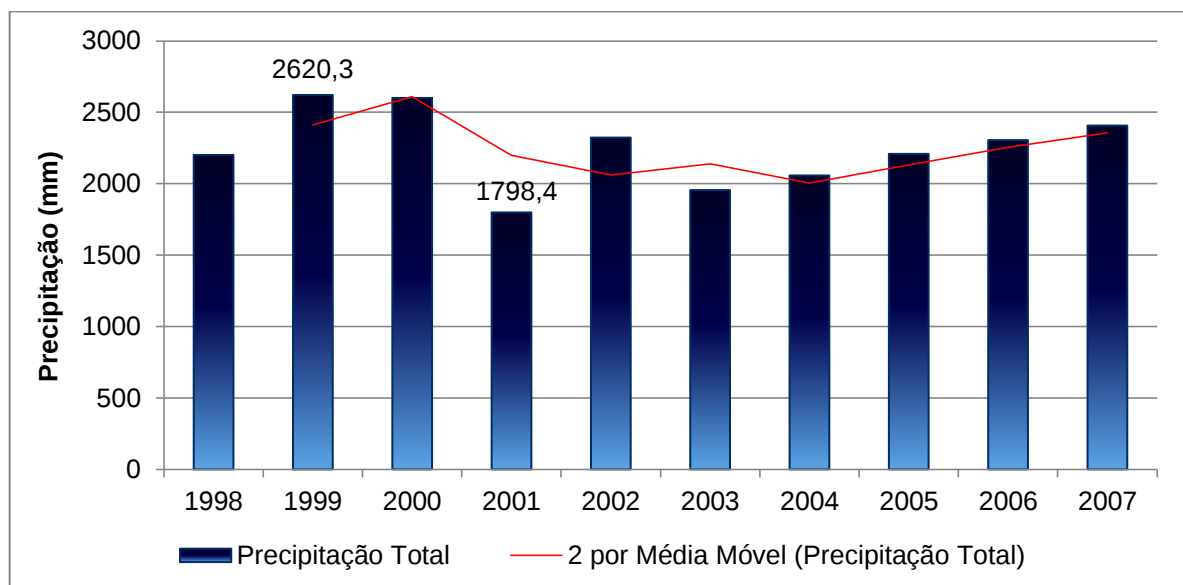
Figura 14: Precipitação total anual – 1988 a 1997



Fonte: INMET/BDMEP, 2018.

Analisando o gráfico de precipitação da década de 1998 a 2007 (figura 15), o total acumulado de chuvas anual ficou entre 1700 e 2700 mm. O maior volume de chuvas acumuladas ocorreu em 1999, com total de 2.620,3 mm anual. O ano com menor volume foi 2001, com total acumulado de 1798,4 mm anual.

Figura 15: Precipitação total anual – 1998 a 2007

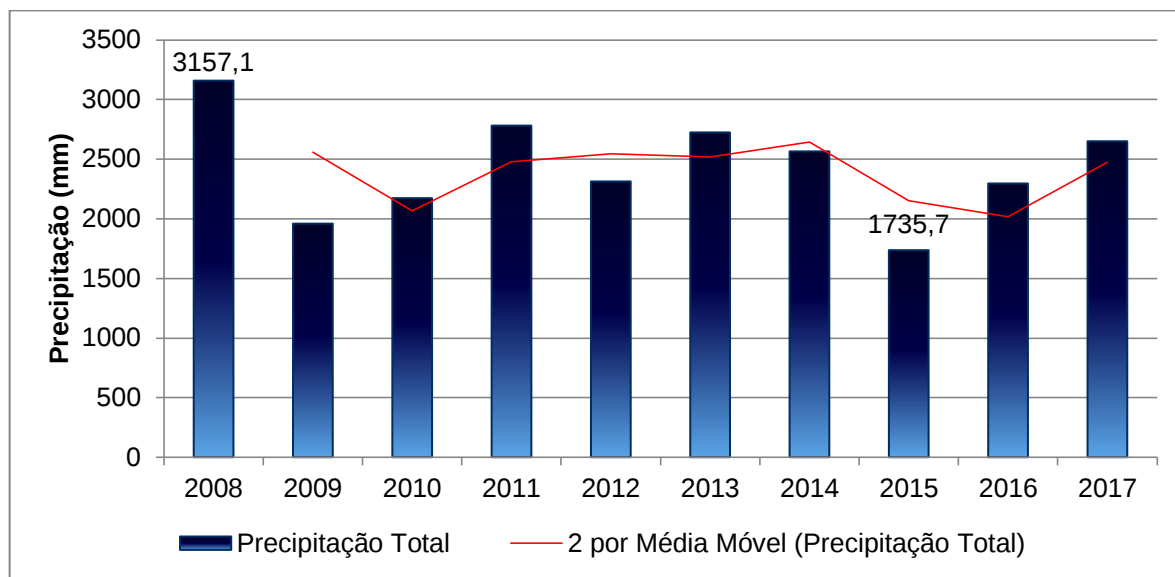


Fonte: INMET/BDMEP, 2018.

Conforme o gráfico de precipitação da década de 2008 a 2017 (figura 16), o total acumulado de chuvas anual ficou entre 1700 e 3200 mm. O ano com o maior

volume de chuvas acumuladas foi 2008, com total de 3.157,1 mm anual. O ano com menor volume de chuva anual foi 2015, com total acumulado de 1.735,7 mm anual.

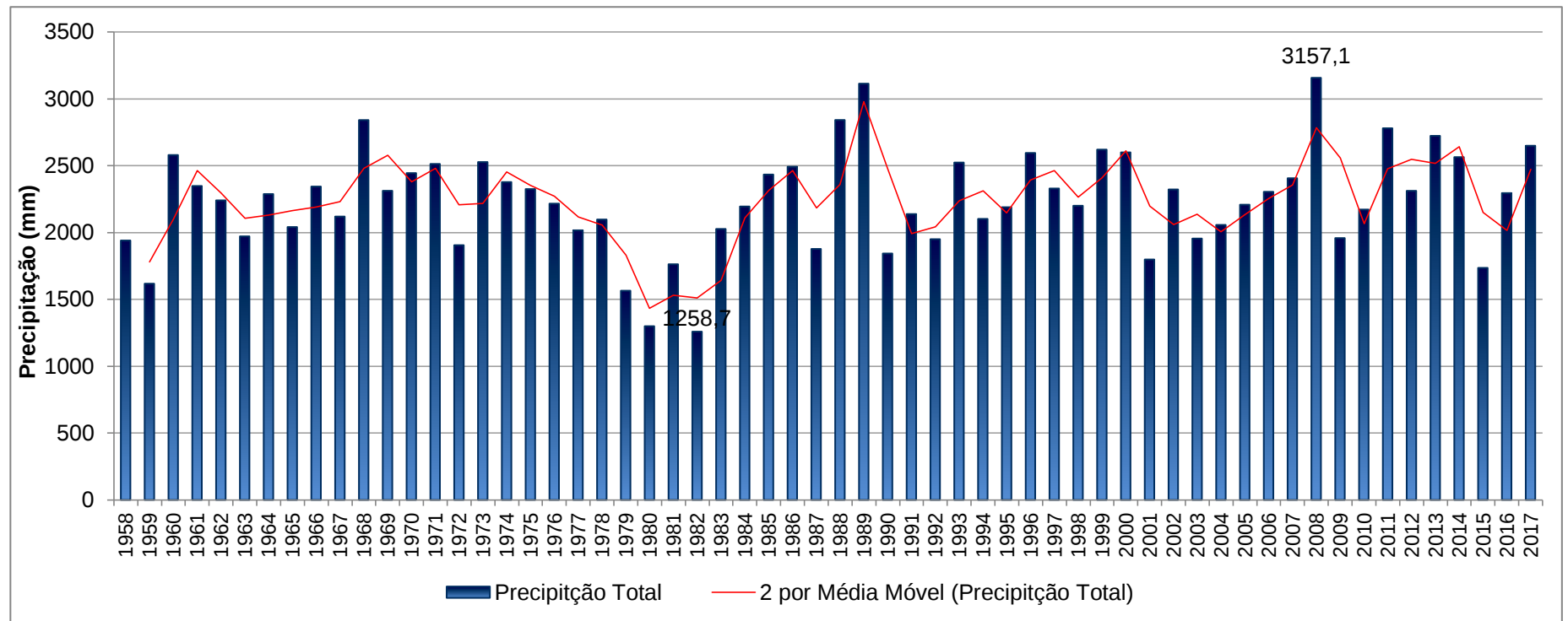
Figura 16: Precipitação total anual – 2008 a 2017



Fonte: INMET/BDMEP, 2018.

Conforme o gráfico de precipitação total anual de 1958 a 2017 (figura 17) pôde-se observar a grande variabilidade do volume de precipitação anual entre os anos analisados, notou-se, por exemplo, a existência de alguns anos que apresentaram baixos totais pluviométricos (menores que 2000 mm) assim como também se verifica anos com totais pluviométricos elevados (maiores que 2.500 mm).

Figura 17: Precipitação total anual – 1958 a 2017

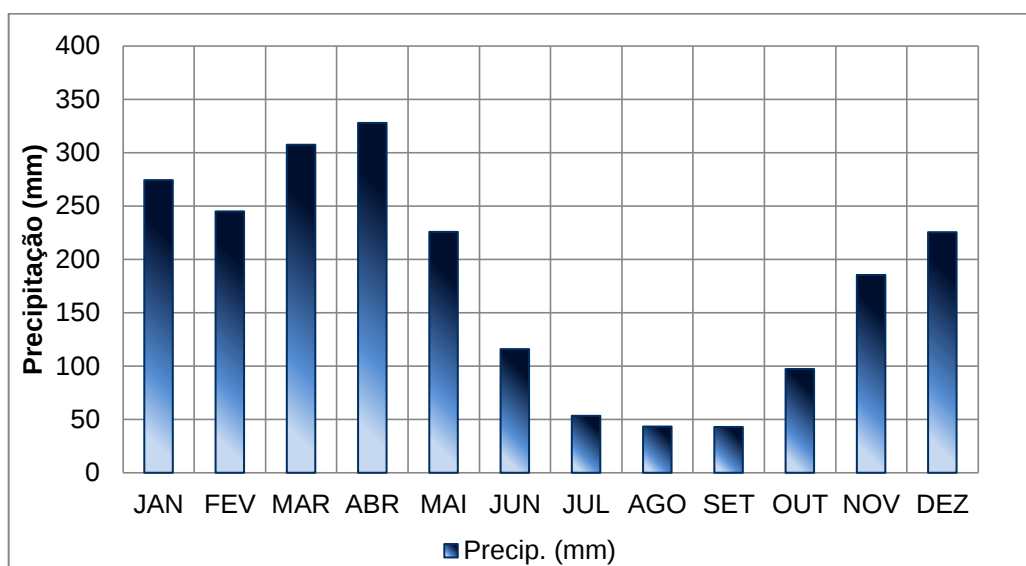


Fonte: IBGE, 1959, 1960, 1961/ INMET/BDMEP, 2018.

5.1.2. Distribuição de chuvas mensais durante as décadas

Analisando o gráfico de distribuição de chuvas mensais da década de 1958 a 1967 (figura 18), pôde-se observar que as maiores médias de precipitação mensal ocorreram nos meses de março e abril com valores maiores que 300 mm, onde o mês com maior volume médio foi abril com valor de 327,8 mm, enquanto que as menores médias ocorreram de julho a setembro, com valores menores que 60 mm, onde o menor volume médio aconteceu no meses de setembro e outubro com valor de 43,3 mm.

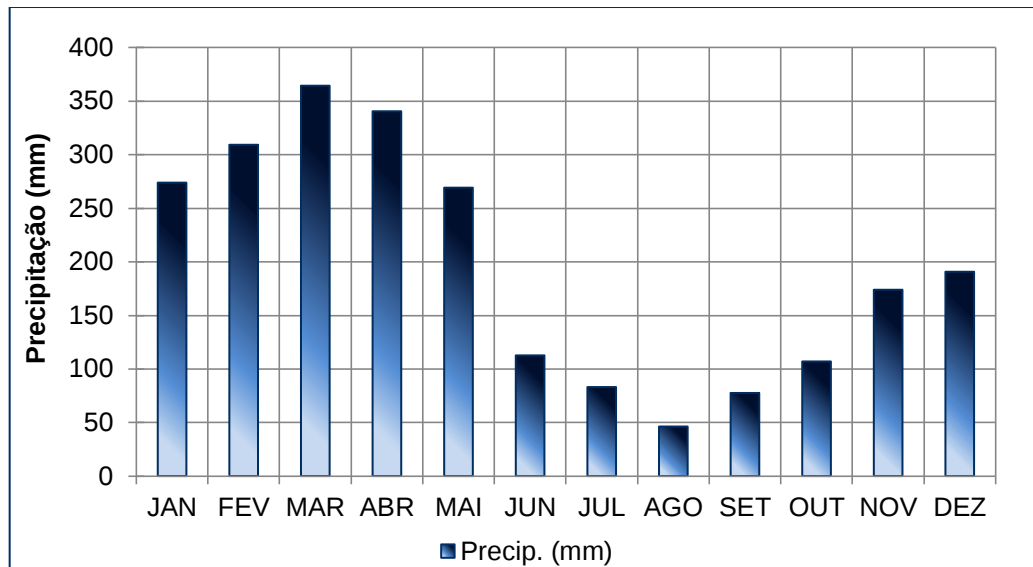
Figura 18: Distribuição mensal da chuva – 1958 a 1967



Fonte: IBGE, 1959, 1960, 1961/ INMET/BDMEP, 2018.

Conforme o gráfico de distribuição de chuvas mensais da década de 1968 a 1977 (figura 19) pôde-se observar que as maiores médias de precipitação mensal ocorreram de fevereiro a abril, apresentando valores maiores que 300 mm, onde o mês com maior volume médio foi março com valor de 364,3 mm, enquanto que as menores médias ocorreram de julho a setembro, apresentando valores menores que 90 mm, onde o menor volume médio aconteceu no mês de agosto com valor de 46,2 mm.

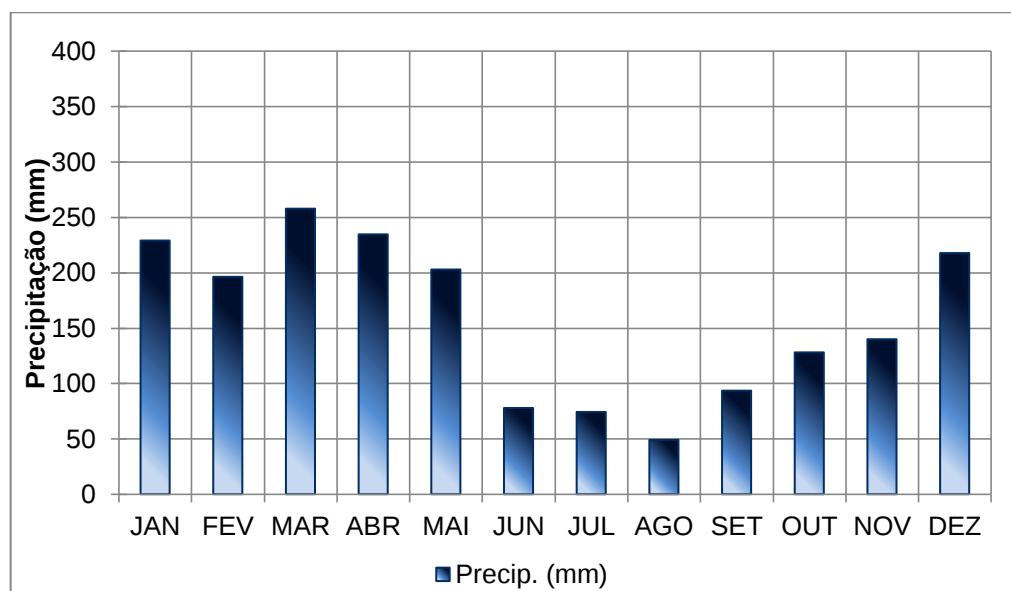
Figura 19: Distribuição mensal da chuva – 1968 a 1977



Fonte: INMET/BDMEP, 2018.

De acordo com o gráfico de distribuição mensal de chuvas da década de 1978 a 1987 (figura 20), observou-se que as maiores médias de precipitação mensal ocorreram em janeiro e março a maio e dezembro, apresentando valores maiores que 200 mm, onde o mês com maior volume médio foi março com valor de 257,8 mm, enquanto que as menores médias ocorreram de junho a agosto, apresentando valores menores que 80 mm, onde o menor volume médio aconteceu no mês de agosto com valor de 49,1 mm.

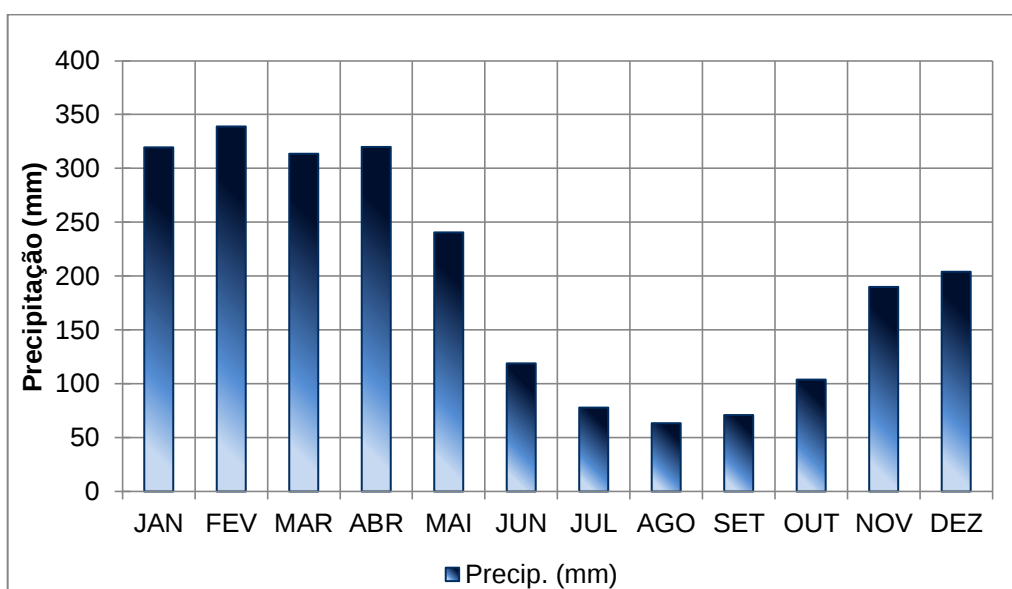
Figura 20: Distribuição mensal da chuva – 1978 a 1987



Fonte: INMET/BDMEP, 2018.

Conforme o gráfico de distribuição de chuvas mensais da década de 1988 a 1997 (figura 21) pôde-se observar que as maiores médias de precipitação mensal ocorreram de janeiro a abril, apresentando valores maiores que 300 mm, onde o mês com maior volume médio foi fevereiro com valor de 339,1 mm, enquanto que as menores médias ocorreram de julho a setembro, apresentando valores menores que 80 mm, onde o menor volume médio aconteceu no mês de agosto com valor de 63,5 mm.

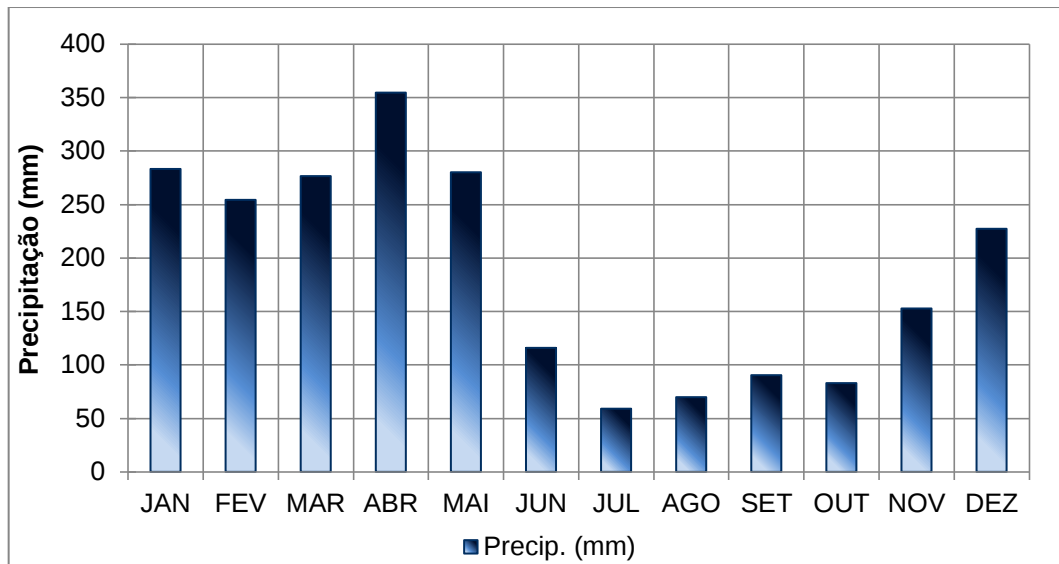
Figura 21: Distribuição mensal da chuva – 1988 a 1997



Fonte: INMET/BDMEP, 2018.

Analisando o gráfico de distribuição de chuvas mensais da década de 1998 a 2007 (figura 22), observou-se que as maiores médias de precipitação mensal ocorreram de janeiro a maio, apresentando valores maiores que 250 mm, onde o mês com maior volume médio foi abril com valor de 354,6 mm, enquanto que as menores médias ocorreram de julho a outubro, apresentando valores menores que 100 mm, onde o menor volume médio aconteceu no mês de julho com valor de 59,1 mm.

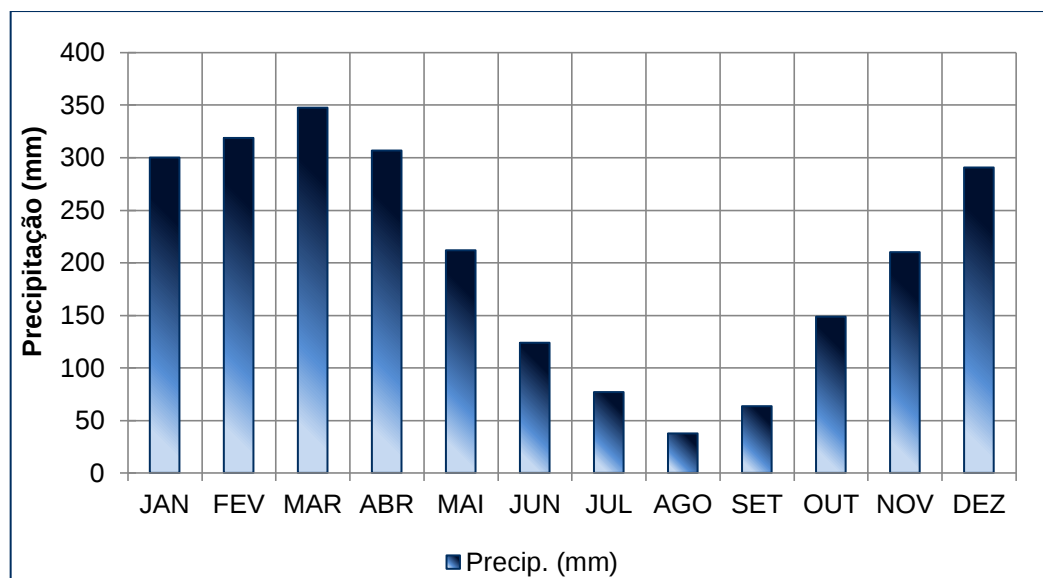
Figura 22: Distribuição mensal da chuva – 1998 a 2007



Fonte: INMET/BDMEP, 2018.

De acordo com o gráfico de distribuição de chuvas da década de 2008 a 2017 (figura 23), pôde-se observar que as maiores médias de precipitação mensal ocorreram de fevereiro a abril, apresentando valores maiores que 300 mm, onde o mês com maior volume médio foi março com valor de 347,3 mm, enquanto que as menores médias ocorreram de julho a setembro, apresentando valores menores que 80 mm, onde o menor volume médio aconteceu no mês de agosto com valor de 37,5 mm.

Figura 23: Distribuição mensal da chuva – 2008 a 2017

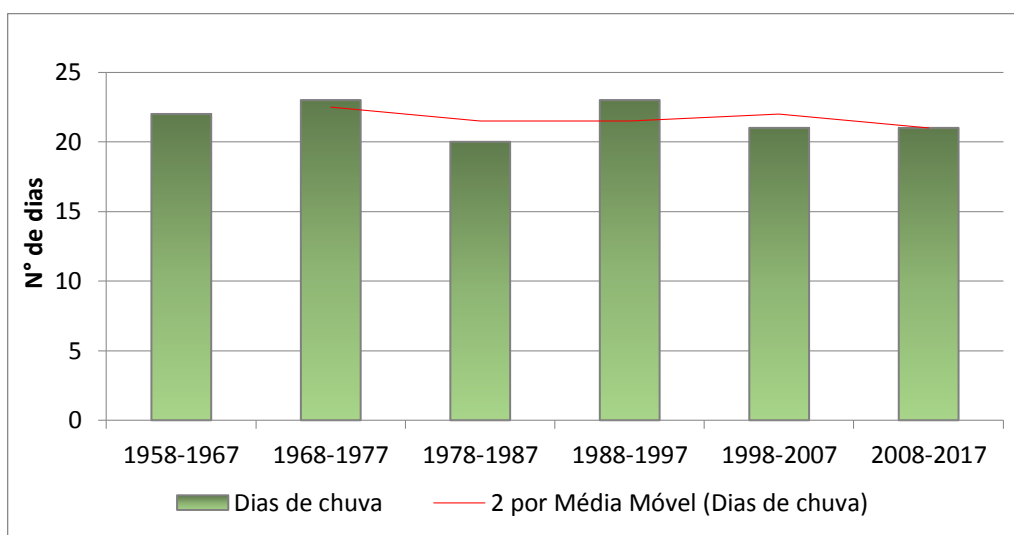


Fonte: INMET/BDMEP, 2018.

5.1.3. Número de dias de chuva média mensal por década

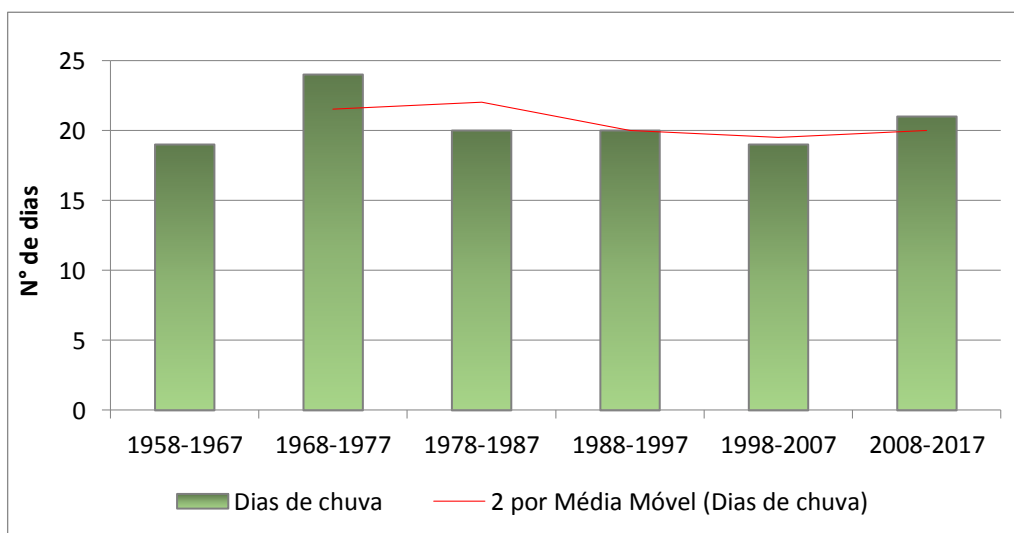
A média de número de dias de chuva das décadas analisadas para o mês de janeiro (figura 24), o maior número de dias chuvosos ocorreu nas décadas de 1968 a 1977 e 1988 a 1997 com média de 23 dias de chuva. O menor número de dias com chuva ocorreu na década de 1978 a 1987 com média de 20 dias. Para o mês de Fevereiro (figura 25), a maior média de dias chuvosos ocorreu nas décadas de 1968 a 1977 com média de 24 dias de chuva. O menor número de dias com chuva ocorreu nas décadas de 1958 a 1967 e 1998 a 2007 com média de 19 dias.

Figura 24: Média de dias de chuva do mês de janeiro



Fonte: INMET/BDMEP, 2018.

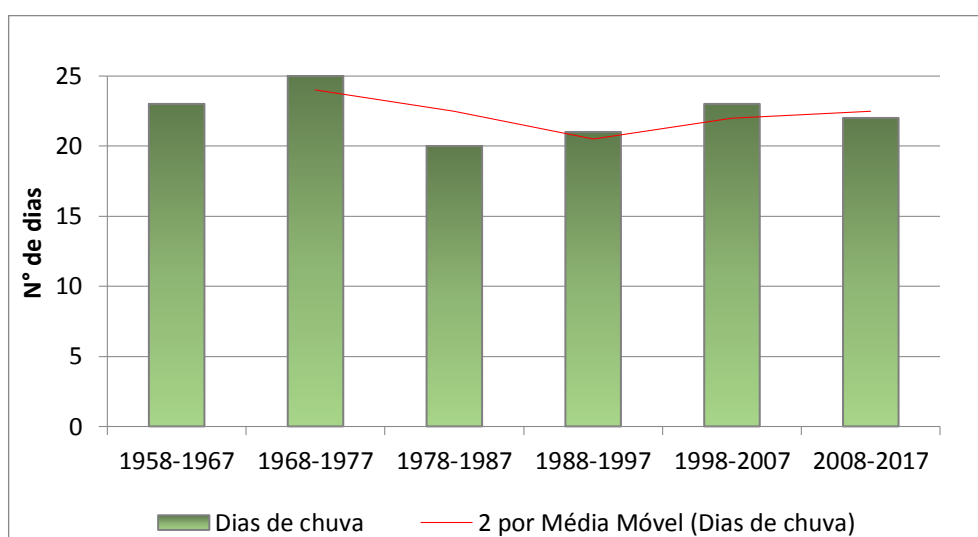
Figura 25: Média de dias de chuva do mês de fevereiro



Fonte: INMET/BDMEP, 2018.

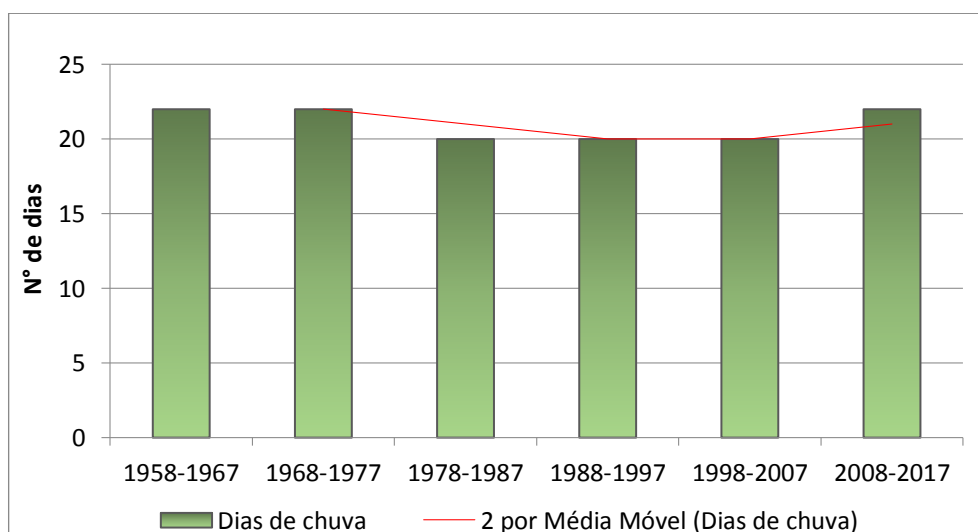
Segundo o gráfico de número de dias de chuva das décadas analisadas para o mês de março (figura 26), a maior média de dias chuvosos ocorreu na década de 1968 a 1977 com 25 dias de chuva. O menor número de dias com chuva ocorreu na década de 1978 a 1987 com média de 20 dias. Para o mês de abril (figura 27), o maior número de dias chuvosos ocorreu nas décadas de 1958 a 1967, 1968 a 1977 e 2008 a 2017 com média de 22 dias de chuva. Enquanto que a menor média de dias com chuva ocorreu nas décadas de 1978 a 1987, 1988 a 1997 e 1998 a 2007 com de 20 dias.

Figura 26: Média de Dias de chuva do Mês de Março



Fonte: INMET/BDMEP, 2018.

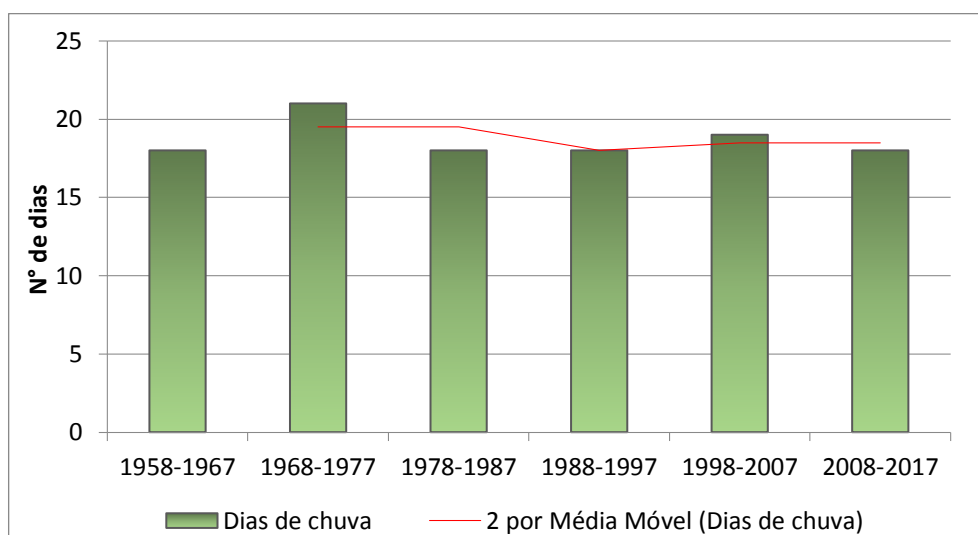
Figura 27: Dias de chuva do mês de abril



Fonte: INMET/BDMEP, 2018.

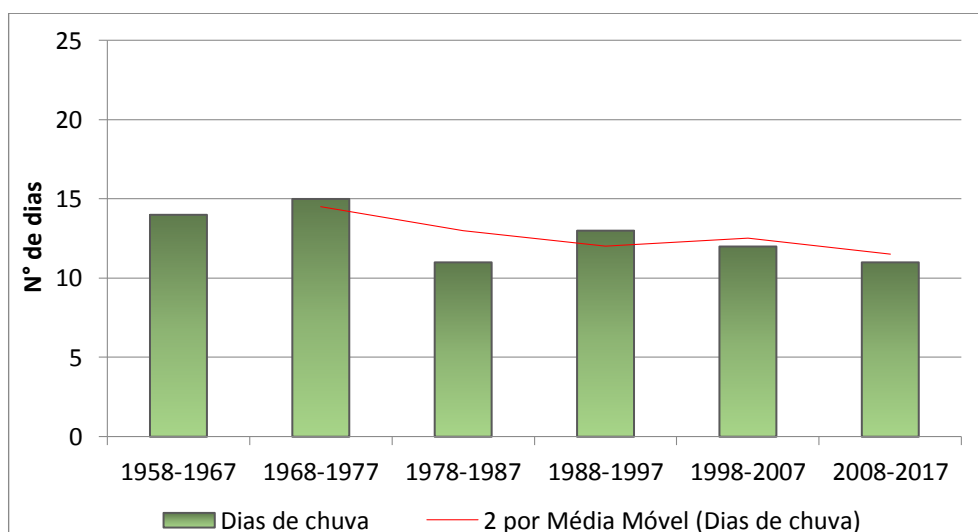
Segundo o gráfico de número de dias de chuva das décadas analisadas para o mês de maio (figura 28), o maior número de dias chuvosos ocorreu na década de 1968 a 1977 com média de 21 dias de chuva. O menor número de dias com chuva ocorreu nas décadas de 1958 a 1967, 1978 a 1987 e 1988 a 1997 com média de 18 dias. Para o mês de junho (figura 29), o maior número de dias chuvosos ocorreu na década de 1968 a 1977 com média de 15 dias de chuva. O menor número de dias chuvosos ocorreu nas décadas de 1978 a 1987 e 2008 a 2017 com média de 11 dias.

