



UFRR

UNIVERSIDADE FEDERAL DE RORAIMA
PRÓ-REITORIA DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM GEOGRAFIA – PPG GEO

DANIELLE ALVES DA SILVA

**CARACTERIZAÇÃO TEMPORAL DA TEMPERATURA DO AR E SUA
RELAÇÃO COM OS ELEMENTOS CLIMÁTICOS E EVENTOS ENOS NA
CIDADE DE BOA VISTA – RORAIMA**

Boa Vista – RR
2018

DANIELLE ALVES DA SILVA.

**CARACTERIZAÇÃO TEMPORAL DA TEMPERATURA DO AR E SUA
RELAÇÃO COM OS ELEMENTOS CLIMÁTICOS E EVENTOS ENOS NA
CIDADE DE BOA VISTA – RORAIMA**

Dissertação apresentada como requisito para obtenção do título de mestre pelo programa de Pós-Graduação em Geografia da Universidade Federal de Roraima. Área de concentração Dinâmica da Paisagem.

Orientador: Prof. Dr. Carlos Sander
Coorientador: Prof. Dr. Fábio Luiz Wankler.

Boa Vista – RR
2018

Dados Internacionais de Catalogação na publicação (CIP)
Biblioteca Central da Universidade Federal de Roraima

S586c Silva, Danielle Alves da.

Caracterização temporal da temperatura do ar e sua relação com os elementos climáticos e eventos Enos na Cidade de Boa Vista – RR / Danielle Alves da Silva. – Boa Vista, 2018.

72 f. : il.

Orientador: Prof. Dr. Carlos Sander.

Co-orientador: Prof. Dr. Fábio Luiz Wankler.

Dissertação (mestrado) – Universidade Federal de Roraima, Programa de Pós-Graduação em Geografia.

1 – Clima. 2 – Temperatura atmosférica. 3 – El Niño. 4 – La Niña. 5- Roraima. I – Título. II – Sander, Carlos (orientador). III – Wankler, Fábio Luiz (coorientador).


CDU – 551.58(811.4)

Ficha Catalográfica elaborada pela Bibliotecária/Documentalista:
Angela Maria Moreira Silva - CRB-11/381-AM


DANIELLE ALVES DA SILVA

CARACTERIZAÇÃO TEMPORAL DA TEMPERATURA DO AR E SUA RELAÇÃO COM
OS ELEMENTOS CLIMÁTICOS E EVENTOS ENOS NA CIDADE DE BOA VISTA,
RORAIMA

Dissertação apresentada como pré-requisito
para conclusão do Curso de Mestrado do
Programa de Pós-Graduação em Geografia da
Universidade Federal de Roraima. Linha de
Pesquisa: Dinâmica da Paisagem Amazônica.
Defendida em 20 de março de 2018 e avaliada
pela seguinte banca:




Prof. Dr. Carlos Sander – Orientador (UFRR)



Profa. Dra. Gladis de Fátima Nunes da Silva (UERR)



Prof. Dr. Reinaldo Imbrozio Barbosa (INPA)



Prof. Dr. Wellington Farias Araújo (UFRR)

RESUMO

O Estado de Roraima apresenta características fisiográficas diversificadas destacando-se dentro da imensa região amazônica de nosso país. Muito dessa diversidade está condicionada a climatologia existente no Estado. Sendo o clima um dos fatores determinante para a formação e transformação da paisagem, para o desenvolvimento da agricultura e para as inúmeras atividades econômicas e sociais, estudar a série temporal meteorológica de Boa Vista se mostra relevante, pois possibilita uma visão mais ampla das alterações ocorridas ao longo do tempo. Desta forma, esta pesquisa tem como objetivo analisar comparativamente a temperatura e os elementos climáticos, bem como a influência dos fenômenos ENOS sobre as térmicas da cidade de Boa Vista – Roraima no período de 1944 a 2016 buscando identificar o grau de interferência de tais elementos/ fenômenos sobre o dinamismo climático da cidade. Para que o objetivo fosse alcançado foram utilizados métodos estatísticos de médias mensais, médias anuais, desvio padrão, variância, e índice de determinação para identificar a variação média da temperatura. Com isso obteve-se como resultado que em média, a temperatura sofreu crescimento constante ao longo da série e que antes da década de 1990 os valores anuais médios concentravam-se abaixo da média histórica (28,4°C). O outono apresenta-se como o período mais quente do ano. Esse período de elevadas temperaturas perduram durante o inverno (Dezembro a Fevereiro) que apresenta temperaturas médias de 28°C a 29°C. Essas elevadas temperaturas só são atenuadas na primavera e no verão com a elevação dos índices de precipitação, cobertura de nuvens e, conseqüentemente, os índices de URA, nesse período a média da temperatura atinge 26,9°C, ou seja, uma redução média de 2,1°C. Os períodos de El Niño apresentam maior impacto nas temperaturas da cidade de Boa Vista com alterações que podem chegar a 5,3% de aumento médio quando analisado em períodos de intensidade muito forte. Já em períodos de La Niña, os efeitos são menores provocando redução na temperatura na taxa de 0,7% apenas quando analisado em períodos de fraca e moderada intensidade. Nos períodos de forte intensidade o grau de influência é nulo, pois a média de seus valores se iguala a média anual de 28,4°C. Assim sendo, com os resultados encontrados espera-se contribuir no entendimento e pesquisas referentes à dinâmica climática da cidade de Boa Vista e do estado de Roraima.

Palavras chave: Temperatura. Série Histórica. El Niño. La Niña.

ABSTRACT

The State of Roraima presents diverse physiographic characteristics standing out within the immense Amazon region of our country. Much of this diversity is conditioned by the climatology existing in the State. Since climate is one of the determining factors for the formation and transformation of the landscape, for the development of agriculture and for the numerous economic and social activities, studying the meteorological time series of Boa Vista has shown to be relevant, since it allows a broader view of the changes that occurred over time. In this way, this research has the objective to analyze comparatively the temperature and the climatic elements, as well as the influence of the ENSO phenomena on the thermics of the city of Boa Vista - RR in the period from 1944 to 2016, seeking to identify the degree of interference of such elements / phenomena on the climatic dynamism of the city. In order to reach this objective, statistical methods of monthly averages, annual averages, standard deviation, variance, and determination index were used to identify the average temperature variation. As a result, the average temperature was constant during the series and, before the 1990s, the average annual values were below the historical average (28.4 ° C). Autumn is the hottest period of the year, during which time high temperatures persist during the Winter (December to February), with average temperatures of 28 ° C to 29 ° C. These high temperatures are only alleviated in Spring and Summer with the elevation of precipitation rates, cloud cover and, consequently, the URA index, during this period the average temperature reaches 26.9 ° C, that is, an average reduction of 2.1 ° C. The El Niño periods have a higher impact on the temperatures of the city of Boa Vista with changes that can reach a 5.3% average increase when analyzed in periods of very strong intensity. In La Niña periods, the effects are lower, causing a reduction in temperature at the rate of 0.7% only when analyzed in periods of low and moderate intensity. In periods of strong intensity, the degree of influence is zero, since the average of its values equals the annual average of 28.4 ° C. Therefore, with the results found, it is expected to contribute to the understanding and research concerning the climatic dynamics of the city of Boa Vista and the State of Roraima.

Keywords: Temperature. Historical Series. El Niño. La Niña. 991297870

DEDICATÓRIA

Dedico esta pesquisa, fruto do meu estudo, a meu pai. Pois quando, no momento de necessidade, pedi sua ajuda para custear meus estudos me disse que “lugar de mulher é dentro de casa cuidando do marido e dos filhos...”

Sua fala é o móvel do meu progresso.

AGRADECIMENTOS

Esta lista de agradecimentos não teria como começar sem agradecer ao nosso Pai Maior pelas inúmeras bondades derramadas em minha vida. Pois é dele que emana a força e a determinação de encarar os desafios da vida com leveza e fé de que tudo, absolutamente tudo, é aprendizado e que todo ser humano está fadado ao progresso;

Agradeço à minha família que, socialmente, é considerada pequena por ser constituída apenas por minha mãe, irmã e, recentemente, a pequena Sophia. Mas que se torna gigante quando o assunto é apoio. A vocês deixo o meu muito obrigada pelo total apoio e incentivo ao meu crescimento intelectual e moral;

Minha gratidão aos amigos, irmãos de jornada, que compreenderam meus momentos de ausência e me substituíram em minhas impossibilidades diante das responsabilidades que me cabiam no trabalho de evangelização espírita. Cabendo destaque para Djanilda Lima, amiga de longa data que passou a ter lugar mais que especial em minha vida e que tem sido o meu refúgio nos momentos de aflição... À vocês o meu obrigada, a minha admiração e meu amor;

Deixo também meu agradecimento à Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – CAPES pela concessão de bolsa, pois o apoio financeiro recebido foi de fundamental importância para a manutenção desta pesquisa;

Agradeço ainda, à Universidade Federal de Roraima – UFRR e ao Programa de Pós Graduação em Geografia – PPG-GEO pelo intenso aprendizado nos dois últimos anos, voltar a fazer parte desta instituição por meio do mestrado em geografia foi de grande importância para minha carreira profissional;

Minha gratidão se estende ainda aos meus orientadores Carlos Sander e Fábio Luiz Wankler que não apenas me instruíram academicamente na elaboração da pesquisa, mas foram verdadeiros amigos que passaram ensinamentos que carregarei para a vida. Estendo essa gratidão a todos os professores do programa, pois sem eles nada disso teria sido possível;

E por fim, deixo o meu muito obrigada ao Laboratório de Estudos Hidrológicos – LEHI'S por ceder espaço e equipamentos que contribuíram de forma determinante para a pesquisa e aos companheiros de estudo e trabalho Rondiele e Benson, bolsistas do laboratório que fizeram das minhas longas manhãs e tardes de trabalho momentos mais leves e descontraídos. Todos vocês deixaram belas marcas nessa trajetória... Muito Obrigada!

LISTA DE FIGURAS

FIGURA 1- Curva de variação das temperaturas médias da Terra e suas glaciações ao longo da história.	19
FIGURA 2 - (A) Indicadores da influência humana na atmosfera durante a era industrial representados pelos níveis de Dióxido de Carbono, Metano e Óxido Nitroso. (B) Níveis de temperatura no hemisfério norte nos últimos 1000 anos verificados por meio de dados de termômetros e de anéis de crescimento em árvore, Corais, núcleos de gelo e registros históricos	22
FIGURA 3 - Foto mostrando a intensa movimentação populacional em uma Avenida em Londres no período da segunda revolução industrial.....	25
FIGURA 4 - Edifício com presença de vegetação em sacadas. Medidas mitigadoras das ilhas de calor urbanas em grandes centros urbanos do mundo.....	27
FIGURA 5 - Foto do rebanho solto na antiga Fazenda Boa vista no início do século XX e ao fundo, Igreja Matriz.....	28
FIGURA 6 - Figura 6 - (A) Croqui da Vila de Boa Vista do Rio Branco no ano de 1924. (B) Planta baixa com localização das residências na cidade de Boa Vista do Rio Branco 1926.....	29
FIGURA 7 - Plano urbanístico de Boa Vista elaborado por Darci Aleixo no ano de 1946.....	30
FIGURA 8 - Visão aérea da mancha urbana de Boa Vista no ano de 1969 que retrata o início da expansão para a além do planejado pelos governantes.....	31
FIGURA 9- Visão aérea da capital Boa Vista no ano de 1975.. ..	32
FIGURA 10 - Imagem da atual distribuição espacial da mancha urbana de Boa Vista - RR	34
FIGURA 11- Mapa de localização da área de estudo e dos pontos de coleta de dados que embasam esta pesquisa.	37
FIGURA 12 - Comportamento das temperaturas Máximas da cidade de Boa Vista – RR para o período de 1944 a 2016.....	41
FIGURA 13 - Identificação dos momentos de elevação com linhas de tendências da temperatura máxima da cidade de Boa Vista – RR para o período de 1944-2016.....	42
FIGURA 14 - Comportamento das temperaturas mínimas da cidade de Boa Vista – RR para o período de 1944 a 2016.....	44

FIGURA 15 Comportamento das temperaturas mínimas da cidade de Boa Vista – RR para o período de 1944 a 2016.....	45
FIGURA 16 Comportamento médio da temperatura do ar para o período histórico de 1944 a 2016 da cidade de Boa Vista-RR.	47
FIGURA 17- A- 1924, arruamento inicial da Cidade de Boa Vista; B – Planta baixa do projeto urbanístico da cidade elaborado por Darci Ribeiro em 1944, C – Década de 50, início da expansão urbana; D- Década de 60, Plano urbanístico finalizado; E- Década de 70, expansão urbana para além dos limites previstos no plano urbanístico.....	48
FIGURA 18 - Mapa de evolução urbana da cidade de Boa Vista- RR.	49
FIGURA 19 – Tendência de aumento médio das temperaturas nos municípios de Caracará RR, Barcelos, Manaus e Belém	50
FIGURA 20 - Comparativo das variações médias de temperaturas do ar global e local..	51
FIGURA 21 - Série histórica de precipitação do Município de Boa Vista – RR.....	52
FIGURA 22 - Série histórica da umidade relativa do ar da cidade de Boa Vista - RR. .	54
FIGURA 23 - Série histórica dos índices de insolação da cidade de Boa Vista – RR . .	55
FIGURA 24 - Série histórica da nebulosidade da cidade de Boa Vista – RR.....	56
FIGURA 25 - Comparativo histórico anual dos elementos climáticos da cidade de Boa Vista – RR.	58
FIGURA 26 - Registro histórico da variação térmica nas águas do Oceano Pacífico que caracterizam os fenômenos El Niño e La nina e o percentual de ocorrência ao longo do ano.	60
FIGURA 27 Registro histórico das médias mensais de temperatura e ocorrência de fenômenos El Niño e La nina no período de 1950 a 2016.	63

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO.....	12
2. REFERENCIAL TEÓRICO	14
2.1 CONTEXTO HISTÓRICO DAS PESQUISAS CLIMÁTICAS.....	14
2.2 – MUDANÇAS CLIMÁTICAS	17
2.2.1 – Mudanças Geoclimáticas	18
2.2.2 – Mudanças Antrópicas	21
2.3 A EVOLUÇÃO DOS ESTUDOS DO CLIMA URBANO.....	24
2.4 – BREVE HISTÓRICO DA EVOLUÇÃO URBANA DA CIDADE DE BOA VISTA-RR.	27
3. OBJETIVOS	35
3.1- OBJETIVO GERAL	35
3.2 – OBJETIVOS ESPECÍFICOS	35
4. MATERIAIS E MÉTODOS	36
4.1 – CARACTERÍSTICA FISIAGRÁFICA DA ÁREA DE ESTUDO	36
4.2 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS	38
5. RESULTADOS	40
5.1 – SÉRIE HISTÓRICA DA TEMPERATURA DO AR DE BOA VISTA-RR.	40
5.1.1 – Análise das temperaturas máximas.....	40
5.1.2 – Análise das temperaturas mínimas	43
5.1.3 – O aumento médio da temperatura	46
5.2 – HISTÓRICO DOS ELEMENTOS CLIMÁTICOS DE BOA VISTA- RR	51
5.2.1 – Precipitação.....	52
5.2.2 – Umidade Relativa do Ar (URA)	53
5.2.3 – Insolação.....	54
5.2.4 – Nebulosidade	55
5.2.5 – Interação da temperatura com os elementos climáticos em estudo..	57
5.3 – INFLUÊNCIA DOS ENOS SOBRE A TEMPERATURA DE BOA VISTA – RR..	65
5.3.1 – Histórico de El Niño-Oscilação Sul (ENOS).....	59

5.3.2 – Impacto dos fenômenos ENOS sobre a temperatura.....	62
6. CONCLUSÃO.....	65
7. REFERÊNCIAS.....	67

1. INTRODUÇÃO

Após a segunda guerra mundial, os estudos voltados para o entendimento das diversidades climáticas ganharam espaço definitivo dentro do universo acadêmico e passaram a ser amplamente discutido e investigado em todo mundo. O grande foco dessas investigações está no entendimento e monitoramento das mudanças climáticas registradas em muitas partes do globo. Para que isso ocorra, os estudos voltados para o conhecimento dos climas regionais ganham grande destaque, pois é a partir deles que o entendimento macro se processará.

É nesse contexto, que os estudos na Amazônia tornam-se proeminentes, pois a condição climática originada nessa região produz efeitos de grande magnitude que não afetam apenas a Amazônia, mas impactam toda a circulação geral da atmosférica, dando origem a um grande círculo de distribuição que condicionará o clima em várias partes do mundo.

Nobre et al (2009) colabora no entendimento desse círculo ao informar que é por meio da intensa evapotranspiração que as florestas tropicais bombeiam calor latente à atmosfera para equilibrar o forte calor radiativo à superfície. Além disso, afirma ainda que a forte e extensiva convecção tropical sobre o continente durante o verão do Hemisfério Sul transporta o calor latente para a alta troposfera e o distribui às zonas temperadas (NOBRE et al, 2009).

Porém, dentro da complexidade amazônica podem ser vistas grandes diferenças com relação à diversidade climática como a observada no estado de Roraima, que possui uma extensa área de savana e variações em sua morfologia que vão de extensas áreas aplainadas a áreas montanhosas ao norte. Essas condições provocam nuances climáticas que poder ser percebidas em toda a sua extensão territorial. Em decorrência dessas condições, inúmeros estudos foram desenvolvidos em campos que abrangem fatores da climatologia local como Barbosa e Fernside (1999), Aruaújo et al (2001), Barbosa et al (2004) Xaud et al (2007), Evangelista et al (2008), Xaud et al (2010), Barni (2014) e Silva et al (2015).

Dentre os elementos climáticos, a temperatura tem função preponderante, pois sua variação interage com os fatores que compõem a paisagem sendo definida por Vide (1999) como uma condição ou característica do calor que determina qual dos dois corpos, em presença um do outro, recebe e libera calor. Menezes (2012) contribui

afirmando que a temperatura do ar expressa de maneira simples a energia contida no meio. No decorrer de um dia a energia à disposição do ambiente oscila entre dois valores extremos, ou seja, entre a temperatura mínima e a máxima.

Tal fato deixa um amplo campo de pesquisas aberto sobre a temática, tanto em áreas urbanas como em áreas rurais para a produção de informações que podem auxiliar na produção econômica, políticas públicas de prevenção em casos de eventos extremos e na qualidade de vida da população.

Buscando contribuir com os estudos dentro do campo climático em âmbito local é que esta pesquisa foi desenvolvida. Desta maneira, esta investigação visa apresentar e caracterizar o histórico das temperaturas da cidade de Boa Vista – RR, buscando relacionar suas variações com os índices de precipitação, insolação, cobertura de nuvens e umidade relativa do ar na cidade de Boa Vista – RR. Visando ainda, entender como os fenômenos ENOS (El Niño e La Niña) influenciam nas médias térmicas da cidade.

Desta forma, a pesquisa foi organizada da seguinte maneira: No primeiro capítulo há uma apresentação do histórico de temperaturas máxima, mínima e média geral ao longo dos anos de 1944 a 2016. Onde, por meio das médias anuais, foi possível estabelecer as médias históricas, os anos em que as temperaturas foram mais elevadas e mais baixas, a amplitude térmica e o percentual de elevação para cada uma das variáveis analisadas, finalizando com uma discussão das possíveis causas para os aumentos verificados.

No segundo capítulo, buscou-se sintetizar os estudos históricos dos elementos climáticos (Precipitação, Umidade do ar, Nebulosidade e Radiação) visando entender como eles se comportaram ao longo dos anos pesquisados. Com esses resultados foi possível estabelecer a relação desses elementos com a temperatura para entendermos a inter-relação entre eles.

Logo após, finalizando o estudo, é apresentado quadro com os anos de ocorrência de El Niño e La Niña no período de 1950 a 2016 e, posteriormente, uma sobreposição dos meses de ENOS com as médias mensais da temperatura para avaliar o grau de influência de tais fenômenos sobre as térmicas da cidade de Boa Vista

2. REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 – CONTEXTO HISTÓRICO DAS PESQUISAS CLIMÁTICAS

Em uma época em que os estudos climáticos tomam destaque em função das mudanças sentidas e registradas nos mais diversos pontos do planeta, convém destacar o fascínio do homem pelo entendimento desse grande agente do geosistema terrestre. Esse fascínio nem sempre compreendido foi, durante séculos, atribuído a divindades.

No entanto, devem-se aos gregos da Escola Jônica o pioneirismo na concepção de um conhecimento metodológico da influência do clima, dos mares, dos rios na superfície terrestre e do conhecimento do Universo (CAVALCANTE; VIADANA, 2010).

Ayoade (1988) afirma que apenas no séc. V a.C, passou-se a adotar uma atitude mais científica (baseado na observação e na reflexão¹) para o estudo do tempo, com o surgimento das obras de Hipócrates, autor de *Ares, Água e Lugares* e Aristóteles, pela sua obra chamada *Meteorologia*. Que identificaram a influencia dos diferentes tipos de climas na saúde, na natureza e na diversidade das raças.

Sant'Anna Neto (2003) relata que Eratóstenes e Aristarcus, acreditavam que as diferenças regionais do tempo só ocorriam do norte para o sul, dando origem, assim, ao primeiro zoneamento climático conhecido em que dividiam a Terra em zonas tórridas, temperadas e frígidas.

Considerado o fundador da astronomia e da trigonometria, o filósofo grego Hiparco (190 – 126 a.C) descobriu a precessão dos equinócios e criou o sistema de localização pelo cálculo de longitude e latitude. Realizou a divisão do mundo em zonas climáticas e concebeu o método de projeção estereográfica (CAVALCANTE; VIADANA, 2010).

Após esse período de grande avanço intelectual proporcionado pelos filósofos gregos, as reflexões sobre o clima passaram por um longo período de inatividade. Somente dois mil anos depois, já na renascença européia, com o advento das grandes navegações foi que houve a sistematização dos conhecimentos científicos dando início ao processo de mensuração dos elementos do tempo.

Vianello (2011) afirma que a primeira rede de registros meteorológicos internacional foi estabelecida por Fernando II, da Toscana, em 1654. Tal Rede era

¹ Grifo meu.

composta por sete Estações, localizadas na Itália, Polônia, França, Alemanha e Suíça, em cujos dados se basearam as primeiras previsões do tempo, publicadas no final do século XVII.

Durante os séculos seguintes, os estudos concentraram-se em questões básicas de explicação da estrutura e composição da atmosfera, bem como a distribuição dos elementos nos mais diversos pontos do planeta. Durante este período, os principais estudiosos da natureza se desdobraram para compreender e identificar as leis gerais que regem o sistema atmosférico na sua concepção física (SANT'ANNA NETO, 2003).

