

Padrões pluviométricos da Cidade de Manaus-AM: 1986 a 2015

Janio Célio Matos D'ávila Junior¹

Antonio Fábio Sabbá Guimarães Vieira²

RESUMO

Este trabalho tem como objetivo principal descrever e analisar os padrões e tendências pluviométricas da cidade de Manaus-AM no período de 1986 a 2015. Assim como descrever os volumes diários, mensais e anuais e apresentar possíveis padrões pluviométricos para Manaus. Para realização desta pesquisa, foram utilizados os dados da estação pluviométrica do INMET-Manaus. Os dados foram tratados em termos de valores diários, mensais e anuais. Sendo que os principais resultados apontam que os meses mais chuvosos são os meses de fevereiro, março e abril e os menos chuvosos os meses de julho, agosto e setembro. O maior total pluviométrico desse período ocorreu no mês de janeiro do ano de 1996 (571,3 mm) e o de menor pluviometria ocorreu em julho do ano de 1997 (0 mm). Ao final da pesquisa, constatou-se que o volume pluviométrico para Manaus durante esse período apresentou poucas variações nos totais anuais, sendo a média das mínimas anuais de 2049,32 mm e a média das máximas anuais de 2629,42 mm e uma média geral para o período de 2339,3 mm. Todavia, observou-se uma pequena diminuição no número de dias de chuva, de 190 dias relativos ao período de 1901 a 1994 para 178 dias no período desta pesquisa (1986 a 2015). Essa diminuição sugere uma maior concentração de chuvas durante cada ano (eventos extremos de chuva), visto que os totais anuais não sofreram maiores alterações ao longo de todo registro pluviométrico para Manaus.

Palavras-Chaves: pluviometria, Manaus, clima.

PLUVIOMETRIC PATTERNS OF THE CITY OF MANAUS-AM: 1986 TO 2015

ABSTRACT

The main objective of this work is to describe and analyze the pluviometric patterns and trends in the city of Manaus-AM in the period from 1986 to 2015. As well as to describe the daily, monthly and annual volumes and present possible pluviometric patterns for Manaus. In order to carry out this research, data from the INMET-Manaus rain station were used. The data were treated in terms of daily, monthly and annual values. The main results indicate that the rainiest months are the months of February, March and April and the least rainy are the months of July, August and September. The highest total rainfall in that period occurred in January of 1996 (571.3 mm) and the lowest rainfall occurred in July of 1997 (0 mm). At the end of the research, it was found that the rainfall volume for Manaus during this period showed little variation in the annual totals, with the average of the annual minimums of 2049.32 mm and the average of the annual maximum of 2629.42 mm and a general average of 2339.3 mm for the period. However, there was a small decrease in the number of rainy days, from 190 days relative to the period from 1901 to 1994 to 178 days in the period of this research (1986 to 2015). This decrease suggests a greater concentration of rainfall during each year (extreme rain events), since the annual totals have not undergone major changes over the entire rainfall record for Manaus.

Key words: pluviometry, Manaus, climate.

Introdução

Vale destacar inicialmente que esse trabalho segue o viés da climatologia, pois os dados aqui tratados compreendem uma análise do estado médio da atmosfera num determinado espaço e

¹ Geógrafo, Universidade Federal do Amazonas, janiocelijo junior@gmail.com

² Professor Associado 2, Universidade Federal do Amazonas, fabiovieira@ufam.edu.br

tempo, especificamente sobre a precipitação ao longo do período de 1986 a 2015 para Manaus-AM.

Logo, entende-se “precipitação” como qualquer deposição em forma líquida ou sólida e derivada da atmosfera (AYOADE, 2010) e que nesse caso refere-se à chuva. Desta forma, o referido autor considera o clima como “uma descrição estática que expressa as condições médias da região”, onde normalmente, essa descrição tem validade para 30 anos, do sequenciamento das condições do tempo num local, tal como nesse trabalho. Assim, podem ocorrer variações nos totais e nas médias, para mais ou para menos ao longo de todo o período observado.

Importante lembrar, que o tempo é o estado físico das condições atmosféricas em um determinado momento e local, enquanto o clima é o estudo médio do tempo para o determinado período ou mês em certa localidade durante um período de aproximadamente 30-35 anos. Também, se refere às características da atmosfera inseridas das observações contínuas durante certo período. O clima abrange maior número de dados e eventos possíveis das condições de tempo para uma determinada localidade ou região. Inclui considerações sobre os desvios em relação às médias, variabilidade climática, condições extremas e frequências de eventos que ocorrem em determinada condição do tempo (AYOADE, 2010).

No caso em particular, o estudo se volta para a precipitação (chuvas no perímetro urbano de Manaus-AM), com tratamento estatístico. Assim, a cidade de Manaus, localizada na região Norte do Brasil é fortemente influenciada pela Floresta Amazônica, a qual produz grandes volumes de vapor d’água devido à evapotranspiração da floresta e parcela importante deste processo precipita na própria região, na forma de eventos convectivos. Além desta influência direta, há ainda fluxos de umidade de origem oceânica, que combinados com a umidade de origem amazônica, bem como convergência de ventos alísios, formam um importante canal de umidade, sendo responsável também por grande quantidade de precipitação na região (OLIVEIRA JUNIOR; DIAS, 2005).

A pluviosidade apresenta flutuações interanuais significativas. É por isso que vários autores propõem critérios e procedimentos visando identificação de anos regulares, anos chuvosos e anos secos em séries históricas.

O conhecimento acerca de padrões pluviométricos para a cidade de Manaus, tem como trabalho mais abrangente, a pesquisa realizada por Aguiar (1995), que compreendeu o período de 1901 a 1994, onde o autor trabalhou não somente com dados pluviométricos, mas também com dados de temperatura e umidade. O mesmo verificou um aumento de 30% nos totais pluviométricos entre a

1ª normal climatológica (1901 a 1930) e a última (1961-1990), onde nesse último período registrou a média de 2291,8 mm/ano.

Desse trabalho até os dias atuais, outros foram realizados para Manaus, como a caracterização pluviométrica do período de 1917 a 2006 (VIEIRA, 2008), onde foi constatado através de três séries temporais (1917 a 1946; 1947 a 1976 e 1977 a 2006), uma pequena variação entre essas, de 2.095,6 mm para a 1ª série; e 2.206,4 mm na 2ª série, com um acréscimo de 5,2% em relação a anterior e a 3ª série com 2.279,5 mm, com aumento de 3,3% sobre a anterior. Portanto, observando-se um pequeno aumento entre cada período.

Mascarenhas Junior e Aguiar (2008), realizaram estudos sobre fenômenos extremos (precipitação e temperatura) para Manaus, no período de 1961 a 1970, utilizando registros das planilhas diárias fornecidas pelo Instituto Nacional de Meteorologia – INMET, onde destacamos especificamente as análises destes sobre as chuvas iguais ou superiores a 50 mm/dia. Os autores descrevem entre outras coisas, a influência que os eventos de larga escala (principalmente o El Niño) tiveram em 3 momentos da década estudada. Mascarenhas Junior e Aguiar (2008) concluem que "de forma geral pode-se afirmar que no período chuvoso há mais probabilidade de ocorrência de fenômenos de precipitação intensa" e destacam a necessidade de fazer análises para períodos mais longos, diferente da pesquisa por eles realizada.

Benedetto (2014), trabalhando na mesma linha dos autores acima (eventos extremos de chuva para Manaus), mas abrangendo o período de 2002 a 2012, destaca que nesse período, tais eventos oscilaram bastante, pois tiveram as influências dos fenômenos *El Niño* e *La Niña*, resultando em grandes variações nos totais anuais, como em 2003, onde o total pluviométrico ficou em 1954,9 mm e em 2008 com 3157,1 mm.

Fernandes (2017), tratando a respeito de eventos extremos e erosividade da chuva para Manaus, observou que no período de 1986 a 2015, através das variações pluviométricas (mensais e anuais) e normal climatológica, observou que a média pluviométrica desse período, ficou em 2329,4 mm, destacando o ano de 2008 como o mais chuvoso (3157,1 mm) e o ano de 2015 o menos chuvoso (1735,7 mm). Vale destacar que esse último, refere-se ao total pluviométrico sem interferência de fenômenos como o *El Niño* ou *La Niña*, diferente do que descreveu Benedetto (2014) em parágrafo anterior, destacando que sob influência do *El Niño* o menor volume observado foi de 1954,9 mm em 2003.

Reis (2019), ao estudar a influência da Zona Franca e suas consequências sobre o clima de Manaus, a partir das características dos elementos climáticos (precipitação pluvial e temperatura do ar), por meio de dados secundários de precipitação e temperatura do período de 1958 a 2017

do INMET/BDMEP, do Anuário Estatístico do IBGE de 1959 a 1961 e dissertação de Aguiar (1995) de 1972 a 2017, destacou que "os totais de precipitação anual tiveram muitas oscilações no decorrer na série de dados, onde foi possível observar anos em que os totais acumulados não chegaram a 2000 mm anuais e anos [em] que os totais ultrapassaram os 3000 mm anuais". O referido trabalho de Reis (2019) vem corroborar com os dados já apresentados aqui sobre os totais pluviométricos (maior e menor volume anual).

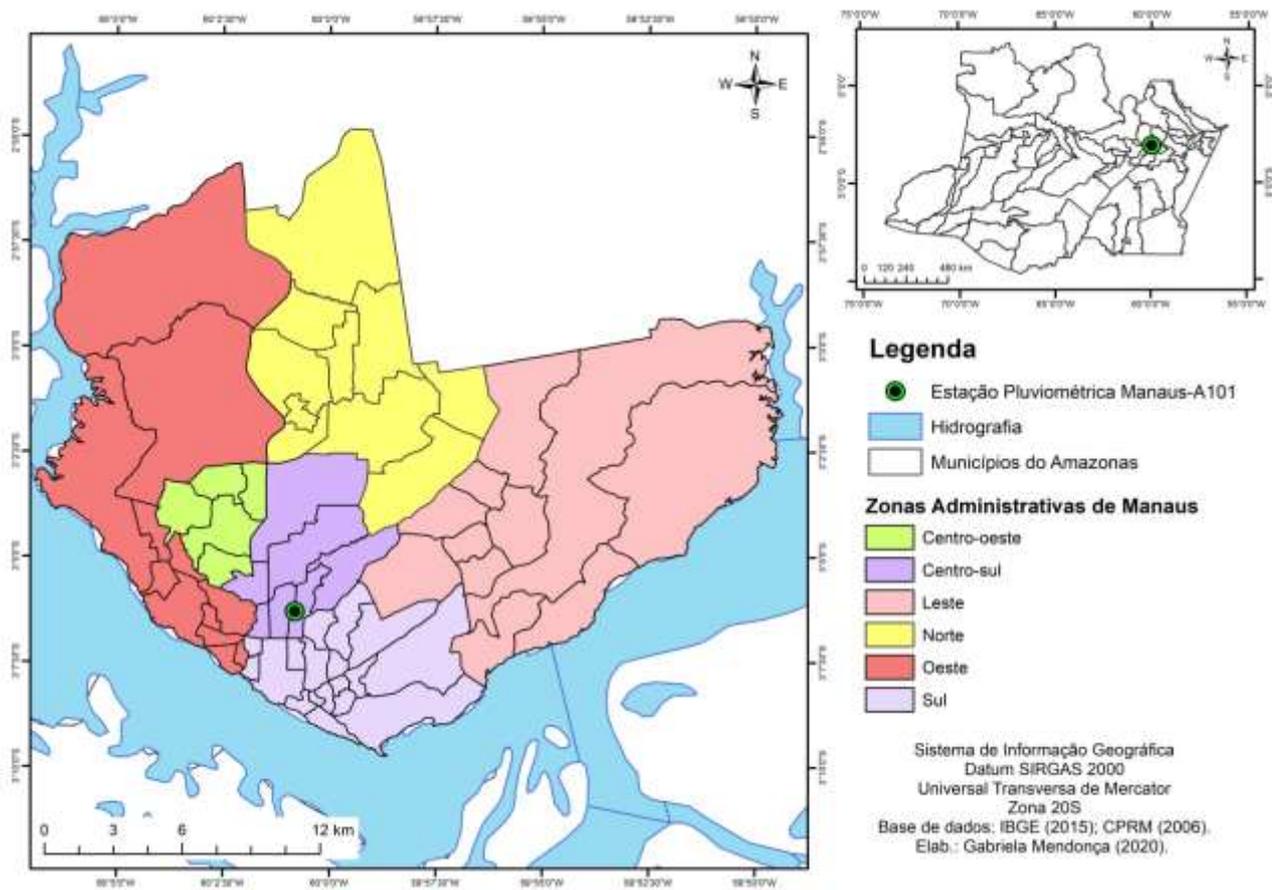
Assim, o presente trabalho tem como objetivo principal analisar os padrões pluviométricos para Manaus-AM, relativo à série histórica de 1986 a 2015 (30 anos) e tenta apresentar análises e dados que ampliem o entendimento sobre a pluviometria para Manaus.

Metodologia

A área de estudo refere-se à cidade de Manaus (**Figura 01**), capital do Amazonas, localizada às margens do rio Negro e Amazonas, que compreende uma área de 451km², equivalente a 3,8% da área total do município (11.458,5 Km²) (VIEIRA, 2008).

A cidade de Manaus, está inserida numa área de predomínio da Formação Alter do Chão (VIEIRA, 2008), correspondente a era Mesozoica. Do ponto de vista do relevo, constitui-se basicamente de interflúvios tabulares (platôs) os quais terminam em encostas côncavas, convexas e retilíneas (VIEIRA, 2008). Apresenta duas classes principais de solos: Latossolos Amarelos e Espodossolos, com predomínio do primeiro. O clima em termos gerais é equatorial quente úmido, com temperatura média de 27,9°C. Oscilando entre 23,7°C e 32,1°C (médias das mínimas e das máximas, respectivamente) (SANTANA, 2017). O município de Manaus está localizado às margens do Rio Negro e do Rio Amazonas, na maior bacia hidrográfica do mundo com uma densa rede de canais (VIEIRA, 2008). A vegetação é classificada como Floresta Ombrófila Densa, no entanto, encontra-se bastante alterada, devido à forma de ocupação realizada, predominando, portanto, a vegetação secundária e algumas espécies remanescentes das florestas primárias (VIEIRA, 2008).

Figura 01: Localização da área urbana de Manaus (AM).



Os procedimentos adotados neste trabalho consistiram na tabulação dos dados de precipitação dos anos de 1986 a 2015 do INMET-Manaus (estação 82331). O tratamento e análise dos dados coletados utilizou-se de valores totais (mensais e anuais) e média aritmética (meses do ano e para os anos do período estudado). A representação dos resultados se deu por meio de gráficos de colunas (totais) combinados com linhas (média aritmética). Foi utilizado também gráficos de linha de tendência, construídas através da análise de regressão linear correlacionada com a variável tempo. O gráfico foi construído por meio da equação $Y=a.x+b$, onde conforme Ferreira (2012) “a” e “b” são constantes e podem ser obtidas no Microsoft Excel por meio da função = INCLINAÇÃO (B2:B70;A2:A70) para “a” e, = INTERCEPÇÃO (B2:B70;A2:A70) para “b”, por exemplo. Uma vez produzidos esses gráficos, a análise de padrões, pode indicar tendências para os dados pluviométricos (aumentando ou diminuindo) no decorrer dos anos, validados pela sua significação (r).

Portanto, o simples valor de r não resulta em uma maior ou menor significância dos resultados, pois isso dependerá do tamanho da amostra e conseqüentemente "o valor exigido de r para significância da correlação pode variar" (ROGERSON, 2012 *apud* LIMBEGER, 2015). Para entender

se um valor é significativo ou não, Rogerson (2012) *apud* Limberg (2015) apresenta uma escala de valores de r combinado com o número de amostras (**tabela 01**).

Tabela 01: Relação entre o tamanho da amostra e o valor mínimo de r exigido para que a amostra tenha significância estatística para 95%.