Figura 28: Dias de chuva do mês de maio



Fonte: INMET/BDMEP, 2018.

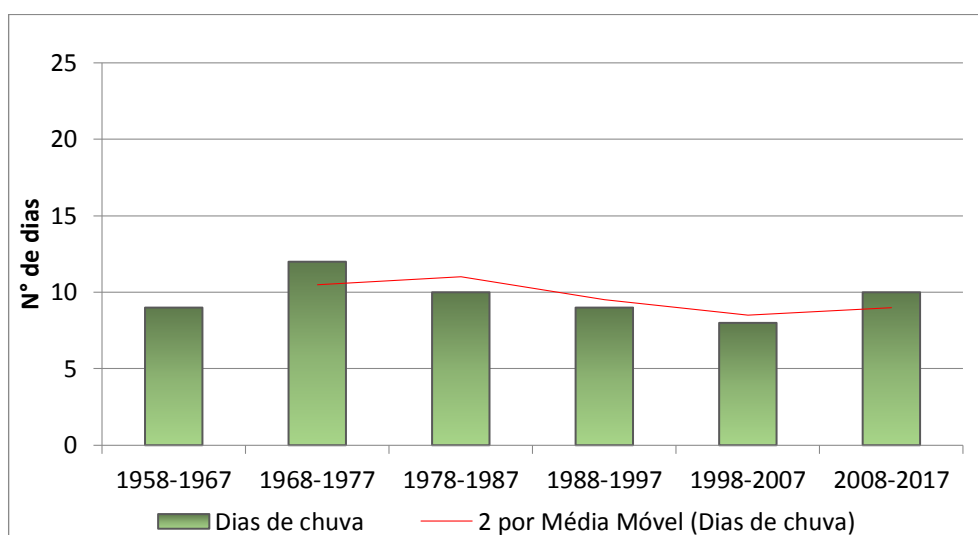
Figura 29: Dias de chuva do mês de junho



Fonte: INMET/BDMEP, 2018.

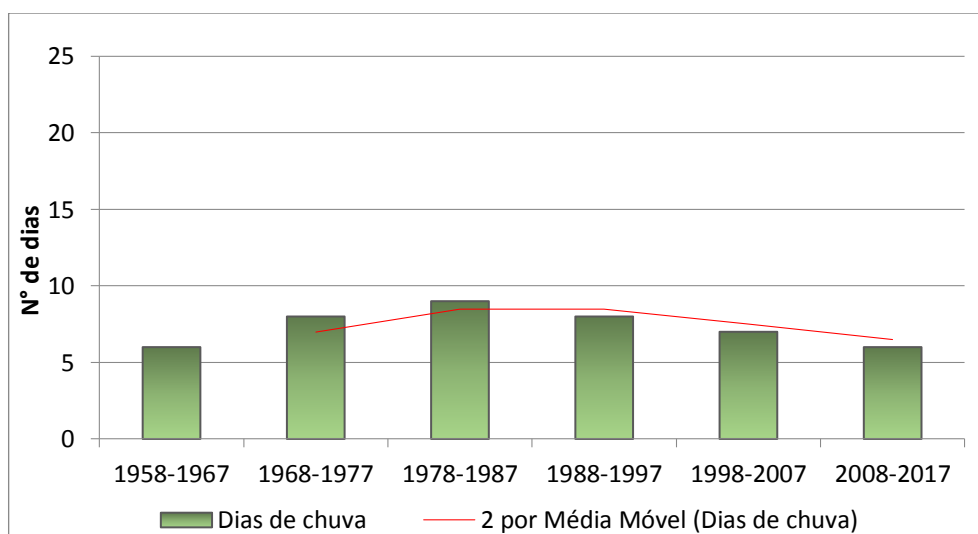
Segundo o gráfico de número de dias de chuva das décadas analisadas para o mês de julho (figura 30), o maior número de dias chuvosos ocorreu na década de 1968 a 1977 com média de 12 dias de chuva. O menor número de dias chuvosos ocorreu nas décadas de 1998 a 2007 com média de 8 dias. Para o mês de agosto (figura 31), o maior número de dias chuvosos ocorreu na década de 1978 a 1987, onde a média foi de 9 dias de chuva. O menor número de dias chuvosos ocorreu nas décadas de 1958 a 1967 e 2008 a 2017 com média de apenas 6 dias de chuva.

Figura 30: Dias de chuva do mês de julho



Fonte: INMET/BDMEP, 2018.

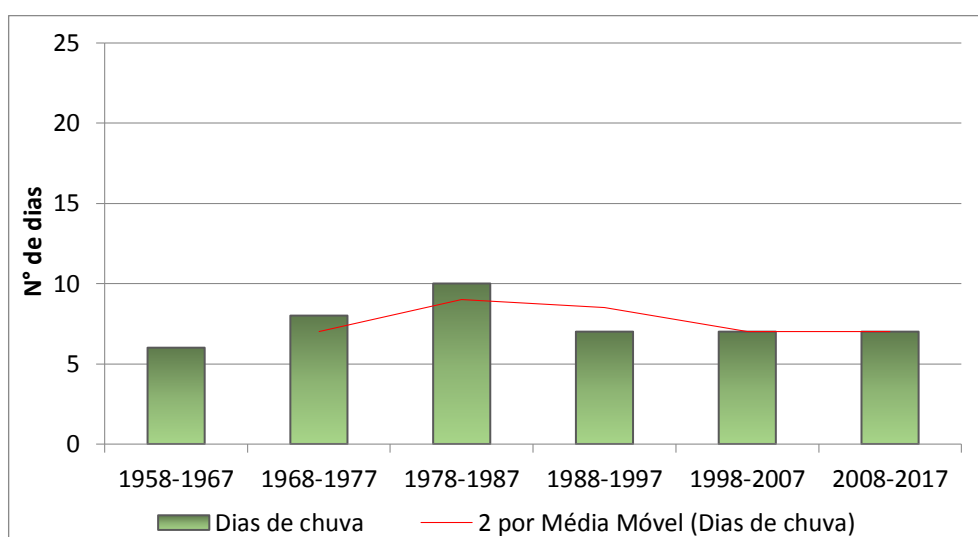
Figura 31: Dias de chuva do mês de agosto



Fonte: INMET/BDMEP, 2018.

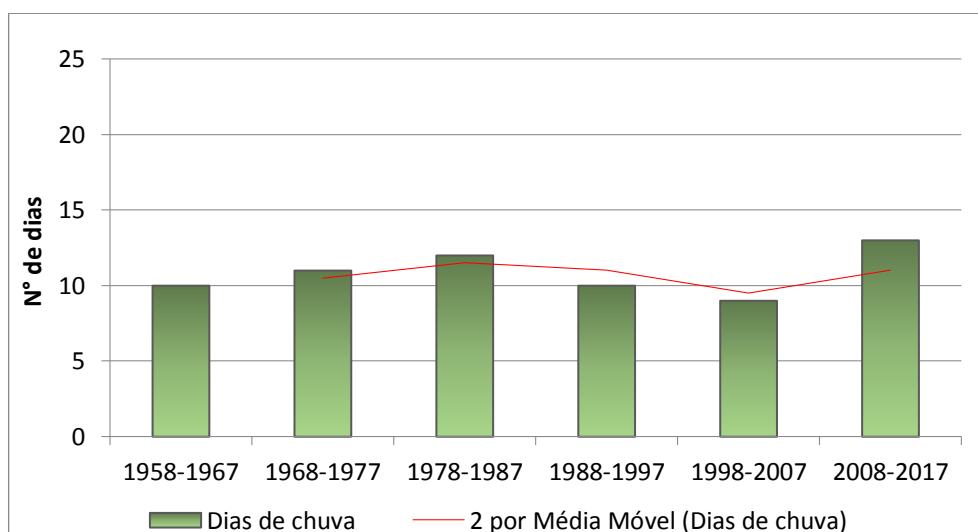
Como se pode observar no gráfico de número de dias de chuva das décadas analisadas para o mês de setembro (figura 32), o maior número de dias chuvosos ocorreu na década de 1978 a 1987, na qual a média foi de 10 dias de chuva. O menor número de dias chuvosos ocorreu na década de 1958 a 1967 com média de apenas 6 dias de chuva. No gráfico para o mês de outubro (figura 33), a maior ocorrência de número de dias chuvosos aconteceu na década de 2008 a 2017, com média foi de 13 dias de chuva. O menor número de dias chuvosos ocorreu na década de 1998 a 2007 com média de 9 dias de chuva.

Figura 32: Dias de chuva do mês de setembro



Fonte: INMET/BDMEP, 2018.

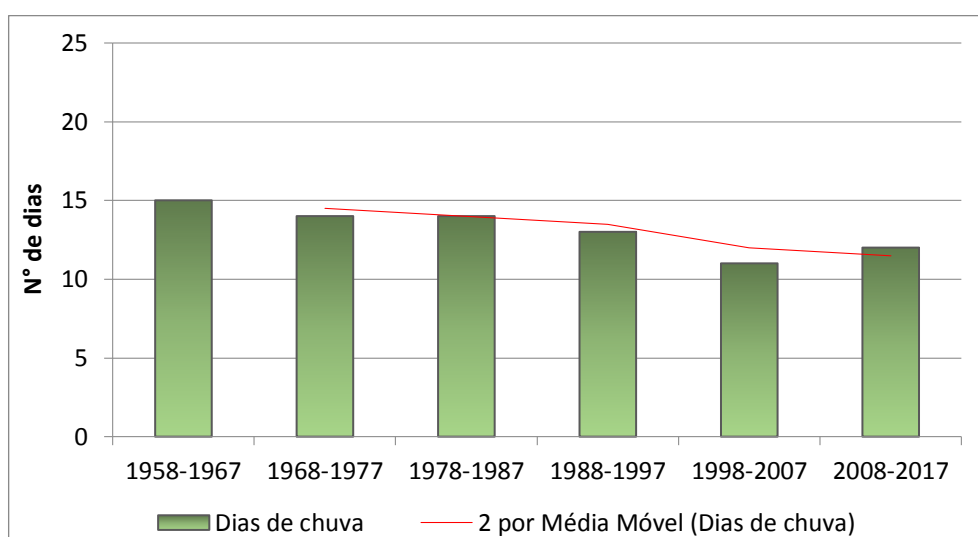
Figura 33: Dias de chuva do mês de outubro



Fonte: INMET/BDMEP, 2018.

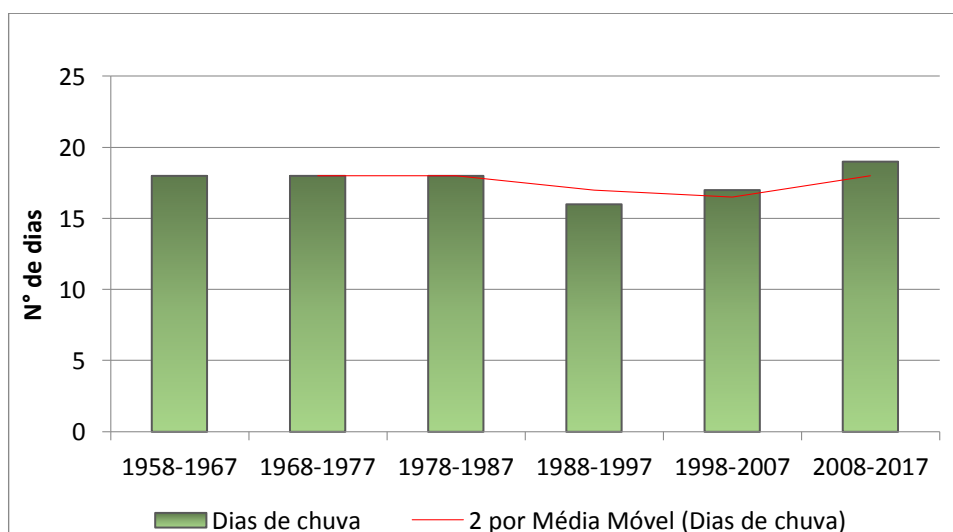
De acordo com o gráfico de número de dias de chuva das décadas analisadas para o mês de novembro (figura 34), a maior ocorrência de número de dias chuvosos aconteceu na década de 1958 a 1967, na qual a média foi de 15 dias de chuva. A menor ocorrência de dias de chuva aconteceu na década de 1998 a 2007 com média de 11 dias de chuva. No gráfico para o mês de dezembro (figura 35), a maior ocorrência de número de dias chuvosos aconteceu na década de 2008 a 2017, na qual a média foi de 19 dias com chuva. Já a menor ocorrência de dias de chuva aconteceu na década de 1988 a 1997 com média de 16 dias de chuva.

Figura 34: Dias de chuva do mês de novembro



Fonte: INMET/BDMEP, 2018.

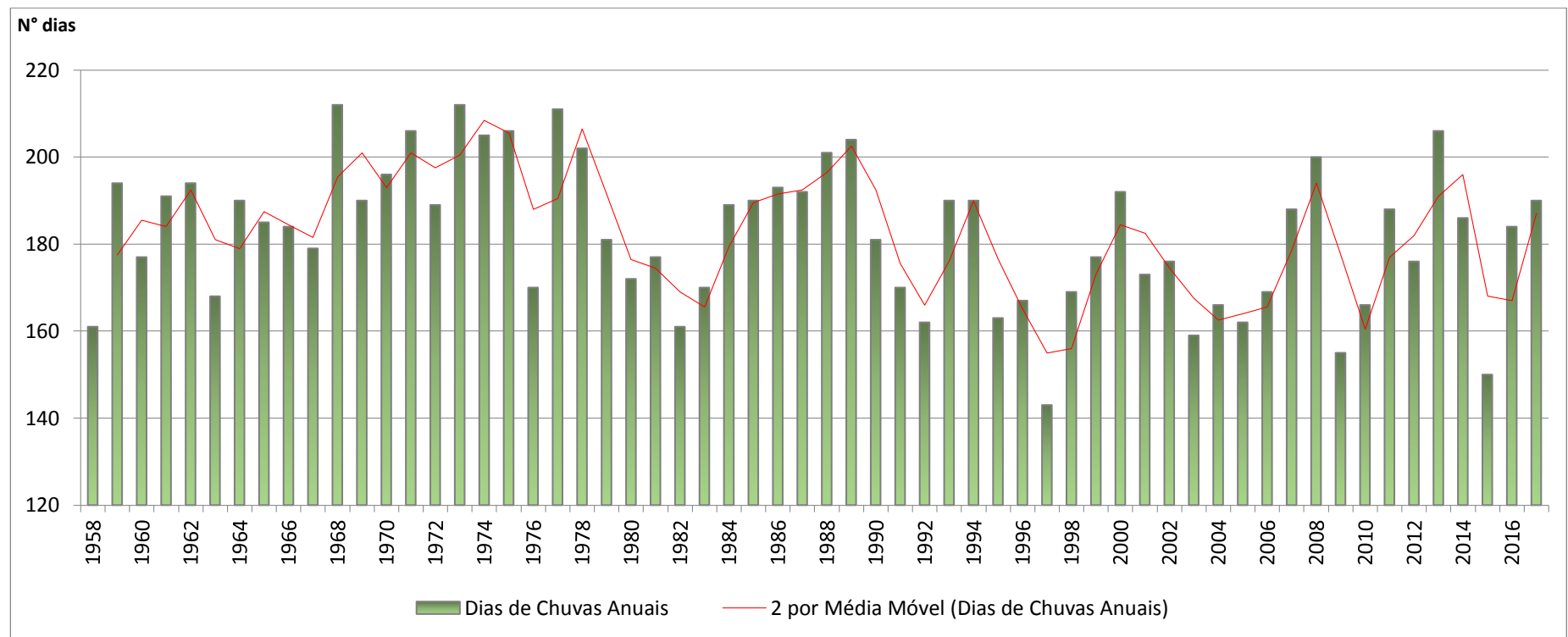
Figura 35: Dias de chuva do mês de dezembro



Fonte: INMET/BDMEP, 2018.

Conforme o gráfico de dias de chuva do período de 1958 a 2017 (figura 36) percebe-se que há grande oscilação dos números de dias chuvosos durante os anos analisados. Verificam-se alguns anos em que a ocorrência de dias chuvosos foi menor que 160, assim como se observa anos em que os dias de chuvas foram maiores que 200.

Figura 36: Dias com chuvas anuais de 1958 a 2017



Fonte: INMET/BDMEP, 2018.

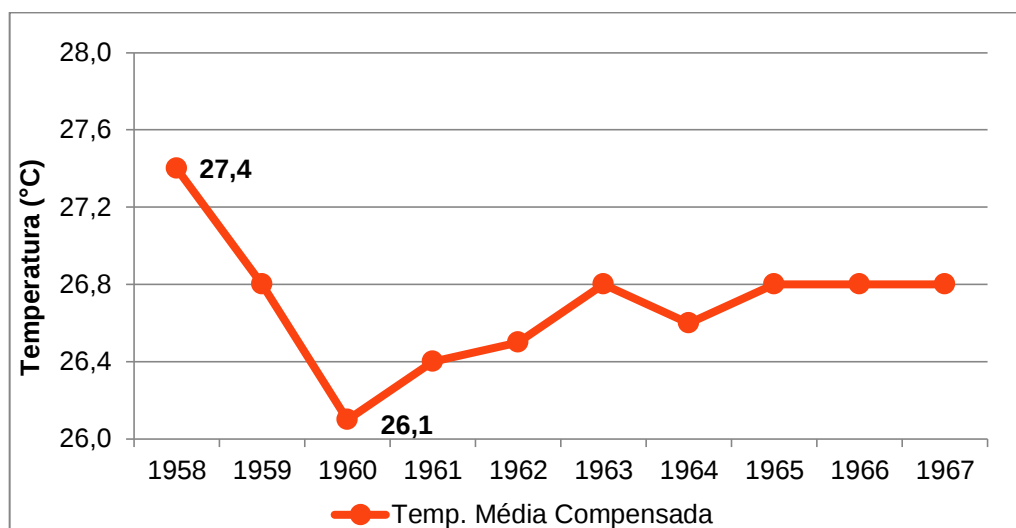
5.2. Caracterização da temperatura do ar no período de 1958 a 2017.

Os tópicos a seguir apresentarão a caracterização e análise da temperatura média compensada anual e mensal por década, assim como das temperaturas médias das máximas e das médias das mínimas anuais por década a partir de 1958, divididas em seis séries.

5.2.1. Temperatura média compensada anual por década.

Considerando o gráfico de temperatura média compensada anual da década de 1958 a 1967 (figura 37), as médias anuais de temperatura não excederam os 28°C. A maior média anual de temperatura ocorreu em 1958 com valor de 27,4°C. A menor média anual de temperatura ocorreu em 1960 com valor de 26,2 °C, no qual não houve ocorrência de anomalia de TSM. A amplitude da temperatura nesta década foi de 1,2°C.

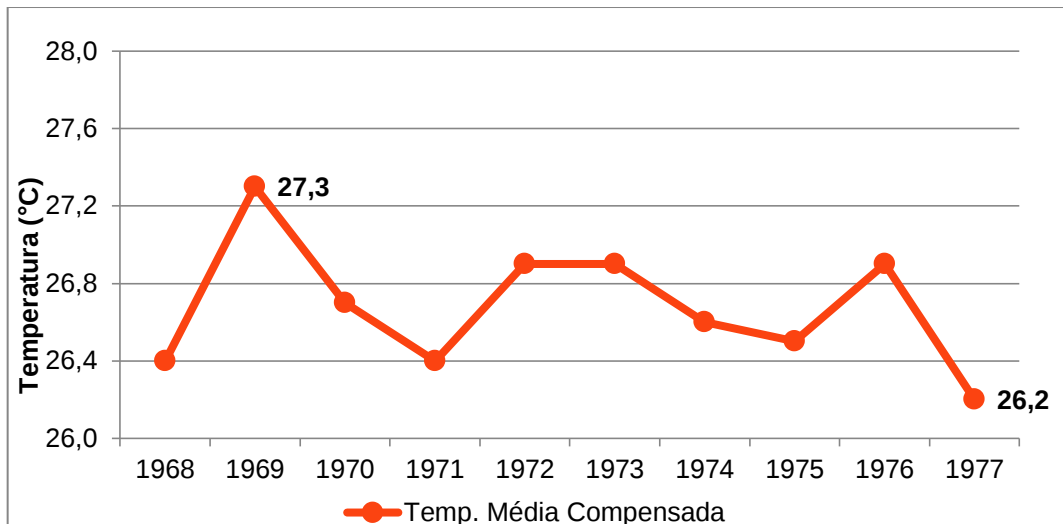
Figura 37: Temperatura média compensada – 1958 a 1967



Fonte: INMET/BDMEP, 2018.

De acordo com o gráfico de temperatura média compensada anual da década de 1968 a 1977 (figura 38), as médias anuais assim como na década de temperatura assim como na década anterior, não excederam os 28°C. A maior média anual de temperatura ocorreu em 1969 com valor de 27,3°C. A menor média anual de temperatura ocorreu em 1977 com valor de 26,2°C. A amplitude da temperatura nesta década foi de 1,1°C.

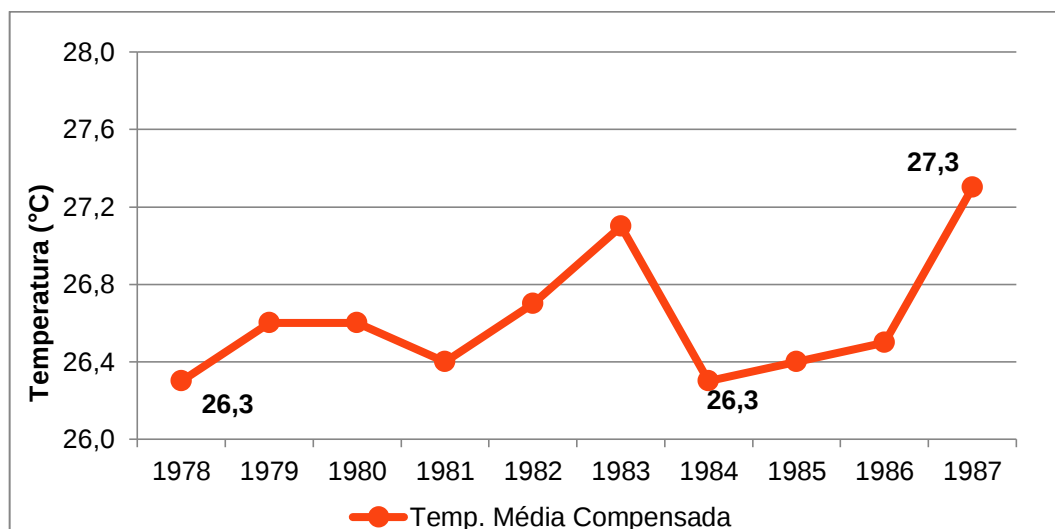
Figura 38: Temperatura média compensada – 1968 a 1977



Fonte: INMET/BDMEP, 2018.

Conforme o gráfico de temperatura média compensada anual da década de 1978 a 1987 (figura 39), as médias anuais de temperatura não excederam os 28°C. A maior média anual de temperatura ocorreu em 1987 com valor de 27,3°C. A menor média anual de temperatura ocorreu em 1978 e 1984 com valor de 26,3°C. A amplitude da temperatura nesta década foi de 1,0°C.

Figura 39: Temperatura média compensada – 1978 a 1987

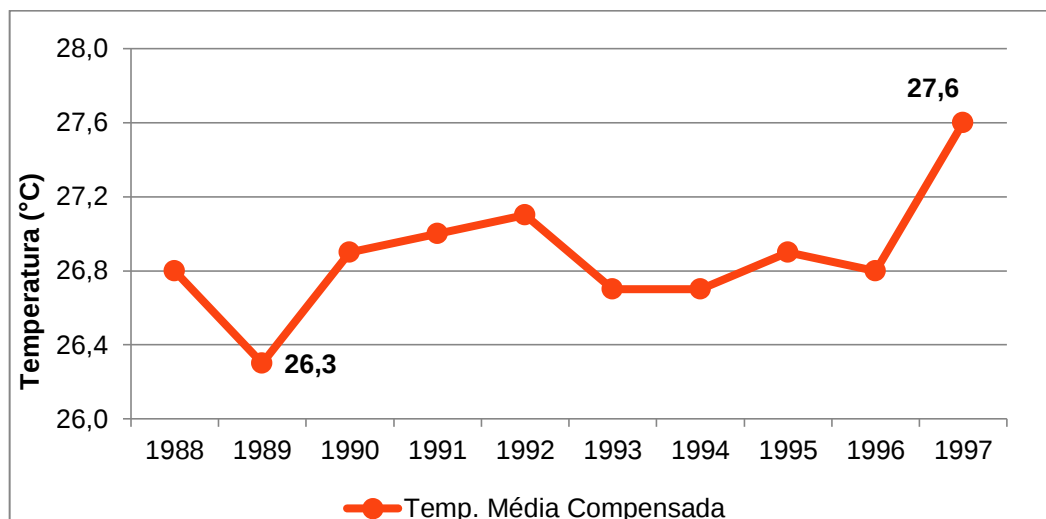


Fonte: INMET/BDMEP, 2018.

De acordo com o gráfico de temperatura média compensada anual década de 1988 a 1997, (figura 40) as médias anuais de temperatura não foram maiores que 28°C. A maior média anual de temperatura ocorreu em 1997 com valor de 27,6°C. A

menor média anual de temperatura ocorreu em 1989 com valor de 26,3°C, onde não houve ocorrência de anomalia de TSM. A amplitude da temperatura nesta década foi de 1,3°C.

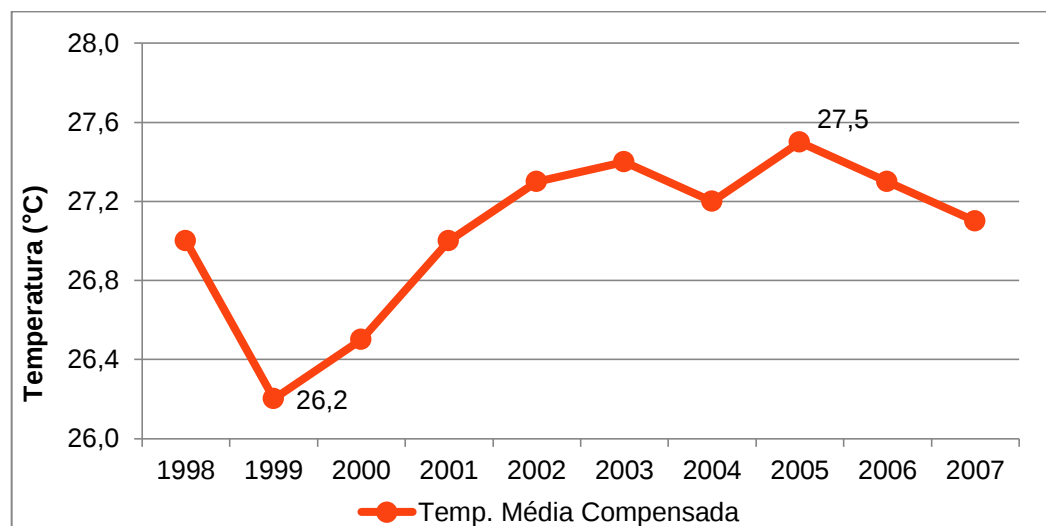
Figura 40: Temperatura média compensada – 1988 a 1997



Fonte: INMET/BDMEP, 2018.

Na década de 1998 a 2007, as médias anuais de temperatura não ultrapassaram os 28°C, como se pode observar no gráfico de temperatura média compensada anual (figura 41). A maior média anual de temperatura ocorreu em 2005 com valor de 27,5°C. A menor média anual de temperatura ocorreu em 1999 com valor de 26,2°C. A amplitude da temperatura presente nesta década foi de 1,3°C.

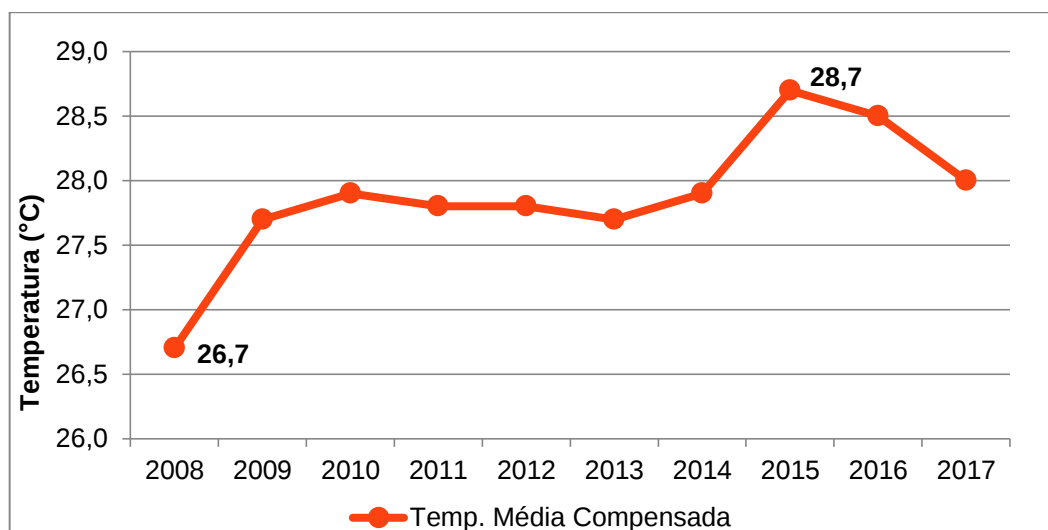
Figura 41: Temperatura média compensada – 1998 a 2007



Fonte: INMET/BDMEP, 2018.

Conforme o gráfico de temperatura média compensada anual da década de 2008 a 2017 (figura 42), as médias anuais de temperatura pertencentes a 2 (dois) anos excederam os 28°C. A maior média anual de temperatura ocorreu no ano de 2015 com valor de 28,7°. A menor média anual da década de temperatura ocorreu em 2008 com valor de 26,7°C. A amplitude da temperatura nesta década foi de 2,0°C.

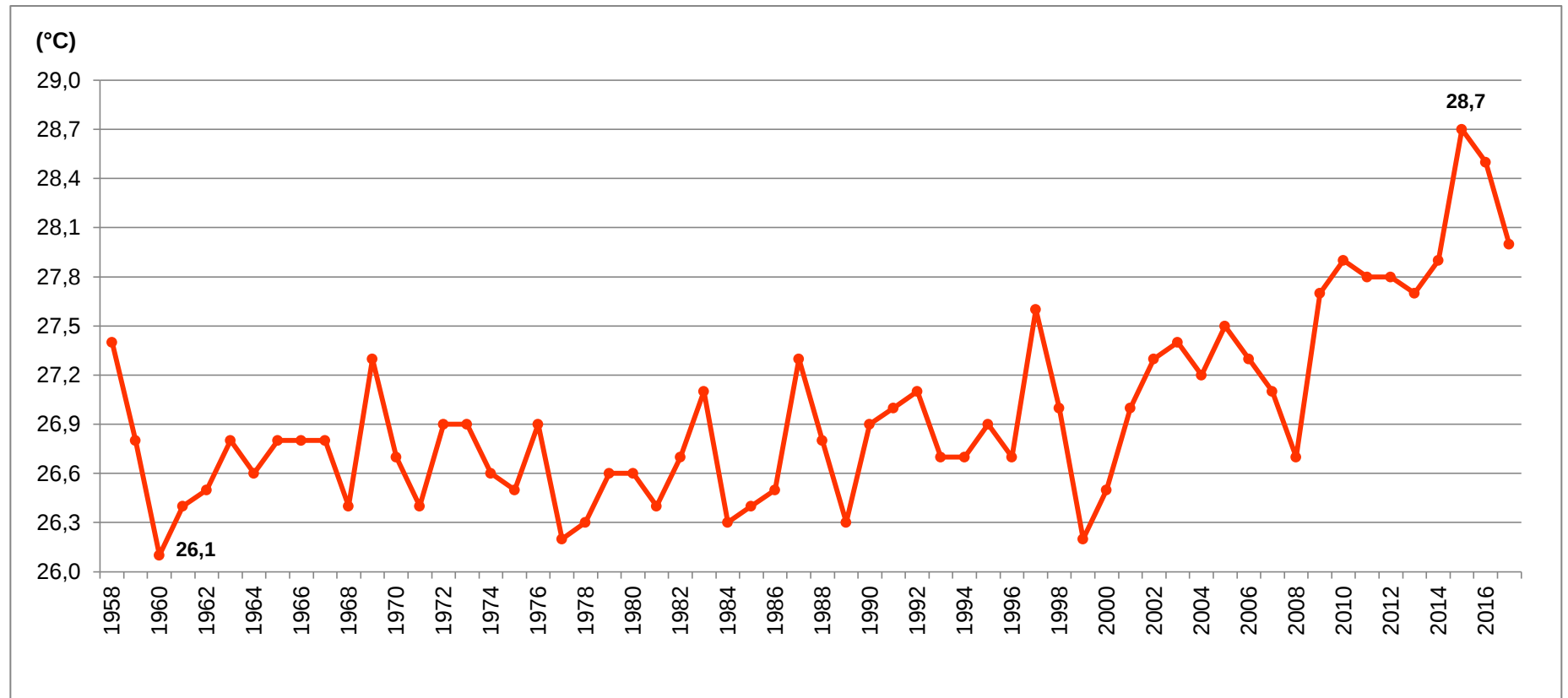
Figura 42: Temperatura média compensada – 2008 a 2017



Fonte: INMET/BDMEP, 2018.

Conforme se observa no gráfico de temperatura compensada anual do período de 1958 a 2017 (figura 43), alguns anos apresentaram médias abaixo de 26,5°C, estas médias ocorreram em cinco das seis décadas estudadas, a maior parte dos anos estudados tiveram temperatura média entre 26,5°C e 27,5°C. Já na última década 9 de 10 anos apresentaram médias de temperaturas acima de 27,5°C, sendo assim a década mais quente do período.

Figura 43: Temperatura média compensada – média anual -1958 a 2017

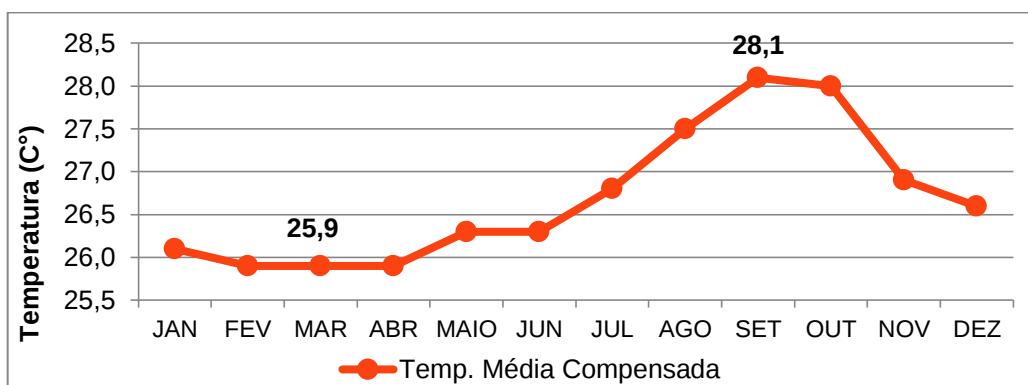


Fonte: IBGE, 1959, 1960/ INMET/BDMEP, 2018.