No final do século XIX até a II Guerra Mundial, juntamente com a expansão do imperialismo europeu e posteriormente o norte americano, deu início a um grande progresso tecnológico, tornando o meio ambiente extremamente frágil à ação humana que começa a alterar o meio em que vive, principalmente em escala local e a influenciar em escalas médias e regionais.

Este avanço tecnológico, após a segunda guerra, promove um salto substancial para os estudos atmosféricos e são atribuídos (...) ao espetacular desenvolvimento que agora experimentam os desenvolvimentos atmosféricos graças ao auge da aviação, da qual constitui um excelente laboratório para os estudos da atmosfera (CUADRAT; PITA, 2011).

Conforme afirma Vianello (2011) que no Brasil, os primeiros esforços nesse sentido ocorreram ainda no século XVII, com a chegada dos holandeses no Nordeste e a implantação das primeiras Estações em Olinda. No início do século XIX, em função da vinda da família real portuguesa para o Brasil, a urbanização das vilas e as preocupações com a higiene, a salubridade e com a adaptação dos europeus as condições climáticas locais passaram a ser uma preocupação (SANT'ANNA NETO, 2001).

Mas somente no final deste mesmo século que o Ministério da Marinha iniciou o processo de observação sistematizado possibilitando o surgimento dos primeiros estudos climáticos nas terras de além mar. Dentre os vários artigos publicados sobre as condições climáticas locais da época, Sant'anna Neto (2001) destaca os trabalhos de:

Henrique Morize em 1891, o do alemão Frederico Draenert em 1896 e a de Delgado de Carvalho em 1917, pelo fato de tratarem o clima do Brasil, em toda a sua extensão territorial, em busca de uma síntese e de propostas de classificação, em sintonia com as diretrizes traçadas pelo expoente da meteorologia mundial da época, Julius Hann. (...) Nas primeiras décadas do século XX, técnicas de previsão do tempo foram realizados pelos estudos de Sampaio Ferraz, Belfort de Mattos, Margarino Torres e Américo Silvado. (...) Nesta mesma época, com a criação do Conselho Nacional de Geografia, mais precisamente nas décadas de 1940 e 1950, inicia-se uma das fases mais

produtivas da Climatologia brasileira, com os estudos de Fábio Soares Guimarães, Gilberto Osório de Andrade e Salomão Serebrenick, que produziram as primeiras obras de síntese sobre o clima do Brasil, no âmbito da ciência geográfica. Seus estudos foram, mais tarde, continuados por Lysia Bernardes, que resultaram na primeira classificação oficial dos climas regionais brasileiros.

Outros grandes nomes surgem na década de 60, como Edmon Nimer e Linton Barros. Mas um dos grandes marcos teóricos metodológicos das pesquisas climatológicas no Brasil foi a tese de livre docência do professor Carlos Augusto Monteiro, com o título *Teoria e Clima Urbano*, em que propõe uma nova maneira de análise climática em meios urbanos, agregando em suas pesquisas os conceitos de Sorre (1934) fazendo uso das informações médias, mas também tentando entender os fatores que provocam as mudanças ocorridas no meio.

Na região amazônica, o monitoramento dos fenômenos climáticos tem seu início estimado no início do século XX em função da expansão da produção agrícola na região, das políticas de ocupação da Amazônia e a consolidação da distribuição das estações pelo então Ministério da Marinha e posteriormente pelo Ministério da Agricultura.

Atualmente o que se pode perceber é que há um grande volume de publicações voltadas para as questões do desmatamento, das queimadas, secas, impactos das mudanças climáticas sobre a biodiversidade, estudos paleoclimáticos e projeções de climas futuros com grande destaque para as pesquisas de Gilberto Fisch, José A. Marengo, e Carlos A. Nobre que concentram seus esforços no monitoramento e entendimento nesses temas.

Podendo ser citados ainda os trabalhos de Obregón (2013) que ao estudar uma série histórica dos períodos de seca, afirma que a atividade solar, as erupções de vulcões e a atividade humana têm influência determinante no clima da amazônica. E os trabalhos de Viola (2010) e Gomes (2010) que analisam as emissões de carbono e sua consequência no clima amazônico.

E por fim, em nível local, as informações no campo climático começaram a ser produzidas de maneira mais organizada com a instalação de órgãos do governo e militares como a Superintendência Federal de Agricultura, pecuária e Abastecimento, a Aeronáutica com a instalação do Aeroporto em Boa Vista e com a distribuição de estações pluviométricas, posteriormente, pela Agência Nacional de Águas.

Porém, esta rede de monitoramento ainda é muito restrita e não abrange a totalidade do território do Estado dificultando, assim, a obtenção de informações

oficiais para o embasamento das pesquisas neste campo, fazendo com que poucos trabalhos surjam como referência para a caracterização do clima em Roraima.

No entanto, podem ser ressaltadas as colaborações feitas neste sentido por Barbosa e Ferreira (1997) que apresentam um modelo de distribuição das chuvas com base em dados coletados em cinquenta estações pluviométricas distribuídas de norte a sul do Estado de Roraima.

Araújo et al (2001) buscou estimar a precipitação pluviométrica mensal em vários níveis de probabilidade para a região de cerrado em Boa Vista, além de determinar o período de irrigação com base na Capacidade de Água Disponível - CAD.

Evangelista et al (2008) apresentam estudo preliminar da distribuição pluviométrica e do regime fluvial da bacia do rio branco, buscando analisar a distribuição das chuvas e as variações da descarga dos principais cursos fluviais do Estado.

Barni (2014) em sua tese de doutorado, analisa as projeções de emissões dos gases do efeito estufa (GEE) em Roraima utilizando dois cenários de simulação futura de desmatamento em Roraima de 2011 a 2050.

Silva et al (2015) que em estudo usando série histórica abrangendo um período de mais de cem anos, buscou relacionar e identificar a influência dos fenômenos El Niño e La Niña nos índices de precipitação na capital do Estado.

Outras pesquisas de grande relevância que se destacam dentro do cenário climático local foram as de Barbosa e Fernside (1999), Barbosa et al (2004) Xaud et al (2007) e Xaud et al (2010) que relatam sobre os focos de calor ocorridos no estado de Roraima correlacionando os fatos ocorridos com fenômenos Atmosféricos de El Niño bem como os impactos ambientais no ecossistema florestal provocados pelos incêndios, contribuindo, desta forma, com os estudos no âmbito climatológico no estado. Pois o conhecimento deste campo se torna cada vez mais necessário tendo em vista que seus impactos transcendem os níveis ambientais e afetam todos os setores sociais e econômicos e culturais do estado, do país e do mundo.

2.2 – MUDANÇAS CLIMÁTICAS

Desde o final da década de 80 as discussões sobre mudanças climáticas ganharam força em todo o mundo, sendo amplamente discutidas nos mais diversos âmbitos, sejam eles escolares, acadêmicos, midiáticos, governamentais e sociais. No entanto, há duas correntes bem distintas sobre o assunto: uma que defende a ideia de

que as mudanças estão sendo geradas pela ação do homem e a outra afirma que tais mudanças são consequência de um ciclo natural do planeta.

A primeira corrente conceitua mudanças climáticas como sendo o conjunto de alterações ocorridas nas condições do clima da Terra pelo acúmulo de gases como o Dióxido de carbono (CO₂) e Metano (CH₄) emitidos em grandes quantidades e por longo período de tempo através das queimadas florestais e da queima de combustíveis fósseis.

A segunda vertente defende a ideia de que tais mudanças são provocadas por causas que vão muito além da simples influencia do homem, afirmando que essas alterações são cíclicas e que sempre ocorreram no planeta, sendo regidas por fenômenos internos e externos de nosso planeta. Desta maneira, as duas vertentes serão abordadas com a intenção de endossar as discussões porvindouras.

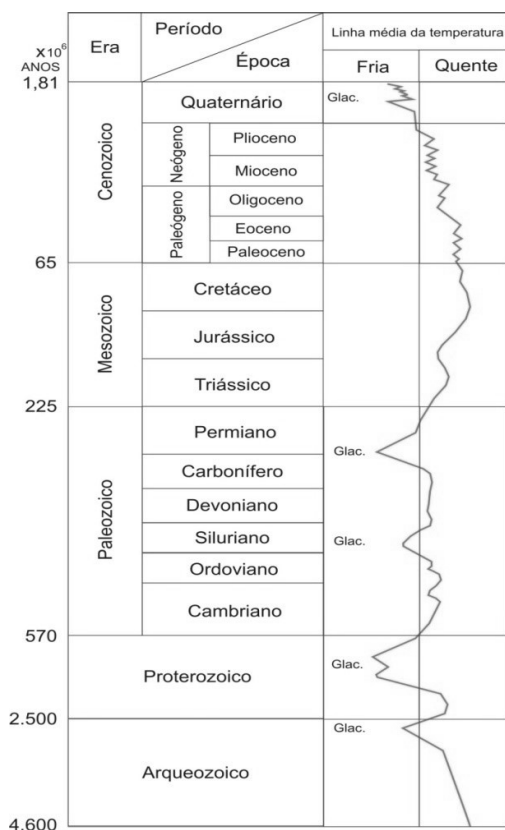
2.2.1 – Mudanças Geoclimáticas

Antes de dar início a este capítulo, cabe ressaltar que o que chamaremos aqui por mudanças geoclimática se restringirá a designar as mudanças que ocorreram no clima em escala mais ampla, ou seja, em escala geológica de tempo. Sendo assim, iniciamos essa discussão partindo do pressuposto de que o clima da Terra já sofreu inúmeras variações desde o seu surgimento. Essas variações não refletem ações antropogênicas, mas ciclos naturais de aquecimento e resfriamento como mostra a Figura 1.

Podendo ser destacadas cinco grandes glaciações: uma no Proterozoico inferior que abrangeu áreas da África, América do norte e Austrália Ocidental; no Proterozoico superior atingindo todos os continentes, menos a Antártica; outra no Cambriano, atingindo a África, Bolívia e Europa; no Ordoviciano superior – Siluriano inferior que atingiu as Américas do norte e sul, África e Europa e no Quaternário atingindo a América do Sul, África, Arábia, Austrália, Nova Zelândia Índia e Antártica.

Segundo Sant’Anna Neto; Nery (2005) a hipótese mais aceita sobre as glaciações paleozóicas é que elas ocorram em um intervalo de 250 Ma, fato que coincide com o tempo gasto pelo sol para dar uma volta em torno da Via Láctea.

Figura 1: Curva de variação das temperaturas médias da Terra e suas glaciações ao longo da história.



Fonte: Adaptado de Maruyama (2009).

Dentro do período Quaternário ainda podem ser identificadas as glaciações denominadas Würm, Riss, Mindel, Günz e Donau ocorridas na Europa e as glaciações de Winsconsin, Illinoian, Kansan, Nebraskan ocorridas nos Estados Unidos ambas entre os períodos de 115 Ma e 1600 Ma.

Existem muitas teorias que tentam explicar as causas das glaciações e das mudanças cíclicas ocorridas ao longo da história do planeta. No entanto, Maruyama (2009). Afirma que as causas dessas glaciações são muito complexas e resultam da interação de diversos fenômenos astronômicos, geofísicos e geológicos, não existindo uma única causa, mas uma interação de diversas causas, atuando em diferentes escalas temporais e espaciais.

Dentre os fatores que contribuem para a formação das glaciações e das mudanças ocorridas em climas passados destacam-se as manchas solares, que foi notada pelo astrônomo Sir William Hershel (1738-1822) ao perceber que o número de manchas aparentes no sol aumentava e diminuía ao longo dos anos e estudou sua conexão com as mudanças climáticas (ONÇA, 2011).

A Atividade solar também tem papel fundamental nesse processo como pode ser visto em Maruyama (2009). Ao afirmar que com a variação da atividade solar ocorre

aumento ou diminuição na quantidade de calor irradiada sobre a superfície terrestre, provocando alterações na quantidade de partículas de CO₂ e O₃, no gradiente de temperatura que modifica a dinâmica de circulação atmosférica, oceânica e os níveis de precipitação.

A Teoria de Milankovitch reforça a ideia de que o índice de insolação tem forte influência na relação com as mudanças climáticas. Conforme se lê em Santa'Anna Neto; Nery (2005) essa teoria sugere que fatores ligados aos movimentos orbitais da Terra, como as alterações da distância da Terra em relação ao sol, a obliquidade da elíptica e a geometria da órbita terrestre em torno do sol, são as principais causas das mudanças climáticas, inclusive da origem das glaciações.

Outros fatores que corroboram com a ideia de mudanças climáticas desencadeadas por causas não antrópicas são as modificações na composição da atmosférica e morfologia do planeta. Maruyama (2009) relata que mudanças na superfície ocupada do oceanos são responsáveis por variações nos teores de CO₂ e de vapor d'água. Do mesmo modo, as atividades vulcânicas que lançam materiais em suspensão na alta atmosfera provocando variações na transmissividade da radiação solar.

Sendo o clima um componente geossistêmico amplamente complexo e ainda pouco compreendido em suas nuances, os fatores acima citados ainda não são suficientes para precisar as causas das mudanças atuais, levando em conta que a atmosfera é altamente influenciável pelos elementos da paisagem como a vegetação, hidrologia, a morfologia e mesmo a produção do espaço promovida pela ação humana.

O relatório intergovernamental para as mudanças climáticas diz que a provável causa das mudanças atuais ocorridas no clima é o excesso de CO₂ lançados pelo homem na atmosfera. Porém, lê-se em Molion (2008) que mais de 97% das emissões são provenientes de causas naturais como a vegetação, oceanos e solo, ficando o homem responsável por menos de 3% do total das emissões sendo pouco prudente afirmar que apenas a ação antrópica seria suficiente para modificá-lo.

Atualmente, o número de pesquisadores que afirmam a não interferência humana sobre os padrões climáticos é pequeno se comparado com os que concordam com a teoria do IPCC. Lindzen (2008) afirma que quando se fala em aquecimento global o tema passa a ser dominado por intenções políticas e financeiras, afastando-se, assim, das finalidades científicas, chegando ao ponto de inviabilizar publicações de pesquisas que não estão de acordo com as intenções do grupo dominante.

Ademais, um claro exemplo de que as informações sobre as mudanças climáticas são influenciadas é exposto por Lindzen (2008) ao afirmar que:

O IPCC em sua primeira avaliação do quadro geral do clima dos últimos 1100 anos houve um período quente medieval que foi um pouco mais quente que o presente, bem como a pequena idade do gelo. A presença de um período mais quente sem a influência do gás do efeito estufa antropogênico foi considerado um embaraço para aqueles que sustentam que o aquecimento que estamos vivendo na atualidade só pode ser explicado pela atuação do homem.

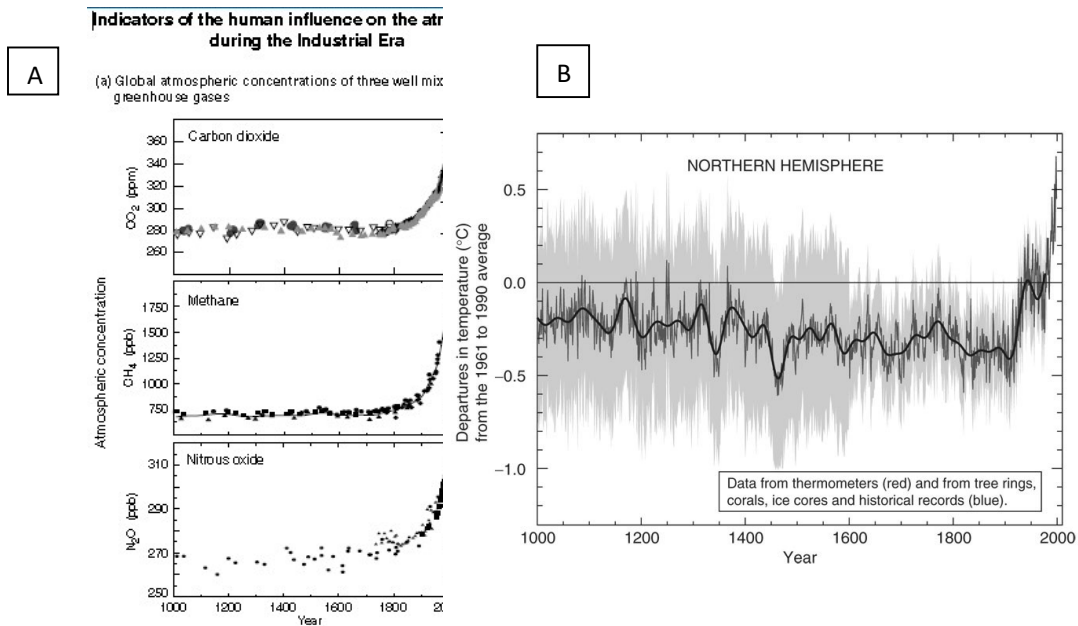
Dessa maneira, pode-se perceber que as discussões sobre as questões sobre o atual aquecimento do globo estão longe de serem sanadas, gerando divergências entre as aplicados e a forma como os resultados obtidos são apresentados, tomando-se um recorte de tempo e espaço como um resultado absoluto, esquecendo-se ou omitindo-se o contexto pretérito das informações.

2.2.2 – Mudanças Antrópicas

As mudanças climáticas têm sido o tema ambiental de maior relevância das últimas décadas, sendo o combate a esta questão defendida mundialmente por inúmeras instituições governamentais e não-governamentais, empresas, ativistas etc. As discussões sobre o assunto tiveram sua implementação na década de 70 e ganharam força com o surgimento de grupos ambientais e o desenvolvimento das formas de comunicação.

Atualmente o carro chefe das discussões sobre o aquecimento têm sido os *Sumários para os Formuladores de Políticas* lançados pelo *Painel Intergovernamental sobre mudanças climáticas – IPCC*, que sustentam em seus relatórios a tese de que as concentrações atmosféricas globais de dióxido de carbono, metano e óxido nitroso (FIGURA 2 A e B) aumentaram consideravelmente em consequência das atividades humanas desde 1750 e agora ultrapassam em muito os valores pré-industriais determinados com base em testemunhos de gelo de milhares de anos (IPCC, 2007).

Figura 2: (A) indicadores da influência humana na atmosfera durante a era industrial representados pelos níveis de Dióxido de Carbono, Metano e Oxido Nitroso. (B) Níveis de temperatura no hemisfério norte nos últimos 1000 anos verificados por meio de dados de termômetros (vermelho) e de anéis de árvore, Corais, núcleos de gelo e registros históricos (azul).



Fonte: IPCC, 2001.

Os gráficos do “Taco de Hóquei” de Michael Mann foram apresentados pelos relatórios do IPCC mostram que os aumentos globais da concentração de dióxido de carbono se devem principalmente ao uso de combustíveis fósseis e à mudança no uso da terra. Já os aumentos da concentração de metano e óxido nítrico são devidos principalmente à agricultura (IPCC, 2007).

Segundo Lombardo (1994), esse aumento ocorre pelo fato desses gases interceptarem o comprimento de onda de absorção do infra-vermelho. Quando sua concentração aumenta, também aumenta o efeito de estufa causando o aquecimento da superfície.

Sendo assim, Salazar (2010) assevera que as mudanças climáticas, devido ao aumento dos gases do efeito estufa – GEE’s, representa uma séria ameaça para os ecossistemas naturais do mundo e sua biodiversidade (...) podendo chegar a magnitudes sem precedentes, se as atuais taxas de emissões desses gases continuarem nas próximas décadas.

Com base nessas informações, inúmeras medidas passaram a ser tomadas na tentativa de mitigar os efeitos nocivos do homem sobre o clima. A primeira das medidas pode ser considerada a Conferência de Estocolmo no ano de 1972² em que foram

² MMA, Ministério do Meio Ambiente. **Declaração da Conferência da ONU no Ambiente Humano.** Estocolmo, 5-16 de junho de 1972.

traçados 26 princípios de proteção ao meio ambiente de modo geral, porém, nenhum específico sobre o clima ou mudanças climáticas. Em 1979³ ocorre a primeira Conferência mundial do clima organizado pela Organização Meteorológica Mundial e teve como objetivo discutir questões ambientais sobre agricultura, recursos hídricos, energia, biologia e economia.

No final da década de 80, a Organização das Nações Unidas – ONU criam o Painel Intergovernamental Sobre Mudanças Climáticas – IPCC com o objetivo de chamar a atenção para as necessidades de monitoramento e avaliação dos impactos das mudanças climáticas pelo mundo.

A década de 90 concentra vários encontros internacionais de debate climático, sendo eles: A segunda conferência Mundial do Clima (1990); Eco-92 no Brasil (1992)⁴, Mandato de Berlim em 1995⁵ que reforça o papel dos países desenvolvidos na reversão das mudanças climáticas; em 1997 foi assinado o protocolo de Kyoto⁶ que define metas para reduzir as emissões dos gases do efeito estufa.

Em 2002 a realização da Rio + 10 e a Declaração de Joanesburgo⁷ endossa e atualiza as realizações anteriores e trata de desenvolvimento sustentável de forma mais abrangente e menos restrita ao aquecimento global. Em 2009 houve a não aprovação da Declaração de Copenhague que propunha um acordo que envolvesse todos os países nas metas de redução dos gases do efeito estufa e não apenas os países industrializados.

Mais recentemente, em 2015, foi criado um sucessor do protocolo de Kyoto, o Acordo de Paris⁸. Esse acordo envolve todos os países, e não apenas os industrializados, de maneira voluntária na tentativa de conter o aumento das temperaturas globais.

Conti (2005) reforça as propostas ao destacar que as

³ NEXO, Jornal LTDA. Gráfico - O histórico dos principais encontros e acordos climáticos mundiais.

⁴ UN, Naciones Unidas. **Convencion marco de las naciones unidas sobre el cambio climatico**. 1992.

⁵ UNFCCC, United Nations Framework Convention on Climate Change. **Documents of the conference of the parties COP 1** – Berlin, 1995.

⁶ UNFCCC, United Nations Framework Convention on Climate Change. **Protocolo de kyoto de la convención marco de las naciones unidas sobre el cambio climático**. Kyoto – 1997.

⁷ JURAS, I. A. G. M. **Relatório Especial Rio + 10 - O Plano de Ação de Joanesburgo**. Consultoria Legislativa. Novembro de 2002.

