

CHUVAS NO CERRADO DA REGIÃO CENTRO-OESTE DO BRASIL:
análise histórica e tendência futura

*RAIN AT CERRADO OF BRAZIL MIDDLE-WEST REGION: analysis
historical and future trends*

*LLUVIA EN LA SABANA DE REGIÓN CENTRAL OESTE DE BRASIL:
historia y análisis de tendencias de futuro*

Francisco Fernando Noronha Marcuzzo

Engº, Doutor, Pesquisador em Geociências / Engenharia Hidrológica, Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais / Serviço Geológico do Brasil.
Rua 148, 485 - Setor Marista. Goiânia - GO - Brasil
E-mail: francisco.marcuzzo@cprm.gov.br

Murilo Raphael Dias Cardoso

Graduando em Geografia, Universidade Federal de Goiás– UFG
Serviço Geológico do Brasil, Rua 148, 485 - Setor Marista. Goiânia - GO - Brasil
E-mail: Murilo.cardoso@me.com

Thiago Guimarães Faria

Graduando em Matemática, Universidade Federal de Goiás– UFG.
Serviço Geológico do Brasil, Rua 148, 485 - Setor Marista. Goiânia - GO - Brasil
E-mail: thiagoguimaraesfaria@hotmail.com

Resumo

Variações climáticas denotam a importância de estudos na detecção de tendências ou alterações nas séries temporais hidrometeorológicas. Com o objetivo de analisar a precipitação pluvial e tendência futura das chuvas no Cerrado da região Centro-Oeste, realizou-se um estudo com regressão linear e medidas de tendência central e de dispersão dos índices pluviométricos de chuva. Utilizaram-se 150 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. Como resultados são apresentados a distribuição temporal, análise de regressão linear e estatística, tendência futura mensal e anual e variação da precipitação da média histórica.

Palavras-chave: pluviometria, precipitação pluviométrica, regressão linear, climatologia.

Abstract

Climate variations show the importance of studies to detect trends or changes in hydrometeorological time series. Aiming to analyze the rainfall and the future trend of rainfall in the Cerrado in central-west region of Brazil, a study was carried out with linear regression and measures of central tendency and dispersion of rainfall from rain. We used 150 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. Results are presented from the temporal distribution, linear regression analysis and statistics, future trends, and monthly and annual variation of rainfall average.

Key-words: Pluviometric, rainfall, linear regression, climatology.

Resumen

Las variaciones del clima muestran la importancia de los estudios para detectar tendencias o cambios en series hidrometeorológicas. Con el fin de analizar las precipitaciones y la tendencia futura de las lluvias en la región del Cerrado de la región central del Brazil, se realizó un estudio con regresión lineal y las medidas de tendencia central y dispersión de las precipitaciones de lluvia. Hemos utilizado 150 estaciones pluviométricas con 30 años de datos. Hemos utilizado las series de precipitación media mensual y anual de los datos históricos de precipitación pluvial obtenidos de la Red Nacional de Hidrometeorología, que se sometieron a un análisis preliminar. Para el análisis estadístico se calculó la desviación media, la mediana y el nivel de lluvias temporales. Los resultados se presentan como la distribución temporal de análisis de regresión lineal y las estadísticas, las tendencias de futuro, y la variación mensual y anual de lluvia de media histórica.

Palabras clave: precipitación, lluvia, regresión lineal, climatología.

Introdução

O clima predominante no domínio do Cerrado é o Tropical sazonal, de inverno seco. A temperatura média anual fica em torno de 22-23°C, sendo que as médias mensais apresentam pequena estacionalidade. As máximas absolutas mensais não variam muito ao longo dos meses do ano, podendo chegar a mais de 40°C. Já as mínimas absolutas mensais variam bastante, atingindo valores próximos ou até abaixo de zero, nos meses de maio, junho e julho. A ocorrência de geadas no Domínio do Cerrado não é fato incomum, ao menos em sua porção austral.

Em geral, a precipitação média anual fica entre 1200 e 1800 mm. Ao contrário da temperatura, a precipitação média mensal apresenta uma grande estacionalidade,

concentrando-se nos meses de primavera e verão (outubro a março), que é a estação chuvosa. Curtos períodos de seca, chamados de veranicos, podem ocorrer em meio a esta estação, criando sérios problemas para a agricultura. No período de maio a setembro os índices pluviométricos mensais reduzem-se bastante, podendo chegar à zero.

Que resulta uma estação seca de três a cinco meses de duração. No início deste período a ocorrência de nevoeiros é comum nas primeiras horas das manhãs, formando-se grande quantidade de orvalho sobre as plantas e umedecendo o solo. Já no período da tarde os índices de umidade relativa do ar caem bastante, podendo baixar a valores próximos a 15%, principalmente nos meses de julho e agosto (COUTINHO, 2002, p.80).

O processo mais utilizado para essa representação é o traçado das isoietas, que são curvas que unem os pontos de igual altura de precipitação para um período determinado. O conhecimento do regime pluviométrico geral da região e dos fatores que podem influenciar na distribuição é imprescindível para um traçado razoável das curvas isoietas (GARCEZ e ALVAREZ, 1998, p.105).

Segundo Nimer (1989, p.23-24), a região Centro-Oeste do Brasil tem clima caracterizado por invernos secos e verões chuvosos. O tempo seco no meio do ano juliano (inverno) tem sua origem na estabilidade gerada pela influência do anticiclone subtropical do Atlântico Sul e de pequenas dorsais que se formam sobre a parte continental sul americana. O período de chuva está associado ao deslocamento para sul da Zona de Convergência Intertropical (ZCI, também conhecida como CIT), acompanhando a marcha aparente do sol em direção ao Trópico de Capricórnio. Sobre a porção central da América do Sul a CIT avança mais para sul do que nas regiões costeiras gerando instabilidade em todo o Brasil central nos meses de verão. Em função da influência da massa de ar tropical marítima e equatorial, as temperaturas são elevadas durante todo o ano. No inverno, quando a CIT está deslocada para norte, a região apresenta baixa ou nenhuma precipitação.

O objetivo deste estudo foi o de apresentar uma distribuição temporal histórica e tendência futura da precipitação pluviométrica no Cerrado da região Centro-Oeste utilizando estações pluviométricas com mais de 30 anos de dados.