5.2.2. Temperatura média compensada mensal por década

De acordo com o gráfico de temperatura média compensada mensal da década de 1958 a 1967 (figura 44), pôde-se observar que as menores temperaturas ocorreram de janeiro a junho e dezembro com média de até 26,5°C, no qual a menor temperatura ocorreu no mês de março apresentando temperatura de 25,9°C. As maiores temperaturas aconteceram de julho a novembro, onde a maior média foi verificada no mês de setembro com temperatura de 28,1°C.

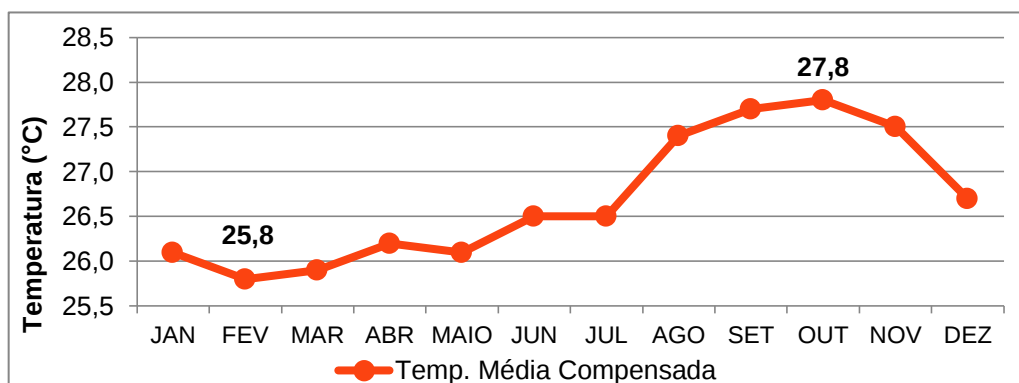
Figura 44: Temperatura média compensada mensal - 1958 a 1967



Fonte: IBGE, 1959, 1960/ INMET/BDMEP, 2018.

De acordo com o gráfico de temperatura média compensada mensal da década de 1968 a 1977 (figura 45), pode-se notar que as menores temperaturas ocorreram de janeiro a julho e dezembro com média de até 26,7°C, no qual a menor temperatura ocorreu no mês de fevereiro atingindo temperatura de 25,8°C. As maiores temperaturas aconteceram de agosto a novembro, com médias maiores que 27,0°C, onde a maior média foi verificada no mês de setembro com temperatura de 27,8°C.

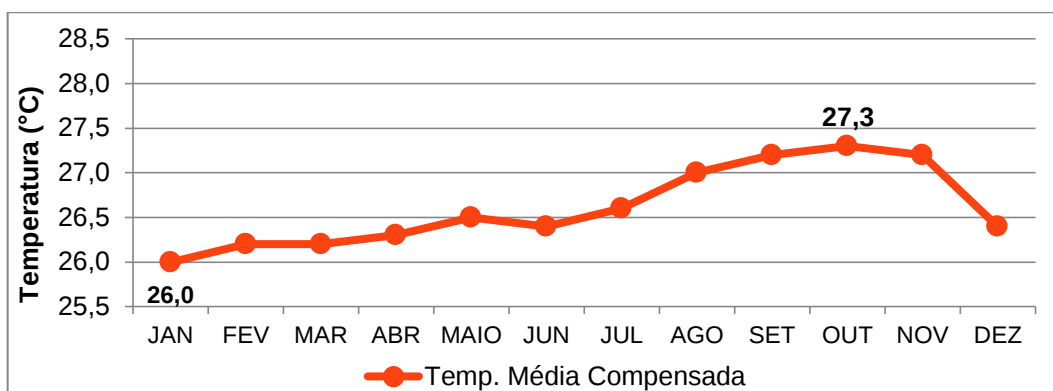
Figura 45: Temperatura média compensada mensal - 1968 – 1977



Fonte: INMET/BDMEP, 2018.

De acordo com o gráfico de temperatura média compensada mensal da década de 1978 a 1987 (figura 46), pode-se notar que as menores temperaturas ocorreram de janeiro a julho e dezembro com média de até 26,5°C, no qual a menor temperatura ocorreu no mês de janeiro atingindo temperatura de 26,0°C. As maiores temperaturas aconteceram de agosto a novembro, com médias a partir de 27,0°C, onde a maior média foi verificada no mês de outubro com temperatura de 27,3°C.

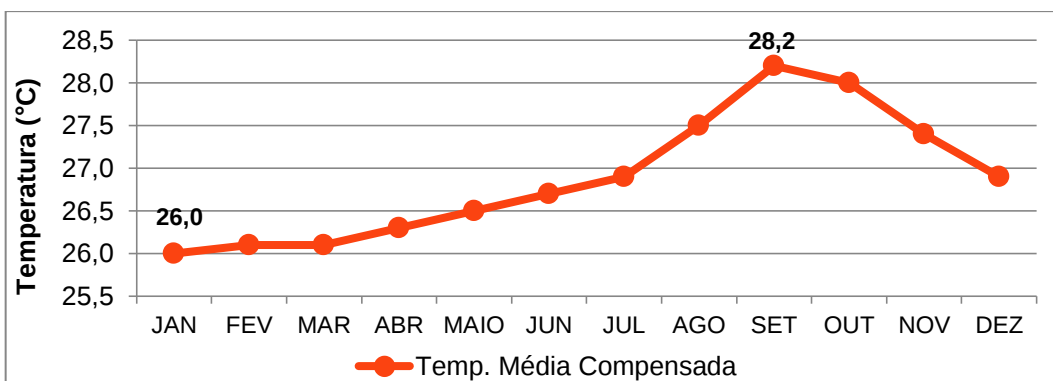
Figura 46: Temperatura média compensada mensal - 1978 – 1987



Fonte: INMET/BDMEP, 2018.

De acordo com o gráfico de temperatura média compensada mensal da década de 1988 a 1997 (figura 47), pode-se notar que as menores temperaturas ocorreram de janeiro a julho e dezembro com média abaixo de 27,0°C, no qual a menor temperatura ocorreu no mês de janeiro apresentando temperatura de 26,0°C. As maiores temperaturas aconteceram de agosto a novembro, com médias acima de 27,0°C, onde a maior média ocorreu no mês de setembro com temperatura de 28,2°C.

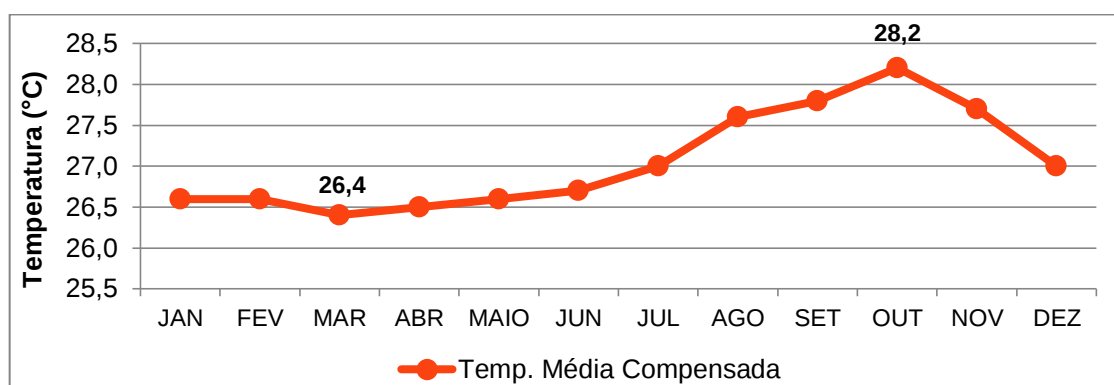
Figura 47: Temperatura média compensada mensal - 1988 – 1997



Fonte: INMET/BDMEP, 2018.

De acordo com o gráfico de temperatura média compensada mensal da década de 1998 a 2007 (figura 48), pode-se observar que as menores temperaturas ocorreram de janeiro a julho e dezembro com média de até 27,0°C, no qual a menor temperatura ocorreu no mês de março apresentando temperatura de 26,4°C. As maiores temperaturas aconteceram de agosto a novembro, com médias maiores que 27,5°C, onde a maior média foi verificada no mês de outubro com temperatura de 28,2°C.

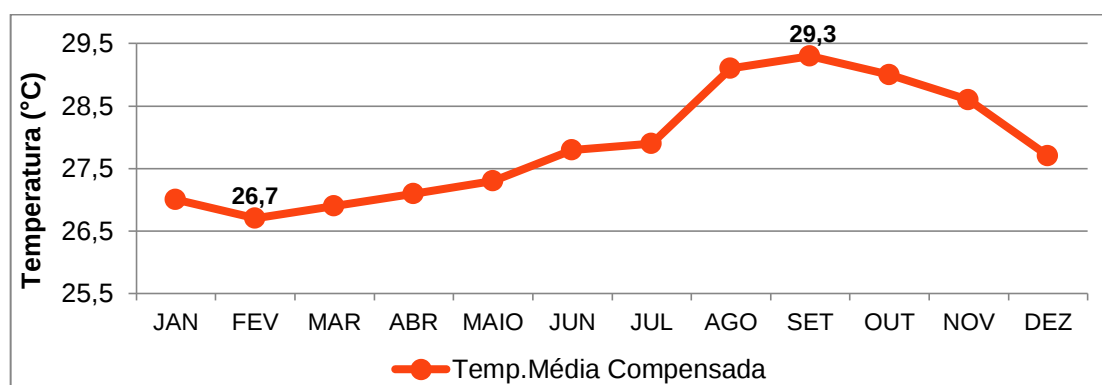
Figura 48: Temperatura média compensada mensal - 1998 – 2007



Fonte: INMET/BDMEP, 2018.

De acordo com o gráfico de temperatura média compensada mensal da década de 2008 a 2017 (figura 49), pode-se observar que as menores temperaturas ocorreram de janeiro a maio com média de até 27,3°C, no qual a menor temperatura ocorreu no mês de fevereiro possuindo temperatura de 26,7°C. As maiores temperaturas foram verificadas nos meses de junho a dezembro, com médias maiores que 27,5°C, onde a maior média ocorreu no mês de setembro com temperatura de 29,3°C.

Figura 49: Temperatura média compensada mensal - 2008 – 2017



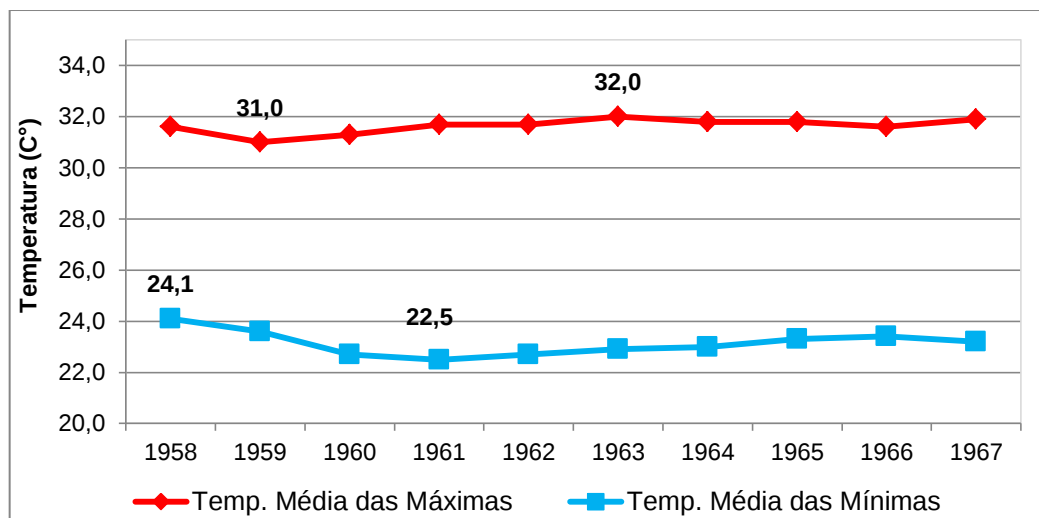
Fonte: INMET/BDMEP, 2018.

5.2.3. Caracterização das temperaturas do ar - médias das máximas e médias das médias das mínimas anuais

Conforme se pode observar no gráfico das médias das máximas e das médias das mínimas anuais (figura 50) da década de 1958 a 1967, a maior temperatura média entre as máximas anuais ocorreu no ano de 1963, com média de 32,0°C. A menor temperatura média entre as máximas ocorreu em 1959, com média de 30,9°C, apresentando amplitude de 1,1°C.

A maior temperatura média entre as mínimas ocorreu em 1958, possuindo média anual de 24,1°C. A menor temperatura média entre as mínimas foi encontrada no ano de 1961, com média de 22,5°C, apresentando amplitude de 1,5°C.

Figura 50: Temperatura máxima x temperatura mínima - 1958 a 1967

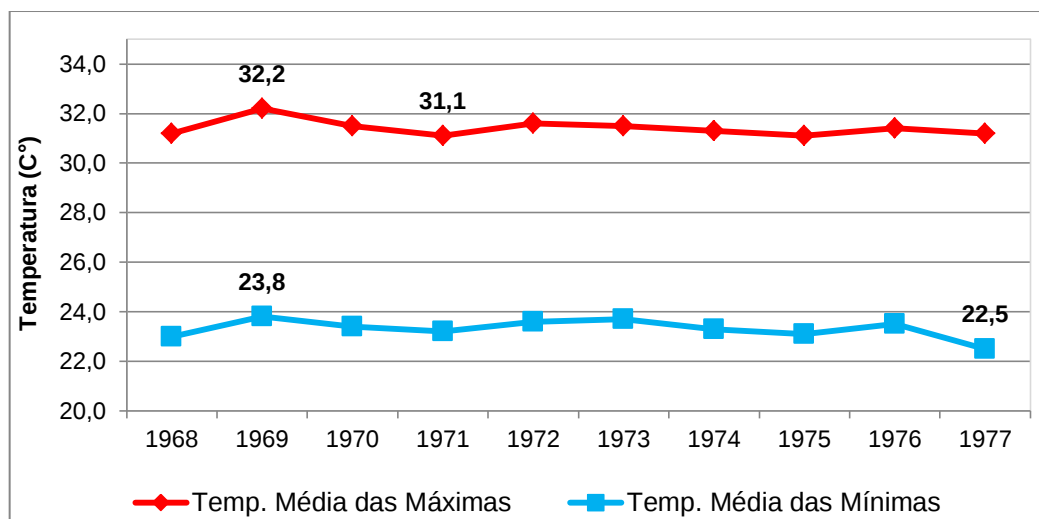


Fonte: INMET/BDMEP, 2018.

De acordo com o gráfico das médias das máximas e das médias das mínimas anuais (figura 51) da década de 1968 a 1977, a maior temperatura média entre as máximas anuais ocorreu no ano de 1969, com média de 32,2°C. A menor temperatura média entre as máximas ocorreu em 1971, com média de 31,1°C, apresentando amplitude de 1,1°C.

A maior temperatura média entre as mínimas ocorreu em 1969, possuindo média anual de 23,8°C. A menor temperatura média entre as mínimas foi encontrada no ano de 1977, com média de 22,5°C, apresentando amplitude de 1,3°C.

Figura 51: Temperatura máxima x temperatura mínima - 1968 a 1977.

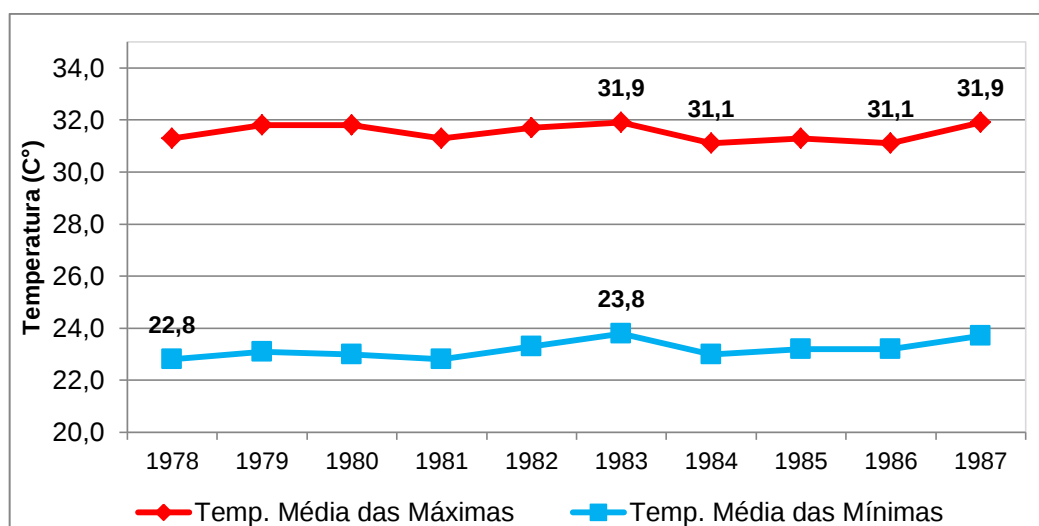


Fonte: INMET/BDMEP, 2018.

Conforme o gráfico das médias das máximas e das médias das mínimas anuais (figura 52) da década de 1978 a 1987, a maior temperatura média entre as máximas anuais ocorreu no ano de 1983 e 1987, com média de 31,9°C. A menor temperatura média entre as máximas ocorreu em 1984 e 1986, com média de 31,1°C, apresentando amplitude de 0,8°C.

A maior temperatura média entre as mínimas ocorreu em 1983, possuindo média anual de 23,8°C. A menor temperatura média entre as mínimas foi encontrada no ano de 1978, com média de 22,8°C, apresentando amplitude de 1,0°C.

Figura 52: Temperatura máxima x temperatura mínima - 1978 a 1987.

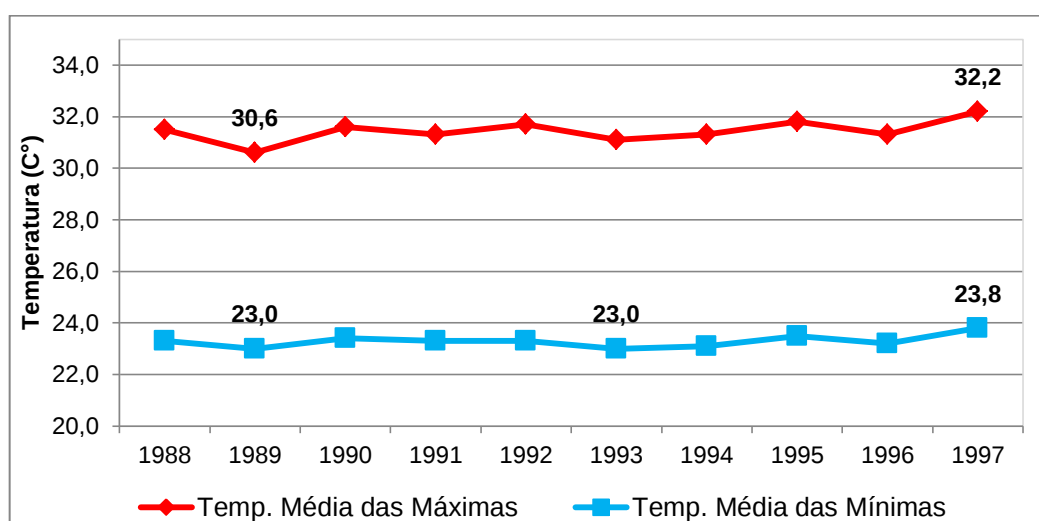


Fonte: INMET/BDMEP, 2018.

Conforme se observa no gráfico das médias das máximas e das médias das mínimas anuais (figura 53) da década de 1988 a 1997, a maior temperatura média entre as máximas anuais ocorreu no ano de 1997, com média de 32,2°C. A menor temperatura média entre as máximas ocorreu em 1989, com média de 30,6°C, apresentando amplitude de 1,6°C.

A maior temperatura média entre as mínimas ocorreu em 1997, possuindo média anual de 23,8°C. A menor temperatura média entre as mínimas foi encontrada no ano de 1989 e 1993, com média de 23,0°C, apresentando amplitude de 0,8°C.

Figura 53: Temperatura máxima x temperatura mínima - 1988 a 1997

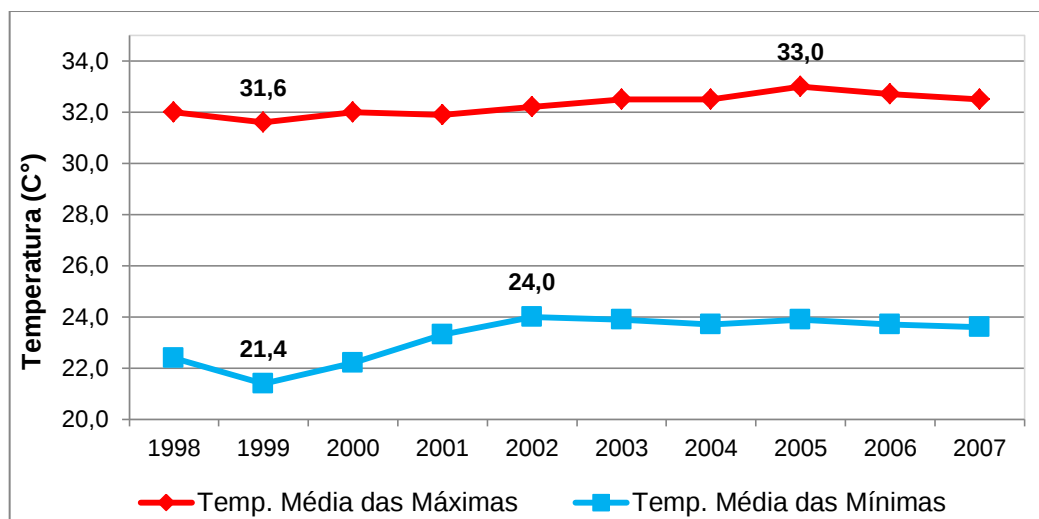


Fonte: INMET/BDMEP, 2018.

Conforme se observa no gráfico das médias das máximas e das médias das mínimas anuais (figura 54) da década de 1998 a 2007, a maior temperatura média entre as máximas anuais ocorreu no ano de 2005, com média de 33,0°C. A menor temperatura média entre as máximas ocorreu em 1999, com média de 31,6°C, apresentando amplitude de 1,4°C.

A maior temperatura média entre as mínimas ocorreu em 2002, possuindo média anual de 24,0°C. A menor temperatura média entre as mínimas foi encontrada no ano de 1999, com média de 21,4°C, apresentando amplitude de 2,6°C.

Figura 54: Temperatura máxima x temperatura mínima - 1998 a 2007

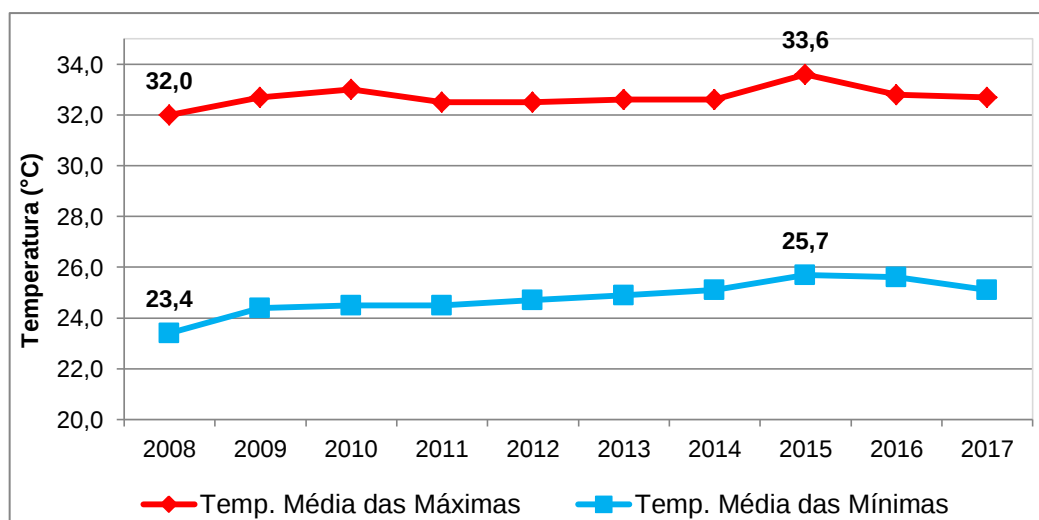


Fonte: INMET/BDMEP, 2018.

De acordo com o gráfico das médias das máximas e das médias das mínimas anuais (figura 55) da década de 2008 a 2017, a maior temperatura média entre as máximas anuais ocorreu no ano de 2015, com média de 33,6°C. A menor temperatura média entre as máximas ocorreu em 2008, com média de 32,0°C, apresentando amplitude de 1,6°C.

A maior temperatura média entre as mínimas também ocorreu em 2015, possuindo média anual de 25,7°C. A menor temperatura média entre as mínimas foi encontrada no ano de 2008, com média de 23,4°C, apresentando amplitude de 2,3°C.

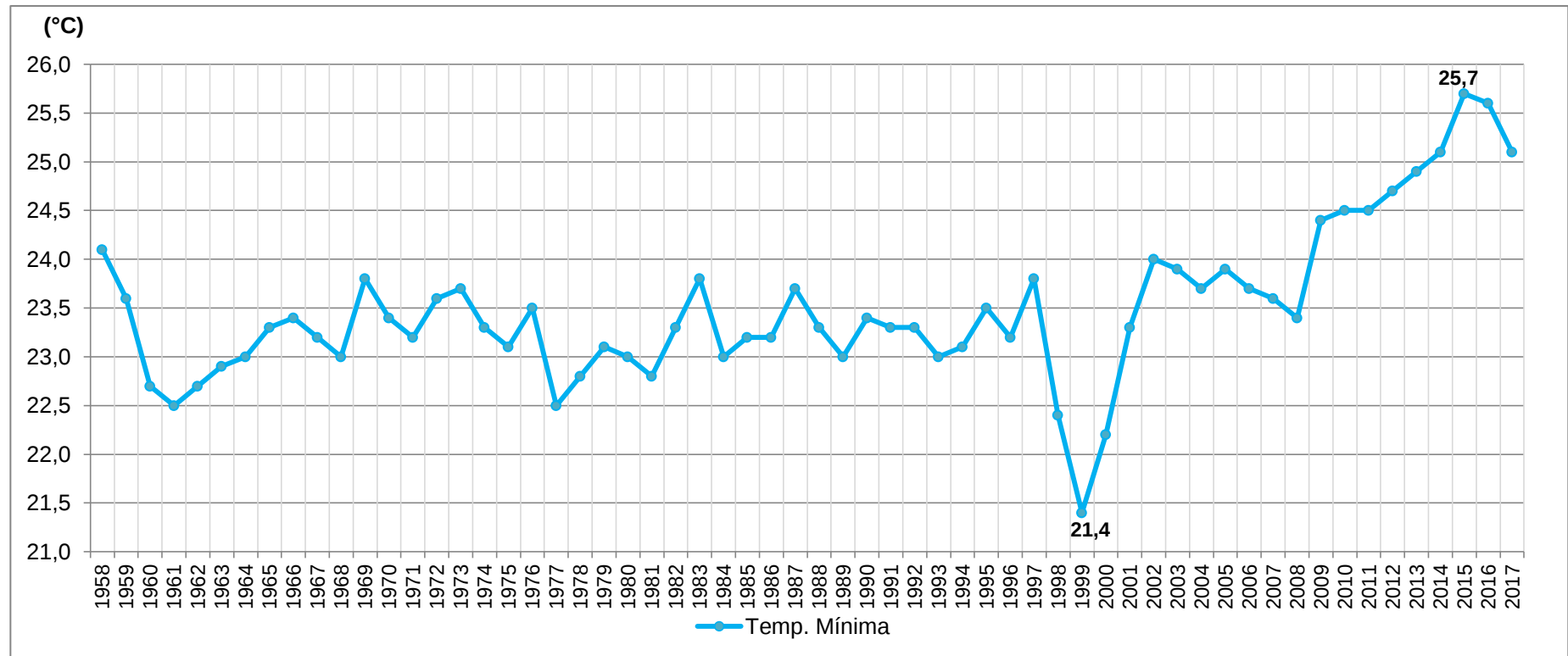
Figura 55: Temperatura máxima x temperatura mínima - 2008 a 2017



Fonte: INMET/BDMEP, 2018.

Conforme o gráfico de temperatura média das mínimas de 1958 a 2017 (figura 56), a maior parte dos anos analisados apresentaram temperaturas mínimas entre 23°C e 24°C, no entanto na última década, a partir de 2009 as médias foram maiores que 24°C.

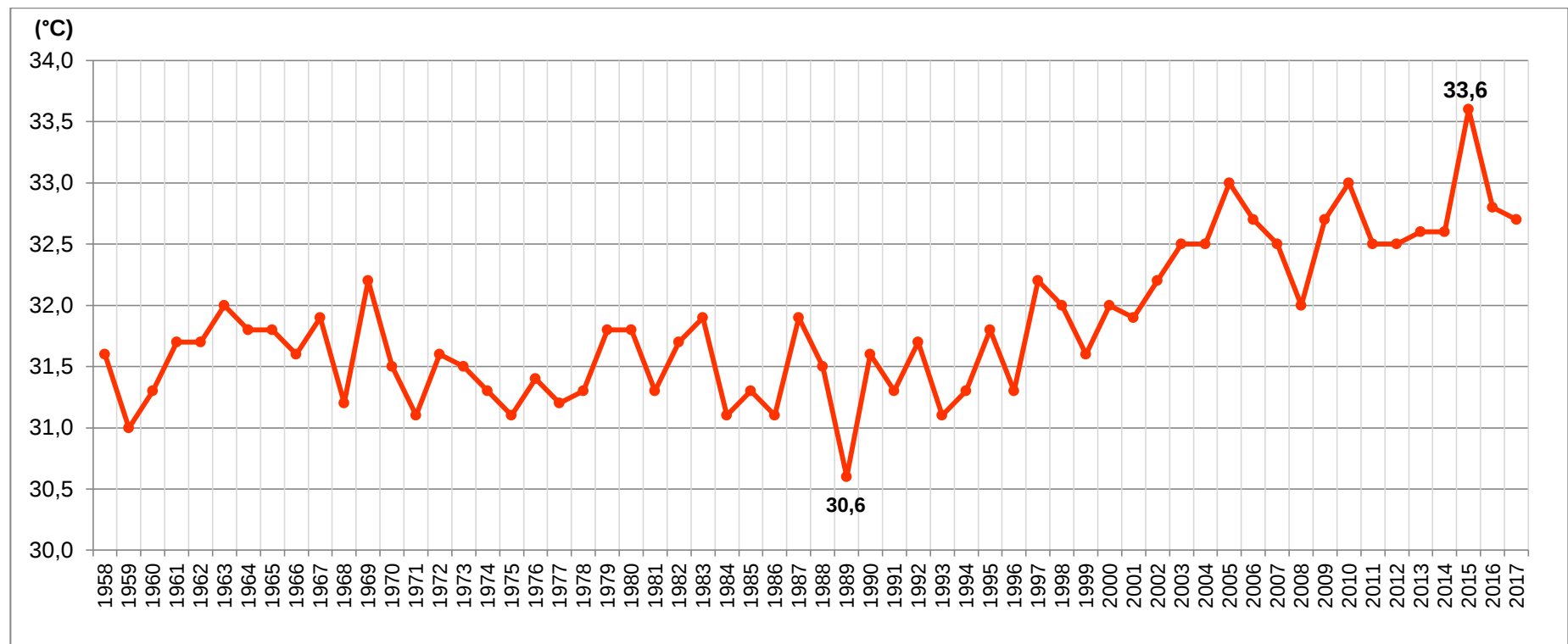
Figura 56: Temperatura média das mínimas - 1958 a 2017



Fonte: INMET/BDMEP, 2018.

O gráfico de temperatura média das máximas de 1958 a 2017 (figura 57) mostra que a maior parte dos anos apresentaram temperaturas entre 31°C e 32,2°C, o ano de 1989 foi o único que apresentou média menor que 31°C. No entanto, a partir de 2003 com exceção do ano de 2008, as médias foram superiores a 32,5°C.

Figura 57: Temperatura média das mínimas - 1958 a 2017



Fonte: INMET/BDMEP, 2018.

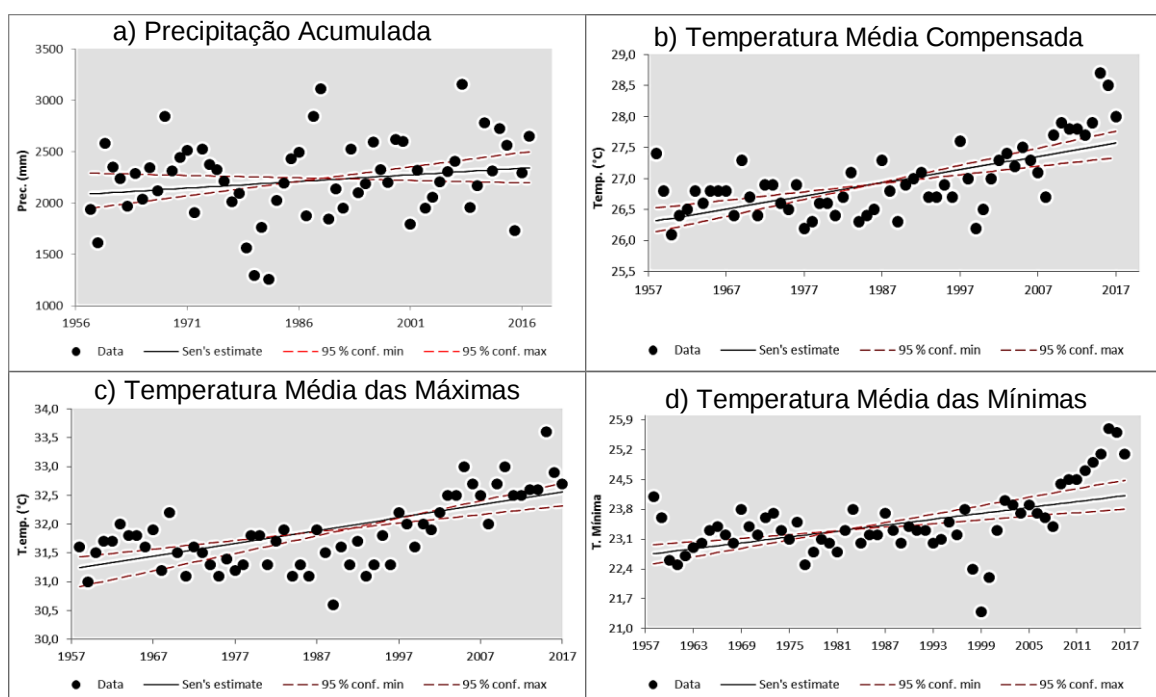
5.3. Tendências climáticas de Manaus e relações dos dados com TSMs a partir de 1958 a 2017

Neste tópico serão apresentadas as tendências anuais para precipitação total, temperatura média, mínima e máxima de 1958 a 2017. E também aborda as tendências mensais para precipitação dividida em semestre e para temperatura média, máxima e mínima dividida em quadrimestre de 1958 a 2017. Serão abordadas também, as correlações entre as Precipitações, as temperaturas médias, as temperaturas médias máximas e as temperaturas médias mínimas em relação às TSMs no período de 1958 a 2017.

5.3.1. Tendências climáticas anuais de 1958 a 2017

A partir do teste de tendência Mann-Kendall, pode-se notar que a precipitação acumulada anual de 1958 a 2017 (figura 58) apresentou tendência positiva pouco significativa conforme notamos na tabela 1, apresentando valor de $Z = 1,36$ (nível de confiança menor que 90%) para $\alpha = 0,05$, Para as temperaturas média compensada, máxima e mínima, as tendências apresentaram-se positivas com valor de z maior que 4,0 (nível de confiança 99%), valores que indicam tendência significativa alta para $\alpha = 0,05$, conforme podemos observar através da linha estimativa de Sen.

