

UNIVERSIDADE ESTADUAL DE MARINGÁ
DEPARTAMENTO DE GEOGRAFIA

Cleber Carneiro de Souza

**AS CHUVAS CONCENTRADAS EM MARINGÁ-PR NO PERÍODO DE 1986 A 2015:
ASPECTOS CLIMÁTICOS ASSOCIADOS AO DESENVOLVIMENTO URBANO
LOCAL**

MARINGÁ – PR

2016

CLEBER CARNEIRO DE SOUZA

AS CHUVAS CONCENTRADAS EM MARINGÁ-PR NO PERÍODO DE 1986 A 2015:
ASPECTOS CLIMÁTICOS ASSOCIADOS AO DESENVOLVIMENTO URBANO
LOCAL

Trabalho de conclusão de curso apresentado
ao Departamento de Geografia da
Universidade Estadual de Maringá, para
obtenção do grau de Bacharel em Geografia.

Orientador: Prof.^a Dr.^a Cíntia Minaki

MARINGÁ – PR

2016

CLEBER CARNEIRO DE SOUZA

**AS CHUVAS CONCENTRADAS EM MARINGÁ-PR, NO PERÍODO DE 1985 A 2015
– ASPECTOS CLIMÁTICOS ASSOCIADOS AO DESENVOLVIMENTO URBANO
LOCAL**

Trabalho de conclusão de curso apresentado ao Departamento de Geografia da Universidade Estadual de Maringá, para obtenção do grau de Bacharel em Geografia.

Orientadora: Prof.^a Dr.^a Cíntia Minaki
UEM – Universidade Estadual de Maringá

Banca examinadora:

Prof. Dr. Hélio Silveira
UEM – Universidade Estadual de Maringá

Prof. Dr. Leandro Zandonadi
UEM – Universidade Estadual de Maringá

RESUMO

Eventos pluviiais extremos podem ser definidos como chuvas concentradas. Essas precipitações ocorrem mal distribuídas no tempo, ou seja, por meio de altos volumes em um curto período, podendo causar danos à população que ocupa a área atingida. O objetivo geral da pesquisa foi analisar a ocorrência de chuvas concentradas nos últimos 30 anos em Maringá. A partir do objetivo geral, buscou-se ainda identificar as médias anuais de precipitação pluvial para cada decênio do período em estudo, apreciar a dinâmica pluvial dos meses chuvosos e dos meses menos chuvosos para cada decênio, comparar as médias pluviométricas de cada decênio, de forma a apurar se houve aumento na quantidade de chuva de um decênio para outro. Maringá, município paranaense com aproximadamente 400.000 habitantes (IBGE, 2016), possui vários registros de chuvas concentradas. Sua localização é determinante na caracterização de muitos componentes do clima local, tratando-se de uma região de transição entre os climas tropical e subtropical. Desde a sua fundação, a cidade passou por um acelerado processo de desenvolvimento e crescimento demográfico, acarretando em rápidas modificações no ambiente natural local. A partir da análise dos dados da Estação Climatológica Principal de Maringá (ECPM), verificou-se no período abrangido pela pesquisa, 1986 a 2015, aumentos graduais nos volumes médios de precipitação. O total de chuvas acima de 30 mm registrado em cada decênio foi de 4.169 mm, 4.982 mm e 6.271 mm, desde o primeiro decênio até o terceiro, respectivamente. A média das chuvas acima de 30 mm, por episódio, foi de 43,4 mm, 43,0 mm e 43,8 mm, respectivamente. As novas condições adquiridas pela cidade ao longo de seu desenvolvimento, contribuíram, de certa forma, para o incremento de eventos pluviométricos significativos.

Palavras-chave: Maringá-PR. Clima. Urbanização. Chuvas concentradas.

ABSTRACT

Extreme rainfall events can be defined as concentrated rainfall. These precipitations occur poorly over time, that is, through high volumes in a short period, and can cause damage to the population occupying the affected area. The general objective of the research was to analyze the occurrence of concentrated rainfall in the last 30 years in Maringá. From the general objective, it was also sought to identify the annual rainfall averages for each decade of the study period, to evaluate the rainfall dynamics of the rainy months and the least rainy months for each decade, to compare the pluviometric means of each decade, from To determine if there was an increase in rainfall from one decade to another. Maringá, a municipality of Paraná with approximately 400,000 inhabitants (IBGE, 2016), has several records of concentrated rainfall. Its location is determinant in the characterization of many components of the local climate, being a region of transition between the tropical and subtropical climates. Since its foundation, the city has undergone an accelerated process of development and population growth, leading to rapid changes in the local natural environment. Based on data from the Maringá Main Climatological Station (ECPM), there was a gradual increase in average volumes of precipitation during the period covered by the survey, from 1986 to 2015. The total rainfall above 30 mm recorded in each decade was 4,169 mm, 4,982 mm and 6,271 mm, from the first decade to the third, respectively. The mean rainfall above 30 mm per episode was 43.4 mm, 43.0 mm and 43.8 mm, respectively. The new conditions acquired by the city during its development contributed, to a certain extent, to the increase of significant rainfall events.

Keywords: Maringá-PR. Climate. Urbanization. Concentrated rains.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 – Estação Climatológica Principal de Maringá (ECPM).....	11
Figura 2 – Localização do município de Maringá na América do Sul, no Brasil e no Paraná.....	14
Gráfico 1 – Crescimento da população de Maringá-PR (1980 a 2015).....	18
Gráfico 2 - Médias mensais de precipitação pluviométrica em Maringá-PR (1986 a 2015).....	21
Gráfico 3 - Médias pluviométricas nos períodos decenais (Maringá-PR).....	22
Gráfico 4 - Precipitação média no período mais e menos chuvoso por decênio em Maringá-PR.....	23
Gráfico 5 – Quantidade de chuvas concentradas nos semestre mais e menos chuvosos.....	24
Gráfico 6 - Volume total das precipitações de 30 mm ou mais e número de episódios por decênio (Maringá PR).....	25
Gráfico 7 - Temperatura média máxima e mínima e do período chuvoso por decênio - Maringá-PR.....	28
Tabela 1 - Pluviosidade média mensal, anual e decenal (mm) de Maringá no período de 1986 a 1995 (1º decênio).....	24
Tabela 2 - Pluviosidade média mensal, anual e decenal (mm) de Maringá no período de 1996 a 2005 (2º decênio).....	24
Tabela 3 - Pluviosidade média mensal, anual e decenal (mm) de Maringá no período de 2006 a 2015 (3º decênio).....	25
Tabela 4 – Total de chuva concentrada (mm) por período do ano e faixa horária (Maringá-PR, 1986 a 2015).....	29
Tabela 5 – Dados médios do 1º decênio (1986 a 1995) em Maringá-PR.....	30
Tabela 6 – Dados médios do 2º decênio (1996 a 2005) em Maringá-PR.....	31
Tabela 7 – Dados médios do 3º decênio (2006 a 2015) em Maringá-PR.....	32

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO.....	8
2 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS.....	11
3 CARACTERIZAÇÃO GERAL DE MARINGÁ.....	13
3.1 LOCALIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO.....	13
3.2 FORMAÇÃO HISTÓRICA DO MUNICÍPIO.....	14
3.3 ASPECTOS FÍSICOS E CLIMÁTICOS DA ÁREA DE ESTUDO.....	16
4 ANÁLISE DA DINÂMICA DAS CHUVAS EM MARINGÁ.....	17
4.1 EVOLUÇÃO DA OCUPAÇÃO URBANA DE MARINGÁ.....	17
4.2 A INFLUÊNCIA DA URBANIZAÇÃO NAS CARACTERÍSTICAS CLIMÁTICAS DA ÁREA DE ESTUDO.....	19
4.3 MÉDIAS MENSAS DE PRECIPITAÇÃO EM MARINGÁ (1986-2015).....	21
4.4 AUMENTO DOS VOLUMES PLUVIOMÉTRICOS E IRREGULARIDADE NA DISTRIBUIÇÃO ANUAL DE PRECIPITAÇÃO NA CIDADE DE MARINGÁ.....	22
4.5 OCORRÊNCIAS DE CHUVAS CONCENTRADAS NOS DECÊNIOS.....	25
4.6 O CALOR URBANO E A OCORRÊNCIA DE CHUVAS CONCENTRADAS.....	28
5 CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	34
REFERÊNCIAS.....	35

1 INTRODUÇÃO

Eventos pluviiais extremos podem ser definidos como chuvas concentradas. Essas precipitações ocorrem mal distribuídas no tempo, ou seja, por meio de altos volumes em um curto período. Esses tipos de precipitação têm causado danos em vários locais da cidade de Maringá-PR, sobretudo, nos últimos anos.

Essa irregularidade na distribuição das chuvas, faz com que o local enfrente anualmente sérios problemas com relação à ocorrência de tempestades. Essas, geralmente, vêm acompanhadas de rajadas de ventos e altos volumes de chuva, e provocam muitos transtornos à população urbana.

Na busca de respostas às indagações relativas à dinâmica das chuvas concentradas na cidade, no período do estudo (1986 a 2015), apoiou-se na correlação das amarrações que o desenvolvimento urbano de Maringá tem com a incidência desse fenômeno, de forma a avaliar como as influências das ações antrópicas afetaram a dinâmica climática local.

As precipitações pluviiais são de grande importância para a existência e a manutenção da vida. Por meio das chuvas, entre os muitos benefícios, tem-se o equilíbrio da umidade do ar, o reabastecimento dos aquíferos e rios, a irrigação de lavouras e plantações, entre outros. No entanto, as chuvas nem sempre se manifestam na forma desejada.

Muitas vezes, estas ocorrências não acontecem na distribuição estimada como ideal para determinada área. O nome desse tipo de adversidade climática pode variar entre chuvas concentradas, tempestades, temporais, entre outros. Independente do nome que recebe ou da classificação de seu gênero manifestou nos últimos decênios um potencial efeito destrutivo na área de estudo.

A cidade de Maringá passou por diversos problemas em decorrência de precipitações acima do padrão esperado, conforme dados médios anuais, mensais, diários e horários da Estação Climatológica local. A motivação por esta temática deu-se pelos crescentes danos que a população urbana local tem enfrentado em decorrência desse tipo de anomalia climática mais frequente.

