

CHUVAS NA REGIÃO CENTRO-OESTE E NO ESTADO DO TOCANTINS: ANÁLISE HISTÓRICA E TENDÊNCIA FUTURA

*Rainfall in the Midwest region and in the state of Tocantins/Brazil: historical
analysis and future trend*

Francisco Fernando Noronha Marcuzzo¹
Nayhara de Lima Oliveira²
Ricardo de Faria Pinto Filho³
Thiago Guimarães Faria⁴

¹ **CPRM / SGB - Serviço Geológico do Brasil**
Rua Banco da Província, n° 105 - Santa Teresa - Porto Alegre/RS - CEP 90840-030
francisco.marcuzzo@cprm.gov.br

² **IFG - Instituto Federal de Educação Ciência e Tecnologia de Goiás**
Rua 75, n° 46, Centro - Goiânia/GO - CEP 74055-110
nayhara_lo@hotmail.com

³ **UFG - Universidade Federal de Goiás**
IESA - Instituto de Estudos Sócio-Ambientais
Av. Samambaia s/n, Chácara de Recreio Samambaia (Campus II) - Goiânia/GO - CEP 74691-300
pintofilho.rf@gmail.com

⁴ **UFG - Universidade Federal de Goiás**
IME - Instituto de Matemática e Estatística
Av. Samambaia s/n, Chácara de Recreio Samambaia (Campus II) - Goiânia/GO - CEP 74001-970
thiagoguimaraesfaria@hotmail.com

RESUMO

Fenômenos meteorológicos são consequências das variações climáticas as quais podem ser observadas durante uma série histórica, a fim de detectar tendências ou alterações nas séries temporais hidrometeorológicas. Com o objetivo de analisar a precipitação pluvial e tendência futura das chuvas na região Centro-Oeste e no Estado do Tocantins, realizou-se um estudo com regressão linear e medidas de tendência central e de dispersão dos índices pluviométricos de chuva. Utilizaram-se 261 estações pluviométricas com 30 anos de dados. Foram usadas as médias mensais e anuais de precipitação das séries históricas de dados pluviométricos obtidos da Rede Hidrometeorológica Nacional, que foram submetidos a uma análise preliminar. Para o tratamento estatístico calculou-se a média, a mediana e desvio padrão temporais da precipitação pluviométrica, necessários para verificar os parâmetros, e observou-se a dispersão da amostra. Observa-se uma tendência de diminuição nos índices pluviométricos médios, entre 1977 e 2006, para a região Centro-Oeste e Estado do Tocantins, na ordem de 6,5%. Apenas os meses de março e abril apresentaram crescimento da precipitação pluviométrica. Ao longo deste artigo, são apresentadas a distribuição temporal, análise de regressão linear e estatística, tendência futura mensal e anual e variação da precipitação da média histórica, para a Região Centro-Oeste e o Estado do Tocantins.

Palavras-chave: Serie temporal. Previsões. Precipitação pluviométrica. Regressão linear. Climatologia. Estatística.

ABSTRACT

Meteorological phenomena are the result of climatic variations which can be observed during a series in order to detect trends or changes in hydrometeorological time series. Aiming to analyze the rainfall and the future trend of rainfall in

the Midwest and the state of Tocantins, a study was carried out with linear regression and measures of central tendency and dispersion of rainfall from rain. We used 261 rainfall stations with 30 years of data. We used the average monthly and annual precipitation series of historical rainfall data obtained by the National Hydrometeorology, submitted to a preliminary analysis. The statistic calculated the mean, median and standard deviation of rainfall time needed to check the parameters, and observed the dispersion of the sample. There is a downward trend in average rainfall between 1977 and 2006 for the Midwest region and the State of Tocantins, in the order of 6.5%. Only the months of March and April showed growth of precipitation. Throughout this paper presents the temporal distribution, linear regression analysis and statistics, future trends, and monthly and annual variation of rainfall from the historical average for the Midwest region and the State of Tocantins.

Keywords: Time series. Forecasting. Rainfall. Linear regression. Climatology. Statistics.

1 INTRODUÇÃO

A região Centro-Oeste (Goiás, Mato Grosso, Mato Grosso do Sul e Distrito Federal) mais o Estado do Tocantins, concentram boa parte da economia nos agronegócios, que dependem de toda uma cadeia produtiva embasada na agricultura e pecuária. Além disso, a região Centro-Oeste e o Estado do Tocantins compartilham a bacia hidrográfica Araguaia-Tocantins, responsável pela segunda maior produção de energia do país. O excesso ou a falta de chuva pode ser favorável ou prejudicial ao desenvolvimento da economia, dessa forma análise das precipitações e de extrema importância, porém ela só é possível com a obtenção de uma coleção de observações feitas ao longo de um período histórico.

A caracterização das chuvas permite um melhor planejamento de estruturas de conservação de solo (terraços, curvas de nível) e de práticas agrícolas que visem à conservação do solo por meio de manutenção de sua cobertura, assim como outras obras (barragens, canais escoadouros), e de estruturas hidráulicas de fluxo para águas pluviais, o que justifica sua determinação (BAZZANO; ELTZ; CASSOL, 2007).

Mellaarte (1999), explica que a distribuição das chuvas ou precipitação pluvial depende da topografia local e do tipo de chuva. O autor destaca as significativas diferenças na variabilidade espacial das chuvas para distâncias pequenas (1 Km), contudo ressalta que grau de variabilidade muda de ano para ano e de região para região, o que torna necessário pesquisas regionais constantes para

obtenção de elementos mais significativos para a variabilidade espacial.

O estudo de chuvas no Brasil tem como maior dificuldade a pouca disponibilidade de dados, ou sua inexistência, em algumas áreas do país (MELLO et al., 2001). Nesse contexto, um dos principais ramos de pesquisa em hidrologia e climatologia consiste da aplicação do geoprocessamento, por meio da análise de técnicas para uma melhor interpolação espacial de chuva (MELLO et al., 2008), contudo os modelos matemáticos ajustados para estimar precipitações totais médias mensais e anual apresentam parâmetros estatísticos que os caracterizam de forma satisfatória (MELLO; SILVA, 2009).

