

# CHUVAS NO ESTADO DE GOIÁS: ANÁLISE HISTÓRICA E TENDÊNCIA FUTURA<sup>i</sup>

Rain in the state of Goiás: historical analysis and future trends

Pioggia in stato di Goiás: analisi storica e le future tendenze

Francisco Marcuzzo<sup>ii</sup>

*Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais*

Thiago Guimarães Faria<sup>iii</sup>

Ricardo de Faria Pinto Filho<sup>iv</sup>

*Universidade Federal de Goiás*

## Resumo

Alterações 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 estado de Goiás, realizou-se um estudo com regressão linear e medidas de tendência central e de dispersão dos índices pluviométricos de chuva. Utilizaram-se 37 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, necessárias para verificar os parâmetros, e observou-se a dispersão da amostra. Como resultados são apresentados à 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 Goiás, a study was carried out with linear regression and measures of central tendency and dispersion of rainfall from rain. We used 37 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.

**Keywords:** rainfall; pluviometric; linear regression; climatology.

## Sommario

I cambiamenti climatici mostrano l'importanza di studi per individuare significativi, o cambiamenti nelle serie temporali idrometeorologico. Al fine di analizzare l'andamento futuro delle piogge e delle precipitazioni nello stato di Goiás, uno studio è stato condotto con regressione lineare e le misure di tendenza centrale e dispersione di pioggia. Abbiamo usato 37 stazioni con 30 anni di dati pluviometrici. Abbiamo usato la precipitazione media mensile e annuale delle serie storiche dei dati pluviometrici ottenuti dalla Rete Nazionale idrometeorologico, che ha subito una prima analisi. La statistica utilizzato per calcolare la deviazione media, mediana e standard di precipitazione tempo, necessario per controllare i parametri, e si è osservata la dispersione di campione. I risultati sono presentati dalla distribuzione temporale, l'analisi di regressione lineare e le statistiche, le tendenze e le future variazione mensile e annuale di precipitazioni alla media storica.

**Parole chiave:** pioggia; precipitazioni annuali; regressione lineare; climatologia.

## INTRODUÇÃO

O clima predominante no domínio de Goiás 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 sazonalidade, 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.

Disto 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, 2000).

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 et al., 1998).

Segundo Nimer (1989), 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 ZCIT), 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.

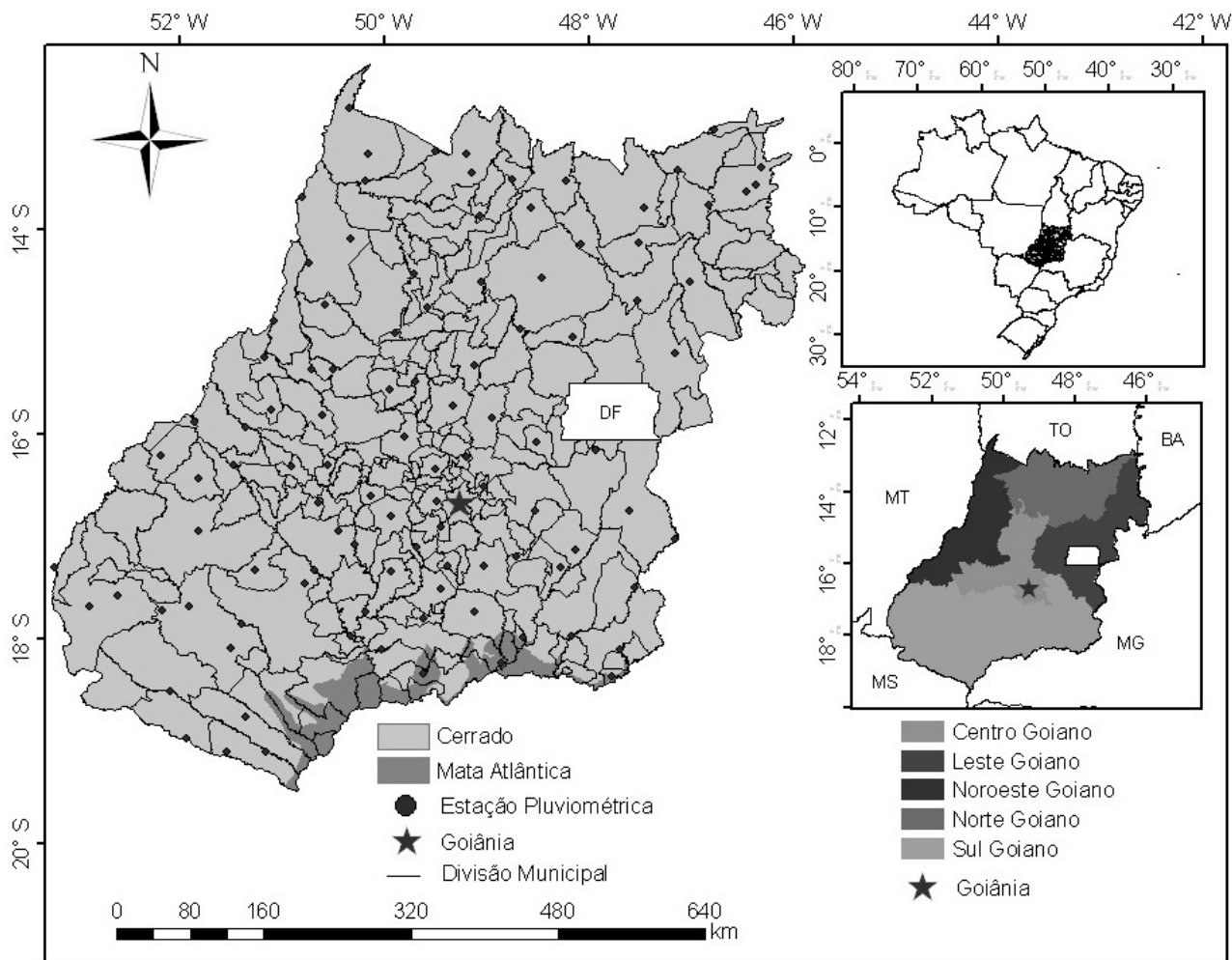
Martins et al. (2001), em um estudo sobre precipitação no arco das nascentes do rio Paraguai, verificou um comportamento semelhante com relação à distribuição sazonal das chuvas, podendo ser observados quatro períodos distintos sendo designados como chuvoso, transição entre o período chuvoso e seco (transição 1), seco e transição entre o período seco e chuvoso (transição 2).