Para Mendonça (2003, p. 93):

O clima constitui-se numas das dimensões do ambiente urbano e seu estudo tem oferecido importantes contribuições ao equacionamento da questão ambiental na cidade. As condições climáticas destas áreas, entendidas como clima urbano, são derivadas da alteração da paisagem natural e da sua substituição por um ambiente construído, palco de intensas atividades humanas.

A importância que o presente estudo tem por base é a busca pelo conhecimento de como ocorreram essas alterações e quais as relações com o desenvolvimento urbano e crescimento populacional. Sabe-se que nos últimos três decênios houve grandes alterações na distribuição das chuvas na área de estudo, percebidas também em períodos menores, como em escalas sazonais, mensais e diárias.

A partir do século XX, as atividades humanas contribuíram decisivamente para a mudança de composição da atmosfera, principalmente por meio da Revolução Industrial, expansão populacional e a degradação dos recursos naturais. As atividades humanas tiveram, dessa forma, atuação decisiva nessa mudança, principalmente pelos gases liberados pela atividade industrial e pela circulação de veículos automotores. (BRANDÃO, 2003, p. 121).

Em outras palavras:

O Brasil passou por dois fenômenos que merecem destaque quando se fala de ambientes urbanos: a rápida industrialização, experimentada a partir do pós-guerra, e a urbanização acelerada que se seguiu. No curso desse processo, reflexo das políticas desenvolvimentistas então vigentes, uma série de regras de proteção ao meio ambiente e ao cidadão foram desrespeitadas ou mesmo desconsideradas. Entre as décadas de 50 e 90, a parcela da população brasileira que vivia em cidades cresceu de 36% para 75%. Não obstante os evidentes desequilíbrios ambientais decorrentes desse processo, os espaços urbanos não receberam, na mesma proporção, a devida atenção por parte da mídia e dos governantes. (LEAL; FARIAS; ARAUJO, 2008, p. 2).

Dessa forma, as mudanças na situação natural do espaço geográfico da área de estudo, podem ter contribuído para modificações nas características climáticas locais. Em decorrência disso, todos os anos, principalmente nos meses mais quentes, por meio da mídia local, os noticiários são tomados por problemas relacionados a intensas precipitações que acarretam em quedas de dezenas de árvores sobre ruas, residências, postes, fiação elétrica, entre outros.

A precipitação ou a quantidade de chuva em um determinado local, que ultrapassa o volume esperado, pode trazer efeitos à sociedade, como a sensação de alívio após um período de seca, e uma série de prejuízos, quando se manifesta intensamente. O fato é que a água como recurso, ao mesmo tempo em que pode induzir o desenvolvimento de uma área, pode também restringi-lo. (MINAKI, 2016, p. 25).

Nas décadas mais recentes foram observadas na cidade de Maringá, ocorrências de eventos meteorológicos de precipitação fora do padrão habitual. Esse tipo de chuva gera muitos transtornos e prejuízos aos moradores locais, a qual, devido a ocorrência mais frequente, constituiu-se, como um dos problemas urbanos mais dramáticos na vida de muitas pessoas que habitam a cidade.

Inferiu-se, dessa forma, que as referidas anomalias pluviométricas se intensificam em função das modificações acarretadas pela nova conjuntura geográfica, promovida, em decorrência das intensificações das atividades urbanas na cidade. Por um lado, pelo fato de nos últimos decênios a cidade de Maringá ter evidenciado um rápido desenvolvimento econômico e crescimento populacional. Por outro lado, pelo aumento de ocorrências de eventos extremos de precipitação.

Assim:

A cidade gera um clima próprio urbano, resultante 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. Seus efeitos mais diretos são percebidos pela população através de manifestações ligadas aos impactos pluviais, ao conforto térmico, à qualidade do ar e a outras manifestações capazes de desorganizar a vida da cidade e deteriorar a qualidade de vida de seus habitantes. (MONTEIRO, 1976 apud BRANDÃO, 2003, p. 122).

À vista disso, o estudo das condições anômalas de precipitação pluviométrica de uma área, pode ser de grande aplicabilidade na elaboração de projetos, ações e obras, que visem à minimização de prejuízos e transtornos à comunidade local.

Logo, o objetivo geral deste trabalho constituiu-se em analisar a ocorrência de chuvas concentradas nos últimos 30 anos em Maringá. Em conformidade com o objetivo geral, os objetivos específicos foram:

- Identificar as médias anuais de precipitação pluvial para cada decênio do período em estudo;
- Apreciar a dinâmica pluvial dos meses chuvosos e dos meses menos chuvosos para cada decênio;

- Comparar as médias pluviométricas de cada decênio, de forma a apurar se houve aumento na quantidade de chuva de um decênio para outro.

2 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

Para a análise sobre o aumento do evento meteorológico chuva acima de 30 mm, considerou-se, médias históricas de precipitação mensal, quantificação dos episódios, temperaturas médias máximas e mínimas, informações demográficas, entre outras referentes ao município de Maringá-PR, compreendidos entre os anos de 1986 a 2015.

Todos os dados referentes à pluviosidade e temperaturas da cidade de Maringá – PR contidos nesta pesquisa foram fornecidos pela Estação Climatológica Principal de Maringá (ECPM). Essa foi fundada em 21 de setembro de 1979 dentro do *campus* sede da Universidade Estadual de Maringá (UEM), estabelecendo a partir desta data, o primeiro Acordo de Cooperação Técnica com o Instituto Nacional de Meteorologia (INMET). A ECPM localiza-se a 23°25'S e 51°57'W, na altitude relativa de 542 m. Seu funcionamento segue as normas estabelecidas pela Organização Meteorológica Mundial (OMM), órgão internacional que compõe a Organização das Nações Unidas (ONU). Por sua vez, o INMET é o representante do Brasil perante a Organização Mundial de Meteorologia (OMM), e mantém uma rede de estações de superfície convencionais e automáticas sob seu controle.

Figura 1 – Estação Climatológica Principal de Maringá (ECPM)



Fonte: Souza (2016).

Para a realização deste estudo, procedeu-se também com a apreciação bibliográfica de temas sobre a caracterização climática e o desenvolvimento urbano de Maringá.

Inicialmente, examinou-se a distribuição anual das chuvas na cidade, de forma a apreciar a dinâmica pluviométrica dos meses chuvosos e dos meses menos chuvosos. Para isso, dividiu-se o ano em dois períodos, semestre chuvoso e semestre menos chuvoso. Onde, conforme Silveira (2003, p. 20), o semestre chuvoso em Maringá compreende o período entre o mês de outubro ao mês de março e o semestre seco, inicia-se a partir de abril e vai até o mês de setembro. Ressalta-se que o semestre menos chuvoso de Maringá, não é um período seco típico de clima tropical. Trata-se de uma redução de precipitação comparado ao semestre chuvoso. Em seguida, considerou a distribuição das chuvas, em cada um dos decênios estudados.

Na ECPM, conforme designação da OMM, os registros de precipitações são realizados em três horários-padrão diários, às 00, 12 e 18 UTC (Tempo Coordenado Universal), os quais correspondem ao respectivamente às 21h, 9h e 15h no horário oficial de Brasília.

Considerou-se os referidos intervalos horários para a designação dos eventos diários de chuvas concentradas. Como na ECPM não há trabalho durante a madrugada, dois períodos possuem um total de 6 horas cada (9h às 15h e 15h às 21h) e outro de 12 horas (21h de um dia às 9h do dia seguinte).

Por precipitações concentradas entendeu-se, conforme os estudos de Lemos e Calbete (1996), que são aquelas que registram um volume abundante de água precipitada num reduzido espaço de tempo. Como exemplo, uma chuva de 20 mm, ocorrida em 24 horas, é considerada fraca, no entanto, este mesmo valor, registrado em um período menor, como pode acontecer em uma chuva de verão, é geralmente forte.

Conforme Forsdyke (1978, p. 60), uma pequena porção de 0,5 mm de chuva que cai continuamente durante várias horas é visivelmente capaz de produzir um dia muito chuvoso. A quantidade de chuva é indicada pela altura em milímetros (mm) da quantidade de água que se produziria numa área lisa e impermeável. Dessa forma, um dia com 25 mm de chuva disseminada ao longo de várias horas, pode ser considerado excessivamente saturado.

Inicialmente, fundamentado nesses autores, considerou-se por chuva concentrada, os acumulados de precipitação pluviométrica acima de 30 mm registrados em quaisquer dos períodos diários (das 21h de um dia às 9h do dia seguinte, 9h às 15h e 15h às 21h). Depois, para viabilizar as análises comparativas das ocorrências desses eventos com o desenvolvimento urbano da cidade, dividiu-se o recorte temporal de 1986 a 2015 em três decênios. Onde o primeiro decênio abrange o período de 1986 a 1995, o segundo de 1996 a 2005 e o terceiro de 2006 a 2015.

Em seguida, para a melhor compreensão da dinâmica das chuvas em cada um desses períodos (decênios), somou-se todos os eventos de chuvas acima de 30 mm e se obteve os totais absolutos de precipitações concentradas para cada decênio. De posse das referidas somatórias, elaborou-se diferentes gráficos para a melhor compreensão dos resultados. Utilizou-se como ferramenta para este fim, o programa Microsoft Excel, versão 2007.

