

AGRÁRIA

Revista Brasileira de Ciências Agrárias

ISSN (on line): 1981-0997

v.7, n.1, p.117-122, jan.-mar., 2012

Recife, PE, UFRPE. www.agraria.ufrpe.br

DOI:10.5039/agraria.v7i1a986

Protocolo 986 - 13/06/2010 *Aprovado em 16/08/2011

Roberto Chiaranda¹

Nivaldo E. Rizzi²

Chirle Colpini¹

Thelma S. Soares¹

Versides S. M. e Silva¹

Análise da precipitação e da vazão da bacia do Rio Cuiabá

RESUMO

O objetivo deste estudo foi analisar a série de precipitação e vazão da bacia hidrográfica do Rio Cuiabá, porção centro sul do Estado de Mato Grosso. Utilizaram-se dados da série temporal de precipitação coletados na estação meteorológica do 9º Distrito de Meteorologia de Mato Grosso. O ritmo das precipitações (anual, média do trimestre seco, média do trimestre úmido) e vazões (anual, média do trimestre seco e média do trimestre úmido) foram analisados por meio de dados coletados nos períodos de 1913 a 1998 e de 1962 a 1998, respectivamente. Os trimestres secos e úmidos foram conferidos por meio do uso da análise de agrupamentos. A análise da distribuição da precipitação e da vazão foi efetuada em gráfico bivariado para caracterização visual ao longo dos períodos considerados. Em função do ritmo visual apresentado pelas séries, aplicou-se a regressão linear por meio do método dos mínimos quadrados ordinários. Verificou-se que as séries temporais de vazão e de precipitação apresentaram dinâmicas semelhantes.

Palavras-chave: Bacia hidrográfica, recursos hídricos, série temporal.

Rainfall and outflow analysis of the of the Cuiabá River basin

ABSTRACT

This study evaluated the rainfall and outflow series of the Cuiaba River watershed, portion south center of the State of Mato Grosso, Brazil. Data of the temporary rainfall series collected in the meteorological station of the 9th District of Meteorology of Mato Grosso were used. The behavior of the precipitations (annual, dry trimester mean, humid trimester mean) and outflows (annual, dry trimester mean, humid trimester mean) were analyzed through data collected in the periods from 1913 to 1998 and from 1962 to 1998, respectively. The dry and humid trimesters were conferred by using the groupings analysis. The analysis of the rainfall outflow distribution was made in bivariate graph for visual characterization throughout the considered periods. In function of the visual behavior presented by the series, the linear regression was applied by the ordinary least squares method. It was found that the time series of outflow and rainfall showed similar behaviors.

Key words: Watershed, water resources, time series

¹ Universidade Federal de Mato Grosso, Pró-Reitoria de Ensino e Graduação, Faculdade de Engenharia Florestal, Av. Fernando Corrêa da Costa, s/n, Coxipó, CEP 78060-900, Cuiabá-MT, Brasil. Fone: (65) 3615-8634. Fax: (65) 3615-8631. E-mail: gatolato@uol.com.br; chcolpini@yahoo.com.br; versides@ufmt.br

² Universidade Federal do Paraná, Setor de Ciências Agrárias, Departamento de Engenharia e Tecnologia Florestal, Avenida Lothário Meissner, 3400, Campus Jardim Botânico, Jardim Botânico, CEP 80210-170, Curitiba-PR, Brasil. Fone: (41) 3360-4246. Fax: (41) 3360-4209. E-mail: niva@ufpr.br

³ Universidade Federal de Goiás, Campus Jataí, Rodovia BR 364, Km 192, Setor Parque Industrial, CEP 75801-615, Jataí-GO, Brasil. Caixa Postal 3. Fone: (64) 3606-8241. Fax: (64) 3606-8201. E-mail: thelmasoares@terra.com.br

⁴ Bolsista de Produtividade em Pesquisa do CNPq

INTRODUÇÃO

O ciclo hidrológico, mais do que uma simples sequência de processos, constitui-se de um conjunto de fases, as quais representam os diferentes caminhos por meio dos quais a água circula na natureza. Assim, o ciclo hidrológico envolve vários e complexos processos: evaporação, precipitação, interceptação, transpiração, infiltração, percolação, escoamento superficial, etc. Dentre os processos do ciclo hidrológico, a precipitação é toda água líquida ou sólida que cai da atmosfera para a superfície da Terra e representa o elo entre as fases atmosférica e terrestre do ciclo hidrológico.

A precipitação na sua forma mais comum, a chuva, compõe a principal entrada de água na microbacia. Conforme Arai et al. (2009), a precipitação pluvial tem grande importância na caracterização do clima de uma região, interferindo nas alternâncias de rendimento das culturas. O estudo desta variável torna-se relevante no planejamento de atividades agrícolas, permitindo previsões com melhores aproximações e decisões mais confiáveis.