⁸ UNFCCC, United Nations Framework Convention on Climate Change. **Adoption of the paris agreement**. Paris, Dezembro de 2015.

medidas cautelares tomadas no plano internacional, visando restringir a liberação de gases, como as preconizadas pelo Protocolo de Kyoto, são bem-vindas, pois é chegado o momento de se traçar uma estratégia comum em favor da natureza. Trata-se de diretriz que, acima de tudo, encerra um forte conteúdo educativo.

Dessa forma, o que se pode ver é uma imensa campanha para a redução dos níveis de dióxido de carbono, metano e óxido nitroso regidos por protocolos e acordos internacionais reforçados pela grande mídia mundial na intenção de orientar as pessoas no sentido de que é preciso mudar a forma de produção para não gerar um colapso social e econômico em consequência das mudanças climáticas.

2.3 A EVOLUÇÃO DOS ESTUDOS DO CLIMA URBANO

O mundo no final da década de 1780 daria início a uma grande mudança que transformaria a forma como a cidade era vista até então. Os principais centros de comercialização existentes na época dariam lugar a uma intensa movimentação de pessoas, transformando localidades essencialmente rurais em grandes referências econômicas por conta da Revolução Industrial.

O processo de consolidação das cidades teve início e a Revolução Industrial foi o grande símbolo do novo modelo econômico que despontaria no cenário econômico mundial, o capitalismo, trazendo a tona um novo modo de produção e um novo modo de vida para a população do mundo todo.

Esse novo modelo urbano-capitalista, aos olhos de Lombardo (2009) representa a materialidade das relações sociais de produção e de consumo, produzindo fragmentação na paisagem, degradação ambiental, alterações climáticas em micro, meso e macroescala.

Esses processos se caracterizam pela acentuação dos problemas ambientais nas cidades com a degradação do meio ambiente urbano, ocasionado pelo despejo indiscriminado de resíduos sólidos e particulados provenientes das indústrias no meio ambiente estando na matriz desse processo a implantação humana que atinge proporções significativas tanto pelas alterações como pela massa de edificações que vai modificando o tempo atmosférico (MONTEIRO,1990).

A partir do momento de consolidação das indústrias, a população urbana somente aumentou (FIGURA 3). Inúmeras pessoas passaram a deixar o campo para viver nos

centros urbanos, mudando assim, sua característica predominantemente rural para predominantemente urbana no final do século XX (MENDONÇA, 2003).

O aumento populacional das cidades fez multiplicar o número de construções, pavimentações, atividades econômicas degradantes potencializando algo que, até então, era ínfimo, a formação de ambiente climático em menor escala.

Figura 3: Foto mostrando a intensa movimentação populacional em uma Avenida em Londres no período da segunda revolução industrial.



Fonte: BENEVOLO, (1997).

Foi nesse contexto que os estudos do clima urbano tiveram início. Em meio à intensa ocupação do solo e as grandes emissões de poluentes provenientes das fábricas que pesquisadores despertaram para o problema que em pouco tempo se tornaria mundial.

Segundo MILLS (2008) nas observações do inglês Luke Haward em 1818 foi constatado que a cidade de Londres registrava temperaturas $2,2^{\circ}\text{C}$ mais elevada na cidade que no seu entorno não urbanizado, concluindo que a aglomeração de pessoas, construções e atividades em um determinado local, geram características climáticas diferenciadas, denominando isso como clima urbano.

Após Luke Haward, vários outros estudiosos demonstraram a diferença dos parâmetros climáticos entre campo e cidade identificando que essas diferenças podem ser percebidas na elevação dos índices de temperatura e precipitação, na redução da velocidade dos ventos, umidade relativa do ar, insolação e nebulosidade.

Lombardo (1994) afirma que Landsberg em 1956, analisou as alterações que ocorreram com os elementos da temperatura, umidade relativa, precipitação, nevoeiro e vento quando em contato com a área de urbanização. Assevera ainda que Chandler no ano de 1965 concluiu que a cidade modifica o clima através das alterações em superfície

produzindo aumento de calor e de precipitação, assim como da ventilação e da umidade (LOMBARDO, 1994).

Kayane (1960) em seu estudo sobre a expansão urbana de Tóquio reforça as diferenças entre os grandes centros urbanos e seu entorno ao afirmar que:

As diferenças de temperatura de Tóquio e Kumagaya parecem indicar a influência da expansão de Tóquio. Geralmente, Tóquio é mais quente que Kumagaya tanto em relação às temperaturas máximas (0,2-0,4°C) como às mínimas (1,6-2,4°C). Entretanto, há uma diferença do módulo da diferença de temperatura máxima tornar-se maior nos anos recentes. Isso pode ser explicado pela rápida expansão de Tóquio após a segunda Guerra.

Atualmente, as pesquisas sobre o tema são mais aprofundadas, não giram mais em torno de meras comparações dos valores térmicos dos centros urbanizados e seu entorno. Busca-se entender as propriedades térmicas dos equipamentos urbanos que compõem a paisagem das cidades e o potencial de colaboração de cada equipamento na tentativa de mitigar os impactos provocados pelas chamadas *Ilhas de Calor Urbanas*.

Nesse sentido podem ser destacados o trabalho de Carlos Augusto de Figueiredo Monteiro em 1976 em que trata em linhas gerais sobre a proposta teórica e técnica de sustentação e fundamentação aos trabalhos de climatologia urbana, nomeada Sistema Clima Urbano (S.C.U.).

A pesquisa de mestrado de Danni-Oliveira (1987) verificou que

(...) as condições da atmosféricas no mês de janeiro de 1982 na cidade de Porto Alegre exibiu uma distribuição de temperatura que veio a caracterizar o fenômeno ilha de calor, com nítidos contrastes térmicos entre os espaços com ocupação urbana e aqueles residenciais de periferia, bem como a existência de ilhas de frescor.

Desta maneira, Monteiro (2003) define atualmente que clima urbano é o resultado da interferência de todos os fatores que se processam sobre a camada de limite urbano e que agem no sentido de alterar o clima em escala local.

Mendonça (2003) reforça ao afirmar que os locais de fluxo intenso de veículos e pessoas, concentração de edificações verticais, aliados a poucos espaços verdes são propícios à formação de ilhas de calor e desconforto térmico.

Lopes (2006) em seu estudo sobre o sobreaquecimento das cidades em Lisboa, Portugal, identifica três tipos de ilhas de calor:

A Ilha de Calor Urbana das superfícies que contatam com a atmosfera urbana inferior. É geralmente observada a partir de instrumentos de detecção remota (...) A ICU da atmosfera urbana inferior, entre o nível do solo e o nível médio do topo dos edifícios. As temperaturas são medidas abaixo do nível dos telhados, em percursos itinerantes, em

estações meteorológicas urbanas ou mais recentemente obtidas a partir de registradores colocados em pequenos abrigos colocados em locais escolhidos estrategicamente em meio urbano e (...) A ICU da atmosfera urbana superior, que se sobrepõe à anterior e se estende por vezes até à atmosfera livre: trata-se da parte superior da camada-limite urbana, em que as características de temperatura, umidade, turbulência e composição da atmosfera são influenciadas pela presença da cidade.

Diante dessa realidade Lopes (2006) inspira-se nos exemplos norte americanos do chamado *eco roofs* ou *green roofs* (FIGURA 4) como forma de mitigar os efeitos das ilhas de calor. Essa técnica consiste na aplicação de 15cm de espessura de solo em topos de edifícios para o cultivo de plantas e vegetais para consumo humano, provocam sombra aos edifícios e arrefecimento do ambiente atmosférico através da evapotranspiração (LOPES, 2006).

Figura 4: Edifício com presença de vegetação em sacadas. Medidas mitigadoras das ilhas de calor urbanas em grandes centros urbanos do mundo



Fonte: <https://greenroofs.org/about-green-roofs/> acesso em 17/01/2018

Sendo assim, o planejamento das cidades para os eventos climáticos faz com que a elevação ou redução dos índices desses elementos gerem grandes transtornos a sua população. Atualmente é comum vermos cidade inundadas por conta de chuvas acima da média, ondas de calor ou de frio potencializadas pela impermeabilização do solo, sistemas de esgotos insuficientes e em função do excesso de construções e acúmulo de lixo.

2.4 – BREVE HISTÓRICO DA EVOLUÇÃO URBANA DA CIDADE DE BOA VISTA-RR.

A história do município de Boa Vista antecede a do Estado de Roraima e nos remonta ao século XVII, auge das expedições de exploração para ocupação e domínio

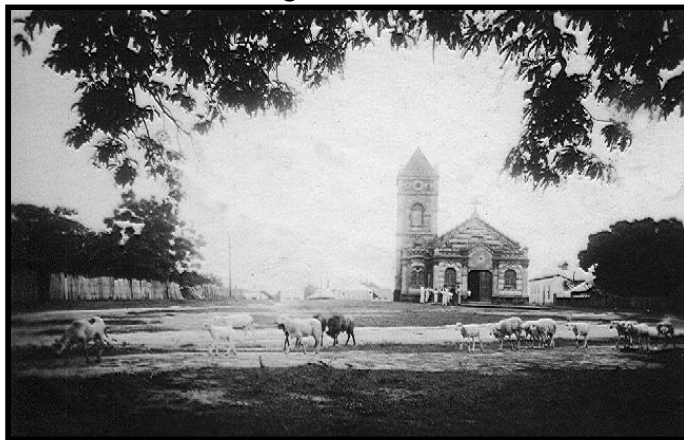
das novas terras da coroa portuguesa. E para entender o processo de evolução urbana de Boa Vista tomaremos por base os períodos Geo-históricos traçados por Galdino (2017):

Primeiro período: Inicia com a expedição de Pedro Teixeira, em 1639, pela bacia do rio Negro e percebe o curso do rio Branco e encerra no ano de 1778, quando se criou o Forte São Joaquim do Rio Branco com a cooperação dos indígenas; **Segundo período:** Inicia com a concretização da construção do Forte São Joaquim e termina no ano de 1830, quando surge a Fazenda de Boa Vista e a relevância do indígena no trabalho com a pecuária; **Terceiro período:** Inicia com o surgimento da Fazenda de Boa Vista e culmina com a criação, em 1890, do município de Boa Vista do Rio Branco onde o indígena fez-se presente no fortalecimento da economia pecuarista local.

Esses três períodos caracterizam bem os principais fatos históricos que antecederam a criação da Fazenda Boa Vista, pois é a partir dela que inicia o processo de elaboração do espaço urbano que conhecemos atualmente.

O desenvolvimento da atividade agropecuária foi de fundamental importância para a consolidação da ocupação das terras às margens do Rio Branco, que até o final do século XIX fazia parte do então estado do Amazonas e, durante esse período, contribuindo de maneira substancial para o abastecimento de carne dos estados do Amazonas e Pará (FIGURA 5) após a decadência do ciclo da borracha no início do século XX.

Figura 5: Foto do rebanho solto na antiga Fazenda Boa vista no início do século XX



Fonte – Acervo Antônio Tourino de Rezende Veras

Com a estruturação da então Fazenda Boa Vista, muitos imigrantes nordestinos fugindo da seca e da crise da borracha buscaram moradia nas terras da então fazenda, dando origem a pequenos aglomerados de trabalhadores que, segundo Vale (2007), foram os principais responsáveis pelo fortalecimento da mão-de-obra para a pecuária da região, que tornou-se a principal atividade econômica de então.

Batista (2013) afirma que foi na década de 1920 que teve início um processo primário do dimensionamento urbano do que viria ser a capital de Roraima, já era perceptível novos arranjos urbanos como a construção de ruas, prédios públicos e privados e casas.

IBGE (2018) mostra que os pequenos aglomerados foram elevados à categoria de vila com a denominação de Vila de Boa Vista do Rio Branco, pelo Decreto Estadual n.º 49, de 09-07-1890, com território desmembrado da vila de Moura. E posteriormente, a vila (FIGURA 6), que era constituída do distrito sede, passou à condição de cidade com a denominação de Boa Vista do Rio Branco, pela Lei Estadual n.º 1.262, de 27-08-1926.

Figura 6 - (A) Croqui da Vila de Boa Vista do Rio Branco no ano de 1924
(B) Planta baixa com localização das residências na cidade de Boa Vista do Rio Branco 1926.



Fonte – Batista (2013) e Acervo Antônio Tourino de Rezende Veras

Vale (2007) corrobora ao afirmar que no recenseamento de 1920 o município de Boa Vista do Rio Branco compunha-se unicamente da sede e possuía uma população de 7.424 habitantes. (...) revelava desde então, clara tendência de não ocupação da margem esquerda do rio Branco, diferentemente da margem direita, que foi habitada inicialmente nas áreas não alagáveis (VERAS, 2009).

Galdino (2017) mostra que anos mais tarde, pelo Decreto-lei Federal nº 5.812, de 13/09/1943, retificado pelo de nº 5.839 de 21/09/1943, o então presidente Getúlio Vargas, em uma decisão unilateral, criou o Território Federal do Rio Branco que foi dividido em dois municípios: Boa Vista e Catrimani.

Com este decreto a cidade de Boa Vista passa a ter independência política e administrativa para tomada de decisões importantes na expansão e desenvolvimento de suas terras. De acordo com Silva (2007) isso se deve a projetos geopolíticos nacionais de desenvolvimento e ocupação na Amazônia. A implantação de novas cidades projetava a força do poder central nesse espaço.

Em meados da década de 40 tem início o projeto urbanístico de Boa Vista elaborado pelo engenheiro Darci Aleixo Derengusson (FIGURA 7) a pedido do então governador do território Êne Garcez dando, com isso, um novo momento na história da cidade deixando de ser um pequeno aglomerado urbano para dar início a estrutura urbanística necessária a capital do então território.

Figura 7: Plano urbanístico de Boa Vista elaborado por Darci Aleixo no ano de 1946



Fonte: Acervo Antônio Tourino de Rezende Veras

A partir do plano radial concêntrico estabelecido, a área urbana cresceu gradualmente ao longo dos anos como o relatado por Silva (2007): ao afirmar que decorrer do século XX, a cidade de Boa Vista cresceu ultrapassando os possíveis desse projeto radiocêntrico, formando uma estrutura urbana que foge ao plano original proposto.

Esse crescimento lento e gradativo teve como principal causa a migração, pois cabe destacar que nesse período a atividade garimpeira começa a despontar no cenário

econômico local formando, junto com a pecuária, as principais fontes da economia do território. Veras (2009) afirma que:

Essa atividade provocava um fluxo eminente de pessoas para Boa Vista, o que exigia das autoridades competentes uma política de ordenamento territorial local com o objetivo de suprir a cidade de equipamentos e serviços e evitar um crescimento desordenado da cidade.

Em consequência do gradual aumento migratório, as pessoas que aqui chegavam instalavam-se ou apenas mantinham suas casas na capital como base de apoio para venda e troca de mercadorias. Essas residências eram localizadas as margens da área urbanizada (FIGURA 8), o que deu origem a um crescimento urbano fora dos padrões estabelecidos pelo plano urbanístico de Darci Aleixo.

Figura 8: Visão aérea da mancha urbana de Boa Vista no ano de 1969 que retrata o início da expansão para a além do planejado pelos governantes



Fonte: Acervo Antônio Tourino de Rezende Veras

Outro fator que cabe destaque e que contribuiu para o crescimento da população e da malha urbana foi, segundo Veras (2009), (...) a implantação definitiva de infraestrutura administrativa que exercia grande poder de atração em função do setor de serviços. O Município de Boa Vista concentrava 89,1% da população do território, sendo que a capital Boa Vista concentrava 40,9% da população total.

No final da década de 60 e início das década de 70 medidas adotadas pelo governo federal de integração e desenvolvimento da Amazônia tornam concretas a

construção de estradas que interligam Boa Vista a Manaus e Boa Vista a Bonfim como mostra Vale (2007)

(...) Da união dos Ministérios da Aeronáutica, do interior e dos Transportes, nasce uma nova estratégia de ocupação para Roraima, com a implantação das rodovias BR 174 (ligando Boa Vista a Manaus), a BR 210 (Perimetral Norte que corta o sul do estado de leste a oeste) e a BR 410 (Boa Vista a Bonfim), entre o final dos anos 1960 e início dos anos de 1970 e marca uma nova etapa na colonização demográfica de Roraima.

Com a abertura desses eixos rodoviários atreladas às políticas do então governo militar, se dá um novo momento de crescimento sendo potencializada pela criação de colônias agrícolas que deram origem aos municípios circunvizinhos a capital e que, conseqüentemente, refletiu na expansão urbana da cidade de Boa Vista como pode ser visto na Figura 9.

Figura 9 – Visão aérea da capital Boa Vista no anos de 1975



Fonte – Acervo Antônio Tourino de Rezende Veras

Após esse período de crescimento promovido pelas áreas de colonização do interior há a intensificação da atividade garimpeira em terras indígenas. Isso fez com que o comércio na capital tivesse um salto em função do comércio do ouro. Vale (2007) afirma que o fluxo migratório provocou um expressivo crescimento populacional. Esse crescimento também refletiu no crescimento urbano de Boa Vista, aumentando cada vez mais sua mancha urbana cabendo o destaque feito por Galdino (2017) cabendo destacar que o crescimento vertiginoso da população nas décadas de 80 a 91 passou 79 mil habitantes para 217 mil.

A fase contemporânea do processo de expansão urbana de Boa Vista se dá com a criação do estado de Roraima no dia 5 de outubro de 1988, mesmo ano em que a então atua constituição Federal foi instituída no país. A partir desse momento, tem início uma série de medidas Político- Administrativas com vistas à urbanização e estruturação no novo estado.

Messe mesmo período houve por parte do governo federal o fechamentos das áreas de garimpo no estado, isso fez com que muitas pessoas, que até então residiam no interior voltassem para seus estados de origem ou mesmo migrassem para a capital em busca de seu sustento, fato este que ocasionou o crescimento populacional acima citado.

Veras (2009) corrobora ao afirma que

Esse fato alterou em parte a configuração sócioespacial de Boa Vista. Pois aumentou o numero de habitantes – que não tendo onde morar, deslocaram-se para a periferia e ocupavam irregularmente os terrenos em áreas de risco (áreas inundáveis e próximas aos lagos e igarapés). Dando início ao surgimento de bairros suburbanos e às patologias sociais (miséria, crime, doenças entre outros) em decorrência da ausência de um planejamento urbano que viabilizasse melhores condições de vida para a população que se alojava nessas áreas.

Segundo Silva (2007) quando o território federal foi transformado em estado, Boa Vista já se subdividia em 25 bairros. Com o incentivo à fixação de imigrantes por parte do governo estadual e municipal, por meio de loteamentos de terras, ocorre a criação de outros bairros, tais como Caimbé e Jardim Primavera, totalizando em 1996 31 bairros (SILVA, 2007). Nessa dinâmica espacial o traçado urbano da cidade ia tomando novas formas em sua configuração espacial, resultando a princípio muna “favelização” na periferia da cidade (VERAS, 2009)

O grande catalisados deste crescimento e expansão da mancha urbana foi as políticas públicas adotadas pelo então governador do estado Ottomar de Souza Pinto como pode ser visto em Silva (2007):

A expansão da cidade nesse período se deve principalmente às iniciativas dos dois períodos do governo de Ottomar de Souza Pinto entre 1979 e 1983 e entre 1991 e 1995 intercalados pelo governo de Romero Jucá, entre 1987 e 1989, quando estes estimularam o surgimento de novos bairros com uma política de incentivos migratórios. Os resultados não foram somente o movimento para o interior em busca de lotes rurais, mas também de lotes urbanos e das vantagens de um vida urbana proporcionada pela capital.

Segundo dados do IBGE (2018) Boa Vista em 2010 contava com uma população aproximada de 284.313 pessoas em 2017 esse quantitativo cresceu para 332.020 pessoas

onde a maior parte dessa população vive na área de expansão (zona oeste) da capital como pode ser visto na Figura 10.

Figura 10 – Imagem da atual distribuição espacial da mancha urbana de Boa Vista - RR



Fonte – Google Maps (2018)⁹

Atualmente, Boa Vista possui 56 bairros sendo que a grande maioria se encontra na zona oeste, área que recebeu o grande volume populacional ao longo das várias décadas de expansão que ainda nos dias atuais não teve seu cessar. Desta forma, o entendimento desse dinamismo e constante crescimento são de grande valia para o entendimento da dinâmica climática ao qual esta pesquisa se dedica.

⁹ GOOGLE MAPS. Digital Globe, CNES/ Airbus, Digital Globe, Dados do Mapa. 1km de altitude. Brasil, 2018.

3. OBJETIVOS

3.1 GERAL

Caracterizar o comportamento histórico da temperatura do ar, buscando relacionar os elementos climáticos (precipitação, umidade, radiação e nebulosidade) e eventos ENOS com suas variações.

3.2 ESPECÍFICOS

- Descrever e interpretar o comportamento histórico dos elementos climáticos;
- Relacionar as variações comportamentais da temperatura as variações de precipitação, umidade, radiação e nebulosidade;
- Analisar a influência dos fenômenos de El Niño e La Niña na dinâmica térmica da cidade de Boa Vista – Roraima.

4. MATERIAIS E MÉTODOS

4.1 – CARACTERÍSTICAS FISIOGRAFICAS DA ÁREA DE ESTUDO

Esta pesquisa foi desenvolvida na cidade de Boa Vista, capital do estado de Roraima. Detentora de uma extensão urbana de aproximadamente 56 km² tal cidade está geograficamente posicionada entre as coordenadas 60° 32' 32" – 60° 46' 59" W e 2° 53' 11" – 2° 44' 45" N, fazendo fronteira com a Venezuela e a Guiana ao norte e leste e com os estados brasileiros do Pará e Amazonas a sul e oeste (FIGURA 11).

Morfológicamente, essa área marca a transição de terrenos mais elevados situados nas parcelas Oeste, Norte e Nordeste, associados ao Planalto das Guianas para planícies associadas à calha rio Negro/Amazonas.