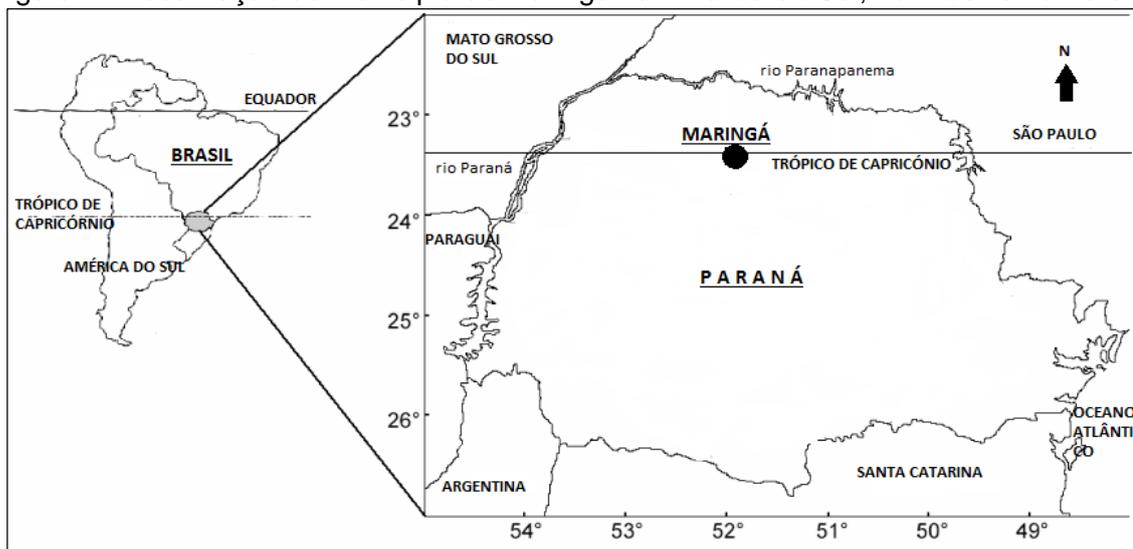
3 CARACTERIZAÇÃO GERAL DE MARINGÁ

3.1 LOCALIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO

O Estado do Paraná situa-se ao sul do território brasileiro e abrange uma superfície territorial de 199.314,85 km². Limita-se a leste, com o oceano Atlântico; a norte e nordeste com o Estado de São Paulo; a noroeste com o Estado de Mato Grosso do Sul; a sul e sudeste com o Estado de Santa Catarina e a oeste com o Paraguai e a Argentina.

O município de Maringá encontra-se estabelecido no Norte Central paranaense entre os paralelos 23°15' e 23°34' de latitude Sul e os meridianos 51°50' e 52°06' de longitude Oeste, abrangendo uma extensão territorial de 487,730 km² (Figura 2).

Figura 2 - Localização do município de Maringá na América do Sul, no Brasil e no Paraná



Fonte: Googles Maps
Organização: Souza (2016).

A cidade é cortada pela linha imaginária do Trópico de Capricórnio. Em conformidade com Silveira (2003), esse fator é determinante na caracterização de muitos componentes do clima local; para Borsato e Mendonça (2013) esse paralelo indica o centro de uma extensa faixa de transição climática. De acordo com Nimer (1979), o trópico demarca as zonas climáticas da Terra: ao sul, tem-se o clima temperado; ao norte, o clima é o tropical.

3.2 FORMAÇÃO HISTÓRICA DO MUNICÍPIO

A cidade de Maringá foi fundada em 10 de maio de 1947 como Distrito de Mandaguari e, em 1948 passou à categoria de Vila. A região norte do Paraná, onde se encontra o município, foi colonizada e urbanizada por uma companhia inglesa denominada Companhia Melhoramentos Norte do Paraná (CMNP). No ano de 1945 essa empresa contratou o engenheiro Jorge de Macedo Vieira, responsável pela elaboração de um arrojado e contemporâneo projeto, com grande influência no modelo de cidades-jardins. Foram construídas muitas praças, áreas de preservação, ruas e avenidas com muitas árvores e largos canteiros centrais. (MARINGÁ, 2011, p. 9).

Maringá ficou conhecida, nos anos iniciais, pelo nome de Cidade Fantasma. Nesse período, muitas pessoas queriam garantir um terreno na promissora cidade, no entanto, não estavam dispostas a se mudarem imediatamente, pois a cidade naquele momento, não oferecia nenhuma estrutura urbana e conforto. Por esse motivo, a CMNP adotou como exigência para a venda de lotes no perímetro urbano, a obrigação do comprador concluir a construção em determinado prazo, assim as casas foram surgindo, mas ficando fechadas por falta de moradores. (DIAS; GINI; SILVA, 2014, p. 10).

Em 1947 e 1948 havia poucos moradores na cidade. A maior parte dos habitantes residia no núcleo originário da cidade, área conhecida atualmente pelos nomes de “Maringá Velho” e “fim da picada” (DIAS; GINI; SILVA, 2014, p. 16).

Essa condição inicial logo se modificou após a visita do governador do Estado na época, Dr. Bento Munhoz da Rocha Netto. Houve a homologação da Lei Estadual nº 790, de 14 de novembro de 1951, instituindo o município de Maringá, tendo como distritos os povoados de Iguatemi, Floriano e Ivatuba. A partir desse feito, a cidade teve um rápido crescimento demográfico. (MARINGÁ, 2010, p. 18).

Maringá constituiu-se, naquela ocasião, como uma das áreas mais prósperas do interior do país. Naquele período, a atividade urbana primordial era o fornecimento de insumos e bens de consumo para assegurar a produção cafeeira que se sobressaiu na região nas décadas de 1950 a 1960. A alta taxa de absorção de mão de obra para esse tipo de cultura, garantia à cidade um comércio de porte expressivo. (ANDRADE, 1979, p. 20).

A partir da década de 1960 houve uma acentuada queda na produção do café na região. Dessa forma, a produção agrícola local e regional passou a ser diversificada. A substituição da cultura cafeeira em declínio se fez pelo plantio de culturas temporárias, quase sempre mecanizadas, de soja, milho, algodão, cana-de-açúcar e trigo. Essas novas culturas alavancaram o desenvolvimento dos distritos industriais na cidade. (ANDRADE, 1979, p. 17).

Esse processo de mecanização provocou um grande êxodo rural na região, causando um rápido e elevado crescimento demográfico na cidade. Em razão dessa mudança no panorama rural, a população que dependia do trabalho no campo, foi obrigada a migrar para a zona urbana do município em busca de melhores condições de sobrevivência. Esses novos moradores se espalharam pela periferia,

gerando espaços cujos padrões urbanísticos não acompanharam os da área urbana consolidada. Dessa forma, surgiram muitas dificuldades na geração de recursos e serviços para atender os novos moradores. (ANDRADE, 1979, p. 17). Neste mesmo período,

[...] foi proibido loteamentos de habitação popular em Maringá e houve a obrigação de se implantar toda a infraestrutura nos loteamentos acarretando o inflacionamento no preço da terra e levando a população de baixa renda para Paiçandu e Sarandi, deixando os problemas sociais de Maringá para as cidades dormitórios. (MARINGÁ, 2010, p. 53).

Portanto, a partir da década de 1970, o poder municipal adotou o afastamento das aglomerações populares de baixa renda das áreas centrais como condição prioritária. Para isso, transferiu essas famílias de migrantes para a periferia do município e para as periferias dos municípios do entorno, como Sarandi e Paiçandu. (MARINGÁ, 2010, p. 53).

3.3 ASPECTOS FÍSICOS E CLIMÁTICOS DA ÁREA DE ESTUDO

A área de estudo é envolvida pelas principais correntes de circulação atmosférica da América do Sul. Devido à sua posição e aos fatores geográficos, é uma faixa de transição entre massas de ar distintas, com participação de correntes tropicais marítimas de leste-nordeste, correntes polares de sul e correntes do interior do continente de oeste-noroeste. (NUNES; VICENTE; CANDIDO, 2009, p. 243).

Desse modo, o clima dessa região é controlado pelas massas de ar Tropical Atlântica (mTa), Tropical Continental (mTc), Polar Atlântica (mPa) e pela massa Equatorial Continental (mEc). À vista disso, é caracterizado como um tanto adverso devido às bruscas variações de tempos meteorológicos, gerados pela constante atuação de sistemas frontais no decorrer do ano. (MENDONÇA; DANNI-OLIVEIRA, 2007).

Por conseguinte, em virtude de sua localização geográfica, há na área de estudo, influências de massas de ar quentes e frias; em especial as massas de ar tropical e a massa de ar polar. O choque entre essas duas massas gera uma zona de descontinuidade, onde os ventos convergentes tornam o tempo instável e

geralmente chuvoso (MONTEIRO, 1968 apud BERNARDES, 1998, p. 1). Atuam, portanto, frentes polares, a Zona de Convergência do Atlântico Sul (ZCAS) e outros sistemas de baixa pressão, formados no continente ou no oceano.

Dois sistemas continentais e de baixa pressão atuam na região. Um é a massa Equatorial continental, sistema de baixa pressão e de elevada taxa de umidade específica e relativa. A outra é a massa Tropical continental, sistema de baixa pressão, elevadas temperatura, taxa de umidade variável, e na maioria dos episódios de atuação, apresenta umidade relativa baixa. Também dois sistemas oceânicos e de alta pressão: um é a massa Tropical atlântica, sistema anticiclônico e úmida na camada basal, vapor que ela recebe no contato com as águas aquecidas do Atlântico tropical; o outro é a massa Polar atlântica, sistema anticiclônico e de baixa umidade relativa. Por fim, os sistemas frontais, caracterizados como zona de contato entre os sistemas continentais mais quentes e de pressão mais baixa e o sistema Polar. (BORSATO; MENDONÇA, 2013, p. 4).

Em suma, a atuação dos sistemas atmosféricos no clima da região é norteadada pela sazonalidade: na estação mais quente (verão), o acentuado aquecimento continental favorece a ampliação dos sistemas continentais; na estação mais fria (inverno), a massa Polar e a Tropical atlântica se intensificam e, pelo aquecimento tímido do continente, elas se direcionam a partir dos seus centros de origens e dominam os estados do tempo. Nas estações intermediárias, primavera e outono, há alternância entre os sistemas de alta e os de baixa pressão. No verão, sobressaem as chuvas convectivas em decorrência da atuação mais ativa dos sistemas de baixa pressão.

Todavia, sublinha-se que, “Mesmo considerando todos esses aspectos, aqueles que influenciam, de modo geral, no clima do Brasil, afetam igualmente o clima do Paraná e da região de estudo. O exemplo mais conhecido e estudado é o El Niño Oscilação Sul e o seu inverso, a La Niña”. (BORSATO; MENDONÇA, 2013, p. 4).