Este artigo teve como objetivo analisar a precipitação pluvial histórica, com 30 anos de dados, e tendência futura das chuvas na região Centro-Oeste e no Estado do Tocantins, através de um estudo com regressão linear e medidas de tendência central e de dispersão dos valores.

2 MATERIAIS E MÉTODOS

2.1 Caracterização da vegetação, clima e dos mecanismos de formação de chuvas nos biomas da região Centro-Oeste e Estado do Tocantins

A região Centro-Oeste do Brasil possui uma área de 1606990,80 km². A região abriga o Distrito Federal, que detém uma área de 5818,69 km², além dos Estados de Goiás, com uma área de 340219,30 km², Mato Grosso, com uma área de 903944,53 km², e Mato Grosso do Sul, que possui uma área de 357008,27 km². O Estado do Tocantins possui

277615,01 km², e está localizado na região norte do Brasil, que por sua vez possui uma área de 3853071,90 km². Os biomas Cerrado, Mata Atlântica, Pantanal e Amazônia abrangem a área estudada (Figura 1). Essa área de estudos foi delimitada baseada na predisposição dos dados que os pesquisadores tinham acesso, pois é parte de um estudo coletivo onde cada grupo toma conta de uma determinada área.

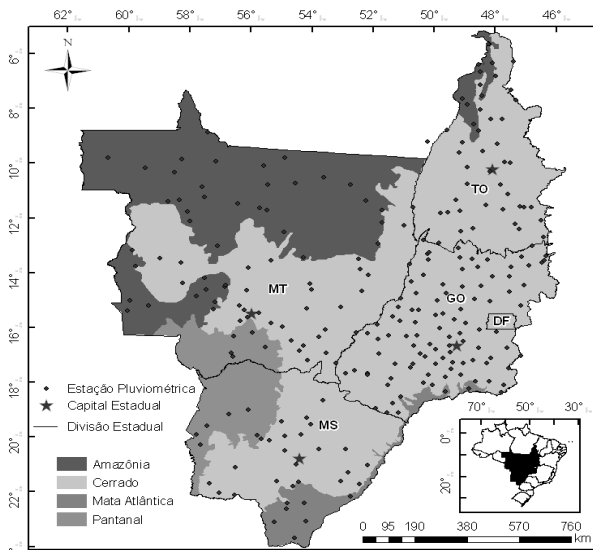


Figura 1 : Localização das estações pluviométricas na região Centro-Oeste e no Estado do Tocantins
Fonte: IBGE (2010) e ANA (2010).

Os Cálculos das áreas foram feitos com base em arquivos vetoriais da divisão territorial do Brasil disponibilizado pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE). Foram efetuados os cálculos utilizando do programa ArcGIS através da ferramenta *Calculate Geometry*.

2.2 Caracterização climatológica da área

Cerrado ocupa a maior parte da área da região Centro-Oeste e do Estado do Tocantins, caracterizado por bosques abertos e um estrato arbustivo rasteiro, com o predomínio de gramíneas e leguminosas; o bioma da Amazônia recobrendo uma área de onde apresentam áreas permanentemente alagadas e temporariamente alagadas, com espécies de vegetação variando de higrófitas, hidrófilas e mesófilas, há na área de estudo o bioma da

Amazônia, caracterizado por árvores com altura variando de 20 a 30 m e troncos retos bem copados, a norte e oeste do Estado do Mato Grosso e ao norte do Estado do Tocantins. Confere também a região, o bioma do Pantanal a sudoeste do Estado do Mato Grosso e a noroeste do Estado do Mato Grosso do Sul, e uma pequena porção do bioma da Mata Atlântica margeando o rio Paranaíba ao sudeste de Goiás e o rio Paraná a sudeste do Estado de Mato Grosso do Sul (Tabela 1).

Segundo Mendonça e Danni-Oliveira (2007) os principais mecanismos atmosféricos que atuam na região Centro-Oeste e Estado do Tocantins são: A massa de ar equatorial continental, presente entre a primavera e o verão, advinda do efeito térmico e da elevada umidade. Essa massa de ar se desloca para o interior do país no sentido noroeste para sudeste, provocando chuvas. As massas de ar polar atlântica são caracterizadas pelo acúmulo do ar polar e atua com maior frequência no inverno, no sentido sul para o norte, e favorece a queda de temperatura e estiagem por ser uma massa desprovida de umidade. A massa tropical continental que atua principalmente a sul do Estado de Mato Grosso do Sul caracterizando um inverno, e início de primavera, quente e seco. A massa tropical atlântica, que atua principalmente no Estado de Goiás e Mato Grosso do Sul caracterizando um verão chuvoso e reforçando características do país tropical.

Segundo Peel, Finlayson e McMahon (2007) o clima predominante na região Centro-Oeste e Estado do Tocantins é o clima tropical com estação seca no inverno (Aw); porém a norte do Estado do Mato Grosso há uma pequena porção que o clima de monção predomina (Am); na região sudeste do Estado do Mato Grosso do Sul o clima temperado úmido com verão quente (Cfa) confere as características da área; a sudeste do Estado de Goiás, na metade sul da fronteira com o Estado de Minas Gerais, o clima é temperado úmido com inverno seco e verão temperado na porção mais ao norte da metade sul (Cwb), e na porção do extremo sul, na fronteira com Minas Gerais e São Paulo, o clima é

Tabela 1: Porcentagem aproximada da área do bioma em relação à área do estado.

Unidade Federativa	Cerrado	Amazônia	Pantanal	Mata Atlântica
	----- % -----			
Goiás	96,7	-	-	3,3
Mato Grosso	39,7	54,0	-	-
Mato Grosso do Sul	60,6	-	25,3	14,2
Distrito Federal	100,0	-	-	-
Tocantins	91,1	8,9	-	-

Fonte: IBGE (2010).

temperado úmido com inverno seco e verão quente (Cwa).

2.3 Regressão linear e estatística

A regressão linear é um método para se estimar a condicional (valor esperado) de uma variável y , dados os valores de algumas outras variáveis x . A regressão, em geral, trata da questão de se estimar um valor condicional esperado. Em muitas situações, uma relação linear pode ser válida para sumarizar a associação entre as variáveis Y e X .