Material e Métodos

Caracterização da vegetação, clima e dos mecanismos de formação de chuvas no bioma do Cerrado da região centro-oeste.

A região centro-oeste do Brasil abrange uma área de 1606990,80 km². A região abriga o Distrito Federal que com uma área de 5818,69 km², além dos estados da região Centro-Oeste com uma área de 340219,30 km², Mato Grosso com uma área de 903944,53 km² e Mato Grosso do Sul com uma área de 357008,27 km² (Figura 1).

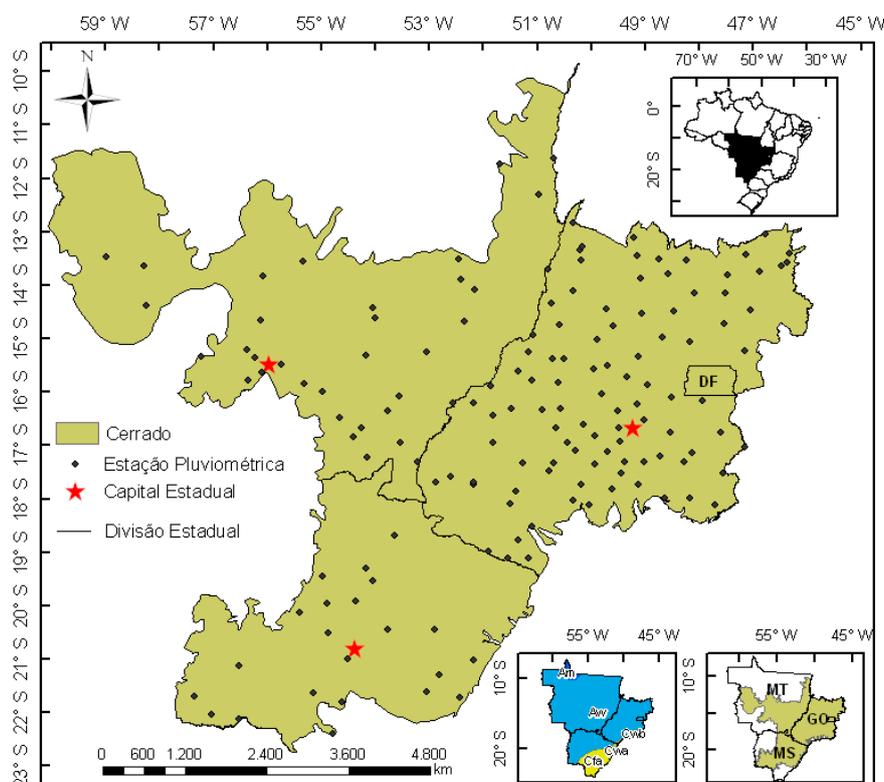


Figura 1: Localização das estações pluviométricas com 30 anos de dados diários no bioma do Cerrado na região Centro-Oeste.

O Cerrado na região centro-oeste possui uma área de 910829,12 km² abrangendo 72,6% do território da região, que por sua vez possui uma área total de 1601172,11 km² (Tabela 1).

O Cálculo das áreas foi feito 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.

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

Unidade Federativa	Bioma do Cerrado
	-----%-----
Goiás	96,0
Mato Grosso	39,7
Mato Grosso do Sul	60,6
Distrito Federal	100,0

Caracterização climatológica da área

Os principais mecanismos atmosféricos que atuam no Cerrado da região centro-oeste são a massa de ar equatorial continental, presente entre na primavera e 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, a massa polar atlântica que é caracterizada pelo o acúmulo do ar polar, a massa tropical continental que atua principalmente a sul do estado de Mato Grosso do Sul caracterizando um inverno e início de primavera quente seco e a massa tropical atlântica que atua principalmente no estado da região Centro-Oeste e Mato Grosso do Sul caracterizando um verão chuvoso e reforçando características do país tropical (MENDONÇA & DANNI-OLIVEIRA, 2007, p.206).

Segundo Peel e McMahon. (2007, p.1635) o clima predominante no cerrado da região centro-oeste é o clima tropical com estação seca no inverno (Aw). Há a presença na parte sudeste do estado do Mato Grosso do Sul do clima temperado úmido com verão quente (Cfa).

Dados utilizados no estudo

Foram utilizadas médias mensais e anuais sazonais de precipitação das séries históricas de dados pluviométricos do Cerrado Goiás, obtidos da ANA (Agência

Nacional das Águas). Estes dados foram submetidos a uma análise para avaliação das séries históricas e posteriormente consistidos. Foram utilizadas apenas estações pluviométricas com séries de, no mínimo, 30 anos de dados, resultando em vinte e dois pontos de observação (Figura 2) na região do Cerrado de Goiás.

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 freqüências relativas de uma amostra de dados hidrológicos (NAGHETTINI e PINTO, 2007, p.552). 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 freqüentemente 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_1 até X_n = somatórios da amostra.

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

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

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.

Resultados e Discussão

Distribuições temporais 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 150 estações pluviométricas distribuídos na área de estudo, apresenta uma variação significativa da precipitação.

A maior precipitação observada no bioma do Cerrado da região Centro-Oeste, para a soma histórica anual (Figura 2), foi de 1755,7 mm no ano de 1982 e a menor foi de 1249,15 mm no ano de 2002. Já a maior variação de precipitação anual, ocorreu no

ano de 1992 (1750,04 mm) para o ano de 1993 (1332,92 mm). Nota-se que a partir de 1977 até 1980 a um crescimento gradual da pluviosidade, em média na ordem de 3%. Observa-se também que as oscilações são pequenas, e as tendências de crescimento e decréscimo da pluviosidade fica em média, na ordem de 1%.