Figura 58: Tendências climáticas – Teste de Mann-Kendall – 1958 a 2017



Fonte: INMET/BDMEP, 2018./ MAKESENS, 2019.

Tabela 1: Resultados do Teste de Mann- Kendall

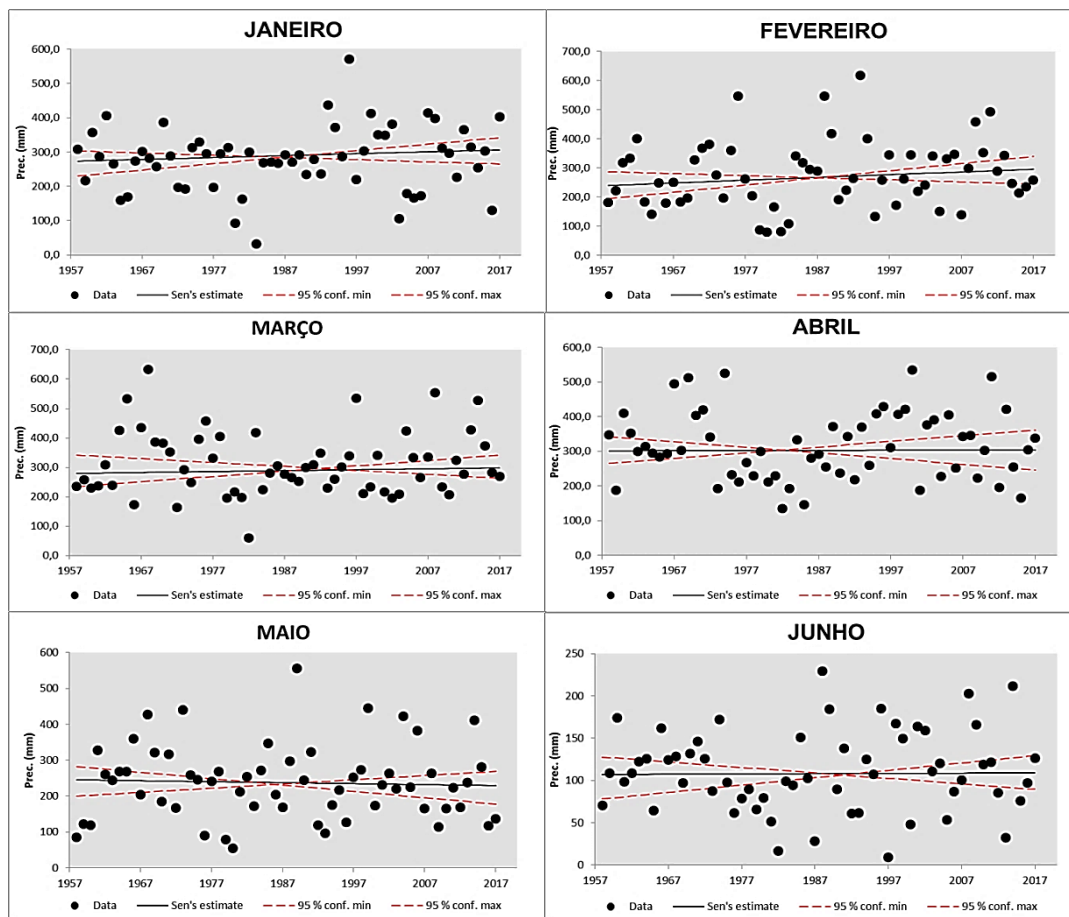
1958 – 2017	N	Test Z	Significância
Prec. Total	60	1,36	N/S
T. Compensada	60	5,02	***
T. Máxima	60	4,93	***
T. Mínima	60	4,39	***

Fonte: MAKESENS, 2019.

5.3.2. Tendências climáticas mensais de 1958 a 2017 – Precipitações mensais

O teste de Mann-Kendall não mostrou nenhuma tendência significativa para nenhum dos meses do primeiro semestre do ano (figura 59) para os dados de precipitação do período entre 1958 a 2017 conforme observamos na tabela 2, os valores de Z foram inferiores a 1,15 (nível de confiança menor que 90%) para nível de significância $\alpha = 0,05$.

Figura 59: Tendências das precipitações mensais – janeiro a junho -1958 a 2017



Fonte: INMET, 2018/ MAKESENS, 2019.

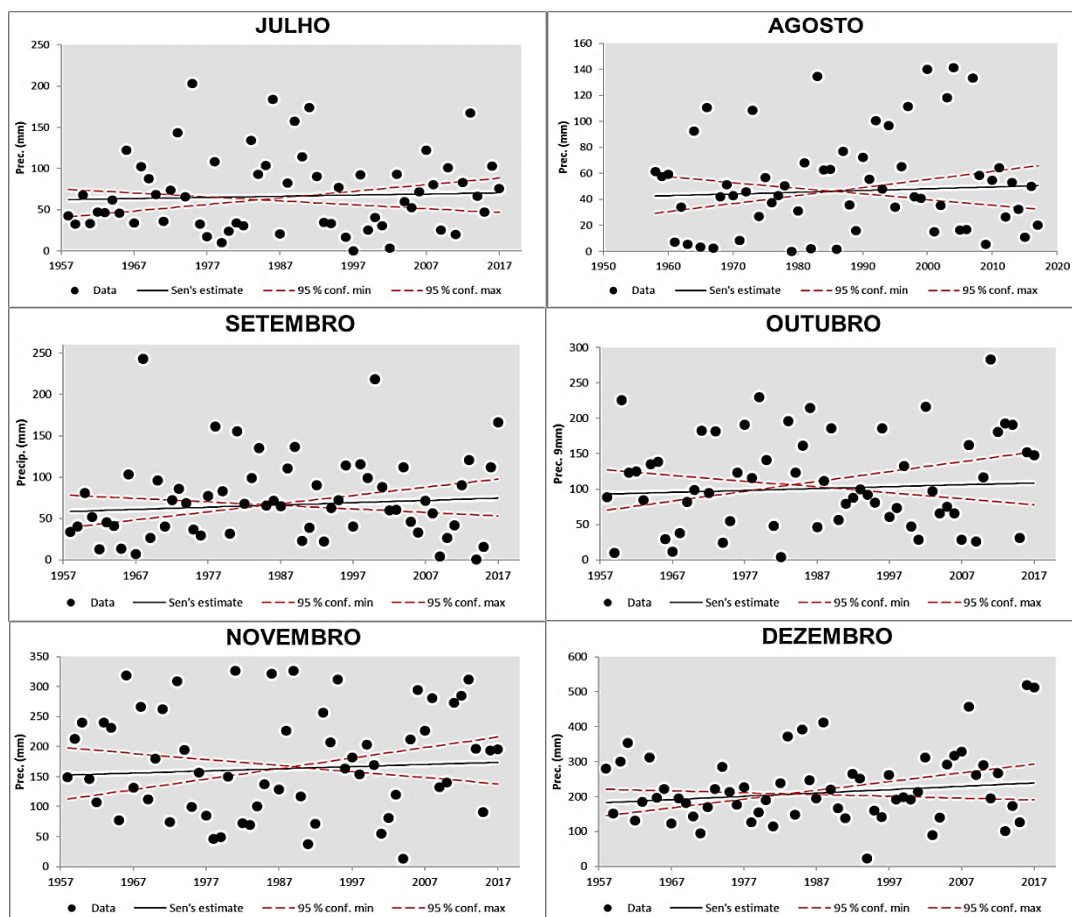
Tabela 2: Resultados do Teste de Mann – janeiro a junho

1958 – 2017	N	Test Z	Significância
Janeiro	60	1,02	N/S
Fevereiro	60	1,15	N/S
Março	60	0,25	N/S
Abril	60	0,08	N/S
Maiο	60	-0,43	N/S
Junho	60	0,05	N/S

Fonte: MAKESENS, 2019

O teste de Mann-Kendall também não apresentou nenhuma tendência significativa dos dados de precipitação para nenhum dos meses do segundo semestre conforme figura 60 do período entre 1958 a 2017. Observamos na tabela 3 que os valores de Z foram inferiores a 1,21 (nível de confiança menor que 90%) para nível de significância $\alpha = 0,05$.

Figura 60: Tendências das precipitações – julho a dezembro - 1958 a 2017



Fonte: INMET, 2018./ MAKESENS,

Tabela 3: Resultados do teste de Mann-Kendall – setembro – dezembro

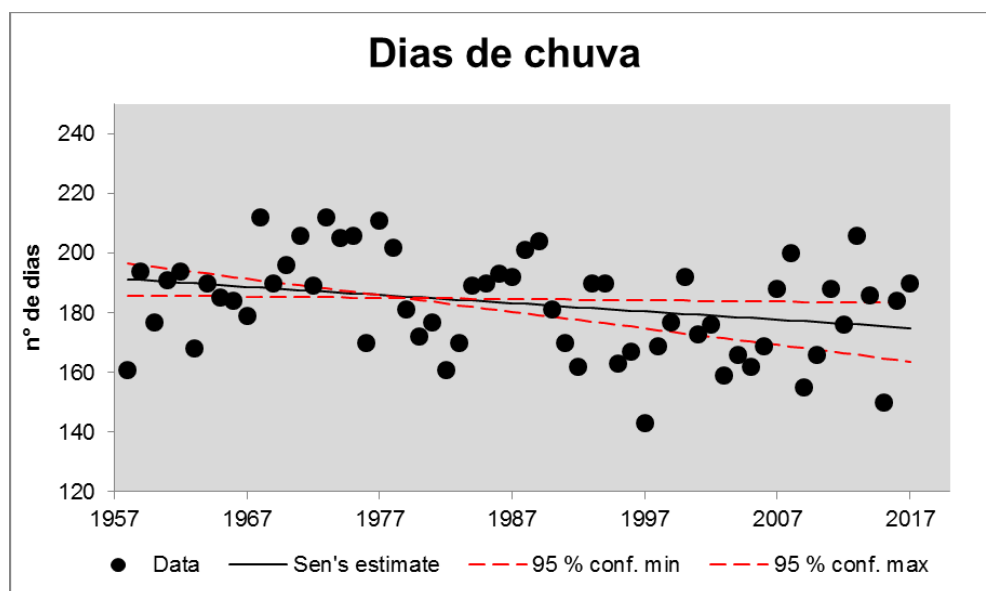
1958 – 2017	N	Test Z	Significância
Julho	60	0,37	N/S
Agosto	60	0,41	N/S
Setembro	60	0,75	N/S
Outubro	60	0,57	N/S
Novembro	60	0,48	N/S
Dezembro	60	1,21	N/S

Fonte: MAKESENS, 2019.

5.3.3. Tendências climáticas mensais de 1958 a 2017 – Dias de chuva

O gráfico de tendência para número de dias de chuva (figura 61) aponta tendência positiva significativa neste parâmetro no período de 1958 a 2017 como se pode observar a partir da linha estimativa de Sen. De acordo com a tabela 4, o valor de z é igual a -2,39 (nível de confiança de 90%) para nível de significância de $\alpha = 0,05$.

Figura 61: Tendências do número de dias de chuva – 1958 a 2017



Fonte: INMET, 2018/ MAKESENS, 2019.

Tabela 4: Resultados do teste de MK – Dias de chuva – 1958 - 2017

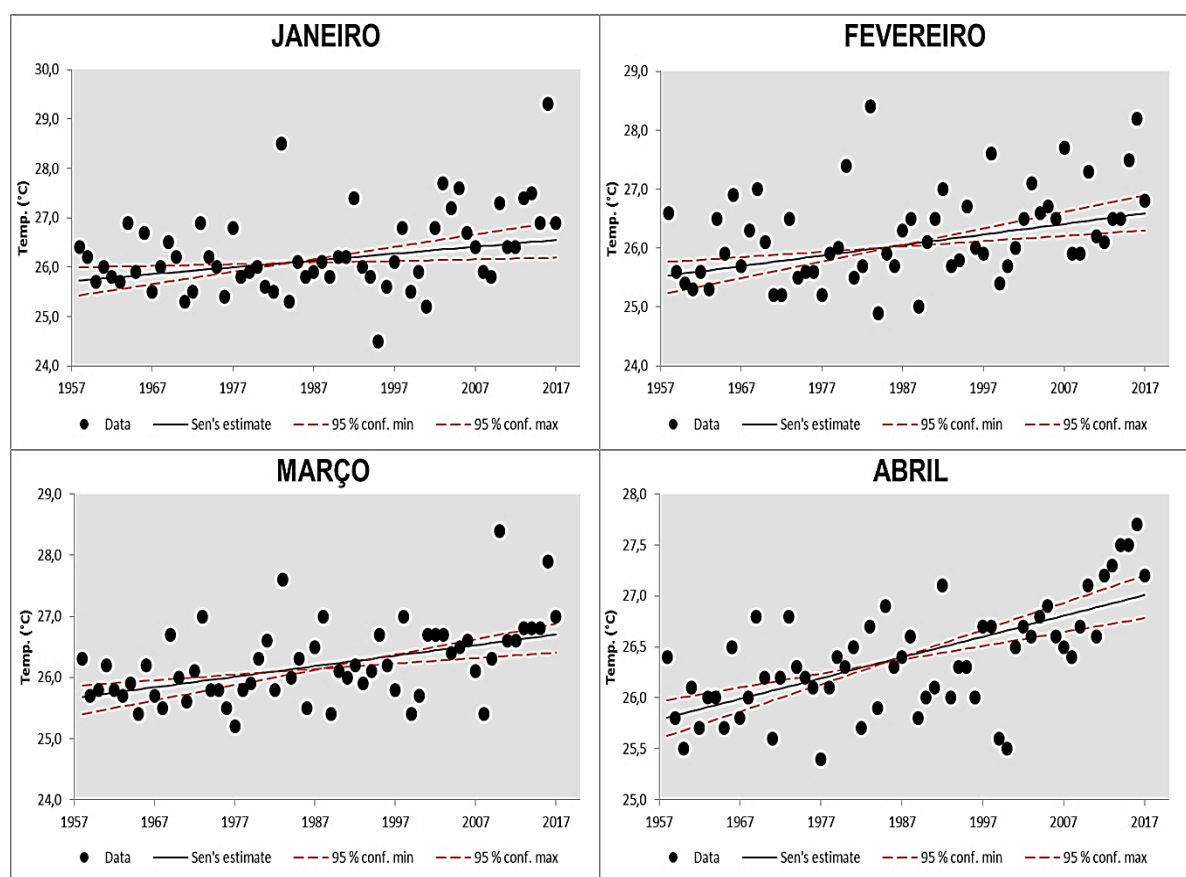
1958 – 2017	N	Test Z	Significância
Dias de chuva	60	-2,39	*

Fonte: MAKESENS, 2019.

5.3.4. Tendências climáticas mensais de 1958 a 2017 – Temperaturas médias

A partir do teste de tendência Mann-Kendall, pode-se notar que as temperaturas médias compensadas de 1958 a 2017 (figura 62) dos meses de janeiro a abril apresentaram tendência positiva muito significativa conforme notamos na tabela 5, apresentando valores de Z superiores a 2,50 para $\alpha = 0,05$ e conforme podemos observar através da linha estimativa de Sen.

Figura 62: Tendências das temperaturas médias – janeiro a abril - 1958 a 2017



Fonte: INMET, 2018/ MAKESENS, 2019.

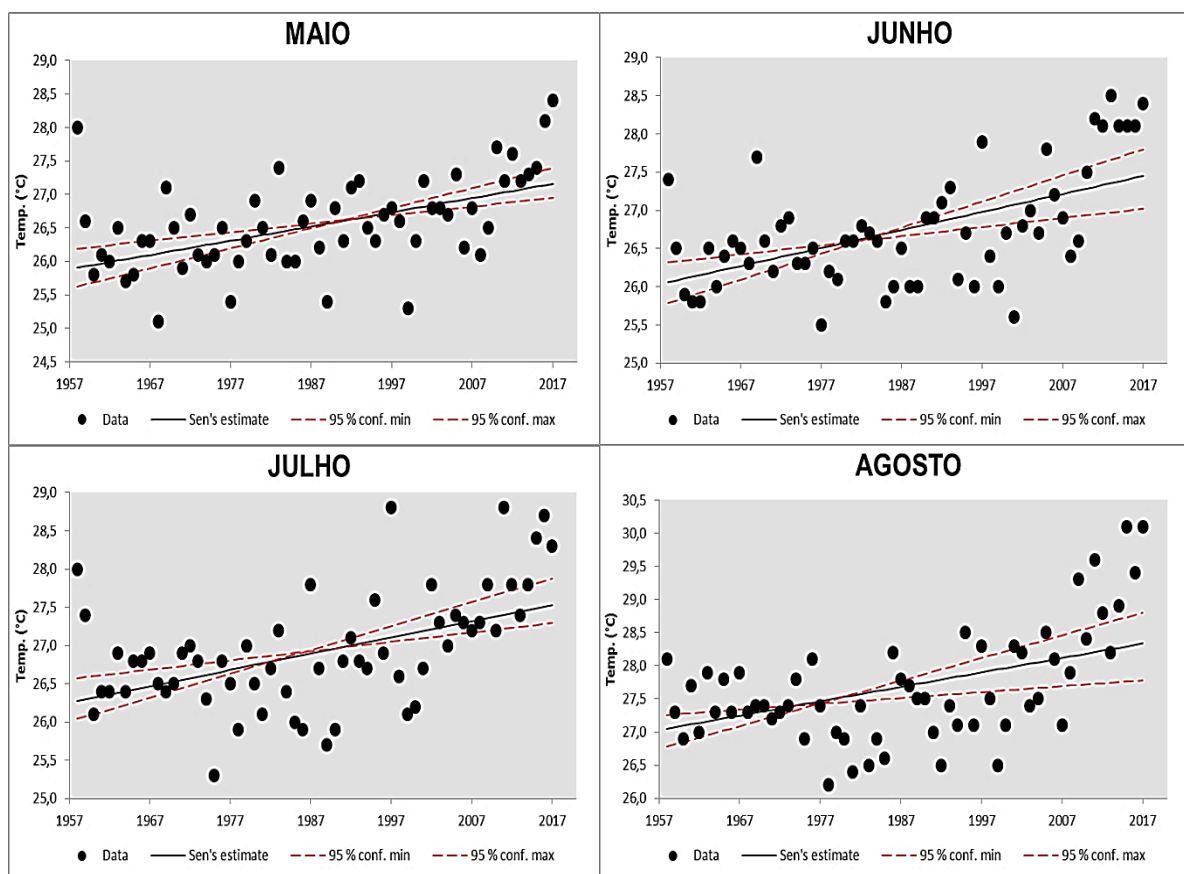
Tabela 5: Resultados do teste de MK – Média compensada – janeiro a abril

1958 – 2017	N	Test Z	Significância
Janeiro	60	2,58	**
Fevereiro	60	3,52	***
Março	60	3,92	***
Abril	60	5,09	***

Fonte: MAKESENS, 2019.

Os meses de maio, junho, julho e agosto apresentaram tendências positivas muito significativas conforme se observa na figura 63 a linha estimativa de Zen, em conformidade com os valores de Z superiores a 3,71 (nível de confiança 99%) para nível de significância de $\alpha = 0,05$, no qual se destacam principalmente os meses de maio e junho com z igual a 4,39 e 4,26 respectivamente conforme tabela 6.

Figura 63: Tendências das temperaturas médias – maio a agosto - 1958 a 2017



Fonte: INMET, 2018/ MAKESENS, 2019.

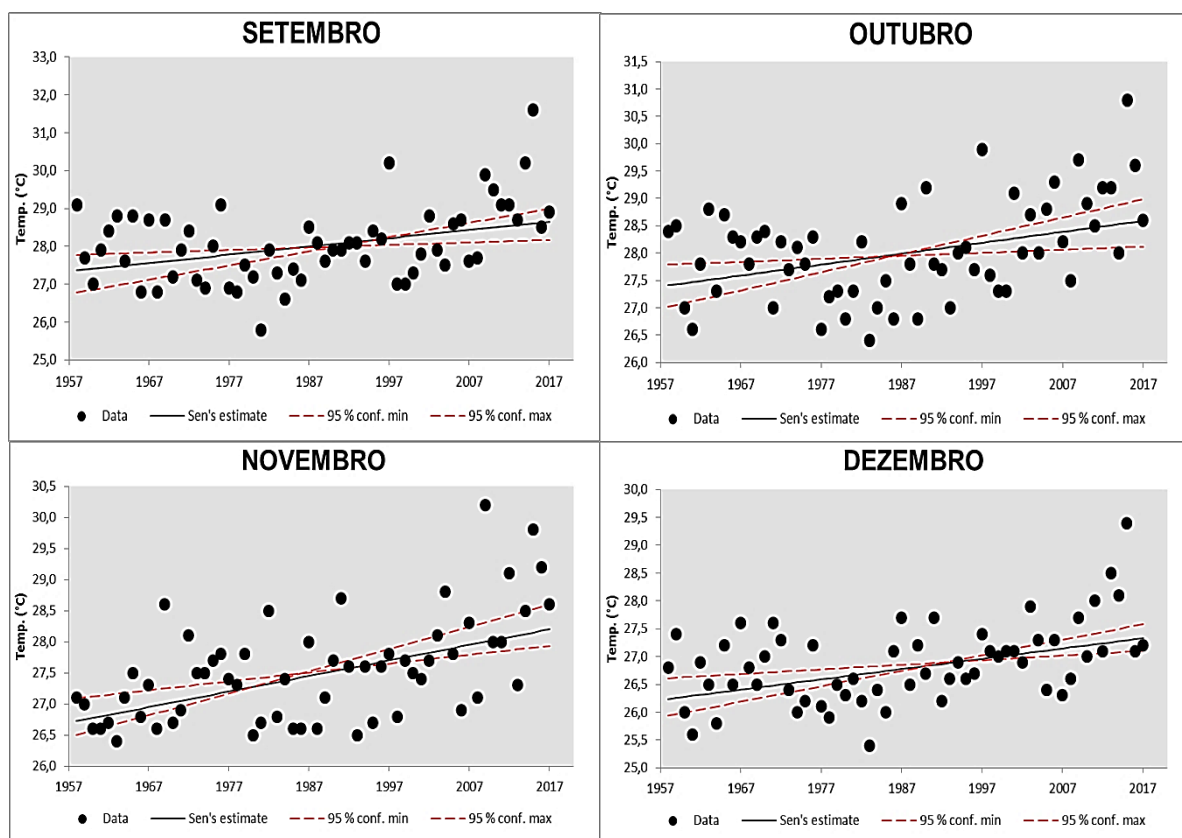
Tabela 6: Resultados do teste de MK – média compensada – maio a agosto

1958 – 2017	N	Test Z	Significância
Maio	60	4,39	***
Junho	60	4,26	***
Julho	60	3,97	***
Agosto	60	3,71	***

Fonte: MAKESENS, 2019.

Os meses de setembro a dezembro apresentaram tendências positivas muito significativas para 60 anos de dados conforme se nota a partir da linha estimativa de Zen (figura 64). De acordo com a tabela 7, os valores de Z foram superiores a 2,61, destacando-se os meses de novembro e dezembro com valores de Z iguais a 4,33 e 3,48 (nível de confiança 99%) respectivamente para nível de significância de $\alpha = 0,05$.

Figura 64: Tendências das temperaturas médias - setembro a dezembro - 1958 a 2017



Fonte: INMET, 2018/ MAKESENS, 2019.

Tabela 7: Resultados do teste de MK – Temperatura compensada – setembro a dezembro – 1958 a 2017

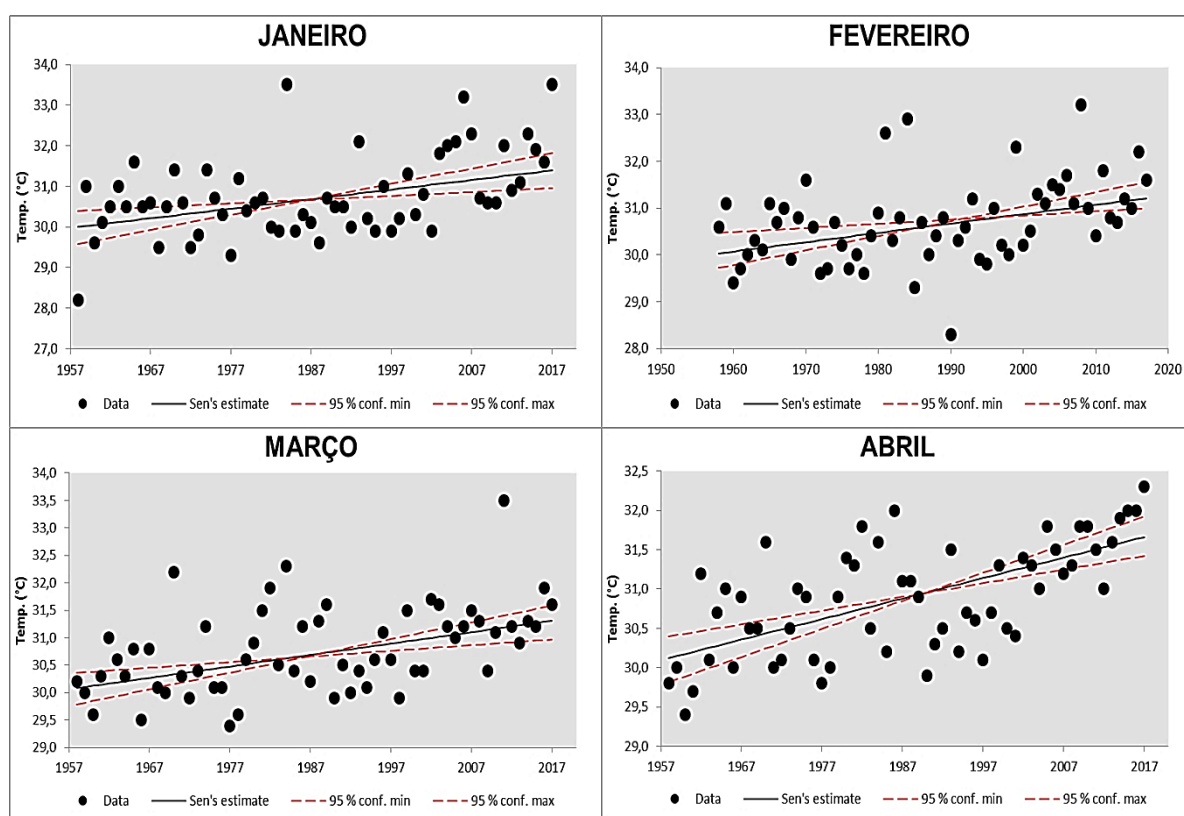
1958 – 2017	N	Test Z	Significância
Setembro	60	2,86	**
Outubro	60	2,61	**
Novembro	60	4,33	***
Dezembro	60	3,48	***

Fonte: MAKESENS, 2019.

5.3.5. Tendências climáticas mensais de 1958 a 2017 – Temperaturas médias das máximas

Os meses de janeiro a abril apresentaram tendências positivas muito significativas como se pode observar na linha estimativa de Zen (figura 65). A tabela 8 mostra que os valores de Z foram superiores a 3,32, se destacando o mês de Abril que apresentou valor de Z igual a 5,06 (nível de confiança 99%) para nível de significância de $\alpha = 0,05$.

Figura 65: Tendências das temperaturas médias das máximas – janeiro a abril - 1958 a 2017



Fonte: INMET, 2018/ MAKESENS, 2019.

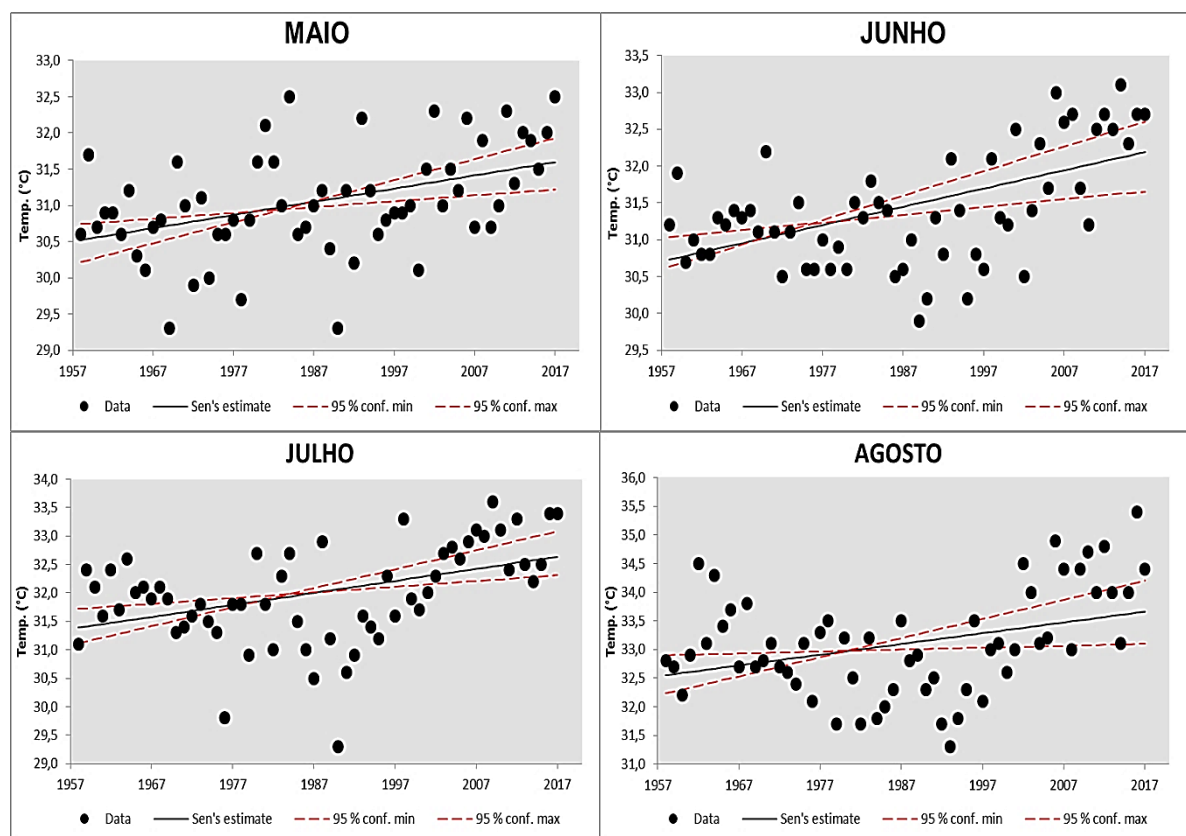
Tabela 8: Resultados do teste de MK - média das máximas - janeiro a abril

1958 – 2017	N	Test Z	Significância
Janeiro	60	3,37	***
Fevereiro	60	3,32	***
Março	60	3,83	***
Abril	60	5,06	***

Fonte: MAKESENS, 2019.

Neste quadrimestre, os meses de maio a julho apresentaram tendências positivas muito significativas conforme se nota na linha estimativa de Zen (figura 66). De acordo com a tabela 9, esses meses apresentaram valores de Z superiores a 3,32 (nível de confiança 99%) para nível de significância de $\alpha = 0,05$.

Figura 66: Tendências das temperaturas médias das máximas – maio a agosto de 1958 a 2017



Fonte: INMET, 2018/ MAKESENS, 2019.

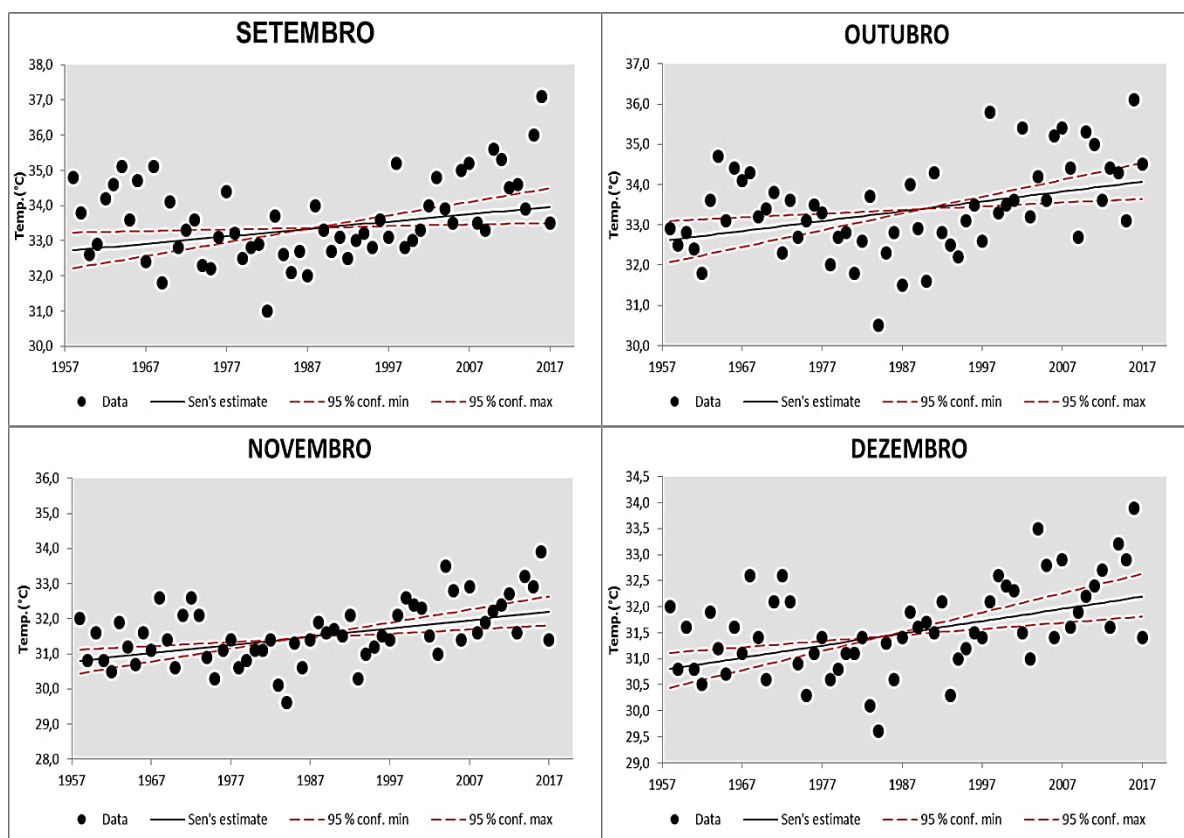
Tabela 9: Resultados do teste de MK – média das máximas – maio a agosto

1958 – 2017	N	Test Z	Significância
Maio	60	3.50	***
Junho	60	3.60	***
Julho	60	3.32	***
Agosto	60	2.46	*

Fonte: MAKESENS, 2019.

Neste quadrimestre, os meses de outubro a dezembro apresentaram tendências positivas bastante significativas como se pode notar a partir da linha estimativa de Zen (figura 67). De acordo com a tabela 10, os valores de Z para esses meses foram superiores a 2,89, com destaque para os meses de Novembro e Dezembro com Z iguais a 3,63 e 3,83 respectivamente (nível de confiança 99%), para nível de significância $\alpha = 0,05$.

Figura 67: Tendências das temperaturas médias das máximas – setembro a dezembro de 1958 a 2017



Fonte: INMET, 2018/ MAKESENS, 2019.