Tamanho da amostra, n	Valor absoluto mínimo de r necessário para alcançar significância (usando alfa =0.05)
15	0,514
20	0,444
30	0,361
50	0,279
100	0,197
250	0,124

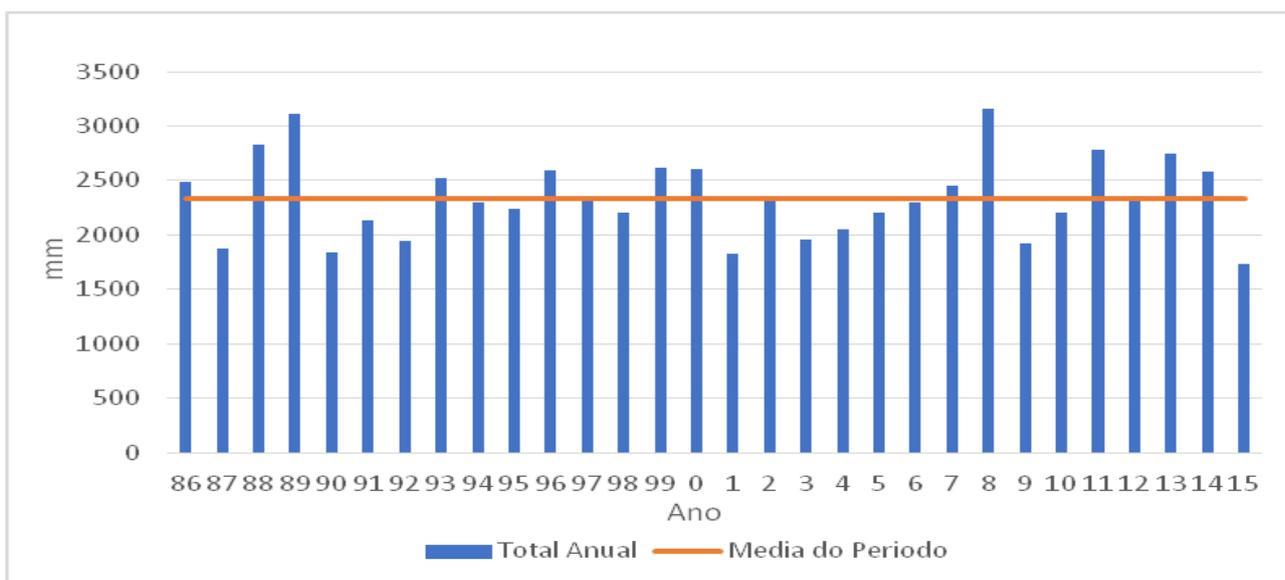
Fonte: Rogerson 2012 *apud* Limberger, 2015.

Quanto ao número de dias de chuva, foram utilizados ao longo dessas séries (valores absolutos e valores médios), e verificados através da simples comparação se estes estão (em termos médios por período) aumentando, diminuindo ou estão se mantendo ao longo dos anos.

Resultados

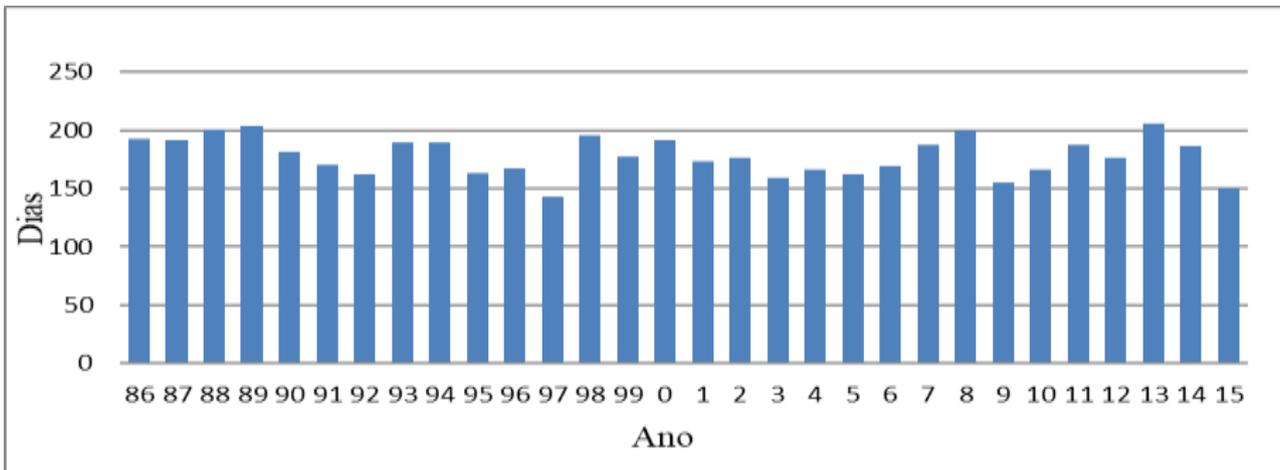
Os resultados obtidos são apresentados em gráficos de precipitação de 1986 a 2015, de acordo com os objetivos propostos. Pôde-se observar que durante esses 30 anos, o ano de 2008 foi o que apresentou o maior total de precipitação, tendo registrado 3157,1 mm. Enquanto o ano de 2015 foi o ano com o menor volume precipitado, atingindo apenas 1735,7 mm (**Gráfico 01**).

Gráfico 01 – Totais anuais (1986 a 2015).



O ano 1989 e 2013 foram os anos que tiveram o maior número de dias de chuva, respectivamente 204 e 206. Enquanto os anos de 1997 e 2015 apresentaram as menores quantidade de dias de chuva, respectivamente 143 e 150 (**Gráfico 02**). Para o período avaliado (1986 a 2015) a média foi de 178 dias por ano.

Gráfico 02- Dias de chuva anual (1986 a 2015).



Descrição das variações pluviométricas anuais, mensais e diárias

A seguir, os **gráficos 03 a 32** apresentam os resultados respectivos à variação da precipitação total mensal comparada à precipitação máxima diária. A finalidade desses gráficos é mostrar que em alguns meses do ano, uma única chuva, pode ser responsável por quase a metade do volume precipitado para o mês e em alguns casos, principalmente nos meses mais secos, uma única chuva pode ser responsável quase que pela totalidade do precipitado mensal. Assim, para evitar repetir as análises para cada gráfico, estes serão discutidos ao final num único bloco.

Gráfico 03 - Precipitação total mensal comparada à Precipitação máxima diária (1986).

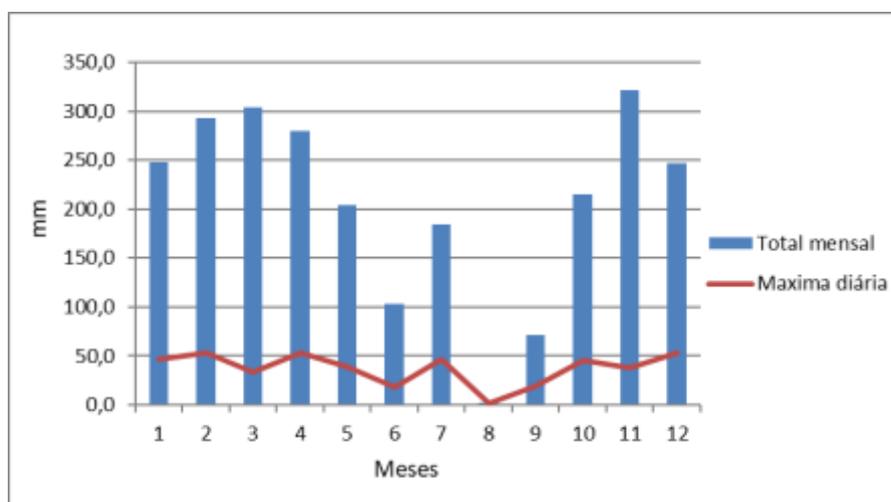


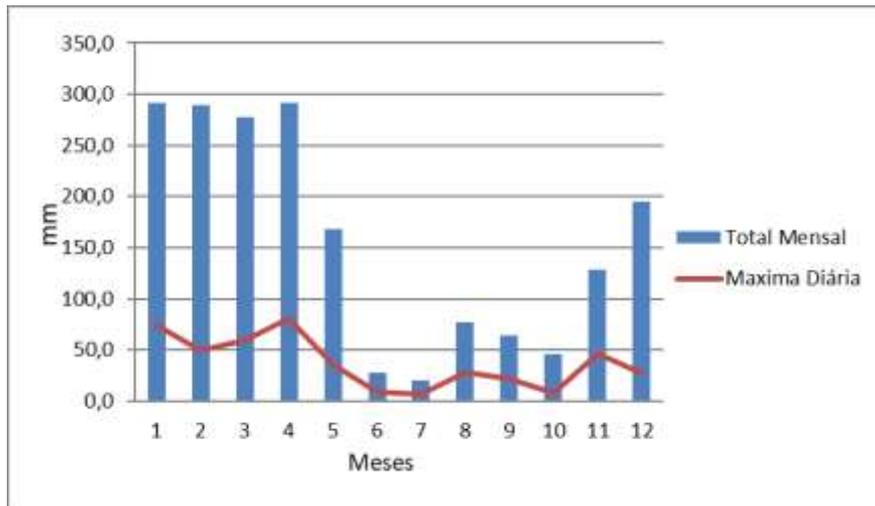
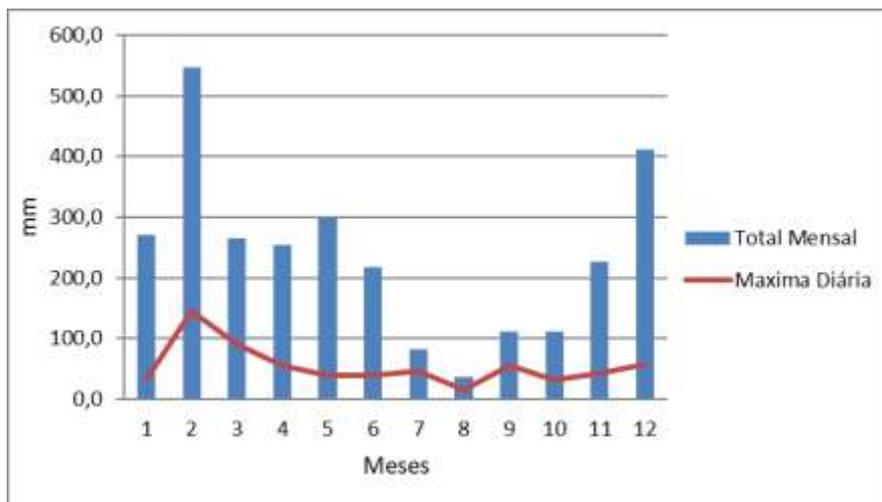
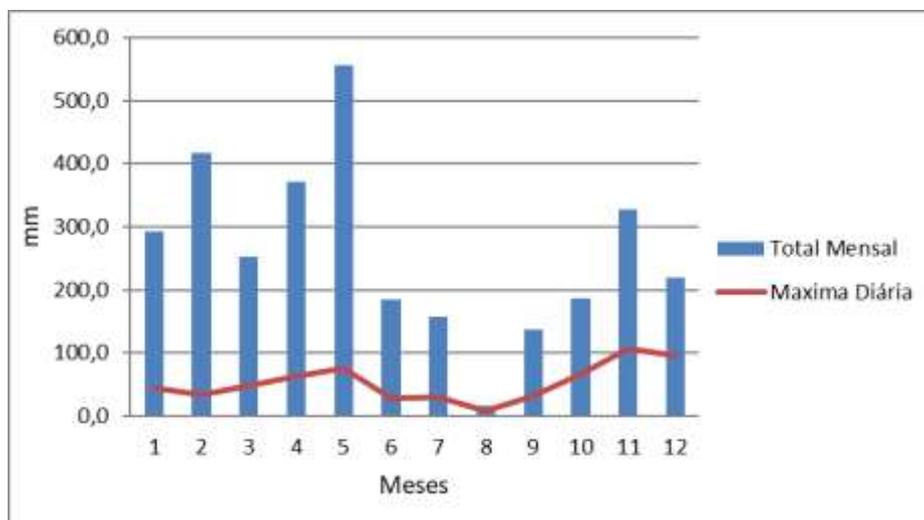
Gráfico 04 - Precipitação total mensal comparada à Precipitação máxima diária (1987).**Gráfico 05** - Precipitação total mensal comparada à Precipitação máxima diária (1988).**Gráfico 06** - Precipitação total mensal comparada à Precipitação máxima Diária (1989).

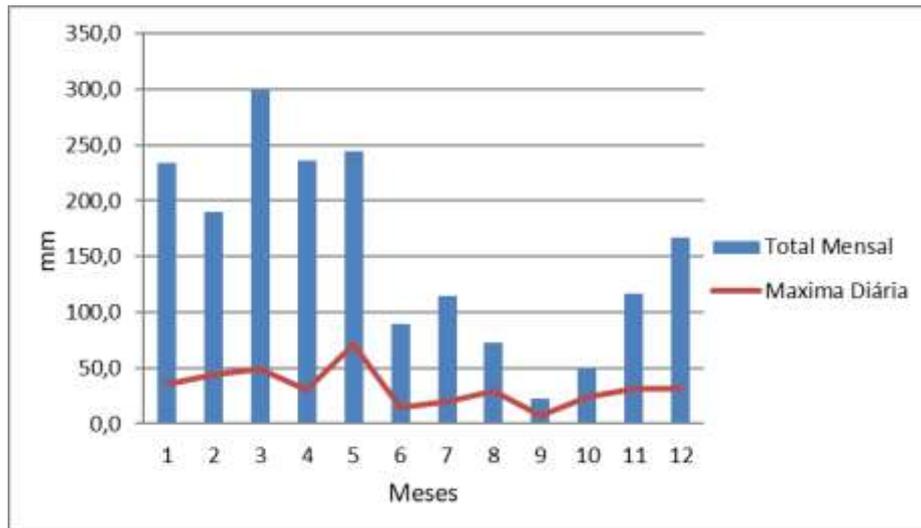
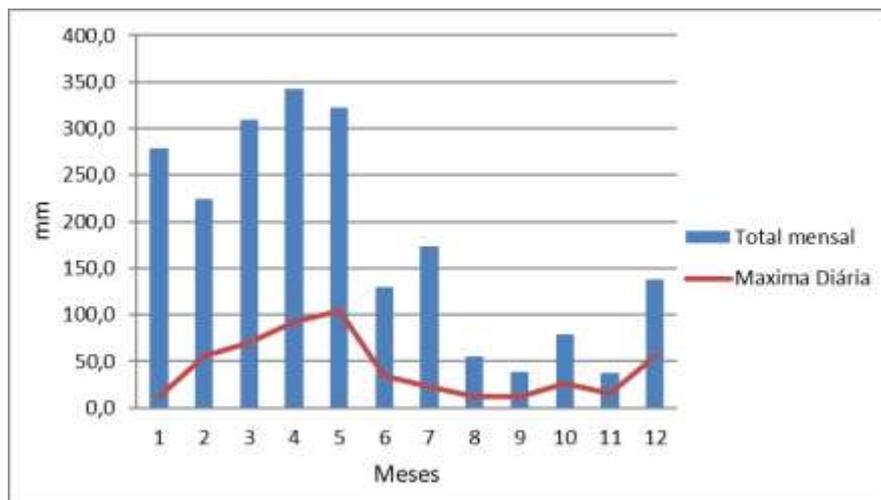
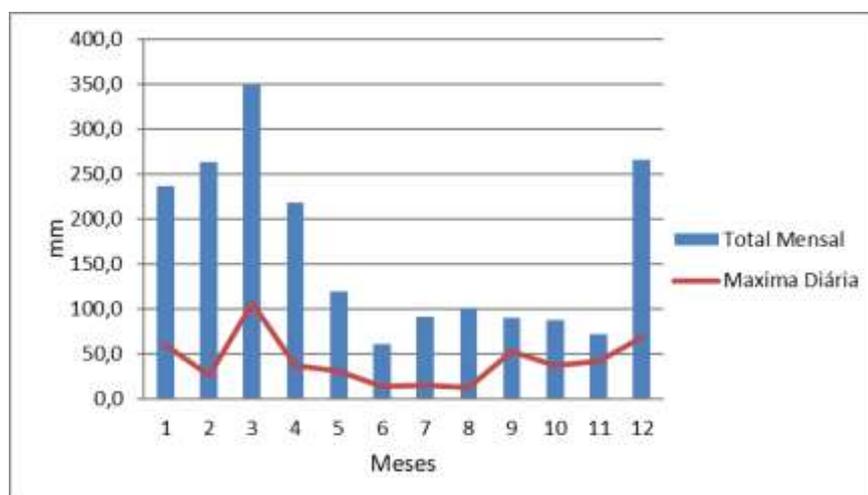
Gráfico 07- Precipitação total mensal comparada à Precipitação máxima Diária (1990).**Gráfico 08** - Precipitação total mensal comparada à Precipitação máxima Diária (1991).**Gráfico 09** - Precipitação total mensal comparada à Precipitação máxima Diária (1992).