4 ANÁLISE DA DINÂMICA DAS CHUVAS EM MARINGÁ

4.1 EVOLUÇÃO DA OCUPAÇÃO URBANA DE MARINGÁ

A cidade de Maringá, resultado da organização da CMNP, gozou de um rápido progresso e estabeleceu-se como um importante polo regional. Esse

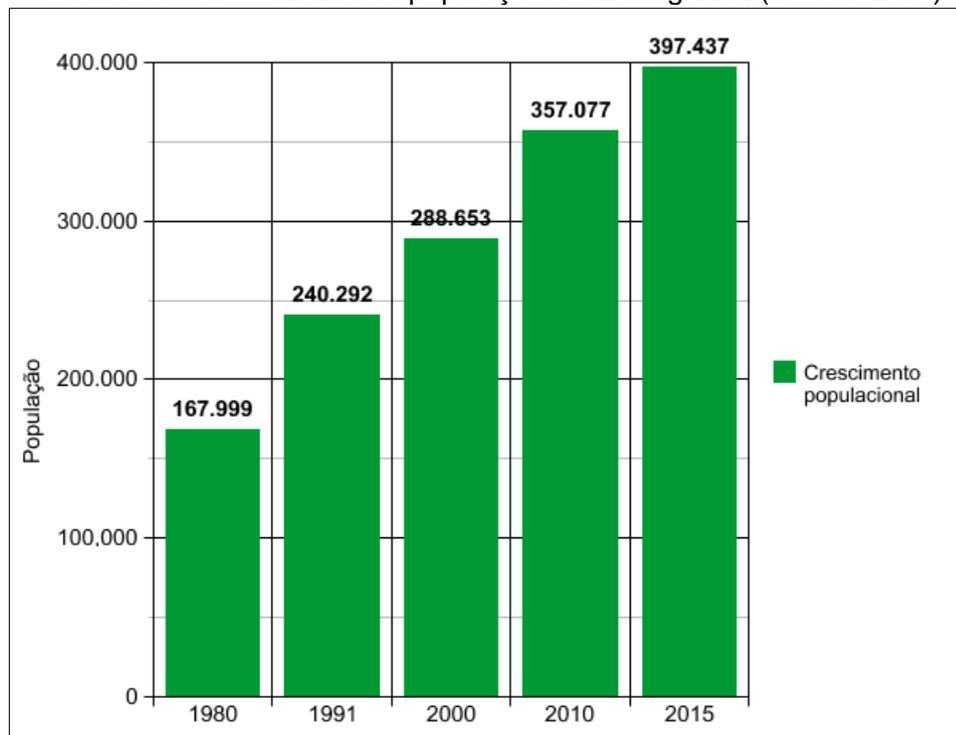
progresso se deu essencialmente em razão da fertilidade das terras, pela criação de um modelo agrícola especial e pela construção de estradas de ferro. (ANDRADE, 1979, p. 67-70).

Atualmente a cidade ostenta um espaço potencialmente forte ao desenvolvimento. Contudo, o processo acelerado de urbanização trouxe consigo muitos problemas relacionados ao rápido crescimento demográfico.

A década de 1970 foi o período de maior expansão territorial, com a ocupação ocorrendo de forma praticamente uniforme nas áreas periféricas. Na década de 1980, a cidade expandiu-se para áreas bastante afastadas da zona central, em pontos isolados, sem continuidade com a malha viária já ocupada. Ocorreu também uma expansão a nordeste, na divisa com o município de Sarandi. (MARINGÁ, 2010, p. 20).

Nos últimos 15 anos (2000 a 2015), houve um incremento populacional de 37,7%, ou seja, quase 109 mil novos habitantes (Gráfico 1). Estima-se que, atualmente, residem em Maringá em torno de 400.000 habitantes (MARINGÁ, 2016, p. 4). Dessa forma, a cidade que foi planejada para abrigar uma população de 200.000 pessoas, aos 69 anos de existência, superou em dobro essa expectativa.

Gráfico 1 - Crescimento da população de Maringá-PR (1980 a 2015)



Fonte: Censos demográficos e estimativas do IBGE
Organização: Souza (2016).

Nos 30 anos de registro de dados utilizados neste estudo, a cidade de Maringá passou por muitas mudanças em sua estrutura física. Pelas informações do Gráfico 1, em 35 anos, houve o incremento populacional de 229.438 habitantes. Assim, surgiram novas ruas e avenidas pavimentadas, muitos edifícios, indústrias, centros comerciais, casas e outros espaços construídos. Acredita-se que toda essa infraestrutura urbana contribuiu de certa forma, em mudanças nas condições dos tempos atmosféricos da área de estudo.

4.2 A INFLUÊNCIA DA URBANIZAÇÃO NAS CARACTERÍSTICAS CLIMÁTICAS DA ÁREA DE ESTUDO

As rápidas modificações no ambiente natural geradas pelo desenvolvimento da cidade de Maringá podem ter sido fatores contribuintes às ocorrências de eventos pluviométricos extremos, denominados neste trabalho de chuvas concentradas.

De acordo com Monteiro (2003, p. 94), a degradação ambiental e a queda da qualidade de vida nas cidades se agravam à proporção que a urbanização se intensifica. As cidades pequenas vivenciam, embora em níveis inferiores, os graves problemas ambientais das grandes cidades e áreas metropolitanas.

Conforme Machado e Assis (2014, p. 145), as áreas urbanas são sistemas complexos em constantes transformações, em virtude dos fluxos de energia e massa. As áreas ocupadas por indústrias e comércio, com altas taxas de pavimentação, associadas à presença de poluentes, geram modificações que interferem nas condições do clima, tanto a nível troposférico quanto a nível local.

Em determinadas épocas do ano, aumentam as matérias jornalísticas locais e estaduais sobre os acontecimentos de anomalias da precipitação. Os eventos chuvas concentradas, têm causado, dessa forma, muitos transtornos à população, assim aumentando a procura por boletins meteorológicos na ECPM, tanto por pessoas físicas quanto jurídicas. Esses boletins atestam a ocorrência de mau tempo, e são usados para fins judiciais em ações de restituições e perdas materiais.

Na concepção de Bender (2012, p. 22):

[...] As formações das tempestades podem estar associadas ao efeito da ilha de calor urbana, que geralmente se soma aos efeitos dos sistemas de tempo, através do seu forte efeito instabilizador sobre a atmosfera, causando a essas tempestades um maior grau de severidade.

Inferiu-se, portanto, que o aumento da frequência das tempestades na área de estudo, pode estar relacionado com causas induzidas pela ação humana. A poluição atmosférica, pavimentações, entre outros, contribuem para a geração de ilhas de calor e núcleos de condensação. Conseqüentemente, o número de tempestades poderá aumentar proporcionalmente ao crescimento urbano.

A cidade de Maringá possui arborização significativa, contudo partes de suas áreas verdes estão sendo extintas para alargamento de vias de circulação e construção de áreas pavimentadas. Os materiais utilizados nesta substituição são grandes armazenadores de calor, influenciando no aquecimento urbano.

Desse modo, de acordo com Ferreira e Assis (2014, p. 201):

[...] as áreas urbanas e suburbanas possuem características climáticas distintas. Estas características são evidenciadas pelo comportamento do fluxo de calor, que em função da densidade, materialidade e da morfologia urbana, possui uma alta variabilidade. Esse conjunto de variáveis irá afetar o balanço de energia no processo de minimização do fluxo de calor latente em função da substituição frequente de áreas vegetadas por áreas construídas e na potencialização do fluxo de calor sensível, decorrentes dos diferentes materiais que revestem e compõem as superfícies urbanas, aumentando a capacidade de armazenamento de calor e conseqüentemente possuindo uma baixa refletância.

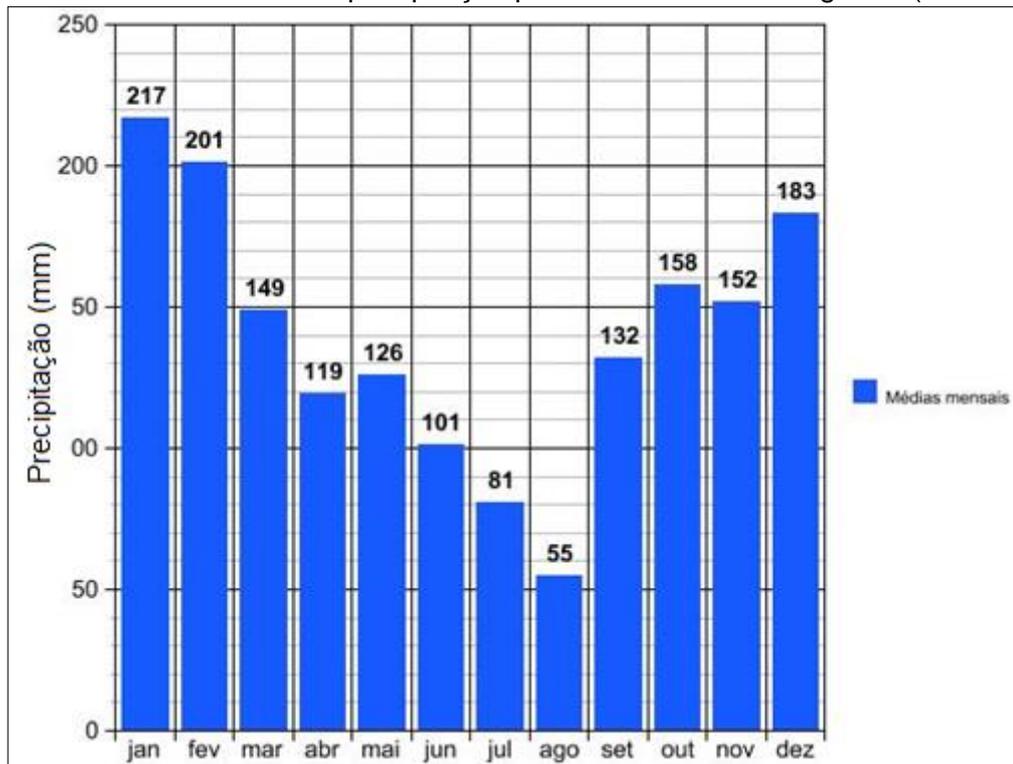
Essas ações se processaram e tornaram-se mais intensas à medida que a cidade foi se desenvolvendo. Dessa forma, os acontecimentos de precipitação pluvial anômalas, acompanharam esse processo, contribuindo para as irregularidades na distribuição das chuvas na cidade de Maringá. A cidade poderá se deparar, nos próximos anos, com a situação de vulnerabilidade permanente aos episódios de precipitações concentradas, se forem mantidos os atuais padrões de desenvolvimento, pelo formato em que se intensificam as condições de urbanização. De acordo com Nunes (2005, p. 182), um modelo de desenvolvimento urbano alicerçado em centralidade, densidade e conectividade concorre para a desestruturação socioespacial e, portanto, para o desencadeamento de desastres naturais.