Os interesses em estudar a precipitação são diversos, podendo estar relacionados com as características de distribuição temporal da chuva; intensidade; previsão de enchentes; quando se tem interesse em dimensionamento de uma represa e lagos; e compreender a influência dos usos da terra sobre a dinâmica da precipitação na microbacia.

A bacia hidrográfica do Rio Cuiabá constitui-se em um importante manancial tanto para a população nela residente como para o Pantanal Mato-grossense, o qual contribui com os processos da dinâmica das águas superficiais desse sistema hídrico de compensação e vazão auxiliando na manutenção de sua estabilidade.

Tendo em vista a importância da bacia do Rio Cuiabá, procedeu-se, no presente estudo, à análise da variação dos processos hidrológicos precipitação e vazão da bacia, tomando-se, para tanto, dados coletados nos períodos de 1913 a 1998 e de 1962 a 1998, respectivamente, no 9º Distrito de Meteorologia de Mato Grosso.

MATERIAL E MÉTODOS

Caracterização da bacia hidrográfica

Situada na porção centro sul do Estado de Mato Grosso (Figura 1), a bacia hidrográfica do Rio Cuiabá, posiciona-se no quadrilátero formado pelas coordenadas geográficas de 54°38' e 57°00' de longitude oeste e 14°10' e 15°50' de latitude sul, com área de 22.851,10 km².

Em termos políticos administrativos, sua área abrange os municípios de Jangada, Acorizal, e parte dos municípios de Chapada dos Guimarães, Cuiabá, Várzea Grande, Nossa