Assim podemos apresentar um modelo de regressão linear simples:

$$Y = \beta_0 + \beta_1 X \quad (1)$$

em que, Y – variável dependente; β_0 e β_1 – coeficientes da regressão; X – variável independente.

Através da estatística descritiva, podemos ter características essenciais para a formação de histograma de frequências relativas de uma amostra de dados hidrológicos (NAGHETTINI & PINTO, 2007). Para este estudo foram calculadas as seguintes medidas de tendência central e de dispersão.

Medidas de tendências centrais:

A média é a medida de posição mais frequentemente usada e tem um significado teórico importante na estimativa de amostras. É calculada pela seguinte fórmula:

$$\bar{X} = \frac{X_1, \dots, X_n}{N} = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^n X_i \quad (2)$$

em que, N - tamanho da amostra; X_i até X_n - somatórios da amostra.

A mediana é outra medida de posição mais resistente do que a média, por ser imune à eventual presença de valores extremos discordantes na amostra. É calculada pela equação:

$$X_{med} = \frac{X_{\left(\frac{N}{2}\right)} + X_{\left(\frac{N+1}{2}\right)}}{2} \quad (3)$$

em que, N - tamanho da amostra; X - posições das amostras.

Medidas de Dispersão:

O desvio padrão é fortemente influenciado pelos menores e maiores desvios, constituindo-se na medida de dispersão mais frequentemente usada, é calculado pela seguinte expressão:

$$S = \sqrt{\frac{1}{N-1} \sum_{i=1}^n (X_i - \bar{X})^2} \quad (4)$$

em que, N - tamanho da amostra; X_i - valor de cada amostra; \bar{X} - média.

Utilizando-se as medidas de tendência central e de dispersão podemos verificar analiticamente os parâmetros, e observar se as amostras são diferentes ou semelhantes.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1 Distribuição temporal e análise de regressão mensal

A distribuição dos valores pluviais da média mensal, com base nos dados da série histórica de 1977 a 2006, registradas em 261 estações pluviométricas distribuídas na área de estudo, apresenta uma variação significativa da precipitação.

A maior precipitação observada na região Centro-Oeste e no Tocantins para a

soma histórica anual (Figura 2) foi de 1798,63 mm no ano de 1989 e a menor foi de 1326,72 mm no ano de 2002. Já a maior variação de precipitação anual, ocorreu no ano de 1989 (1798,61 mm) para o ano de 1990 (1393,56 mm). Nota-se que entre os anos de 2001 até 2006 houve um acréscimo gradual da pluviosidade, em média na ordem de 3%. Utilizando-se uma análise de regressão linear, verifica-se uma tendência de diminuição nos índices pluviométricos médios, entre 1977 e 2006, para a região Centro-Oeste e o Tocantins, na ordem de 6,5%.

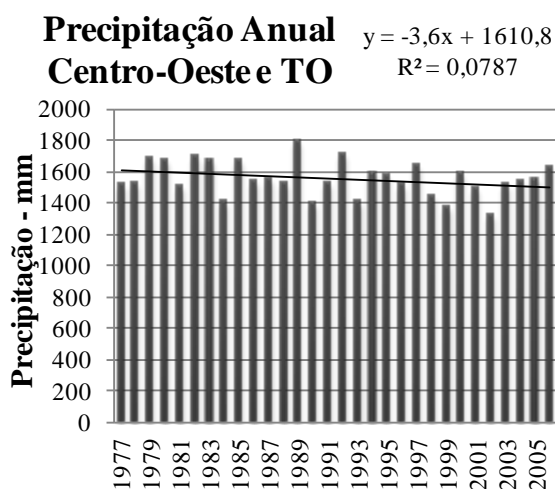


Figura 2: Distribuição temporal e análise de regressão linear da precipitação pluviométrica de 1977 a 2006, para a região Centro-Oeste e Estado do Tocantins.

Fonte: Elaborado pelos autores.

A maior precipitação observada na região Centro-Oeste e no Estado do Tocantins, para o mês de janeiro (Figura 3), foi de 345,63 mm no ano de 1979 e a menor foi de 143,81 mm no ano de 1993. Já a maior variação de precipitação anual para o mês de janeiro, ocorreu do ano de 1984 (161,22 mm) para o ano de 1985 (342,75 mm). Verifica-se que entre os anos de 1984 e 1989, houve um decréscimo da pluviosidade do mês de janeiro, em média, na ordem de 15%.

A maior precipitação observada na região Centro-Oeste e no Estado do Tocantins, para o mês de fevereiro (Figura 4), foi de 390,81 mm no ano de 1980 e a menor foi de 131,01 mm no ano de 1981. Já a maior variação de precipitação anual, ocorreu no ano

de 1980 (390,81 mm) para o ano de 1981 (131,01 mm). Observa-se que entre os anos de 1987 e 1992, houve um decréscimo da pluviosidade para o mês de fevereiro em média na ordem de 11%.

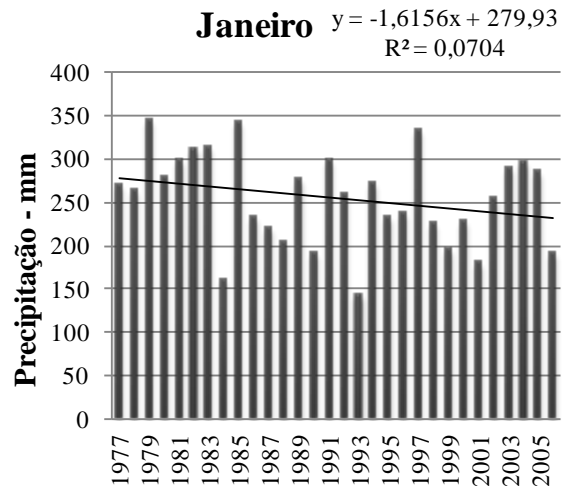


Figura 3: Distribuição temporal e regressão linear das chuvas do mês de janeiro, para a região Centro-Oeste e Estado do Tocantins.