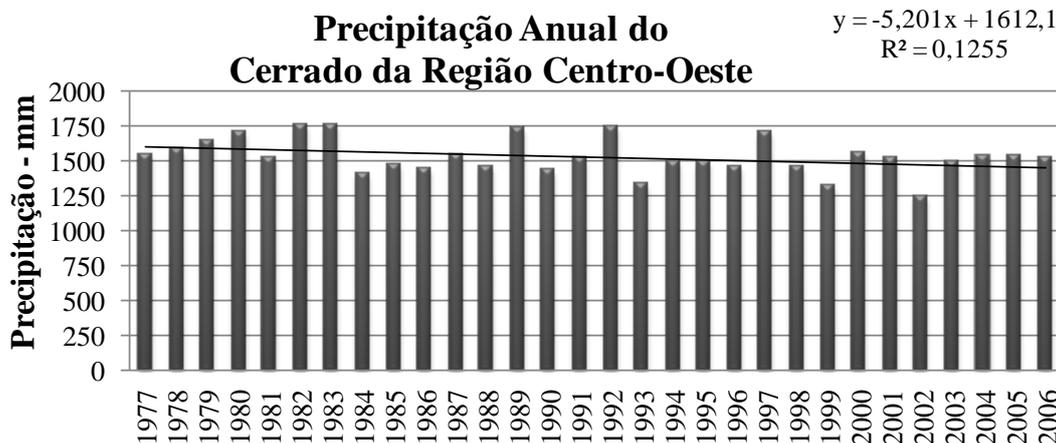


Figura 2: Distribuição temporal e análise de regressão linear da precipitação pluviométrica da soma anual de 1977 a 2006, para o Cerrado do da região Centro-Oeste.

A maior precipitação observada no bioma do Cerrado da região Centro-Oeste, para o mês de janeiro, Figura 3, foi de 353,5 mm no ano de 1985 e a menor foi de 147,79 mm no ano de 1993. Já a maior variação de precipitação anual para o mês de janeiro, ocorreu do ano de 1984 (190,04mm) para o ano de 1985 (353,5mm). Nota-se que entre os anos de 2000 e 2005, houve uma tendência de crescimento gradual da pluviosidade do mês de janeiro, em média, na ordem de 25%.

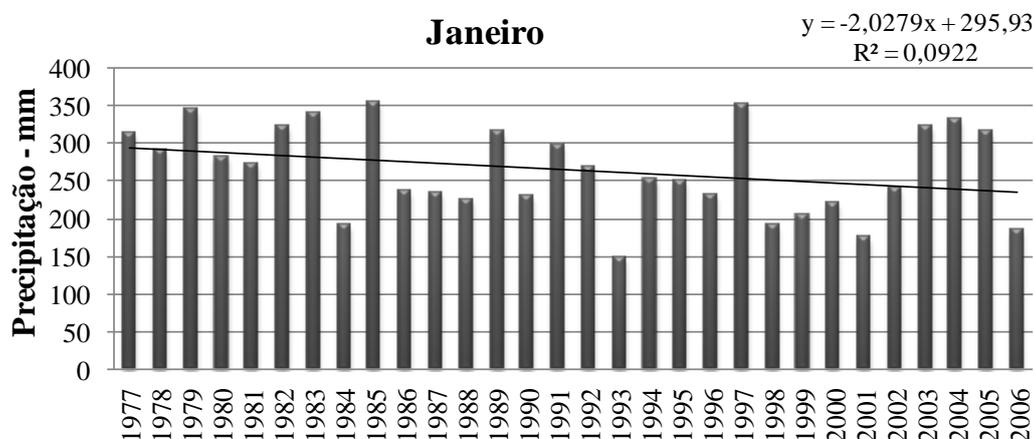


Figura 3: Distribuição temporal e regressão linear da chuva do mês de janeiro, para o bioma do Cerrado.

A maior precipitação observada no bioma do Cerrado da região Centro-Oeste, para o mês de fevereiro, Figura 4, foi de 380,0 mm no ano de 1980 e a menor foi de 130,49 mm no ano de 2005. Já a maior variação de precipitação anual para o mês de fevereiro, ocorreu do ano de 1980 (380,0 mm) para o ano de 1981 (143,88 mm). Verifica-se que a partir do ano de 1977 até 1980, houve uma tendência de crescimento gradual da pluviosidade do mês de fevereiro, em média, na ordem de 35%.

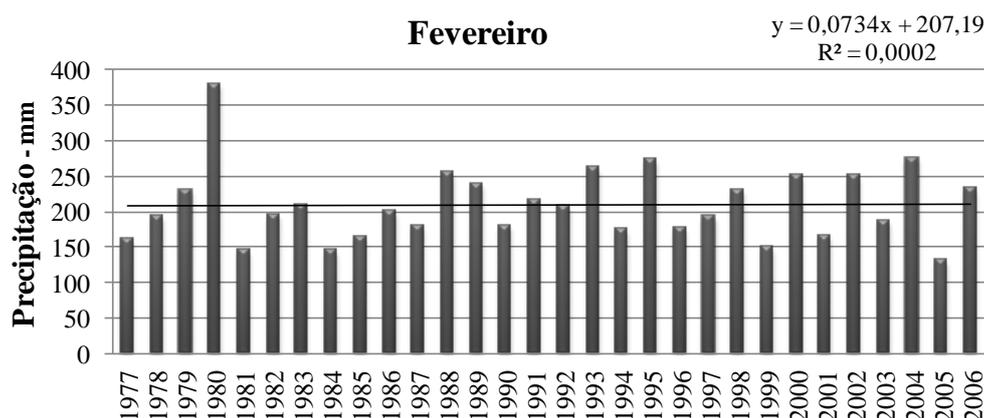


Figura 4: Distribuição temporal e regressão linear da chuva do mês de fevereiro, para o bioma do Cerrado.

A maior precipitação observada no bioma do Cerrado, para o mês de março Figura 5, foi de 295,6 mm no ano de 1982 e a menor foi de 124,31 mm no ano de 1980. Já a maior variação de precipitação anual para o mês de março, ocorreu do ano de 1990 (145,47 mm) para o ano de 1991 (285,95 mm).