Tabela 10: Resultados do teste MK – média das máximas – setembro a dezembro

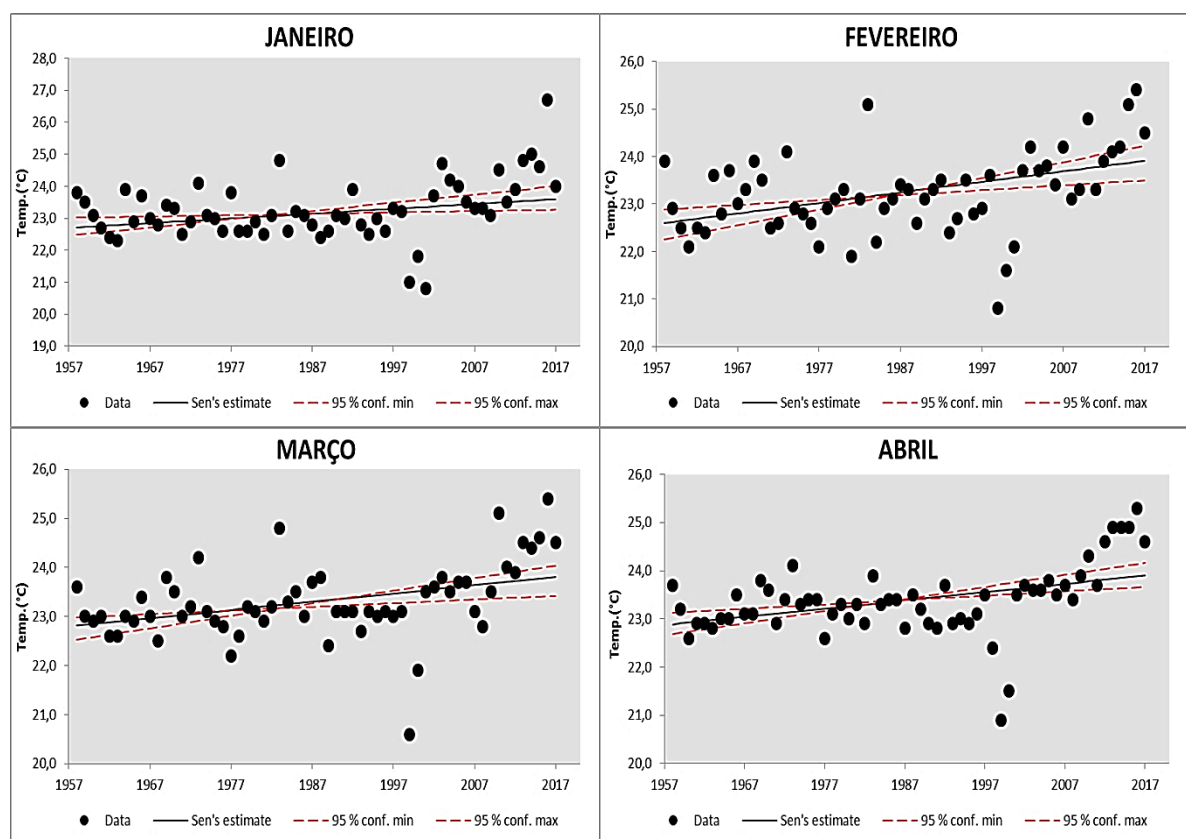
1958 – 2017	N	Test Z	Significância
Setembro	60	2,41	*
Outubro	60	2,89	**
Novembro	60	3,63	***
Dezembro	60	3,83	***

Fonte: MAKESENS, 2019

5.3.6. Tendências climáticas mensais de 1958 a 2017 – temperaturas médias das mínimas

Os meses de janeiro a abril apresentaram tendências positivas muito significativas conforme se pode notar a partir da linha estimativa de Sen (figura 68). Os valores Z para o teste de Mann-Kendall foram superiores a 2,65 cujos níveis de confiança são de 95 e 99% para significância de $\alpha = 0,05$ (tabela 11).

Figura 68: Tendências das temperaturas médias das mínimas – janeiro a abril de 1958 a 2017



Fonte: INMET, 2018/ MAKESENS, 2019.

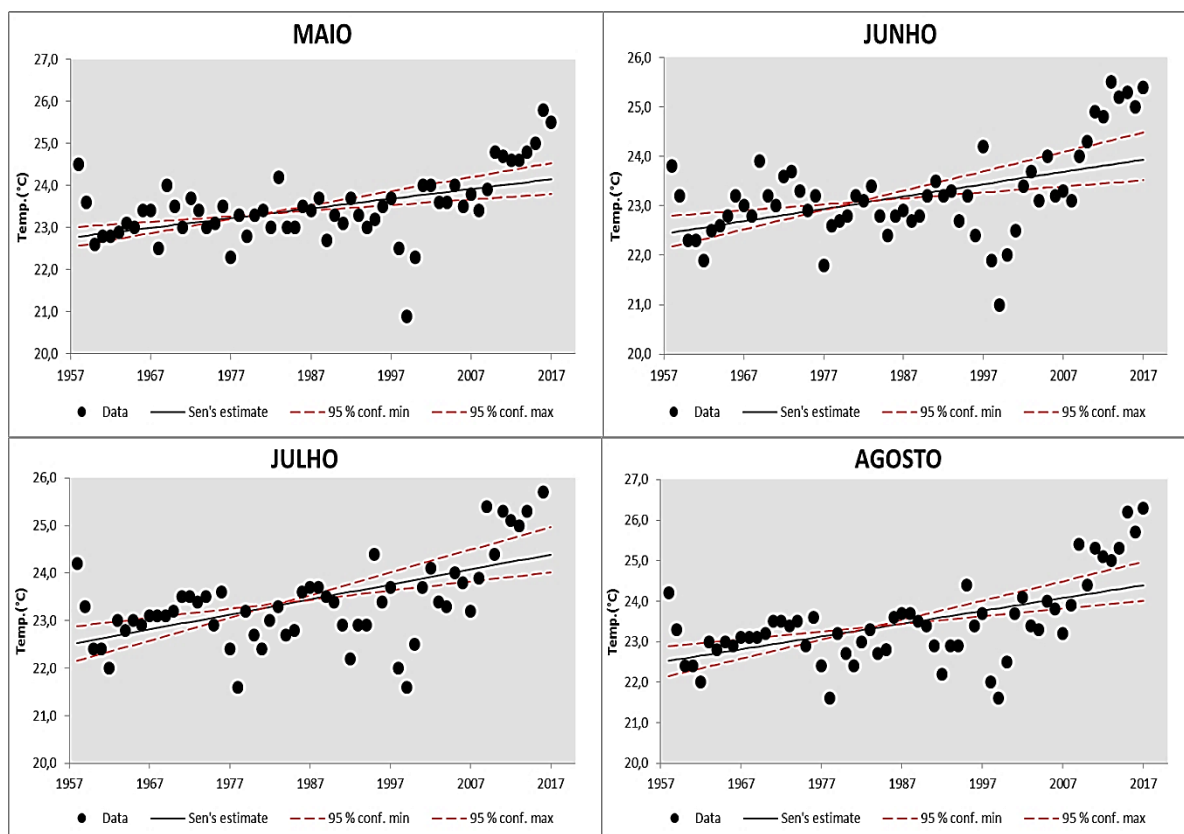
Tabela 11: Resultados do teste de MK – média das mínimas – janeiro a abril

1958 – 2017	N	Test Z	Significância
Janeiro	60	2,65	**
Fevereiro	60	3,50	***
Março	60	3,77	***
Abril	60	3,87	***

Fonte: MAKESENS, 2019

De acordo com gráfico de tendência das temperaturas médias das mínimas (figura 69), os meses de Maio a Agosto apresentaram tendências positivas muito significativas como se podem observar a partir da linha de estimativa Sen, com z superiores a 4,0 (nível de confiança de 99%) conforme tabela 12, para nível de significância de $\alpha = 0,05$.

Figura 69: Tendências das temperaturas médias das mínimas – maio a agosto de 1958 a 2017



Fonte: INMET, 2018/ MAKESENS, 2019.

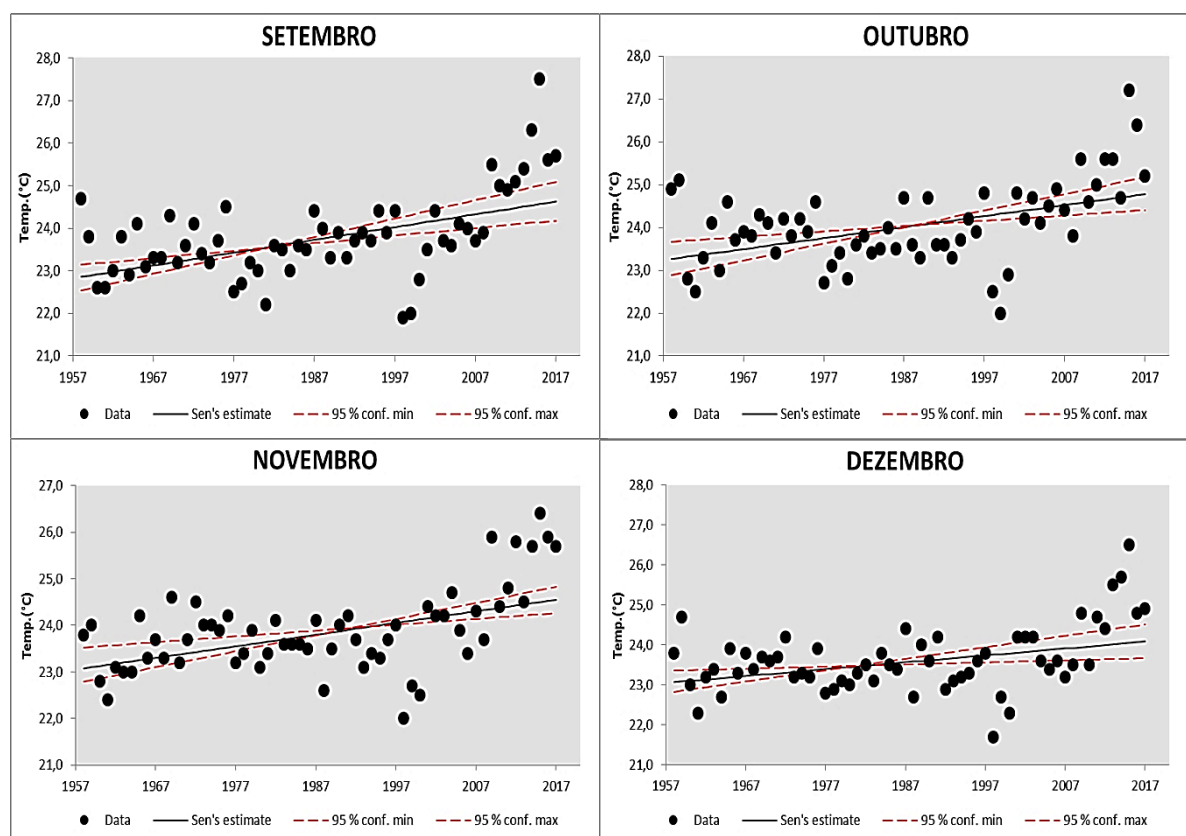
Tabela 12: Resultados do teste de MK – médias das mínimas – maio a agosto

1958 – 2017	N	Test Z	Significância
Maio	60	4,32	***
Junho	60	3,75	***
Julho	60	4,78	***
Agosto	60	4,69	***

Fonte: MAKESENS, 2019.

Os meses de setembro a dezembro apresentaram tendência positiva bastante significativa como se pode notar a partir da linha estimativa de Sen (figura 70). Conforme a tabela 13 destacam-se os meses de Setembro a Novembro com valores de Z superiores a 3,0 (nível de confiança de 99%) para nível de significância $\alpha = 0,05$.

Figura 70: Tendências das temperaturas médias das mínimas – setembro a dezembro de 1958 a 2017



Fonte: INMET, 2018/ MAKESENS, 2019.

Tabela 13: Resultados do teste de MK – média das mínimas – setembro a dezembro

1958 – 2017	N	Test Z	Significância
Setembro	60	4,34	***
Outubro	60	3,54	***
Novembro	60	3,92	***
Dezembro	60	2,88	**

Fonte: MAKESENS, 2019

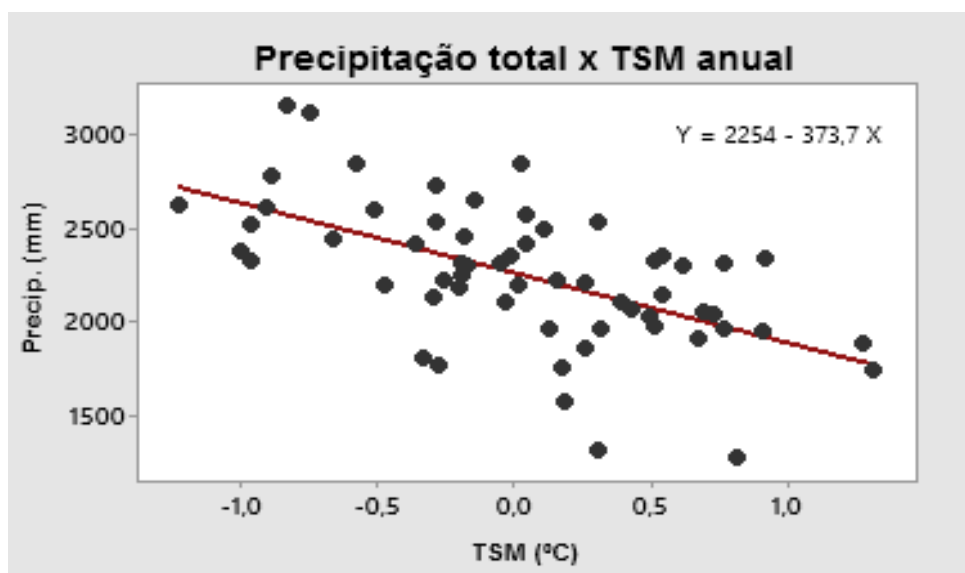
5.4. Relação de dados climáticos de Manaus e temperaturas da superfície do mar de 1958 a 2017

Neste tópico serão abordadas as correlações entre as precipitações, o número de dias de chuva, as temperaturas médias, as temperaturas médias máximas e as temperaturas médias mínimas em relação às TSM's no período de 1958 a 2017.

5.4.1. Relação da precipitação e dias de chuva sob a influência da TSM.

O gráfico de correlação de precipitação e TSM (figura 71) mostra que há uma relação moderada negativa, conforme o coeficiente de correlação de PEARSON realizado pelo Minitab 19 ao qual obteve valor de $r = -0,58$ conforme tabela 14 (estatisticamente significativo ao nível de $p < 0,05$), indicando que conforme a temperatura da superfície do mar aumenta (diminui) o volume total anual precipitado diminui (aumenta).

Figura 71: Correlação entre precipitação e TSM – 1958 a 2017



Fonte: INMET/BDMEP, 2018./ NOAA, 2018.

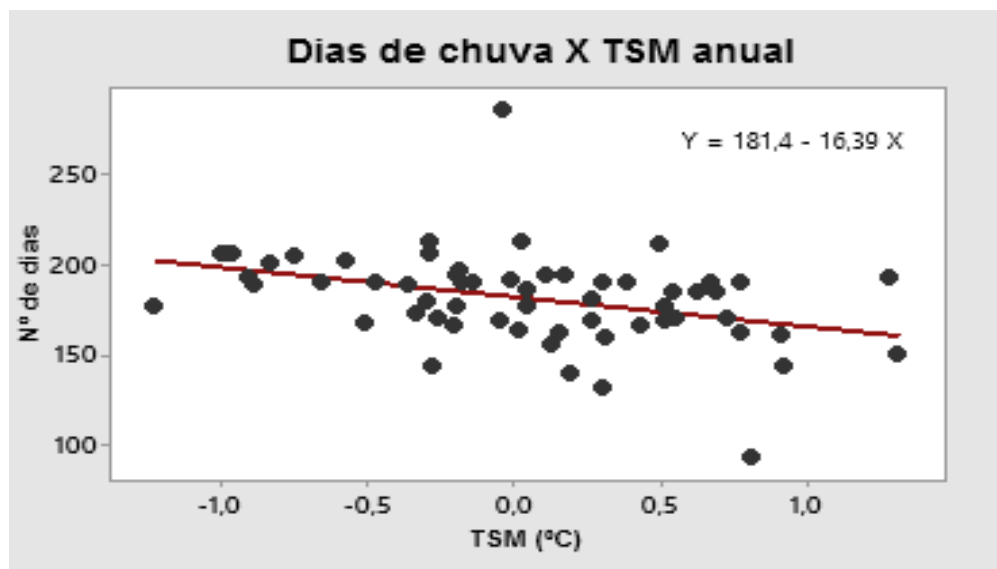
Tabela 14: Resultados dos cálculos de correlação – Precipitação total X TSM

r	R²(%)	P-Value (0,05)
-0,58	34,08	0,001

Fonte: Minitab 19, 2019.

O gráfico de dispersão de número de dias de chuva versus TSM's (figura 72) apresenta a existência de uma correlação negativa fraca entre os totais de dias de chuvas anuais e as médias de TSM's, indicada pelo coeficiente de Pearson no valor de $r = -0,37$ conforme tabela 15 (estatisticamente significativo ao nível de $p < 0,05$). É possível observar que com o aumento (diminuição) das TSMs do Pacífico há diminuição (aumento) dos dias de chuva anuais, ou seja, na proporção em que a TSM é negativa os totais de chuva anual são mais elevadas. No entanto os dados se mantêm bem distribuídos, indicando que a TSM não é a principal agente influenciadora nos totais de dias de chuva em Manaus.

Figura 72: Correlação entre totais de dias de chuva e TSM – 1958 a 2017



Fonte: INMET/BDMEP, 2018./NOAA, 2018.

Tabela 15: Resultados dos cálculos de correlação – Dias de chuva X TSM

r	R²(%)	P-Value (0,05)
-0,37	13,75	0,004

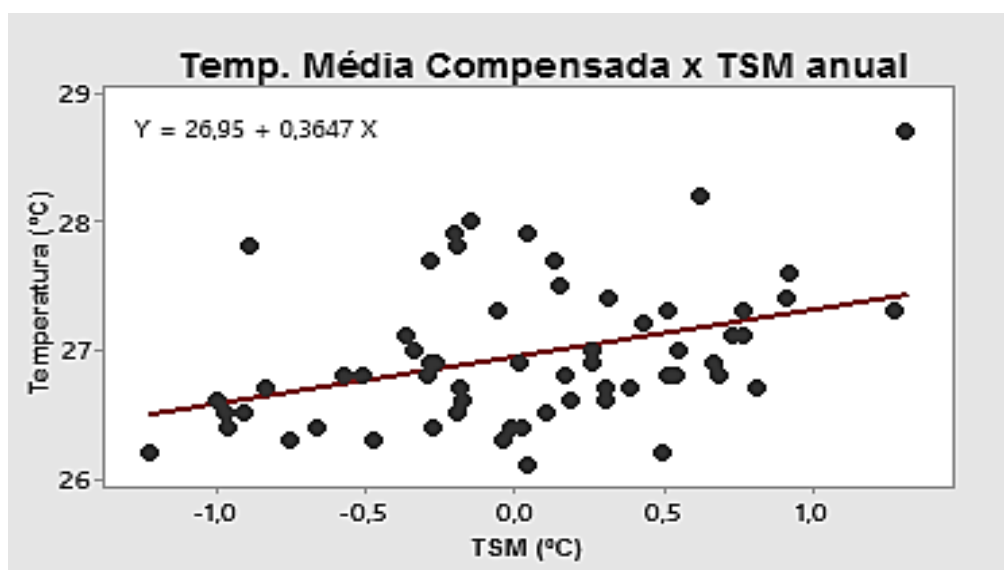
Fonte: Minitab 19, 2019.

5.4.2. Relação da temperatura média, máxima e mínima anual sob a influência da TSM do Pacífico anual.

De acordo com o gráfico de correlação de temperatura média e TSM (figura 73) pode-se notar que há correlação positiva ainda que de forma fraca entre as temperaturas médias do ar e as médias de TSM's, cujo coeficiente de Pearson foi

$r = 0,38$ de acordo com tabela 16 (estatisticamente significativo ao nível de $p > 0,05$), no entanto observou-se que a maior parte das médias de temperaturas do ar é correspondente aos TSM's, visto que podemos notar que conforme há o aumento (diminuição) de TSM há também o aumento (diminuição) das médias compensadas. Porém a TSM, não é a principal responsável pelo arranjo das temperaturas médias anuais em Manaus.

Figura 73: Correlação entre temperaturas médias compensadas TSM – 1958 a 2017



Fonte: INMET/BDMEP, 2018./ NOAA, 2018.

Tabela 16: Resultados dos cálculos de correlação – Média Compensada X TSM

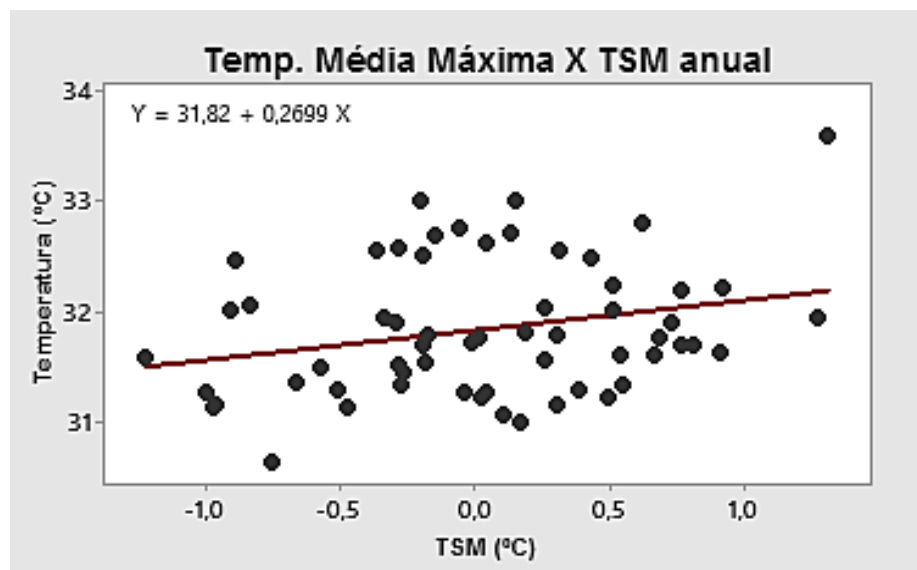
r	R²(%)	P-Value (0,05)
0,38	14,79	0,002

Fonte: Minitab 19, 2019.

Conforme o gráfico de correlação de temperaturas máxima e TSM's (figura 74) notou-se a existência de uma correlação positiva fraca entre as médias das máximas e as TSM's, cujo coeficiente de Pearson foi de $r = 0,26$ conforme tabela 17 (estatisticamente significativo ao nível de $p > 0,05$), no qual notamos que as temperaturas máximas anuais do ar principalmente as que se encontram entre 31°C e 32°C reagem positivamente conforme acontece o aumento (diminuição) dos índices de TSM. No entanto de forma geral, os dados se encontram bem espalhados

no gráfico de dispersão, indicando que há pouca influência da TSM nas temperaturas máximas anuais de Manaus.

Figura 74: Correlação entre temperaturas médias máximas e TSM – 1958 a 2017



Fonte: INMET/BDMEP, 2018./ NOAA, 2018.

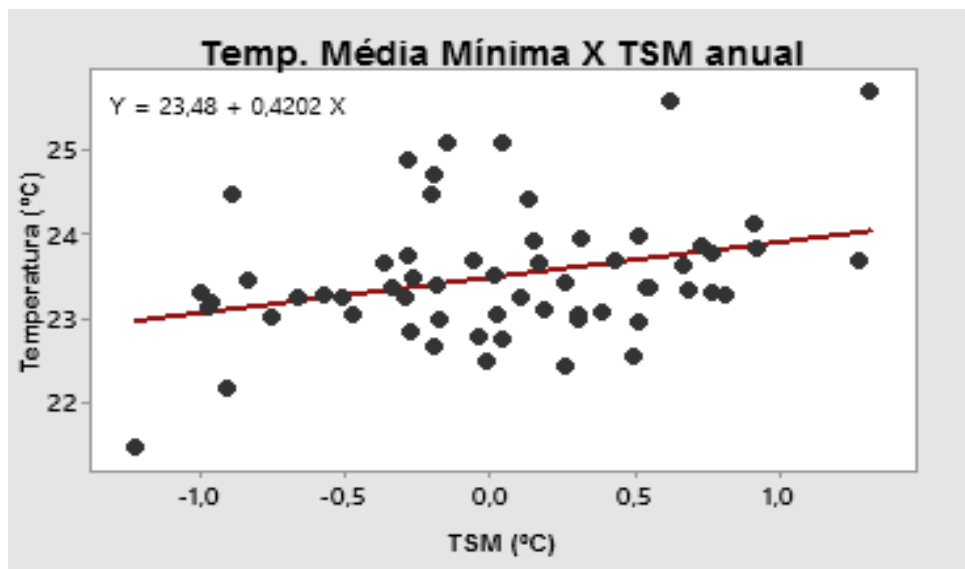
Tabela 17: Resultados dos cálculos de correlação – Médias Máximas X TSM

r	R²(%)	P-Value (0,05)
0,26	6,78	0,044

Fonte: Minitab 19, 2019.

No gráfico de correlações de temperaturas mínimas e TSM's (figura 75), pode-se observar que há correlação positiva fraca com coeficiente de PEARSON correspondente a $r = 0,32$ conforme tabela 18 (estatisticamente significativo ao nível de $p > 0,05$) entre as médias das mínimas anuais e as TSM's médias. No entanto, nota-se que as temperaturas abaixo de 23°C estão distribuídas nas TSM's entre -0,5 e 0,5°C. Já as temperaturas acima de 24°C, estão distribuídas entre TSM's de -0,8 e 0,5°C. O gráfico mostra bastante dispersão dos dados, propondo que não há notável influência da TSM nas temperaturas médias das mínimas anuais em Manaus.

Figura 75: Correlação de temperaturas médias mínimas versus TSM – 1958 a 2017



Fonte: INMET/BDMEP, 2018./ NOAA, 2018.

Tabela 18: Resultados dos cálculos de correlação – Médias Mínimas X TSM

r	R²(%)	P-Value (0,05)
0,32	9,93	0,014

Fonte: Minitab 19, 2019.

5.5. Análise da evolução da população e expansão da área urbana de Manaus

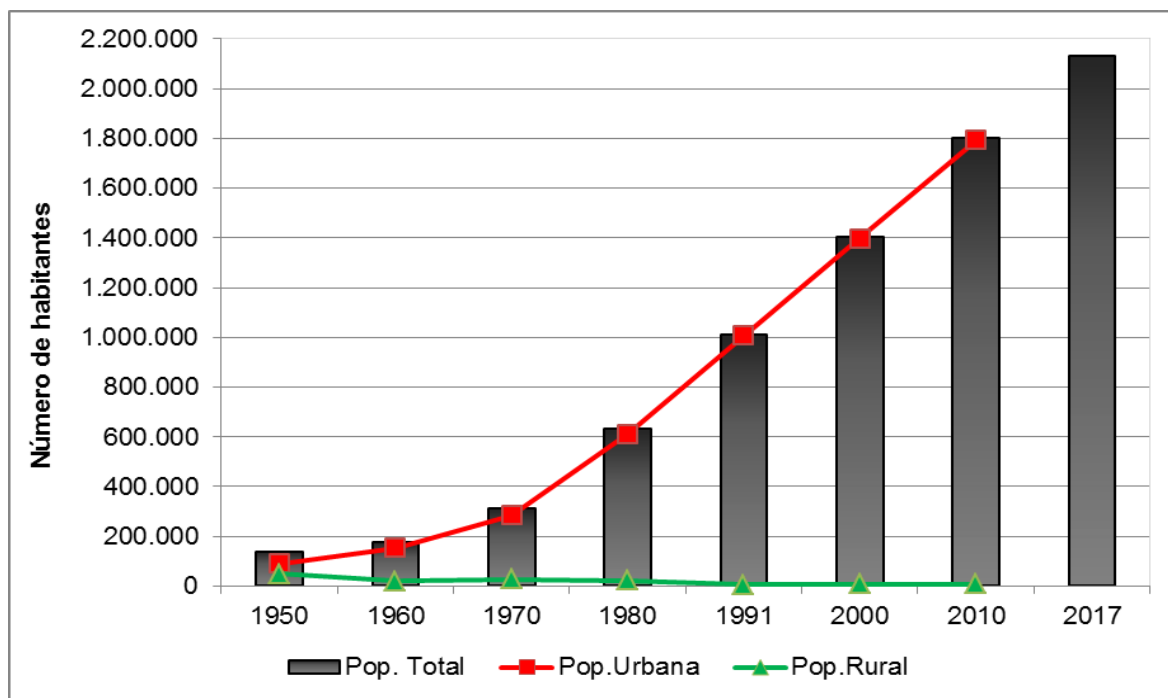
A seguir estão dispostas as análises das relações entre população total, urbana e rural de 1950 a 2017, o último ano apenas para população total. Também serão apresentadas as análises das relações de população total e taxa de crescimento da população urbana, bem como o grau de urbanização a partir dos censos do IBGE de 1950 a 2010. Será abordada a análise da evolução urbana de Manaus a partir das imagens de satélite do INPE e os cálculos de área urbana (Km²), as taxas de crescimento da área (%) e o tamanho da área expandida (km²) a partir do Software QGIS.

5.5.1. Relação entre as populações de Manaus de 1950 a 2017

Conforme se pode observar no gráfico de relação entre as populações de Manaus (figura 76), é notório que com o passar das décadas tanto população total quanto população urbana teve aumento em seus números. Em 1950, a população

total de Manaus era de 139.620 habitantes, do qual 89.894 moravam na área urbana enquanto 49.726 se estabeleciam na área rural (IBGE, Censo 1950).

Figura 76: Relação entre população total, urbana e rural – 1950 a 2017

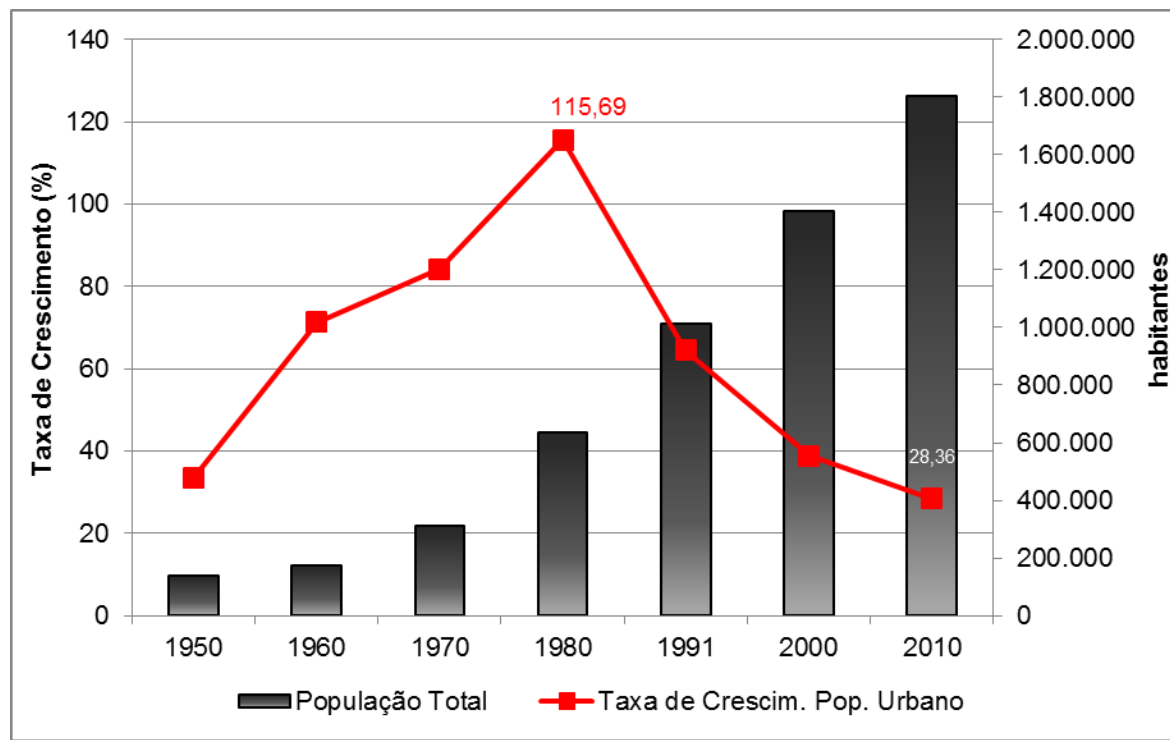


Fonte: IBGE, censo 1950, 1960, 1970 1980, 1991, 2000 e 2010/ IBGE, 2017.

Já em 2010, a população total de Manaus correspondia a 1.802.014 habitantes, onde 1.792.881 viviam na área urbana e somente 9.133 na área rural (IBGE, Censo 2010). Dessa forma, percebe-se que o número de habitantes da área rural teve sua população bastante reduzida no mesmo decorrer de tempo. Em 2017, o total da população contabilizou 2.130.264 habitantes.

De acordo com a figura 77, a taxa de crescimento populacional urbano teve seu pico em 1980 com percentual de 115,69% em relação à década anterior, quando a população total de Manaus passou de 311.622 habitantes em 1970 (IBGE, 1970) para uma população de 633,383 habitantes em 1980 (IBGE, 1980). Isto indica que, a população urbana de Manaus duplicou em apenas 10 anos e influenciou diretamente no incremento total de habitantes.

Figura 77: População total e taxa de crescimento da população urbana de Manaus – 1950 a 2010

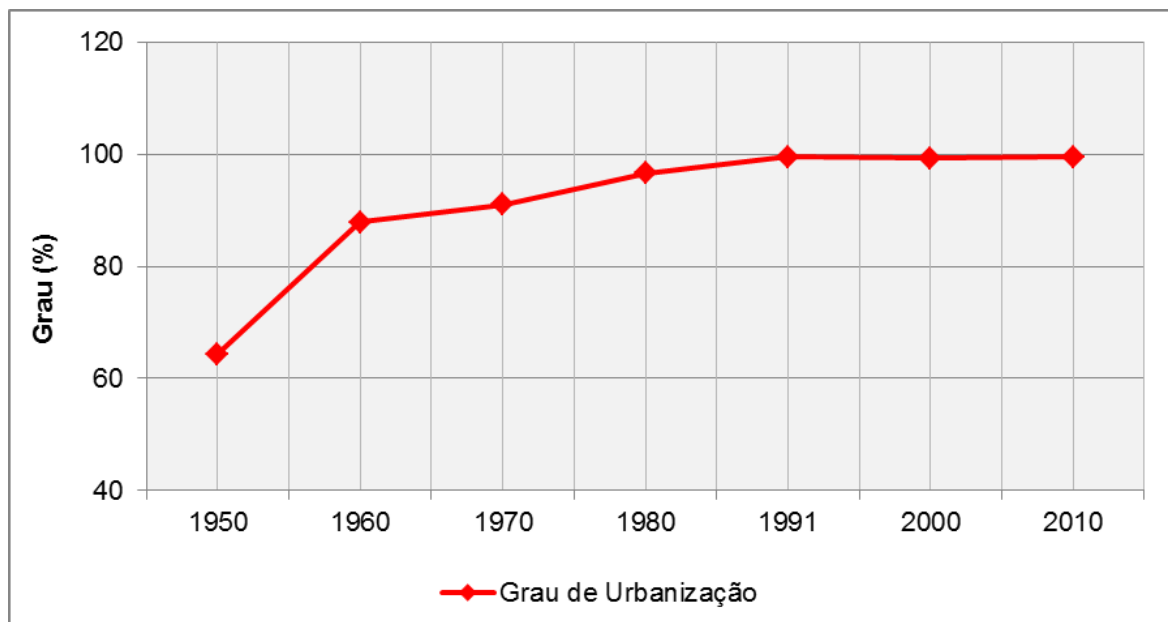


Fonte: IBGE, censo 1950, 1960, 1970 1980, 1991, 2000 e 2010.

Ainda conforme podemos observar no gráfico, a taxa de crescimento da população após a década de 1980 teve redução na sua porcentagem mesmo com o continuo aumento da população urbana de Manaus. O ano de 2010 foi o que apresentou a menor taxa de crescimento em relação à década anterior apresentando valor de 28,36% no crescimento populacional urbano e população total de 1.802,014 habitantes.