Fonte: Elaborado pelos autores.

A maior precipitação observada na região Centro-Oeste e no Estado do Tocantins, para o mês de março (Figura 5), foi de 290,18 mm no ano de 1991 e a menor foi de 127,95 mm no ano de 1980. Já a maior variação de precipitação anual para o mês de março, ocorreu do ano de 1990 (154,42 mm) para o ano de 1991 (290,18 mm). Constatou-se que entre os anos de 1986 e 1991, houve um decréscimo da pluviosidade para o mês de março em média na ordem de 14%.

A maior precipitação observada na região Centro-Oeste e no Estado do Tocantins, para o mês de abril (Figura 6), foi de 200 mm no ano de 2006 e a menor foi de 73,83 mm no ano de 2002. Já a maior variação de precipitação anual para o mês de abril, ocorreu do ano de 2005 (102,58 mm) para o ano de 2006 (200 mm). Nota-se que entre os anos de 1983 e 1988 houve um decréscimo da pluviosidade para o mês de abril, em média, na ordem de 13%.

A maior precipitação observada na região Centro-Oeste e no Estado do Tocantins, para o mês de maio (Figura 7), foi de 96,78 mm no ano de 1995 e a menor foi de 11,24

mm no ano de 1981. Já a maior variação de precipitação anual para o mês de maio, ocorreu do ano de 1981 (11,24 mm) para o ano de 1982 (58,68 mm). Observa-se que entre os anos de 1977 e 1982, houve um decréscimo da pluviosidade para o mês de maio em média na ordem de 37%.

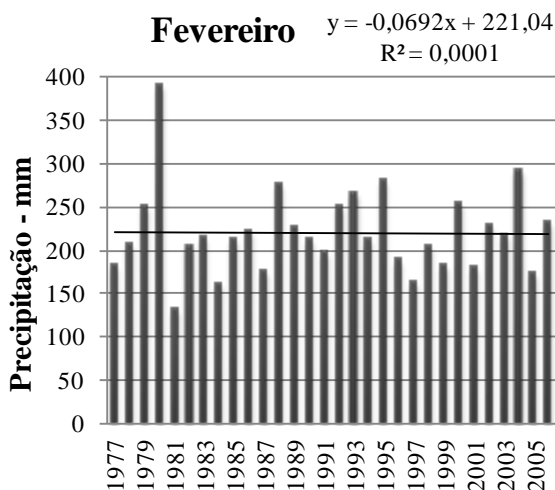


Figura 4: Distribuição temporal e regressão linear das chuvas do mês de fevereiro, para a região Centro-Oeste e Estado do Tocantins.

Fonte: Elaborado pelos autores.

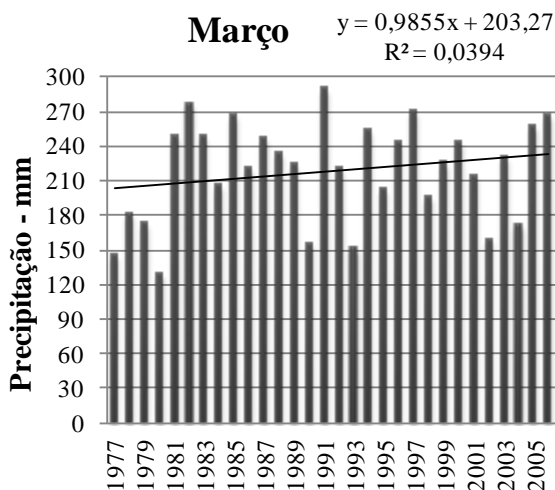


Figura 5: Distribuição temporal e regressão linear das chuvas do mês de março, para a região Centro-Oeste e Estado do Tocantins.

Fonte: Elaborado pelos autores.

A maior precipitação observada na região Centro-Oeste e no Estado do Tocantins, para o mês de junho (Figura 8), foi de 78,23 mm no ano de 1997 e a menor foi de 1,22 mm no ano de 1979. Já a maior variação de

precipitação anual para o mês de junho, ocorreu do ano de 1996 (9,8 mm) para o ano de 1997 (78,23 mm). Verifica-se 73% dos meses possuem as precipitações pluviométricas menores que 30,0 mm.

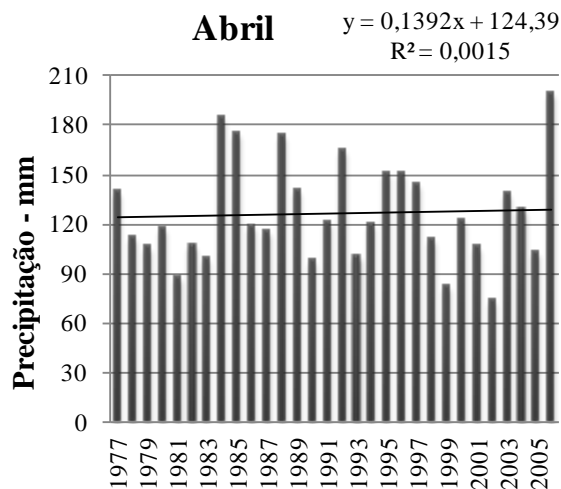


Figura 6: Distribuição temporal e regressão linear das chuvas do mês de fevereiro, para a região Centro-Oeste e Estado do Tocantins.

Fonte: Elaborado pelos autores.

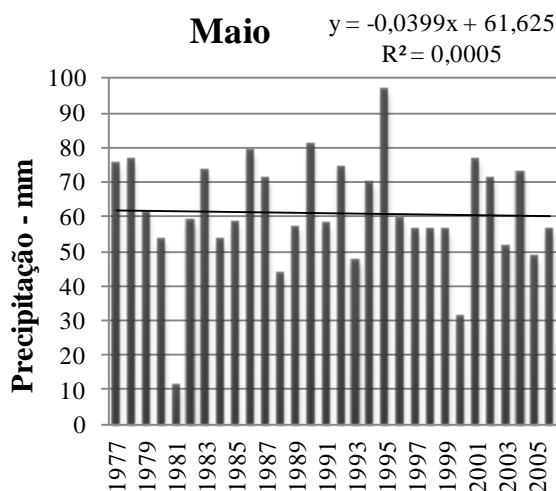


Figura 7: Distribuição temporal e regressão linear das chuvas do mês de maio, para a região Centro-Oeste e Estado do Tocantins.