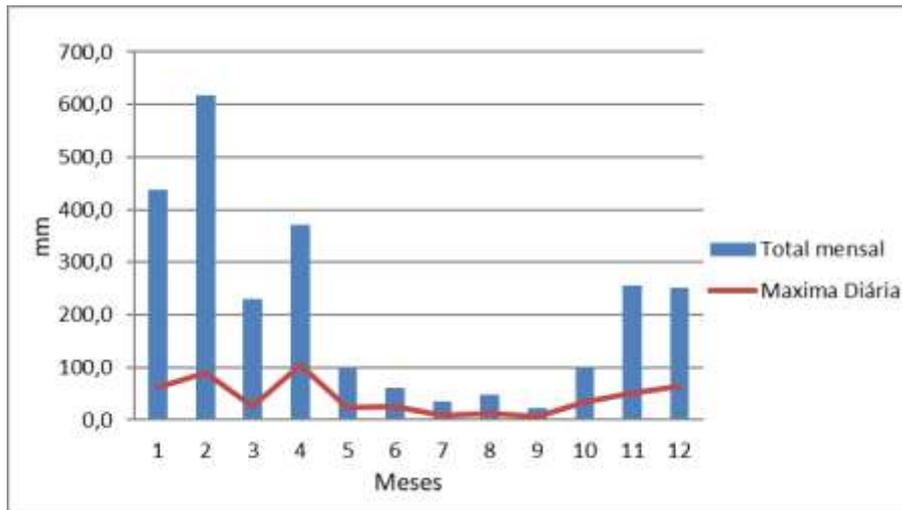
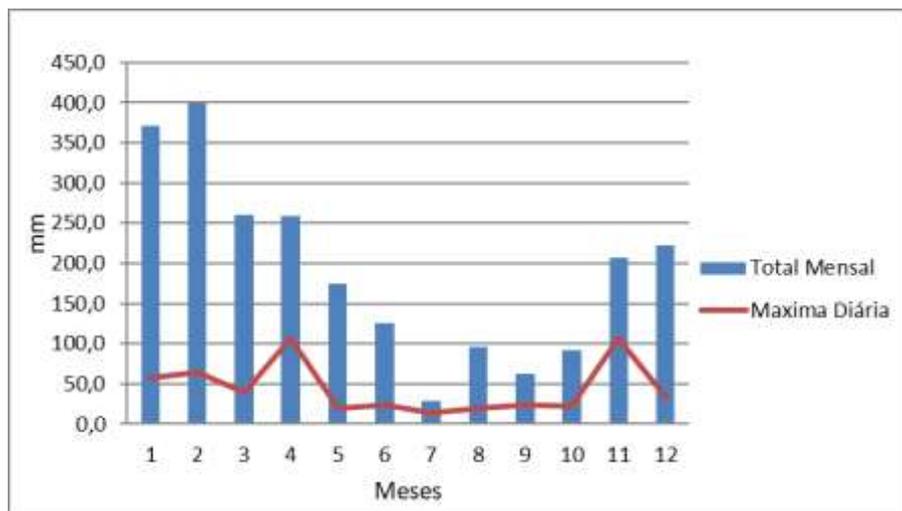
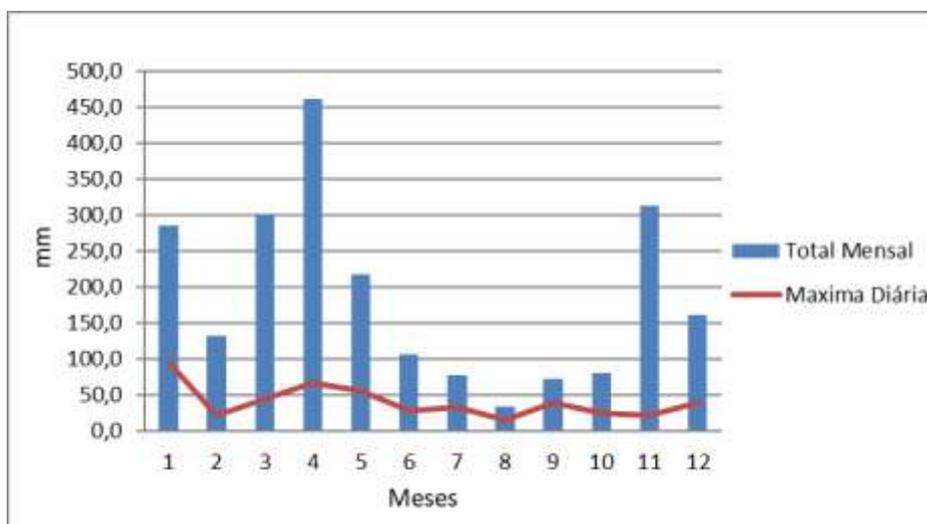
Gráfico 10 - Precipitação total mensal comparada à Precipitação máxima Diária (1993).**Gráfico 11** - Precipitação total mensal comparada à Precipitação máxima Diária (1994).**Gráfico 12** - Precipitação total mensal comparada à Precipitação máxima Diária (1995).

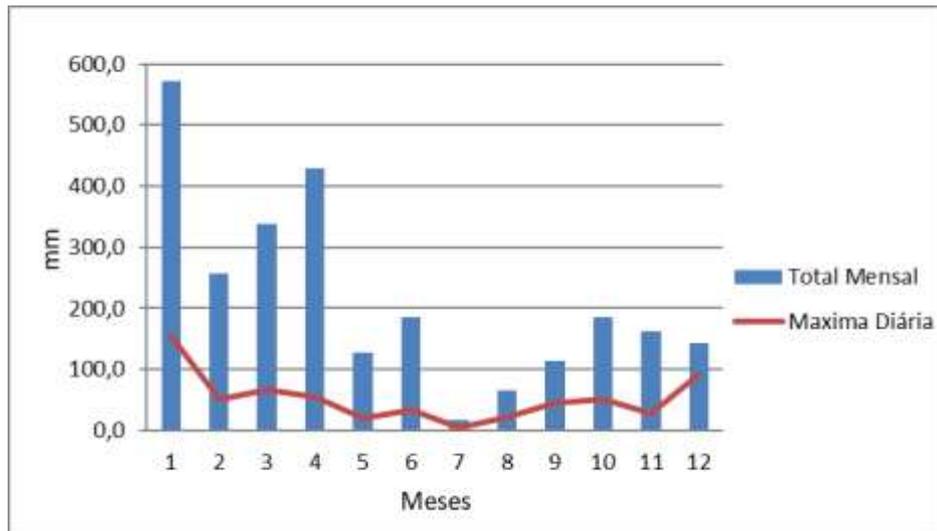
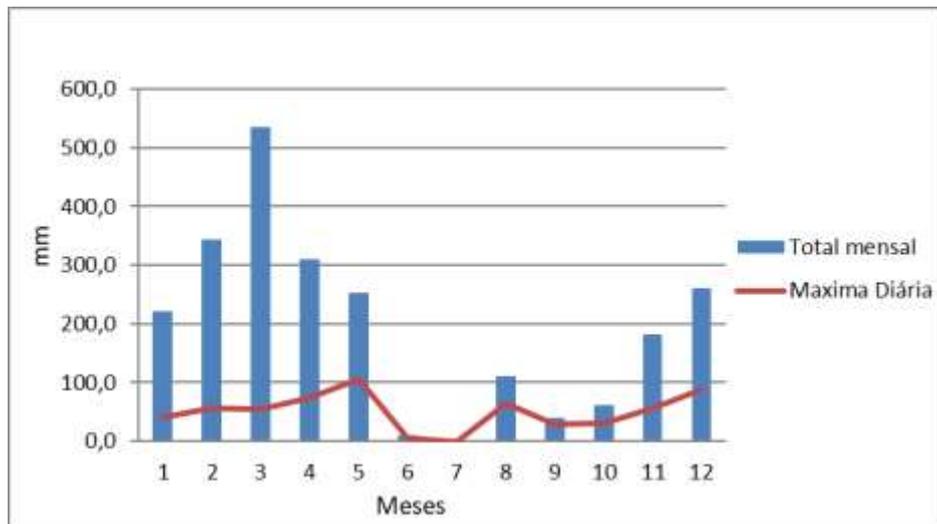
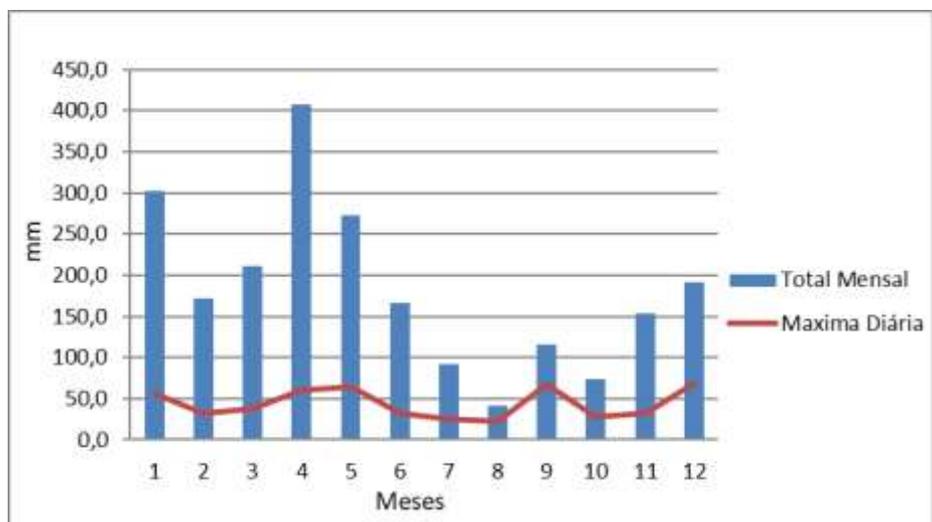
Gráfico 13 - Precipitação total mensal comparada à Precipitação máxima Diária (1996).**Gráfico 14** - Precipitação total mensal comparada à Precipitação máxima Diária (1997).**Gráfico 15** - Precipitação total mensal comparada à Precipitação máxima Diária (1998).

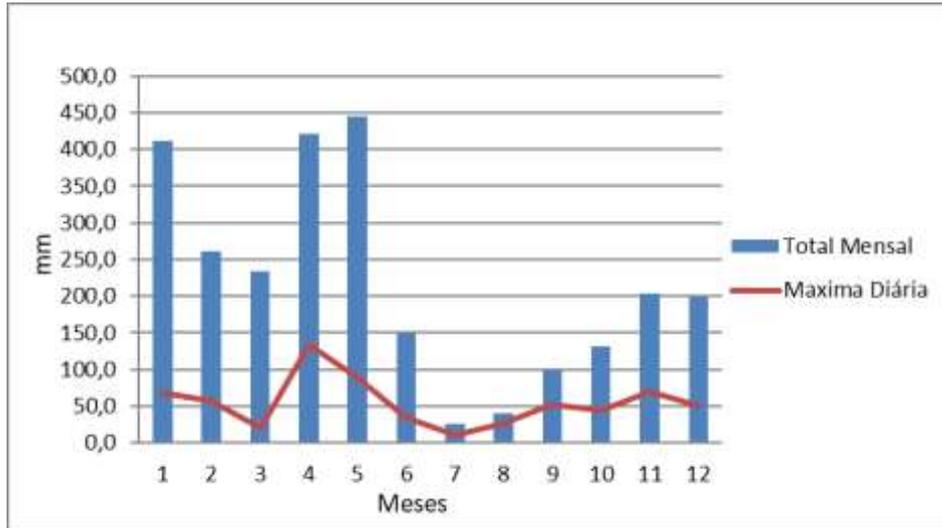
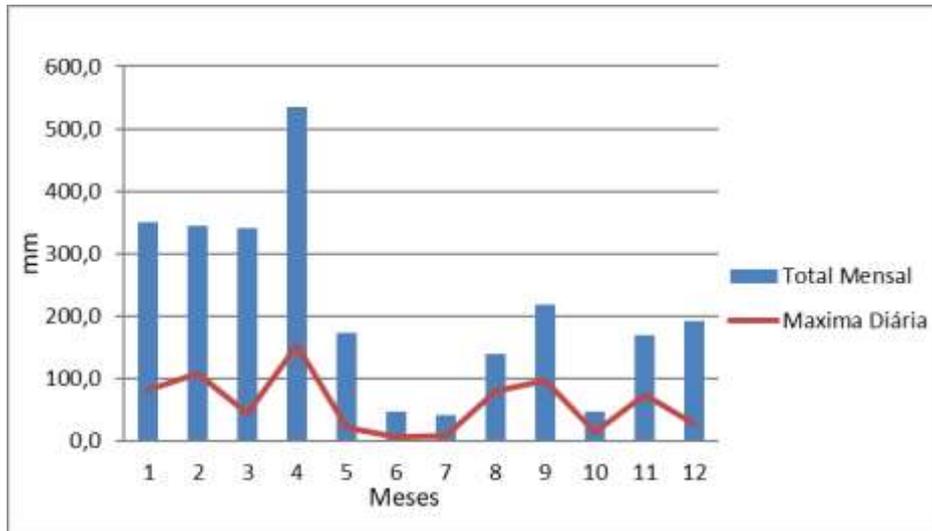
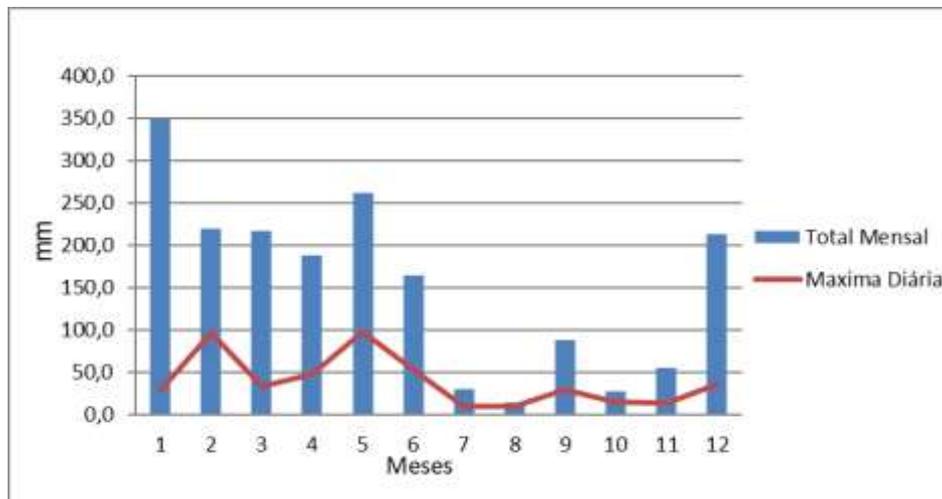
Gráfico 16 - Precipitação total mensal comparada à Precipitação máxima Diária (1999).**Gráfico 17**- Precipitação total mensal comparada à Precipitação máxima Diária (2000).**Gráfico 18**- Precipitação total mensal comparada à Precipitação máxima Diária (2001).