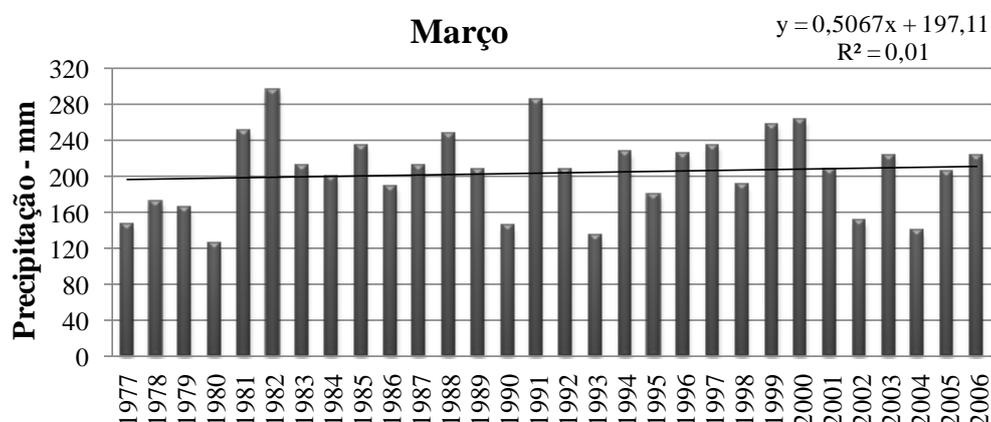


Figura 5: Distribuição temporal e regressão linear das chuvas do mês de março, para o bioma do Cerrado.

A maior precipitação observada no bioma do Cerrado da região Centro-Oeste, para o mês de abril, Figura 6, foi de 164,8 mm no ano de 1992 e a menor foi de 35,66 mm no ano de 2002. Já a maior variação de precipitação anual para o mês de abril, ocorreu do ano de 2002 (35,66 mm) para o ano de 2003 (120,66 mm). Observa-se que entre os anos de 1980 e 1996, houve um crescimento gradual da pluviosidade do mês de abril, em média, na ordem de 16%.

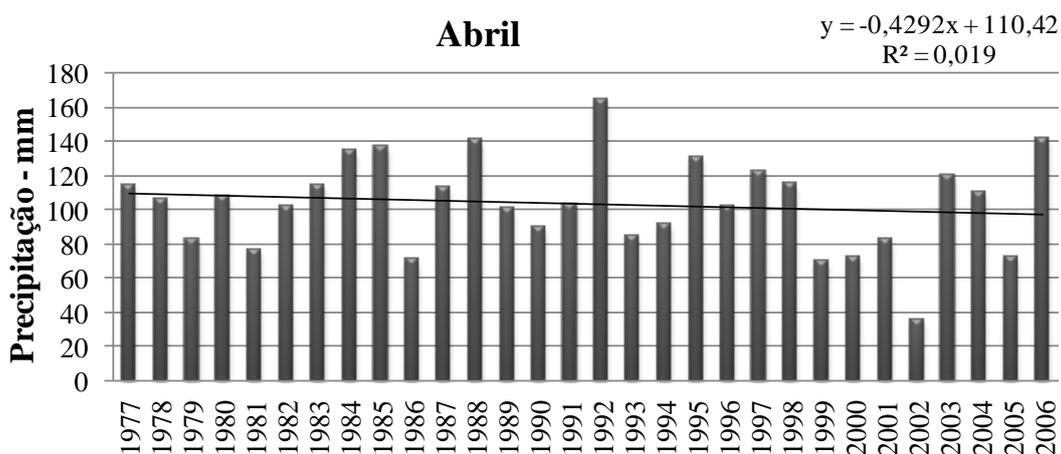


Figura 6: Distribuição temporal e regressão linear das chuvas do mês de abril, para o bioma do Cerrado.

A maior precipitação observada no bioma do Cerrado da região Centro-Oeste, para o mês de maio, Figura 7, foi de 114,8 mm no ano de 1990 e a menor foi de 11,25 mm no ano de 1981. Já a maior variação de precipitação anual para o mês de maio, ocorreu do ano de 1989 (29,02 mm) para o ano de 1990 (114,8 mm). Nota-se que entre os anos de 1985 e 1990, houve um decréscimo gradual da pluviosidade do mês de maio, em média, na ordem de 26%.

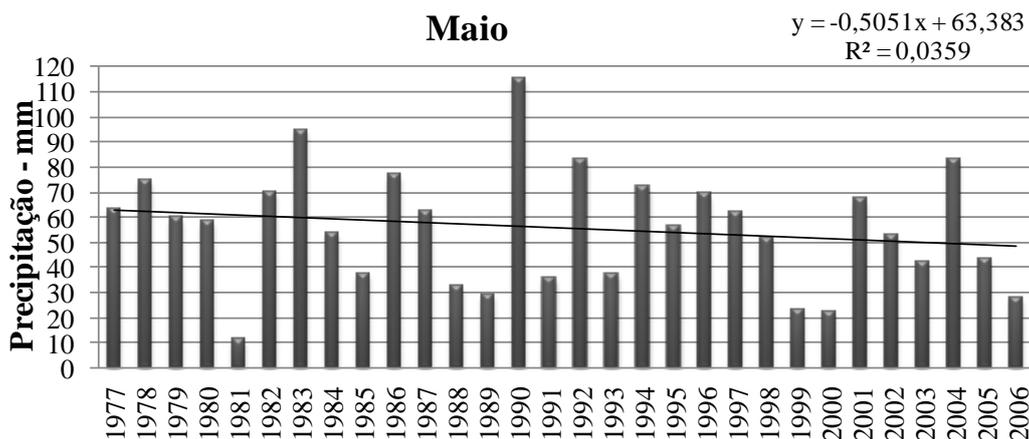


Figura 7: Distribuição temporal e regressão linear das chuvas do mês de maio, para o bioma do Cerrado.

A maior precipitação observada no bioma do Cerrado da região Centro-Oeste, para o mês de junho, Figura 8, foi de 110,04 mm no ano de 1997 e a menor foi de 0,68 mm no ano de 1979. Já a maior variação de precipitação anual para o mês de junho, ocorreu do ano de 1996 (6,34 mm) para o ano de 1997 (110,04 mm). Verifica-se que 50% das precipitações pluviométricas são menores que 20,0 mm.