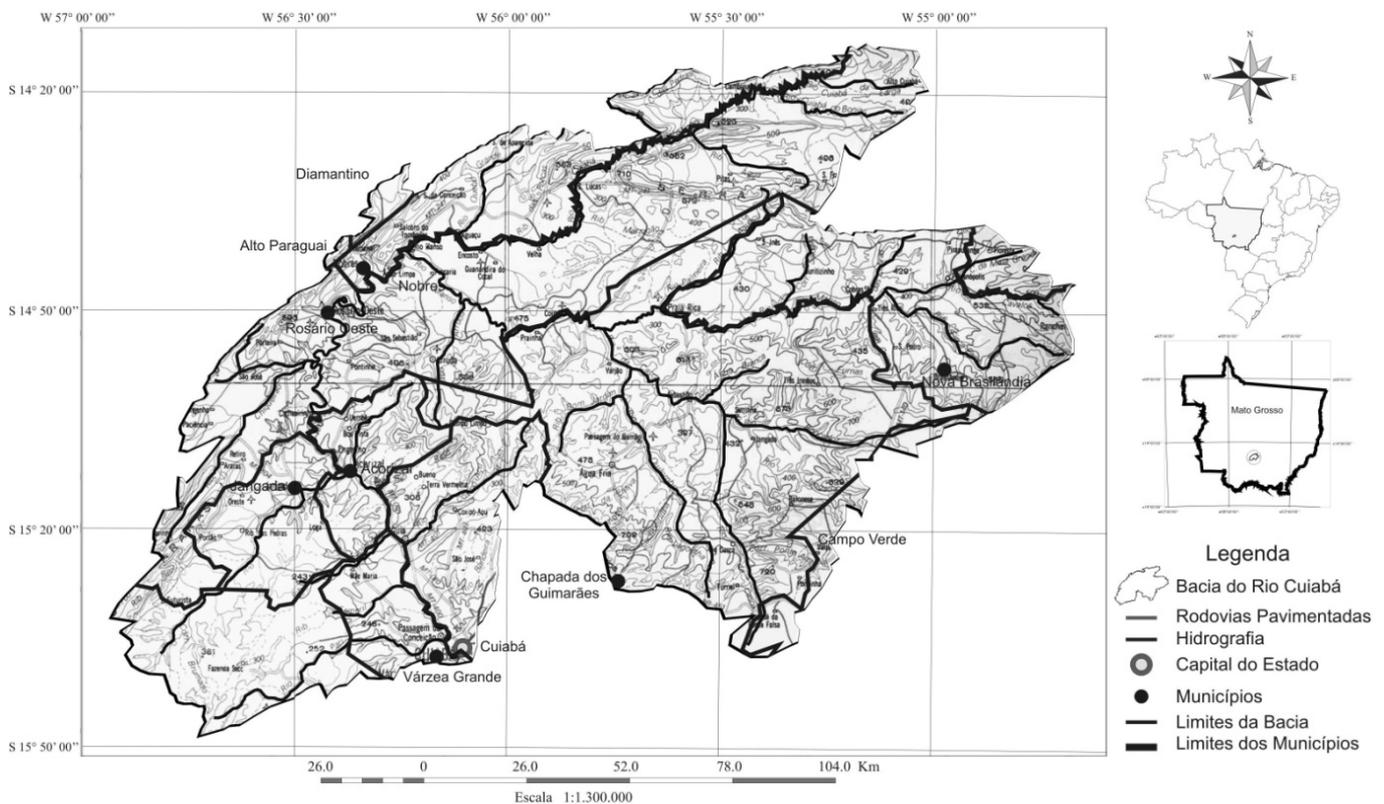


Figura 1. Localização da área de estudo

Figure 1. Location of the study area

Senhora do Livramento, Rosário Oeste, Nobres, Alto Paraguai, Diamantino, Planalto da Serra, Nova Brasilândia e Campo Verde.

O clima incidente na bacia hidrográfica, de acordo com a classificação de Köppen, é do tipo AW – Tropical Chuvoso (Brasil, 1997), ou Tropical de Savana (Brasil, 1982), cujo regime sazonal é controlado fundamentalmente por massas de ar originárias da zona tropical, sobretudo pelo Anticiclone do Atlântico Sul (Nimer, 1988).

A precipitação média anual é de 1335 mm, com regime sazonal tipicamente tropical, cujo caráter deve-se aos sistemas regionais de circulação atmosférica (Nimer, 1988), com distribuição não homogênea e diretamente relacionada com o relevo (Brasil, 1997). O regime de precipitação apresenta dois períodos distintos: um chuvoso, que vai de outubro a abril, e outro seco, que vai de maio a setembro. O trimestre mais chuvoso corresponde aos meses de dezembro, janeiro e fevereiro, concentrando 60% da precipitação anual, com o mês de janeiro apresentando o maior índice pluviométrico, com valores superiores a 200 mm. O trimestre mais seco corresponde aos meses de junho, julho e agosto, quando verifica-se precipitação média de 26 mm, com o mês de agosto apresentando o menor índice pluviométrico, com valores inferiores a 10 mm.

Esse regime concentrado, segundo Nimer (1988), é decorrente das Linhas de Instabilidade Tropical que adentram a região com frequência quase que diária no decorrer do verão e da ausência quase que absoluta no inverno, ficando a região, neste período, dependente das chuvas frontais proporcionadas pelas frentes frias.

A temperatura média anual varia de 22° a 25°C em acentuada correlação inversa com a altitude (Brasil, 1997, Muis, 1997). A maior média anual ocorre na Depressão Cuiabana e decresce à proporção que se afasta desta para o Planalto dos Guimarães. O regime térmico, segundo Nimer (1988), não apresenta grandes variações sazonais, uma vez que há predominância de médias diárias relativamente elevadas durante o ano todo, com sua amplitude apresentando valor de 4°C (Brasil, 1997).

O mês com maior valor médio de temperatura é o de outubro, com 25°C na Depressão Cuiabana e 23°C no Planalto dos Guimarães, também é o mês que apresenta maior valor de temperatura máxima diária, 30 a 34°C (Muis, 1997), devido à ausência de inversão polar na região, época em que o sol passa pelos seus paralelos.

O mês de julho apresenta-se como aquele de menor valor médio, com 23°C na Depressão Cuiabana e 17°C no Planalto dos Guimarães, local este onde também ocorre a menor média mínima de 9°C. Ressalta-se que estes valores mínimos são resultantes da entrada ocasional de massas de ar polar pela região do Pantanal Matogrossense.

A evapotranspiração potencial média anual, segundo estudos efetuados por Brasil (1997) e Muis (1997) para a bacia hidrográfica do Alto Paraguai, varia de 3,6 mm.dia⁻¹ para a Depressão Cuiabana a 4,3 mm dia⁻¹ para o Planalto dos Guimarães. Para a cidade de Cuiabá, Campello Júnior & Caseiro (1989) estimaram para a evapotranspiração potencial média anual, pelo método de Penman, o valor de 4,20 mm dia⁻¹.

Segundo os autores, os valores máximos, em concordância com os de temperatura, ocorrem em outubro e novembro, enquanto que os mínimos acontecem em junho.

No período de novembro a março, a precipitação excede a evapotranspiração em valores superiores a 20 mm no primeiro mês desse período e em 150 mm, em janeiro. No período de abril a outubro a evapotranspiração excede a precipitação, com déficit hídrico mais acentuado entre junho em agosto, quando atinge 130 mm.