Conforme o gráfico de grau de urbanização (figura 78), as porcentagens indicam que a proporção da população total que se encontra em áreas urbanas apresentou ascendência no decorrer das décadas, em que o menor grau de urbanização de Manaus se deu em 1950 com proporção de 64,4% e os maiores graus se deram no ano de 1991 e 2010 com proporção de 99,5%.

Figura 78: Grau de urbanização de Manaus – 1950 a 2010



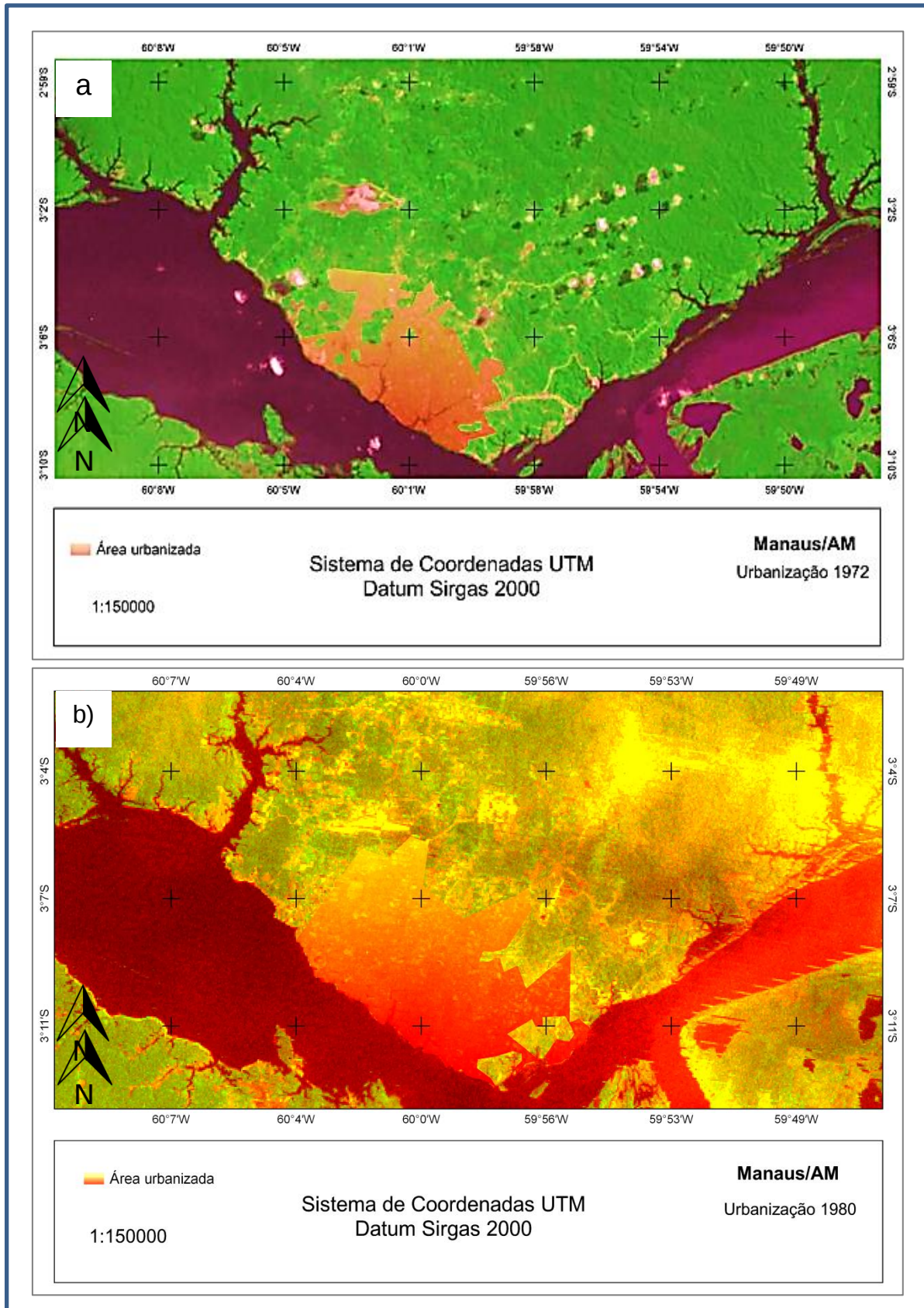
Fonte: IBGE, censo 1950, 1960, 1970, 1980, 1991, 2000 e 2010.

5.5.2. Análise da evolução urbana de Manaus de 1972 a 2017

Conforme os mapas da área urbana de Manaus a seguir, pôde-se observar que a evolução urbana foi a partir do sudoeste em 1972 (figura 79: a), avançando para o sul e o oeste da cidade em 1980 (figura 79: b). Em 1990 (figura 80: a), o avanço da urbanização foi para o norte e uma parte do sudoeste, continuando para o norte e começando a avançar para o noroeste em 2000 (figura 80: b). Em 2010 e 2017 (figura 81: a e b) o avanço urbano continuou direcionando-se no sentido noroeste da cidade de Manaus.

Podemos notar também que em 1972 o Aeroporto se mantinha distante do aglomerado urbano e que com o passar do tempo foi se aproximando quando em 2010 foi finalmente cercado urbanização. Algumas áreas verdes ainda resistem ao aglomerado urbano, como por exemplo, a área onde se localiza a Universidade Federal do Amazonas, e ainda assim podemos notar o avanço de residenciais para o interior da área pertencente à instituição fazendo com que a mesma apresentasse diminuição em suas dimensões.

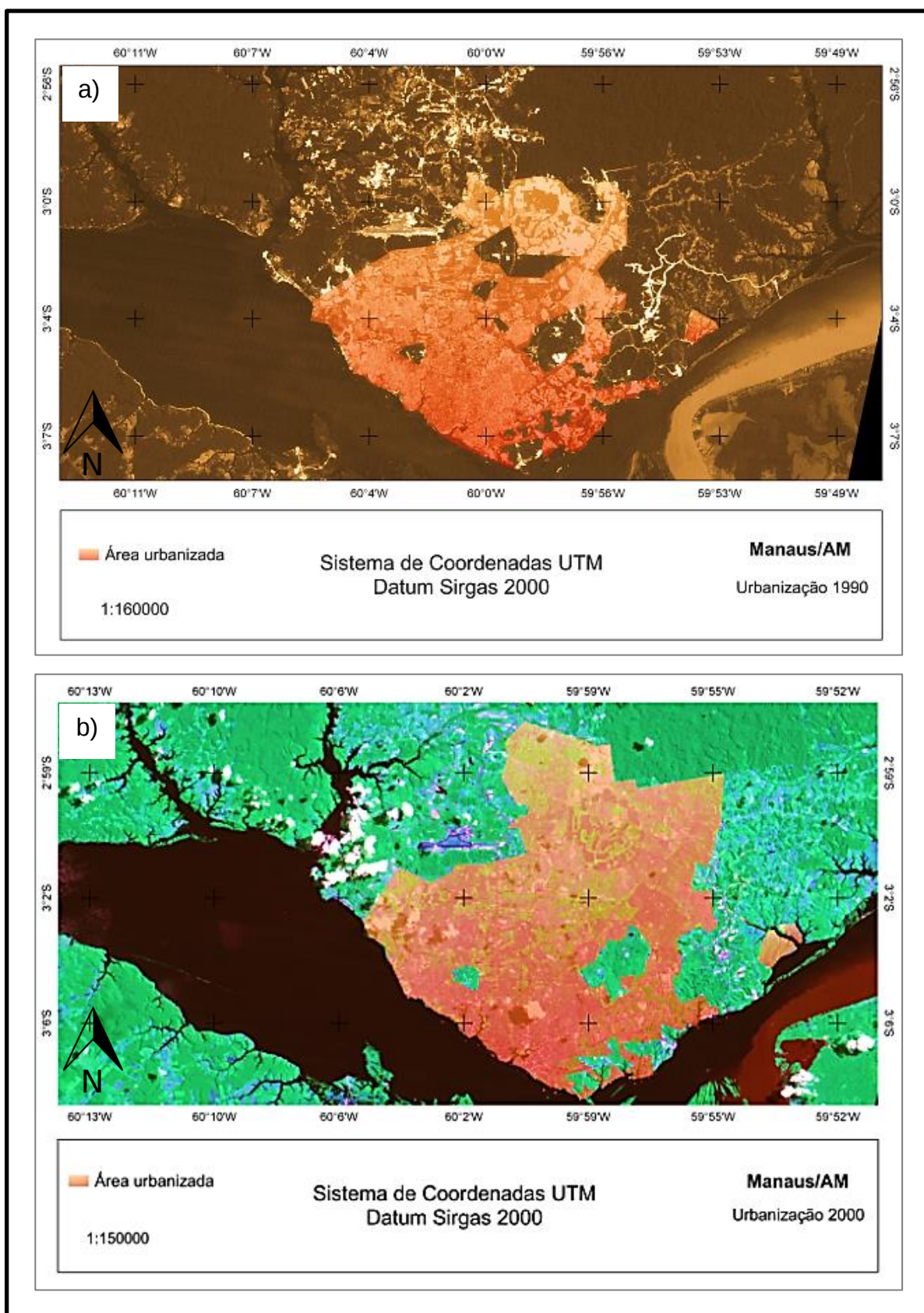
Figura 79: Mapas da evolução da área urbana de Manaus – 1972 e 1980



Fonte: INPE, 2018.

Elaborado por: Roseane Reis, 2019.

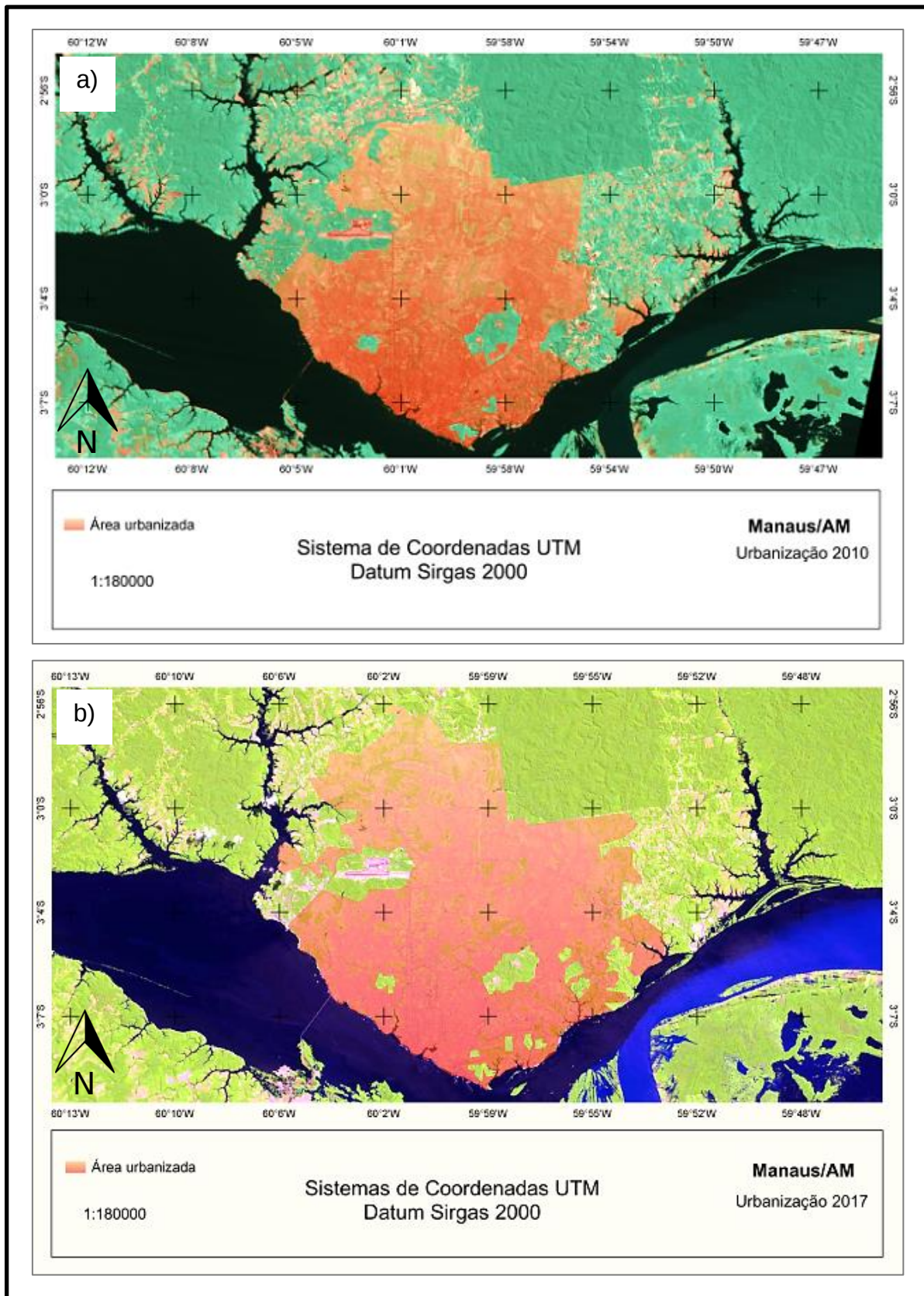
Figura 80: Mapas da evolução da área urbana de Manaus – 1990 e 2000



Fonte: INPE, 2018.

Elaborado por: Roseane Reis, 2019.

Figura 81: Mapas da evolução da área urbana de Manaus – 2010 e 2017



Fonte: INPE, 2018.

Elaborado por: Roseane Reis, 2019.

De 1972 a 1980, conforme exibe a tabela 19, a taxa de crescimento da área urbana foi de 98,2%. Isso significa que de um ano para outro a área urbana quase duplicou de tamanho, a maior em comparação aos anos seguintes, pode-se notar no mapa que a dimensão da área demarcada se espalha para leste – oeste e norte. A menor taxa pode ser verificada no ano de 2010 com percentual de 18,9% de crescimento em relação ao ano de 2000.

Tabela 19: Cálculos de área e taxa de crescimento urbano (%)

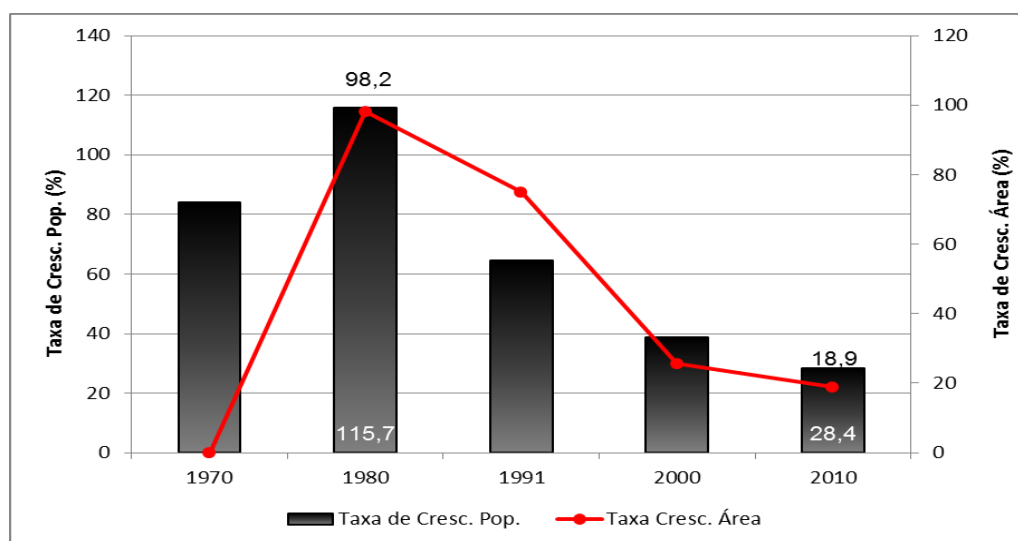
ANO	Área urbanizada (km ²)	Taxa de crescimento da área (%)	Área Expandida* (km ²)
1972	49,067	0	-
1980	97,237	98,2	48,17
1990	170,084	74,9	72,847
2000	213,612	25,6	43,528
2010	253,929	18,9	40,317
2017	320,912	26,4	66,983

*Relação com ano anterior.

Fonte: Software QGIS 3.4.8

De acordo com a figura 80, levando em consideração que a taxa de crescimento (expansão) da área equivale neste trabalho à taxa de desmatamento de 1970 a 2010, nota-se que existe relação entre as duas taxas, em que no ano de 1980 tanto a taxa de aumento populacional (115%) quanto à taxa de desmatamento (98,2%) tiveram os maiores índices em comparação aos outros anos observados.

Figura 82: Taxa de crescimento da população x Taxa de crescimento da área urbana de Manaus – 1970 a 2010



Fonte: População - IBGE, Censo 1970 a 2010./ Área - Software Quantum Gis 3.4.8.

Sendo assim, em 1980 verificou-se que a população mais que dobrou e seu desmatamento foi quase equivalente o seu tamanho na década de 1970. As menores taxas para as duas variáveis pôde ser verificada no ano de 2010, onde a T.C.P foi de 28,9% e a T.C.A foi de 18,9%.

5.6. Relação entre dados climáticos e urbanos de Manaus de 1970 a 2017

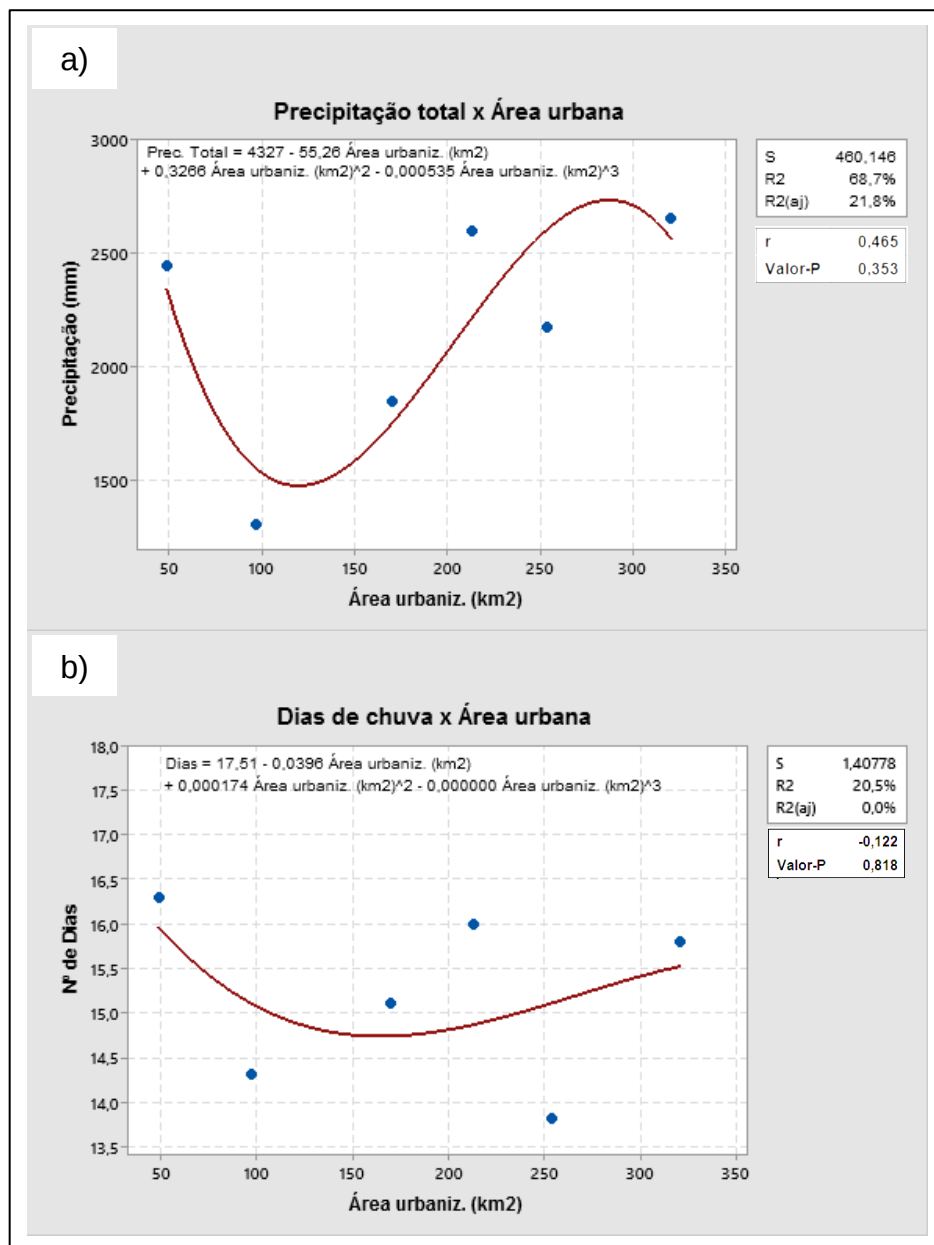
Neste tópico serão apresentadas as análises das relações entre a precipitação (total acumulado anual), temperatura (média, máxima e mínima) e a área urbana (km²) no período 1970 a 2017.

5.6.1. Clima e evolução urbana de Manaus

Conforme o gráfico de dispersão que mostra a correlação entre os elementos climáticos e a expansão da área urbana de Manaus, verificou-se que não há forte ligação entre a configuração dos totais acumulados de precipitação com o tamanho da área urbana ao longo das décadas (figura 83: a), o coeficiente de Pearson com $r = 0,465$ (relação fraca) indica que há pouca correlação entre as duas variáveis. O segundo caso (figura 83: b), apresentou nível fraco de correlação negativa, o coeficiente de Pearson apresentou valor de $r = -0,122$, indicando pouca ou nenhuma correlação entre as duas variáveis. Os dados se apresentaram bastante distribuídos e oscilantes e não mostraram significatividade estatística para os elementos correspondentes.

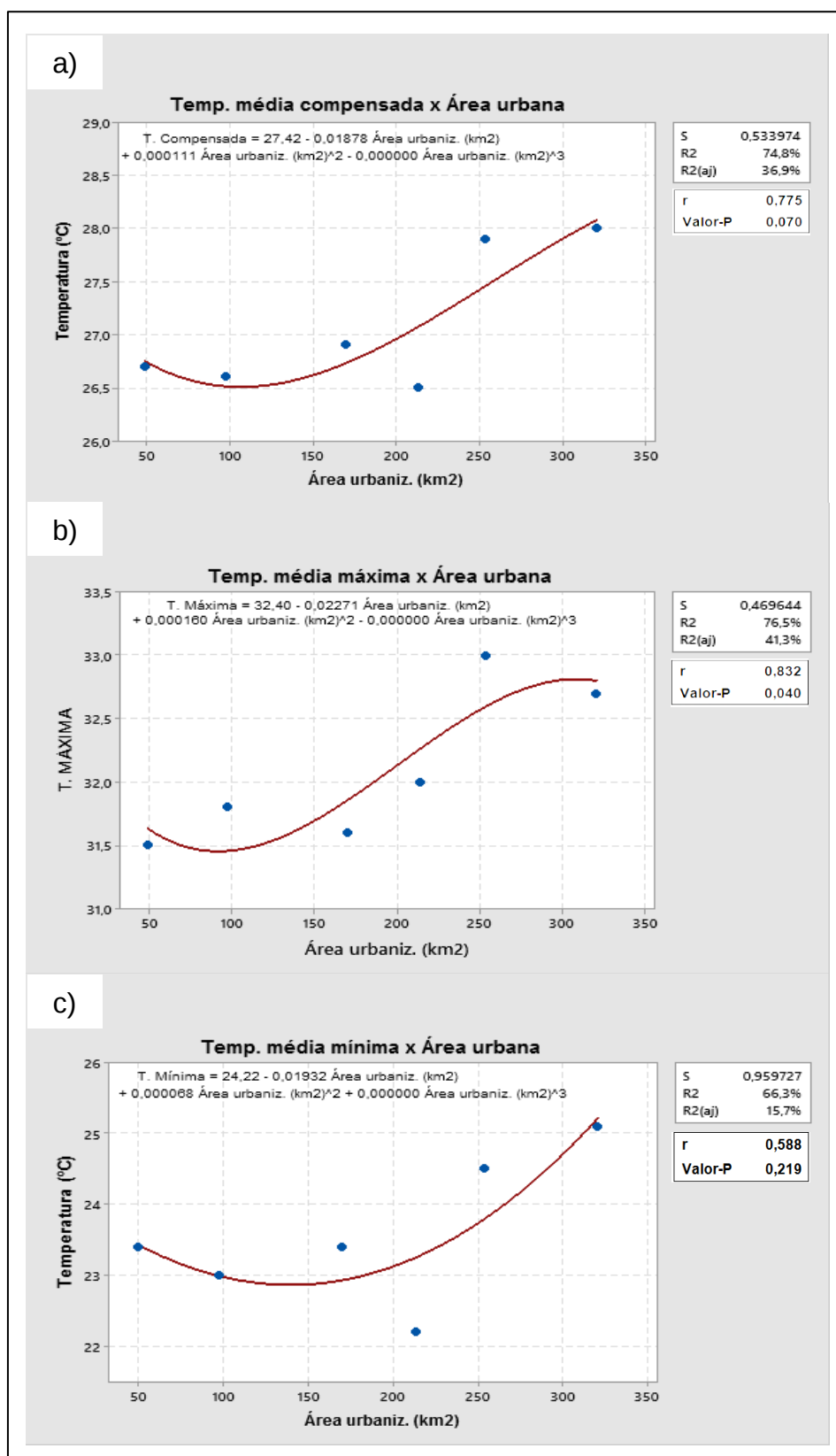
Porém, as temperaturas médias, máximas e mínimas (figura 84: a, b, c) mostraram que há certa correlação com a expansão da área urbana de Manaus, todas apresentaram aumento em seus valores conforme a progressão da área urbanizada. Para temperatura média compensada o coeficiente de Pearson foi de 0,775 (relação moderada), para a média máxima foi de 0,832 (forte relação) e para a mínima foi de 0,558 (relação moderada). Os dados mostraram significatividade estatística apenas para médias máximas com $p = 0,040$ para nível de $p < 0,05$. No entanto, entendeu-se que a continua evolução da área urbana de Manaus tem papel importante na alteração, neste caso para o aumento das médias de temperaturas, assim como das máximas e mínimas.

Figura 83: Correlação entre precipitação e dias de chuva versus expansão da área urbana de Manaus – 1970 a 2017



Fonte: QGIS 3.4.8, 2019/ INMET/BDMEP, 2018.

Figura 84: Correlação entre temperatura média, máxima e mínima versus expansão da área urbana de Manaus – 1970 a 2017.



Fonte: QGIS 3.4.8, 2019/ INMET/BDMEP, 2018.

6. CONSIDERAÇÕES FINAIS

O presente estudo buscou trazer de forma mais atualizada, as principais características dos elementos climáticos precipitação e temperatura de Manaus, abrangendo uma série histórica de 60 anos partindo de 9 anos que antecederam a implantação da Zona Franca de Manaus. Também apresentou o seu desenvolvimento populacional (1950 a 2017) e urbano (1972 a 2017) de forma que se pudesse verificar se este modelo econômico e todo o processo advindo influenciou a configuração de tais elementos e, por fim, do clima de Manaus.

Os resultados mostraram que os totais de precipitação anual tiveram muitas oscilações no decorrer da série de dados, onde foi possível observar anos em que os totais acumulados não chegaram a 2000 mm anuais e anos que os totais ultrapassaram os 3000 mm anuais. O período de 1988 a 1997 apresentou o maior volume de distribuição de chuvas durante o ano, no qual o volume mensal variou de 60 (mês menos chuvoso) a 340 mm (mês mais chuvoso). Já no período de 1978 a 1987, o volume de distribuição foi menor em relação às demais, onde o volume mensal variou de 40 a 260 mm.

Além disso, pôde-se observar mais claramente a presença de duas estações distintas, no qual de dezembro a maio, há ocorrência dos maiores volumes de chuvas, caracterizando a estação chuvosa, enquanto que nos outros seis meses, observou-se a redução das chuvas, caracterizando a estação seca ou pouco chuvosa, evidenciando a sazonalidade da precipitação anual ocorrente em Manaus.

O teste de Mann-Kendall não identificou tendência significativa para os totais anuais e mensais, devido à grande dispersão dos dados nos gráficos ocasionados pelas flutuações dos registros. A análise de relação com a TSM do Pacífico apontou relação negativa moderada ($r = -0,58$). Estudos como de Yoon e Zeng (2010), apontaram a existência de relação dependente entre a precipitação da região amazônica com as anomalias de TSM do Pacífico e do Atlântico Tropical sendo mais influenciado pelo segundo. A análise de relação com a expansão da área urbana apontou relação negativa moderada, mas sem significância.

A série histórica de dias de chuvas anuais também apresentou bastante oscilação, no qual se identificou anos que os totais foram menores que 160 dias chuvosos e anos que os totais foram maiores que 200 dias de chuva. O teste de

Mann-Kendall apontou tendência negativa ($Z = -2,39$), ou seja, redução do número de dias de chuvas anuais no decorrer da série temporal. A análise de relação com a TSM identificou relação negativa fraca ($r = -0,37$). Quanto à relação com a expansão da área urbana, o coeficiente apontou relação negativa fraca sem significância.

Os resultados mais significativos corresponderam às séries históricas de temperatura média compensada, média máxima e média mínima anual. O teste de Mann-Kendall apontou tendências positivas bastantes significativas tanto para as médias (compensadas, máximas e mínimas) anuais ($Z > 4,0$) quanto para as médias mensais ($Z > 2,0$), ou seja, aumento das temperaturas no decorrer dos 60 anos de dados, diferenciando-se dos resultados de Aguiar (1995 p. 125) que analisou três “normais climatológicas” a partir de 1901 até 1990 e indicou decréscimo nas médias compensadas e nas médias das mínimas e nenhuma mudança para as médias das máximas.

As análises de correlação com a TSM não identificaram relação significativa para nenhuma das temperaturas, enquanto que as análises de correlação entre as temperaturas e a expansão da área urbana mostrou relação positiva forte com significância para temperatura média das máximas ($r = 0,83$). Estudos como de Souza et al. (2015), identificaram que as tendências positivas da temperatura do ar em superfície decorreram a partir do intenso crescimento urbano, como também influenciam os sistemas precipitantes sobre Manaus, considerando assim que a intensa urbanização foi um dos fatores principais de contribuição para elevação das temperaturas, principalmente a partir de 1991.

Apesar disso, é necessário compreender que boa parte da configuração da precipitação e o número de dias de chuva em Manaus, assim como as temperaturas, são influenciados por um conjunto de sistemas atmosféricos de pequeno, mezo e grande escala, como a TSM, a ZCIT, a ZCAS, a Alta da Bolívia, as LI's, entre outros que rege a variabilidade interanual destes elementos.

Os dados de população mostraram que o ano de 1980, apresentou o maior pico de aumento populacional urbano (115,6%), assim como a análise das imagens de satélite indicou para o mesmo ano, a maior taxa de crescimento da área urbana

em relação à década anterior (98,2%) e a área expandida (desmatada) foi de 48,17km².

Pôde-se perceber que a concentração da população urbana tem relação direta com o aumento total de sua população na mesma intensidade que a população rural diminui, ou seja, a maior parte da população de Manaus reside em sua área urbana, principalmente a partir de 1980, conferindo com o alto grau de urbanização de Manaus (99,5% em 2010).

Deve-se esclarecer que a estação climatológica do INMET inserida em Manaus nem sempre esteve no mesmo lugar, já que a atual localização da estação está datada desde 2010, no entanto, não se conseguiu a datação exata das outras localidades que foi instalada, podendo assim ter afetado vários registros de dados dos elementos analisados neste trabalho.

Outro desafio encontrado foi relacionar os dados climatológicos com os dados urbanos, tanto de população quanto de área urbana visto que não houve registros disponíveis e que compreendessem a série temporal climática que pudessem colaborar com as análises. Logo, a pequena quantidade de dados não pôde ter significatividade estatística para corroborar a real ocorrência ou não de relação entre os elementos. No entanto, foi realizada como forma de se fazer pensar em estudos que considerem a influência e consequência que ocorrem na relação clima e expansão urbana.

A partir das analisadas realizadas para esta pesquisa, percebeu-se a importância e os desafios que se enfrentam nos estudos sobre clima, principalmente na região amazônica, pela dificuldade de obter dados importantes na contribuição de análises mais concisas e completas. Todavia, recomenda-se o enfrentamento e a continuidade de estudos do clima cada vez mais aprofundados, utilizando-se técnicas mais sofisticadas que consigam responder de forma mais precisa as questões atribuídas ao clima da região amazônica que ainda é bastante complexa.

7. REFERENCIA BIBLIOGRÁFICA

AB'SABER, Aziz Nacib. A cidade de Manaus: primeiros estudos. In: **Boletim Paulista de Geografia**. Nº 15. São Paulo: AGB/ Seção Regional de São Paulo, 1953. p. 18 -45.

AYOADE, J. O. **Introdução a climatologia para os trópicos**. 4. ed. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 1996. 332 p

ALVARES, C.A., STAPE, J.L., SENTELHAS, P.C., GONÇALVES, J.L.M.; SPAROVEK, G.,. Köppen's climate classification map for Brazil. In: **Meteorologische Zeitschrift**. Vol. 22 Nº6, 2013, p.711-728.

ARAUJO, J. A.; MACIEL, L. G.; SANTOS, J. S.. Caracterização Climática Para Frangos De Corte No Município De Redenção - PA. In: **Enciclopédia Biosfera**, v. 10, p. 480-486, 2014.

ARRAES, Ronaldo A.; SIMONASSI, Andrei G. ; MARIANO, Francisca Zilania . Causas do Desmatamento no Brasil e seu Ordenamento no Contexto Mundial. **Revista de Economia e Sociologia Rural** (Impresso), v. 51, p. 115-136, 2012.

BACK, Á. J.. Aplicação de análise estatística para identificação de tendências climáticas. **Pesquisa Agropecuária Brasileira** (1977. Impressa), Brasília, v. 36, n.5, p. 717-726, 2001

BIER, A. A.; FERRAZ, S. E. T.. Comparação de Metodologias de Preenchimento de Falhas em Dados Meteorológicos para Estações no Sul do Brasil. **Revista Brasileira de Meteorologia**, v. 32, p. 215-226, 2017.

BRAIDO, L. M. H.; TOMMASELLI, J. T. G.. Caracterização climática e dos anos extremos (Chuvoso e seco): Seus efeitos na produção de cana-de-açúcar, milho e soja para a região do Pontal do Paranapanema - SP. In: **Revista Formação**, v. 1, p. 13-34, 2010.

CAPUTO, M.V. **Bacia Do Amazonas: Estratigrafia, Tectônica E Magmatismo**, 2014.

CAPUTO, M. V. Discussão sobre a formação Alter do Chão e o Alto de Monte Alegre. In: **Contribuições à Geologia da Amazônia Capítulo Discussão sobre a**

Formação Alter do Chão e o Alto de Monte Alegre. 1. Ed. Belém, Pará: Gráfica Alves, 2011. V. 7. p.7-23

CAVALCANTI, I.F.A.; SILVEIR, V.P.; ALVES, L.M. Características atmosféricas e oceânicas em anos de seca. In: BORMA, L.S.; NOBRE, C. In: **Secas na Amazônia: causas e consequências.** São Paulo: Oficina de Textos, 2013. P. 54-76.

CAVALCANTI, F.A.; SILVEIRA, V.P.; Influencia das TSM dos Oceanos pacífico e Atlântico nos eventos de seca. In: BORMA, L.S.; NOBRE, C.A. In: **Secas na Amazônia: causas e consequências.** São Paulo: Oficina de Textos, 2013. P. 78-88.

CHEN, T.C. Global water vapor flux and maintenance during. FGGE. In: **Monthly Weather Review**, v.113, p.1801-1819, 1985.