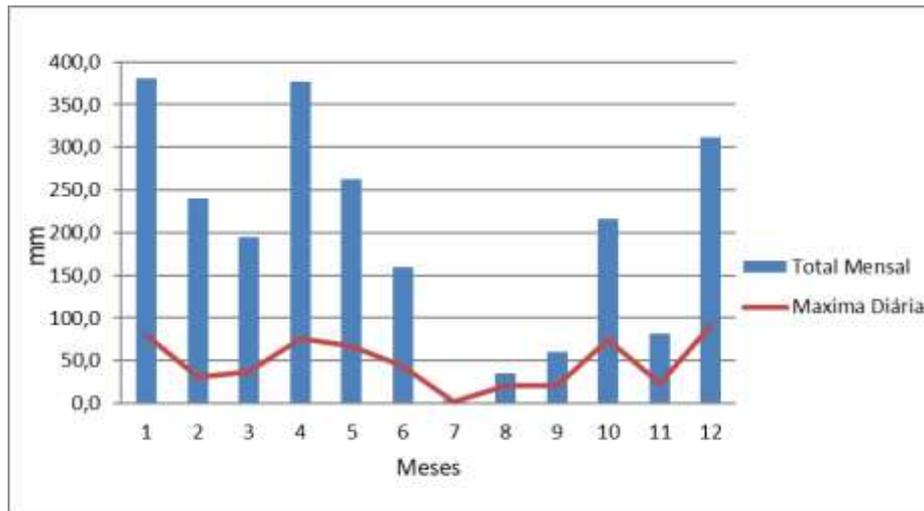
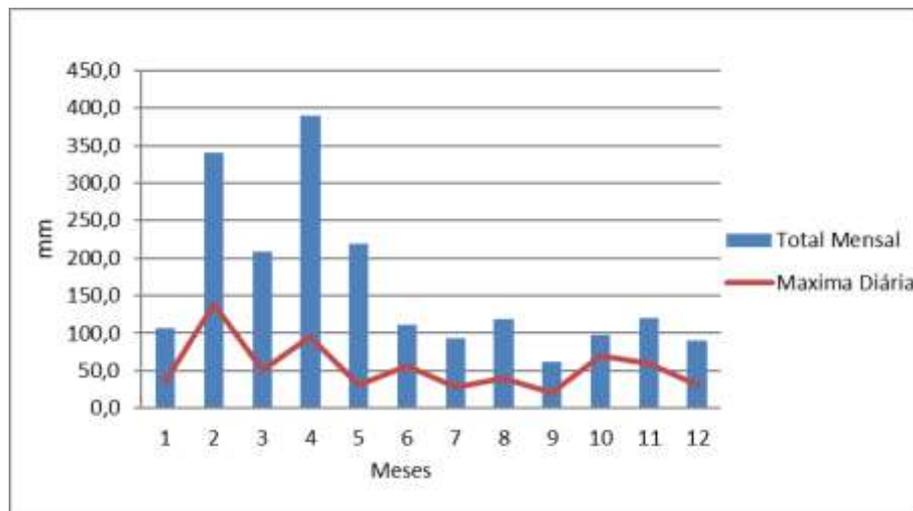
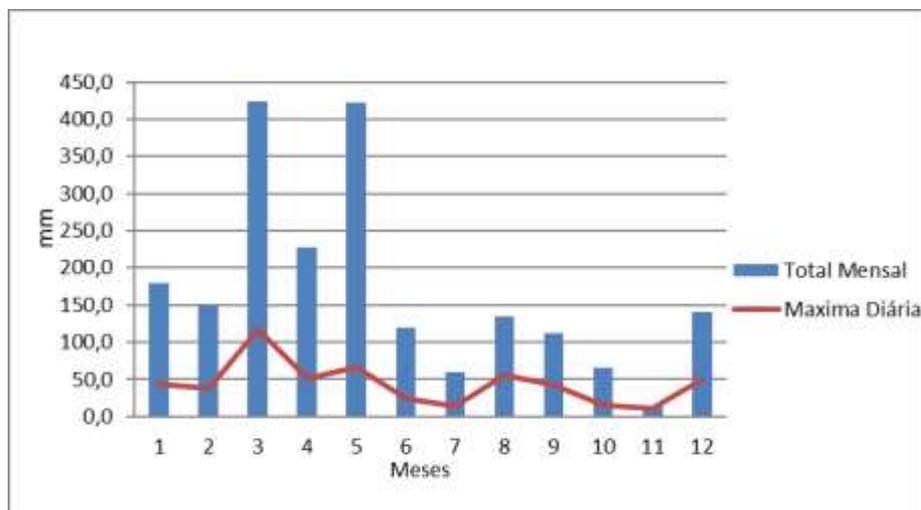
Gráfico 19 - Precipitação total mensal comparada à Precipitação máxima Diária (2002).**Gráfico 20** - Precipitação total mensal comparada à Precipitação máxima Diária (2003).**Gráfico 21** - Precipitação total mensal comparada à Precipitação máxima Diária (2004).

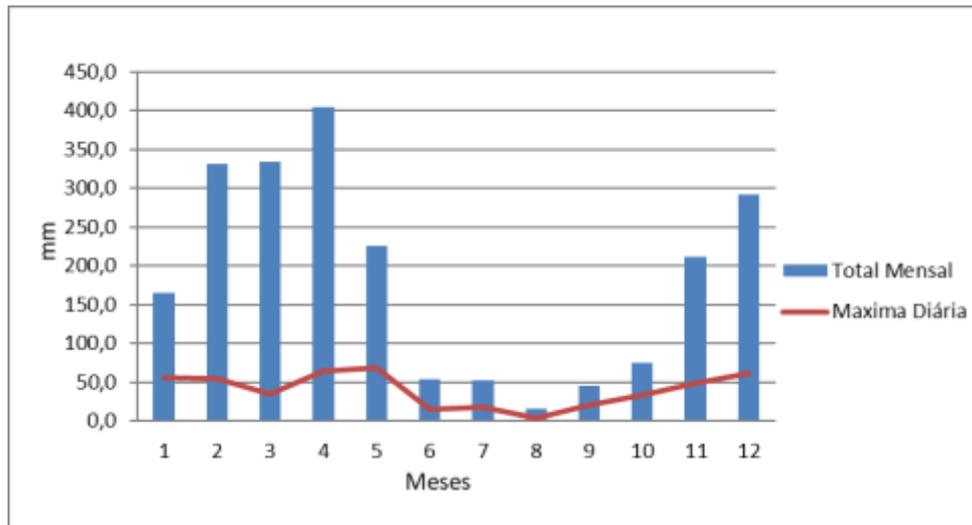
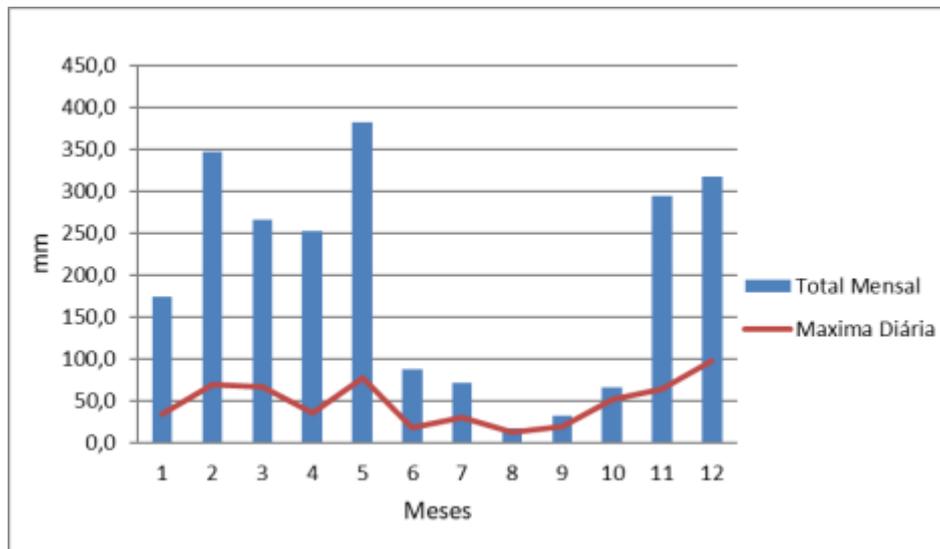
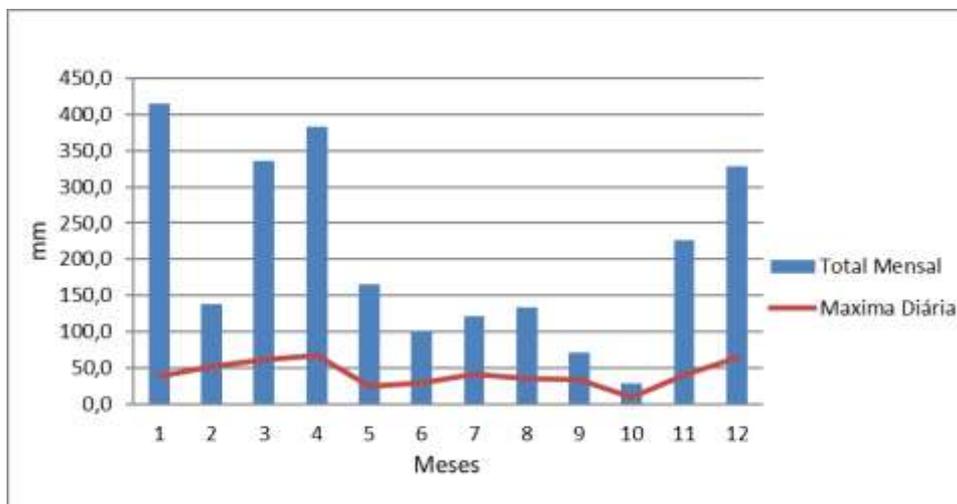
Gráfico 22 - Precipitação total mensal comparada à Precipitação máxima Diária (2005).**Gráfico 23** - Precipitação total mensal comparada à Precipitação máxima Diária (2006).**Gráfico 24** - Precipitação total mensal comparada à Precipitação máxima Diária (2007).

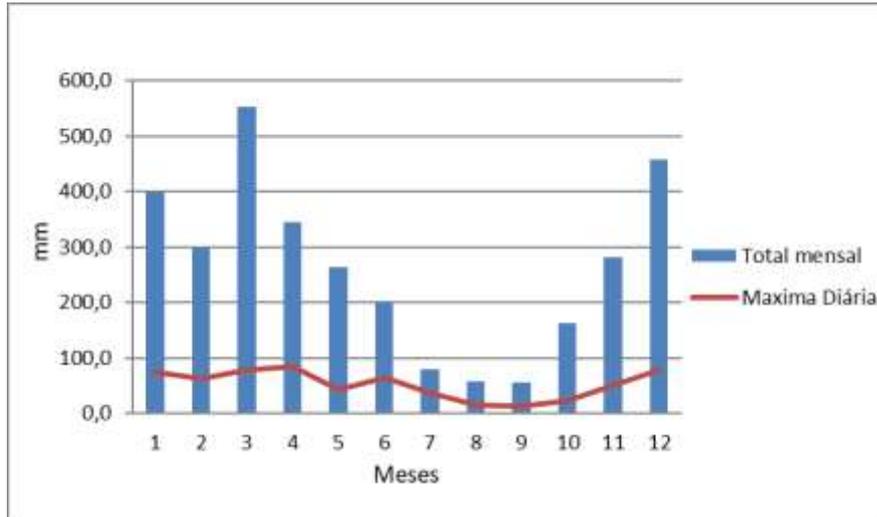
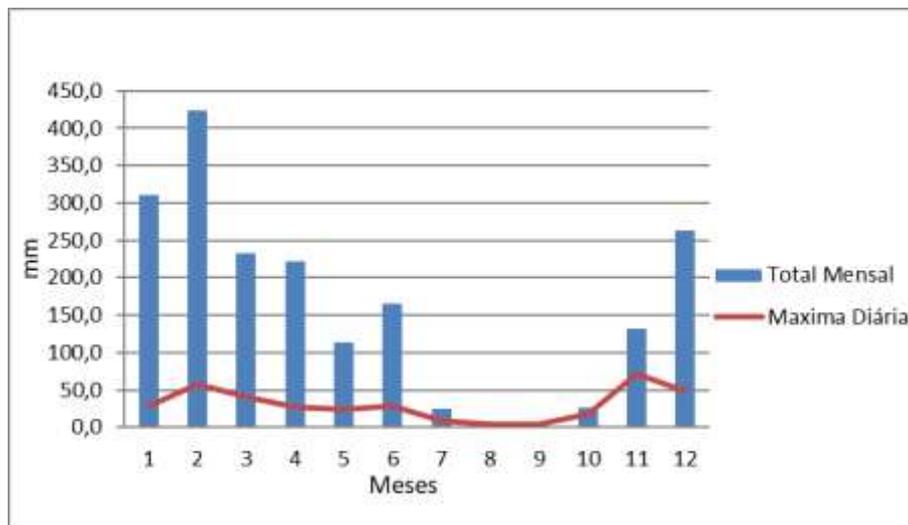
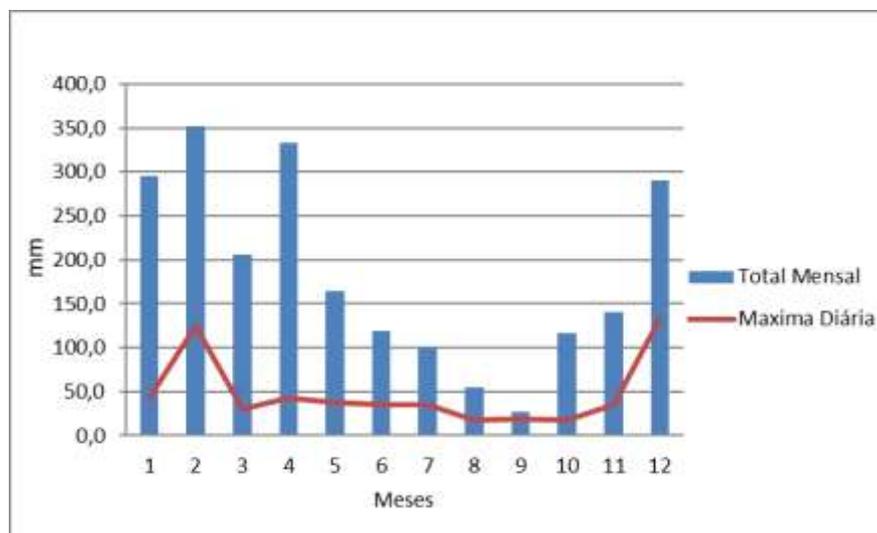
Gráfico 25 - Precipitação total mensal comparada à Precipitação máxima Diária (2008).**Gráfico 26** - Precipitação total mensal comparada à Precipitação máxima Diária (2009).**Gráfico 27** - Precipitação total mensal comparada à Precipitação máxima Diária (2010).