Nas próximas seções são abordados os resultados obtidos sobre a distribuição das chuvas na cidade de Maringá. São apresentadas as características habituais da pluviometria, bem como a dinâmica das manifestações de precipitações concentradas em cada um dos três decênios do período estudado, correlacionando-os com o desenvolvimento urbano local.

4.3 MÉDIAS MENSAIS DE PRECIPITAÇÃO EM MARINGÁ (1986-2015)

De acordo com Silveira (2003, p. 68), com base na série histórica da ECPM no período de 1976 a 2000, os maiores volumes de chuvas na cidade são registrados no período de outubro a março e os menores, nos meses de julho e agosto, como pode ser visualizado no Gráfico 2.

Gráfico 2 - Médias mensais de precipitação pluviométrica em Maringá-PR (1986 a 2015)



Fonte dos dados: ECPM
Organização: Souza (2016).

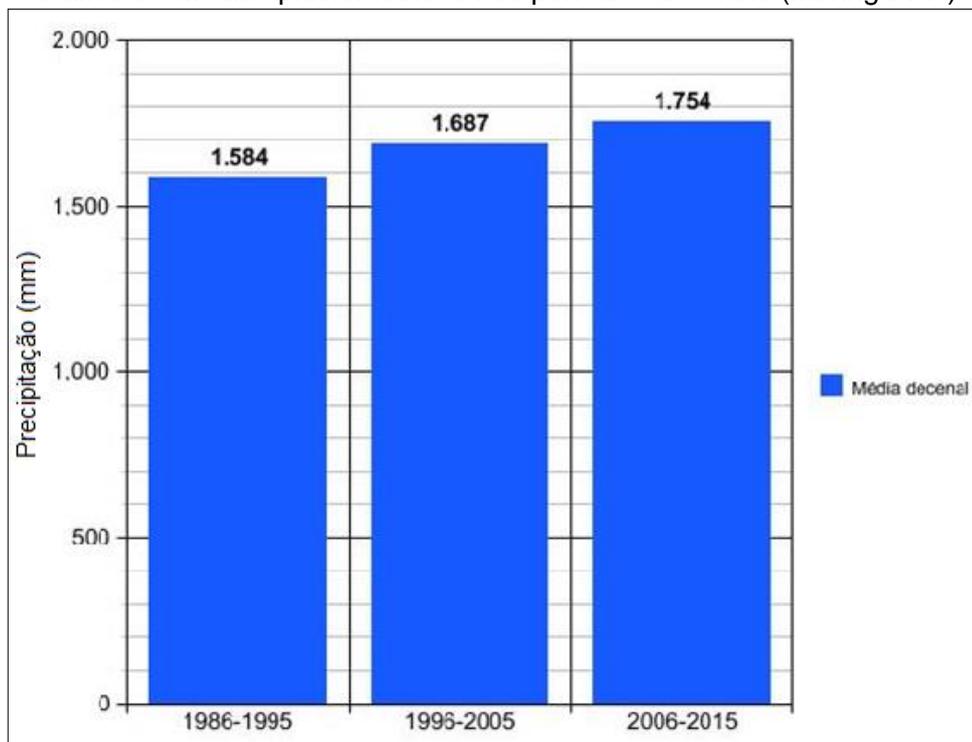
Em conformidade com o Gráfico 2, há na cidade separação definida entre o período menos chuvoso (outono/inverno), normalmente mais frio e o mais chuvoso

(primavera/verão) normalmente mais quente. O semestre menos chuvoso ocorre a partir do mês de abril, alcançando seu pico no mês de agosto, com média de 55 mm de precipitação. E o semestre chuvoso ocorre a partir do mês de outubro, alcançando seu pico no mês de janeiro, com média de 217 mm.

4.4 AUMENTO DOS VOLUMES PLUVIOMÉTRICOS E IRREGULARIDADE NA DISTRIBUIÇÃO ANUAL DE PRECIPITAÇÃO NA CIDADE DE MARINGÁ

A média de precipitação para Maringá, em toda a série histórica da ECPM (1979 a 2016) atualmente se encontra em torno de 1.643,9 mm. Entretanto, a distribuição das precipitações pluviométricas sobre a cidade não é uniforme, havendo oscilações que variam anualmente, de 1.281 mm (1988 – 1º decênio) a 2.724 mm (2015 – 3º decênio) do período estudado. No transcorrer dos decênios de 1986 a 1995, 1996 a 2005 e 2006 a 2015, as médias de precipitação foram aumentando sistematicamente, passando de 1.584 mm no primeiro decênio para 1.684 mm no segundo e para 1.754 mm no terceiro conforme o Gráfico 3.

Gráfico 3 - Médias pluviométricas nos períodos decenais (Maringá-PR)

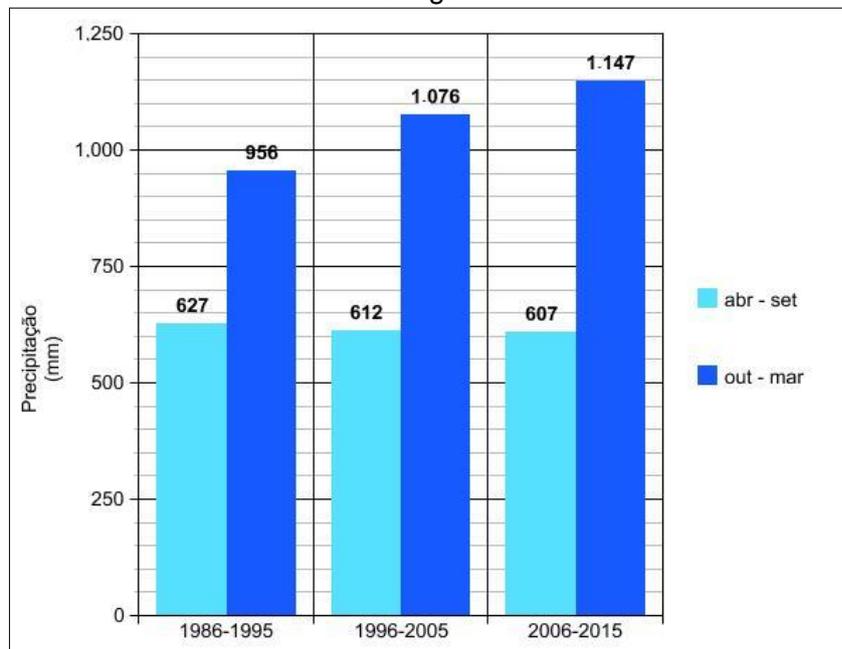


Fonte dos dados: ECPM
Organização: Souza (2016).

Sob outro ponto de vista, as médias pluviométricas assinalaram para o período de estudo que o semestre caracterizado como menos chuvoso, encontrou-se menos chuvoso a cada decênio e o semestre caracterizado como chuvoso, encontrou-se mais chuvoso a cada decênio.

Os dados indicam que a redução e aumento dessas médias nos períodos menos chuvosos e nos períodos chuvosos ocorreram de forma sistemática em ambos os casos. No caso do semestre menos chuvoso, os valores foram de 627 mm, 612 mm e 607 mm sucessivamente e, no segundo caso, 956 mm, 1076 mm e 1147 mm sucessivamente (Gráfico 4).

Gráfico 4 - Precipitação média no período mais e menos chuvoso por decênio em Maringá-PR



Fonte dos dados: ECPM
Organização: Souza (2016).

As Tabelas 1, 2 e 3 apresentam os valores médios de pluviosidade de cada decênio.

Tabela 1 - Pluviosidade média mensal, anual e decenal (mm) de Maringá no período de 1986 a 1995 (1º decênio)

	1986	1987	1988	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995	MÉDIA
JAN	205,1	129,9	107,0	354,6	421,6	277,0	27,6	184,1	260,9	350,4	231,8
FEV	349,0	251,0	151,9	156,3	26,1	84,1	145,9	200,3	155,3	201,6	172,2
MAR	85,3	33,6	182,3	78,7	182,3	126,8	213,9	101,3	109,5	121,3	123,7
ABR	104,2	106,0	128,2	105,8	187,8	162,1	172,4	177,3	90,4	105,3	133,9
MAI	231,9	322,0	197,6	52,1	132,7	43,3	395,4	103,2	89,7	28,3	159,6
JUN	3,8	151,8	67,7	106,8	74,3	126,7	45,9	106,1	189,5	84,1	95,6
JUL	23,9	80,6	0,0	79,4	148,7	22,2	35,9	57,5	52,1	71,7	57,2
AGO	152,6	3,0	0,0	152,3	124,6	34,4	40,4	11,3	0,2	13,0	53,1
SET	54,9	77,1	34,4	162,0	235,0	87,3	189,8	191,4	48,7	197,2	127,8
OUT	60,4	117,4	270,1	113,2	101,4	65,7	120,4	172,2	123,1	248,9	139,3
NOV	73,8	306,0	26,2	72,3	71,7	178,0	184,7	86,0	124,9	94,2	121,8
DEZ	220,9	136,6	115,2	142,6	90,5	255,3	66,4	274,6	201,6	172,3	167,6
Total	1566	1715	1281	1576	1796	1463	1639	1667	1446	1688	Decenal 1584
Total das médias	Abril – Setembro							627,4			
Total das médias	Outubro – Março							956,3			

Fonte dos dados: ECPM
Organização: Souza (2016).