A velocidade dos ventos apresenta valores médios baixos, em torno de 1,66 m s⁻¹. No entanto, segundo Campello Júnior et al. (1991), apesar da velocidade relativamente baixa do vento predominante, ocorrem rajadas que, independentemente de surgirem em todas as direções, podem apresentar valores estimados de 24,3 m s⁻¹, 28,9 m s⁻¹, 31,8 m s⁻¹ e 35,8 m s⁻¹ para períodos de retorno de 5, 10, 15, 20 e 25 anos, respectivamente.

A umidade relativa do ar apresenta valor médio anual de 74,3%, médio máximo nos quatro meses mais úmidos em torno de 81,3%, médio mínimo nos cinco meses mais secos em torno de 40% e médio mínimo absoluto em torno de 24,4%.

Fonte de dados

A série temporal de precipitação foi composta por dados coletados na estação meteorológica do 9º Distrito de Meteorologia de Mato Grosso, código 83361, localizada no município de Várzea Grande, nas coordenadas geográficas 15°36' de latitude sul e 56°07' de longitude oeste. Os dados de precipitação compreendem o período de 01 de janeiro de 1913 a 31 de dezembro de 1998.

Os dados de vazão média mensal abrangem o período que vai de 01 de janeiro de 1962 a 31 de dezembro de 1998, num total de 37 anos de observações, e são oriundos da Estação Cuiabá/Porto, código DNAEE 6626001, localizada na saída da bacia hidrográfica. A estação é do tipo observação do nível d'água com escala/medições de descarga líquida, localizada a 15°37'00' de latitude sul e 56°06'25" de longitude oeste.

As observações que compõem esta série temporal foram cedidas pela Agência Nacional de Energia Elétrica (ANEEL) – Superintendência de Estudos e Informações Hidrológicas, já consistidas, assim como também foram consistidas por Brasil (1997).

Tendência da precipitação e vazão

Analisou-se o ritmo da precipitação anual, precipitação média do trimestre seco, precipitação média do trimestre úmido, vazão anual, vazão média do trimestre seco e vazão média do trimestre úmido. Os trimestres secos e úmidos foram conferidos por meio do uso da análise de grupamentos, conforme descrito por Johnson & Wichern (2007).

O princípio utilizado para a análise da precipitação foi o de que o deflúvio produzido pela bacia hidrográfica é uma resposta integrada da precipitação, num dado regime climático, com os componentes e processos dessa bacia. Dessa forma, os valores mensurados do deflúvio ao longo de uma série temporal podem indicar tanto anomalias climáticas como modificações nas variáveis da bacia hidrográfica.

A bacia hidrográfica do rio Cuiabá, devido ao seu processo histórico de ocupação das terras e ao isolamento ao qual esteve submetida a região, não há banco de dados e de informações que permitam o estabelecimento de uma análise profunda referente à tendência de sua precipitação. Os postos e estações pluviométricas são mal distribuídos, com nítida concentração na Baixada Cuiabana, com as séries temporais com muitas falhas sequenciais, devido à paralisação da coleta de dados por períodos de 2 a 3 anos, erros de coleta de dados, e período de coleta muito curto, entre 10 e 20 anos, o qual, aliado à heterogeneidade das paisagens, não alicerça a estimativa de dados para o preenchimento das séries.

Mediante os resultados de homogeneidade das séries temporais existentes para a bacia hidrográfica, que foram obtidos por meio de testes paramétricos e não paramétricos por Campello Junior et al. (1991), Brasil (1997) e Musis (1997), e que indicam que os dados existentes fazem parte da mesma população, optou-se por utilizar a única série temporal completa existente, composta por dados coletados ao longo de 86 anos, referentes à estação meteorológica código 83361.

A análise da distribuição da precipitação e da vazão foi efetuada em gráfico bivariado para caracterização visual ao longo dos períodos considerados. Para tanto, foram utilizados os valores brutos e médias sem homogeneização e com homogeneização por padronização e normalização. A padronização foi efetuada pela transformação da variável em logaritmo e a normalização pela subtração do valor do ano referência da média do período, e o produto foi dividido pelo

desvio-padrão, obtendo-se nova variável com média igual a zero e desvio-padrão igual a um.

Em função do ritmo visual apresentado pelas séries, aplicou-se a regressão linear por meio do método dos mínimos quadrados ordinários, conforme descrito por Draper & Smith (1998).

Foram utilizados dados da única estação pluviométrica em função dela não apresentar falhas de preenchimento em um período de 86 anos, para melhor análise de tendência. As demais estações existentes na bacia foram descartadas devido às falhas de preenchimento, com período de coleta de dados curto, variando de 15 a 20 anos.