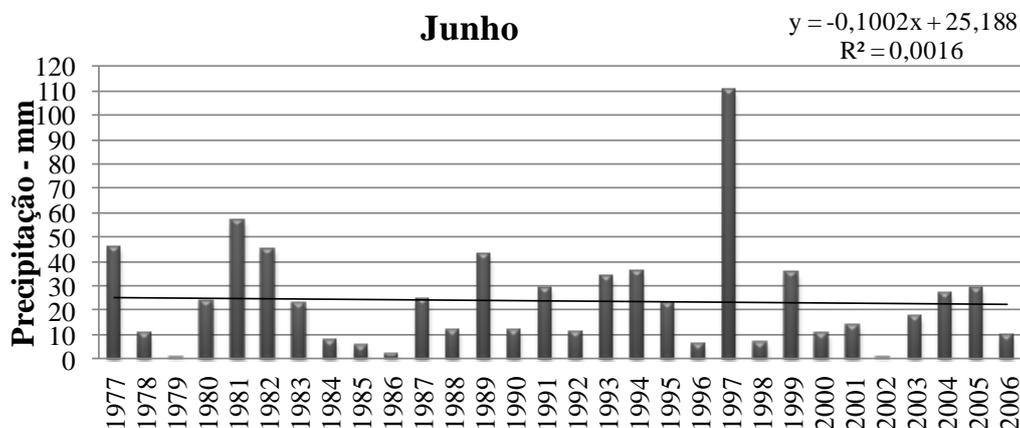


Figura 8: Distribuição temporal e regressão linear das chuvas do mês de junho, para o bioma do Cerrado.

A maior precipitação observada no bioma do Cerrado da região Centro-Oeste, para o mês de julho Figura 9, foi de 35,3 mm no ano de 1978 e a menor foi de 0,76 mm no ano de 1988. Já a maior variação de precipitação anual para o mês de julho, ocorreu

do ano de 1977 (2,20 mm) para o ano de 1978 (35,3 mm). Nota-se que 60% das precipitações pluviométricas são menores que 15,0 mm.

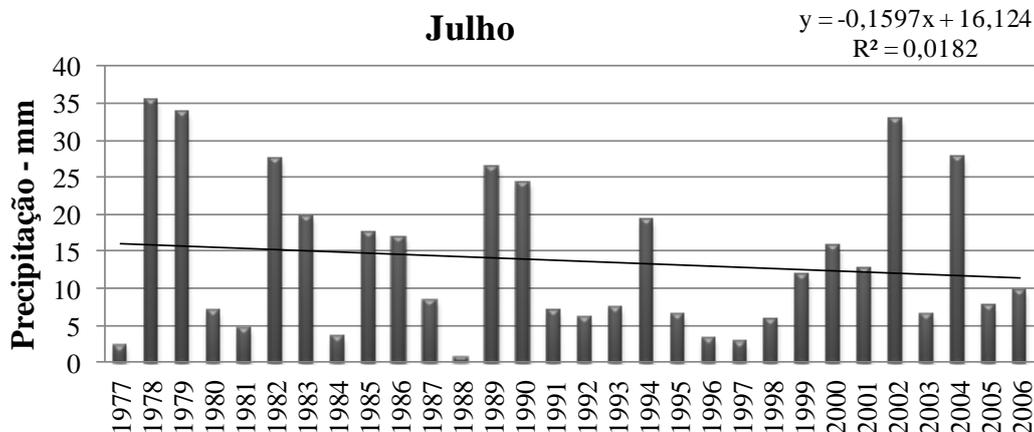


Figura 9: Distribuição temporal e regressão linear das chuvas do mês de julho, para o bioma do Cerrado.

A maior precipitação observada no bioma do Cerrado da região Centro-Oeste, para o mês de agosto Figura 10, foi de 75,2 mm no ano de 1986 e a menor foi de 0,12 mm no ano de 1999. Já a maior variação de precipitação anual para o mês de agosto, ocorreu do ano de 1985 (6,68 mm) para o ano de 1986 (75,2 mm). Percebe-se que 63% das precipitações pluviométricas são menores que 20,0 mm.

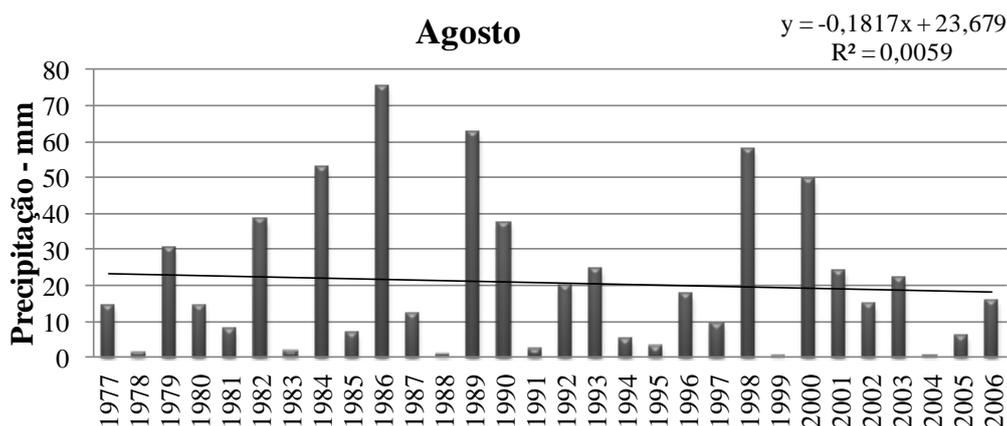


Figura 10: Distribuição temporal e regressão linear da chuva do mês de agosto, para o bioma do Cerrado.

A maior precipitação observada no bioma do Cerrado da região Centro-Oeste, para o mês de setembro Figura 11, foi de 145,4 mm no ano de 1992 e a menor foi de

15,61 mm no ano de 1988. Já a maior variação de precipitação anual para o mês de setembro, ocorreu do ano de 1991 (54,21 mm) para o ano de 1992 (145,4 mm).

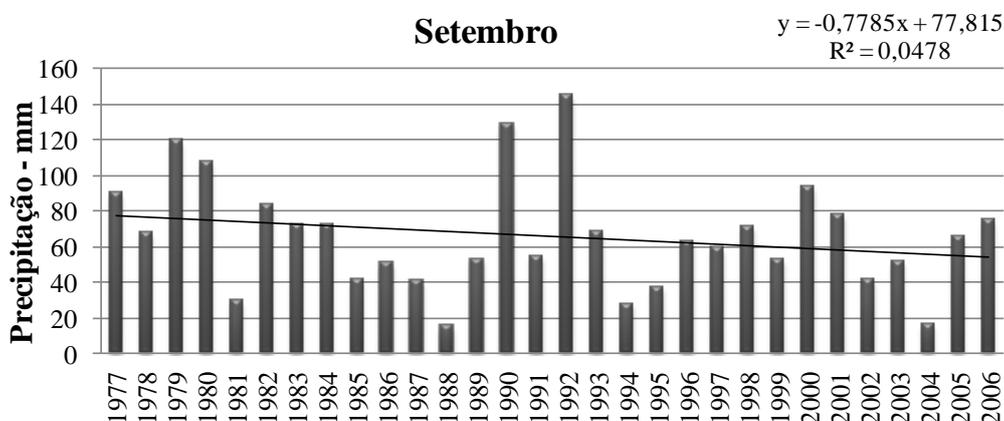


Figura 11: Distribuição temporal e regressão linear da chuva do mês de setembro, para o bioma do Cerrado.