Tabela 2 - Pluviosidade média mensal, anual e decenal (mm) de Maringá no período de 1996 a 2005 (2º decênio)

	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	MÉDIA
JAN	242,6	292,7	107,9	222,3	242,8	188,8	310,7	309,9	53,1	326,1	229,7
FEV	140,7	446,0	274,9	131,1	278,4	217,0	116,8	219,8	96,5	16,1	193,7
MAR	180,6	98,2	208,3	102,6	130,3	146,9	39,9	168,2	152,2	64,7	129,2
ABR	206,7	44,6	345,8	115,2	32,0	70,0	8,0	100,2	105,4	93,0	112,1
MAI	65,5	98,8	73,4	126,5	37,8	166,5	346,3	62,7	274,8	57,7	131,0
JUN	30,6	396,7	29,4	127,0	106,6	122,5	2,4	58,7	101,6	43,4	101,9
JUL	5,8	25,6	59,0	100,4	73,5	36,7	64,5	46,7	128,2	44,1	58,4
AGO	24,6	37,5	113,1	0,0	160,0	102,6	59,9	75,2	0,4	34,9	60,8
SET	138,3	95,1	319,6	52,3	189,9	110,1	176,7	109,8	67,0	213,4	147,2
OUT	194,9	154,8	242,6	107,8	79,5	78,5	65,7	106,9	345,6	247,9	162,4
NOV	202,7	263,3	30,9	46,7	239,2	153,8	358,8	112,1	231,0	139,5	177,8
DEZ	211,7	196,9	171,4	230,9	178,3	255,0	201,2	137,8	158,8	84,8	182,7
Total	1645	2150	1976	1363	1748	1648	1751	1508	1715	1366	Decenal 1687
Total das médias	Abril - Setembro							611,5			
Total das médias	Outubro - Março							1075,6			

Fonte dos dados: ECPM
Organização: Souza (2016).

Tabela 3 - Pluviosidade média mensal, anual e decenal (mm) de Maringá no período de 2006 a 2015 (3º decênio)

	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	MÉDIA
JAN	145,7	271,5	117,5	264,7	243,9	182,0	136,7	103,8	188,3	236,0	189,0
FEV	283,2	207,4	134,6	252,8	190,0	312,9	185,1	399,1	194,3	214,3	237,4
MAR	240,7	150,0	126,6	97,5	128,8	252,6	62,8	222,6	340,0	307,2	192,9
ABR	87,5	63,9	172,2	58,9	64,2	93,9	152,5	165,7	162,3	91,4	111,3
MAI	11,7	51,4	81,5	103,6	56,6	11,2	75,1	184,5	123,9	184,5	88,4
JUN	27,6	7,8	46,3	111,5	22,3	135,9	293,4	269,9	142,1	12,7	106,9
JUL	53,1	227,1	7,9	181,5	42,3	153,6	19,1	87,8	132,8	378,6	128,5
AGO	20,6	14,0	219,8	70,6	24,0	41,0	2,7	2,8	48,4	53,7	49,8
SET	271,1	31,7	78,8	135,5	139,1	29,7	71,1	76,9	151,3	236,7	122,3
OUT	95,7	105,4	112,4	333,7	203,8	210,4	55,0	228,8	58,1	312,3	171,5
NOV	86,4	171,4	182,7	199,5	116,8	111,6	104,4	76,6	149,2	369,6	156,8
DEZ	238,3	235,0	85,8	360,4	212,9	45,0	171,1	78,3	239,2	327,0	199,3
Total anual	1562	1537	1366	2171	1445	1580	1329	1897	1930	2724	Decenal 1754
Total das médias	Abril - Setembro							607,1			
Total das médias	Outubro - Março							1147,0			

Fonte dos dados: ECPM
Organização: Souza (2016).

Os dados apresentados tanto nas Tabelas 1, 2 e 3 quanto nos Gráficos 3 e 4 mostraram por um lado que houve uma leve redução da precipitação no período semestral menos chuvoso (abril a setembro) de 2,4% do primeiro para o segundo decênio e de 0,8% do segundo para o terceiro decênio. E por outro lado um aumento nas quantidades de chuva no período anualmente chuvoso (outubro a março) de 12,5% do primeiro para o segundo decênio e de 6,6% do segundo para o terceiro decênio.

4.5 OCORRÊNCIAS DE CHUVAS CONCENTRADAS NOS DECÊNIOS

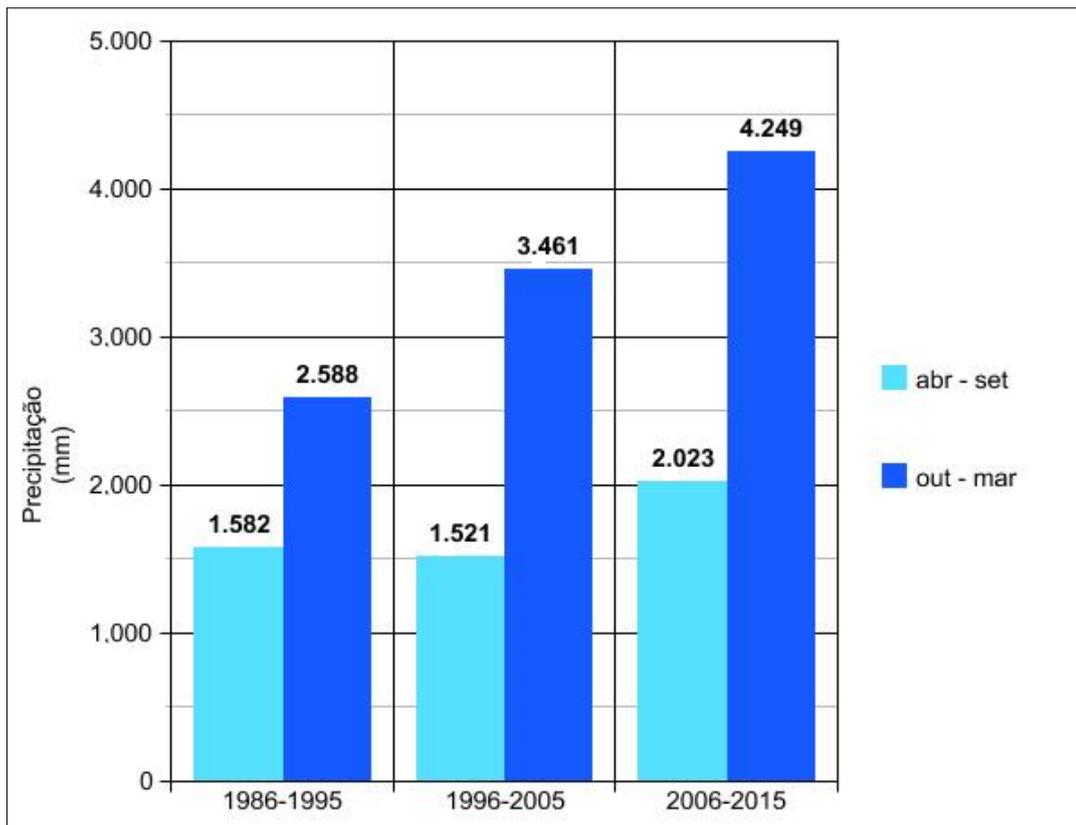
A cidade de Maringá-PR vivenciou em 11 de janeiro de 2016 um dos maiores eventos pluviométricos de sua história. Naquele dia, choveu em torno de 138 mm. Desse total, de acordo com os registros da Estação Climatológica Principal de Maringá (ECPM), em torno de 73 mm ocorreu entre às 12h e 15h, isto corresponde a 73 litros de água por metro quadrado da superfície, em apenas três horas.

Esse episódio provocou muitos transtornos na cidade, como vários pontos de alagamentos, quedas de árvores, interrupções ao fornecimento de energia elétrica, entre outros. Por consequência desse evento, a cidade passou pela maior crise no abastecimento de água de sua história. Devido ao alto volume de chuva, em um

curto espaço de tempo, a rede de captação de água local foi inundada e muitas bombas d'águas foram danificadas, deixando a cidade inteira sem o abastecimento por mais de uma semana.

O Gráfico 5 ilustra a dinâmica das chuvas concentradas com duas variáveis, o semestre menos chuvoso (abril a setembro) e o semestre chuvoso (outubro a março) para os três decênios de estudo. Com relação ao período menos chuvoso, de um lado, os dados apontam que houve redução de 3,8% do primeiro para o segundo decênio, de outro lado, que houve aumento de 33% nos montantes dessas precipitações. Com relação ao semestre chuvoso, os dados apontam que os aumentos dos montantes de chuvas concentradas são expressivos a cada decênio, sendo de 33,7% do primeiro para o segundo decênio e de 22,7% do segundo para o terceiro decênio.

Gráfico 5 – Quantidade de chuvas concentradas (mm) nos semestres mais e menos chuvosos

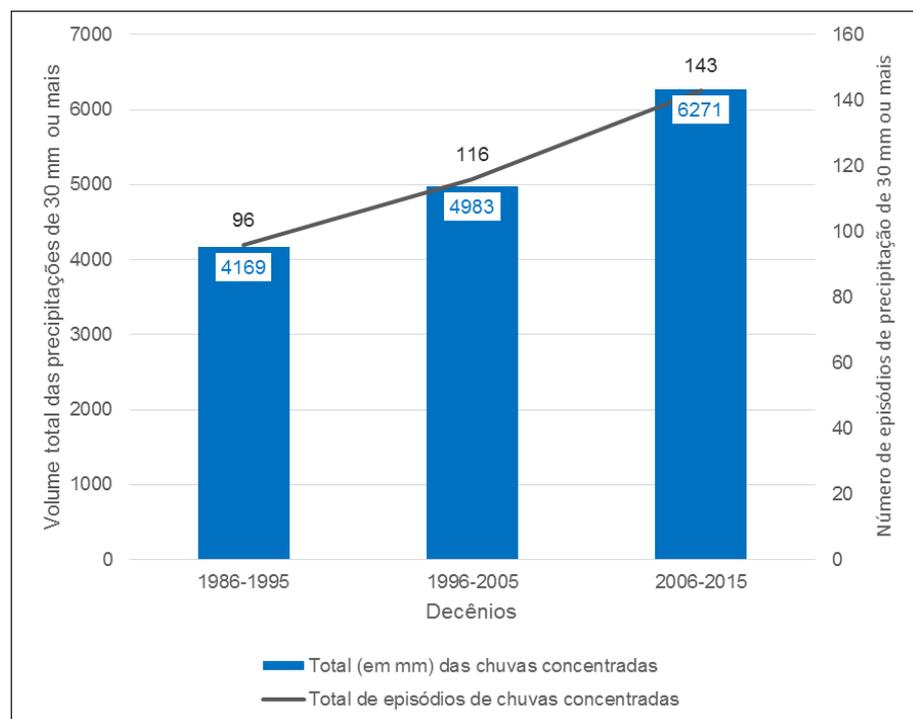


Fonte dos dados: ECPM
Organização: Souza (2016).