O objetivo deste estudo foi o de apresentar uma distribuição temporal histórica e tendência futura da precipitação pluviométrica do estado de Goiás, utilizando estações pluviométricas com mais de 30 anos de dados.

## MATERIAL E MÉTODOS

### Área de Estudo

O estado de Goiás está localizado na região centro-oeste do Brasil (FIGURA 1). Goiás abriga dois biomas distintos, a Mata Atlântica no sudeste do estado com uma área de 10430,31 km<sup>2</sup> (3,8 % da área de Goiás) e caracterizada com árvores de médio a grande porte, e, o bioma do Cerrado com uma área de 329672,99 km<sup>2</sup> (96,2 % da área de Goiás) e caracterizado por árvores de pequeno porte, gramíneas, arbustos e abrange as demais áreas do estado (FIGURA 1). O estado de Goiás



**FIGURA 1** - Localização das estações pluviométricas com 30 anos de dados diários do estado de Goiás. Elaborado pelos autores.

possui uma área de 340103,47 km<sup>2</sup> que corresponde a 4 % do território brasileiro.

O Cálculo 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.

Goiás possui 242 municípios, sendo 241 inseridos ou com parte do seu território no bioma do Cerrado e 25 inseridos ou com parte do seu território na Mata Atlântica.

Os principais mecanismos atmosféricos que atuam no estado de Goiás 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 (MENDONÇA; DANNI-OLIVEIRA, 2007).

Segundo Peel et al. (2007) o clima do bioma Cerrado caracteriza-se tropical com estação seca no inverno, e o clima da Mata Atlântica caracteriza-se como clima temperado úmido com inverno seco e verão temperado na porção leste, e na porção oeste temperado úmido com inverno seco e verão quente.

### Dados utilizados no estudo

Foram utilizadas médias mensais e anuais sazonais de precipitação das séries históricas de dados pluviométricos em 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 37 estações pluviométricas (FIGURA 1) com séries de, no mínimo, 30 anos de dados. Os valores máximos e mínimos, que descrevem a tendência positiva ou negativa da precipitação na variação interanual (FIGURAS de 2 a 14), foram obtidos pela aplicação das equações lineares (item 2.3.), confeccionadas a partir do cálculo da média (NAGHETTINI; PINTO, 2007) dos dados de todas as estações utilizadas (FIGURA 1), para cada período de tempo estudado, em todo o estado 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;

$\beta_0$  e  $\beta_1$  = 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;

$X_1$  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:

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

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 37 estações pluviométricas distribuídos na área de estudo, apresenta uma variação significativa da precipitação.

A maior precipitação observada no estado de Goiás, para a soma histórica anual da precipitação (FIGURA 2), foi de 1927,1 mm no ano de 1983 e a menor foi de 1095,22 mm no ano de 1990. Já a maior variação de precipitação anual, ocorreu no ano de 1983 (1927,1 mm) para o ano de 1984 (1124,28 mm). Nota-se que a partir de 1977 até 1980 a um crescimento gradual da pluviosidade, em média na ordem de 7%. Observa-se também que as oscilações são pequenas, e as tendências de crescimento e decréscimo da pluviosidade fica em média, na ordem de 3%.

A maior precipitação observada no estado de Goiás, para o mês de janeiro (FIGURA 3), foi de 468,6 mm no ano de 1982 e a menor foi de 125,67 mm no ano de 1984. Já a maior variação de precipitação anual para o mês de janeiro, ocorreu do ano de 1984 (125,67 mm) para o ano de 1985 (446,06 mm).

A maior precipitação observada no estado de Goiás, para o mês de fevereiro (FIGURA 4), foi de 407,6 mm no ano de 1980 e a menor foi de 66,93 mm no ano de 1981. Já a maior variação de precipitação anual para o mês de fevereiro, ocorreu do ano de 1980 (407,6 mm) para o ano de 1981 (66,93 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 53%.

A maior precipitação observada no estado de Goiás, para o mês de março (Figura 5), foi de 357,1 mm no ano de 1991 e a menor foi de 78,03 mm no ano de 1980. Já a maior variação de precipitação anual para o mês de março, ocorreu do ano de 1990 (121,86 mm) para o ano de 1991 (357,1 mm).

A maior precipitação observada no estado de Goiás, para o mês de abril (FIGURA 6), foi de 158,5 mm no ano de 2006 e a menor foi de 20,96 mm no ano de 2002. Já a maior variação de precipitação anual para o mês de abril, ocorreu do ano de 2005 (48,3 mm) para o ano de 2006 (158,5 mm). Observa-se que entre os anos de 1980 e 1985, houve um crescimento gradual da pluviosidade do mês de abril, em média, na ordem de 34%.

A maior precipitação observada no

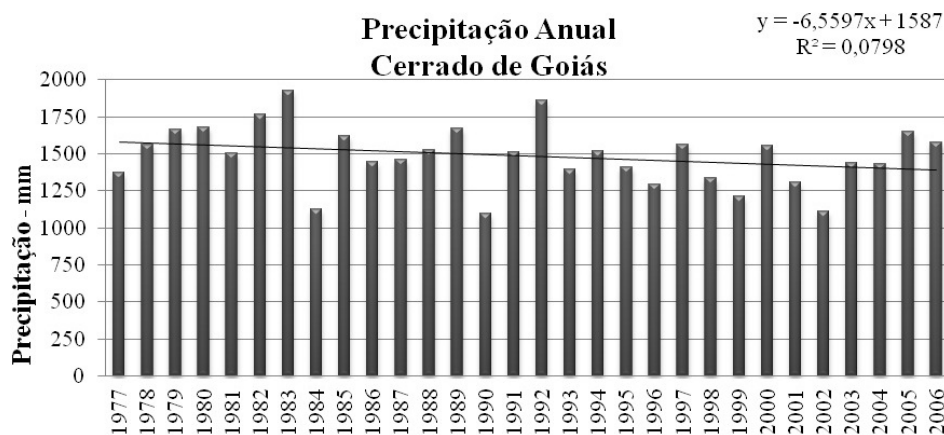


FIGURA 2 - Distribuição temporal e análise de regressão linear da precipitação pluviométrica da soma anual de 1977 a 2006, para estado de Goiás.