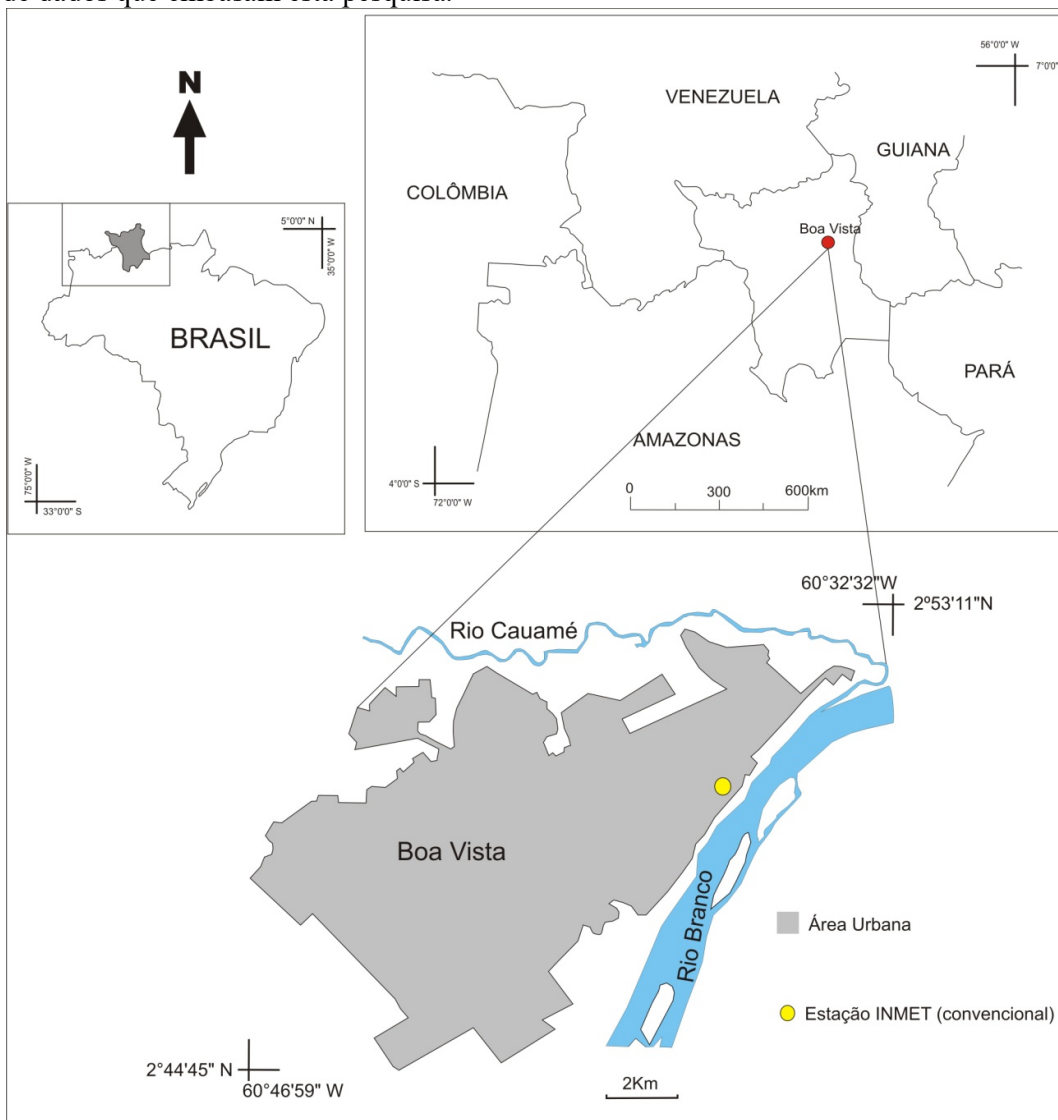
Franco et al (1975) definem cinco grandes unidades morfoestruturais em Roraima sendo elas: Planalto do Interflúvio Amazonas-Orenoco, Planalto Dissecado Norte da Amazônia, Planaltos Residuais de Roraima e o Pediplano Rio Branco-Rio Negro. Boa Vista está morfológicamente inserida em extensa superfície de aplainamento que segundo IBGE (2005) apresenta-se como uma área plana resultante de acumulação fluvial, sujeita a inundação periódica, correspondendo às várzeas atuais. Ocorre nos vales com preenchimento aluvial holocênico.

Apresenta diversificações em sua vegetação podendo ser caracterizadas ora por espécies arbustivas do tipo savana, ora por uma vegetação mais densa do tipo ombrófila. O clima da cidade de Boa Vista, segundo a classificação de Köppen é do tipo Aw, Tropical com chuvas de verão e temperaturas médias anuais de aproximadamente 26 °C (MENDONÇA e DANNI-OLIVEIRA, 2007).

Além disso, possui condição hidrológica bastante particular, onde seu período chuvoso ocorre entre os meses de abril e setembro, que concentra 80% dos totais anuais precipitados ao longo do ano (EVANGELISTA et al., 2008; SANDER, 2015). Essa condição diverge ao observado na maior parte da Amazônia, que seu período chuvoso entre outubro e março.

Os dados climatológicos de temperatura do ar máxima e mínima, cobertura de nuvens, insolação e precipitação que embasam esta pesquisa foram fornecidos pelo Instituto Nacional de Meteorologia – INMET, pela Agência Nacional de Águas – ANA e pelo Aeroporto Internacional de Boa Vista Atlas Catanhede.

Figura 11 – Mapa de localização da área de estudo com destaque dos pontos de coleta de dados que embasam esta pesquisa.



Os dados climatológicos de temperatura do ar máxima e mínima, cobertura de nuvens, insolação e precipitação que embasam esta pesquisa foram fornecidos pelo Instituto Nacional de Meteorologia – INMET. A estação do Instituto Nacional de Meteorologia é composta por uma estação automática situada no bairro Mecejana e dispõe de registros diários desde o ano de 2010, a outra é uma estação de superfície situada no bairro Canarinho que possui registros climatológicos desde o ano de 1923. Já os dados fornecidos pelo aeroporto de Boa Vista são gerados por uma estação automática e fornecidos pelo Instituto de Controle do Espaço Aéreo – ICEA da Força Aérea Brasileira.

O clima da região é regulado por duas massas de ar, a Equatorial Continental (mEc) e a Massa Equatorial Atlântica (mEa). Segundo Mendonça e Danni-Oliveira

(2007), a massa Equatorial Continental tem origem na Amazônia Ocidental e sua atuação está associada à posição do equador térmico, que acompanha o zênite solar, seguindo também o posicionamento da Zona de Convergência Intertropical. Na região, a ação da mEc ocorre principalmente entre os meses de abril e setembro, quando o eixo do equador solar se encontra voltado para o Hemisfério Norte.

A massa de ar Equatorial Atlântica (Norte) tem origem no Anticiclone de Açores, no Atlântico Norte (MENDONÇA; DANNI-OLIVEIRA, 2007), e tem atuação destacada sobre a região entre os meses de novembro a março, durante a vigência da estação seca (EVANGELISTA et al., 2008; SANDER, 2015). Sua atuação na região se deve basicamente a aproximação do centro de ação positivo de Açores ao equador geográfico, puxado pelo deslocamento do equador térmico para o Hemisfério Sul.

Esta condição determina a ação de ventos alísios no Nordeste da América do Sul que penetram pela Guiana seguindo um corredor de baixa topografia que favorece o deslocamento da coluna de ar para o Nordeste de Roraima. Tal condição implica na presença constante de ventos na região, denominados localmente de Cruviana, ao longo da maior parte da estação seca e favorecem a dissipação da umidade e redução das chuvas em tal período.

4.2 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

A metodologia desta pesquisa foi dividida nas seguintes etapas:

- **Base de Dados:** As informações foram obtidas por meio do Banco de Dados Meteorológicos para Ensino e Pesquisa (BDMEP) disponibilizado pelo Instituto Nacional de Meteorologia (INMET).
- **Preenchimento de falhas:** Obedecendo aos critérios metodológicos de preenchimentos de falhas para dados de temperatura máxima e mínima usando a categoria *dentro da estação* como explicitado por DeGaetano et al (1993):

A categoria *dentro da estação* baseia-se em registros anteriores de dados de temperatura e nos dias subsequentes para estimar valores de dados faltantes. Um exemplo deste enfoque seria a substituição de uma temperatura máxima faltante. Um exemplo deste enfoque seria a substituição de uma temperatura máxima faltante de 20 de junho com a média registrada no dia 19 de junho e 21 de junho.

O método *dentro da estação* foi aplicado apenas para dados de médias mensais que apresentaram até três meses de falhas. Os anos que apresentarem falhas superiores a esse valor foram descartados, pois os valores estimados não podem igualar ou exceder $\frac{1}{4}$ dos dados em um ano. Para os valores de precipitação, insolação/horas de sol e

cobertura de nuvens foram utilizados apenas dados completos, pois essas informações não nos possibilitam estimativas.

- **Formação da série histórica:** a série história utilizada para análise foi composta por médias aritméticas mensais e anuais das temperaturas máximas e mínimas, índices pluviométricos, cobertura de nuvens e insolação ficando estabelecido como base a sequência de anos sem interrupções a partir de 1960 até o ano de 2016.
- **Médias Aritméticas Simples:** As médias mensais foram obtidas por meio da seguinte fórmula:

$$\bar{X} = \frac{(x_1 + x_2 + x_3 + \dots + x_n)}{n}$$

Onde:

\bar{X} É o valor médio que se pretende encontrar;

$(x_1 + x_2 + x_3 + \dots + x_n)$ Corresponde a soma de todos os elementos;

n Representa o número de termos.

- **Análise dos ENOS:** A classificação dos eventos ENOS é estabelecida pelo Climate Prediction Center - CPC determinando que para ser considerado um mês de El Niño ou de La Niña é necessário que a média aritmética dos valores da temperatura da Superfície do Mar – TSM por três meses consecutivos seja superior a 0,5°C positivos (para El Niño) e 0,5°C negativos (para La Niña).

As informações destes fenômenos foram compiladas e classificadas de acordo com a sua intensidade ficando estabelecido que:

Os valores médios da Temperatura da Superfície do Mar positivos concentrados entre as faixas:

0,5°C a 1,0°C = representa El Niño fraco;

1,1°C a 1,5°C = El Niño moderado;

1,6°C a 2,0°C = El Niño forte;

Acima de 2,0 = El Niño muito forte.

Já para os valores médios negativos concentrados entre as faixas:

-0,5°C a -1,0°C = La Niña fraca;

-1,1°C a -1,5°C = La Niña moderada;

-1,6°C a -2,0°C = La Niña forte;

Abaixo de - 2,0°C = La Niña muito forte.

5 – RESULTADOS

5.1 – SÉRIE HISTÓRICA DA TEMPERATURA DO AR DE BOA VISTA-RR.

A temperatura do ar é composta por temperaturas máxima e mínima. Sendo a primeira obtida no momento de maior elevação térmica do dia (por volta das 13 da tarde), a segunda registrada no momento de menor temperatura do dia (por volta das 5 da manhã). Esses registros ao longo da história concentram as informações necessárias para o acompanhamento do clima nos mais diversos pontos do globo.

5.1.1 – Análise das temperaturas máximas

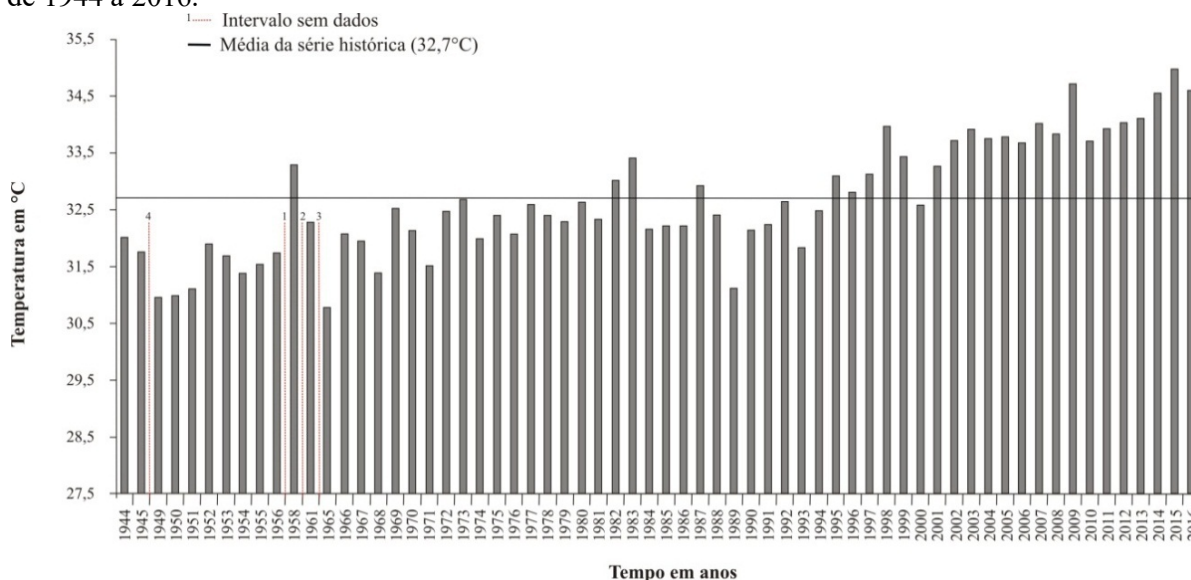
Os dados de temperaturas máximas do município de Boa Vista – RR são apresentados na figura 12 e abrange o período de 1944 a 2016 compreendendo um total de 72 anos. Para esse período de análise a média histórica encontrada foi de 32,7°C, confirmando os valores lançados por Mendonça e Danni-Oliveira (2007), que estabelece exatamente o valor de 32,7°C como média da temperatura para Boa Vista.

Sendo possível perceber também que a menor temperatura da série ocorreu no ano de 1965, quando atingiu a marca de 30,8°C e o maior valor no ano de 2015 atingindo os 35°C, isso faz com que a amplitude para esse período seja de 4,2°C.

A Figura 14 indica ainda que, desde o início da série histórica o comportamento da temperatura se mostra crescente. De início, esse crescimento é suave, mas com o passar do tempo tende a ser mais significativo, principalmente no final do século XX e início do século XXI. Outro ponto que cabe ser destacado é que grande parte dos valores anuais registrados em grande parte da série apresentam-se abaixo do valor médio (32,7°C), sendo este padrão quebrado em poucas exceções como nos anos de 1958, 1982/83 e em 1987.

A fase de crescimento mais acentuado tem início na década de 90, década que representa um marco no dinamismo térmico da cidade de Boa Vista. Pois a partir desse momento as médias anuais não ficaram mais abaixo da média histórica. Esta tendência crescente na década de 90 pode ser percebida e documentada por diversos autores como Marengo (2001); Marengo e Soares (2003); Pereira e Morais (2007); Molion (2008), que afirmam que essa década havia sido a mais quente já registrada, sendo superado nos anos de 2015/2016.

Figura 12: Comportamento das temperaturas Máximas da cidade de Boa Vista – RR para o período de 1944 a 2016.



Fonte: Elaborado a partir de dados obtidos em INMET (2017), ICEA (2017).

A única exceção nesse momento foi o ano de 2000 que registrou média anual de 32,6°C. As maiores temperaturas desse período são os anos de 1998 (34,0°C), 2009 (34,7°C) e 2015(35,0°C) respectivamente.

Aprofundando a análise, são identificados três momentos na série histórica de máximas, sendo descritas aqui como ciclos ou momentos de elevação térmica. O primeiro momentos apresenta-se entre os anos de 1944 a 1965, período que abrange vinte e um anos de duração se contados também as falhas em nove anos nos registros (FIGURA 13).

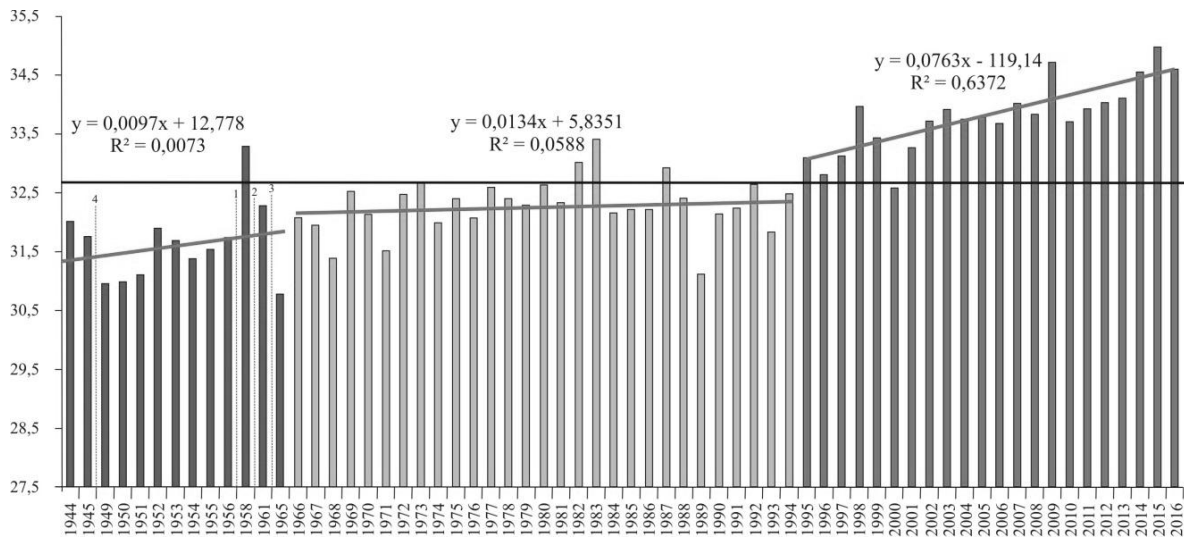
Neste ciclo é possível observar que a menor temperatura neste ciclo foi de 31,0°C e a maior 33,3°C, apresentando, assim, amplitude térmica de 2,3°C. A média encontrada neste ciclo girando em torno de 31,7°C, valor este abaixo da média estabelecida para a série histórica que é de 32,9°C.

O segundo momento de elevação das temperaturas máximas se deu entre os anos de 1966 a 1994, estendendo-se por um período de aproximadamente vinte e nove anos sem falhas nos registro das observações. Nesse intervalo de tempo os valores se mostram mais estável, com temperaturas variando entre 31,1 a 33,4°C expondo amplitude de 1,1°C e temperaturas médias para esse momento térmico de 32,5°C.

Cabe ressaltar que nestes dois períodos apenas em quatro anos (1958, 1982, 1983 e 1987) as temperaturas ultrapassaram a média histórica que é de 32,7°C, sendo

um ano presente no primeiro momento térmico e os outros três no segundo momento térmico de elevação.

Figura 13: Identificação dos momentos de elevação com linhas de tendências da temperatura máxima da cidade de Boa Vista – RR para o período de 1944-2016.



Fonte: Elaborado a partir de dados obtidos em INMET (2017), ICEA (2017).

A partir do ano de 1995, tem início o terceiro período do comportamento de máxima. Esse momento abrange, até o momento, 22 anos e não possui ausência de dados em sua observação. Isso possibilita analisar com maior segurança as médias que, notoriamente, aumentaram, atingindo valores anuais acima da média histórica.

Os valores verificados neste período variam entre o menor valor que foi de 32,6°C ao maior valor 35,0°C, apresentando variação de 2,4°C e média térmica girando em torno de 33,9°C. Se considerarmos a série como um todo, o valor da amplitude encontrado será de +4,2°C, ou seja, de 1944 até os dias atuais a temperatura máxima de Boa Vista teve um acréscimo de 4,2°C.

Analisando a tendência de crescimento das temperaturas máximas ao longo do tempo, o comportamento que apresentou maior correlação foi o terceiro ciclo térmico, pois nesse período foi identificado fortes índices de correlação entre as variáveis (tempo x temperatura) atingindo o valor de 63,7% como pode ser visto na Figura 13.

Já o segundo apresentou índice de determinação bem menor 5,9% de correlação, mostrando que ao longo dos anos os valores de temperatura variaram pouco ao longo do tempo. E o primeiro comportamento térmico apresentou o menor índice de determinação, apenas 0,7%. Dentro deste ciclo deve-se ter em conta as ausências de dados em nove anos de análise, o que interfere no

percentual do resultado, sendo considerada como correlação inexistente, ou seja, o crescimento da temperatura ao longo desses anos se praticamente não existiu.

5.1.2 – Análise das temperaturas mínimas

O comportamento médio anual da temperatura mínima (FIGURA 14) tende a se apresentar mais estável. Tal condição se deve basicamente ao fato da menor temperatura estar associada à ausência de radiação solar, tendo como fatores mais substanciais aqueles que interagem com a radiação terrestre pelo efeito da contra-irradiação. Apesar disso, os dados da série histórica indicam que, em algum grau, a temperatura média mínimas também tem apresentado progressão, especialmente a partir da década de 1980.

Apresenta como menor temperatura registrada o valor de 22,8°C e maior temperatura um pico de 26,6°C no ano de 1965, antecedido por outro grande pico no valor de 25,5°C no ano de 1952 dos quais ambos os comportamentos podem ser tomados como anômalos dentro da série por destoarem fortemente do restante das médias. Excetuando as temperaturas dos anos de 1952 e 1965 o valor máximo encontrado são as médias dos anos de 2015 e 2016, ambos marcando 25.1°C.

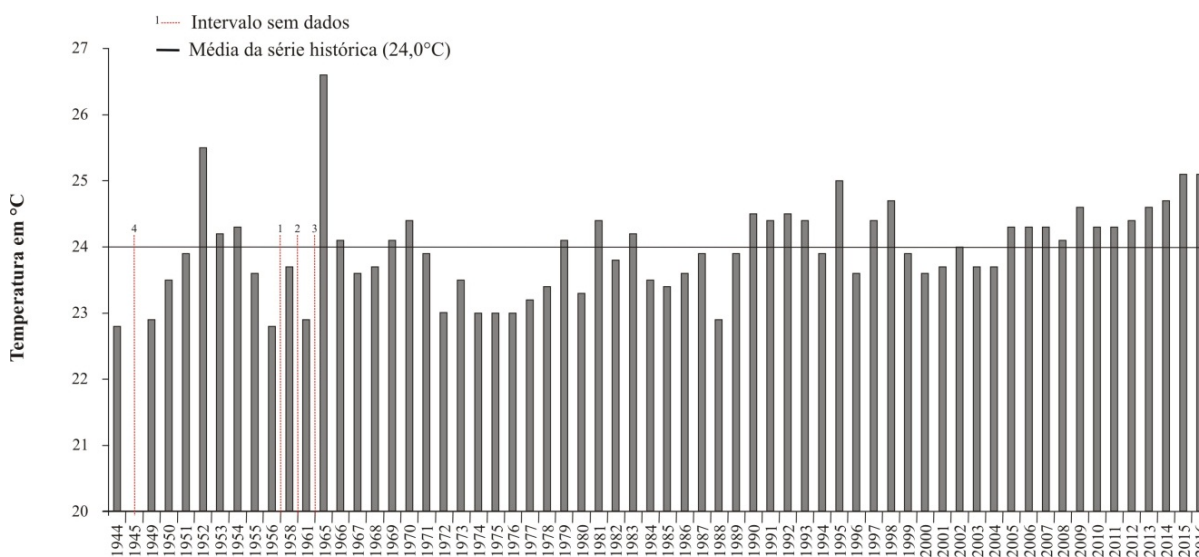
Uma das hipóteses para entender o porquê do comportamento anormal dos anos de 1952 e 1965 pode estar em falhas técnicas ou de observação, isso envolve desde valhas nos equipamentos (má calibração dos termômetros) ou mesmo problemas de instalação (abrigo meteorológicos danificados e falta de cobertura vegetal no solo) podem alterar os valores na hora da leitura fazendo com que os valores fiquem acima no normal.