Fonte: Elaborado pelos autores.

Vale ressaltar que em média um mês é considerado seco nessa região quando sua precipitação média não é superior a 50 mm, segundo a equação de Gauss e Bagnouls (1953). Ou seja, a maioria das observações da distribuição das chuvas está bem abaixo desse valor.

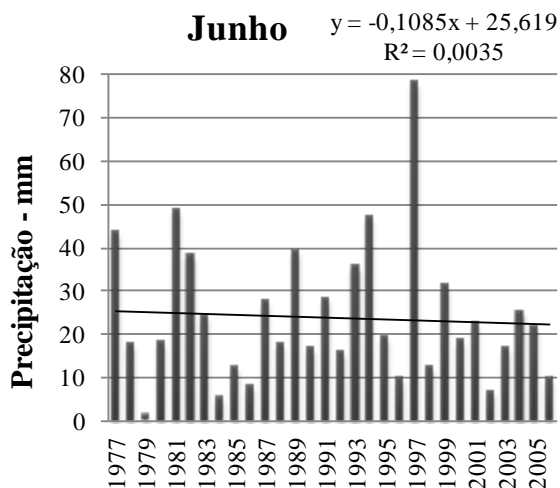


Figura 8: Distribuição temporal e regressão linear das chuvas do mês de junho, para a região Centro-Oeste e Estado do Tocantins.

Fonte: Elaborado pelos autores.

A maior precipitação observada na região Centro-Oeste e no Estado do Tocantins, para o mês de julho (Figura 9), foi de 32,33 mm no ano de 1989 e a menor foi de 1,02 mm no ano de 1988, o que corresponde à maior variação de precipitação anual para o mês de julho. Nota-se 73% dos meses apresentam a precipitação pluviométrica menor que 20,0 mm.

A maior precipitação observada na região Centro-Oeste e no Estado do Tocantins, para o mês de agosto (Figura 10), foi de 76,15 mm no ano de 1986 e a menor foi de 0,42 mm no ano de 1988. Já a maior variação de precipitação anual para o mês de agosto, ocorreu do ano de 1985 (8,75 mm) para o ano de 1986 (76,15 mm). Observa-se que 63% dos meses apresentam a precipitação pluviométrica menor que 20,0 mm.

A maior precipitação observada na região Centro-Oeste e no Estado do Tocantins, para o mês de setembro (Figura 11), foi de 111,54 mm no ano de 1979 e a menor foi de 20,28 mm no ano de 1988. Já a maior variação de precipitação anual para o mês de setembro, ocorreu do ano de 1981 (27,89 mm) para o ano de 1982 (87,44 mm). Nota-se que entre os anos de 1991 e 1996, houve um decréscimo da pluviosidade do mês de setembro, em média, na ordem de 32%.

A maior precipitação observada na região Centro-Oeste e no Estado do Tocantins,

para o mês de outubro (Figura 12), foi de 167,51 mm no ano de 1981 e a menor foi de 81,54 mm no ano de 1999. Já a maior variação de precipitação anual para o mês de outubro, ocorreu do ano de 1980 (94,81 mm) para o ano de 1981 (167,81 mm). Observa-se que entre os anos de 1995 e 2000, houve um decréscimo da pluviosidade para o mês de outubro em média na ordem de 16%.

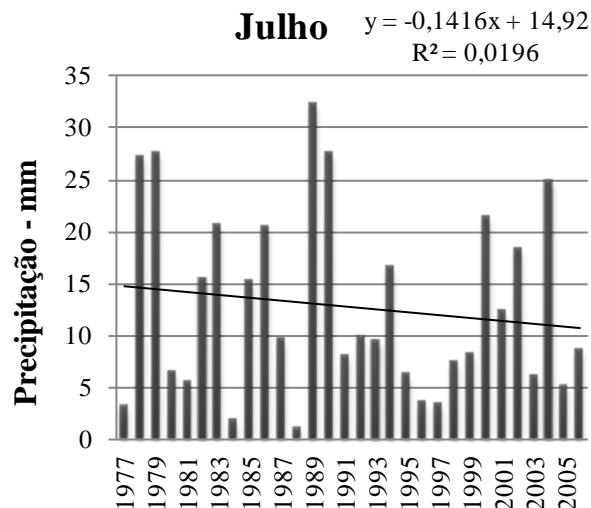


Figura 9: Distribuição temporal e regressão linear das chuvas do mês de julho, para a região Centro-Oeste e Estado do Tocantins.

Fonte: Elaborado pelos autores.

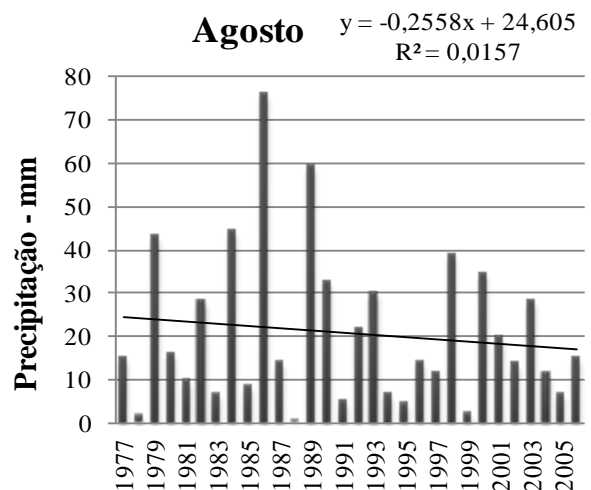


Figura 10: Distribuição temporal e regressão linear das chuvas do mês de agosto, para a região Centro-Oeste e Estado do Tocantins.

Fonte: Elaborado pelos autores.

A maior precipitação observada na região Centro-Oeste e no Estado do Tocantins,

para o mês de novembro (Figura 13), foi de 229,45 mm no ano de 2001 e a menor foi de 124,83 mm no ano de 1986. Já a maior variação de precipitação anual, para o mês de novembro, ocorreu do ano de 2001 (229,45 mm) para o ano de 2002 (137,49 mm).