A maior precipitação observada no bioma do Cerrado da região Centro-Oeste, para o mês de outubro Figura 12, foi de 185,4 mm no ano de 1992 e a menor foi de 83,87 mm no ano de 1980. Já a maior variação de precipitação anual para o mês de outubro, ocorreu do ano de 1980 (83,87 mm) para o ano de 1981 (169,94 mm). Verifica-se que entre os anos de 1982 e 1987, houve um decréscimo gradual da pluviosidade do mês de outubro, em média, na ordem de 18%.

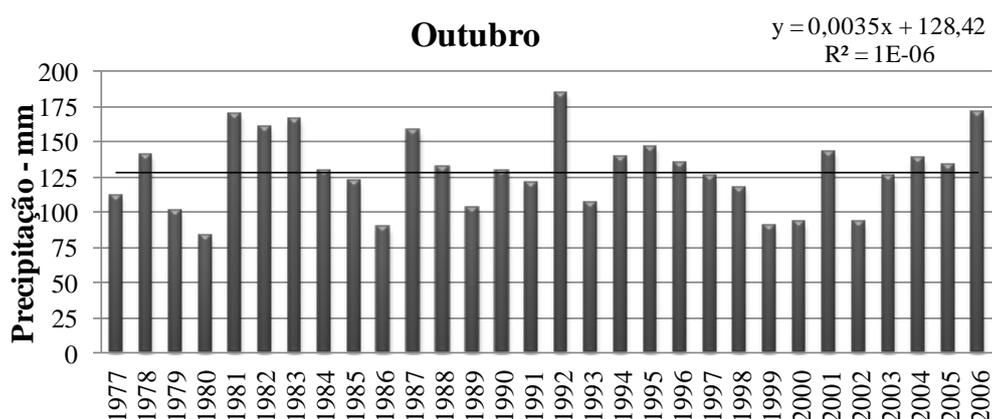


Figura 12: Distribuição temporal e regressão linear da chuva do mês de outubro, para o bioma do Cerrado.

A maior precipitação observada no bioma do Cerrado da região Centro-Oeste, para o mês de novembro Figura 12, foi de 276,6 mm no ano de 2001 e a menor foi de 133,63 mm no ano de 1993. Já a maior variação de precipitação anual para o mês de novembro, ocorreu do ano de 2001 (276,6 mm) para o ano de 2002 (142,19 mm). Nota-se que entre os anos de 1997 e 2002, houve um crescimento gradual da pluviosidade do mês de novembro, em média, na ordem de 19%.

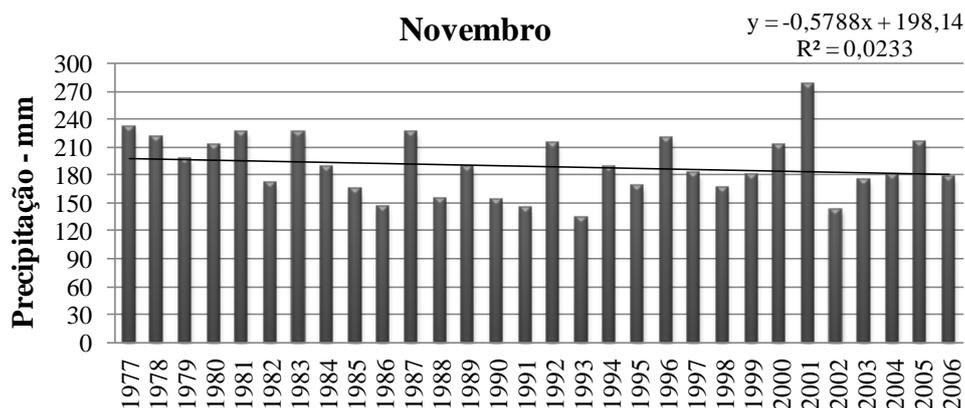


Figura 13: Distribuição temporal e regressão linear da chuva do mês de novembro, para o bioma do Cerrado.

A maior precipitação observada no bioma do Cerrado da região Centro-Oeste, para o mês de dezembro Figura 14, foi de 366,9 mm no ano de 1989 e a menor foi de 185,28 mm no ano de 1990. Já a maior variação de precipitação anual para o mês de dezembro, ocorreu do ano de 1989 (366,9 mm) para o ano de 1990 (185,28 mm). Observa-se que entre os anos de 1989 e 1994, houve um crescimento gradual da pluviosidade do mês de dezembro, em média, na ordem de 17%.

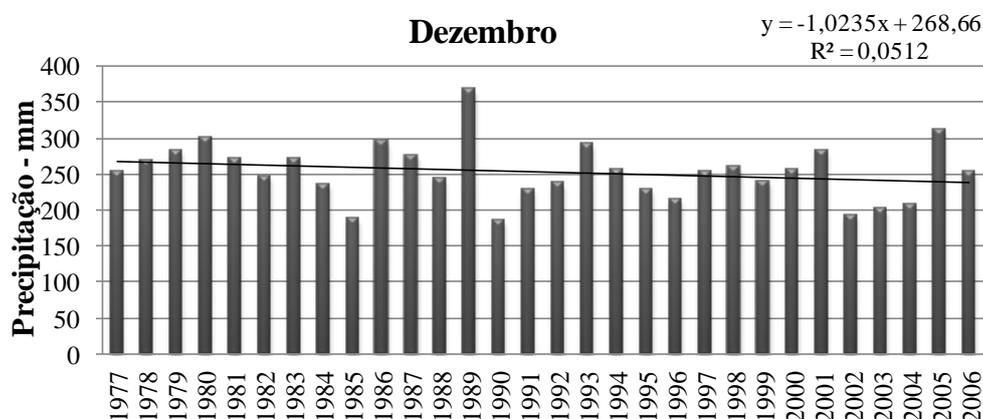


Figura 14: Distribuição temporal e regressão linear das chuvas do mês de dezembro, para o bioma do Cerrado.