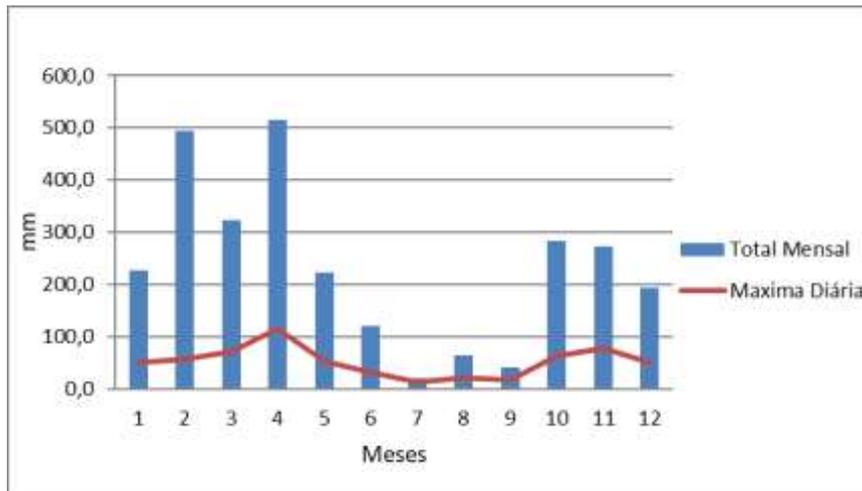
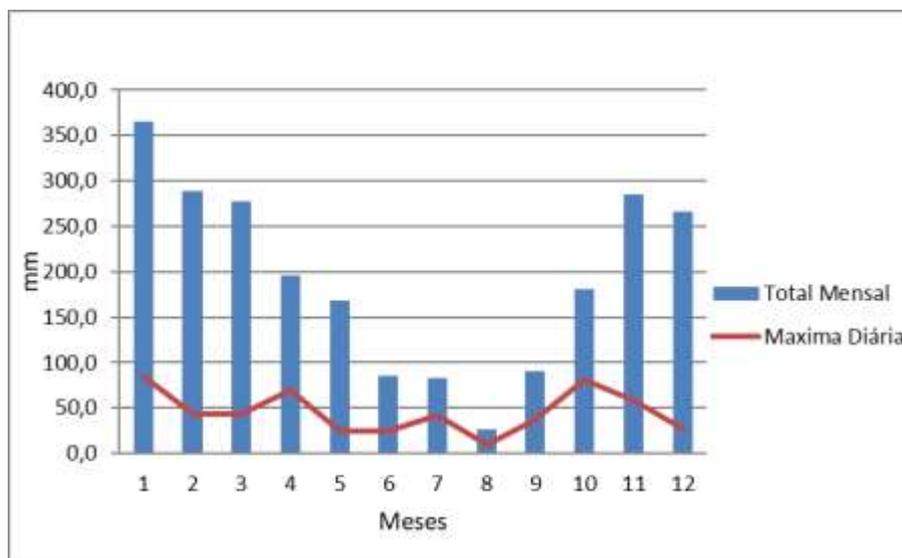
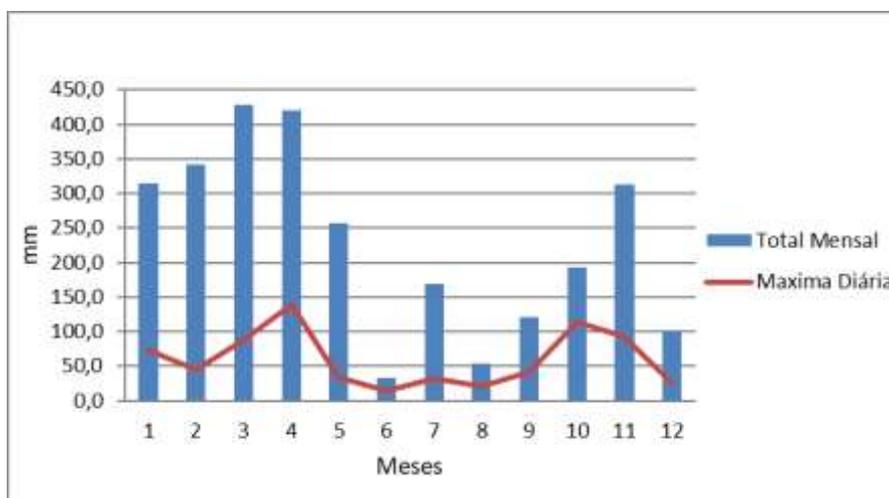
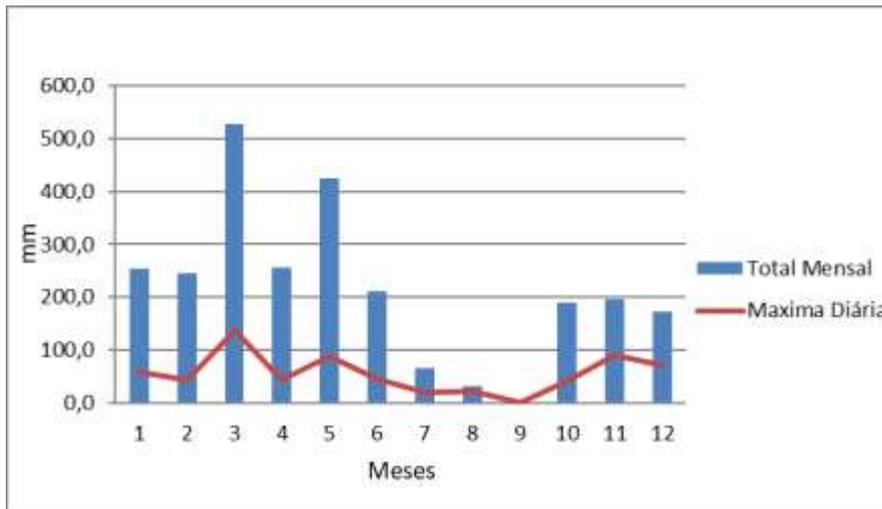
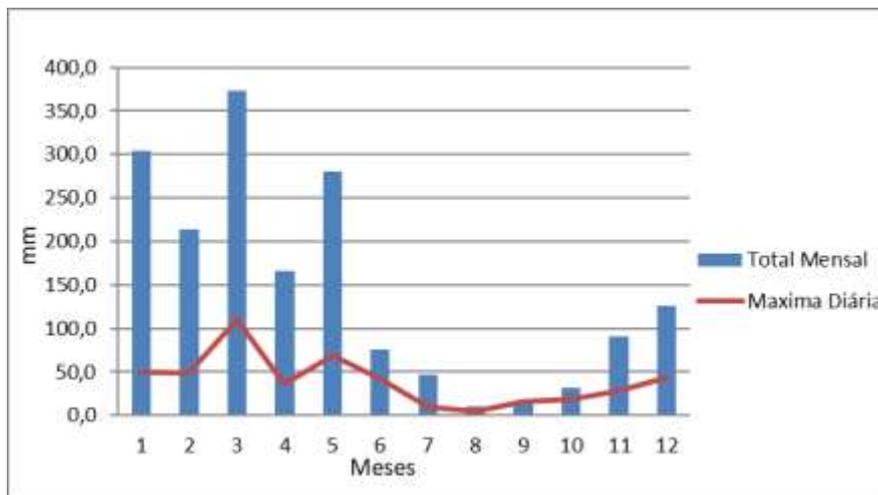
Gráfico 28 - Precipitação total mensal comparada à Precipitação máxima Diária (2011).**Gráfico 29** - Precipitação total mensal comparada à Precipitação máxima Diária (2012).**Gráfico 30** - Precipitação total mensal comparada à Precipitação máxima Diária (2013).

Gráfico 31 - Precipitação total mensal comparada à Precipitação máxima Diária (2014).**Gráfico 32** - Precipitação total mensal comparada à Precipitação máxima Diária (2015).

Conforme mencionado anteriormente, algumas chuvas diárias foram responsáveis em alguns casos por boa parte do volume precipitado para o mês, chegando em alguns casos a ser responsável pela quase totalidade do volume precipitado. Desta forma, percebe-se que isso é mais recorrente nos meses de menor volume pluviométrico, como os meses de julho, agosto, setembro e outubro, enquanto nos meses mais chuvosos, os volumes das chuvas se distribuíram melhor ao longo do mês. Ainda assim, foi possível notar que alguns eventos extremos de chuvas ultrapassaram não somente os 50 mm/dia mas os 100mm/dia, principalmente nos meses de fevereiro, março, abril e dezembro, mas com destaque para o mês de abril com maior número de ocorrências de totais diários maiores que 100 mm.

Apresentação dos possíveis padrões pluviométricos para Manaus-AM

Levando em consideração a tabela de Rogerson (2012) *apud* Limberg (2015), considerou-se nesse trabalho os gráficos com significância estatística, onde o resultado de $r > 0,514$. Desta forma, os anos 1986 a 1988, 1990 a 2002, 2005, 2006, 2008 a 2015 (**Gráficos 33 a 35, 37 a 49, 52, 53, 55 a 62**) apresentaram significância estatística, uma vez que os totais mensais desses anos mostraram proximidade aos valores médios mensais de todo o período. Em outras palavras, os totais mensais ficaram próximos do que se esperava para a média do respectivo mês.

Os anos 1989 (**Gráfico 36**), 2003 (**Gráfico 50**), 2004 (**Gráfico 51**) e o ano 2007 (**Gráfico 54**) apresentaram uma baixa significância estatística ($r < 0,514$). O ano de 1989 esteve sob influência do El Niño (intensidade moderada), assim como os anos de 2003 e 2007 estavam sob influência da La Niña (INPE, 2020) e talvez essas influências (El Niño e La Niña), com intensidades moderadas para esses anos, tenha influenciado nesses resultados. A exceção é o ano de 2004 que além de apresentar uma significância estatística baixa, também não estava relacionado a nenhum dos eventos que influenciaram esses 3 anos citados anteriormente (1989, 2003 e 2007).

Observando os dados do INPE (2020) a respeito dos fenômenos de El Niño e La Niña e comparando com os maiores valores de significância estatística ($r > 0,800$), notou-se algumas especificidades: a) o ano 1987 (**Gráfico 34**) recebeu a influência final do El Niño (1986-1987) de intensidade moderada; b) o ano 1994 (**Gráfico 41**) não esteve sob influência de nenhum dos fenômenos (El Niño e La Niña); c) o ano de 2005 (**Gráfico 52**) recebeu influência do final do El Niño (2004-2005) de intensidade forte; d) o ano de 2010 (**Gráfico 57**) recebeu influência final do El Niño (2009-2010) de intensidade moderada, assim como a influência inicial da La Niña (2010-2011).

Gráfico 33 - Totais mensais de 1986 comparado com as médias mensais do período (1986-2015)

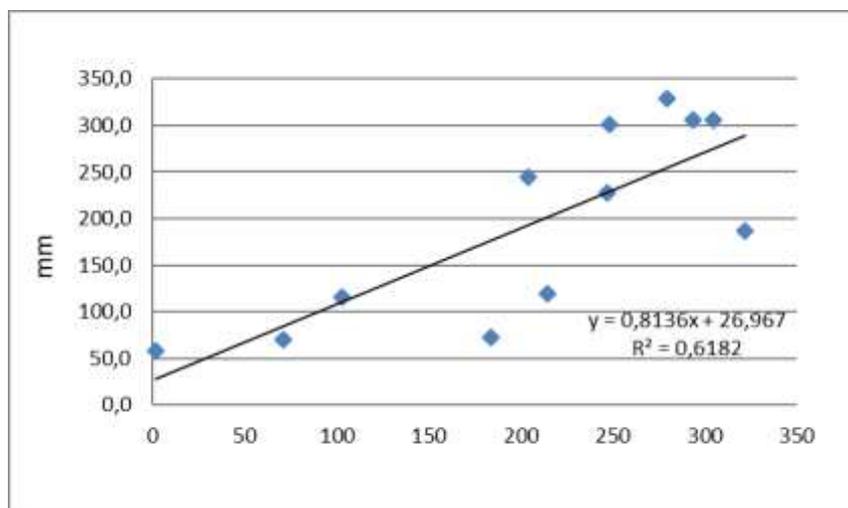


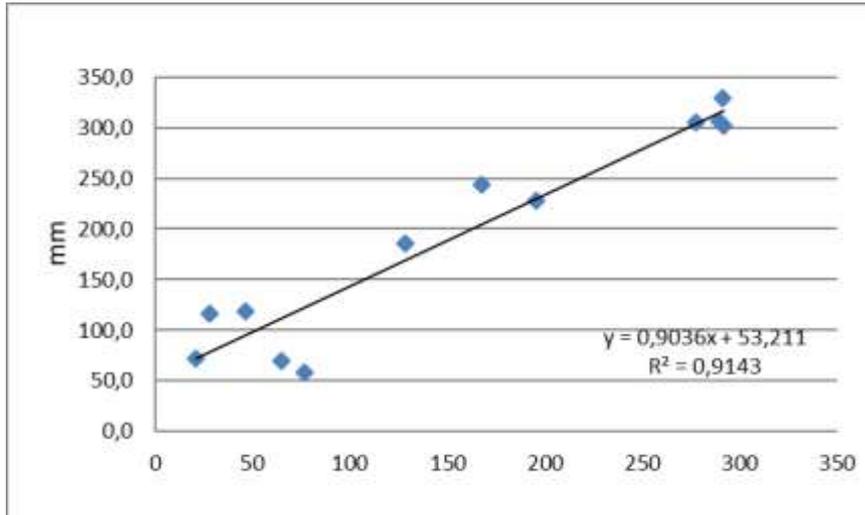
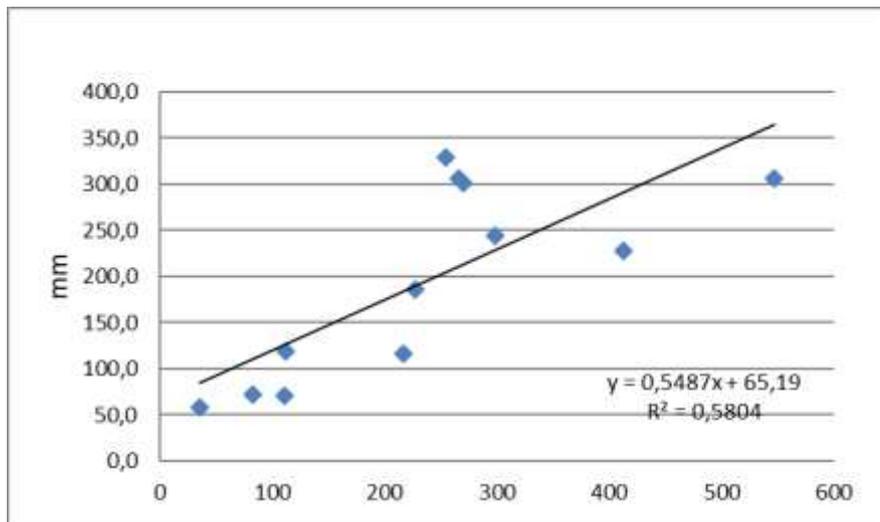
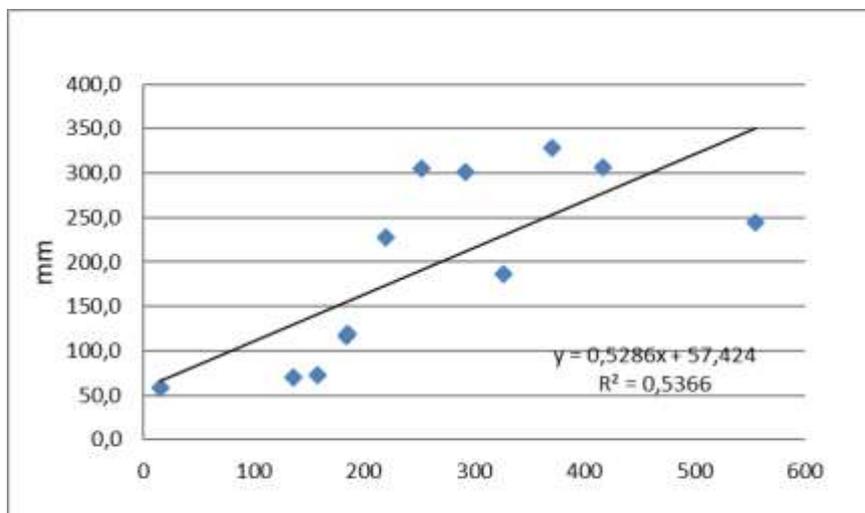
Gráfico 34 – Total Mensal 1987 x Média Mensal 1986-2015**Gráfico 35** - Total Mensal 1988 x Média Mensal 1986-2015**Gráfico 36** - Total Mensal 1989 x Média Mensal 1986-2015