Muito embora os dados de uma única estação pluviométrica, localizada na saída da bacia hidrográfica, não represente a precipitação incidente em seu interior no decorrer do período considerado, os dados propiciam noções sobre a dinâmica da precipitação, pelo menos no que se diz respeito aos efeitos cíclicos de origem natural e seus possíveis reflexos na vazão.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Análise da série de precipitação

O ritmo da precipitação foi avaliado por meio da distribuição, em gráficos, da precipitação anual, precipitação média do trimestre úmido (dezembro/janeiro/fevereiro) e

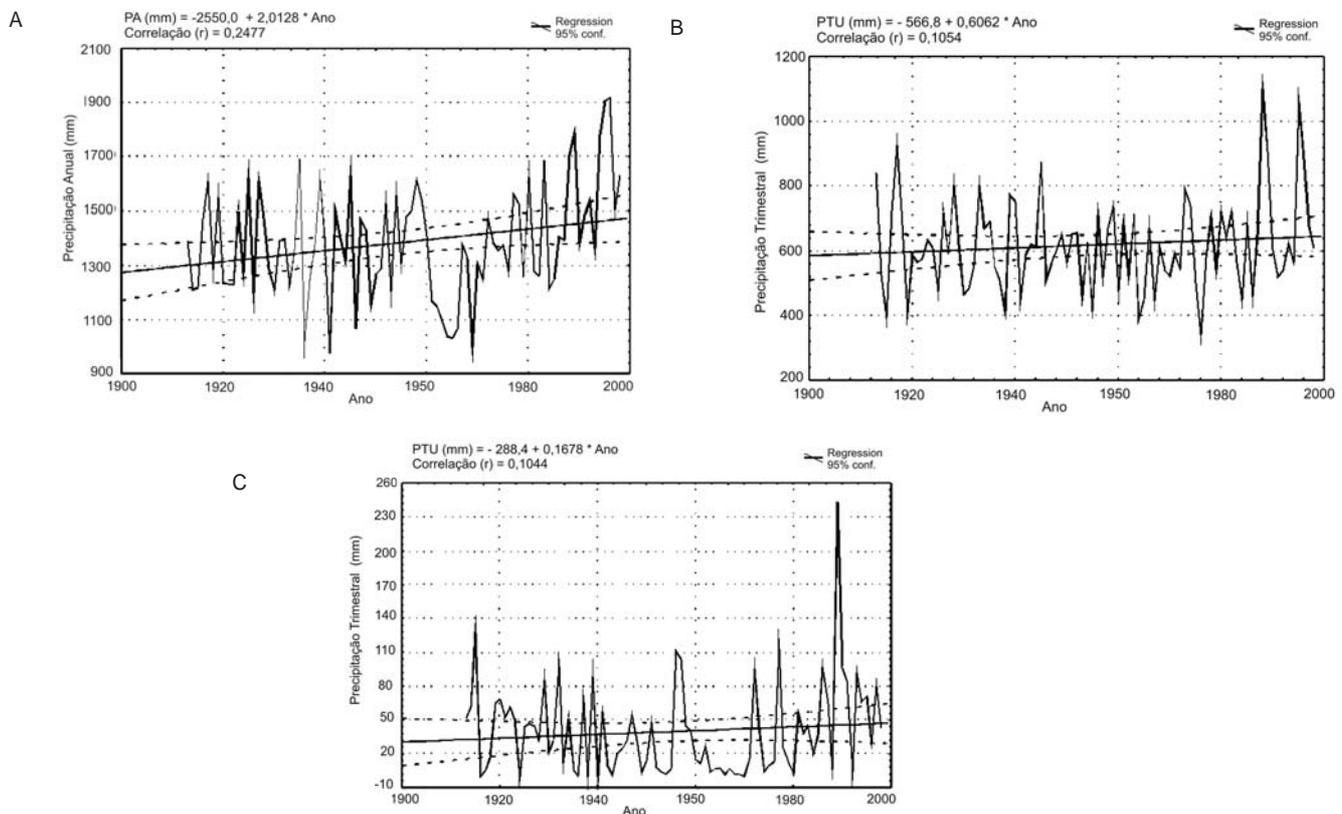


Figura 2. Distribuição da precipitação no período de 1913-1998 em diferentes épocas. Em que: a) anual, b) trimestre úmido, c) trimestre seco
 Figure 2. Rainfall distributions in the period of 1913-1998 in different periods. Where: a) annual, b) humid trimester, c) dry trimester

precipitação média no trimestre seco (junho/julho/agosto), cujos resultados podem ser observados na Figura 2.