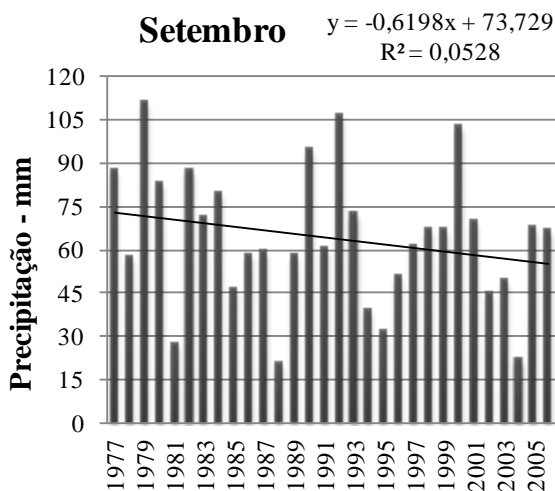


Figura 11: Distribuição temporal e regressão linear das chuvas do mês de agosto, para a região Centro-Oeste e Estado do Tocantins.
Fonte: Elaborado pelos autores.

Verifica-se que entre os anos de 1996 e 2002, houve um crescimento da pluviosidade do mês de novembro, em média, na ordem de 7%.

A maior precipitação observada na região Centro-Oeste e no Estado do Tocantins, para o mês de dezembro (Figura 14), foi de 360,88 mm no ano de 1989 e a menor foi de 192,09 mm no ano de 2004.

Já a maior variação de precipitação anual para o mês de dezembro, ocorreu do ano de 1989 (360,88 mm) para o ano de 1990 (194,54 mm). Nota-se que entre os anos de 1989 e 1994, houve um crescimento da pluviosidade para o mês de dezembro, em média na ordem de 14%.

3.2 Tendência futura mensal e anual

Na Tabela 2 verifica-se que o melhor coeficiente de determinação da regressão Foi para o mês de janeiro ($R^2=0,0704$) e o pior foi para mês de fevereiro ($R^2=0,0001$). Isto significa que quanto o maior esse valor, maior o grau de aproximação do modelo as médias,

já quando o valor é menor, indica o grau de distanciamento do modelo às médias.

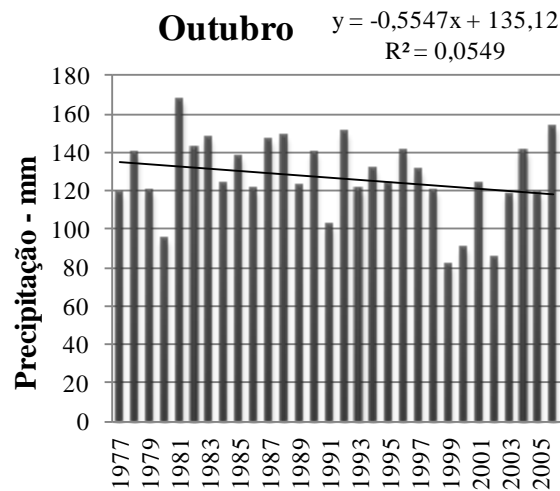


Figura 12: Distribuição temporal e regressão linear das chuvas de outubro, para a região Centro-Oeste e Estado do Tocantins.
Fonte: Elaborado pelos autores.

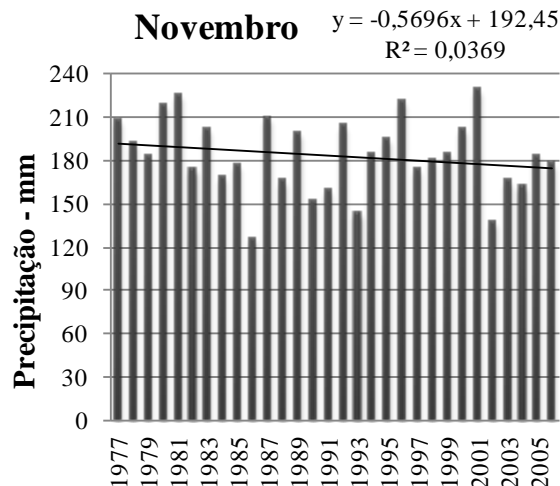


Figura 13: Distribuição temporal e regressão linear das chuvas do mês de novembro, para a região Centro-Oeste e Estado do Tocantins.
Fonte: Elaborado pelos autores.

Na Tabela 3 observa-se que, segundo a análise de regressão linear histórica de 1977 a 2006, a previsão de maior crescimento da precipitação pluviométrica foi para o mês de março, que possui elevados índices de chuva para a região e, a menor, foi para o mês de agosto, que possui baixa pluviosidade por ser um período de seca na região.

Verifica-se também uma tendência de decréscimo de precipitação nas variações das

Tabela 2: Equação linear, coeficiente de determinação da regressão (r^2) e total de precipitação pluviométrica mensal da média histórica de 1977 a 2006.

Mês	Equação Linear	R ²	Média de 1977 a 2006 - (mm)
Janeiro	$y = -1,6156x + 279,93$	0,0704	254,88
Fevereiro	$y = -0,0692x + 221,04$	0,0001	219,97
Março	$y = 0,9855x + 203,27$	0,0394	218,55
Abril	$y = 0,1392x + 124,39$	0,0015	126,55
Mai	$y = -0,0399x + 61,625$	0,0005	61,01
Junho	$y = -0,1085x + 25,619$	0,0035	23,94
Julho	$y = -0,1416x + 14,9$	0,0196	12,73
Agosto	$y = -0,2558x + 24,605$	0,0157	20,64
Setembro	$y = -0,6198x + 73,729$	0,0528	64,12
Outubro	$y = -0,5547x + 135,12$	0,0549	126,52
Novembro	$y = -0,5696x + 192,45$	0,0369	183,62
Dezembro	$y = -0,7164x + 254,12$	0,0352	243,02
Soma Anual	$y = -3,6x + 1610$	0,0787	1555,53

Fonte: Elaborado pelos autores.