No transcorrer dos três últimos decênios, os eventos de chuvas concentradas foram aumentando gradativamente de 96 no primeiro decênio para 116 no segundo e para 143 no terceiro decênio gráfico 6. Esse tipo chuva trouxe consigo muitos transtornos para a população urbana local. Nessas ocasiões, costumeiramente, muitos transtornos e danos materiais foram causados em consequência de quedas de árvores as quais, geralmente deixam ruas intransitáveis, provocam interrupções no fornecimento de energia elétrica entre outros.

O Gráfico 6 sugere que apesar do aumento dos volumes totais das precipitações concentradas a cada decênio, pode não ter ocorrido alterações significativas nas intensidades dessas chuvas e sim o aumento das ocorrências. Ao correlacionar o montante dessas precipitações de 30 mm ou mais ao respectivo número de episódios ocorridos em cada decênio, tem-se, que as médias de chuva concentrada se mantiveram próximas entre si. No primeiro decênio, a média por ocorrência assentou-se em 43,4 mm, no segundo 43,0 mm e no terceiro 43,8 mm. Dessa forma, os resultados médios indicam que a frequência é que mais se modificou no decorrer dos três decênios.

Gráfico 6 - Volume total das precipitações de 30 mm ou mais e número de episódios por decênio (Maringá-PR)



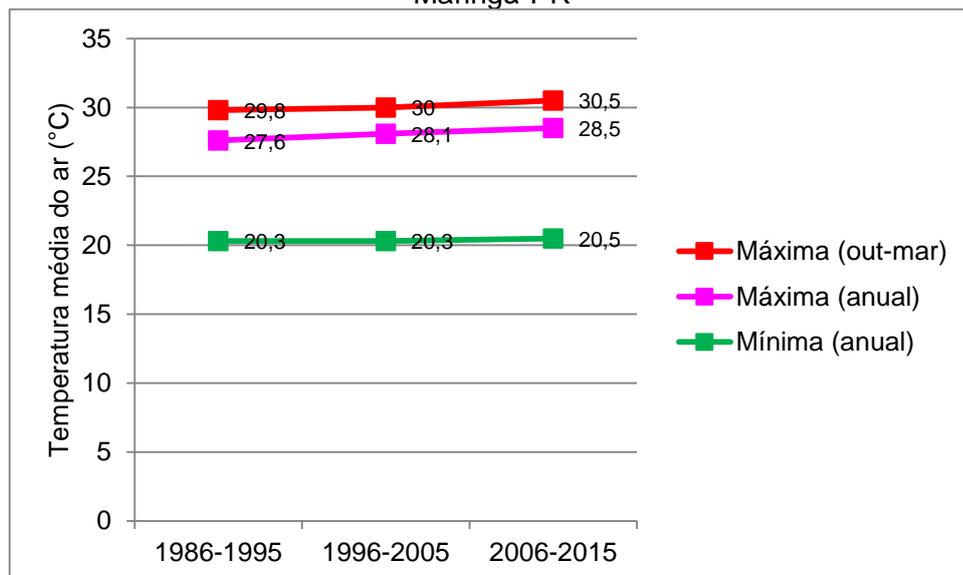
Fonte dos dados: ECPM
Organização: Souza (2016)

4.6 O CALOR URBANO E A OCORRÊNCIA DE CHUVAS CONCENTRADAS

A região geográfica onde se situa a cidade de Maringá passou, desde a sua fundação, por grandes intervenções antrópicas, as quais, conseqüentemente, acarretaram em modificações na paisagem natural. O crescimento das atividades industriais, a queima de combustíveis fósseis e a intensificação da urbanização, ao que tudo indica, promoveram mudanças nos componentes atmosféricos locais, elevando as temperaturas médias e aumentando a frequência de chuvas concentradas.

O Gráfico 7 ilustra a variação das médias históricas das temperaturas máximas e mínimas, compreendidas no período de 01 de janeiro de 1986 a 31 de dezembro de 2015, registradas na ECPM. Inicialmente, indica uma oscilação crescente das temperaturas máximas, que ascenderam $0,9^{\circ}\text{C}$ no referido período (30 anos). Depois, observou-se uma constância nas médias das temperaturas mínimas decenais, que se mantiveram iguais nos dois primeiros decênios e ascenderam $0,2^{\circ}\text{C}$ no terceiro. Por último, o cálculo da diferença entre as temperaturas médias mínimas e máximas, retratou que a amplitude térmica decenal se elevou de $7,3^{\circ}\text{C}$ no primeiro decênio a $8,0^{\circ}\text{C}$ no terceiro decênio.

Gráfico 7 - Temperatura média máxima e mínima do período chuvoso por decênio - Maringá-PR



Fonte dos dados: ECPM
Organização: Souza (2016).

Dessa forma, de acordo com Almeida (2011, p. 8), é incontestável a atuação dos poluentes atmosféricos como fatores causadores das mudanças climáticas, quer seja de forma direta, absorvendo ou refletindo a radiação solar, ou de forma indireta, atuando como núcleos de condensação de nuvens. Desta maneira, a nível local, o clima de Maringá também pode estar sendo influenciado por poluentes atmosféricos. Uma vez que, esses fatores e a configuração urbana podem contribuir decisivamente para aumentos da temperatura na cidade, sobretudo nos horários e períodos mais quentes e acarretar em ocorrências de chuvas concentradas.

A Tabela 4 demonstra a totalidade dos episódios de chuvas concentradas utilizados neste trabalho. Essas chuvas estão agrupadas em dois períodos anuais, o semestre chuvoso e o semestre menos chuvoso no respectivo intervalo horário de ocorrência.

Tabela 4 – Total de chuva concentrada (mm) por período do ano e faixa horária (Maringá-PR, 1986 a 2015)

Decênios	Faixa horária de incidência (h)	Abril – Setembro		Outubro – Março		Total da precipitação concentrada por decênio (mm)
		Total de episódios de precipitação concentrada por faixa horária	Total da precipitação concentrada por faixa horária (mm)	Total de episódios de precipitação concentrada	Total da precipitação concentrada por faixa horária (mm)	
1986-1995	21-9	19	814	23	1115	4169
	9-15	9	361	18	683	
	15-21	10	408	17	788	
	Total	38	1583	58	2586	
1996-2005	21-9	15	698	31	1317	4982
	9-15	8	369	19	732	
	15-21	11	479	32	1387	
	Total	34	1546	82	3436	
2006-2015	21-9	24	891	35	1781	6271
	9-15	8	347	28	1143	
	15-21	19	786	29	1323	
	Total	51	2024	92	4247	

Fonte dos dados: ECPM
Organização: Souza (2017).

Analisando a Tabela 4, inicialmente, em uma visão mais abrangente tem-se a cada decênio aumentos nos montantes das precipitações concentradas de 4169 mm no primeiro decênio para 4982 mm no segundo decênio e 6271 mm no terceiro decênio. Depois, tomando os montantes dessas precipitações nos semestres menos chuvosos (abril a setembro) e nos chuvosos (outubro a março), em um dos decênios, tem-se para o menos chuvosos 1583 mm no primeiro, 1546 mm no segundo e 2024 mm no terceiro decênio. Para o período chuvoso tem-se 2586 mm, 3436 mm e 4247 mm, sucessivamente.

No primeiro decênio foram registrados 38 episódios de chuvas concentradas no semestre menos chuvoso, totalizando 1.583 mm ante 58 no semestre menos chuvoso totalizando 2.586 mm. No segundo decênio foram registrados 34 episódios de chuvas concentradas no semestre menos chuvoso, totalizando 1.546 mm ante 82 no semestre menos chuvoso totalizando 3.436 mm. Por último, no terceiro decênio, foram registrados 51 episódios de chuvas concentradas no semestre menos chuvoso totalizando 2.024 mm ante 92 no semestre menos chuvoso totalizando 4.247 mm.

As Tabelas 5, 6 e 7 demonstram os resultados obtidos pela associação das chuvas concentradas com os intervalos horários e o resumo do que foi observado em cada decênio.

Tabela 5 – Dados médios do 1º decênio (1986 a 1995) em Maringá-PR

ANO	TOTAL DE EPISÓDIOS (acima de 30 mm)	Faixa horária de maior incidência (h)			Média da precipitação em todos os episódios (mm)	Episódio mais significativo (mm)
		21-9	9-15	15-21		
1986	5				46,9	52
1987	9				48,7	82,4
1988	9				44	66,4
1989	10				40,1	51,8
1990	8				39,6	47,9
1991	11				39,2	55,9
1992	14				42,6	101,6
1993	11				46,2	77,8
1994	9				39,4	44,4

1995	10			48,8	59,6
MÉDIA PERÍODO	9			43,5	63,9

Legenda

Faixa horária de maior incidência	Faixa horária de menor incidência
-----------------------------------	-----------------------------------

Fonte dos dados: ECPM
Organização: Souza (2016).

Conforme a Tabela 5, a média anual de episódios de chuvas concentradas no primeiro decênio ficou em 9 ocorrências, sendo que, o menor número foi em 1986 (cinco), e o maior em 1992 (quatorze), neste último ano registrou-se o episódio mais significativo (101,6 mm). A faixa horária de maior incidência foi das 21h às 9h.

Tabela 6 – Dados médios do 2º decênio (1996 a 2005) em Maringá-PR

ANO	TOTAL DE EPISÓDIOS (acima de 30 mm)	Faixa horária de maior incidência (h)			Média da precipitação em todos os episódios (mm)	Episódio mais significativo (mm)
		21-9	9-15	15-21		
1996	10				45,1	94
1997	18				48,1	81,9
1998	15				40,9	63,6
1999	10				47,6	85,1
2000	9				40,4	63,4
2001	12				37,2	50
2002	15				44,3	64
2003	4				37,5	52
2004	14				43,6	74,3
2005	9				37,5	51,1
MÉDIA PERÍODO	11				42,2	67,9

Legenda

Faixa horária de maior incidência	Faixa horária de menor incidência
-----------------------------------	-----------------------------------

Fonte dos dados: ECPM
Organização: Souza (2016).