A precipitação média anual, ao longo dos 86 anos de coleta foi de 1.385,3 mm, a precipitação média no trimestre úmido foi de 618,6 mm (44,6% do total precipitado) e a média do trimestre seco foi de 39,8 mm (2,9% do total precipitado). O menor valor de precipitação anual foi de 976 mm, a menor média do trimestre úmido foi de 340,9 mm e a do trimestre seco de 0,0 mm. O valor máximo alcançado de precipitação anual, de precipitação média no trimestre úmido e média no trimestre seco foi de 1.920 mm, 1.100 mm e 243,4 mm, respectivamente.

Por meio da classificação da precipitação em quartis, verifica-se que 25% dos valores de precipitação da série enquadram-se no quartil inferior variando de 976 a 1254,8 mm para a precipitação média anual, 340,9 mm a 522,7 mm para a precipitação média do trimestre úmido, e de 0,0 a 7,3 mm para a média do trimestre seco. Os outros 25% de valores extremos superiores de precipitação estão contidos entre 1528,2 mm e 1920 mm para a precipitação anual, 692,1 mm e 1100,0 mm para a precipitação no trimestre úmido e de 61,6 mm e 243,4 mm para a precipitação no trimestre seco.

A distribuição da precipitação da Estação 83361, ao longo do tempo, aponta em 86 anos de coleta que ocorre uma tênue tendência de aumento. O coeficiente de correlação em todos os casos é muito baixo, mesmo quando se padronizam ou se normalizam os valores. Tendência de aumento da precipitação

e alteração no regime de chuvas no decorrer do século passado foram constatadas por Sant'anna Neto (1997) no estado de São Paulo, sem que se verificasse o grau de influência humana no processo. Variações no padrão de distribuição das chuvas e no montante precipitado têm sido relatadas por diversos autores na literatura, entre os quais Paiva & Clark (1995), Ribeiro et al. (1996), Furlan (1997), Pruski et al. (2004), Pereira et al. (2007), dentre outros. Nota-se na maioria dos trabalhos extrema parcimônia ao se relacionarem as variações positivas ou negativas à ação humana.

O período de menor valor de precipitação observado para as três séries temporais, de 1958 a 1972, provavelmente está ligado a eventos naturais da atmosfera, como observado por Rocha et al. (1989) para séries temporais na Bacia Amazônica.

Análise da série de vazão

A semelhança da precipitação, a vazão anual, a vazão média do trimestre úmido e a vazão média do trimestre seco foram analisadas quanto ao ritmo de sua distribuição ao longo do tempo, e cujos resultados são apresentados na Figura 3.

A vazão média anual do rio Cuiabá no trecho e período considerado foi de $368,7 \text{ m}^3 \text{ s}^{-1}$, com mínima de $201,0 \text{ m}^3 \text{ s}^{-1}$ e máxima de $586,0 \text{ m}^3 \text{ s}^{-1}$, quartil inferior entre $201,0 \text{ m}^3 \text{ s}^{-1}$ e $307,0 \text{ m}^3 \text{ s}^{-1}$ e quartil superior entre $435,0$ e $586,0 \text{ m}^3 \text{ s}^{-1}$. O trimestre úmido apresenta vazão média de $236,84 \text{ m}^3 \text{ s}^{-1}$ com mínima de $71,7$ e máxima de $515,7 \text{ m}^3 \text{ s}^{-1}$, quartil inferior entre