COELHO, C.A.S.; CAVALVANTI, I.F.A.; ITO, E.R.; LUZ, G.; SANTOS, A.F.; NOBRE, C.A.; MARENGO J.A.; PEZZA, A.B.; As secas de 1998, 2005 e 2010 – Análise climatológica. In: BORMA, L.S.; NOBRE, C.A. **Secas na Amazônia: causas e consequências.** São Paulo: Oficina de Textos, 2013. p. 89 – 116.

COHEN, J.C.P.: **Um Estudo Observacional de Linhas de Instabilidade na Amazônia. Dissertação de Mestrado em Meteorologia.** INPE – 4865 – TDL/376, São José dos Campos, São Paulo, 1989.

DAVILA JUNIOR, J. C. M. **Análise dos padrões pluviométricos da cidade de Manaus-AM no período de 1986 a 2015..** 2016. -Universidade Federal do Amazonas Iniciação Científica. Orientador: Antonio Fábio Sabbá Guimarães Vieira.

EMBRAPA. Sistema de Centro Nacional de Pesquisa de Solos. **Sistema brasileiro de classificação de solos.** 2. Ed. Rio de Janeiro: EMBRAPA, 2006. 306 p.

FERREIRA, W. P. M.; SOUZA, C. F.. Caracterização Climática das Séries Temporais de Temperatura e Precipitação Pluvial em Sete Lagoas, MG. In: **Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento**, v. 1, p. 1-33, 2011.

FISCH, G.; MARENGO, J. A; NOBRE, C. A.. Uma revisão geral do clima da Amazônia. In: **Acta Amazônica**, v. 28, n.2, p. 101-126, 1998.

FOLHES, M. T.; FISCH, G.. Caracterização climática e estudo de tendências nas séries temporais de temperaturas de temperatura do ar e precipitação em Taubaté (SP). In: **Revista Ambiente e Água**, v. 1, p. 61-71, 2006.

GAMACHE, J. F. e R. A. HOUZE, Jr: 1982: Mesoscale air motions associated with a tropical squall line. In: **Monthly Weather Review**., 110, 118-135.

LIMBERGER, L.; SILVA, M. E. S. Precipitação na bacia amazônica e sua associação à variabilidade da temperatura da superfície dos oceanos Pacífico e Atlântico: uma revisão. **Geosp – Espaço e Tempo** (Online), v. 20, n. 3, p. 657-675, mês. 2016. ISSN 2179-0892.

Disponível em: <<http://www.revistas.usp.br/geosp/issue/view/6465>>. doi: <http://dx.doi.org/10.11606/issn.2179-0892.geosp.2014.84539>.

GONÇALVES, A. O.; FIDALGO, E. C. C.; BASTOS, C. L.. Caracterização climática do município de São José de Ubá, Estado do Rio de Janeiro. **Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento** (Embrapa Solos. Online), v. 95, p. 1-28, 2006.

GONÇALVES, A. O. Caracterização climática.. In: PRADO, R. B.; FIDALGO, E. C. C.; BONNET, A.. (Org.). **Monitoramento da revegetação do COMPERJ: etapa inicial**.. 1º ed. Brasília: Embrapa, 2014, v. 1, p. 65-82

KELLER, M. B; DIAS, P. S. (Org.). **Amazonia and Global Change. 1ed.Washington: American Geophysical Union**, 2009, v. 186, p. 149-162.

.KOUSKY, V. E. Diurnal rainfall variation in Northeast Brazil. **Monthly Weather Review**, v. 108, n.4, p.488-498, 1980.

.KOUSKY, V. E; FERREIRA, N. J. Interdiurnal Surface Pressure Variatiions in Brazil: Their Spatial Distributions, Origins and Effects. **Monthly Weather Review**, v. 109 n 9, p. 1999-2008, 1981.

KOUSKY, V.E.; KAGANO, M.T. A climatological study of the tropospheric circulation over the Amazon region. In: **Acta Amazônica**, 11(4):743-758, 1981.

KOUSKY, V.E.; CAVALCANTI, I.F.A.; KAYANO, M.T. A review of the Southern Oscillation: oceanic-atmospheric circulation changes and related rainfall anomalies. **Tellus A**, v.36, p.490-504, 1984.

KOUSKY, V.E. MOLION, L. C. Uma contribuição a Climatologia da dinâmica da troposfera sobre a Amazônia. **ACTA AMAZONICA**, v. 15 (3-4): 311 - 320. 1985.

KUHLMANN, Edgar. Vegetação. In: **Região Norte – Geografia do Brasil, V.I.** Rio de Janeiro: SERGRAF, 1977. P. 39 - 58

LOMBARDO. Análise das mudanças climáticas. In: CORTEZ, A. T. C.; ORTIGOZA, S. A. G.,(orgs). **Da produção ao consumo: impactos socioambientais no espaço urbano** [online]. São Paulo: Cultura Acadêmica, 2009. P. 111-137. ISBN 978-85-7983-007-5.

MACIEL, P. S; MACHADO, W. V; RIVAS, A. A.F. O impacto da Zona Franca de Manaus – ZFM no desenvolvimento do Estado do Amazonas: a eficácia do modelo. In: **XXIII Encontro Nacional de Engenharia de Produção**: Ouro Preto, MG, Brasil, 2003.

MAIA, M.A.M. **Geodiversidade do estado do Amazonas**. Organização Maria Adelaide Mansini Maia e José Luiz Marmos. — Manaus: CPRM, 2010.

MARENGO, J.A; OLIVEIRA, G.S. Impactos do fenômeno La Niña no tempo e clima do Brasil: desenvolvimento e intensificação do La Niña 1998/1999. In: CONGRESSOBRASILEIRO DE METEOROLOGIA, 10., 1998. Brasília, DF. **Anais...** Brasília: Sociedade Brasileira de Meteorologia, 1998. CD-ROM

MARENGO, J. A; NOBRE, C.A; TOMASELLA, J.; OYAMA, MD; OLIVEIRA, G.S; OLIVEIRA, R.; CAMARGO, H.; ALVES, LM & BROWN, I.F. A seca da Amazônia em 2005. **Journal of Climate**. Vol 21, n 03, 495-516. 2008 (doi: 10.1175 / 2007JCLI1600.1)

MASCARENHAS JUNIOR, T. A. **Fenômenos meteorológicos extremos em Manaus – AM: sazonalidade e impactos no ambiente urbano**, 2009.199 f. Dissertação (Mestrado em Geografia) _ Programa de Pós-Graduação em Geografia – Universidade Federal do Amazonas. Manaus. AM.

MELLO, Y. R.; KOHLS, W. ; OLIVEIRA, T. M. N.. Uso De Diferentes Métodos Para O Preenchimento De Falhas Em Estações Pluviométricas. **Boletim De Geografia (Online)**, v. 35, p. 112-121, 2017.

MENDI, V. ; DWARAKISH, S.G. El Nino: A Review. **International Journal of Earth Sciences and Engineering**. V 08. N.02. 130-137. 2015. Disponível em: <https://www.researchgate.net/publication/305956728_El_Nino_A_Review> Acesso em 19 de abril de 2018.

MENDONÇA, F.; DANNI-OLIVEIRA, I. M. **Climatologia: noções básicas e climas do Brasil**. São Paulo: Oficina de Texto, 2007. 206 P.

MOLION, L.C.B. **Climatologia Dinâmica da região Amazônica: mecanismos de precipitação**. **Revista Brasileira de Meteorologia**, 2(1):107-117, 1987.

MONTEIRO, C. A. A cidade como processo derivador ambiental e estrutura geradora de um clima urbano. **Geosul**, Florianópolis. v.5, n.9, p.80-114, 1990c.

NASCIMENTO, Izaura Rodrigues. SUFRAMA: agência dos agentes. **Somanlu: Revista de Estudos Amazônicos**, [S.l.], v. 4, n. 1, p. p. 159-186, 2004.

NOBRE, CARLOS; OBREGON, G.; MARENGO, J. A.; Rong Fu; Poveda, G. . Characteristics of Amazonian Climate: Main Features. In: John Gash, Michael PACHECO, N. A.; BASTOS, T. X.. Caracterização climática do município de Capitão Poço. **Documentos. Embrapa Amazônia Oriental, Embrapa Amazônia Oriental**, v. Nº 79, n.79, p. 1-17, 2001.

NOBRE, C.A.; OBREGÓN, G.O.; MARENGO, J.A.; FU, R.; POVEDA, G. Características do Clima Amazônico: Aspectos Principais. **American Geophysical Union** n. 186, p. 149-162. 2009.

OBREGÓN, G.O. O clima da Amazônia: principais características. In: BORMA, L.S; NOBRE, C. **Secas na Amazônia: causas e consequências**. São Paulo: Oficina de Textos, 2013.

PENEREIRO, J. C.; FERREIRA, D. H. L.. Estatística Apoiada Pela Tecnologia: Uma Proposta Para Identificar Tendências Climáticas. **Acta Scientiae** (ULBRA), v. 13, p. 87-105, 2011.

PRATES, R. C.; BACHA, C. J. C. . Análise da relação entre desmatamento e bem-estar da população da Amazônia Legal. **Revista de Economia e Sociologia Rural** (Impresso), v. 48, p. 162-189, 2010.

PRATES, R. C.; BACHA, C. J. C. . O Processo De Desenvolvimento Da Amazônia E O Seu Desmatamento. **Economia e Sociedade** (UNICAMP. Impresso), v. 20, p. 601-636, 2011.

PRELA-PANTANO, A.; BERTONCINI. E.I.; TERAMOTO, J.R.S.. **Levantamento e caracterização climática das localidades com cultivo de oliveiras no estado de São Paulo**. 2012. (Apresentação de Trabalho/Outra).

RIBEIRO, M.N.G. - Aspectos climatológicos de Manaus. In: **Acta Amazônica**, 6 (2), p. 229-233. 1976

SALMI T; MAATTA A; ANTTILA P; RUOHO-AIROLA T; AMNELL T.. Detecting trends of annual values of atmospheric pollutants by the Mann-Kendall test and Sen's slope estimates - the Excel template application MAKESENS". **Meteorological Institute, Publications on Air Quality. No. 31**, p. 1 – 35, Helsinki, 2002.

SALVIANO, M. F.; GROPPPO, J.D.; PELLEGRINO, G. Q.. Análise de Tendências em Dados de Precipitação e Temperatura no Brasil. **Revista Brasileira de Meteorologia (Impresso)**, v. 31, p. 64-73, 2016.

SANTANA, G. F. **Análise dos padrões térmicos da cidade de Manaus-AM no período de 1986 a 2015**. Iniciação Científica. - Universidade Federal do Amazonas. Orientador: Antonio Fábio Sabbá Guimarães Vieira. 2017

SILVA, A.L; MATIGNAGO, I.; VOLPPE, N. **As Massas De Ar Na América Do Sul**. Florianópolis, 2011.

SILVA, F. A. M. da; ASSAD, E. D. ; EVANGELISTA, B. A. . Caracterização climática do bioma Cerrado. In: SANO, S. M.; ALMEIDA, S. P. de; RIBEIRO, J. F. (Ed.). **Cerrado: ecologia e flora**. Brasília, DF: Embrapa Informação Tecnológica: Planaltina, DF: Embrapa Cerrados, 2008. cap. 3, p. 71-88.

SILVA, J. R. S.; IDALINO, R. C. L.; LUCIO, P. S.. Caracterização climática das capitais nordestinas através do DFA e SampEn. In: **Simpósio Nacional de Probabilidade e Estatística**, 2010, Estância de São Pedro, 2010.

SOUSA, Silvio Braz de; FERREIRA, Laerte Guimarães. Análise da temperatura de superfície em ambientes urbanos: um estudo por meio de sensoriamento remoto no município de Goiânia, Goiás (2002-2011). **Confins** (Paris), v. 15, p. 1, 2012.

SOUZA, D. O; NASCIMENTO, M. G ; ALVALÁ, R. C. S. Influência do Crescimento urbano no microclima de Manaus e Belém: Um estudo observacional. **Revista Brasileira de Geografia Física**, v. 8, p. 1109-1124, 2015.

SOUZA, E.B.; KAYANO, M.T.; TOTA, J.; PEZZI, L.; FISCH, G.; NOBRE, C. On the influences of the El Niño, La Niña and Atlantic dipole pattern on the Amazonian rainfall during 1960-1998. **Acta Amazônica**, v. 30,. p. 305-318, 2000.

SUFRAMA - Superintendência da Zona Franca de Manaus - ZFM. (2002) - Disponível em: <<http://www.suframa.gov.br>>. Acesso em: 12/03/2018

TORRES, F.T.P; MACHADO, P.J.O. **Introdução à climatologia**. Ubá: Ed. Geographica, 2008. – (Série Textos Básicos de Geografia) 234p.

TRINDADE JR., S-C. C. Cidades na floresta: os "grandes objetos" como expressões do meio técnico-científico informacional no espaço amazônico. **Revista do Instituto de Estudos Brasileiros**, v. 51, p. 113-137, 2010.

USEPA. **Reducing Urban Heat Islands: Compendium of Strategies – Urban Heat Island Basics**, 1–22, 2008. Disponível em: <<http://www.epa.gov/heatisland/about/index.htm%5Cnpapers2://publication/uuid/E82A9E0C-E51A-400D-A7EE-877DF661C830>>

VIEIRA, A.F.G. **Erosão por voçorocas em áreas urbanas: o caso de Manaus (AM)**. Florianópolis. Departamento de Geografia da UFSC (Dissertação de Mestrado), 1998.

VIEIRA, A. F. S. G. **Desenvolvimento e distribuição de voçorocas em Manaus (AM): principais fatores controladores e impactos urbano-ambientais**. 2008. 310 f. Tese (Doutorado em Geografia) – Programa de Pós - Graduação em Geografia – Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, SC.

ANEXOS

MANAUS - Precipitação Pluvial – Total Acumulado

ANO	JAN	FEV	MAR	ABR	MAIO	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ	MÉDIA	TOTAL
1958	308,1	180,6	234,9	346,7	84,7	70,4	42,2	61,2	33,9	88,7	148,5	280,5	156,7	1940,4
1959	216,1	220,9	257,8	187,7	121,6	108,6	32,7	57,4	40,5	10,2	213,2	150,8	134,8	1617,5
1960	357,0	317,9	228,9	409,9	118,6	174,4	67,9	59,2	80,5	226,0	239,9	299,4	215,0	2579,6
1961	285,9	332,3	237,6	353,0	327,5	98,2	33,0	6,9	51,7	123,0	145,9	353,1	195,7	2348,1
1962	406,1	399,4	307,9	299,0	260,5	108,5	47,3	34,0	12,8	125,4	107,6	132,0	186,7	2240,5
1963	265,1	182,2	239,5	313,3	243,3	122,4	46,7	5,4	45,3	84,3	239,6	184,3	164,3	1971,4
1964	159,0	140,3	426,0	295,3	268,1	125,9	61,6	92,6	40,7	135,2	231,0	312,2	190,7	2287,9
1965	169,5	247,7	532,5	284,2	268,9	64,2	45,7	3,4	13,6	138,6	76,8	196,0	170,1	2041,1
1966	273,3	178,1	172,9	292,6	359,1	161,6	122,2	110,4	103,4	29,5	318,5	222,3	195,3	2343,9
1967	301,6	249,2	435,0	495,4	204,3	124,4	34,2	2,6	6,7	11,2	131,9	123,1	176,6	2119,6
1968	282,2	182,6	632,8	302,6	427,3	128,1	102,5	41,9	242,8	37,5	265,8	195,1	236,8	2841,2
1969	257,7	195,4	386,6	512,6	321,8	96,9	87,6	51,4	26,3	81,8	112,4	181,7	192,7	2312,2
1970	386,7	326,2	382,9	403,2	184,5	132,0	68,4	42,7	96,2	98,8	179,6	143,4	203,7	2444,6
1971	287,8	367,6	352,4	418,9	316,4	146,4	36,1	8,5	40,5	182,3	261,9	94,3	209,4	2513,1
1972	197,7	381,7	163,7	341,2	166,8	125,5	73,7	45,7	72,4	94,2	73,8	169,1	158,8	1905,5
1973	192,7	274,7	291,3	191,7	439,9	87,4	143,3	108,6	86,1	181,8	308,7	220,9	210,6	2527,1
1974	313,1	196,9	247,5	524,5	257,8	172,1	66,0	26,7	68,4	24,4	194,9	285,1	198,1	2377,4
1975	329,5	358,7	396,1	232,0	246,3	97,8	203,2	56,6	36,4	55,0	99,9	213,6	193,8	2325,1
1976	294,3	545,6	457,4	211,1	90,2	61,7	32,6	37,4	29,5	123,0	157,0	176,3	184,7	2216,1
1977	196,7	262,4	332,1	266,7	240,3	78,4	17,4	42,9	77,0	190,8	84,7	227,3	168,1	2016,7
1978	295,4	203,5	404,1	229,4	268,5	89,3	108,5	50,4	161,0	115,6	45,7	126,0	174,8	2097,4
1979	312,0	86,0	195,4	300,2	78,8	65,7	10,3	0,0	83,2	230,1	48,7	154,4	130,4	1564,8
1980	92,5	77,7	217,1	211,4	53,8	79,4	23,9	31,2	31,6	141,1	149,7	190,2	108,3	1299,6
1981	162,5	164,9	197,1	229,3	212,1	51,5	34,0	68,0	155,1	47,8	325,9	114,7	146,9	1762,9
1982	299,1	79,8	59,5	134,0	254,2	16,8	30,7	2,0	67,7	4,2	72,4	238,3	104,9	1258,7
1983	32,6	107,5	418,2	192,4	171,5	99,4	134,1	134,6	99,2	195,8	69,5	372,1	168,9	2026,9
1984	268,0	341,0	223,4	333,3	271,9	94,2	93,0	62,8	135,5	123,2	100,4	148,1	182,9	2194,8
1985	269,7	318,1	280,9	145,3	346,4	150,9	103,4	63,1	65,9	161,7	136,9	391,4	202,8	2433,7
1986	267,1	294,9	304,4	279,5	203,6	102,8	183,9	1,6	71,1	214,6	321,8	246,9	207,7	2492,2
1987	291,5	289,1	277,6	291,2	167,8	28,2	20,7	76,8	64,6	46,3	128,3	195,2	156,4	1877,3
1988	269,7	546,0	265,6	254,7	297,7	229,1	82,3	35,6	110,6	111,5	226,9	412,1	236,8	2841,8
1989	292,0	417,0	252,2	370,8	555,1	184,5	157,5	15,8	136,4	185,6	326,4	220,1	259,5	3113,4
1990	234,3	190,0	299,2	236,4	244,6	89,3	114,1	72,3	22,8	56,0	116,9	167,3	153,6	1843,2
1991	278,5	223,8	309,2	342,9	322,2	137,9	173,9	55,4	39,0	79,4	37,9	137,9	178,2	2138,0
1992	236,5	262,7	347,8	218,6	118,8	61,0	90,3	100,3	90,0	87,4	71,2	265,6	162,5	1950,2
1993	436,5	617,4	229,3	370,3	96,8	61,5	34,6	47,7	21,9	99,8	256,3	251,3	210,3	2523,4
1994	371,1	399,5	259,5	258,7	174,2	125,2	33,0	96,7	62,6	91,8	207,3	22,5	175,2	2102,1
1995	286,0	132,0	301,4	408,5	217,5	107,0	76,9	34,2	72,4	81,0	312,0	160,5	182,5	2189,4
1996	571,3	257,6	338,1	428,5	127,5	185,1	16,9	65,0	114,0	186,0	163,0	142,2	216,3	2595,2
1997	220,6	344,5	534,9	310,8	252,2	9,5	0,0	111,5	40,5	60,9	182,3	261,5	194,1	2329,2

1998	302,6	171,7	210,8	407,2	273,4	167,2	92,0	41,8	115,6	73,5	153,6	191,0	183,4	2200,4
1999	411,6	260,8	233,2	421,2	445,4	149,3	25,3	40,6	98,8	132,3	203,5	198,3	218,4	2620,3
2000	350,2	344,4	340,7	535,4	172,6	48,2	40,8	140,0	218,1	47,2	169,7	192,3	216,6	2599,6
2001	348,4	219,5	216,8	188,2	231,6	164,1	30,6	14,9	88,2	28,1	55,0	213,0	149,9	1798,4
2002	380,8	239,9	195,3	376,7	262,9	159,1	3,4	35,4	60,1	216,1	81,2	311,2	193,5	2322,1
2003	105,8	340,9	209,2	390,1	219,6	110,7	93,0	118,3	60,9	96,9	119,6	89,9	162,9	1954,9
2004	179,6	150,6	424,2	227,2	422,9	120,2	59,6	141,3	112,0	66,0	13,3	140,0	171,4	2056,9
2005	165,7	331,5	334,0	404,8	225,5	53,5	52,4	16,2	45,9	75,2	211,6	291,8	184,0	2208,1
2006	173,3	346,4	265,3	252,1	382,1	87,0	71,6	16,7	32,8	66,0	294,0	317,4	192,1	2304,7
2007	414,4	137,7	336,0	343,1	165,3	100,2	121,9	133,3	71,7	28,5	226,2	327,9	200,5	2406,2
2008	397,4	298,8	553,0	345,4	264,1	202,7	80,2	58,4	56,0	162,2	280,8	458,1	263,1	3157,1
2009	310,8	457,9	232,5	222,1	114,0	165,8	25,1	5,4	4,2	26,0	132,3	262,4	163,2	1958,5
2010	295,8	352,5	206,4	303,4	165,1	119,1	100,6	54,8	26,6	116,9	140,6	290,1	181,0	2171,9
2011	226,8	493,3	323,3	515,9	222,4	121,3	20,2	64,3	41,5	283,7	272,8	194,5	231,7	2780,0
2012	365,2	288,7	277,4	195,6	167,8	85,4	83,0	26,6	90,3	181,3	284,5	266,2	192,7	2312,0
2013	314,6	342,1	427,4	420,6	238,4	32,3	167,1	53,0	121,0	193,0	312,2	101,3	226,9	2723,0
2014	253,3	245,4	527,7	255,0	411,3	211,7	66,1	32,2	0,6	190,9	196,0	173,8	213,7	2564,0
2015	303,7	214,0	373,7	165,5	280,8	75,8	47,3	10,7	15,8	31,3	90,7	126,4	144,6	1735,7
2016	129,6	235,3	281,9	303,9	117,5	97,1	103,2	49,8	112,0	152,2	193,7	518,8	191,3	2295,0
2017	402,1	257,4	270,0	338,4	135,8	126,5	75,7	20,1	166,4	148,1	195,7	512,8	220,8	2649,0
M.MENSAL	280,0	277,0	311,2	314,0	238,4	110,8	70,8	51,6	73,1	111,3	175,3	225,9	186,6	2240,4

Fonte: IBGE, 1959 a 1961/ INMET, 2018.



Maiores índices



Menores índices



Dados do Anuário Estatístico do IBGE

MANAUS – NÚMERO DE DIAS DE CHUVAS

ANO	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	Total	Média
1958	22	16	21	23	12	10	7	5	5	10	15	15	161	13,4
1959	20	21	25	23	19	19	10	9	7	8	19	14	194	16,2
1960	20	20	19	23	14	15	10	10	8	12	13	13	177	14,8
1961	20	20	22	18	21	13	10	2	9	19	14	23	191	15,9
1962	29	21	22	26	23	14	12	6	3	8	13	17	194	16,2
1963	22	19	21	23	15	11	6	4	3	7	16	21	168	14,0
1964	16	18	28	24	18	19	9	8	8	11	12	19	190	15,8
1965	20	19	28	21	22	13	11	3	6	10	13	19	185	15,4
1966	21	13	23	18	20	16	9	9	13	4	19	19	184	15,3
1967	25	25	25	24	19	13	5	2	1	9	16	15	179	14,9
1968	25	24	22	23	26	14	10	8	12	9	18	21	212	17,7
1969	22	19	25	24	16	15	15	12	5	11	8	18	190	15,8
1970	22	26	28	25	19	13	12	8	8	6	15	14	196	16,3
1971	24	23	23	25	22	21	8	6	7	17	20	10	206	17,2
1972	21	26	24	18	17	14	10	9	9	10	13	18	189	15,8
1973	22	19	27	18	26	10	15	11	12	15	18	19	212	17,7
1974	19	29	21	22	23	16	14	6	10	7	17	21	205	17,1
1975	22	23	24	23	22	16	14	10	7	11	13	21	206	17,2
1976	25	22	24	19	14	14	10	3	3	10	11	15	170	14,2
1977	23	25	29	23	22	15	9	5	10	17	10	23	211	17,6
1978	24	22	23	21	26	11	13	5	13	16	9	19	202	16,8
1979	19	22	25	22	23	10	5	5	4	17	10	19	181	15,1
1980	15	11	19	15	14	13	13	13	9	14	21	15	172	14,3
1981	21	19	18	16	13	11	7	12	16	9	19	16	177	14,8
1982	18	19	22	18	15	7	11	8	6	6	10	21	161	13,4
1983	9	11	18	20	16	14	9	14	9	16	13	21	170	14,2
1984	21	24	15	24	19	10	9	11	14	11	9	22	189	15,8
1985	20	24	21	16	23	11	14	8	8	9	13	23	190	15,8
1986	27	21	25	23	17	12	14	1	10	15	16	12	193	16,1
1987	26	26	18	22	18	11	5	11	12	11	17	15	192	16,0
1988	25	26	15	21	25	16	10	5	6	13	16	23	201	16,8
1989	21	21	25	23	24	19	13	6	11	13	14	14	204	17,0
1990	24	22	21	19	15	15	15	9	5	6	15	15	181	15,1
1991	24	18	23	19	21	11	14	4	5	12	7	12	170	14,2
1992	20	17	21	17	14	7	13	14	8	8	4	19	162	13,5
1993	23	21	23	21	15	12	9	10	6	18	14	18	190	15,8
1994	28	23	23	17	17	15	6	9	7	11	13	21	190	15,8
1995	18	14	18	20	22	13	9	7	6	5	18	13	163	13,6
1996	23	19	18	22	14	18	5	8	8	9	11	12	167	13,9
1997	20	22	25	18	10	4	0	7	4	5	13	15	143	11,9
1998	21	17	24	21	17	12	9	3	10	11	12	12	169	14,1

1999	21	19	23	23	25	12	6	5	6	9	12	16	177	14,8
2000	22	18	25	23	18	16	12	10	7	10	13	18	192	16,0
2001	28	24	17	18	15	15	8	5	8	6	10	19	173	14,4
2002	19	21	19	19	19	17	3	6	7	12	11	23	176	14,7
2003	17	16	22	20	22	12	8	10	6	5	8	13	159	13,3
2004	16	23	26	19	18	11	9	7	8	13	3	13	166	13,8
2005	13	22	24	20	15	6	8	5	8	8	14	19	162	13,5
2006	22	20	20	19	23	10	7	4	6	7	17	14	169	14,1
2007	26	11	26	22	20	12	11	11	8	8	12	21	188	15,7
2008	24	23	24	20	22	12	6	8	11	18	12	20	200	16,7
2009	26	20	20	20	17	17	5	2	1	5	4	18	155	12,9
2010	17	22	13	23	15	12	9	6	5	13	13	18	166	13,8
2011	18	24	21	24	18	12	6	4	7	18	18	18	188	15,7
2012	23	20	23	16	16	7	13	8	9	12	9	20	176	14,7
2013	22	21	26	23	25	7	17	10	8	10	23	14	206	17,2
2014	17	23	25	24	17	14	12	3	1	18	12	20	186	15,5
2015	20	14	24	18	17	9	10	3	1	9	11	14	150	12,5
2016	16	23	24	22	14	11	11	7	14	10	8	24	184	15,3
2017	22	19	23	26	16	11	7	6	11	12	14	23	190	15,8
MÉDIA	280,0	277,0	311,2	314,0	238,4	110,8	70,8	51,6	73,1	111,3	175,3	225,9	186,6	2240,4



Maiores índices



Menores índices



Dados do Anuário Estatístico do IBGE



AGUIAR, 1995.

MANAUS – Temperatura Média Compensada

ANO	JAN	FEV	MAR	ABR	MAIO	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ	MÉDIA
1958	26,4	26,6	26,3	26,4	28	27,4	28	28,1	29,1	28,4	27,1	26,8	27,4
1959	26,2	25,6	25,7	25,8	26,6	26,5	27,4	27,3	27,7	28,5	27	27,4	26,8
1960	25,7	25,4	25,8	25,5	25,8	25,9	26,1	26,9	27	27	26,6	26	26,1
1961	26,0	25,3	26,2	26,1	26,1	25,8	26,4	27,7	27,9	26,6	26,6	25,6	26,4
1962	25,8	25,6	25,8	25,7	26,0	25,8	26,4	27,0	28,4	27,8	26,7	26,9	26,5
1963	25,7	25,3	25,7	26,0	26,5	26,5	26,9	27,9	28,8	28,8	26,4	26,5	26,8
1964	26,9	26,5	25,9	26,0	25,7	26,0	26,4	27,3	27,6	27,3	27,1	25,8	26,6
1965	25,9	25,9	25,4	25,7	25,8	26,4	26,8	27,8	28,8	28,7	27,5	27,2	26,8
1966	26,7	26,9	26,2	26,5	26,3	26,6	26,8	27,3	26,8	28,3	26,8	26,5	26,8
1967	25,5	25,7	25,7	25,8	26,3	26,5	26,9	27,9	28,7	28,2	27,3	27,6	26,8
1968	26,0	26,3	25,5	26,0	25,1	26,3	26,5	27,3	26,8	27,8	26,6	26,8	26,4
1969	26,5	27,0	26,7	26,8	27,1	27,7	26,4	27,4	28,7	28,3	28,6	26,5	27,3
1970	26,2	26,1	26,0	26,2	26,5	26,6	26,5	27,4	27,2	28,4	26,7	27,0	26,7
1971	25,3	25,2	25,6	25,6	25,9	26,2	26,9	27,2	27,9	27,0	26,9	27,6	26,4
1972	25,5	25,2	26,1	26,2	26,7	26,8	27,0	27,3	28,4	28,2	28,1	27,3	26,9
1973	26,9	26,5	27,0	26,8	26,1	26,9	26,8	27,4	27,1	27,7	27,5	26,4	26,9
1974	26,2	25,5	25,8	26,3	26,0	26,3	26,3	27,8	26,9	28,1	27,5	26,0	26,6
1975	26,0	25,6	25,8	26,2	26,1	26,3	25,3	26,9	28,0	27,8	27,7	26,2	26,5
1976	25,4	25,6	25,5	26,1	26,5	26,5	26,8	28,1	29,1	28,3	27,8	27,2	26,9
1977	26,8	25,2	25,2	25,4	25,4	25,5	26,5	27,4	26,9	26,6	27,4	26,1	26,2
1978	25,8	25,9	25,8	26,1	26,0	26,2	25,9	26,2	26,8	27,2	27,3	25,9	26,3
1979	25,9	26,0	25,9	26,4	26,3	26,1	27,0	27,0	27,5	27,3	27,8	26,5	26,6
1980	26,0	27,4	26,3	26,3	26,9	26,6	26,5	26,9	27,2	26,8	26,5	26,3	26,6
1981	25,6	25,5	26,6	26,5	26,5	26,6	26,1	26,4	25,8	27,3	26,7	26,6	26,4
1982	25,5	25,7	25,8	25,7	26,1	26,8	26,7	27,4	27,9	28,2	28,5	26,2	26,7
1983	28,5	28,4	27,6	26,7	27,4	26,7	27,2	26,5	27,3	26,4	26,8	25,4	27,1
1984	25,3	24,9	26,0	25,9	26,0	26,6	26,4	26,9	26,6	27,0	27,4	26,4	26,3
1985	26,1	25,9	26,3	26,9	26,0	25,8	26,0	26,6	27,4	27,5	26,6	26,0	26,4
1986	25,8	25,7	25,5	26,3	26,6	26,0	25,9	28,2	27,1	26,8	26,6	27,1	26,5
1987	25,9	26,3	26,5	26,4	26,9	26,5	27,8	27,8	28,5	28,9	28,0	27,7	27,3
1988	26,1	26,5	27,0	26,6	26,2	26,0	26,7	27,7	28,1	27,8	26,6	26,5	26,8
1989	25,8	25,0	25,4	25,8	25,4	26,0	25,7	27,5	27,6	26,8	27,1	27,2	26,3
1990	26,2	26,1	26,1	26,0	26,8	26,9	25,9	27,5	27,9	29,2	27,7	26,7	26,9
1991	26,2	26,5	26,0	26,1	26,3	26,9	26,8	27,0	27,9	27,8	28,7	27,7	27,0
1992	27,4	27,0	26,2	27,1	27,1	27,1	27,1	26,5	28,1	27,7	27,6	26,2	27,1
1993	26,0	25,7	25,9	26,0	27,2	27,3	26,8	27,4	28,1	27,0	26,5	26,6	26,7
1994	25,8	25,8	26,1	26,3	26,5	26,1	26,7	27,1	27,6	28,0	27,6	26,9	26,7
1995	24,5	26,7	26,7	26,3	26,3	26,7	27,6	28,5	28,4	28,1	26,7	26,6	26,9
1996	25,6	26,0	26,2	26,0	26,7	26,4	26,9	27,1	28,2	27,7	27,6	26,7	26,7
1997	26,1	25,9	25,8	26,7	26,8	27,9	28,8	28,3	30,2	29,9	27,8	27,4	27,6
1998	26,8	27,6	27,0	26,7	26,6	26,4	26,6	27,5	27,0	27,6	26,8	27,1	27,0

1999	25,5	25,4	25,4	25,6	25,3	26,0	26,1	26,5	27,0	27,3	27,7	27,0	26,2
2000	25,9	25,7	25,7	25,5	26,3	26,7	26,2	27,1	27,3	27,3	27,5	27,1	26,5
2001	25,2	26,0	26,7	26,5	27,2	25,6	26,7	28,3	27,8	29,1	27,4	27,1	27,0
2002	26,8	26,5	26,7	26,7	26,8	26,8	27,8	28,2	28,8	28,0	27,7	26,9	27,3
2003	27,7	27,1	26,7	26,6	26,8	27,0	27,3	27,4	27,9	28,7	28,1	27,9	27,4
2004	27,2	26,6	26,4	26,8	26,7	26,7	27,0	27,5	27,5	28,0	28,8	27,3	27,2
2005	27,6	26,7	26,5	26,9	27,3	27,8	27,4	28,5	28,6	28,8	27,8	26,4	27,5
2006	26,7	26,5	26,6	26,6	26,2	27,2	27,3	28,1	28,7	29,3	26,9	27,3	27,3
2007	26,4	27,7	26,1	26,5	26,8	26,9	27,2	27,1	27,6	28,2	28,3	26,3	27,1
2008	25,9	25,9	25,4	26,4	26,1	26,4	27,3	27,9	27,7	27,5	27,1	26,6	26,7
2009	25,8	25,9	26,3	26,7	26,5	26,6	27,8	29,3	29,9	29,7	30,2	27,7	27,7
2010	27,3	27,3	28,4	27,1	27,7	27,5	27,2	28,4	29,5	28,9	28,0	27,0	27,9
2011	26,4	26,2	26,6	26,6	27,2	28,2	28,8	29,6	29,1	28,5	28,0	28,0	27,8
2012	26,4	26,1	26,6	27,2	27,6	28,1	27,8	28,8	29,1	29,2	29,1	27,1	27,8
2013	27,4	26,5	26,8	27,3	27,2	28,5	27,4	28,2	28,7	29,2	27,3	28,5	27,7
2014	27,5	26,5	26,8	27,5	27,3	28,1	27,8	28,9	30,2	28,0	28,5	28,1	27,9
2015	26,9	27,5	26,8	27,5	27,4	28,1	28,4	30,1	31,6	30,8	29,8	29,4	28,7
2016	29,3	28,2	27,9	27,7	28,1	28,1	28,7	29,4	28,5	29,6	29,2	27,1	28,5
2017	26,9	26,8	27,0	27,2	28,4	28,4	28,3	30,1	28,9	28,6	28,6	27,2	28,0
M. MENS	26,3	26,2	26,2	26,4	26,6	26,7	27,0	27,7	28,1	28,1	27,5	26,9	27,0



Maiores índices



Menores índices



Dados do Anuário Estatístico do IBGE



AGUIAR, 1995.