Tabela 3: Tendência de precipitação pluviométrica para a região centro-este e estado do Tocantins, segundo a análise de regressão dos dados históricos de 1977 a 2006.

Mês	Média	Previsão de Precipitação Pluviométrica					
		2011	2016	2021	2026	2031	2036
Janeiro	254,88	272(7%)	263,8(3%)	255,7(0,3%)	247,6(-3%)	239,5(-6%)	231,5(-9%)
Fevereiro	219,97	220,7(0,3%)	220,3(0,2%)	220(0,02%)	219,7(-0,1%)	219,3(-0,3%)	219(-0,5%)
Março	218,55	208(-5%)	213(-2%)	218(-0,2%)	223(2%)	228(4%)	232,8(7%)
Abril	126,55	125(-1%)	125,7(-1%)	126,5(-0,1%)	127(0,5%)	127,8(1%)	128,5(2%)
Mai	61,01	61,4(1%)	61,2(0,4%)	61(0,03%)	60,8(-0,3%)	60,6(-1%)	60,4(-1%)
Junho	23,94	25(5%)	24,5(2%)	24(0,2%)	23,4(-2%)	23(-4%)	22,3(-7%)
Julho	12,73	14(12%)	13,5(6%)	12,7(0,4%)	12(-5%)	11,3(-11%)	10,6(-16%)
Agosto	20,64	23,3(13%)	22(7%)	20,7(0,6%)	19,5(-6%)	18,2(-12%)	17(-18%)
Setembro	64,12	70,6(10%)	67,5(5%)	64,4(0,5%)	61,3(-4%)	58,2(-9%)	55(-14%)
Outubro	126,52	132,3(5%)	129,5(2%)	126,8(0,2%)	124(-2%)	121,2(-4%)	118,4(-6%)
Novembro	183,62	189,6(3%)	186,7(2%)	184(0,2%)	181(-1%)	178,2(-3%)	175,3(-4%)
Dezembro	243,02	250,5(3%)	247(2%)	243,3(0,1%)	239,8(-1%)	236,2(-3%)	232,6(-4%)
Soma Anual	1555,53	1592(2%)	1574(1%)	1556(0,03%)	1538(-1%)	1520(-2%)	1502(-3%)

Fonte: Elaborado pelos autores.

* Variação da precipitação em relação à média histórica do período (1977 a 2006).

previsões do mês junho para o mês julho, indicando um menor índice pluviométrico, haja vista que o decréscimo de chuvas nessa época do ano é considerado normal.

De acordo com Strahler (1977) as regiões mais secas do globo estão associadas a uma maior variabilidade da precipitação, ou seja, para este autor, nos períodos secos do ano nota-se uma maior discrepância dos dados em

séries históricas de períodos secos quando se compara períodos inter-anuais. Neste estudo, confirmando os resultados de Strahler (1977), verifica-se (Figura 15) que a maior variação dos dados para o período seco (junho a agosto) ficou para o mês de agosto (18013,22%), e a menor variação, para o período úmido (setembro a maio) foi para o mês de novembro (183,81%).

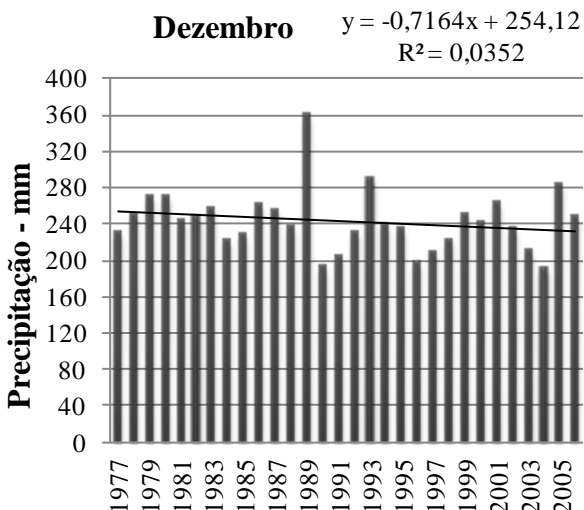


Figura 14: Distribuição temporal e regressão linear das chuvas do mês de dezembro, para a região Centro-Oeste e Estado do Tocantins.

Fonte: Elaborado pelos autores.

Na Figura 16, nota-se que os meses que sofreram decréscimos em sua precipitação pluviométrica foram: janeiro, fevereiro, maio, junho, julho, agosto, setembro, outubro, novembro e dezembro. Ficando os meses de março e abril com crescimento da precipitação pluviométrica.

Considerando toda a média anual, no eixo secundário podemos verificar que houve um decréscimo em toda sua extensão.

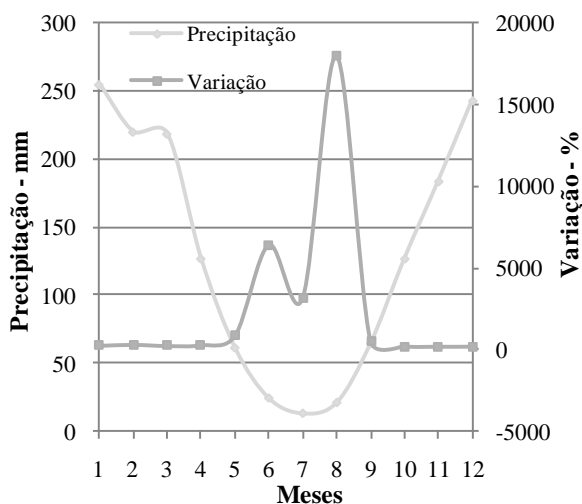


Figura 15: Precipitação pluviométrica e percentagem de variação dos dados em relação aos extremos observados do período histórico de 1977 a 2006 na região Centro-Oeste e no Estado do Tocantins.

Fonte: Elaborado pelos autores.