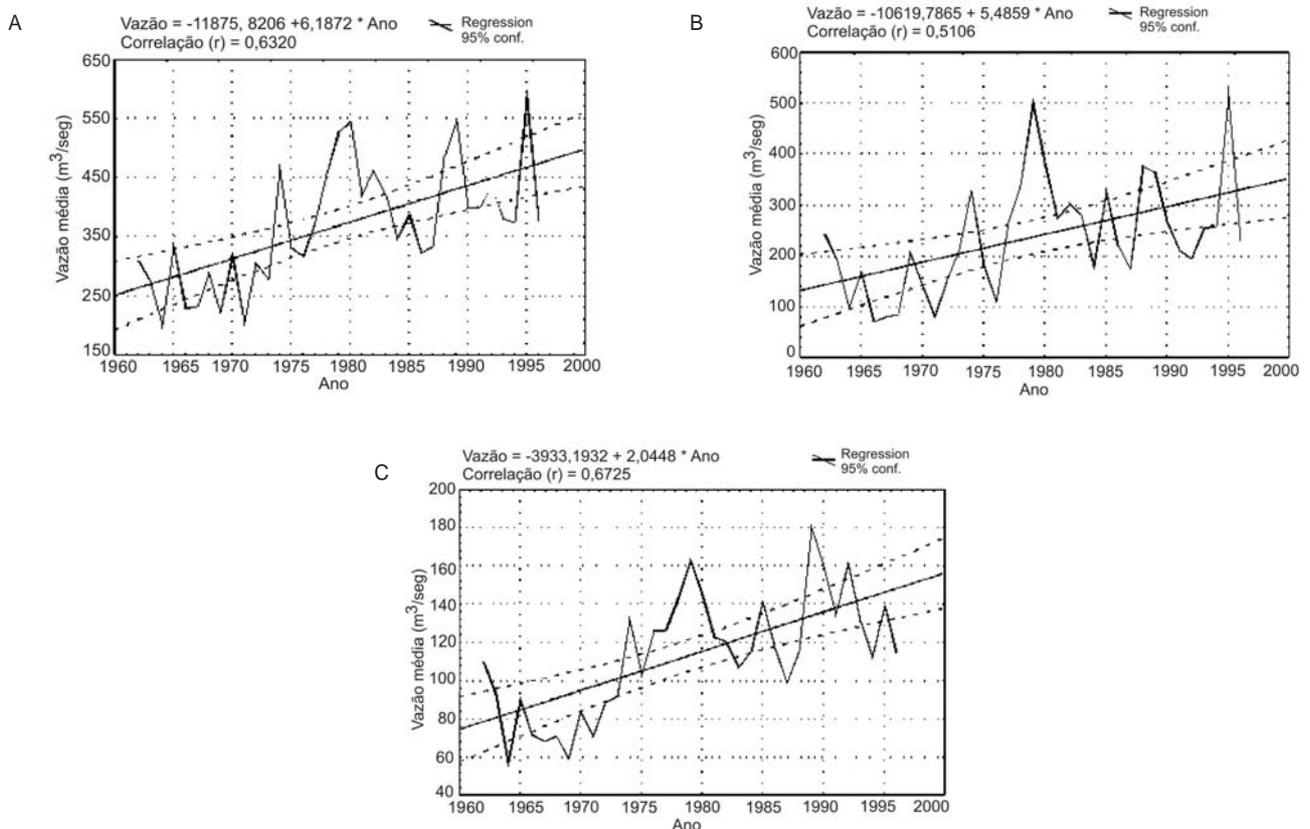


Figura 3. Distribuição da vazão média no período de 1962-1996 em diferentes épocas, em que: a) anual, b) trimestre úmido, c) trimestre seco

Figura 3. Average outflow distributions in the period of 1962-1996 in different times, where: a) annual, b) humid trimester, c) dry trimester

71,7 e 169 m³ s⁻¹ e quartil superior entre 444 e 515,7 m³ s⁻¹. O trimestre seco apresenta vazão média 113,5 m³ s⁻¹, com máxima de 180,3 e mínima de 57,4 m³ s⁻¹, quartil inferior entre 57,4 e 90,3 m³ s⁻¹, e quartil superior entre 115 e 180,3 m³ s⁻¹.

A distribuição da vazão ao longo do tempo aponta para os 37 anos de coleta de dados, com tendência de aumento do seu valor. Ocorre um período característico de baixos valores de vazão que vai do ano de 1962 até 1975, seguido por um período de aumento do fluxo. Essa dinâmica da vazão foi observada por Probst & Tardy (1987) para rios da África, América e Europa, e por Probst (1989) para rios da Europa. Para a Região Amazônica, Rocha et al. (1989) verificaram um notável aumento da vazão dos rios Amazonas em Manacapuru, Negro e Madeira no período de 1962 a 1975.

Comparando-se a Figura 3 com a Figura 2, pode-se observar que no período de 1962 a 1975 a precipitação também diminuiu, apresentando aumento de valor no período subsequente. Cabe reconhecer que a correspondência entre a precipitação e a vazão é indireta e presumivelmente não linear, mas é razoável supor que anomalias que ocorram no regime de precipitação tenham reflexos sobre a vazão dos rios.

CONCLUSÕES

As séries temporais de vazão e de precipitação apresentaram ritmos semelhantes, com tendência de diminuição de valores no período de 1962 a 1975 e de aumento no período subsequente.

O regime de precipitação apresenta precipitação média equivalente a 2,87% e 44,65% do total precipitado, respectivamente para o trimestre mais seco e mais úmido.

As vazões médias mensais máximas são evidenciadas nos trimestres úmidos.