Preenchido com a média dos anos anteriores correspondente ao mês do dado faltante



Dado de março e abril 2016 - preenchido com a média de temperatura diária dos meses de fevereiro e março INMET.

MANAUS – Temperatura Média das Máximas Mensais

ANO	JAN	FEV	MAR	ABR	MAIO	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ	MÉDIA
1958	31	31,1	30	30	31,7	31,9	32,4	32,7	33,8	32,5	31,4	30,8	31,6
1959	29,6	29,4	29,6	29,4	30,7	30,7	32,1	32,2	32,6	32,8	31,1	31,6	31,0
1960	30,3	30,2	30,3	29,7	30,9	31,0	31,6	32,9	32,9	32,4	32,2	30,8	31,5
1961	30,5	30,0	31,0	31,2	30,9	30,8	32,4	34,5	34,2	31,8	32,6	30,5	31,7
1962	31,0	30,3	30,6	30,1	30,6	30,8	31,7	33,1	34,6	33,6	31,9	31,9	31,7
1963	30,5	30,1	30,3	30,7	31,2	31,3	32,6	34,3	35,1	34,7	31,9	31,2	32,0
1964	31,6	31,1	30,8	31,0	30,3	31,2	32,0	33,4	33,6	33,1	32,6	30,7	31,8
1965	30,5	30,7	29,5	30,0	30,1	31,4	32,1	33,7	34,7	34,4	32,3	31,6	31,8
1966	30,6	31,0	30,8	30,9	30,7	31,3	31,9	32,7	32,4	34,1	31,6	31,1	31,6
1967	29,5	29,9	30,1	30,5	30,8	31,4	32,1	33,8	35,1	34,3	32,5	32,6	31,9
1968	30,5	30,8	30,0	30,5	29,3	31,1	31,9	32,7	31,8	33,2	31,4	31,4	31,2
1969	31,4	31,6	32,2	31,6	31,6	32,2	31,3	32,8	34,1	33,4	33,3	30,6	32,2
1970	30,6	30,6	30,3	30,0	31,0	31,1	31,4	33,1	32,8	33,8	31,7	32,1	31,5
1971	29,5	29,6	29,9	30,1	29,9	30,5	31,6	32,7	33,3	32,3	31,6	32,6	31,1
1972	29,8	29,7	30,4	30,5	31,1	31,1	31,8	32,6	33,6	33,6	32,9	32,1	31,6
1973	31,4	30,7	31,2	31,0	30,0	31,5	31,5	32,4	32,3	32,7	32,3	30,9	31,5
1974	30,7	30,2	30,1	30,9	30,6	30,6	31,3	33,1	32,2	33,1	32,0	30,3	31,3
1975	30,3	29,7	30,1	30,1	30,6	30,6	29,8	32,1	33,1	33,5	32,4	31,1	31,1
1976	29,3	30,0	29,4	29,8	30,8	31,0	31,8	33,3	34,4	33,3	32,5	31,4	31,4
1977	31,2	29,6	29,6	30,0	29,7	30,6	31,8	33,5	33,2	32,0	32,6	30,6	31,2
1978	30,4	30,4	30,6	30,9	30,8	30,9	30,9	31,7	32,5	32,7	32,6	30,8	31,3
1979	30,6	30,9	30,9	31,4	31,6	30,6	32,7	33,2	32,8	32,8	32,9	31,1	31,8
1980	30,7	32,6	31,5	31,3	32,1	31,5	31,8	32,5	32,9	31,8	31,5	31,1	31,8
1981	30,0	30,3	31,9	31,8	31,6	31,3	31,0	31,7	31,0	32,6	31,5	31,4	31,3
1982	29,9	30,8	30,5	30,5	31,0	31,8	32,3	33,2	33,7	33,7	32,9	30,1	31,7
1983	33,5	32,9	32,3	31,6	32,5	31,5	32,7	31,8	32,6	30,5	31,4	29,6	31,9
1984	29,9	29,3	30,4	30,2	30,6	31,4	31,5	32,0	32,1	32,3	32,5	31,3	31,1
1985	30,3	30,7	31,2	32,0	30,7	30,5	31,0	32,3	32,7	32,8	31,3	30,6	31,3
1986	30,1	30,0	30,2	31,1	31,0	30,6	30,5	33,5	32,0	31,5	31,1	31,4	31,1
1987	29,6	30,4	31,3	31,1	31,2	31,0	32,9	32,8	34,0	34,0	33,1	31,9	31,9
1988	30,7	30,8	31,6	30,9	30,4	29,9	31,2	32,9	33,3	32,9	31,7	31,6	31,5
1989	30,5	28,3	29,9	29,9	29,3	30,2	29,3	32,3	32,7	31,6	31,8	31,7	30,6
1990	30,5	30,3	30,5	30,3	31,2	31,3	30,6	32,5	33,1	34,3	32,5	31,5	31,6
1991	30,0	30,6	30,0	30,5	30,2	30,8	30,9	31,7	32,5	32,8	33,7	32,1	31,3
1992	32,1	31,2	30,4	31,5	32,2	32,1	31,6	31,3	33,0	32,5	32,2	30,3	31,7
1993	30,2	29,9	30,1	30,2	31,2	31,4	31,4	31,8	33,2	32,2	31,2	31,0	31,1
1994	29,9	29,8	30,6	30,7	30,6	30,2	31,2	32,3	32,8	33,1	32,8	31,2	31,3
1995	31,0	31,0	31,1	30,6	30,8	30,8	32,3	33,5	33,6	33,5	31,3	31,5	31,8
1996	29,9	30,2	30,6	30,1	30,9	30,6	31,6	32,1	33,1	32,6	32,3	31,4	31,3
1997	30,2	30,0	29,9	30,7	30,9	32,1	33,3	33,0	35,2	35,8	33,2	32,1	32,2
1998	31,3	32,3	31,5	31,3	31,0	31,3	31,9	33,1	32,8	33,3	32,0	32,6	32,0

1999	30,3	30,2	30,4	30,5	30,1	31,2	31,7	32,6	33,0	33,5	33,0	32,4	31,6
2000	30,8	30,5	30,4	30,4	31,5	32,5	32,0	33,0	33,3	33,6	33,8	32,3	32,0
2001	29,9	31,3	31,7	31,4	32,3	30,5	32,3	34,5	34,0	35,4	28,5	31,5	31,9
2002	31,8	31,1	31,6	31,3	31,0	31,4	32,7	34,0	34,8	33,2	33,0	31,0	32,2
2003	32,0	31,5	31,2	31,0	31,5	32,3	32,8	33,1	33,9	34,2	33,5	33,5	32,5
2004	32,1	31,4	31,0	31,8	31,2	31,7	32,6	33,2	33,5	33,6	34,7	32,8	32,5
2005	33,2	31,7	31,2	31,5	32,2	33,0	32,9	34,9	35,0	35,2	33,7	31,4	33,0
2006	32,3	31,1	31,5	31,2	30,7	32,6	33,1	34,4	35,2	35,4	32,5	32,9	32,7
2007	30,7	33,2	31,3	31,3	31,9	32,7	33,0	33,0	33,5	34,4	33,9	31,6	32,5
2008	30,6	31,0	30,4	31,8	30,7	31,7	33,6	34,4	33,3	32,7	32,4	31,9	32,0
2009	30,6	30,4	31,1	31,8	31,0	31,2	33,1	34,7	35,6	35,3	35,4	32,2	32,7
2010	32,0	31,8	33,5	31,5	32,3	32,5	32,4	34,0	35,3	35,0	33,4	32,4	33,0
2011	30,9	30,8	31,2	31,0	31,3	32,7	33,3	34,8	34,5	33,6	32,8	32,7	32,5
2012	31,1	30,7	30,9	31,6	32,0	32,5	32,5	34,0	34,6	34,4	34,1	31,6	32,5
2013	32,3	31,2	31,3	31,9	31,9	33,1	32,2	33,1	33,9	34,3	32,4	33,2	32,6
2014	31,9	31,0	31,2	32,0	31,5	32,3	32,5	34,0	36,0	33,1	33,0	32,9	32,6
2015	31,6	32,2	31,9	32,0	32,0	32,7	33,4	35,4	37,1	36,1	34,8	33,9	33,6
2016	33,5	30,6	30,7	32,3	32,5	32,7	33,4	34,4	33,5	34,5	33,9	31,4	32,9
2017	31,9	31,0	31,4	31,8	33,1	32,8	32,8	35,4	33,9	33,4	33,3	31,5	32,7



Maiores índices



Menores índices



Dados do Anuário Estatístico do IBGE



Preenchido com a média dos anos anteriores correspondente ao mês do dado faltante.

MANAUS – Temperatura Média das Mínimas Mensais

ANO	JAN	FEV	MAR	ABR	MAIO	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ	MÉDIA
1958	23,8	23,9	23,6	23,7	24,5	23,8	24,7	24,2	24,7	24,9	23,8	23,8	24,1
1959	23,5	22,9	23	23,2	23,6	23,2	23,4	23,3	23,8	25,1	24	24,7	23,6
1960	23,6	23,4	22,9	22,6	22,6	22,3	21,9	22,4	22,6	22,8	22,8	23,0	22,6
1961	22,7	22,1	23,0	22,9	22,8	22,3	21,8	22,4	22,6	22,5	22,4	22,3	22,5
1962	22,4	22,5	22,6	22,9	22,8	21,9	22,3	22,0	23,0	23,3	23,1	23,2	22,7
1963	22,3	22,4	22,6	22,8	22,9	22,5	22,3	23,0	23,8	24,1	23,0	23,4	22,9
1964	23,9	23,6	23,0	23,0	23,1	22,6	22,2	22,8	22,9	23,0	23,0	22,7	23,0
1965	22,9	22,8	22,9	23,0	23,0	22,8	22,6	23,0	24,1	24,6	24,2	23,9	23,3
1966	23,7	23,7	23,4	23,5	23,4	23,2	23,2	22,9	23,1	23,7	23,3	23,3	23,4
1967	23,0	23,0	23,0	23,1	23,4	23,0	22,6	23,1	23,3	23,9	23,7	23,8	23,2
1968	22,8	23,3	22,5	23,1	22,5	22,8	22,5	23,1	23,3	23,8	23,3	23,4	23,0
1969	23,4	23,9	23,8	23,8	24,0	23,9	22,6	23,1	24,3	24,3	24,6	23,7	23,8
1970	23,3	23,5	23,5	23,6	23,5	23,2	22,9	23,2	23,2	24,1	23,2	23,6	23,4
1971	22,5	22,5	23,0	22,9	23,0	23,0	23,2	23,5	23,6	23,4	23,7	23,7	23,2
1972	22,9	22,6	23,2	23,4	23,7	23,6	23,5	23,5	24,1	24,2	24,5	24,2	23,6
1973	24,1	24,1	24,2	24,1	23,4	23,7	23,4	23,4	23,4	23,8	24,0	23,2	23,7
1974	23,1	22,9	23,1	23,3	23,0	23,3	22,7	23,5	23,2	24,2	24,0	23,3	23,3
1975	23,0	22,8	22,9	23,4	23,1	22,9	21,8	22,9	23,7	23,9	23,9	23,2	23,1
1976	22,6	22,6	22,8	23,4	23,5	23,2	22,9	23,6	24,5	24,6	24,2	23,9	23,5
1977	23,8	22,1	22,2	22,6	22,3	21,8	22,1	22,4	22,5	22,7	23,2	22,8	22,5
1978	22,6	22,9	22,6	23,1	23,3	22,6	22,3	21,6	22,7	23,1	23,4	22,9	22,8
1979	22,6	23,1	23,2	23,3	22,8	22,7	22,6	23,2	23,2	23,4	23,9	23,1	23,1
1980	22,9	23,3	23,1	23,0	23,3	22,8	22,5	22,7	23,0	22,8	23,1	23,0	23,0
1981	22,5	21,9	22,9	23,3	23,4	23,2	22,0	22,4	22,2	23,6	23,4	23,3	22,8
1982	23,1	23,1	23,2	22,9	23,0	23,1	22,7	23,0	23,6	23,8	24,1	23,5	23,3
1983	24,8	25,1	24,8	23,9	24,2	23,4	23,3	23,3	23,5	23,4	23,6	23,1	23,8
1984	22,6	22,2	23,3	23,3	23,0	22,8	22,5	22,7	23,0	23,5	23,6	23,8	23,0
1985	23,2	22,9	23,5	23,4	23,0	22,4	22,9	22,8	23,6	24,0	23,6	23,5	23,2
1986	23,1	23,1	23,0	23,4	23,5	22,8	22,3	23,6	23,5	23,5	23,5	23,4	23,2
1987	22,8	23,4	23,7	22,8	23,4	22,9	23,8	23,7	24,4	24,7	24,1	24,4	23,7
1988	22,4	23,3	23,8	23,5	23,7	22,7	23,3	23,7	24,0	23,6	22,6	22,7	23,3
1989	22,6	22,6	22,4	23,2	22,7	22,8	22,2	23,5	23,3	23,3	23,5	24,0	23,0
1990	23,1	23,1	23,1	22,9	23,3	23,2	22,7	23,4	23,9	24,7	24,0	23,6	23,4
1991	23,0	23,3	23,1	22,8	23,1	23,5	23,0	22,9	23,3	23,6	24,2	24,2	23,3
1992	23,9	23,5	23,1	23,7	23,7	23,2	22,5	22,2	23,7	23,6	23,7	22,9	23,3
1993	22,8	22,4	22,7	22,9	23,3	23,3	22,8	22,9	23,9	23,3	23,1	23,1	23,0
1994	22,5	22,7	23,1	23,0	23,0	22,7	22,9	22,9	23,7	23,7	23,4	23,2	23,1
1995	23,0	23,5	23,0	22,9	23,2	23,2	23,5	24,4	24,4	24,2	23,3	23,3	23,5
1996	22,6	22,8	23,1	23,1	23,5	22,4	22,8	23,4	23,9	23,9	23,7	23,6	23,2
1997	23,3	22,9	23,0	23,5	23,7	24,2	24,6	23,7	24,4	24,8	24,0	23,8	23,8
1998	23,2	23,6	23,1	22,4	22,5	21,9	22,2	22,0	21,9	22,5	22,0	21,7	22,4

1999	21,0	20,8	20,6	20,9	20,9	21,0	21,2	21,6	22,0	22,0	22,7	22,7	21,4
2000	21,8	21,6	21,9	21,5	22,3	22,0	21,8	22,5	22,8	22,9	22,5	22,3	22,2
2001	20,8	22,1	23,5	23,5	24,0	22,5	23,1	23,7	23,5	24,8	24,4	24,2	23,3
2002	23,7	23,7	23,6	23,7	24,0	23,4	24,1	24,1	24,4	24,2	24,2	24,2	24,0
2003	24,7	24,2	23,8	23,6	23,6	23,7	23,5	23,4	23,7	24,7	24,2	24,2	23,9
2004	24,2	23,7	23,5	23,6	23,6	23,1	23,2	23,3	23,6	24,1	24,7	23,6	23,7
2005	24,0	23,8	23,7	23,8	24,0	24,0	23,5	24,0	24,1	24,5	23,9	23,4	23,9
2006	23,5	23,4	23,7	23,5	23,5	23,2	23,4	23,8	24,0	24,9	23,4	23,6	23,7
2007	23,3	24,2	23,1	23,7	23,8	23,3	23,5	23,2	23,7	24,4	24,3	23,2	23,6
2008	23,3	23,1	22,8	23,4	23,4	23,1	23,5	23,9	23,9	23,8	23,7	23,5	23,4
2009	23,1	23,3	23,5	23,9	23,9	24,0	24,2	25,4	25,5	25,6	25,9	24,8	24,4
2010	24,5	24,8	25,1	24,3	24,8	24,3	23,9	24,4	25,0	24,6	24,4	23,5	24,5
2011	23,5	23,3	24,0	23,7	24,7	24,9	24,9	25,3	24,9	25,0	24,8	24,7	24,5
2012	23,9	23,9	23,9	24,6	24,6	24,8	24,5	25,1	25,1	25,6	25,8	24,4	24,7
2013	24,8	24,1	24,5	24,9	24,6	25,5	24,3	25,0	25,4	25,6	24,5	25,5	24,9
2014	25,0	24,2	24,4	24,9	24,8	25,2	24,7	25,3	26,3	24,7	25,7	25,7	25,1
2015	24,6	25,1	24,6	24,9	25,0	25,3	25,2	26,2	27,5	27,2	26,4	26,5	25,7
2016	26,7	25,4	25,4	25,3	25,8	25,0	25,1	25,7	25,6	26,4	25,9	24,8	25,6
2017	24,0	24,5	24,5	24,6	25,5	25,4	24,8	26,3	25,7	25,2	25,7	24,9	25,1
MÉDIA													



Maiores índices



Menores índices



Dados do Anuário Estatístico do IBGE



Dados da dissertação de Aguiar 1995



Preenchido com a média dos anos anteriores correspondente ao mês do dado faltante.

Temperatura da Superfície do Mar – Oceano Pacífico

ANO	NDJ	DJF	JFM	FMA	MAM	AMJ	MJJ	JJA	JAS	ASO	SON	OND	MEDIA
1958	1,7	1,8	1,7	1,3	0,9	0,7	0,6	0,6	0,4	0,4	0,4	0,5	0,9
1959	0,6	0,6	0,6	0,5	0,3	0,2	-0,1	-0,2	-0,3	-0,1	0,0	0,0	0,2
1960	0,0	-0,1	-0,1	-0,1	0,0	0,0	0,0	0,1	0,2	0,3	0,2	0,1	0,1
1961	0,1	0,0	0,0	0,0	0,1	0,2	0,3	0,1	-0,1	-0,3	-0,3	-0,2	0,0
1962	-0,2	-0,2	-0,2	-0,2	-0,3	-0,3	-0,2	0,0	-0,1	-0,1	-0,2	-0,3	-0,2
1963	-0,4	-0,4	-0,2	0,2	0,3	0,3	0,5	0,9	1,1	1,2	1,3	1,4	0,5
1964	1,3	1,1	0,6	0,1	-0,3	-0,6	-0,6	-0,6	-0,7	-0,8	-0,8	-0,8	-0,2
1965	-0,8	-0,6	-0,3	-0,1	0,2	0,5	0,8	1,2	1,5	1,9	2,0	2,0	0,7
1966	1,7	1,4	1,2	1,0	0,7	0,4	0,2	0,2	0,1	-0,1	-0,1	-0,2	0,5
1967	-0,3	-0,4	-0,5	-0,5	-0,4	-0,2	0,0	0,0	-0,2	-0,3	-0,4	-0,3	-0,3
1968	-0,4	-0,6	-0,7	-0,6	-0,4	0,0	0,3	0,6	0,5	0,4	0,5	0,7	0,0
1969	1,0	1,1	1,1	0,9	0,8	0,6	0,4	0,4	0,5	0,8	0,9	0,8	0,8
1970	0,6	0,5	0,3	0,3	0,2	0,0	-0,3	-0,6	-0,8	-0,8	-0,7	-0,9	-0,2
1971	-1,1	-1,4	-1,4	-1,1	-0,8	-0,7	-0,7	-0,8	-0,8	-0,8	-0,9	-1,0	-1,0
1972	-0,9	-0,7	-0,4	0,1	0,4	0,7	0,9	1,1	1,4	1,6	1,8	2,1	0,7
1973	2,1	1,8	1,2	0,5	-0,1	-0,5	-0,9	-1,1	-1,3	-1,5	-1,7	-1,9	-0,3
1974	-2,0	-1,8	-1,6	-1,2	-1,0	-0,9	-0,8	-0,5	-0,4	-0,4	-0,6	-0,8	-1,0
1975	-0,6	-0,5	-0,6	-0,7	-0,7	-0,8	-1,0	-1,1	-1,2	-1,4	-1,4	-1,6	-1,0
1976	-1,7	-1,6	-1,2	-0,7	-0,5	-0,3	0,0	0,2	0,4	0,6	0,8	0,9	-0,3
1977	0,8	0,7	0,6	0,3	0,2	0,2	0,3	0,4	0,4	0,6	0,7	0,8	0,5
1978	0,8	0,7	0,4	0,1	-0,2	-0,3	-0,3	-0,4	-0,4	-0,4	-0,3	-0,1	0,0
1979	0,0	0,0	0,1	0,2	0,3	0,2	0,0	0,0	0,2	0,3	0,5	0,5	0,2
1980	0,6	0,6	0,5	0,3	0,4	0,5	0,5	0,3	0,0	-0,1	0,0	0,1	0,3
1981	0,0	-0,3	-0,5	-0,5	-0,4	-0,3	-0,3	-0,3	-0,2	-0,2	-0,1	-0,2	-0,3
1982	-0,1	0,0	0,1	0,2	0,5	0,7	0,7	0,8	1,1	1,6	2,0	2,2	0,8
1983	2,2	2,2	1,9	1,5	1,3	1,1	0,7	0,3	-0,1	-0,5	-0,8	-1,0	0,7
1984	-0,9	-0,6	-0,4	-0,3	-0,4	-0,5	-0,4	-0,3	-0,2	-0,2	-0,6	-0,9	-0,5
1985	-1,1	-1,0	-0,8	-0,8	-0,8	-0,8	-0,6	-0,5	-0,5	-0,4	-0,3	-0,3	-0,7
1986	-0,4	-0,5	-0,5	-0,3	-0,2	-0,1	0,0	0,2	0,4	0,7	0,9	1,1	0,1
1987	1,2	1,2	1,2	1,1	0,9	1,0	1,2	1,5	1,7	1,6	1,5	1,3	1,3
1988	1,1	0,8	0,5	0,1	-0,3	-0,9	-1,3	-1,3	-1,1	-1,2	-1,5	-1,8	-0,6
1989	-1,8	-1,7	-1,4	-1,1	-0,8	-0,6	-0,4	-0,3	-0,3	-0,2	-0,2	-0,2	-0,8

1990	-0,1	0,1	0,2	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,4	0,4	0,3	0,4	0,3
1991	0,4	0,4	0,3	0,2	0,3	0,5	0,6	0,7	0,6	0,6	0,8	1,2	0,6
1992	1,5	1,7	1,6	1,5	1,3	1,1	0,7	0,4	0,1	-0,1	-0,2	-0,3	0,8
1993	-0,1	0,1	0,3	0,5	0,7	0,7	0,6	0,3	0,3	0,2	0,1	0,0	0,3
1994	0,1	0,1	0,1	0,2	0,3	0,4	0,4	0,4	0,4	0,6	0,7	1,0	0,4
1995	1,1	1,0	0,7	0,5	0,3	0,1	0,0	-0,2	-0,5	-0,8	-1,0	-1,0	0,0
1996	-1,0	-0,9	-0,8	-0,6	-0,4	-0,3	-0,3	-0,3	-0,3	-0,4	-0,4	-0,4	-0,5
1997	-0,5	-0,5	-0,4	-0,1	0,3	0,8	1,2	1,6	1,9	2,1	2,3	2,4	0,9
1998	2,4	2,2	1,9	1,4	1,0	0,5	-0,1	-0,8	-1,1	-1,3	-1,4	-1,5	0,3
1999	-1,6	-1,5	-1,3	-1,1	-1,0	-1,0	-1,0	-1,1	-1,1	-1,2	-1,3	-1,5	-1,2
2000	-1,7	-1,7	-1,4	-1,1	-0,8	-0,7	-0,6	-0,6	-0,5	-0,5	-0,6	-0,7	-0,9
2001	-0,7	-0,7	-0,5	-0,4	-0,3	-0,3	-0,1	-0,1	-0,1	-0,2	-0,3	-0,3	-0,3
2002	-0,3	-0,1	0,0	0,1	0,2	0,4	0,7	0,8	0,9	1,0	1,2	1,3	0,5
2003	1,1	0,9	0,6	0,4	0,0	-0,3	-0,2	0,1	0,2	0,3	0,3	0,4	0,3
2004	0,4	0,4	0,3	0,2	0,2	0,2	0,3	0,5	0,6	0,7	0,7	0,7	0,4
2005	0,7	0,6	0,6	0,4	0,4	0,3	0,1	-0,1	-0,1	-0,1	-0,3	-0,6	0,2
2006	-0,8	-0,8	-0,7	-0,5	-0,3	0,0	0,0	0,1	0,3	0,5	0,7	0,9	-0,1
2007	0,9	0,7	0,3	0,0	-0,2	-0,3	-0,4	-0,5	-0,8	-1,1	-1,4	-1,5	-0,4
2008	-1,6	-1,6	-1,4	-1,2	-0,9	-0,8	-0,5	-0,4	-0,3	-0,3	-0,4	-0,6	-0,8
2009	-0,7	-0,8	-0,7	-0,5	-0,2	0,1	0,4	0,5	0,5	0,7	1,0	1,3	0,1
2010	1,6	1,5	1,3	0,9	0,4	-0,1	-0,6	-1,0	-1,4	-1,6	-1,7	-1,7	-0,2
2011	-1,6	-1,4	-1,1	-0,8	-0,6	-0,5	-0,4	-0,5	-0,7	-0,9	-1,1	-1,1	-0,9
2012	-1,0	-0,8	-0,6	-0,5	-0,4	-0,2	0,1	0,3	0,3	0,3	0,2	0,0	-0,2
2013	-0,2	-0,4	-0,3	-0,2	-0,2	-0,3	-0,3	-0,4	-0,4	-0,3	-0,2	-0,2	-0,3
2014	-0,3	-0,4	-0,4	-0,2	0,1	0,3	0,2	0,1	0,0	0,2	0,4	0,6	0,1
2015	0,7	0,6	0,6	0,6	0,8	1,0	1,2	1,5	1,8	2,1	2,4	2,5	1,3
2016	2,6	2,5	2,2	1,7	1,0	0,5	0,0	-0,3	-0,6	-0,7	-0,7	-0,7	0,6
2017	-0,6	-0,3	-0,1	0,1	0,3	0,4	0,4	0,2	-0,1	-0,4	-0,7	-0,9	-0,1

Fonte: NOAA, 2018.



MANAUS – Resultados do teste de tendência para precipitação total anual

Time series	Série temp.	n	Test Z	Sign.	Q	Qmin99	Qmax99	Qmin95	Qmax95	B	Bmin99	Bmax99	Bmin95	Bmax95
Prec. Total	1958/2017	60	1,36		4,319	-3,532	10,722	-1,613	9,319	2089,9	2353,3	1916,9	2290,7	1951,0
T. Comp.	1958/2017	60	5,02	***	0,021	0,011	0,030	0,014	0,027	26,32	26,56	26,03	26,53	26,14
T. Máxima	1958/2017	60	4,93	***	0,022	0,012	0,033	0,015	0,030	31,24	31,50	30,83	31,43	30,92
T. Mínima	1958/2017	60	4,39	***	0,023	0,010	0,037	0,014	0,033	22,76	23,08	22,40	22,96	22,52

MANAUS – Resultados do teste de tendência para precipitação total mensal

Mês	Série temp.	N	Test Z	Sign.	Q	Qmin99	Qmax99	Qmin95	Qmax95	B	Bmin99	Bmax99	Bmin95	Bmax95
JAN	1958/2017	60	1,02		0,56	-1,17	2,31	-0,64	1,88	273,24	313,72	217,02	302,76	230,44
FEV	1958/2017	60	1,15		0,94	-1,20	3,01	-0,71	2,46	239,30	307,36	178,71	286,19	193,63
MAR	1958/2017	60	0,25		0,32	-1,86	2,17	-1,33	1,80	279,48	357,67	229,72	341,63	234,87
ABR	1958/2017	60	0,08		0,05	-2,10	2,19	-1,62	1,65	300,90	352,49	244,92	342,09	264,34
MAI	1958/2017	60	0,43		-0,27	-2,28	1,77	-1,77	1,17	245,02	292,55	177,84	282,23	199,61
JUN	1958/2017	60	0,05		0,03	-0,96	1,04	-0,65	0,87	107,10	133,01	72,75	127,70	78,10
JUL	1958/2017	60	0,37		0,14	-0,68	1,04	-0,48	0,80	62,28	83,64	38,43	74,61	41,26
AGO	1958/2017	60	0,41		0,13	-0,60	0,86	-0,43	0,62	42,49	61,49	20,16	58,12	29,31
SET	1958/2017	60	0,75		0,27	-0,65	1,20	-0,42	0,99	58,48	84,80	35,20	78,12	39,35
OUT	1958/2017	60	0,57		0,27	-1,15	1,79	-0,83	1,40	93,02	131,53	58,45	127,10	70,46
NOV	1958/2017	60	0,48		0,36	-1,53	2,33	-1,01	1,75	152,60	217,16	98,30	197,70	112,51
DEZ	1958/2017	60	1,21		0,96	-1,02	3,05	-0,52	2,50	182,53	233,47	129,06	220,80	145,47

MANAUS – Resultados do teste de tendência para dias de Chuva anual

Prim./Últim. ano	n	Test Z	Signific.	Q	Qmin99	Qmax99	Qmin95	Qmax95	B	Bmin99	Bmax99	Bmin95	Bmax95
1958/ 2017	60	2,39	*	0,276	-0,625	0,000	-0,556	-0,043	191,28	198,75	184,50	196,50	185,88

MANAUS – Resultados do teste de tendência para média compensada anual

Mês	Série temp.	N	Test Z	Sign.	Q	Qmin99	Qmax99	Qmin95	Qmax95	B	Bmin99	Bmax99	Bmin95	Bmax95
JAN	1958/2017	60	2,58	**	0,014	0,000	0,029	0,003	0,025	25,73	26,10	25,31	26,00	25,43
FEV	1958/2017	60	3,52	***	0,018	0,005	0,032	0,009	0,028	25,53	25,88	25,12	25,77	25,24
MAR	1958/2017	60	3,92	***	0,017	0,007	0,026	0,009	0,025	25,68	25,96	25,35	25,87	25,40
ABR	1958/2017	60	5,09	***	0,020	0,011	0,029	0,014	0,027	25,81	26,05	25,56	25,98	25,62
MAI	1958/2017	60	4,39	***	0,021	0,010	0,033	0,013	0,030	25,90	26,27	25,53	26,19	25,63
JUN	1958/2017	60	4,26	***	0,024	0,009	0,038	0,012	0,034	26,06	26,41	25,71	26,32	25,79
JUL	1958/2017	60	3,97	***	0,021	0,009	0,035	0,012	0,031	26,28	26,65	25,89	26,57	26,04
AGO	1958/2017	60	3,71	***	0,022	0,006	0,039	0,009	0,034	27,05	27,32	26,66	27,26	26,78
SET	1958/2017	60	2,86	**	0,022	0,000	0,043	0,007	0,038	27,36	27,90	26,60	27,78	26,78
OUT	1958/2017	60	2,61	**	0,020	0,000	0,038	0,006	0,033	27,41	28,00	26,9284	27,7889	27,0167
NOV	1958/2017	60	4,33	***	0,025	0,011	0,039	0,014	0,035	26,73	27,194	26,3694	27,0929	26,4994
DEZ	1958/2017	60	3,48	***	0,018	0,005	0,031	0,008	0,028	26,24	26,747	25,8219	26,6112	25,9379

MANAUS – Resultados do teste de tendência para temperatura média das máximas

Mês	Prim./últ ano	N	Test Z	Sign.	Q	Qmin99	Qmax99	Qmin95	Qmax95	B	Bmin99	Bmax99	Bmin95	Bmax95
JAN	1958/2017	60	3,37	***	0,024	0,005	0,043	0,009	0,038	30,00	30,47	29,45	30,39	29,58
FEV	1958/2017	60	3,32	***	0,020	0,005	0,036	0,009	0,031	30,03	30,54	29,59	30,47	29,72
MAR	1958/2017	60	3,83	***	0,021	0,008	0,033	0,010	0,030	30,08	30,45	29,65	30,36	29,79
ABR	1958/2017	60	5,06	***	0,026	0,015	0,039	0,017	0,036	30,12	30,52	29,69	30,40	29,81
MAI	1958/2017	60	3,50	***	0,018	0,005	0,033	0,008	0,029	30,52	30,83	30,08	30,74	30,22
JUN	1958/2017	60	3,60	***	0,025	0,007	0,036	0,011	0,033	30,73	31,14	30,57	31,03	30,63
JUL	1958/2017	60	3,32	***	0,021	0,006	0,038	0,010	0,033	31,39	31,84	31,01	31,72	31,12
AGO	1958/2017	60	2,46	*	0,019	0,000	0,038	0,003	0,033	32,55	33,05	32,09	32,90	32,23
SET	1958/2017	60	2,41	*	0,021	0,000	0,044	0,005	0,038	32,73	33,40	32,05	33,23	32,22
OUT	1958/2017	60	2,89	**	0,025	0,003	0,048	0,009	0,042	32,63	33,22	31,86	33,10	32,08
NOV	1958/2017	60	3,63	***	0,027	0,010	0,045	0,013	0,040	31,79	32,23	31,26	32,2	31,4
DEZ	1958/2017	60	3,83	***	0,024	0,008	0,040	0,012	0,037	30,81	31,22	30,39	31,1	30,4

MANAUS – Resultados do teste de tendência para temperatura média das mínimas

Mês	Série temp.	N	Test Z	Sign.	Q	Qmin99	Qmax99	Qmin95	Qmax95	B	Bmin99	Bmax99	Bmin95	Bmax95
JAN	1958/2017	60	2,65	**	0,015	0,000	0,030	0,004	0,026	22,71	23,10	22,28	23,02	22,48
FEV	1958/2017	60	3,50	***	0,022	0,007	0,036	0,010	0,033	22,60	22,95	22,18	22,89	22,25
MAR	1958/2017	60	3,77	***	0,017	0,004	0,029	0,008	0,026	22,81	23,00	22,46	22,98	22,53
ABR	1958/2017	60	3,87	***	0,017	0,006	0,029	0,009	0,025	22,89	23,20	22,61	23,13	22,69
MAI	1958/2017	60	4,32	***	0,023	0,010	0,036	0,013	0,033	22,79	23,13	22,50	23,02	22,57
JUN	1958/2017	60	3,75	***	0,025	0,008	0,043	0,012	0,039	22,46	22,91	22,05	22,80	22,17
JUL	1958/2017	60	4,78	***	0,033	0,017	0,048	0,022	0,045	22,07	22,44	21,70	22,36	21,83
AGO	1958/2017	60	4,69	***	0,032	0,015	0,050	0,019	0,048	22,53	22,94	22,10	22,88	22,15
SET	1958/2017	60	4,34	***	0,030	0,014	0,047	0,018	0,043	22,86	23,22	22,46	23,14	22,54
OUT	1958/2017	60	3,54	***	0,026	0,009	0,042	0,013	0,039	23,26	23,75	22,75	23,67	22,88
NOV	1958/2017	60	3,92	***	0,025	0,009	0,039	0,013	0,035	23,08	23,6	22,73	23,53	22,79
DEZ	1958/2017	60	2,88	**	0,017	0,000	0,033	0,005	0,029	23,07	23,5	22,7	23,36	22,83

MANAUS – Dados de população

ANO	POP. TOTAL	POP. URBANA	POP.RURAL	GRAU DE URBAN. (%)	TAXA DE CRESC.POP.(%)	TAXA DE CRESC.URB.(%)
1960	175.343	154.040	21.303	87,85	25,59	71,36
1970	311.622	283.673	27.949	91,03	77,72	84,16
1980	633.383	611.843	21.540	96,60	103,25	115,69
1991	1.011.501	1.006.585	4.916	99,51	59,70	64,52
2000	1.405.835	1.396.768	9.067	99,36	38,99	38,76
2010	1.802.014	1.792.881	9.133	99,49	28,18	28,36
2017	2.130.264				18,22	