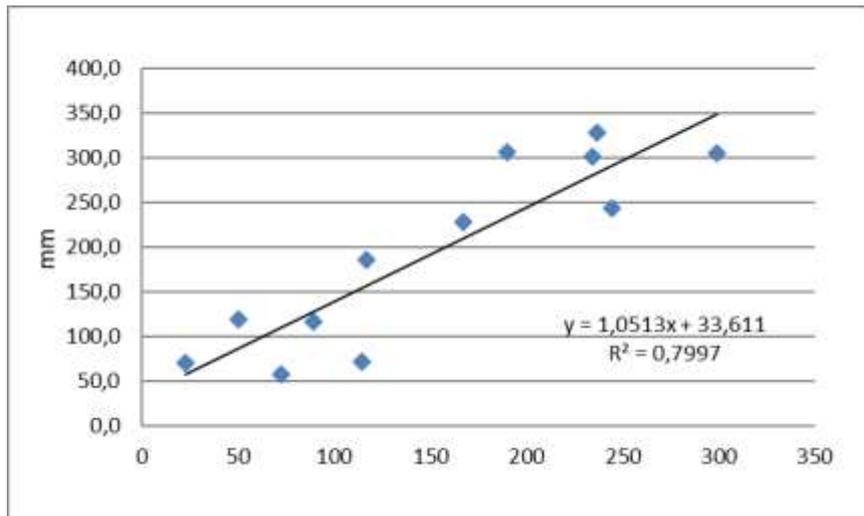
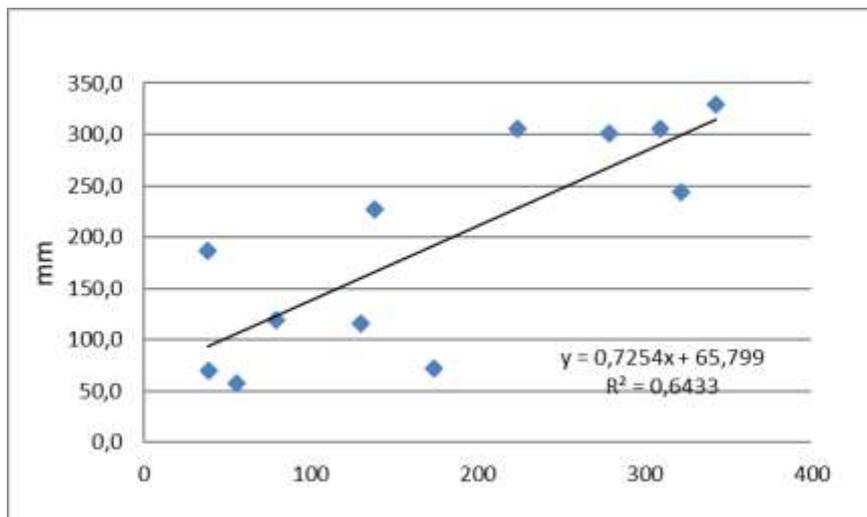
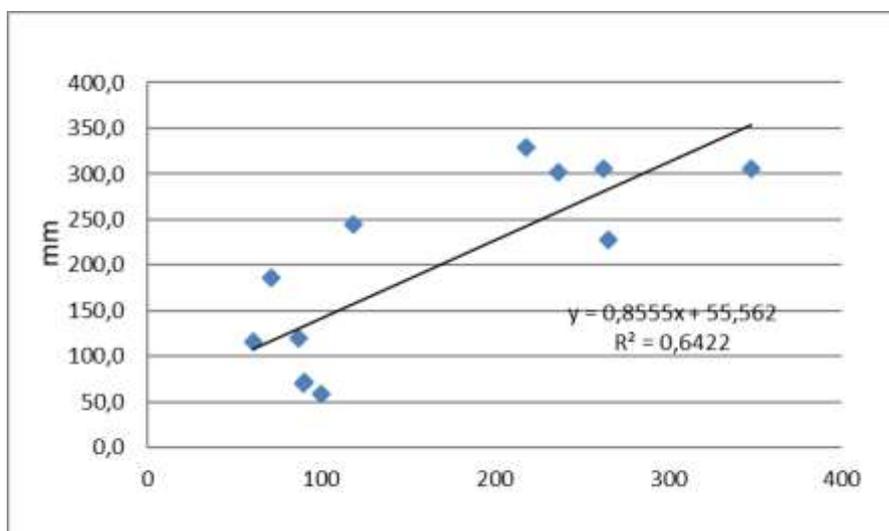
Gráfico 37 - Total Mensal 1990 x Média Mensal 1986-2015**Gráfico 38** - Total Mensal 1991 x Média Mensal 1986-2015**Gráfico 39** - Total Mensal 1992 x Média Mensal 1986-2015

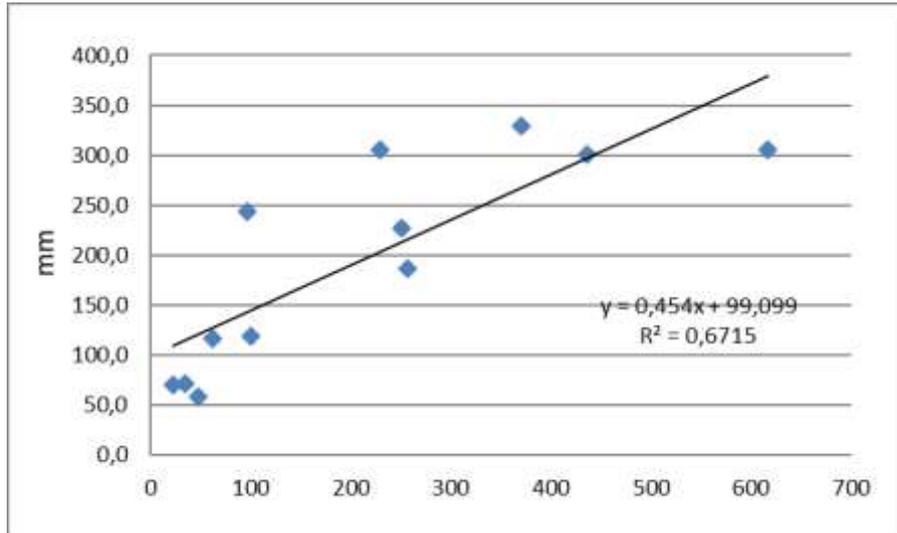
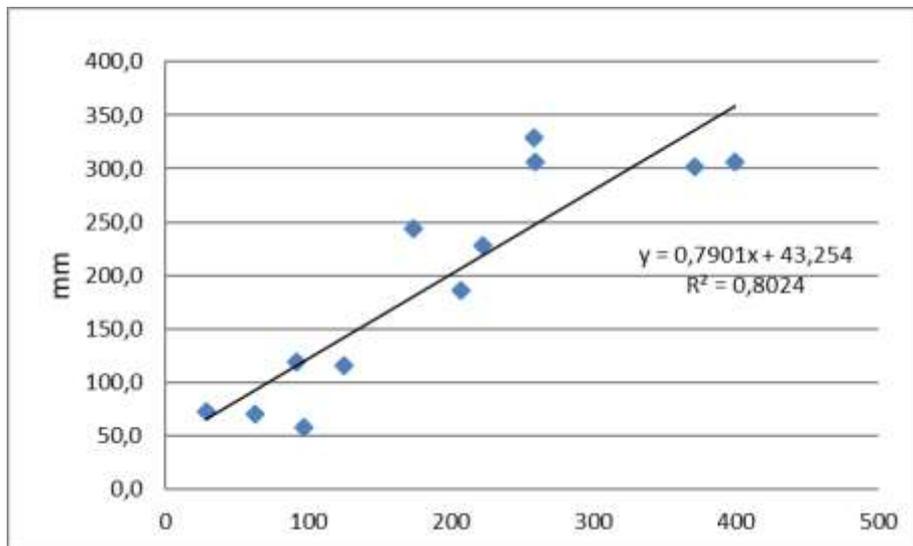
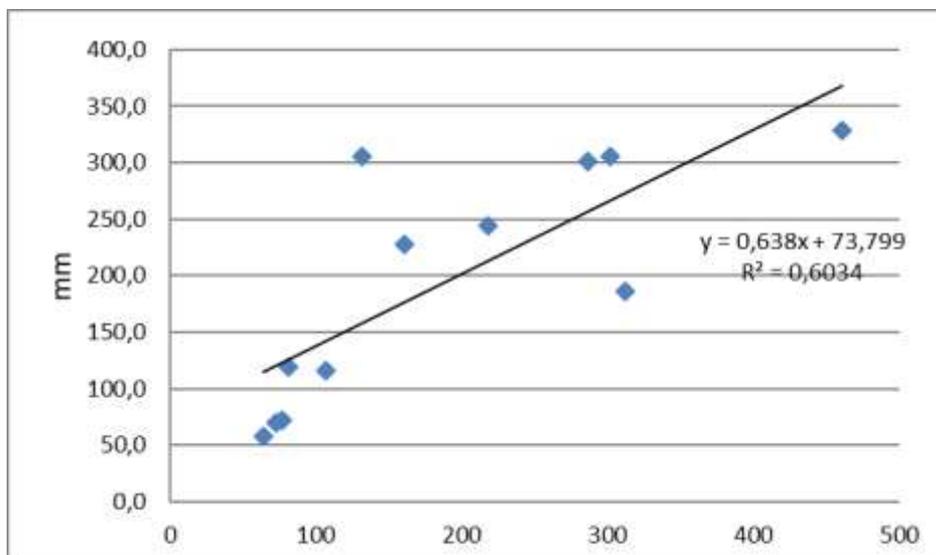
Gráfico 40 - Total Mensal 1993 x Média Mensal 1986-2015**Gráfico 41** - Total Mensal 1994 x Média Mensal 1986-2015**Gráfico 42** - Total Mensal 1995 x Média Mensal 1986-2015

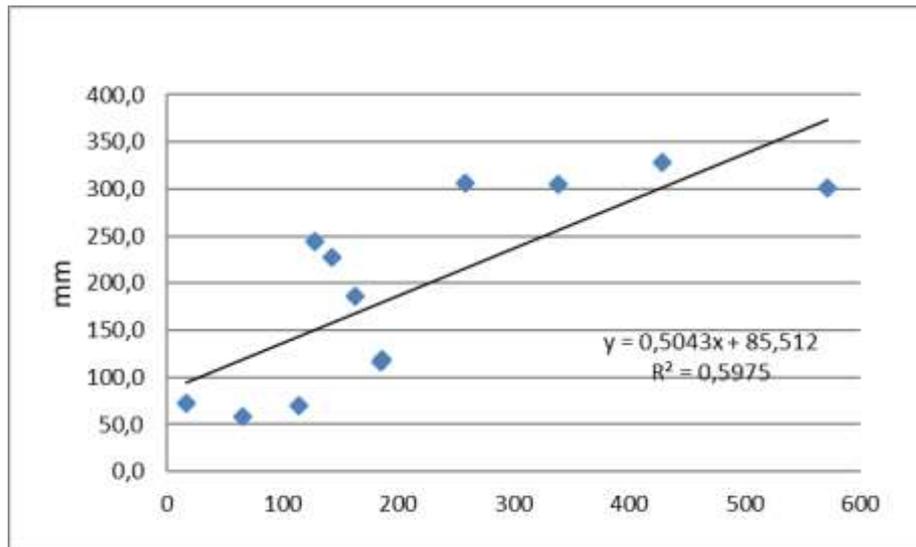
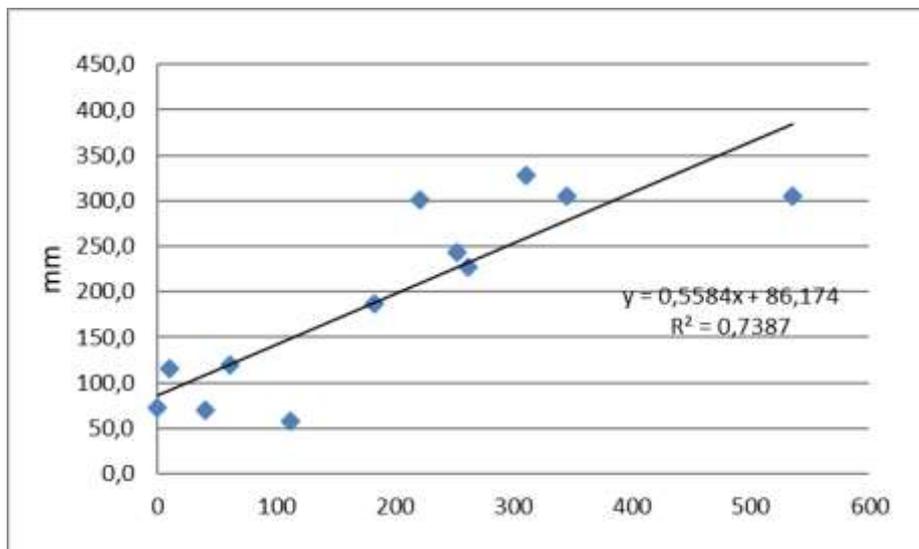
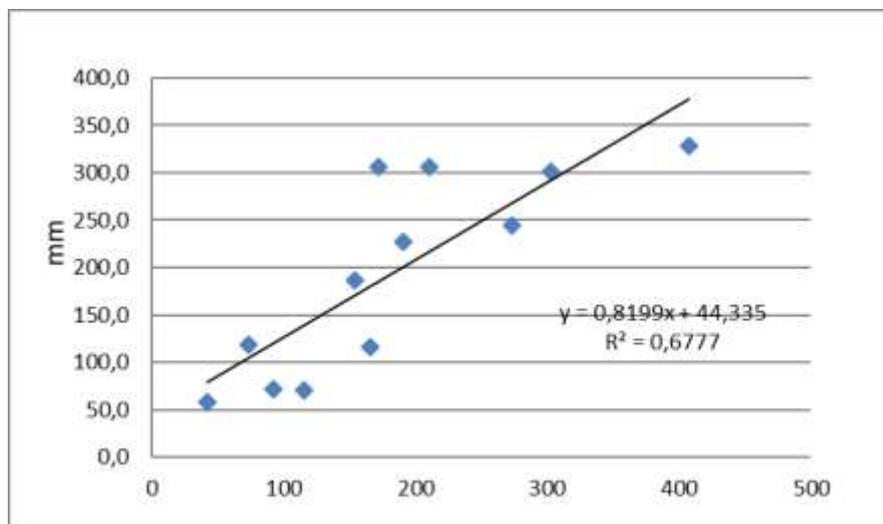
Gráfico 43 - Total Mensal 1996 x Média Mensal 1986-2015**Gráfico 44** - Total Mensal 1997 x Média Mensal 1986-2015**Gráfico 45** - Total Mensal 1998 x Média Mensal 1986-2015