Elaborado pelos autores.

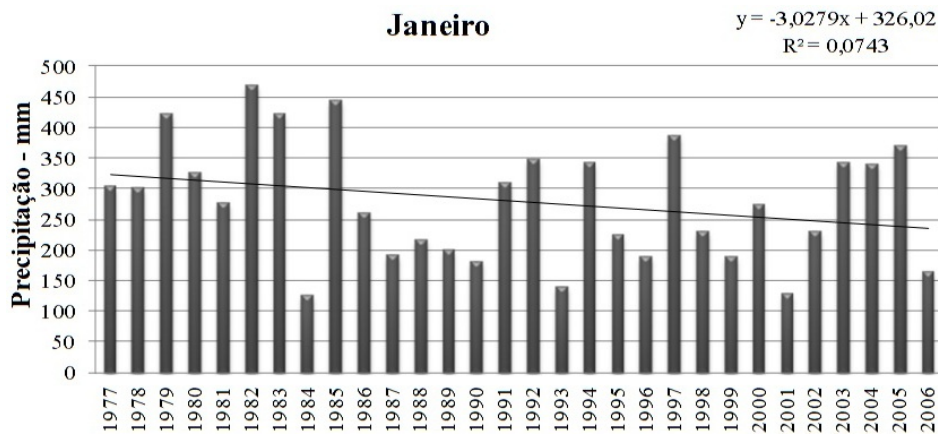


FIGURA 3 - Distribuição temporal e regressão linear da chuva do mês de janeiro, para o estado de Goiás. Elaborado pelos autores.

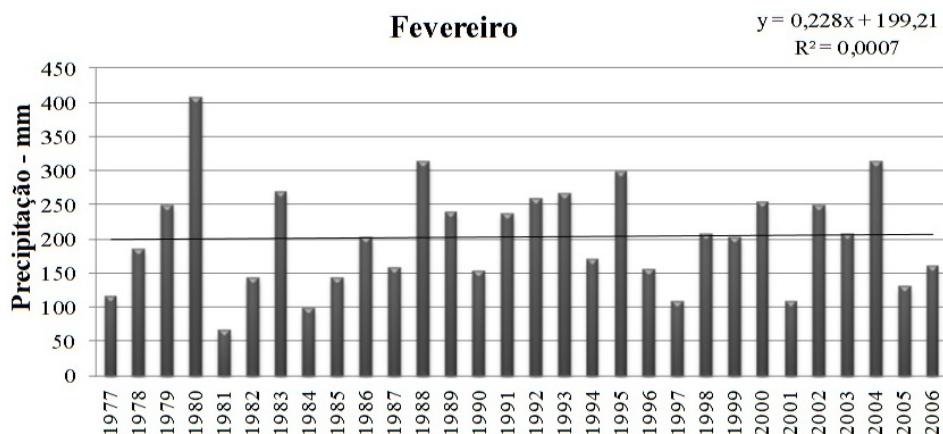


FIGURA 4 - Distribuição temporal e regressão linear da chuva do mês de fevereiro, para o estado de Goiás. Elaborado pelos autores.

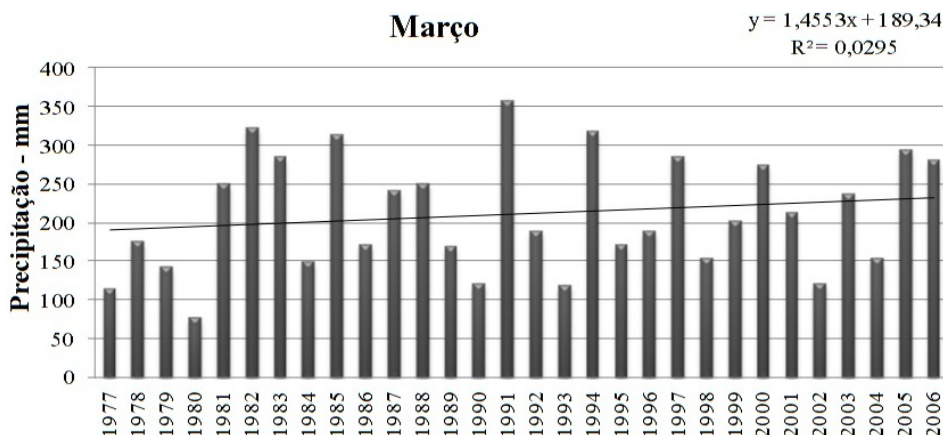


FIGURA 5 - Distribuição temporal e regressão linear das chuvas do mês de março, para o estado de Goiás. Elaborado pelos autores.

estado de Goiás, para o mês de maio (FIGURA 7), foi de 94,1 mm no ano de 1995 e a menor foi de 1,6 mm no ano de 2000. Já a maior variação de precipitação anual para o mês de maio, ocorreu do ano de 1995 (94,1 mm) para o ano de 1996 (24,76 mm). Nota-se que entre os anos de 1981 e 1986, houve um decréscimo gradual da

pluviosidade do mês de maio, em média, na ordem de 46%.

A maior precipitação observada no estado de Goiás, para o mês de junho (FIGURA 8), foi de 77,5 mm no ano de 1997 e a menor foi de 0,03 mm no ano de 1979. Já a maior variação de precipitação anual para o mês de junho,

ocorreu do ano de 1997 (77,5 mm) para o ano de 1998 (0,94 mm). Verifica-se que 90% das precipitações pluviométricas são menores que 20,0 mm.