Outra possibilidade para explicar o fato, talvez o mais possível, seja a descontinuidade das leituras, pois a ausência de funcionário para a observação leva a um reduzido número dados, fazendo com que os valores médios aumentem. Esse aumento pode ainda ser agravado caso os dias observados estejam dentro do período de estiagem na região.

Outra proposição seriam as influências de fenômenos climáticos, no entanto, o que se observa é que o ano de 1952 não houve influência de El Niño e La Niña (ver tabela capítulo 3) e no ano de 1965 o fenômeno El Niño atingiu o índice de forte intensidade nos meses de agosto a dezembro, final do período chuvoso e início do seco, período em que são registradas as maiores temperaturas na capital.

O que causa estranheza no fato, é que atualmente as temperaturas apresentam-se mais elevadas e são potencializadas pelos fenômenos do Pacífico e mesmo assim não atingem as marcas registradas em 1952 e 1965. Porém, não pode-se afirmar com maior convicção a hipótese de influencia natural por não haver registros de outros parâmetros como a precipitação, a umidade do ar, a radiação e a intensidade dos ventos no período em função de falhas e faltas de equipamentos nos períodos em destaque.

Figura 14: Comportamento das temperaturas mínimas da cidade de Boa Vista – RR para o período de 1944 a 2016.



Fonte: Elaborado a partir de dados obtidos em INMET (2017), ICEA (2017).

A Figura 15 apresenta ainda amplitude total de 3,8°C levando em conta o valor máximo de 1965. Porém, isentando esse valor, tido aqui como anômalo, terá como os anos de maior temperatura mínima 2015 e 2016, ambos com médias de 25,1°C o que nos daria, neste caso, uma amplitude de 2,3°C. A Figura 17 mostra ainda que a média geral da série de 24°C e que em todas as décadas apresentadas houve picos de temperaturas onde o valor médio foi superado.

Quando analisado o padrão de comportamento térmico das mínimas é possível observar a alternância entre períodos de temperatura mais alta, seguido por períodos de baixas. Tal condição é visível no século XX. Essa condição sai do padrão apontado acima a partir do ano 1999, com um tendência quase gradual de acréscimo da temperatura, com os valores mais elevados observados nos anos de 2015 a 2016.

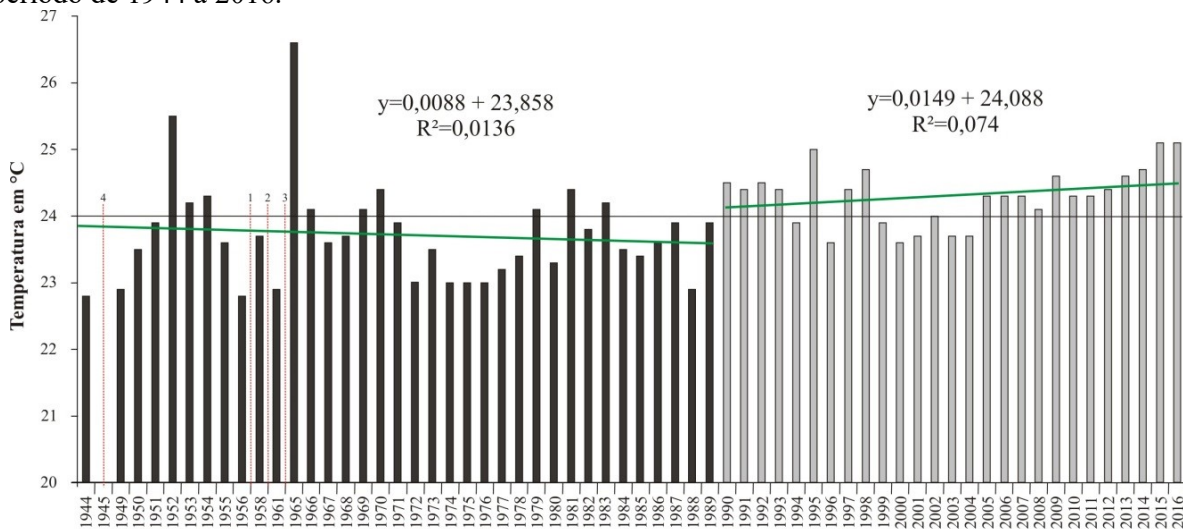
Esses picos apresentam-se por ciclos que tiveram seus registrados em vários momentos ao longo da série histórica, sendo o primeiro no início da década de 50, o segundo no final da década de 60 e início de 70, o terceiro no final de 1970 e início de 1980, o quarto nos anos 90 e por fim, o quinto que tem início no ano de 2006 até os tempos atuais sem sinalização de uma possível diminuição das médias anuais.

A Figura 15 mostra dois momentos distintos desta série, sendo o primeiro com início na década de 40 até o fim dos anos 80, onde as temperaturas registradas oscilavam entre os 22,9°C e 24,3°C (1,4°C de amplitude) sendo que em grande parte dos anos os valores ficaram abaixo da média geral (24°C).

Outro detalhe que chama a atenção foi à linha de tendência apresentando decréscimo para o período. Esse resultado, por outro lado, não representa a realidade de todo período. A eminente condição é fruto de dados elevados obtidos nos anos de 1952 e 1965, com temperaturas de 25,5°C e 26,6 °C respectivamente. Com a supressão destes anos nota-se uma leve tendência de progressão da temperatura para tal ciclo.

Além da identificação dos ciclos, a referida figura mostra ainda dois momentos da série histórica. O primeiro apresenta-se entre os anos de 1944 a 1989 concentra 36 anos da série, sendo que apenas 10% dos anos ultrapassaram o valor médio de 24,0°C, ficando 90% dos valores mínimos abaixo desse valor. Em função disso, o índice de determinação para esse período foi de decréscimo de 1,4%, ou seja, a temperatura apresentou redução quando comparado ao tempo.

Figura 15: Comportamento das temperaturas mínimas da cidade de Boa Vista – RR para o período de 1944 a 2016.



Fonte: Elaborado a partir de dados obtidos em INMET (2017), ICEA (2017).

O segundo momento se dá no início dos anos 90 até os dias atuais, abrangendo 26 anos onde 76% dos valores registrados ficam acima da média de 24,0°C caracterizando-se pela inversão do comportamento térmico apresentados até então. As temperaturas registradas passaram a exibir aumento onde se percebe um ligeiro acréscimo nas médias anuais, sendo o marco para essa elevação o ano de 2005 onde os valores registrados ficaram acima da média histórica, passando a variar entre 23,7°C e 25,1°C com médias de 24,3°C (1,4°C de amplitude) ficando, por fim, o índice de determinação para esse segundo momento apresenta crescimento dos valores com relação à média no valor de 7,4%.

Alterações semelhantes também podem ser observadas em outras cidade do Brasil, como as verificadas por Lima et al (2012), Blain et al (2009), Avila et al (2014), Alves et al (2010) e Akamine (2012) que afirma

(..) as médias das temperaturas máximas e mínimas calculadas para todo o período de 1933 a 2011 foram superiores às normais de 30 anos, nos períodos de 1933 a 1960 e 1960 a 1990. De acordo com o IAG/USP, a análise estatística da evolução da temperatura média anual apresentada na série histórica de 79 anos da Estação Meteorológica, indica tendência significativa crescente, tanto nas médias de temperaturas máximas, médias e mínimas.

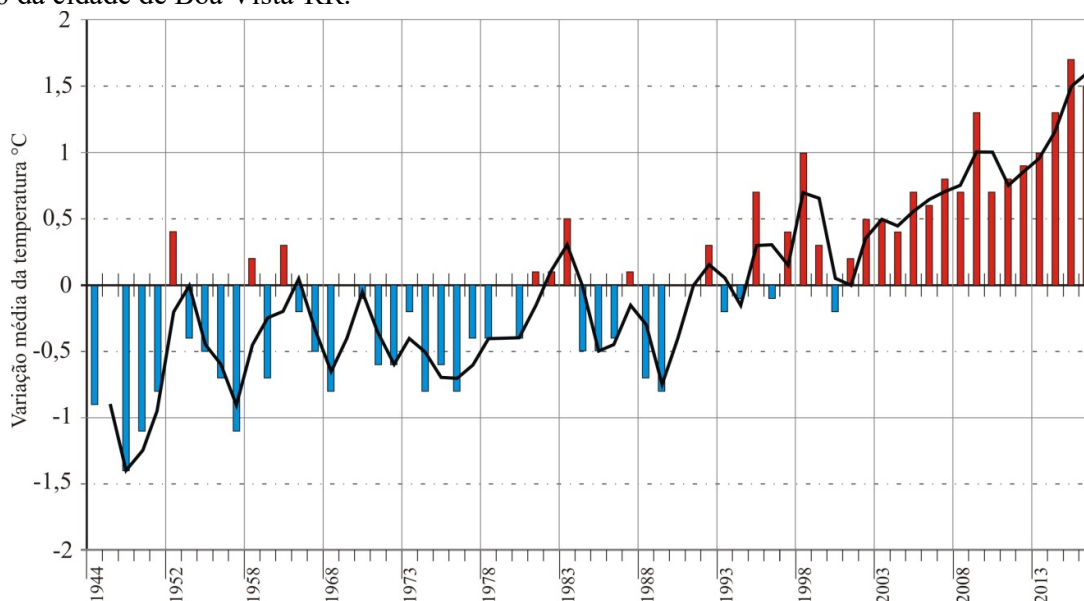
Desta maneira, pode ser constatado um aumento real nos valores de temperatura a partir do início do século XXI tanto em Boa Vista como em outras localidades do país para os valores de temperaturas máximas (63,7%) como para os valores de temperatura mínima (7,4%). Cabendo a partir dessa constatação a reflexão sobre os possíveis causadores desse comportamento.

5.1.3 – O aumento médio da temperatura

Após a verificação dos comportamentos máximos e mínimos passamos para a verificação do comportamento médio e nesta analisando a média geral para a série histórica é de 28,4°C. A Figura 16 representa a evolução desse comportamento destacando que a menor temperatura da série foi registrada no ano de 1949 (26,9°C) ficando 1,5°C abaixo do valor médio. A maior temperatura foi registrada no ano de 2015 (30,0°C) ficando 1,6°C acima da média geral totalizando um aumento médio de 3,1°C.

Representando uma mudança nos padrões térmicos registrados, o que confirma a existência de duas fases: A primeira de temperaturas mais amenas apresenta-se do ano de 1944 ao fim da década de 1980 sendo observada a redução gradual das médias, apresentando picos esporádicos acima do padrão normal nas décadas de 50 e 60 e posteriormente repetido ao final da década de 70 e início da década de 80.

Figura 16: Comportamento médio da temperatura do ar para o período histórico de 1944 a 2016 da cidade de Boa Vista-RR.

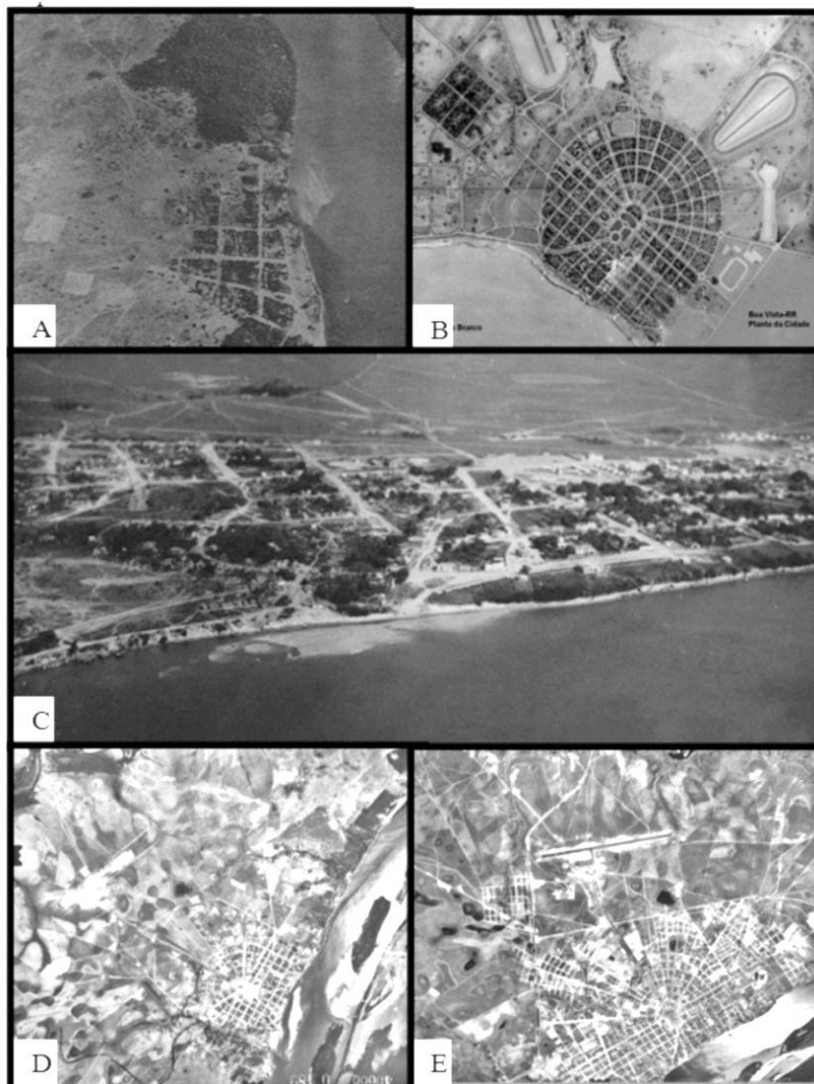


E a segunda apresenta o constante aumento das temperaturas da cidade de Boa Vista, saindo de uma variação de $-1,4^{\circ}\text{C}$ se comparado à média aqui estudada ($28,4^{\circ}\text{C}$) para a marca de $+1,7^{\circ}\text{C}$, sendo identificado que a cada década as temperaturas aumentaram $9,7\%$ ($0,3^{\circ}\text{C}$) em relação à média, o que provocou a mudança de padrão (saindo de temperaturas abaixo da média para valores acima da média) a partir da década de 90 as temperaturas ficaram sempre acima da média.

Uma das suposições para essa mudança de padrão pode está relacionada ao fato de que até a década de 40, o município de Boa Vista apresentava características ainda muito fortes do meio rural além de possuir um baixo índice populacional. Somente a partir de 1943, com a criação do Território Federal do Rio Branco, a localidade passa a ser um grande atrativo populacional, tanto para os que estavam em outras localidades do estado como para pessoas vindas de outras localidades do país.

A evolução desse processo pode ser visto na Figura 17, onde as ruas deixam de apresentar o traçado primário e passam a tomar ares de núcleo urbano em desenvolvimento com ruas mais amplas, aumento do número de construções, área destinada à atividade comercial e residencial.

Figura 17: A- 1924, arruamento inicial da Cidade de Boa Vista; B – Planta baixa do projeto urbanístico da cidade elaborado por Darci Ribeiro em 1944, C – Década de 50, início da expansão urbana; D- Década de 60, Plano urbanístico finalizado; E- Década de 70, expansão urbana para além dos limites previstos no plano urbanístico.



Fonte – Acervo Antônio Tourino de Rezende Veras

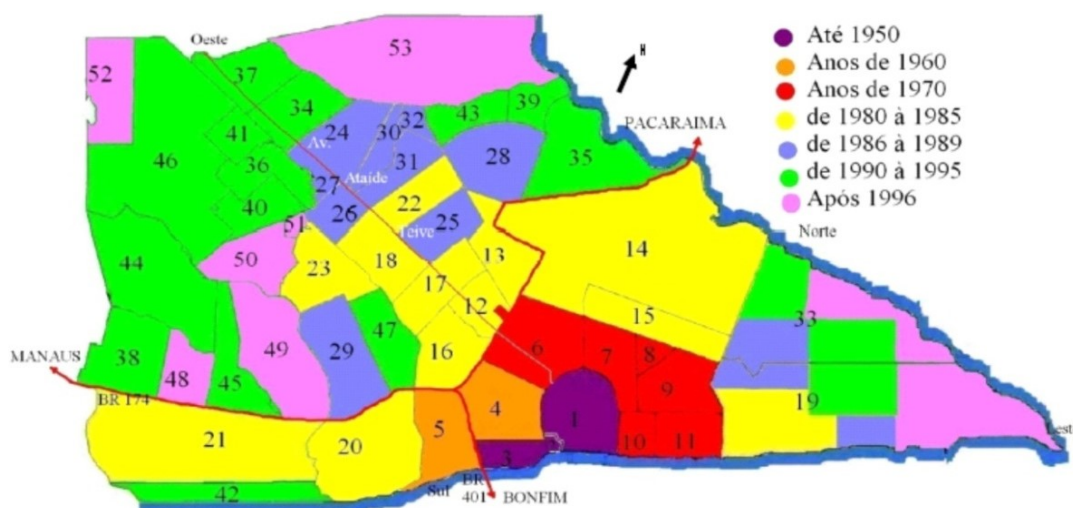
Relacionando os momentos de expansão urbana com o as informações da Figura 18 a década de 40 a 50 o município de Boa Vista apresentava apenas três bairros: O centro, o Caetano Filho e Calungá. Nesse período a temperatura média da capital (conforme os dados apresentados) era de $28,7^{\circ}\text{C}$ cabendo ressaltar que esse valor teve como base apenas os anos de 44, 45 e 49 fazendo com que as temperaturas apresentadas não correspondam de maneira fidedigna a realidade do período. Já a década de 50, que apresenta um registro de nove anos esse valor cai para $27,8^{\circ}\text{C}$ o que nos dá uma redução de $1,1^{\circ}\text{C}$ e representa de maneira mais correta o período.

Na década de 1960 mais dois bairros surgiram: São Vicente e o bairro 13 de Setembro, nesse período o acréscimo na temperatura foi de $0,2^{\circ}\text{C}$ fazendo com que a média das temperaturas nessa

década atingisse os 28°C. Já o período dos anos 70, há uma expansão mais significativa do espaço urbano. Foram criados mais seis bairros na capital: Mecejana, São Francisco, 31 de Março, Aparecida, São Pedro e Canarinho. Isso pode ter refletido no aumento médio de 0,3°C na temperatura local, passando a registrar 28,3°C a partir de então (VALE, 2007).

A década de 80 foi um dos períodos de maior expansão urbana com o surgimento de 22 bairros concentrados basicamente na zona oeste da cidade. Conforme Vale (2007), os bairros criados nesse período foram: Liberdade, Jardim Floresta, Aeroporto, Bairro dos Estados, Pricumã, Buritis, Asa Branca, parte do Caçari, Marechal Rondon, Distrito Industrial, Tancredo Neves, Joquei Clube, Silvio Leite, Caimbé, Cambará, Nova Canaã, Caranã, Centenário, Jardim Primavera, Santa Tereza, Psicultura e parte do Paraviana. No entanto, essa expansão não refletiu nas temperaturas, pois elas apresentaram redução de 0,2°C, marcando nesse período 28,1°C em média.

Figura 18: Mapa de evolução urbana da cidade de Boa Vista- RR.



Fonte: Vale (2007).

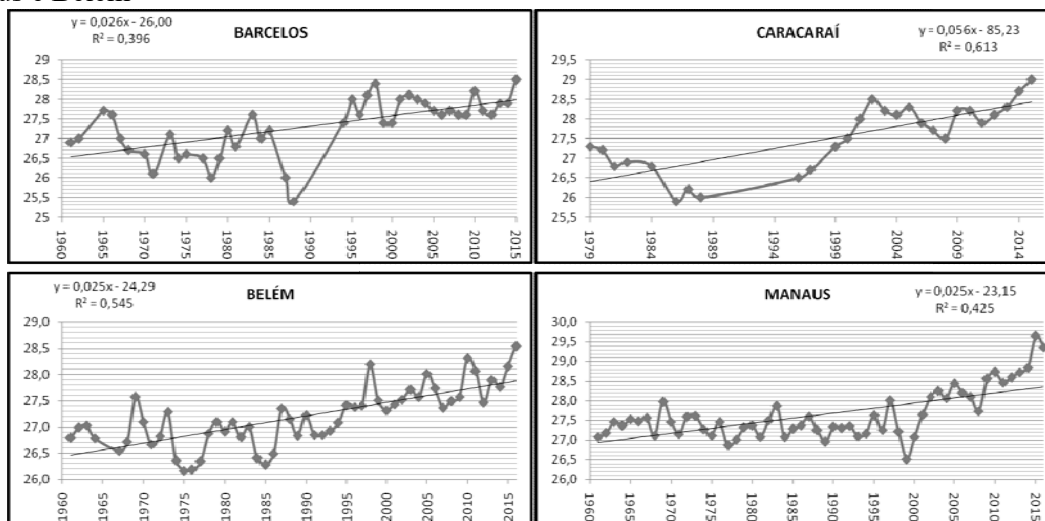
Já as décadas de 90 e anos 2000 as temperaturas tornaram a aumentar e a cidade de Boa Vista teve nesse período o acréscimo de mais 23 bairros (FIGURA 18). A partir dos anos 90 as médias de temperatura saíram da marca dos 28,6°C para 28,9°C nos anos 2000 aumentando, assim, as médias em 0,8°C em duas décadas. Atualmente, a média térmica sofreu nosso acréscimo, atingindo a marca de 29,4°C, ou seja, 0,5°C mais quente que a década anterior.

Desta forma, essas alterações das formas de uso e ocupação do solo foram modificando a paisagem que, gradativamente, foi deixando de ser predominantemente rural para dar início ao seu processo de urbanização. Desta forma, Souza (2008), corrobora ao afirmar que as mudanças no

Balço Energético em Superfície (BES) podem ser geralmente observadas nas áreas urbanas, onde ocorre a diminuição na radiação solar refletida e o aumento na emissão de radiação infravermelha, dando origem ao que chamamos ilhas de calor urbanas (ICU) acentuando o processo de aquecimento ao longo das décadas.