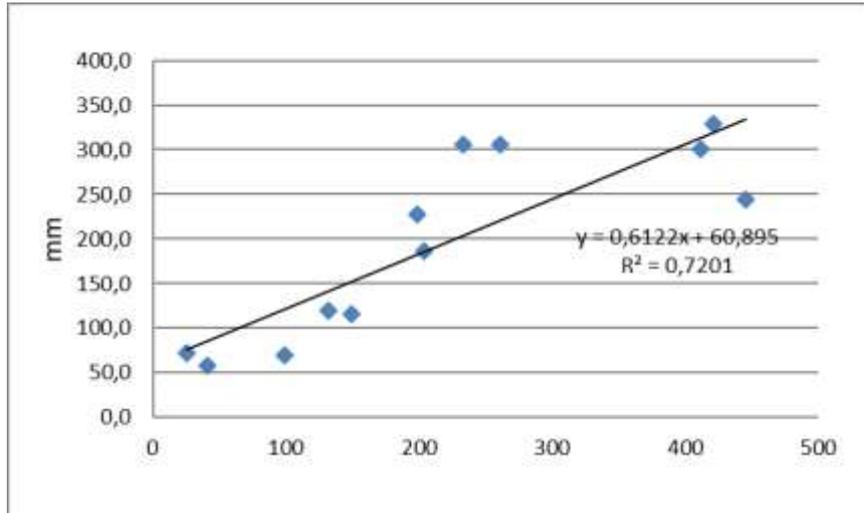
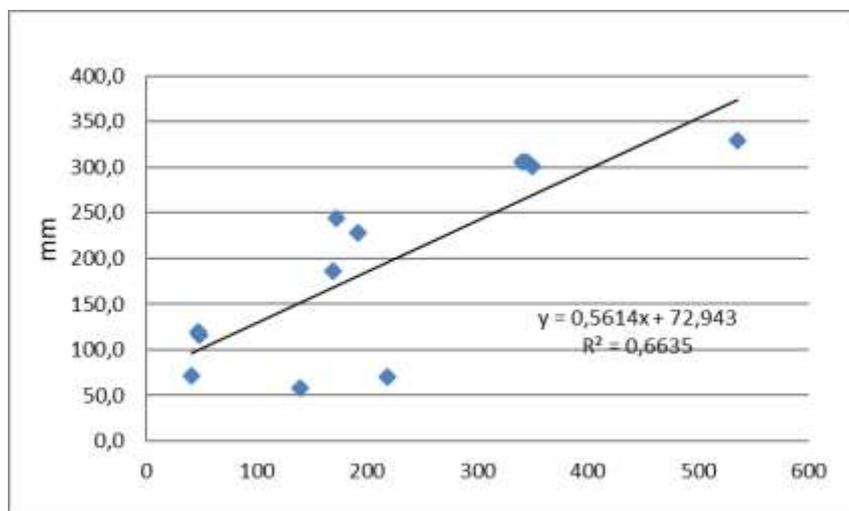
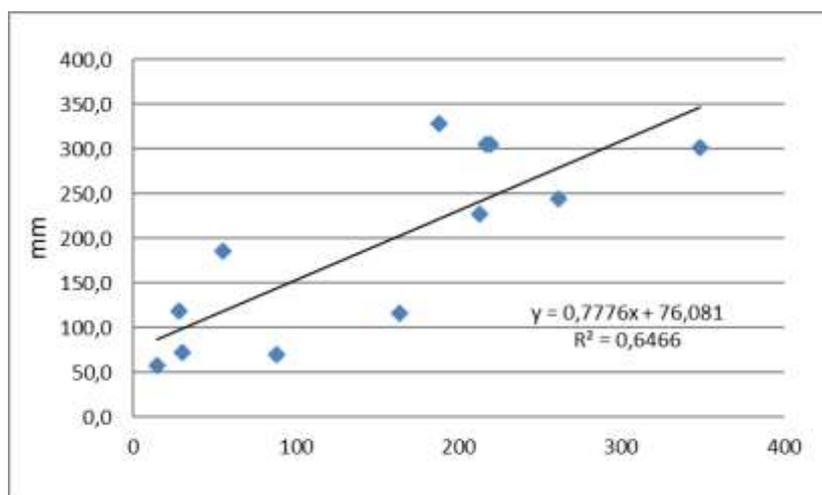
Gráfico 46 - Total Mensal 1999 x Média Mensal 1986-2015**Gráfico 47** - Total Mensal 2000 x Média Mensal 1986-2015**Gráfico 48** - Total Mensal 2001 x Média Mensal 1986-2015

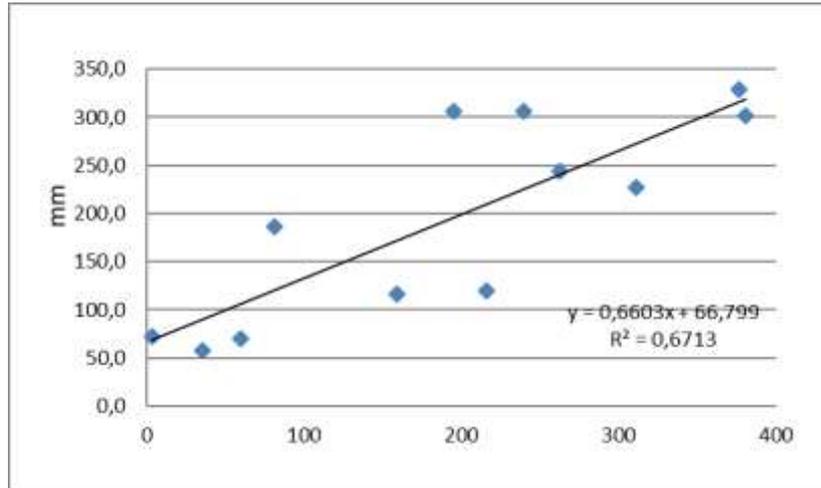
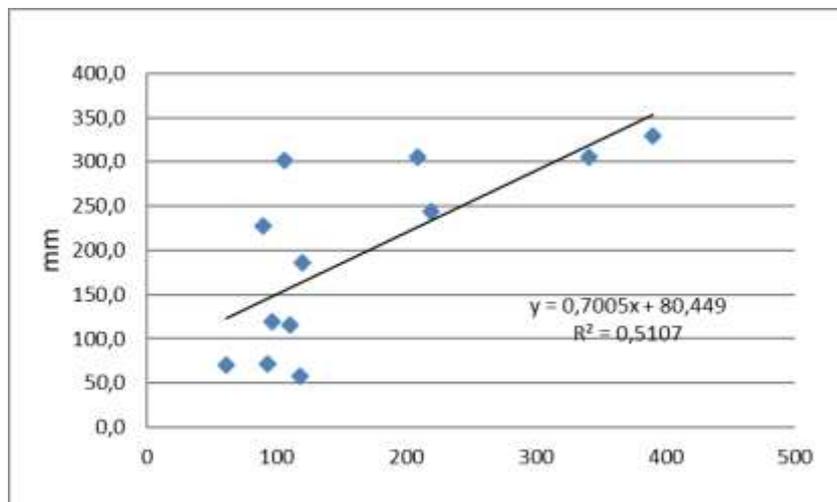
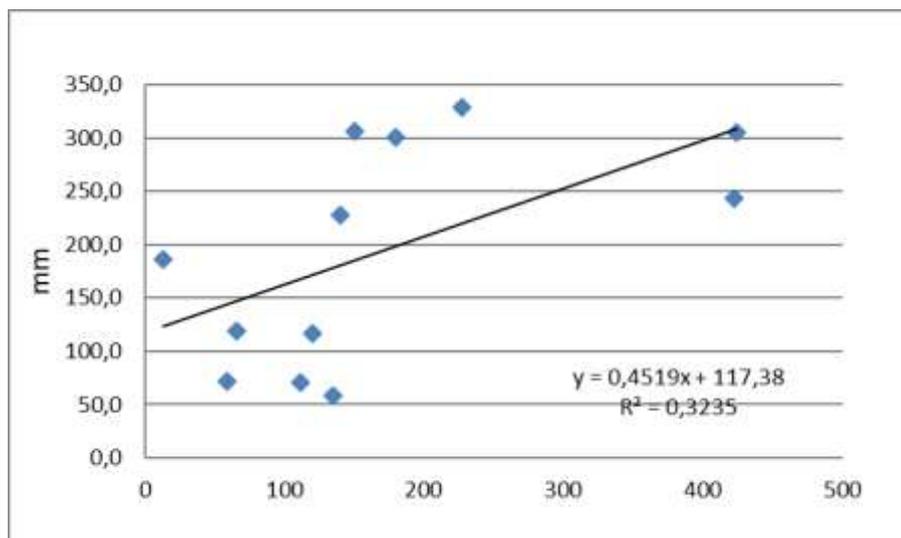
Gráfico 49 - Total Mensal 2002 x Média Mensal 1986-2015**Gráfico 50** - Total Mensal 2003 x Média Mensal 1986-2015**Gráfico 51** - Total Mensal 2004 x Média Mensal 1986-2015

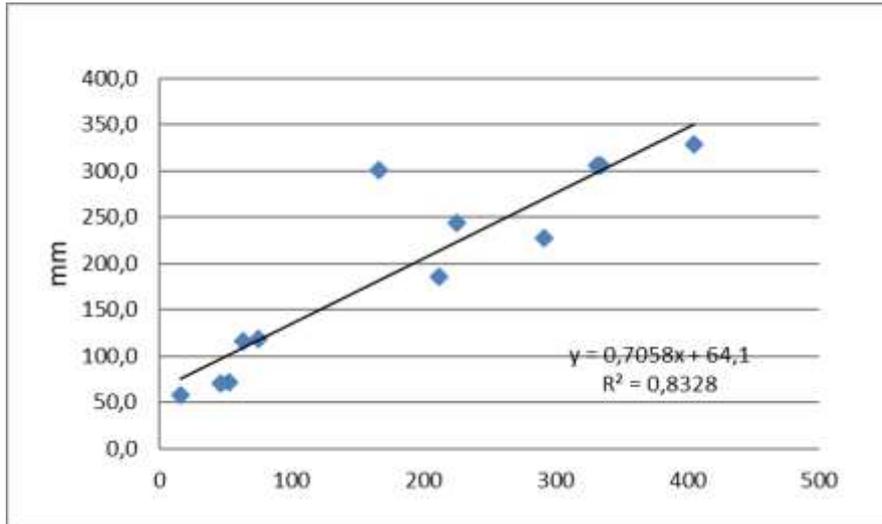
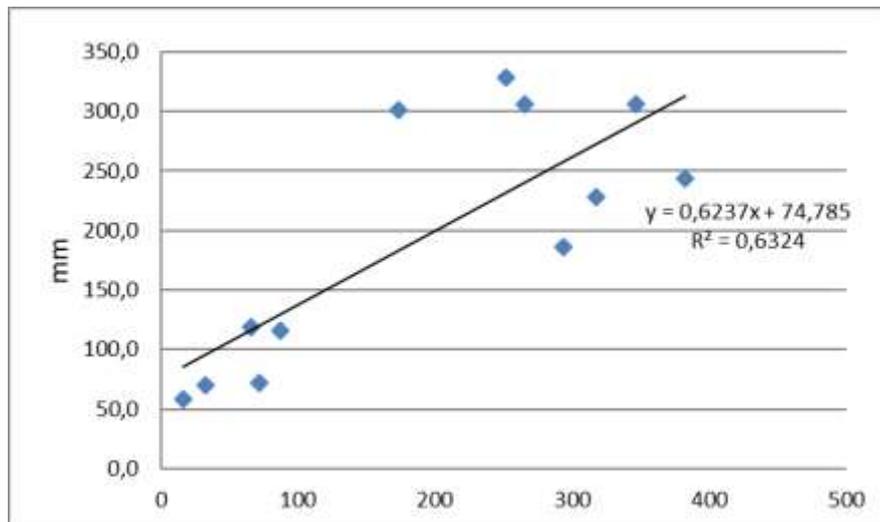
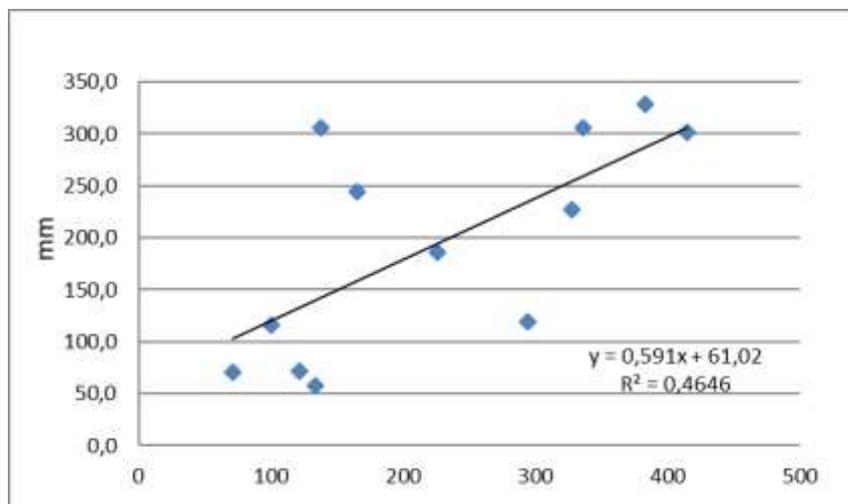
Gráfico 52- Total Mensal 2005 x Média Mensal 1986-2015**Gráfico 53 -** Total Mensal 2006 x Média Mensal 1986-2015**Gráfico 54 -** Total Mensal 2007 x Média Mensal 1986-2015

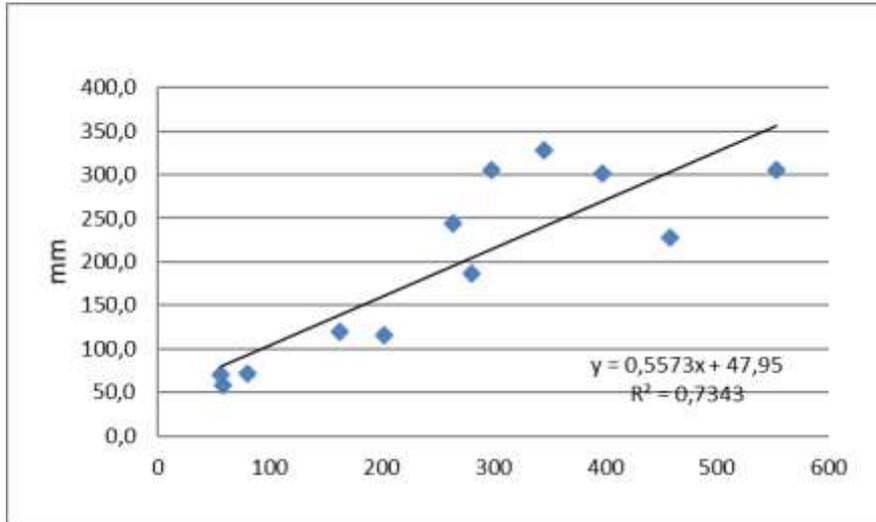
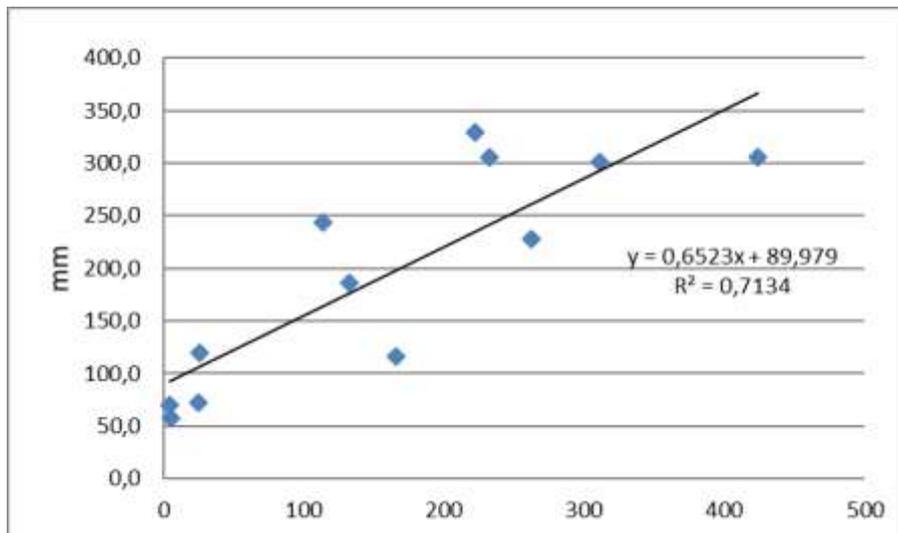
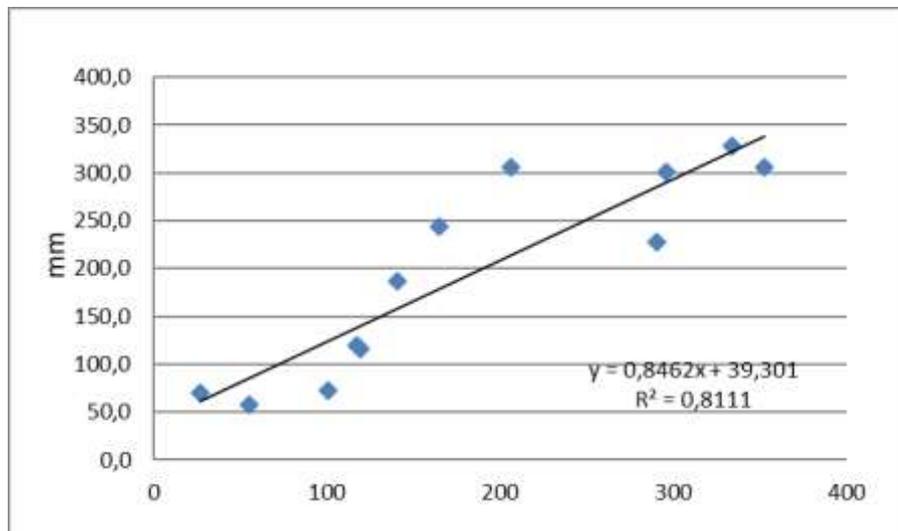
Gráfico 55 - Total Mensal 2008 x Média Mensal 1986-2015**Gráfico 56** - Total Mensal 2009 x Média Mensal 1986-2015**Gráfico 57** - Total Mensal 2010 x Média Mensal 1986-2015