A maior precipitação observada no estado de Goiás, para o mês de julho (FIGURA 9), foi de 29,9 mm no ano de 1989 e a menor foi de zero milímetro no ano de 1988. Já a maior variação de precipitação anual para o mês de

julho, ocorreu do ano de 1988 (zero milímetro) para o ano de 1989 (29,9 mm). Nota-se que 90% das precipitações pluviométricas são menores que 15,0 mm.

A maior precipitação observada no estado de Goiás, para o mês de agosto (FIGURA 10), foi de 71,6 mm no ano de 1986 e a menor foi de zero milímetro no ano de 1978 e 1988. Já a maior variação de precipitação anual

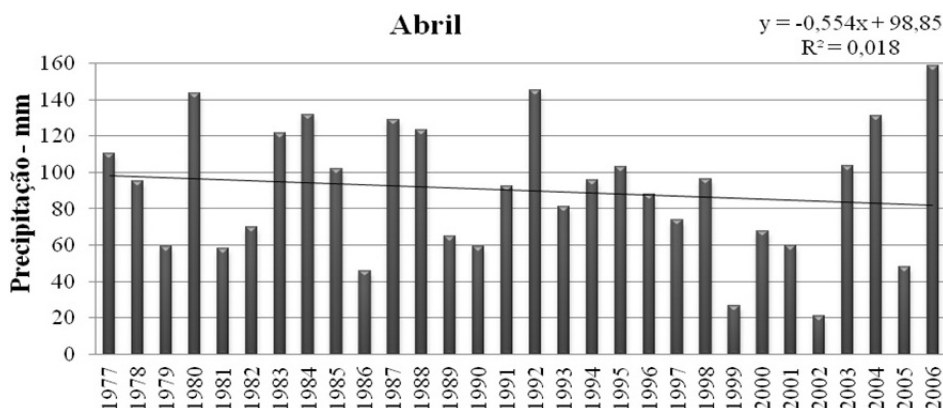


FIGURA 6 - Distribuição temporal e regressão linear das chuvas do mês de abril, para o estado de Goiás. Elaborado pelos autores.

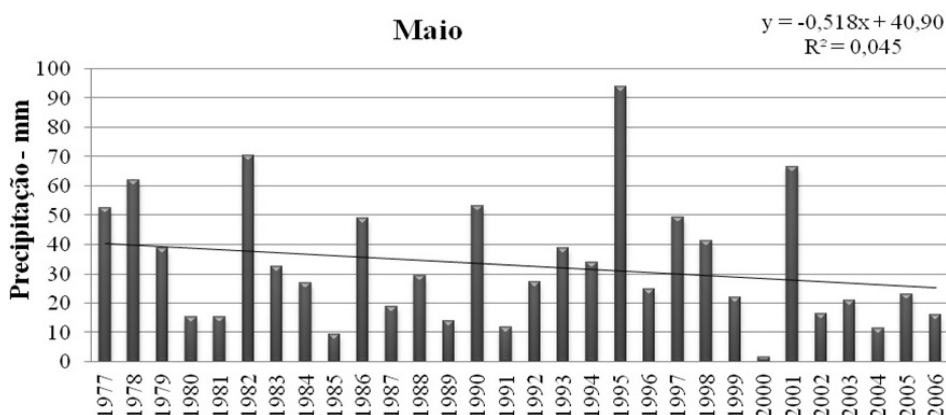


FIGURA 7 - Distribuição temporal e regressão linear das chuvas do mês de maio, para o estado de Goiás. Elaborado pelos autores.

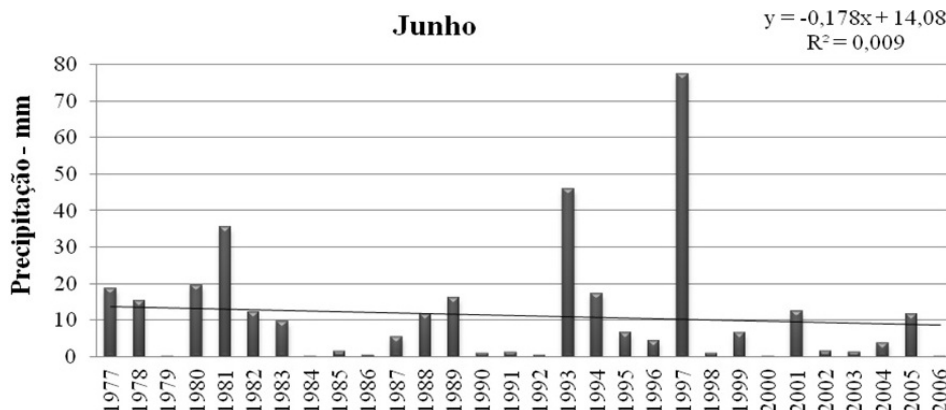


FIGURA 8 - Distribuição temporal e regressão linear das chuvas do mês de junho, para o estado de Goiás. Elaborado pelos autores.

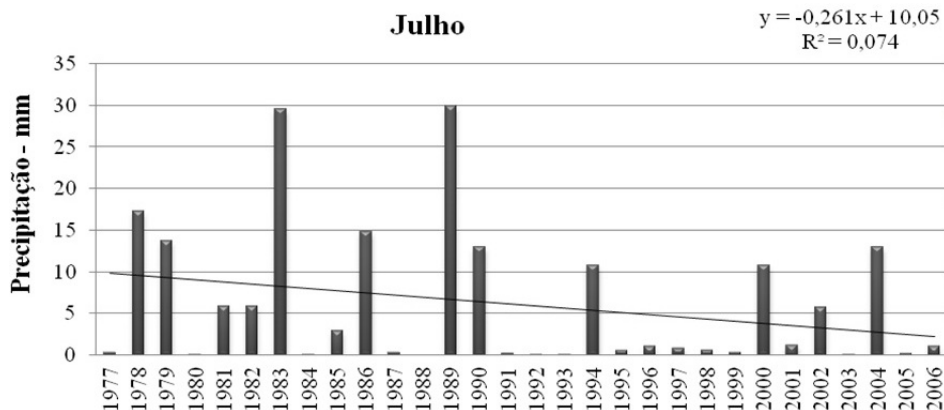


FIGURA 9 - Distribuição temporal e regressão linear das chuvas do mês de julho, para o estado de Goiás. Elaborado pelos autores.