A outra hipótese sugere que as mudanças ocorridas após a década de 90 decorrem de alterações que vão além da influência antrópica e seguem padrões naturais e cíclicos, sendo a elevação das temperaturas uma realidade observada local, regional e globalmente como podemos identificar na análise das series históricas da Figura 19, onde são identificadas tendências de aumento das temperaturas médias em municípios próximos a Boa Vista e em outras capitais da região norte.

Figura 19: Tendência de aumento médio das temperaturas nos municípios de Caracarái, Barcelos, Manaus e Belém

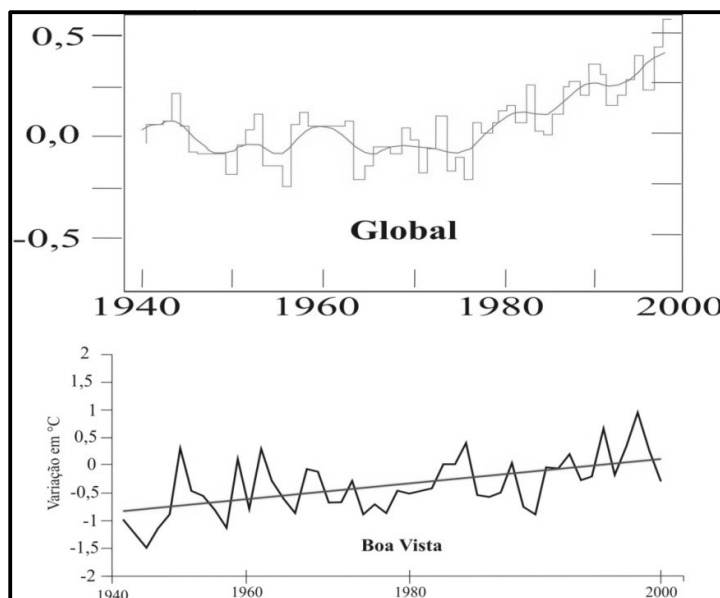


Fonte – Elaborado a partir de dados fornecidos por INMET (2017)

As mudanças globais são destacadas por Singer e Avery (2005) ao afirmarem que durante os últimos 20 anos, cientistas acumularam forte evidência física de que a Terra gira constantemente através de um ciclo climático de 1.500 anos marcado pela alternância de períodos quentes e frios. Jones et al (1999), em estudo feito sobre as temperaturas globais afirma que durante dois períodos de 20 anos, 1924-1944 e 1978-1997 as temperaturas globais aumentaram $0,37^{\circ}\text{C}$ e $0,32^{\circ}\text{C}$ respectivamente.

Fazendo um recorte do gráfico apresentado por Jones et al (1999) e comparando com os dados obtidos em Boa Vista (FIGURA 20), pode-se identificar, em nível local, a tendência de elevação verificada em nível global para o mesmo período.

Figura 20: Comparativo das variações médias de temperaturas do ar global e local



Fonte: Adaptado de Jones et al (1999).

Corroborando com a possibilidade de mudanças que transcendem a hipótese antrópica Molion (2005) ao afirmar que a última fase fria da ODP ocorreu no período de 1947-1976 e a fase quente se estendeu de 1977 a 1998. Apresentando assim, certa similaridade com os dados aqui obtidos e abrindo caminho para uma análise muito mais ampla sobre a climatologia local.

5.2 HISTÓRICO DOS ELEMENTOS CLIMÁTICOS DE BOA VISTA- RR

O município de Boa vista tem suas características climáticas determinadas pela faixa intertropical do globo apresentando peculiaridade sem seus índices de precipitação, umidade, horas de sol e cobertura de nuvens dentro do regionalismo amazônico.

Por estar situada na faixa central do planeta, suas características encaixam na definição dada por Ayoade (1988) ao afirmar que as áreas tropicais do mundo são caracterizadas pela ausência da estação fria e pela amplitude térmica considerável (...), sendo as estações definidas com base nos totais de precipitação.

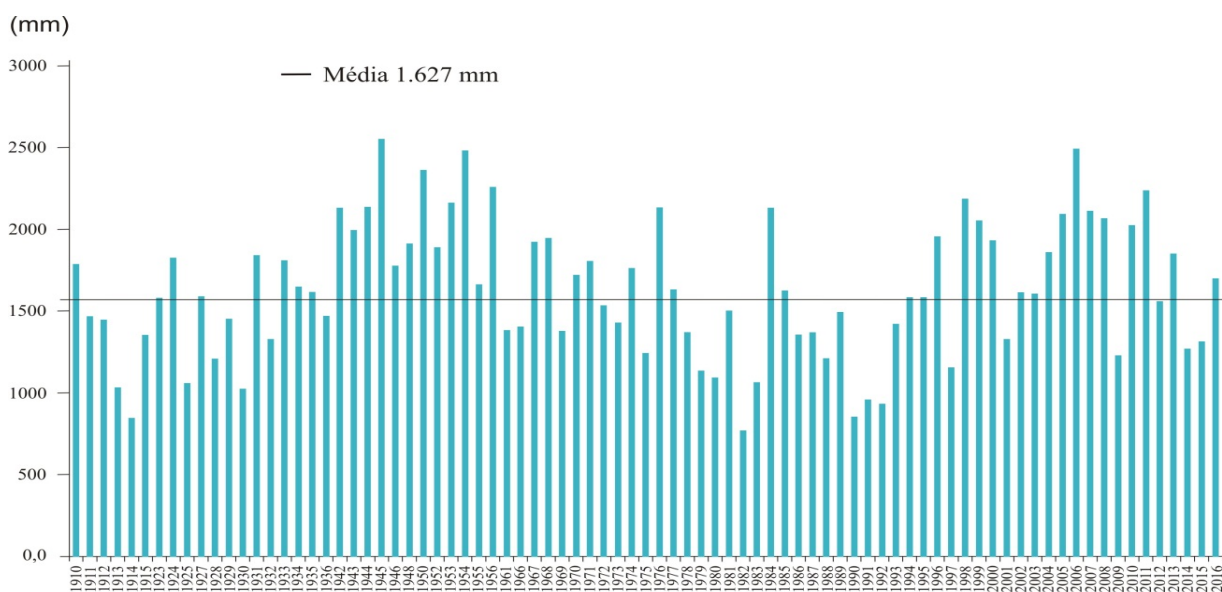
Desta forma, este capítulo se destina a analisar o comportamento histórico da precipitação, Umidade relativa do ar, insolação e Nebulosidade na tentativa de compreende a interação de tais elementos com a temperatura.

5.2.1 Precipitação

Para fins meteorológicos Ayoade (1988) define como precipitação toda e qualquer deposição em forma líquida ou sólida derivada da atmosfera como a chuva, a neve, o granizo, geada, orvalho e o nevoeiro. No entanto, para os trópicos a amplitude do termo não se adequa pelo fato de não serem registradas, em baixas latitudes, a ocorrência de precipitações na forma de neve e granizo¹⁰ de maneira significativas.

Sendo assim, o município de Boa Vista apresenta condições de precipitação exclusivamente pluviométricas com dois períodos bem marcados: um seco e outro úmido. Tendo em vista que a cidade de Boa Vista encontra-se no hemisfério norte o seu período seco tem ocorrência nos meses de outono/inverno e início da primavera, ou seja, de Setembro a Março (FIGURA 21). Já o período chuvoso tem início em meados da primavera e seu ápice no verão (Abril a Agosto) e apresenta média anual de 1.627 milímetros ao ano como mostra a Figura 23.

Figura 21: Série histórica de precipitação do Município de Boa Vista – RR



Fonte: Elaborado a partir dos dados de INMET (2017), ICEA (2017) e Barbosa e Ferreira (1997).

¹⁰A Amazônia tem registros anuais de precipitações em forma de granizo pela associação de fatores (condições de temperatura, umidade e pressão) que colaboram com a formação de nuvens do tipo Cb (cumulonimbus) capazes de provocar pancadas de chuvas, fortes rajadas de ventos e, não muito raro, a precipitação em forma de granizo.

O ano com menor registro pluviométrico foi o de 1982 que apresentou total anual de 764 mm, já o maior índice foi registrado no ano de 1945 com 2.554 mm desta forma pode ser obtido uma amplitude de 1.790 mm. Do total de anos analisados nesta série (81anos) 54,3% dos valores anuais da série estão com os índices abaixo do valor médio de 1.627 mm e 45,7% ultrapassaram a média deixando bem nítidos a existência de ciclos.

Silva et al (2015) destaca que:

O primeiro ciclo seco (o primeiro da série) apresentou duração aproximada de 31 anos, cobrindo o período de 1910 (primeiro ano de levantamento da série) a 1941(...) O segundo ciclo seco compreendeu o período de 1961 a 1997, com duração de 37 anos, tal período apresentou pluviosidade média de 1.468,1 mm (...) O primeiro ciclo úmido, por outro lado, marcou o período de maior excedente hídrico da série. Com dados mensurados entre 1942 e 1956, tal período apresentou uma média de 2.110 mm (...) O segundo ciclo úmido, apesar de menos imponente, também evidenciou diferenças substanciais quando comparado a média histórica, assim como aos ciclos secos. Com uma pluviosidade média de 1.890,3 mm tal ciclo apresentou uma pluviosidade 15,42 % (252,6 mm) superior à média histórica.

Sendo que esses ciclos sofrem influências significativas dos fenômenos como o El niño e o La niña.

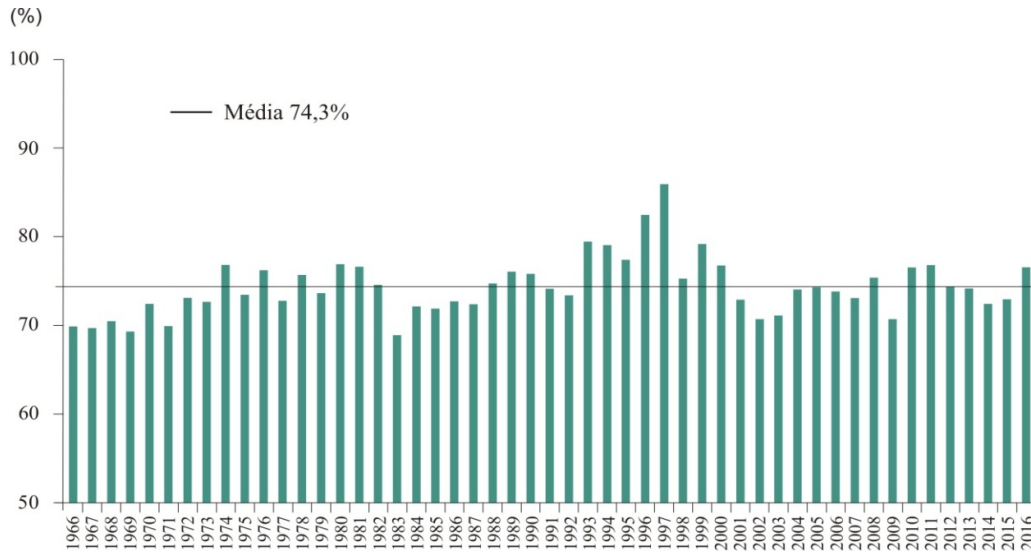
5.2.2 – Umidade Relativa do Ar (URA)

O elemento umidade do ar é a medida que indica o teor real de umidade de uma amostra de ar como porcentagem do contido no mesmo volume de ar saturado na mesma temperatura (BARRY, CHORLEY, 2013) sendo de extrema importância em nosso cotidiano pois, é essencial para a manutenção da saúde humana, animal e para o desenvolvimento vegetal.

O município de Boa Vista –RR, que está localizado em latitudes tropicais, apresenta elevados índices de temperatura e, conseqüentemente, de umidade durante todo o ano como pode ser observado na Figura 24, onde índices de URA apresentam-se com médias anuais sempre superiores a 60%.

Com uma série histórica datada de 1966, a URA apresenta 51 anos de dados válidos (sem falhas), desta forma, pode-se dizer com maior precisão as características comportamentais desse elemento climático que tem valor médio histórico fixado em 74,3% (FIGURA 22).

Figura 22: Série histórica da umidade relativa do ar da cidade de Boa Vista – RR



Fonte: Elaborado a partir dos dados de INMET (2017), ICEA (2017)

Ao longo de toda a série os valores anuais se mantiveram sempre igual ou acima de 70%, com exceção dos anos de 1969 e 1983 em que os valores registrados foram de 69%. Os maiores valores podem ser vistos nos anos de 1996 e 1997, anos que antecederam um dos maiores períodos secos do município.

A amplitude da série histórica foi de 17%, podendo os valores médios Anuais oscilarem entre 70% e 75% isso nos dá como valor médio histórico a taxa de 74,3%. Apenas em períodos esporádicos esses valores foram excedidos isso indica a possibilidade da existência de ciclos em consequência dos valores de temperatura e precipitação ou mesmo de um período de maior circulação dos ventos na atmosfera local. Desta maneira, em toda a série apresentada o que se vê é que em 21 anos (41%) o valor médio foi ultrapassado e em 31 anos (59%) os valores permaneceram abaixo no esperado.

5.2.3 – Insolação

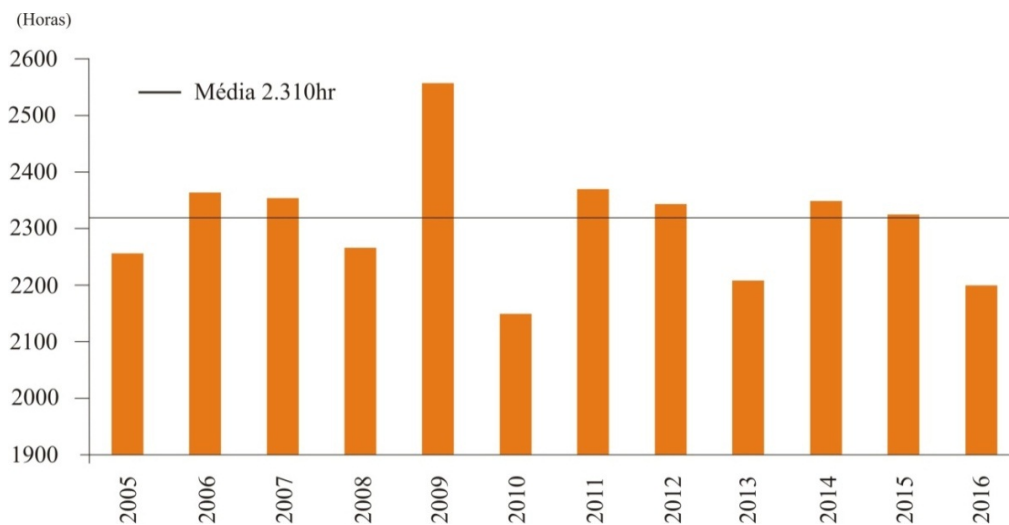
A radiação solar é a força motriz para muitos processos que vão desde a escala micro meteorológica até a grande escala ao promover o aquecimento diferencial do globo gerando a circulação atmosférica (BELÚCIO et al, 2014), constituindo-se em importante variável meteorológica em estudos de necessidade hídrica de culturas irrigadas, modelagem do crescimento e produção vegetal, mudanças climáticas (BORGES et al, 2010).

Em Boa Vista os índices de insolação ou horas de sol (FIGURA 23) apresentam a menor série histórica se comparado com os demais elementos, apenas 12 anos, sendo

que os demais anos que antecederam a série aqui apresentada continham falhas superiores a três meses ao ano.

Desta forma, dos anos validados para análise obtemos a média de 2.310 horas de sol ao ano. O ano de menor incidência foi o de 2010 que apresentou 2.148 horas de sol, já o maior índice foi o ano de 2009 ultrapassando 2.556 horas de sol o que nos dá uma amplitude de 408 horas. Essa variabilidade pode ser justificada pela maior ou menor presença de nuvens na atmosfera ao longo do ano, pois as nuvens representam o maior obstáculo para a passagem da luz solar nas proximidades do equador.

Figura 23: Série histórica dos índices de insolação da cidade de Boa Vista – RR.



Fonte: Elaborado a partir dos dados de INMET (2017).

Cabe ainda observar que existe a possibilidade da existência de padrões na dinâmica de insolação para a região, o gráfico expõe uma sequência composta por três período de dois anos acima da média (2006/2007, 2011/2012, 2014/2015) intercalados por anos abaixo da média (2005, 2008, 2010, 2013 e 2016) sendo o ano de 2009 um estado anômalo dentro da série que pode ter sido provocado por uma menor cobertura de nuvens neste ano, pois os índices de temperatura (máxima e mínima) foram elevados e os valores de precipitação e URA para o mesmo período foram, respectivamente, abaixo da média.

5.2.4 – Nebulosidade

A nebulosidade é o melhor expoente do processo de troca de calor e umidade entre a terra e o ar, informando sobre as condições que prevalecem na atmosfera a cada momento (CUADRAT E PITA, 2011).

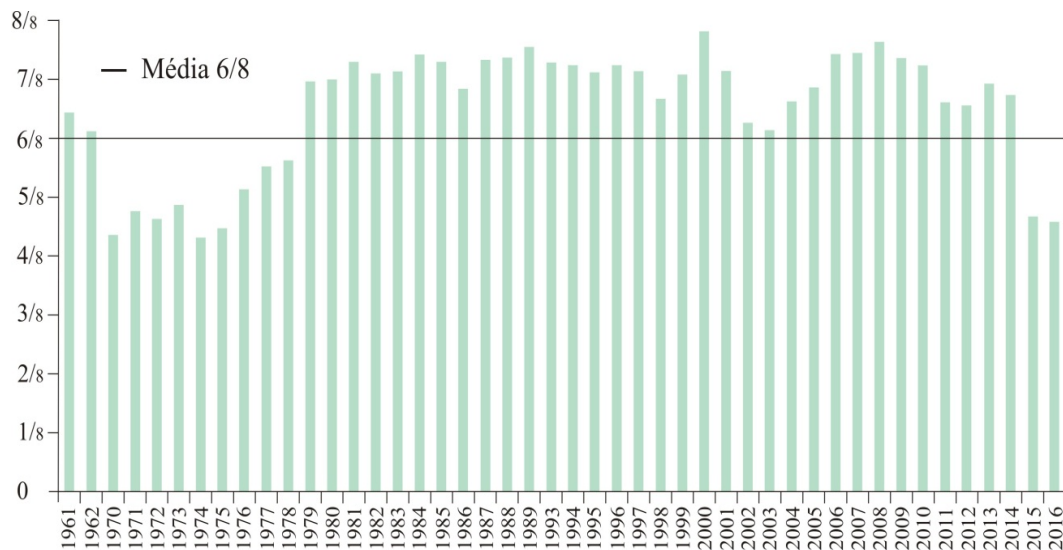
Com relação à nebulosidade, o que pode ser observado em na cidade de Boa Vista é que os registros apresentam uma sequência de dados válidos de 46 anos diferenciados em dois momentos (FIGURA 24): o primeiro, nos anos 70 a 78 período em que os registros marcam uma menor quantidade de nuvens ao longo do ano registrando entre 4 e 5 oitavos de cobertura.

O segundo, marcado no período de 79 a 2014, período em que o quantitativo de nuvens no céu ultrapassa os valores médios (6 oitavos) permanecendo na faixa de 7 a 8 oitavos por ano, para nos dois anos seguintes retornar aos valores similares ao do primeiro período.

Cabendo destacar que tais informações podem nos levar a uma análise errônea da condição de nebulosidade para a cidade de Boa Vista pois, não houve uma cobertura quase que total do céu ao longo de 35 anos seguidos. Os valores médios fazem com que as informações sejam distorcidas e encobrem as pequenas variações diárias sobre o elemento em análise fazendo com que prevaleça os maiores valores.

Além disso, cabe destacar que a obtenção das informações referentes a cobertura de nuvens é feita de forma sinótica, ou seja, feita por meio da avaliação de um observador. Isso pode fazer com que as reais condições sejam deturpadas ou mesmo mal avaliadas justificando assim a pouca variabilidade e os altos valores.

Figura 24: Série histórica da nebulosidade da cidade de Boa Vista – RR.



Fonte: Elaborado a partir dos dados de INMET (2017).

Desta forma, o que se pode entender na Figura 26 é a alta capacidade de formação de nuvens da cidade provocada pela convecção gerando, assim, um intenso aquecimento do ar, isso ocorre em consequência das elevadas temperaturas registradas na localidade e em função da maior ou menor intensidade dos ventos.

5.2.5 Interação da temperatura com os elementos climáticos em estudo

Ao longo do ano o comportamento mensal da temperatura sofre influência dos demais elementos em estudos: Precipitação, nebulosidade, horas de sol e umidade relativa do ar. Podendo ser percebido que seu comportamento adota um formato ondulatório, ou seja, iniciam o ano com valores elevados e nas proximidades do meio do ano esses valores decrescem para, posteriormente, voltarem a subir.

Se dividirmos o ano em quatro períodos distintos: Inverno (dezembro a fevereiro) Primavera (março a maio), Verão (junho a agosto) e outono (setembro a novembro) podemos identificar a maior ou a menor influência dos elementos aqui estudados.