LITERATURA CITADA

- Arai, F.K.; Pereira, S.B.; Gonçalves, G.G.G.; Daniel, O.; Peixoto, P.P.P.; Vitorino, A.C.T. Espacialização da precipitação pluvial na Bacia do Rio Dourados. In: Congresso Brasileiro de Ciência do Solo, 32, 2009, Fortaleza. Anais... Fortaleza: UFC, 2009. CD Rom.
- Brasil. Ministério das Minas e Energia, Departamento Nacional da Produção Mineral. Projeto RADAMBRASIL. Folha SD 21 – Cuiabá, Levantamento dos recursos naturais. Rio de Janeiro: Ministério das Minas e Energia/Departamento da Produção Mineral, 1982. v. 26. 526p.
- Brasil. Ministério do Meio Ambiente, dos Recursos Hídricos e da Amazônia Legal. Plano de conservação da Bacia do Alto Paraguai: diagnóstico dos meios físicos e biótico. Meio físico. Brasília, Ministério do Meio Ambiente, dos Recursos Hídricos e da Amazônia Legal, Programa Nacional do Meio Ambiente, 1997. v. 2, t. 1. 334p.
- Campello Júnior, J.H.; Caseiro, F.T. Método de estimativa da evapotranspiração potencial. Cuiabá: UFMT, 1989. p.3-30. (Relatório de Pesquisa UFMT/SAGRI/PRONI 02/89)
- Campello Júnior, J.H.; Priante Filho, N.; Caseiro, F.T. Caracterização macroclimática de Cuiabá. In: Encontro Nacional de Estudos sobre o Meio Ambiente, 3., Londrina, 1991. Anais... Londrina: UEL/NEMA, 1991. p. 542-552.
- Draper, N.; Smith, H. Applied regression analysis. 3 rd. New York: John Wiley & Sons. 1998, 706p.
- Furlan, J.L.A. Caracterização hidroclimática da Bacia Amazônica. São Paulo: Universidade Federal de São Paulo, 1997. 84p. Dissertação Mestrado.
- Johnson, R.A.; Wichern, D.W. Applied multivariate statistical analysis. 6 rd. Englewood cliffs: Prentice Hall, 2007. 800p.
- Musis, C.R. Caracterização climatológica da Bacia do Alto Paraguai. Cuiabá: Universidade Federal de Mato Grosso, 1997. 65p. Dissertação Mestrado.
- Nimer, E. Clima. In: Duarte, A.C. (Coord.). Geografia do Brasil: região Centro Oeste. Rio de Janeiro: IBGE, 1988. p.23-34.
- Paiva, E.M.C.D.; Clake, R.T. Análise de tendência de precipitação da Amazônia. Revista Brasileira de Meteorologia, v.10, n.1-2, p.37-41, 1995. <http://www.rbmet.org.br/port/revista/revista_artigo.php?id_artigo=473>. 12 Jan. 2010.
- Pereira, S.B.; Alves Sobrinho, T.; Fedatto, E.; Peixoto, P.P.P.; Bonacina, R. Variação temporal do comportamento hidrológico na bacia do Rio Dourados no período de 1973 a 2002. Engenharia Agrícola, v. 27, n. 2, p. 560-568, 2007. <http://www.scielo.br/scielo.php?pid=S0100-69162007000300027&script=sci_arttext>. doi:10.1590/S0100-69162007000300027. 20 Abr. 2010.
- Probst, J.L. Hydroclimatic fluctuations of some european rivers since 1800. In: Petts, G. (Ed.). Historical change of large alluvial rivers: western Europe. Chichester: John Wiley & Sons, 1989. p. 41-45.
- Probst, J.L.; Tardy, Y. Long range streamflow and world continental runoff fluctuations since beginning of this century. Journal of Hydrology, v. 94, n. 3-4, p. 289-311, 1987. <<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/0022169487900576>>. doi:10.1016/0022-1694(87)90057-6. 15 Abr. 2010.
- Pruski, F.F.; Pereira, S.B.; Novaes, L.F.; Silva, D.D.; Ramos, M.M. Precipitação média anual e vazão específica média de longa duração, na Bacia do São Francisco. Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental, v.8, n.2-3, p.247-253, 2004. <http://www.scielo.br/scielo.php?pid=S1415-43662004000200013&script=sci_arttext>. doi:10.1590/S1415-43662004000200013.
- Ribeiro, A.; Victória, R.L.; Pereira, A.R.; Villa Nova, N.; Martinelli, L.A. Análise do regime pluviométrico da Região Amazônica a partir dos dados de onze localidades. Revista Brasileira de Meteorologia, v. 11, n. 1-2, p. 25-32, 1996. <http://www.rbmet.org.br/port/revista/revista_artigo.php?id_artigo=479>. 12 Jan. 2010.
- Rocha, H.R.; Nobre, C.A.; Barros, M.C. Variabilidade natural de longo prazo no ciclo hidrológico da Amazônia. Climanálise, v.4, n.12, p.36-42, 1989.
- Sant'anna Neto, J.L. Mudanças climáticas no estado de São Paulo: variabilidade e a tendência das chuvas nos últimos 100 anos. In: Marthos, H.L.; Maia, N.B. (Orgs.). Indicadores ambientais. Sorocaba: Liber Art, 1997. p.39-50.