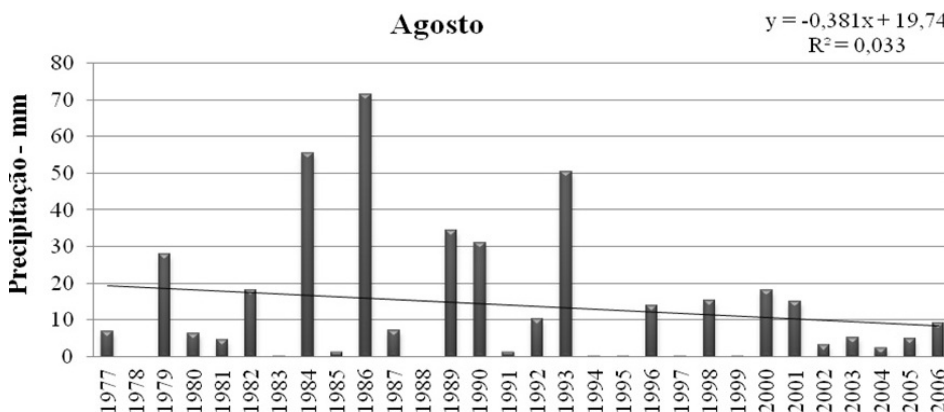


FIGURA 10 - Distribuição temporal e regressão linear da chuva do mês de agosto, para o estado de Goiás. Elaborado pelos autores.

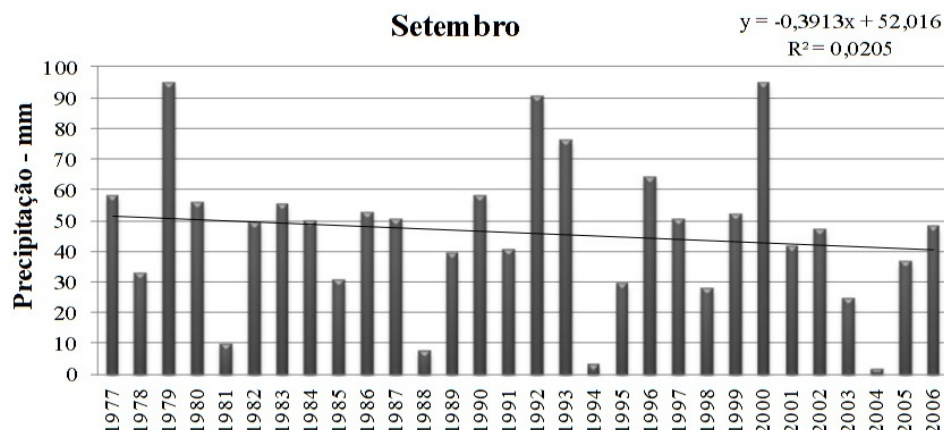


FIGURA 11 - Distribuição temporal e regressão linear da chuva do mês de setembro, para o estado de Goiás. Elaborado pelos autores.

para o mês de agosto, ocorreu do ano de 1985 (1,22 mm) para o ano de 1986 (71,6 mm). Percebe-se que 80% das precipitações pluviométricas são menores que 20,0 mm.

A maior precipitação observada no estado de Goiás, para o mês de setembro (FIGURA 11), foi de 94,9 mm no ano de 2000 e a menor foi de 1,85 mm no ano de 2004. Já a maior variação de precipitação anual para o mês de

setembro, ocorreu do ano de 1993 (76,15 mm) para o ano de 1994 (3,44 mm).

A maior precipitação observada no estado de Goiás, para o mês de outubro (FIGURA 12), foi de 202,4 mm no ano de 1981 e a menor foi de 37,68 mm no ano de 2002. Já a maior variação de precipitação anual para o mês de outubro, ocorreu do ano de 1980 (79,18 mm) para o ano de 1981 (202,4 mm). Verifica-se



que entre os anos de 1996 e 2001, houve um decréscimo gradual da pluviosidade do mês de outubro, em média, na ordem de 25%.

A maior precipitação observada no estado de Goiás, para o mês de novembro (FIGURA 13), foi de 306,9 mm no ano de 1981 e a menor foi de 102,34 mm no ano de 1986. Já a maior variação de precipitação anual para o

mês de novembro, ocorreu do ano de 1981 (306,9 mm) para o ano de 1982 (168,17 mm).

A maior precipitação observada no estado de Goiás, para o mês de dezembro (FIGURA 14), foi de 481,9 mm no ano de 1989 e a menor foi de 160,85 mm no ano de 1990. Já a maior variação de precipitação anual para o mês de dezembro, ocorreu do ano de 1989

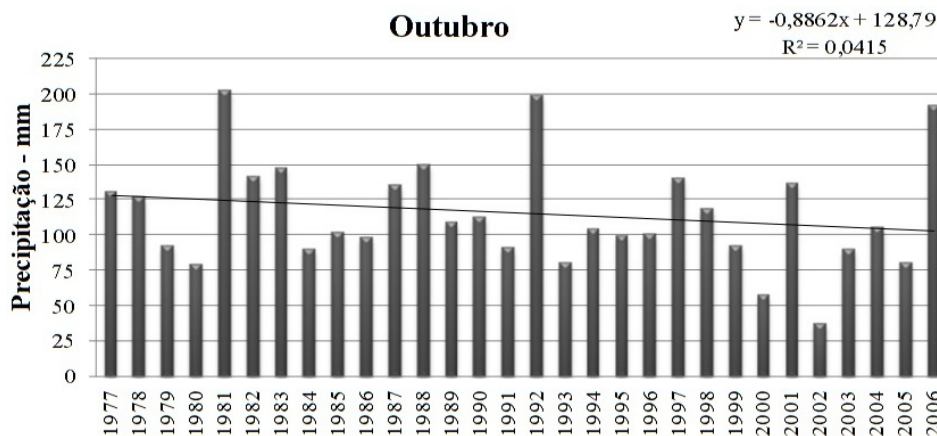


FIGURA 12 - Distribuição temporal e regressão linear da chuva do mês de outubro, para o estado de Goiás. Elaborado pelos autores.