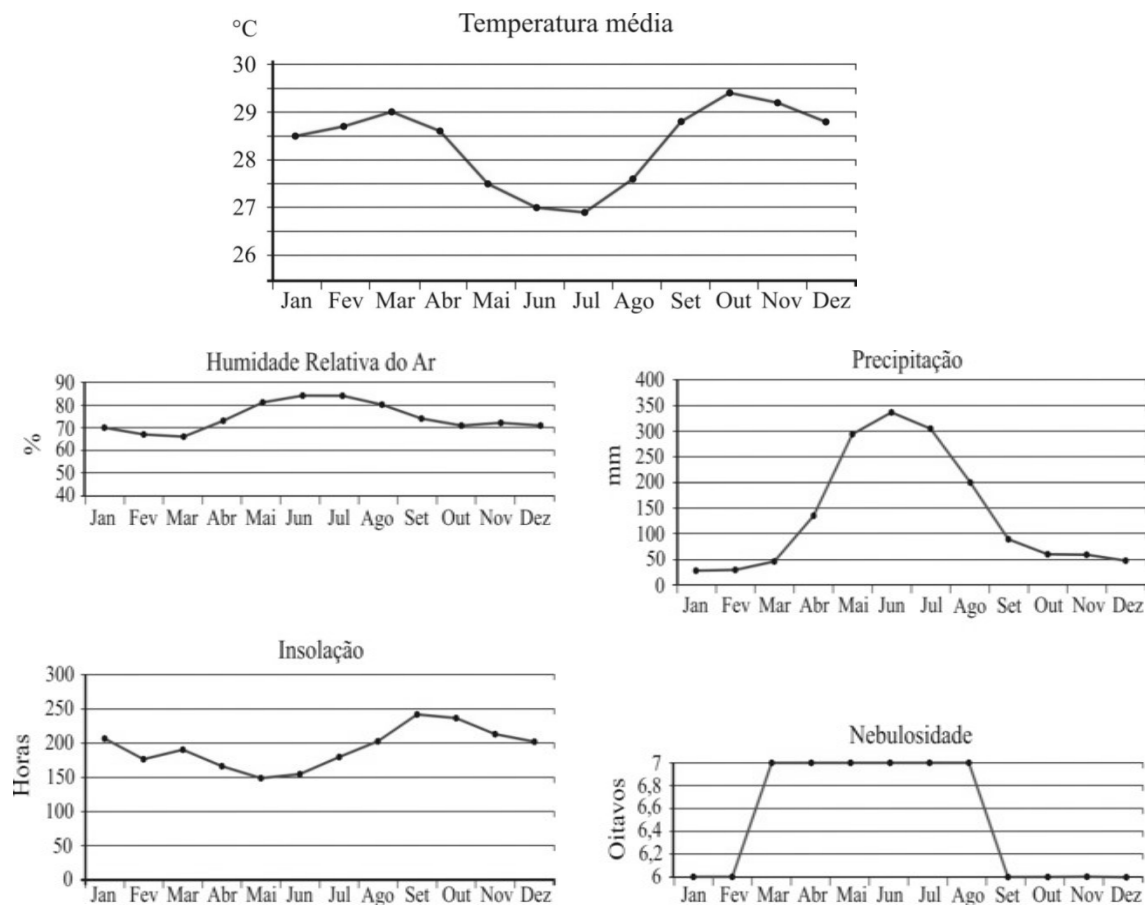
O período outonal boavistense (FIGURA 25), apresenta elevadas temperaturas por conta da alta incidência da radiação solar, que nessa época do ano atingem seu máximo de 200 a 250 horas de sol, somados ao baixo índice de cobertura de nuvens e de umidade no ar e o reduzido índice de pluviosidade que registra valores de 100mm a 50 mm ao mês. Essa combinação faz com que o ambiente se torne propício para a formação e propagação do calor nas camadas mais baixas da atmosfera.

No inverno, Boa Vista apresenta historicamente temperaturas entre 28°C e 29°C essas temperaturas são regidas ainda por forte influência da insolação que inicia seu período de decréscimo variando entre 200 e 150 horas de sol. Essa estação é marcada por ser a estação climática mais crítica pois, há pouca cobertura de nuvens que filtram a quantidade de energia que chega a superfície, os índices pluviométricos chegam ao seu extremo mínimo abaixo de 50mm por mês e umidade média acima de 60% o que contribui para a retenção de calor.

A primavera é o período em que as temperaturas deixam de ser regidas pelo elemento radiação e passam a ser determinadas pelos índices de precipitação que passam a variar de registros abaixo de 50mm para 300mm ao mês. A taxa de cobertura de nuvens atinge seu máximo médio de 7 oitavos servindo de denso filtro para a radiação. Conseqüentemente, os valores da temperatura para esse período sofrerão

queda de 1,5°C, saindo de 29°C para 27,5°C acompanhado das taxas de umidade relativa do ar que sai dos pouco mais que 60% para 80%.

Figura 25: Comparativo histórico anual dos elementos climáticos da cidade de Boa Vista – RR.



Fonte: Elaborado a partir dos dados de INMET (2017), ICEA (2017).

O verão ou período úmido da cidade de Boa Vista é o período do ano em que são registrados as menores temperaturas médias: 26,9°C. Período marcado pelos elevados índices de precipitação que atingem seu máximo próximo a 350 mm ao mês, nebulosidade (7 oitavos) e Umidade do ar de 85% até o mês de julho. Com a entrada do mês de agosto tem-se início o declínio desses valores. Marcadamente, agosto é um mês de transição em que se percebe um leve aumento das temperaturas e a redução dos índices de precipitação, o declínio da nebulosidade seguido da conseqüente elevação dos níveis de radiação solar.

5.3 – INFLUÊNCIA DOS ENOS SOBRE A TEMPERATURA DE BOA VISTA – RR

A complexidade de análise dos elementos que compõem o clima local não está

apenas na análise meramente numérica, mas abrange o entendimento de outros influenciadores que interagem com o clima e promovem alterações tanto em macro como em micro escala. Desta forma, pretende-se discutir neste capítulo o dinamismo das oscilações ocorridas no Pacífico sul que afetam de maneira contundente as temperaturas nas regiões situadas nas proximidades da linha do Equador.

Sendo assim, esse capítulo abordará em um primeiro momento como se dá a dinâmica dos fenômenos El Niño e La Niña ao longo da história para, posteriormente, relacionar tais fenômenos com a temperatura da cidade de Boa Vista – RR na tentativa de detectar como tal fenômeno vem colaborando para o processo de oscilação climáticas.

5.3.1 Histórico de El Niño-Oscilação Sul (ENOS)

O fenômeno El Niño – Oscilação Sul é caracterizado por apresentar duas fases: a fase quente (popularmente conhecido como El Niño) e a fase fria (conhecido por La Niña). Essas duas fases são definidas por Mendonça e Danni-Oliveira (2007) como sendo um fenômeno oceânico caracterizado pelo aquecimento e/ou resfriamento incomum das águas superficiais na porção central e leste do oceano Pacífico, nas proximidades da América do Sul, mais exatamente na costa do Peru.

Cunha et al (2011) também define o fenômeno em duas fases: a primeira marcada por ser um componente oceânico: El Niño e La Niña e o segundo, por ser um componente atmosférico: Oscilação Sul. Esse fenômeno é marcado por apresentar variação na pressão atmosférica na faixa tropical, ou seja, quando a pressão é alta no Oceano Pacífico ela tende a ser mais baixa no Oceano Índico (CUNHA et al, 2011).

A Figura 26 trás o registro histórico dos ENOS composta por 66 anos. Nesse período foram registrados 59 eventos de ENOS, sendo identificadas 42 fases quentes e 35 fases úmidas. De maneira geral, os fenômenos têm início no segundo semestre e seus terminos geralmente ocorrendo no primeiro semestre do ano seguinte como também observa Mendonça e Danni-Oliveira (2007) ao afirmarem que em termos sazonais, o fenômeno inicia-se com maior frequência no período que antecede o Natal.

Figura 26: Registro histórico da variação térmica nas águas do Oceano Pacifico que caracterizam os fenômenos El Niño e La nina e o percentual de ocorrência ao longo do ano.

Ano/Mês	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ
1950	-1.5	-1.3	-1.2	-1.2	-1.1	-0.9	-0.5	-0.4	-0.4	-0.4	-0.6	-0.8
1951	-0.8	-0.5	-0.2	0.2	0.4	0.6	0.7	0.9	1.0	1.2	1.0	0.8
1952	0.5	0.4	0.3	0.3	0.2	0.0	-0.1	0.0	0.2	0.1	0.0	0.1
1953	0.4	0.6	0.6	0.7	0.8	0.8	0.7	0.7	0.8	0.8	0.8	0.8
1954	0.8	0.5	0.0	-0.4	-0.5	-0.5	-0.6	-0.8	-0.9	-0.8	-0.7	-0.7
1955	-0.7	-0.6	-0.7	-0.8	-0.8	-0.7	-0.7	-0.7	-1.1	-1.4	-1.7	-1.5
1956	-1.1	-0.8	-0.6	-0.5	-0.5	-0.5	-0.6	-0.6	-0.5	-0.4	-0.4	-0.4
1957	-0.2	0.1	0.4	0.7	0.9	1.1	1.3	1.3	1.3	1.4	1.5	1.7
1958	1.8	1.7	1.3	0.9	0.7	0.6	0.6	0.4	0.4	0.4	0.5	0.6
1959	0.6	0.6	0.5	0.3	0.2	-0.1	-0.2	-0.3	-0.1	0.0	0.0	0.0
1960	-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	0.0	0.0	0.0	0.1	0.2	0.3	0.1	-0.1	-0.3	-0.3	-0.2	-0.2
1962	-0.2	-0.2	-0.2	-0.3	-0.3	-0.2	0.0	-0.1	-0.1	-0.2	-0.3	-0.4
1963	-0.4	-0.2	0.2	0.3	0.3	0.5	0.9	1.1	1.2	1.3	1.4	1.3
1964	1.1	0.6	0.1	-0.3	-0.6	-0.6	-0.6	-0.7	-0.8	-0.8	-0.8	-0.8
1965	-0.6	-0.3	-0.1	0.2	0.5	0.8	1.2	1.5	1.9	2.0	2.0	1.7
1966	1.4	1.2	1.0	0.7	0.4	0.2	0.2	0.1	-0.1	-0.1	-0.2	-0.3
1967	-0.4	-0.5	-0.5	-0.4	-0.2	0.0	0.0	-0.2	-0.3	-0.4	-0.3	-0.4
1968	-0.6	-0.7	-0.6	-0.4	0.0	0.3	0.6	0.5	0.4	0.5	0.7	1.0
1969	1.1	1.1	0.9	0.8	0.6	0.4	0.4	0.5	0.8	0.9	0.8	0.6
1970	0.5	0.3	0.3	0.2	0.0	-0.3	-0.6	-0.8	-0.8	-0.7	-0.9	-1.1
1971	-1.4	-1.4	-1.1	-0.8	-0.7	-0.7	-0.8	-0.8	-0.8	-0.9	-1.0	-0.9
1972	-0.7	-0.4	0.1	0.4	0.7	0.9	1.1	1.4	1.6	1.8	2.1	2.1
1973	1.8	1.2	0.5	-0.1	-0.5	-0.9	-1.1	-1.3	-1.5	-1.7	-1.9	-2.0
1974	-1.8	-1.6	-1.2	-1.0	-0.9	-0.8	-0.5	-0.4	-0.4	-0.6	-0.8	-0.6
1975	-0.5	-0.6	-0.7	-0.7	-0.8	-1.0	-1.1	-1.2	-1.4	-1.4	-1.6	-1.7
1976	-1.6	-1.2	-0.7	-0.5	-0.3	0.0	0.2	0.4	0.6	0.8	0.9	0.8
1977	0.7	0.6	0.3	0.2	0.2	0.3	0.4	0.4	0.6	0.7	0.8	0.8
1978	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	0.1	0.2	0.3	0.2	0.0	0.0	0.2	0.3	0.5	0.5	0.6
1980	0.6	0.5	0.3	0.4	0.5	0.5	0.3	0.0	-0.1	0.0	0.1	0.0
1981	-0.3	-0.5	-0.5	-0.4	-0.3	-0.3	-0.3	-0.2	-0.2	-0.1	-0.2	-0.1
1982	0.0	0.1	0.2	0.5	0.7	0.8	0.8	1.1	1.6	2.0	2.2	2.2
1983	2.2	1.9	1.5	1.3	1.1	0.7	0.3	-0.1	-0.5	-0.8	-1.0	-0.9
1984	-0.6	-0.4	-0.3	-0.4	-0.5	-0.4	-0.3	-0.2	-0.2	-0.6	-0.9	-1.1
1985	-1.0	-0.8	-0.8	-0.8	-0.8	-0.6	-0.5	-0.5	-0.4	-0.3	-0.3	-0.4
1986	-0.5	-0.5	-0.3	-0.2	-0.1	0.0	0.2	0.4	0.7	0.9	1.1	1.2
1987	1.2	1.2	1.1	0.9	1.0	1.2	1.5	1.7	1.6	1.5	1.3	1.1
1988	0.8	0.5	0.1	-0.3	-0.9	-1.3	-1.3	-1.1	-1.2	-1.5	-1.8	-1.8
1989	-1.7	-1.4	-1.1	-0.8	-0.6	-0.4	-0.3	-0.3	-0.2	-0.2	-0.2	-0.1
1990	0.1	0.2	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.4	0.4	0.3	0.4	0.4
1991	0.4	0.3	0.2	0.3	0.5	0.6	0.7	0.6	0.6	0.8	1.2	1.5
1992	1.7	1.6	1.5	1.3	1.1	0.7	0.4	0.1	-0.1	-0.2	-0.3	-0.1
1993	0.1	0.3	0.5	0.7	0.7	0.6	0.3	0.3	0.2	0.1	0.0	0.1
1994	0.1	0.1	0.2	0.3	0.4	0.4	0.4	0.4	0.6	0.7	1.0	1.1
1995	1.0	0.7	0.5	0.3	0.1	0.0	-0.2	-0.5	-0.8	-1.0	-1.0	-1.0
1996	-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	-0.4	-0.1	0.3	0.8	1.2	1.6	1.9	2.1	2.3	2.4	2.4
1998	2.2	1.9	1.4	1.0	0.5	-0.1	-0.8	-1.1	-1.3	-1.4	-1.5	-1.6
1999	-1.5	-1.3	-1.1	-1.0	-1.0	-1.0	-1.1	-1.1	-1.2	-1.3	-1.5	-1.7
2000	-1.7	-1.4	-1.1	-0.8	-0.7	-0.6	-0.6	-0.5	-0.5	-0.6	-0.7	-0.7
2001	-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	-0.1	0.0	0.1	0.2	0.4	0.7	0.8	0.9	1.0	1.2	1.3	1.1
2003	0.9	0.6	0.4	0.0	-0.3	-0.2	0.1	0.2	0.3	0.3	0.4	0.4
2004	0.4	0.3	0.2	0.2	0.2	0.3	0.5	0.6	0.7	0.7	0.7	0.7
2005	0.6	0.6	0.4	0.4	0.3	0.1	-0.1	-0.1	-0.1	-0.3	-0.6	-0.8
2006	-0.8	-0.7	-0.5	-0.3	0.0	0.0	0.1	0.3	0.5	0.7	0.9	0.9
2007	0.7	0.3	0.0	-0.2	-0.3	-0.4	-0.5	-0.8	-1.1	-1.4	-1.5	-1.6
2008	-1.6	-1.4	-1.2	-0.9	-0.8	-0.5	-0.4	-0.3	-0.3	-0.4	-0.6	-0.7
2009	-0.8	-0.7	-0.5	-0.2	0.1	0.4	0.5	0.5	0.7	1.0	1.3	1.6
2010	1.5	1.3	0.9	0.4	-0.1	-0.6	-1.0	-1.4	-1.6	-1.7	-1.7	-1.6
2011	-1.4	-1.1	-0.8	-0.6	-0.5	-0.4	-0.5	-0.7	-0.9	-1.1	-1.1	-1.0
2012	-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	-0.4	-0.3	-0.2	-0.2	-0.3	-0.3	-0.4	-0.4	-0.3	-0.2	-0.2	-0.3
2014	-0.4	-0.4	-0.2	0.1	0.3	0.2	0.1	0.0	0.2	0.4	0.6	0.7
2015	0.6	0.6	0.6	0.8	1.0	1.2	1.5	1.8	2.1	2.4	2.5	2.6
2016	2.5	2.2	1.7	1.0	0.5	0.0	-0.3	-0.6	-0.7	-0.7	-0.7	-0.6

ESCALA				
	Fraço	Moderado	forte	M.Forte
LA NIÑA				
EL NIÑO				
NEUTRO	SEM COR			

Fonte: Adaptado de CPC (2017).

Em análise mais aprofundada da Figura 28 obtêm-se as seguintes informações: 210 meses de El Niño (26,5%); 187 meses de La Niña (23,6%); 395 meses de neutralidade (49,9%), ou seja, sem a influência de ENOS, totalizando 792 meses de análises. Logo, temos uma maior ocorrência de períodos neutros, seguidos por períodos de El Niño com 23 meses a mais de ocorrências que o La Niña.

Apesar da impressão que temos de que tais fenômenos estão cada vez mais presentes em nosso dia a dia, a observação da Figura 28 nos mostra, por meio da contagem dos meses de ocorrência, que as décadas em que mais houve registro dos ENOS não foram as mais recentes e sim as décadas de 70 e 50. Onde, dos 120 meses que compõem as décadas, mais da metade, ou seja, 71 (59,2%) e 70 (58%) meses, respectivamente, foram ocupados por eventos de El Niño ou La Niña.

De maneira geral, os fenômenos de La Niña apresentam maior duração que os períodos de El Niño, porém o segundo ocorre com maior intensidade chegando aos níveis de *muito forte*, ou seja, com temperaturas acima de +2,1°C, em quatro momentos da série histórica: 1972, 1982/83, 1997/98 e 2015/16.

Já o La Niña, apresenta-se com maior ocorrência. Porém, sua intensidade alcança patamares aqui classificados como *forte*, ou seja, com temperaturas entre -1,6 e -2,0°C, em oito momentos da série histórica: 1955, 1973/74, 1975/76, 1989, 1998, 1999/2000, 2007/08 e 2010.

Outro ponto importante a ser destacado é a não identificação de padrão de recorrência de fenômenos de *forte* e *muito forte* intensidade, podendo o intervalo entre eles variar de 9 a 22 anos para El Niño e para La Niña de 1 a 17 anos. No entanto o que se observa é que nos anos em que o La Niña alcançou o patamar de forte intensidade o fenômeno tendeu a ocorrer igualmente no ano seguinte ou dois anos depois como pode ser vistos em 1974 e 1976, 1998 e 1999 e em 2008 e 2010.

Em última análise, como citado acima, destacamos o fato de os fenômenos El Niño tem início, no segundo semestre do ano prolongando-se por todo o primeiro semestre e termina igualmente no segundo. Já os eventos de La Niña, iniciam no segundo semestre e terminam no primeiro.

Este fato nos leva a um cuidado maior, pois o período final do segundo semestre e início do primeiro corresponde ao período de estiagem em Boa Vista e isso pode afetar significativamente nos índices de temperatura e precipitação da cidade fazendo com que os efeitos do El Niño e do La Niña sejam potencializados em decorrência do período do ano em que suas fases de maior ou menor intensidade ocorram.

5.3.2 – Impacto dos fenômenos ENOS sobre a temperatura

Sobrepondo as informações históricas de ENOS e temperatura média mensal pode-se obter a Figura 29, que mostra a evolução das temperaturas ao longo dos meses quando sob influência de El Niño e La Niña em suas diferentes intensidades.

Dessa maneira, temos que a temperatura média do período de 1950 a 2016 quando em meses de El Niño fraco é de 28,4°C, valor idêntico à média histórica da temperatura apresentada no capítulo 1. Nos períodos de La Niña fracos a temperatura média é de 28,2°C, ou seja, apresenta uma redução de 0,2°C (-0,7%) com relação à média histórica.

Durante os eventos de El Niño de intensidade moderada a média da temperatura passa a ser 28,7°C, acrescentando 0,3°C (+1,1%) à média da temperatura histórica. O mesmo não acontece em períodos de La Niña moderados em que os valores médios da temperatura permanecem em 28,2°C, ou seja menos 0,2°C (-0,7%) abaixo da media histórica.

Já nos períodos de El Niño forte, há uma variação maior, pois a média da temperatura é de 29,2°C, ou seja, a temperatura aumenta 0,8°C (+2,8%) enquanto que nos períodos de La Niña para este nível de intensidade a variação da temperatura com relação à média histórica é nula, pois a média fica em 28,4°C.

Por fim, o comportamento médio da temperatura para períodos de El Niño muito forte é de 29,9°C o que nos dá um acréscimo de 1,5°C (+5,3%). Já o La Niña não apresentou períodos com intensidade muito forte dentro desta série apresentada.

Cabe ainda destacar que não é percebido um aumentos na duração dos eventos ao longo do tempo, pois um único evento pode durar o mínimo de alguns meses e o máximo de 2 anos corridos variando com isso apenas o seu grau de intensidade. O que se pode afirmar na observação da Figura 27 é que houve aumento gradativo na duração dos eventos de El Niño com intensidade *muito forte* ao longo do tempo, saindo de dois meses de duração na década de 70, para três meses na década seguinte, 5 meses na década de 90 e 6 meses de duração no período de 2015/2016.

Já o La Niña de *forte* intensidade teve uma oscilação saindo de apenas um mês na década de 50, para cinco meses na década de 70, reduzindo para um e dois eventos nas décadas seguintes para um posterior aumento de 4 meses no ano de 2011.

Figura 27: Registro histórico das médias mensais de temperatura e ocorrência de fenômenos El Niño e La nina no período de 1950 a 2016.

Ao considerar os valores expostos na Figura 27 correlacionando eles com as variadas intensidades de ENOS identifica-se que em períodos de El Niño os meses de março, setembro outubro e novembro apresentam maiores temperaturas. Já nos períodos de La Niña as maiores temperaturas estão nos meses de outubro e novembro.

Outra observação feita mostra que anualmente os períodos de El Niño provocam aumento nos valores de temperatura de $0,2^{\circ}\text{C}$ quando comparado ao período de neutralidade. Já os períodos de La Niña comparado ao período de neutralidade provocam, anualmente, redução na temperatura na taxa de $0,1^{\circ}\text{C}$.

Quando observado mensalmente o mês de fevereiro é o que apresenta maior alteração com aumento de $0,5^{\circ}\text{C}$ quando comparado ao mesmo período de neutralidade seguido dos meses de agosto ($0,2^{\circ}\text{C}$), setembro ($0,3^{\circ}\text{C}$), outubro ($0,2^{\circ}\text{C}$), novembro ($0,4^{\circ}\text{C}$) e dezembro ($0,3^{\circ}\text{C}$).

Para os períodos de La Niña o mês de março é o que sofre maior alteração reduzindo a temperatura em $0,8^{\circ}\text{C}$, seguido pelos meses de janeiro ($0,6^{\circ}\text{C}$) e junho ($0,7^{\circ}\text{C}$). O período mais quente do ano (agosto a dezembro) apresentaram as menores alterações ficando em torno de $0,1^{\circ}\text{C}$.

Desta forma pode ser constatado que o período de El Niño quando analisado de maneira generalizante por meio de médias anuais e mensais e sem levar em conta as diferentes intensidades, pouco alteram os valores de temperatura. Já o período de La Niña causa maior influência reduzindo as temperaturas da cidade de Boa Vista.

6 – CONCLUSÃO

Em vista dos resultados apresentados é possível concluir que o comportamento da temperatura ao longo da série estudada apresentou valores médios de 32,7°C para as temperaturas máximas e 22,8°C para as temperaturas mínimas e 28,4°C de média geral. Sendo perceptível a tendência crescente de ambas as variáveis (máxima e mínima) a partir da década de 90 do século passado. Foi possível identificar ainda que a série histórica de temperaturas máximas apresentou três momentos de elevação da temperatura sendo o primeiro entre os anos de 1944 a 1965, o segundo entre 1966 a 1994 e o terceiro de 1995 aos dias atuais.