3.3 Análise estatística

Na Tabela 4 verifica-se que os valores da média e da mediana foram bem concisos, mostrando que não houve a presença de valores extremos discordantes na amostra. O maior índice de chuva, ou seja, a máxima ocorreu no mês de fevereiro (390,81 mm), já a mínima aconteceu no mês de agosto (0,42 mm). Nota-se que todos os meses tiveram uma variação maior que a média anual, indicando uma dispersão no índice pluviométrico. No desvio padrão verificou-se a influência do menor desvio que foi no mês de julho (8,92) e do maior desvio que aconteceu no mês de janeiro (53,62), mostrando a dispersão contundente dos dados.

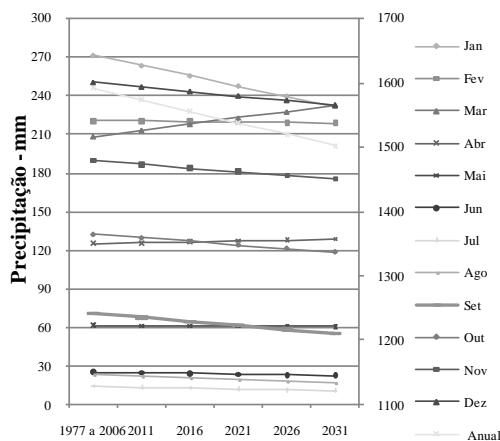


Figura 16: Distribuição temporal mensal da previsão de chuvas para o bioma do Pantanal.

Fonte: Elaborado pelos autores.

4 CONCLUSÃO

A maior precipitação observada para na região Centro-Oeste e no Estado do Tocantins foi para o mês de fevereiro, com 390,81 mm no ano de 1980 e a menor foi para o mês de agosto, com 0,42 mm no ano de 1988. Nota-se que os meses que sofreram decréscimos em sua precipitação pluviométrica foram: janeiro, fevereiro, maio, junho, julho, agosto, setembro, outubro, novembro e dezembro. Ficando os meses de março e abril com crescimento da precipitação pluviométrica. Utilizando-se uma análise de regressão matemática linear, observa-se uma tendência de diminuição nos índices

Tabela 4: Medidas de tendência central e de dispersão de para a região centro-oeste e estado do tocantins, segundo a análise estatística dos dados históricos de 1977 a 2006.

Medidas de Tendência Central e de Dispersão						
Mês	Mediana	Média	Máxima	Mínima	Variação (%)	Desvio Padrão
Janeiro	262,41	254,88	345,63	143,81	240,33	53,62
Fevereiro	213,53	219,97	390,81	131,01	298,31	49,97
Março	225,20	218,55	290,18	127,95	226,80	43,72
Abril	119,47	126,55	200,00	73,83	270,89	31,18
Maio	58,58	61,01	96,78	11,24	860,82	16,39
Junho	18,98	23,94	78,23	1,22	6431,86	16,16
Julho	9,49	12,73	32,33	1,02	3172,94	8,92
Agosto	14,57	20,64	76,15	0,42	18013,22	17,97
Setembro	64,04	64,12	111,54	20,28	550,06	23,74
Outubro	123,46	126,52	167,51	81,54	205,44	20,83
Novembro	183,20	183,62	229,45	124,83	183,81	26,09
Dezembro	240,65	243,02	360,88	192,09	187,88	33,61
Média Anual	1541,08	1555,53	1798,61	1326,72	135,57	111,89

Fonte: Elaborado pelos autores.

pluviométricos médios, entre 1977 e 2006, para a região Centro-Oeste e Estado do Tocantins, na ordem de 6,5%. Verifica-se também uma tendência do mês junho para o julho de decréscimo de precipitação nas variações das previsões, indicando um menor índice pluviométrico. Essa previsão de diminuição da quantidade de chuva pode ter relação com teorias já muito aceitas como a do resfriamento global, pois uma vez que se diminui a temperatura o que pode ocorrer é a diminuição evaporação e, conseqüentemente, formação de chuvas.

Sendo o estudo de chuvas para as regiões mais centrais do Brasil ainda um pouco defasados em quantidade não há como fazer relações com estudos anteriores e comparar com estudos do mesmo gênero de outras regiões não haveria sentido, pois são locais de influência de outros eventos atmosféricos.

REFERÊNCIAS

ANA. Agência Nacional das Águas. **Dados pluviométricos**. Disponível em: <http://hidroweb.ana.gov.br>. Acesso em: 21 de outubro de 2010.

BAZZANO, M. G. P.; ELTZ, F. L. F.; CASSOL, E. A. Erosividade, coeficiente de chuva, padrões e período de retorno das chuvas de Quaraí, RS. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Campinas, SP, v. 31, n. 5, p. 1205-1217, 2007.

GAUSSEN, H.; BAGNOULS, F. **Saison seche et indice xerothermique**. Toulouse: Université de Toulouse, Faculté des Sciences, 1953.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Ministério do Planejamento, Orçamento e Gestão. **Divisão Territorial dos Estados**. In: [<http://www.ibge.gov.br>]. Acesso em: 21 de outubro de 2010.

MELLAART, E. A. R. **Small-scale spatial rain distribution: the effect of temporal and spatial rain distribution on drought and crop yield at village level**. Nelspruit: Institute for Soil, Climate and Water, 1999.

MELLO, C. R. et al. Análise de modelos matemáticos aplicados ao estudo de chuvas intensas. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v. 25, n. 3, p. 693-698, 2001.

MELLO, C. R. et al. Continuidade espacial de chuvas intensas no estado de Minas Gerais. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 32, n. 2, p. 532-539, 2008.

MELLO, C. R.; SILVA, A. M. Modelagem estatística da precipitação mensal e anual e no período seco para o estado de Minas Gerais. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v. 13, n. 1, p. 68-74, 2009.

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

NAGHETTINI, M. C.; PINTO, E. J. de A. Hidrologia Estatística. 1. ed. Belo Horizonte: CPRM, 2007. v. 1. 561 p.

PEEL, M. C.; FINLAYSON, B. L.; MCMAHON T. A. Updated world map of the Köppen-Geiger climate classification. **Hydrology and Earth System Sciences**, [S.l.], v. 11, p. 1633-1644, 2007.

STRAHLER, A. N. **Geografia física**. Barcelona: Omega, 1977.

Data de recebimento: 11.10.2010.

Data de aceite: 07.01.2011.