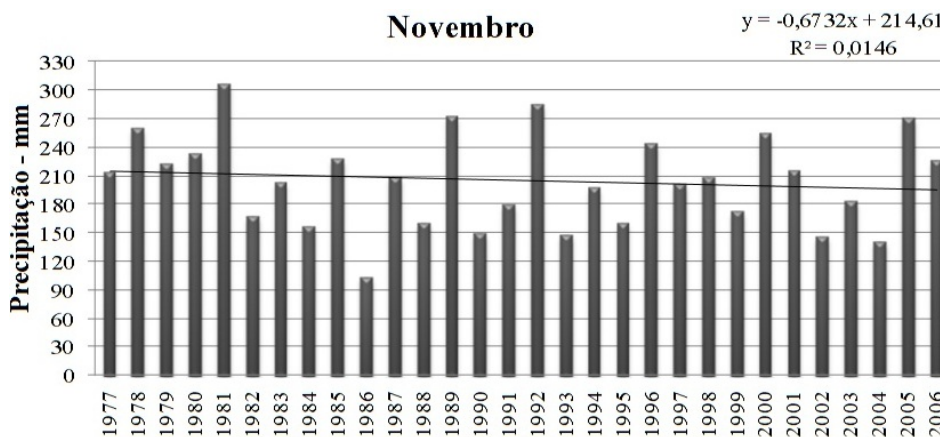


FIGURA 13 - Distribuição temporal e regressão linear da chuva do mês de novembro, para o estado de Goiás. Elaborado pelos autores.

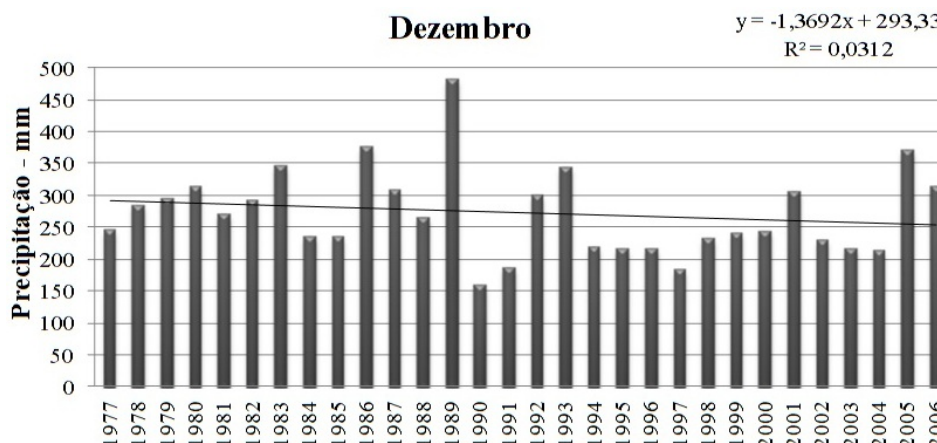


FIGURA 14 - Distribuição temporal e regressão linear das chuvas do mês de dezembro, para o estado de Goiás. Elaborado pelos autores.

(481,9 mm) para o ano de 1990 (160,85 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 31% e nota-se também que entre os anos de 2000 e 2005, houve um decréscimo gradual da pluviosidade, em média, na ordem de 11%.

### Tendência futura mensal e anual

Na (TABELA 1) verifica-se que o melhor

coeficiente de determinação da regressão ( $R^2=0,0743$ ) foi para o mês de janeiro e o pior foi para mês de fevereiro ( $R^2=0,0007$ ). Isto significa que quando o valor é maior, indica o grau de aproximação do modelo às médias, já quando o valor é menor indica o grau de distanciamento do modelo às médias.

Na (TABELA 2) observa-se que, segundo a análise de regressão linear histórica de 1977 a 2006, a previsão de maior crescimento

| Mês        | Equação Linear          | $R^2$  | Média de 1977 a 2006 - (mm) |
|------------|-------------------------|--------|-----------------------------|
| Janeiro    | $y = -3,0279x + 326,02$ | 0,0743 | 279,09                      |
| Fevereiro  | $y = 0,228x + 199,21$   | 0,0007 | 202,75                      |
| Março      | $y = 1,4553x + 189,34$  | 0,0295 | 211,90                      |
| Abril      | $y = -0,5544x + 98,85$  | 0,0187 | 90,26                       |
| Mai        | $y = -0,5188x + 40,903$ | 0,0454 | 32,86                       |
| Junho      | $y = -0,1789x + 14,083$ | 0,0091 | 11,31                       |
| Julho      | $y = -0,2617x + 10,05$  | 0,074  | 5,99                        |
| Agosto     | $y = -0,3813x + 19,745$ | 0,0338 | 13,83                       |
| Setembro   | $y = -0,3913x + 52,016$ | 0,0205 | 45,95                       |
| Outubro    | $y = -0,8862x + 128,79$ | 0,0415 | 115,05                      |
| Novembro   | $y = -0,6732x + 214,61$ | 0,0146 | 204,18                      |
| Dezembro   | $y = -1,3692x + 293,33$ | 0,0312 | 272,11                      |
| Soma Anual | $y = -6,5597x + 1587$   | 0,0798 | 1485,29                     |

**TABELA 1** - Equação linear, coeficiente de determinação da regressão ( $R^2$ ) e total de precipitação pluviométrica mensal da média histórica de 1977 a 2006.