Já a série de temperaturas mínimas apresentou dois momentos bem marcantes, sendo o primeiro entre os anos de 1944 a 1989 e o segundo 1990 aos dias atuais. Outro fator observado é que a temperatura sofreu crescimento constante ao longo da série e que antes da década de 90 os valores anuais médios concentravam-se abaixo da média histórica e a partir desse momento os valores anuais passaram a se apresentar acima do valor médio em uma tendência crescente.

O histórico de precipitação apresentou média de 1.627 mm ao ano, sendo que o menor índice de precipitação ocorreu no ano de 1982 com apenas 764 mm e o maior índice ocorreu em 1945 com 2.554mm precipitados em um ano.

A Umidade relativa do ar apresenta-se ao longo da série estudada (1966 a 2016) sempre acima de 70% o que reflete o padrão de condição de uma cidade situada na região amazônica. Esse valor só não foi atingido em dois anos dentro da série: 1969 e 1983 com 69% cada um deles. Já os valores máximos puderam ser vistos nos anos de 1996 e 1997 período em que teve início uma das maiores secas no estado.

O índice de insolação apresenta serie história curta (12 anos) e indica um valor médio de 2.310 horas de sol ao ano. Estando a sua variação diretamente ligada aos índices de nebulosidade e precipitação ao longo do anos podendo existir a possibilidade de ciclos de dois anos cada de temperaturas mais altas intercaladas por médias anuais mais baixas.

A cobertura de nuvens da cidade de Boa Vista apresenta-se elevadas durante grande parte da série histórica, apresentando valores entre 7 e 8/ oitavos de cobertura. Porém, os altos valores anuais não se justificam quando comparados com os outros parâmetros climáticos.

O outono apresenta-se como o período mais quente do ano pela culminância de baixos valores precipitação URA e de cobertura de nuvens, além dos altos índices de insolação. Esse período de elevadas temperaturas perduram durante o inverno (Dezembro a fevereiro) que apresenta temperaturas médias de 28°C a 29°C. Essas elevadas temperaturas só são aliviadas na primavera e no verão com a elevação dos índices de precipitação, cobertura de nuvens e, conseqüentemente, os índices de URA, nesse período a média da temperatura atinge 26,9°C, ou seja, uma redução média de 2,1°C.

A análise do histórico de ENOS mostra que em 49,9% da série não houve controle de El Niño ou La Niña e que tais fenômenos ocorreram em 26,5% e 23,6% respectivamente ao longo da série. Constatou-se ainda que os períodos de La Niña acontecem com mais freqüência e maior duração, já o El Niño ocorre em um período menor, porém apresenta maior intensidade em função do período de incidência corresponder aos períodos mais secos no ano.

Os períodos de El Niño apresentam maior impacto nas temperaturas da cidade de Boa Vista com alterações que podem chegar a 5,3% de aumento médio quando analisado em períodos de intensidade muito forte. Já em períodos de La Niña, os efeitos são menores provocando redução na temperatura na taxa de 0,7% apenas quando analisado em períodos de fraca e moderada intensidade. Nos períodos de forte intensidade o grau de influência é nulo, pois a média de seus valores se iguala a média anual de 28,4°C.

7 – REFERÊNCIAS

- AKAMINE, T. Informes Urbanos. Departamento de Estatística e Produção de Informação. São Paulo, 2012. Disponível em http://smul.prefeitura.sp.gov.br/informes_urbanos/pdf/21.pdf Acesso em 15/01/2018.
- ARAÚJO, W. F., ANDRADE JÚNIOR, A. S., MEDEIROS, R. D. de & SAMPAIO, R.A. **Precipitação Pluviométrica Mensal Provável Em Boa Vista, Estado De Roraima, Brasil**. Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental, v.5, n.3, p.563-567. Campina Grande-PB. 2001.
- ALVES, L. M; COELHO, C. A. S; MELO, A. B. C; PESQUERO, J. F. **Condições climáticas observadas no Brasil em 2009**. Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais - INPE Centro de Previsão de Tempo e Estudos Climáticos – CPTEC, 2010.
- AVILA, L. F; MELLO, C. R; YANAGI, S. N. M; SACRAMENTO NETO, O. B. **Tendências de temperaturas mínimas e máximas do ar no Estado de Minas Gerais**. Pesq. agropec. bras., Brasília, v.49, n.4, p.247-256, abr. 2014.
- AYOADE, J. O. **Introdução à climatologia para os trópicos**. Rio de Janeiro. 2ª Edição - Editora Bertrand Brasil, 1988
- BARBOSA, R. I; FERREIRA, E. J. G & Castellón. **Distribuição das chuvas em Roraima**. Homem, Ambiente e Ecologia no Estado de Roraima. INPA – 1997.
- BARBOSA, R. I; FEARNSIDE, P. M. **Incêndios na Amazônia Brasileira: estimativa da emissão de gases do efeito estufa pela queima de diferentes ecossistemas de Roraima na passagem do evento El Niño**. ACTA AMAZONICA, Manaus, v. 29, n.4, p. 513-534, 1999.
- BARBOSA, R.I.; XAUD, M.R.; SILVA, G. F. N.; CATTÂNEO, A. C. **Cinzas na Amazônia: incêndios florestais reencontram Roraima**. Ciência Hoje, Rio de Janeiro, v. 35, n.207, p. 22-27, 2004.
- BARNI, P. E. **Cenários de emissões de gases de efeito estufa no estado de Roraima, Brasil (2000 a 2050)**. (Tese) Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia – INPA. Universidade Estadual do Amazonas – UEA. Amazonas, Manaus – 2014.
- BATISTA, A.N. **Políticas públicas e produção do espaço urbano de Boa Vista – Roraima(1988-2011)**. (Dissertação) Universidade Federal de Roraima - Boa Vista, 2013.
- BLAIN, G. C; PICOLI, M. C. A; LULU, J. **Análises estatísticas das tendências de elevação nas séries anuais de temperatura mínima do ar no Estado de São Paulo**. Bragantia, Campinas, v.68, n.3, p.807-815, 2009.
- BELÚCIO L. P; SILVA, A.P. N.; SOUZA, L. R; MOURA, G. B. A. **Radiação solar global estimada a partir da insolação para Macapá (AP)**. Revista Brasileira de Meteorologia, v.29, n.4, 494 - 504, 2014
- BENEVOLO, L. **História da Cidade**. Editora : Perspectiva S.A – 3ª edição, São Paulo, 1997.

BORGES, V. P.; OLIVEIRA, A. S.; COELHO FILHO, M. A.; SILVA, T. S. M.; PAMPONET, B. M. **Avaliação de modelos de estimativa da radiação solar incidente em Cruz das Almas, Bahia.** Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental, v. 14, p. 74-80, 2010

CAVALVANTI, A.P.B; VIADANA, A.G. **História do pensamento geográfico e epistemologia em Geografia.** GODOY, P.R.T. (org) [online]. São Paulo: Editora UNESP; São Paulo: Cultura Acadêmica, 2010.

CONTI, J.B. **A questão climática do nordeste brasileiro e os processos de desertificação.** Revista brasileira de Climatologia. Vol. 1, No 1. 2005.

CPC – Climate Prediction Center. National Weather Service. Disponível em: http://origin.cpc.ncep.noaa.gov/products/analysis_monitoring/ensostuff/ONI_v5.php
Acesso em 14/08/2017.

CUADRAT, J. M^a; PITA, M^a. F. **Climatologia.** 6^o edição - Ed.Cátedra. 2011.

CUNHA, G.R; PIRES, J. L. F; DALMAGO, G. A; SANTI, A; PASINATO, A; SILVA, A. A. G; ASSAD, E. D; ROSA, C. M. **El Niño/La Niña - Oscilação Sul e seus impactos na agricultura brasileira: fatos, especulações e aplicações.** Revista Plantio Direto, edição 121, Aldeia Norte Editora, janeiro/fevereiro de 2011. Passo Fundo, RS.

DANNI-OLIVEIRA, I. M. **Aspectos temporo-espaciais da temperatura e umidade relativa de Porto Alegre em janeiro de 1982; contribuição ao estudo do clima urbano.** (mestrado). Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas – SP, 1987.

DEGAETANO, A. T.; EGGLESTON, K. L.; KANAPP, W. W. A method to produce serially complete daily maximum and minimum temperature data for the Northeast. Ithaca, New York, Cornell University. Ithaca, v. 93 – 2, 1-9. Mai. 1993.

EVANGELISTA, R. A. O.; SANDER, C.; WANKLER, F. L. Estudo Preliminar da distribuição pluviométrica e do regime fluvial da bacia do rio Branco, estado de Roraima. In: SILVA, P. R. F.; OLIVEIRA, R. S. (Org.). **Roraima 20 anos: as geografias de um novo Estado.** Boa Vista: Editora da Universidade Federal de Roraima (EdUFRR), 2008.

FRANCO, E. M. S.; DEL'ARCO, J. O., RIVETTI, M. Geomorfologia da folha NA.20 Boa Vista. In: BRASIL. Departamento Nacional da Produção Mineral. Projeto Radam. Folha NA-20 Boa Vista e parte das folhas NA-21 Tumucumaque, NB-20 Roraima e NB-21: **geologia, geomorfologia, pedologia, vegetação e uso potencial da terra.** Rio de Janeiro: DNPM, 1975.

GALDINO, L. K. A. **Roraima: da colonização ao estado.** (Tomo I), Boa Vista: editora da UERR, 2017.

GOMES, N. A. **Mudanças Climáticas: Impactos Ambientais nos recursos Hídricos da Amazônia, Decorrentes de Seus Usos Múltiplos.** In: **Amazônia: Dinâmica do carbono e impactos socioeconômicos e ambientais.** Org. BUENAFUENTE, S. M.F. – Ed: UFRR, Boa Vista – 2010.

GOOGLE MAPS. **Digital Globe, CNES/ Airbus, Digital Globe, Dados do Mapa.** 1km de altitude. Brasil, 2018. Disponível em : <https://www.google.com.br/maps/dir///@2.7686451,60.6505059,11109a,35y,315.07h,35.91t/data=!3m1!1e3> acesso: 25/01/2018.

IBGE, Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Mapa do estado de Roraima – Geomorfologia.** Coordenação de Recursos Naturais e estudos Ambientais. 2005.

IBGE, Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Roraima- Boa Vista – Histórico.** Disponível em: <https://cidades.ibge.gov.br/painel/historico.php?codmun=140010> acesso em: 18/01/2018

ICEA – Instituto de Controle do Espaço Aéreo. **Sistema de geração e disponibilização de informações climatológicas – banco de dados climatológicos.** 2017 - Disponível em: <http://clima.icea.gov.br>.

INMET – Instituto Nacional de Meteorologia. **Base de dados Meteorológicos para Subsídios de Pesquisas.** 2017. Disponível em <http://www.inmet.gov.br/portal/index.php?r=bdmep/bdmep> Acesso em fevereiro de 2016.

IPCC, 2001: *Climate Change: The Scientific Basis. Contribution of Working Group I to the Third Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change* [Houghton, J.T.,Y. Ding, D.J. Griggs, M. Noguer, P.J. van der Linden, X. Dai, K. Maskell, and C.A. Johnson (eds.)]. Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA, 881pp.

IPCC, 2007: **Climate Change: The Physical Science Basis. Summary for Policymakers.** Contribution of Working Group I to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. Paris, February 2007. Disponível em: https://www.ipcc.ch/meeting_documentation/meeting_documentation_ipcc_sessions_and_ipcc_wgs_sessions.shtml

JONES, P. D; NEW, M; PARKER, D. E.; MARTIN, S. ; RIGO, I . G. **Air temperature and its changes over the past 150 years.** Review of Geophysics, - May 1999.

JURAS, I. A. G. M. **Relatório Especial Rio + 10 - O Plano de Ação de Joanes burgo.** Consultoria Legislativa. Novembro de 2002. Disponível em: <http://www2.camara.leg.br/a-camara/documentos-e-pesquisa/estudos-e-notas-tecnicas/arquivos-pdf/pdf/207993.pdf>. Acesso 17/01/2018

KAYANE, I. **Temperature Increase Due to the Expansion of Urban Area in Tokyo.** Tenki, 1960.

LIMA, C. B; SANTOS, R. F; SIQUEIRA, J. **Análise da variação das temperaturas mínimas para Cascavel – PR.** Acta Iguazu, Cascavel, v.1, n.3, p. 15-32, 2012.

LINDZEN, R. **Climate Science: Is it currently designed to answer questions?** Program in atmosphere, oceans and climate. Massachusetts institute of technology.2008. Disponível: www.cptec.inpe.br/cidades/tempo/223

LOMBARDO, M. A. **Mudanças Climáticas recentes e ação antrópica.** Geografia (Rio Claro), São Paulo, 1994.

LOMBARDO M. A. **Análise das mudanças climáticas nas metrópoles o exemplo de São Paulo e Lisboa.** CORTEZ, ATC., and ORTIGOZA, SAG., orgs. Da produção ao consumo: impactos socioambientais no espaço urbano [online]. São Paulo: Editora UNESP; São Paulo: Cultura Acadêmica, 2009. 146 p.

LOPES, A. **O sobreaquecimento das cidades causas e medidas para a mitigação da ilha de calor de Lisboa.** RISCOS - Associação Portuguesa de Riscos, Prevenção e Segurança. Lisboa, outubro 2006.

MARENGO, J. A.; SOARES, W. R. **Impactos das mudanças climáticas no Brasil e possíveis futuros cenários climáticos: Síntese do Terceiro Relatório do IPCC 2001.** Condições climáticas e recursos hídricos no norte do Brasil. Chapter 6 in *Clima e Recursos Hídricos 9*. Associação Brasileira de Recursos Hídricos/FBMC-ANA. Porto Alegre, Brasil. 2003

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

MARUYAMA, S; SUGUIO, K.(tradução). **Aquecimento Global?.** Edição 1. Editora: Oficina de texto, 2009.

MENDONÇA, F. **O estudo do clima urbano no brasil. Evolução, tendência e alguns desafios.**In. MONTEIRO, C. A.F; MENDONÇA, F. **Clima Urbano** (organizadores). Danni-Oliveira, I. M; BRANDÃO, A. M. P. M; GONÇALVES, N. M. S. (colaboradores). – São Paulo : Contexto , 2003.

MENDONÇA, F; DANNI-OLIVEIRA, I. M. **Climatologia – Noções Básicas e climas do Brasil.** Ed. Oficina de Textos – SP, 2007.

MENEZES, T. R. **Sistema remoto de aquisição e monitoramento de variáveis ambientais para aplicações de previsão meteorológica.** (Dissertação) Programa de pós-Graduação em Engenharia Elétrica da Universidade Federal do Ceará. Fortaleza, 2012.

MILLS, G. **Luke Howard end the climate of London.** *Weather* – Vol 63, nº 6. June 2008.

MOLION, L. C. B; **Aquecimento global, El Niño, Manchas solares, vulcões e Oscilação Decadal do Pacífico.** Revista Climanálise - INPE. Ano 3, número 1. 2005.

MOLION. L. C. B. **Aquecimento Global: uma Visão Crítica.** Revista Brasileira de Climatologia. V. 3, 2008. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.5380/abclima.v3i0.25404>

MONTEIRO, C A F. **Teoria e clima urbano.** Tese de Doutorado. Universidade de São Paulo, Instituto de Geografia. 1976.

MONTEIRO, C. A. F. **Teoria e Clima Urbano- Um projeto e seus caminhos.** (in) MONTEIRO, C. A. F; MENDONÇA, F. **Clima Urbano.** São Paulo: Contexto, 2003.

MONTEIRO, C. A. F. **Acidade como Processo derivador ambiental e a geração de um clima urbano: Estratégias na abordagem geográfica.** GEOSUL, n9 9 - Ano V - 19 semestre de 1990.

MMA, Ministério do Meio Ambiente. **Declaração da Conferência da ONU no Ambiente Humano.** Estocolmo, 5-16 de junho de 1972. Disponível em: www.mma.gov.br/estruturas/agenda21/arquivos/estocolmo.doc

NEXO, Jornal LTDA. Gráfico - **O histórico dos principais encontros e acordos climáticos mundiais.** Disponível em: <https://www.nexojornal.com.br/grafico/2017/11/17/O-hist%C3%B3rico-dos-principais-encontros-e-acordos-clim%C3%A1ticos-mundiais>. Acesso 15/01/2018.

NOBRE, C. A.; OBREGÓN, G.O; MARENCEO, J. A. FU, R; POVEDA, G. **Característica do clima amazônico: aspectos principais.** Amazonia and Global Change Geophysical Monograph Series 186 by the American Geophysical Union. 2009.

OBREGÓN, G. O. **O clima da Amazônia: Principais Características.** In: Secas na Amazônia: causas e consequências. – org. BORMA, L. S., NOBRE, C. A.- Ed. Oficina de Textos, 2013.

PEREIRA, P.; MORAIS, L. **Clima urbano e evolução da temperatura estival em Lisboa no século XX. Tendência, número de noites quentes e amplitude térmica diária.** Finisterra. XLII, 83. 2007.

UN, Naciones Unidas. **Convencion marco de las naciones unidas sobre el cambio climático.** 1992. Disponível em: http://unfccc.int/files/essential_background/background_publications_htmlpdf/application/pdf/convsp.pdf . Acesso em 15/01/2018

UNFCCC, United Nations Framework Convention on Climate Change. **Documents of the conference of the parties COP 1 – Berlin, 1995.** Disponível em: <http://unfccc.int/cop4/resource/cop1.html> acesso em 15/01/2018.

UNFCCC, United Nations Framework Convention on Climate Change. **Protocolo de kyoto de la convención marco de las naciones unidas sobre el cambio climático.** Kyoto – 1997. Disponível em: http://unfccc.int/kyoto_protocol/items/1351.php acesso 15/01/2018.

UNFCCC, United Nations Framework Convention on Climate Change. **Adoption of the paris agreement.** Paris, Dezembro de 2015. Disponível em: <https://unfccc.int/resource/docs/2015/cop21/eng/109r01.pdf> acesso 15/01/2018

SALAZAR, L. F. **Desmatamento, Mudanças Climáticas e a hipótese de “Savanização” da Amazônia.**In: Amazônia: Dinâmica do carbono e impactos socioeconômicos e ambientais. Org. BUENAFUENTE, S. M.F. – Ed: UFRR, Boa Vista – 2010.

SANDER, C. **Geomorfologia da planície aluvial do alto rio Branco em Roraima: Dinâmica e processos evolutivos.** 230 f. Tese (Doutorado em Geografia), Universidade Estadual de Maringá, 2015.

SANT'ANNA NETO, J. O. **Por uma geografia do clima: Antecedentes históricos, paradigmas contemporâneos e uma nova razão para um novo conhecimento.** Revista Terra Livre. nº 17. São Paulo, 2001. p 49-62.

SANT'ANNA NETO, J. L. **Da complexidade física do universo ao cotidiano da sociedade: mudança, variabilidade e ritmo climático.** Terra Livre Publicação semestral da Associação dos Geógrafos Brasileiros. Ano 19 – V. 1, Nº20. São Paulo – 2003.

SANT'ANNA NETO, J. O & NERY, J. T.; **Variabilidade e mudanças climáticas no Brasil e seus impactos regionais.** In: SOUZA, C. R. G; SUGUIO, K; OLIVEIRA, A. M. S; OLIVEIRA, P. E. **Quaternário do Brasil.** Ed. Halos. - Ribeirão Preto – 2005.

SILVA, P. R. F. **Dinâmica Territorial urbana em Roraima – Brasil.** 2007. 329p. Tese (Doutorado) Programa de Pós-Graduação em Geografia Humana. Universidade de São Paulo, 2007.

SINGER, S. F; AVERY D. T; **The Physical Evidence of Earth's Unstoppable 1,500-Year Climate Cycle-** Adaptado do livro: Aquecimento Global Implacável - A cada 1.500 anos. NCPA PolicyReport No. 279 September 2005.

SILVA, D.A; SANDER,C; ARAÚJO JÚNIOR, A. C. R; WANKLER, F. L. **Análise dos ciclos de precipitação na região de Boa Vista - RR nos anos de 1910 a 2014.** Revista Geográfica Acadêmica. V. 9, número 2 - 2015

SORRE, M. **Traité de climatologiebiologiqueetmedicale.**M. Piery Masson etCieÉditeurs: Vol. I, pp. 1 a 9. Paris, 1934.

SOUZA, D.O; **Influência da ilha de calor urbana das cidades de Manaus e Belém sobre o microclima local.** Tese (Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais – INPE). Cachoeira Paulista. 2008.

VALE, A. L. F; **Migração e Territorialização: As dimensões territoriais dos nordestinos em Boa Vista –RR.** Tese – Doutorado em Geografia. Universidade Estadual Paulista (UNESP). Presidente Prudente – SP. 2007.

VERAS, A. T. R. **A produção do espaço urbano de Roraima.** 2009. 235p. Tese (doutorado) Programa de Pós-Graduação em Geografia Humana. Universidade de São Paulo, 2009.

VIDE, J. M. Fundamentos de Climatologia Analítica. Colección: Espacios y sociedades.-serie General, nº 21. Ed: Síntesis. –Madrid - Espanha, 1999.

VIANELLO, R. L. A. **Uma parceria secular de bons serviços prestados à humanidade.** Instituto Nacional de Meteorologia – INMET. Maio de 2011. Disponível em <http://www.inmet.gov.br/portal/publicacoes/Publicacao-RubensVianello.pdf>

VIOLA, E. **Os Grandes Emissores de Carbono e as Perspectivas de um Acordo para Mitigar as Mudanças Climáticas.** In: Amazônia: Dinâmica do carbono e

impactos socioeconômicos e ambientais. Org. BUENAFUENTE, S. M.F. – Ed: UFRR, Boa Vista – 2010.

XAUD, M.R.; XAUD, H. A. M. Análise espacial dos focos de calor e do desflorestamento do Estado de Roraima. In: VII Seminário de atualização em Sensoriamento Remoto e Sistemas de Informações Geográficas aplicados à Engenharia Florestal, 2010, Curitiba. Anais do VII Seminário de atualização em Sensoriamento Remoto e Sistemas de Informações Geográficas aplicados à Engenharia Florestal, 2010.

XAUD, M.R.; MOURÃO JÚNIOR, M.; XAUD, H. A. M; SILVA, G.F.N. Dinâmica de focos de calor e parâmetros meteorológicos observados em ecossistemas florestais de contato em Roraima. In: XV Congresso Brasileiro de Agrometeorologia, 2007, Aracaju. XV CBA - Congresso