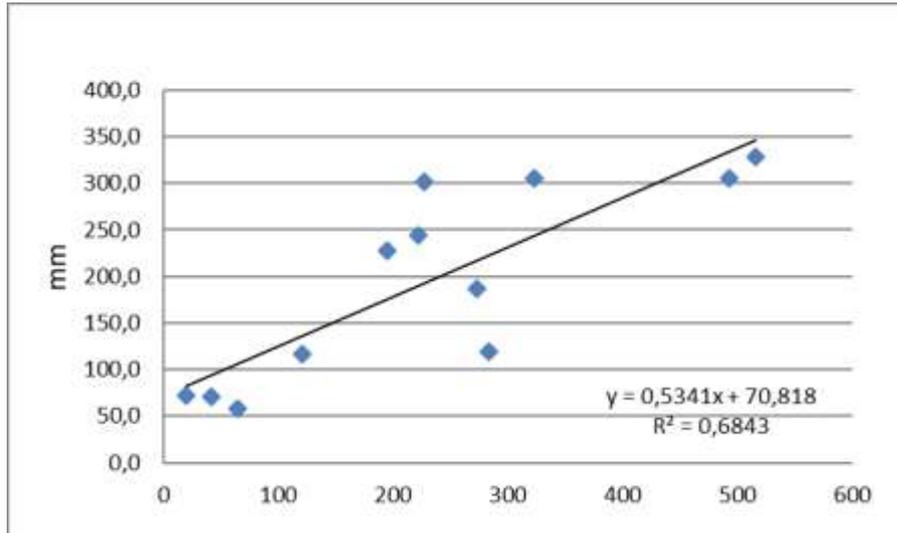
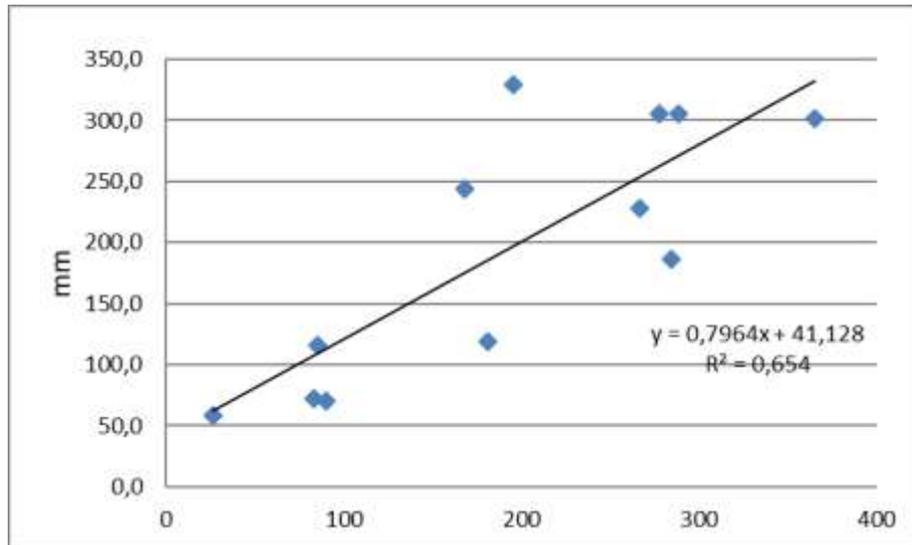
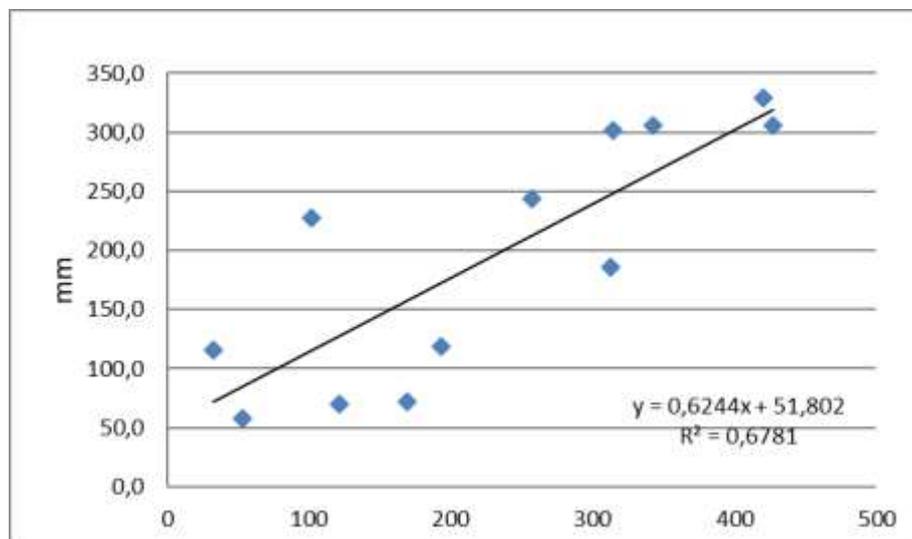
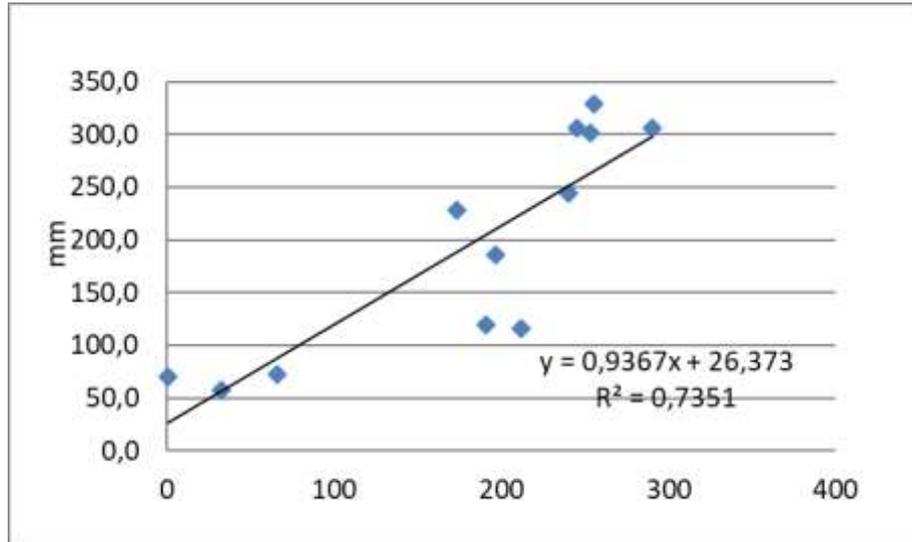
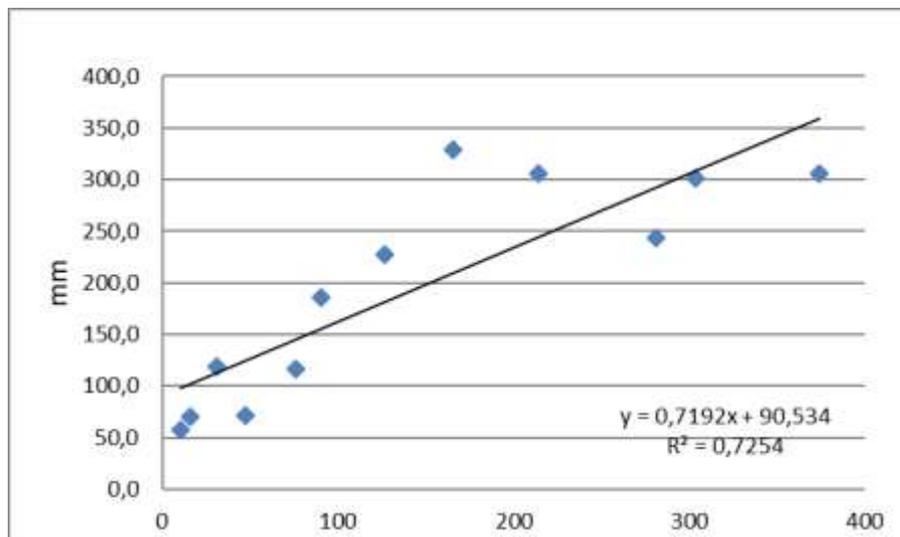
Gráfico 58 - Total Mensal 2011 x Média Mensal 1986-2015**Gráfico 59** - Total Mensal 2012 x Média Mensal 1986-2015**Gráfico 60** - Total Mensal 2013 x Média Mensal 1986-2015

Gráfico 61 - Total Mensal 2014 x Média Mensal 1986-2015**Gráfico 62** - Total Mensal 2015 x Média Mensal 1986-2015

No geral, apesar de a maioria dos gráficos apontarem para uma boa significância estatística, fica difícil estabelecer uma relação das causas desses resultados. Ao que parece haver uma certa homogeneização da pluviometria ao longo dos anos, mas com um sutil aumento ao longo das séries observadas.

No decorrer da pesquisa e com os resultados obtidos em relação a precipitação na cidade de Manaus no período de 30 anos de (1986 a 2015) foram feitas análises anuais, mensais e diárias, além da comparação entre precipitação total mensal com a precipitação máxima diária, assim como dos totais mensais comparados com as médias mensais. Os anos de 1989 (3113,2 mm) e 2008 (3157,1) se destacam por possuir os maiores totais anuais e os anos de 2001 (1828,4) e 2015 (1735,7) por estarem bem abaixo da média que é de 2334,8 mm para o período.

Já em relação ao número de dias de chuva num ano, os anos de 1989 (n=204) e 2013 (n=206) estão acima da média que é de 178 dias. Já anos de 1997 e 2015 se destacam por estarem bem abaixo dessa média, sendo respectivamente 143 e 150 dias. Portanto, a mudança mais significativa em relação aos dados aqui tratados, diz respeito ao número de dias de chuva, o qual diminuiu de 190 (AGUIAR, 1995) para 178 (média), o que significa afirmar que as chuvas estão ocorrendo em uma quantidade menor de dias, logo, estão mais concentradas.

Outro aspecto da pluviometria para Manaus é que em termos de média anual para o período de 30 anos (1986 a 2015) o valor ficou acima do valor verificado por Aguiar (1995), onde o autor cita como média do período de 1965 a 1995, uma pluviometria de 2291,8 mm. Assim, comparando esse valor médio descrito por Aguiar (1995) com o valor médio encontrado para o período estudado por nesse trabalho (1986 a 2015), que foi de 2334,8 mm, percebe-se um pequeno aumento em termos absolutos de apenas 43 mm.

Pelos dados apresentados é visível a necessidade que este tipo de monitoramento continue sendo realizado, para que se possa compreender melhor a dinâmica da pluviometria da Cidade de Manaus e acompanhar as possíveis mudanças.

Conclusões

Inicialmente este trabalho tem como objetivo principal descrever e analisar os padrões e tendências pluviométricas da cidade de Manaus-AM no período de 1986 a 2015. A esse respeito os resultados obtidos vem corroborar com outros trabalhos já realizados nessa temática para cidade de Manaus, onde os meses mais chuvosos ainda permanecem inalterados, sendo estes os meses de novembro, dezembro, janeiro, fevereiro, março, abril, maio e junho. E os meses menos chuvosos os meses de julho, agosto, setembro e outubro. Destaca-se o mês de abril como o mais chuvoso e o mês de agosto o menos chuvoso. Apesar de ter sido percebido um pequeno aumento no volume total da média anual do período, a mesma não indica realmente que o volume anual esteja aumentando, visto se tratar de um aumento médio de apenas 43 mm.

A descrição dos volumes diários, mensais e anuais, não apresentam um padrão homogêneo, visto que podem variar constantemente, influenciados não somente pelos sistemas atmosféricos regionais, mas também por eventos como o El Niño ou La Niña. Todavia, a mudança mais significativa é a diminuição da quantidade de dias de chuva por ano, diminuindo de 190 dias para 178 dias, resultando em chuvas concentradas e possíveis eventos extremos de chuvas maiores que 50 mm/dia ou mesmo maiores que 100/dia.

Assim, ao finalizar esse trabalho, percebe-se a necessidade de constante monitoramento dos elementos climáticos que afetam a cidade de Manaus, que mesmo rodeada de vegetação, não está isenta de mudanças climáticas em seu espaço ao longo do tempo.

Agradecimentos

Os autores agradecem ao CNPq à bolsa concedida ao 1o autor e ao Laboratório de Análise e Tratamentos de Sedimentos e Solos - LATOSSOLO/DEGEO/UFAM.

REFERÊNCIAS

- AGUIAR, F.E.O. **As alterações climáticas em Manaus no século XX**. 1995. Dissertação (Mestrado em Geografia). Programa de Pós-graduação em Geografia, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 1995.
- AYOADE, J. O. **Introdução à climatologia para os trópicos**. 13ª ed. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2010. 332 p.
- BENEDETTO, H.M.M. **Eventos extremos de chuva e vento em Manaus (AM) de 2002 a 2012**. 2014. 50 f. Relatório de Pesquisa. Pró-reitoria de Pesquisa e Pós-graduação. Universidade Federal do Amazonas, Manaus, 2014.
- FERNANDES, M.J.S. **Chuvas extremas e seus impactos socioambientais no espaço urbano de Manaus-AM: 1986 a 2015**. 2017. 114 f. Dissertação (Mestrado em Geografia). Programa de Pós-graduação em Geografia, Universidade Federal do Amazonas, Manaus, 2017.
- FERREIRA, V.O. Análise de tendências em séries pluviométricas: algumas possibilidades metodológicas. **Revista Geonorte**. Manaus, v.1, n.5, p.317-324, Edição Especial 2. 2012. Disponível em: <https://www.periodicos.ufam.edu.br/index.php/revista-geonorte/article/view/2360/2189>. Acesso em: 29/07/2020.
- INPE, INSTITUTO DE PESQUISAS ESPACIAIS. **Últimas ocorrências de El Niño e La Niña**. 2020. Disponível em: <https://enos.cptec.inpe.br>. Acesso em: 31/07/2020
- LIMBERG, L. **Variação da vazão de regiões homogêneas da bacia hidrográfica amazônica brasileira: teleconexões com a temperatura da superfície do mar (TSM) de 1976-2010**. 2015. 484 f. Tese (Doutorado em Geografia Física). Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2015.
- MASCARENHAS JUNIOR, T.A.; AGUIAR, F.E.O. Fenômenos meteorológicos extremos na cidade de Manaus no período 1961 a 1970: identificação e análises preliminares. **Revista Tamoios**, Rio de Janeiro, v.4, n.2, p. 1-11, jun./dez. 2008. <https://doi.org/10.12957/tamoios.2008.582>. Disponível em <http://www.e-publicacoes.uerj.br/index.php/tamoios/article/view/582>. Acesso em: 29/07/2020.

OLIVEIRA JUNIOR; J.C.; DIAS, H.C.T. Precipitação efetiva em fragmento secundário da Mata Atlântica. **Revista Árvore**, Manaus, v.29, n.1, P. 9 - 15, 2005.

Disponível em: <https://www.scielo.br/pdf/rarv/v29n1/24230.pdf>

Acesso em: 31/07/2020

REIS, R.R. **A relação entre o modelo zona franca em manaus-am e as questões climáticas: período de 1958 a 2017**. 2019. 149 f. Dissertação (Mestrado em Geografia). Programa de Pós-graduação em Geografia, Universidade Federal do Amazonas, Manaus, 2019.

SANTANA, G.F. **Análise dos padrões térmicos da cidade de Manaus-AM no período de 1986 a 2015**. 2017. 173 f. Relatório de Pesquisa. Pró-reitoria de Pesquisa e Pós-graduação, Universidade Federal do Amazonas, Manaus, 2017.

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