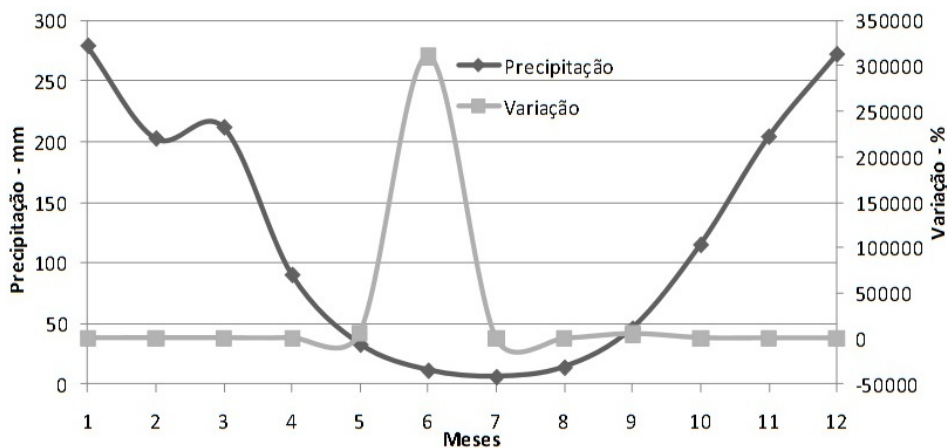
Elaborado pelos autores.

| Mês   | Média   | Previsão de Precipitação Pluviométrica |          |            |           |           |           |
|-------|---------|--|----------|------------|-----------|-----------|-----------|
|       |         | 2011                                   | 2016     | 2021       | 2026      | 2031      | 2036      |
| Jan   | 265,39  | 311(11%)*                              | 296(6%)  | 281(1%)    | 265(-5%)  | 250(-10%) | 235(-16%) |
| Fev   | 186,16  | 200(-1%)                               | 202(-1%) | 203(-0,1%) | 204(1%)   | 205(1%)   | 206(2%)   |
| Mar   | 202,18  | 197(-7%)                               | 204(-4%) | 211(-0,3%) | 218(3%)   | 226(7%)   | 233(10%)  |
| Abr   | 85,33   | 96(6%)                                 | 93(3%)   | 91(0,3%)   | 88(-3%)   | 85(-6%)   | 82(-9%)   |
| Mai   | 35,23   | 38(17%)                                | 36(9%)   | 33(1%)     | 31(-7%)   | 28(-15%)  | 25(-23%)  |
| Jun   | 13,34   | 13(17%)                                | 12(9%)   | 11(1%)     | 11(-7%)   | 10(-15%)  | 9(-23%)   |
| Jul   | 6,98    | 9(46%)                                 | 7(24%)   | 6(2%)      | 5(-20%)   | 4(-42%)   | 2(-63%)   |
| Ago   | 14,92   | 18(29%)                                | 16(15%)  | 14(1%)     | 12(-12%)  | 10(-26%)  | 8(-40%)   |
| Set   | 44,38   | 50(9%)                                 | 48(5%)   | 46(1%)     | 44(-4%)   | 42(-8%)   | 40(-12%)  |
| Out   | 107,38  | 124(8%)                                | 120(4%)  | 115(1%)    | 111(-4%)  | 107(-7%)  | 102(-11%) |
| Nov   | 199,15  | 211(4%)                                | 208(2%)  | 205(1%)    | 201(-2%)  | 198(-3%)  | 194(-5%)  |
| Dez   | 264,84  | 286(5%)                                | 280(3%)  | 273(1%)    | 266(-2%)  | 259(-5%)  | 252(-7%)  |
| Total | 1425,28 | 1554(5%)                               | 1521(2%) | 1489(1%)   | 1456(-2%) | 1423(-4%) | 1390(-6%) |

**TABELA 2** - Tendência de precipitação pluviométrica para o estado de Goiás, segundo a análise de regressão dos dados históricos de 1977 a 2006.

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

Elaborado pelos autores.



**FIGURA 15** - Precipitação pluviométrica e porcentagem de variação dos dados em relação aos extremos observados do período histórico de 1977 a 2006.

Elaborado pelos autores.

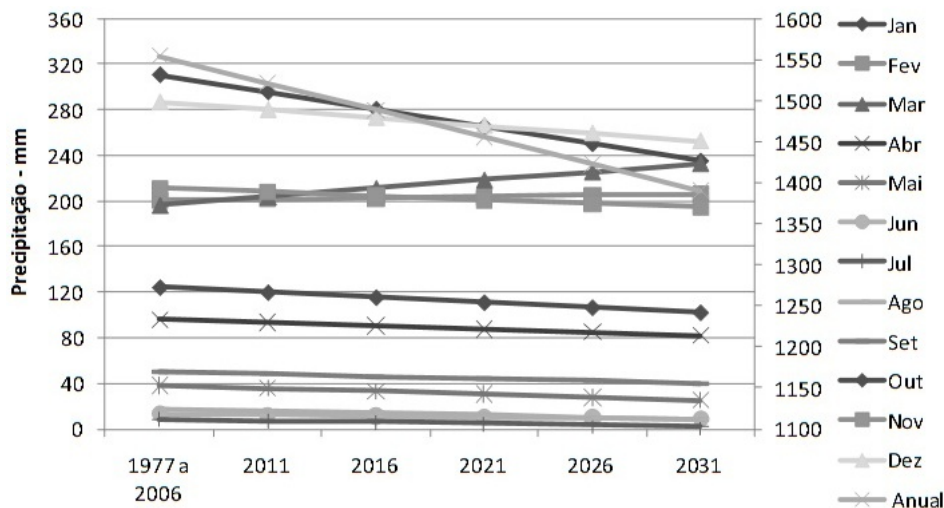
da precipitação pluviométrica foi para o mês de março, que possui elevados índices de chuva para a região e, a menor, foi para o mês de julho, que possui baixa pluviosidade.

Verifica-se também uma tendência do mês junho para julho, de decréscimo de precipitação nas variações das previsões, indicando um menor índice pluviométrico.

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 (maio a setembro) ficou para o mês de junho (310.117,2%), e a menor variação, para o período úmido (outubro a abril) foi para o mês de dezembro (299,6%).

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

Elaborado pelos autores.

### Análise estatística

Na (TABELA 3) 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 dezembro (481,9 mm), já a mínima foi de zero milímetro nos meses de julho e 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 (8,5) e do maior desvio que aconteceu no mês de janeiro (97,8), mostrando a dispersão contundente dos dados.