Tendência futura mensal e anual

Na Tabela 2 verifica-se que o melhor coeficiente de determinação da regressão ($R^2=0,0922$) foi para o mês de janeiro e o pior foram para meses de outubro ($R^2=0,000001$). Isto significa que quando o valor é maior, indica o grau de aproximação do modelo as médias, já quando o valor é menor indica o grau de distanciamento do modelo às médias.

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	$y = -2,0279x + 295,93$	0,0922	264,50
Fevereiro	$y = 0,0734x + 207,19$	0,0002	208,33
Março	$y = 0,5067x + 197,11$	0,01	204,96
Abril	$y = -0,4292x + 110,42$	0,019	103,77
Mai	$y = -0,5051x + 63,383$	0,0359	55,55
Junho	$y = -0,1002x + 25,188$	0,0016	23,64
Julho	$y = -0,1597x + 16,124$	0,0182	13,65
Agosto	$y = -0,1817x + 23,679$	0,0059	20,86
Setembro	$y = -0,7785x + 77,815$	0,0478	65,75
Outubro	$y = 0,0035x + 128,42$	0,000001	128,48
Novembro	$y = -0,5788x + 198,14$	0,0233	189,17
Dezembro	$y = -1,0235x + 268,66$	0,0512	252,80
Soma Anual	$y = -5,201x + 1612,1$	0,1255	1531,45

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 setembro, que possui baixa pluviosidade.

Verifica-se também uma tendência do mês fevereiro para março, de crescimento de precipitação nas variações das previsões, indicando um maior índice pluviométrico.

Tabela 3: Tendência de precipitação pluviométrica para o bioma do Cerrado, segundo a análise de regressão dos dados históricos de 1977 a 2006.

Previsão de Precipitação Pluviométrica							
Mês	Média	2011	2016	2021	2026	2031	2036
Jan	265,39	285,8(8%)	275,7(4%)	266(0,4%)	255,4(-4%)	245(-7%)	235,1(-11%)
Fev	186,16	207,6(-0,4%)	208(-0,2%)	208(-0,02%)	208,7(0,2%)	209(0,3%)	209,4(0,5%)
Mar	202,18	199,6(-2,6%)	202,2(-1,4%)	204,7(0,1%)	207,2(1,1%)	209,8(2,3%)	212,3(3,6%)
Abr	85,33	108,3(4,3%)	106,1(2,3%)	104(0,2%)	101,8(-1,9%)	99,7(-3,9%)	97,5(-6%)
Mai	35,23	60,9(9,5%)	58,3(5%)	55,8(0,5%)	53,3(-4,1%)	50,8(-8,6%)	48,2(-13,2%)
Jun	13,34	24,7(4,4%)	24,2(2,3%)	23,7(0,2%)	23,2(-1,9%)	22,7(-4%)	22,2(-6,2%)
Jul	6,98	15,3(12,3%)	14,5(6,4%)	13,7(0,6%)	13(-5,3%)	12(-11,1%)	11,3(-17%)
Ago	14,92	22,8(9,1%)	21,9(4,8%)	21(0,4%)	20(-3,9%)	19,1(-8,3%)	18,2(-12,6%)
Set	44,38	74(12,4%)	70(6,5%)	66,1(0,6%)	62,2(-5,3%)	58,4(-11%)	54,5(-17,2%)
Out	107,38	128(-0,03%)	128,5(-0,02%)	128(-0,002%)	128,4(0,01%)	129(0,03%)	128,7(0,04%)
Nov	199,15	195,2(3,2%)	192,4(1,7%)	189,5(0,2%)	186,6(-1,4%)	183,7(-3%)	180,8(-4,4%)
Dez	264,84	263,5(4,3%)	258,4(2,2%)	253,3(0,2%)	248,2(-1,8%)	243,1(-4%)	238(-6%)
Total	1425,28	1586,1(3,6%)	1560,1(1,87%)	1534,1(0,2%)	1508(-1,5%)	1482(-3%)	1456,1(-5%)

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

De acordo com Strahler (1977, p.767) 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 (maio a agosto) ficou para o mês de agosto (63.977,4%), e a menor variação, para o período úmido (setembro a abril) foi para o mês de dezembro (198,0%).

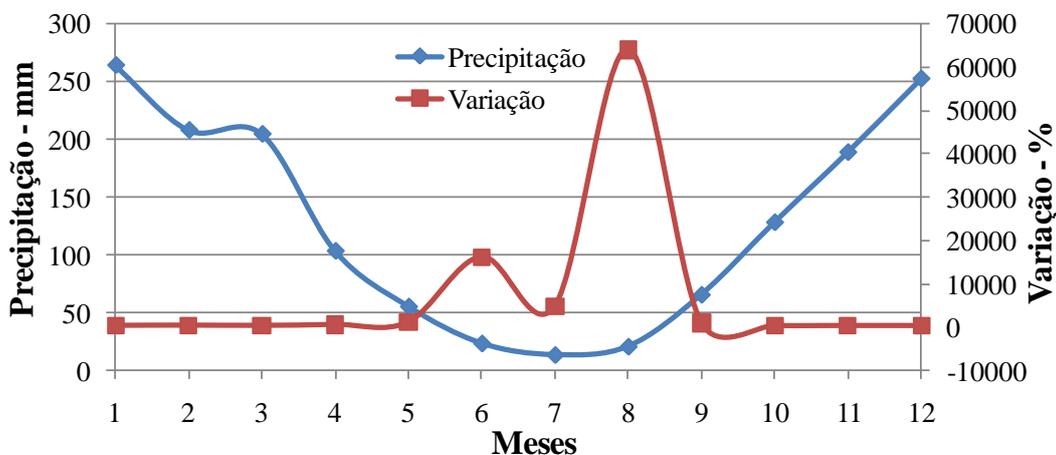


Figura 15: Precipitação pluviométrica e percentagem de variação dos dados em relação aos extremos observados do período histórico de 1977 a 2006.

Na Figura 16, nota-se que os meses que sofreram decréscimos em sua precipitação pluviométrica foram: janeiro, fevereiro, abril, maio, junho, julho, agosto, setembro, outubro, novembro e dezembro. Ficando o mês de março com crescimento da precipitação pluviométrica. No eixo secundário podemos verificar que a média anual teve um decréscimo, em toda sua extensão.