Conforme a Tabela 6, a média anual de episódios de chuvas concentradas no segundo decênio ficou em 11 ocorrências, sendo que, o menor número foi em 2003 (quatro), e o maior em 1997 (dezoito), o episódio mais significativo (94 mm) ocorreu em 1996. As faixas horárias de maior incidência desse tipo de chuva foi das 21h às 9h e das 15h às 21h.

Tabela 7 – Dados médios do 3º decênio (2006 a 2015) em Maringá-PR

ANO	TOTAL DE EPISÓDIOS (acima de 30 mm)	Faixa horária de maior incidência (h)			Média da precipitação em todos os episódios (mm)	Episódio mais significativo (mm)
		21-9	9-15	15-21		
2006	12				46,5	88,6
2007	13				40,6	72,1
2008	10				43	81,1
2009	21				45,9	96,5
2010	10				35,9	49,4
2011	7				50,2	84,8
2012	10				45	59,8
2013	18				46,1	61,9
2014	17				42,5	77,9
2015	25				42,9	84,2
MÉDIA PERÍODO	14				43,8	75,6

Legenda

Faixa horária de maior incidência	Faixa horária de menor incidência
-----------------------------------	-----------------------------------

Fonte dos dados: ECPM
Organização: Souza (2016)

Conforme a Tabela 7, a média anual de episódios de chuvas concentradas no terceiro decênio ficou em 14 ocorrências, sendo que, o menor número foi em 2011 (sete), e o maior em 2015 (vinte e cinco), o episódio mais significativo (96,5 mm) ocorreu em 2009. A faixa horária de maior incidência foi das 15h às 21h.

De acordo com Borsato e Mendonça (2013, p. 3), “O clima de uma localidade ou região é o resultado da interação dos elementos geográficos, da posição

astronômica e da circulação geral da atmosfera”. Dessa forma, nenhuma alteração nos parâmetros de circulação geral da atmosfera agindo isoladamente, justifica o aumento das médias de temperatura e de precipitação pluviométrica verificado nos últimos decênios na localidade de estudo, sem a coparticipação também dos elementos geográficos locais.

Nesta linha de pensamento, Monteiro (2003, p. 14-15), afirma que:

O tratamento do clima urbano, como um dos componentes da qualidade ambiente, não poderá ser considerado insignificante para o mundo moderno [...]. Do ponto de vista lógico, trata-se de uma tarefa bastante difícil, pois ousa tentar para o estudo do clima da cidade uma conduta de investigação que veja nela não um antagonismo entre o homem e a natureza, mas uma coparticipação.

Assim sendo, infere-se que as mudanças na situação ambiental local acarretada pelo rápido desenvolvimento urbano, o crescimento populacional, a intensificação da queima de combustíveis fósseis, a ascensão das médias históricas, o aumento das médias pluviométricas, o insistente aumento das chuvas concentradas, e todos os elementos locais apresentado nesta pesquisa, coparticiparam conjuntamente com a atuação da circulação geral da atmosfera nas alterações do respectivo ciclo do clima e das águas a nível local.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O total de chuvas acima de 30 mm registrado em cada decênio foi de 4.169 mm, 4.982 mm e 6.271 mm, desde o primeiro decênio até o terceiro, respectivamente. A média das chuvas acima de 30 mm, por episódio, foi de 43,4 mm, 43,0 mm e 43,8 mm, respectivamente.

O período considerado mais chuvoso (outubro a março) registrou maior volume pluviométrico em todos os decênios, e o período menos chuvoso (abril a setembro), registrou em todo os anos, o menor volume, mas ainda assim significativo, pois o município de Maringá possui clima subtropical.

Além do aumento da precipitação pluvial verificado no segundo para o terceiro decênio, as temperaturas médias máxima e mínima se elevaram, sendo que a temperatura média permaneceu a mesma nos dois primeiros períodos, vindo a subir no último decênio.

Outros estudos são necessários para consubstanciar os resultados, ante a diversidade dos fenômenos que influenciam o clima de Maringá.

REFERÊNCIAS

- ALMEIDA, M. S. de. **Ativação dos núcleos de condensação de nuvens**. 2011. 33 f. Monografia (Licenciatura em Física) - Centro de Ciências e Tecnologias, Universidade Estadual do Ceará, Fortaleza. Disponível em: <www.uece.br/fisica/index.php/arquivos/doc_download/103>. Acesso em: 15 out. 2016.
- ANDRADE, A. **MARINGÁ: ontem, hoje e amanhã**. Maringá: Rumo Gráfica, 1979.
- BENDER, A. **Eventos de tempo severo associados às linhas de instabilidade sobre o estado de São Paulo**. 2012. 105 f. Dissertação (Mestrado em Ciências Atmosféricas) - Coordenadoria de Pós-Graduação, Universidade de São Paulo, São Paulo. Disponível em: <<http://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/14/14133/tde-24062013-113838/pt-br.php>>. Acesso em: 31 maio 2016.
- BERNARDES, L. R. M. **Determinação de regiões pluviometricamente homogêneas no estado do Paraná, através de técnicas de análise multivariada**. 1998. 136 f. Tese (Doutorado em Engenharia) - Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, São Paulo.
- BORSATO, V. da A.; MENDONÇA, F. de A. A dinâmica dos sistemas atmosféricos no verão 2012- 2013 no Paraná e em Campo Mourão. In: SIMPÓSIO DE ESTUDOS URBANOS. 2. , 2003, Campo Mourão. **Anais...** Campo Mourão: FECILCAM, Universidade Estadual do Paraná, 2003. Disponível em: <http://www.fecilcam.br/anais/ii_seurb/documentos/questao-ambiental-urbana/borsato-victor-da-assuncao.pdf>. Acesso em: 11 nov. 2016.
- BRANDÃO, A. M. P. M. O CLIMA URBANO DA CIDADE DO RIO DE JANEIRO. In. MONTEIRO. C. A. F; MENDONÇA. F. **Clima urbano**. São Paulo: Editora Contexto, 2003. p. 121 – 153.
- DIAS, R. G.; GINI, S.; SILVA, M. P. F. (Org.). **Terra Crua**. Edição Comentada. Maringá: EDUEM, 2014.
- FERREIRA, C. C. M; ASSIS, D. C. O mapeamento do albedo e análise de sua influência na caracterização de microclimas de áreas urbanas. In: SILVA, C. A. et. al. **Experimentos em Climatologia Geográfica**. Dourados. Editora da UFGD, 2014. p. 145-163.
- FORSDYKE, A.G.: **Previsão do tempo e clima**. Coleção prisma. São Paulo: Melhoramentos, 1978.
- LEAL, G. C. S. de G. FARIAS, M. S. S. de; ARAUJO, A. de F. O processo de industrialização e seus impactos no meio ambiente urbano. **Qualitas**, v. 7, n. 1, p. 1-11, 2008.

LEMOS C. F.; CALBETE N. O. **Sistemas Frontais que atuaram no Brasil de 1987 a 1995**. Climanálise Especial, Edição comemorativa de 10 anos. MCT/INPE-CPTEC, 1996.

MACHADO, L. A; ASSIS, W. L. Implicações da verticalização na circulação atmosférica local: O caso do município de Nova Lima/MG – Brasil. In: SILVA, C. A. et. al. **Experimentos em Climatologia Geográfica**. Dourados. Editora da UFGD, 2014. p. 145-163.

MARINGÁ, Prefeitura Municipal. Informações do site: <<http://www.maringa.gov.br>>.

MARINGÁ, Prefeitura Municipal. Plano local de habitação de interesse social – PLHIS. **CADERNO DO DIAGNÓSTICO HABITACIONAL**, Maringá, 2011.

MARINGÁ, Prefeitura Municipal. **Plano Municipal de Conservação e Recuperação da Mata Atlântica de Maringá**. Maringá: Secretaria de Meio ambiente (SEMA), 2011.

MENDONÇA, F. de A. Clima e planejamento urbano em Londrina: proposição metodológica e de intervenção urbana a partir do estudo do campo termohigrométrico. In. MONTEIRO. C. A. F; MENDONÇA. F. **Clima urbano**. São Paulo: Editora Contexto, 2003. p. 93–120.

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

MINAKI, C. A climatologia e o meio urbano. In: BRAIDO, L. M. H.; TOMMASELLI, J. T. G. **Fundamentos de climatologia**. Maringá: UniCesumar, 2016. p. 74-112.

MONTEIRO. C. A. F; MENDONÇA. F. **Clima urbano**. SÃO PAULO: EDITORA CONTEXTO, 2003

NIMER, E. **Clima da Região Sudeste**. In: Geografia do Brasil. Rio de Janeiro/IBGE, 1979.

NUNES, L. H. Urbanização e produção de risco aos desastres naturais: exemplos da América do Sul. In: LOURENÇO, L. F.; MATEUS, M. A. (Org.). **Riscos naturais, antrópicos e mistos**. Coimbra: Simões e Linhares, 2013, v. 1, p. 181-196. Disponível em: <http://www.uc.pt/fluc/depgeo/Publicacoes/livro_homenagem_FR Rebelo/181_195>. Acesso em: 5 abr. 2016.

NUNES, L. H.; VICENTE, A. K.; CANDIDO, D. H. Clima da Região Sudeste do Brasil. In: CAVALCANTI, I. F. A. et al. (Org.) **Tempo e clima no Brasil**. São Paulo: Oficina de textos, 2009. Cap. 16, p. 243-258.

SANTOS, J.M.C. **O CLIMA URBANO DE MARINGÁ. Ensaio Metodológico para cidades de porte médio e pequeno**. 1996. Dissertação (Mestrado em Geografia). Departamento de Geografia da faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas. Universidade de São Paulo.

SILVEIRA, L. M. **Análise rítmica dos tipos de tempo no Norte do Paraná, aplicada ao clima local de Maringá-PR.** 2003. Tese (Doutorado em Geografia Física) Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas, Universidade de São Paulo.