### CONSIDERAÇÕES FINAIS

Neste trabalho, analisou-se a distribuição temporal e tendência passada e futura das chuvas no estado de Goiás e concluiu-se que:

Na análise das chuvas, em média a maior precipitação foi de 481,9 mm no mês de dezembro e a menor foi de zero milímetro nos

meses de julho e agosto. Já a maior variação de precipitação mensal para a média do total, ocorreu do mês de junho 310.117,2%.

Nota-se que os meses que sofreram decréscimos em sua precipitação pluviométrica foram: janeiro, abril, maio, junho, julho, agosto, setembro, outubro, novembro e dezembro. Ficando os meses de fevereiro e 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 de julho, que possui baixa pluviosidade. Verifica-se também uma tendência do mês junho para julho, de decréscimo de precipitação nas variações das previsões, indicando um menor índice pluviométrico.

Na análise estatística, percebe-se que o maior índice de chuva, ou seja, a máxima ocorre no mês de dezembro, já a mínima foi de 160,85 mm, e nota-se que todos os meses

| Medidas de Tendência Central e de Dispersão |         |        |        |        |              |               |
|---|---------|--------|--------|--------|--------------|---------------|
| Mês   | Mediana | Média  | Máxima | Mínima | Variação (%) | Desvio Padrão |
| Janeiro                                     | 276,3   | 279,1  | 468,6  | 125,7  | 372,9        | 97,8          |
| Fevereiro                                   | 202,8   | 202,7  | 407,6  | 66,9   | 609,1        | 77,2          |
| Março                                       | 196,8   | 211,9  | 357,1  | 78,0   | 457,7        | 74,6          |
| Abril                                       | 94,0    | 90,3   | 158,5  | 21,0   | 756,4        | 35,6          |
| Maio  | 27,0    | 32,9   | 94,1   | 1,6    | 5866,4       | 21,4          |
| Junho                                       | 6,0     | 11,3   | 77,5   | 0,03   | 310117,2     | 16,5          |
| Julho                                       | 1,0     | 6,0    | 29,9   | 0,0    | 0,0          | 8,5           |
| Agosto                                      | 6,7     | 13,8   | 71,6   | 0,0    | 0,0          | 18,3          |
| Setembro                                    | 48,8    | 45,9   | 94,9   | 1,9    | 5124,3       | 24,1          |
| Outubro                                     | 105,0   | 115,1  | 202,4  | 37,7   | 537,3        | 38,3          |
| Novembro                                    | 205,8   | 204,2  | 306,9  | 102,3  | 299,9        | 49,0          |
| Dezembro                                    | 255,2   | 272,1  | 481,9  | 160,8  | 299,6        | 68,2          |
| Média Anual                                 | 1507,2  | 1485,3 | 1927,1 | 1095,2 | 176,0        | 204,4         |

TABELA 3 - Medidas de tendência central e de dispersão de para o estado de Goiás, segundo a análise estatística dos dados históricos de 1977 a 2006

Elaborado pelos autores.

tiveram uma variação maior que a média anual, indicando uma dispersão pluviométrica.

## NOTAS

<sup>i</sup> Os autores agradecem a CPRM/SGB (Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais/Serviço Geológico do Brasil - Empresa Pública de Pesquisa do Ministério de Minas e Energia) pelo fomento que viabilizou o desenvolvimento do estudo.

<sup>ii</sup> Engenheiro agrônomo; Doutor em Engenharia Hidráulica e Saneamento pela Universidade de São Paulo (USP); Pesquisador em Geociências na área de Engenharia Hidrológica da Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais (CPRM) - Serviço Geológico do Brasil - do Ministério de Minas e Energia.

E-mail: [fmarcuzzo@gmail.com](mailto:fmarcuzzo@gmail.com)

<sup>iii</sup> Graduando em Matemática pela Universidade Federal de Goiás (UFG).

E-mail: [thiagoguimaraesfaria@hotmail.com](mailto:thiagoguimaraesfaria@hotmail.com)

<sup>iv</sup> Graduado em Geografia pela Universidade Federal de Goiás (UFG).

E-mail: [pintofilho.rf@gmail.com](mailto:pintofilho.rf@gmail.com)

## REFERÊNCIAS

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

COUTINHO, L. M. O bioma do cerrado. In: KLEIN, A. L. (Org.). *Eugen Warming e o cerrado brasileiro: um século depois*. São Paulo: Editora da UNESP, 2000. Pp.77-91

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

Grupo de Trabalho do Bioma Cerrado, Programa Nacional de Conservação e Uso Sustentável do Bioma Cerrado. Disponível em: <http://cerradobrasil.cpac.embrapa.br/prog%20cerrado%20sustent.pdf>

IBGE, Instituto Brasileiro de Pesquisa e Estatística. *Contagem da População - População recenseada e estimada segundo os municípios - Mato Grosso do Sul 2007*. Disponível em: [http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/populacao/contagem2007/contagem\\_final/tabela1\\_1\\_24.pdf](http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/populacao/contagem2007/contagem_final/tabela1_1_24.pdf)

IBGE, Instituto Brasileiro de Pesquisa e Estatística. *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\\_imprensa.php?](http://www.ibge.gov.br/home/presidencia/noticias/noticia_imprensa.php?)

MARTINS, J.A., DALLACORT, R.; INOUE, M.H.; GALVANIN, E.A. DOS S.; MAGNANI, E.B.Z; & OLIVEIRA, K.C. Caracterização do regime pluviométrico no arco das nascentes do rio Paraguai. *Revista Brasileira de Meteorologia*, v.26, n.4, 2011. pp.639-647.

NIMER, E. Clima. In: IBGE, Instituto Brasileiro de Pesquisa e Estatística. *Geografia do Brasil - Região Centro-Oeste*. Rio de Janeiro: IBGE, 1989. pp.23-34.

NAGHETTINI & PINTO. *Hidrologia Estatística*. Belo Horizonte: CPRM, 2007.

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

PEEL M.C., FINLAYSON B.L. & MCMAHON T.A. Updated world map of the Köppen-Geiger climate classification, *Hydrol. Earth Syst. Sci.*, 11, 2007. pp.1633-1644.

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