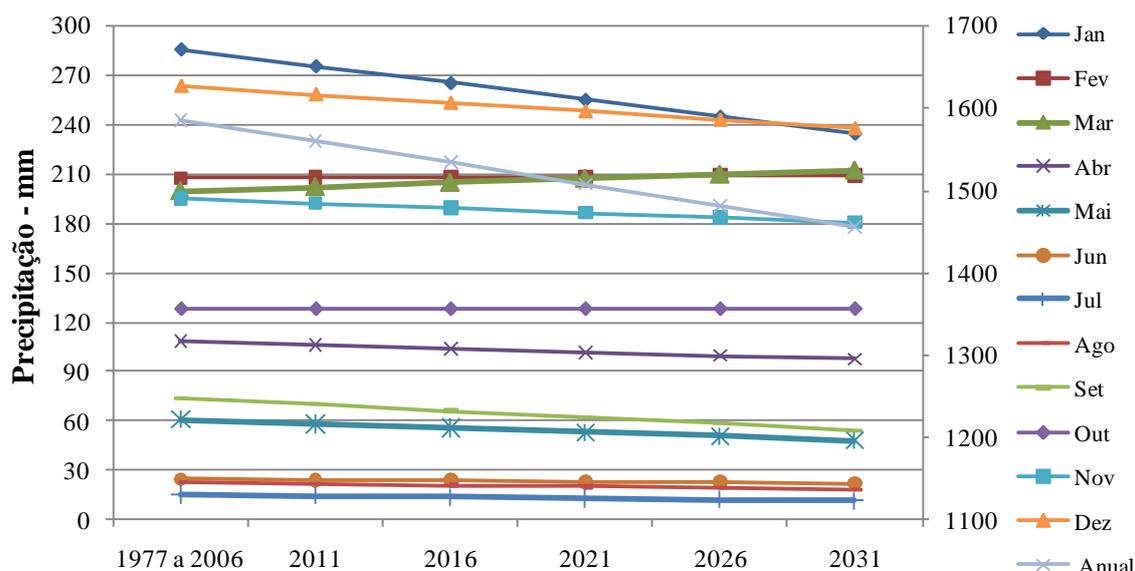


Figura 16: Distribuição temporal mensal da previsão de chuvas para o bioma do Cerrado.

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 ocorre no mês de fevereiro (380,0 mm), já a mínima foi de 0,12 no mês de agosto. 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 (10,4) e do maior desvio que aconteceu no mês de janeiro (58,8) mostrando a dispersão contundente dos dados.

Tabela 4 - Medidas de tendência central e de dispersão de para o bioma do Cerrado, 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	260,8	264,5	353,5	147,8	239,2	58,8
Fevereiro	198,4	208,3	380,0	130,5	291,2	51,9
Março	207,5	205,0	295,6	124,3	237,8	44,6
Abril	104,5	103,8	164,8	35,7	462,3	27,4
Mai	57,5	55,6	114,8	11,2	1021,1	23,5
Junho	19,9	23,6	110,4	0,7	16113,3	22,1
Julho	9,0	13,6	35,3	0,8	4642,0	10,4
Agosto	14,5	20,9	75,2	0,1	63977,4	20,7
Setembro	64,3	65,7	145,4	15,6	931,5	31,3
Outubro	128,7	128,5	185,4	83,9	221,0	26,8
Novembro	184,6	189,2	276,6	133,6	207,0	33,4
Dezembro	253,7	252,8	366,9	185,3	198,0	39,8
Média Anual	1522,5	1531,4	1755,7	1249,1	140,6	129,3

Conclusões

Neste trabalho, analisou-se a distribuição temporal e tendência passada e futura das chuvas no bioma do Cerrado da região Centro-Oeste e concluiu-se que:

Na análise das chuvas, em média a maior precipitação foi de 380,0 mm no mês de fevereiro e a menor foi de 130,49 mm. Já a maior variação de precipitação mensal para a média do total, ocorreu do mês de agosto com uma variação de 63.977,40%.

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

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 setembro, que possui baixa pluviosidade. Verifica-se também uma tendência do mês fevereiro para março de crescimento de precipitação nas variações das previsões, indicando um maior índice pluviométrico.

Na análise estatística, percebe-se que o maior índice de chuva, ou seja, a máxima ocorre no mês de fevereiro, já a mínima foi de 0,12 mm no mês de setembro, nota-se que todos os meses tiveram uma variação maior que a média anual, indicando uma dispersão pluviométrica.

Agradecimentos

Os autores agradecem a CPRM/SGB (Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais / Serviço Geológico do Brasil) pelo fomento que viabilizou o desenvolvimento do estudo.

Referências Bibliográficas

ANA– Agência Nacional de Águas. Disponível em <http://www.ana.gov.br> (acessado em 11 dez. 2009).

COUTINHO, L. M. O bioma do cerrado, in: Klein, A. L. *Eugen Warming e o cerrado brasileiro: um século depois*. Editora Unesp, São Paulo. 2002, p.80.

GARCEZ, L.N.; ALVAREZ, G.A. *Hidrologia*. Edgard Blucher LTDA, São Paulo, 1998, p.105.

IBGE – Instituto Brasileiro de Pesquisa e Estatística [homepage]. Comunicação Social – Mapas de Biomas e de Vegetação, 2004 [citado em 20 de agosto 2010]. Disponível em: http://www.ibge.gov.br/home/presidencia/noticias/noticia_impressao.php?

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

NAGHETTINI & PINTO; *Hidrologia Estatística*. CPRM, Belo Horizonte. 2007. 552p.

NIMER, E. Clima. In: IBGE. *Geografia do Brasil – Região Centro-Oeste*. IBGE. Rio de Janeiro. 1989. V. 1, p. 23-34.

PEEL MC, F. & MCMAHON, T. *Updated world map of the Köppen-Geiger climate classification*, *Hydrol. Earth Syst. Sci.*, 11, p. 1633-1644. 2007.

STRAHLER, A. N. *Geografia física*. Omega, Barcelona. 1977. 767 p.

Recebido para publicação em agosto de 2011
Aprovado para publicação em fevereiro de 2012