

Dinâmica dos regimes de precipitação e vazão da bacia hidrográfica do Alto Piranhas-Açu / PB

Darlan Martínez Schmidt¹

Arthur Mattos²

Resumo

O Nordeste Brasileiro está inserido no clima Semiárido, com um regime hídrico bastante complexo, curto período de chuvas e este bastante irregular, altas temperaturas, altas taxas de evapotranspiração e ainda solos rasos e cristalinos, impedindo a infiltração de água para o lençol freático. Devido a estas características, se faz necessário à construção de barragens para captação e armazenamento de água para suprir as demandas nos períodos secos. O presente estudo aborda a parte alta da Bacia Hidrográfica do Rio Piranhas-Açu, composta pelas sub-bacias do rio do Peixe, rio Alto Piranhas e Piancó, ambas convergindo no mesmo ponto exutório, Sítio Vassouras no município de Pombal, no Estado da Paraíba. No estudo foram analisadas as séries históricas de dados de precipitação e vazão para os dados existentes e confiáveis no período entre 1969 e 2007. Foi verificado particularmente o período entre 2001 a 2007, e em relação a normal climatológica adjacente, de 1969 a 2000.

Palavras-chave: Semiárido; Normal Climatológica; Regime Hidrometeorológico.

Abstract

The Brazilian Northeast is inserted in the semiarid climate, with a very complex water regime, short rainy season and this highly irregular, high temperatures, high evapotranspiration rates and still shallow soils and crystalline, preventing water seepage into the water table. Due to these characteristics, it is necessary to build dams to capture and store water to meet the demands during dry periods. This study addresses the high part of the River Basin Piranhas-Açu, composed of the sub-basins of the Fish River, High River Piranhas and Piancó, both converging at the same point exutório, Brooms site in the municipality of Pombal, in the State of Paraíba. The study analyzed the time series rainfall data and flow data of existing and reliable in the period between 1969 and 2007. As the period in focus, it was verified the period 2001-2007, and compared to the climatological normal adjacent 1969-2000.

Key words: Semiarid; Climatological Normal; Hydrometeorological Regime.

1 Doutorando do Programa de Pós-Graduação em Ciências Climáticas da UFRN. Técnico em Hidrologia.

2 Professor do Departamento Recursos Hídricos e Saneamento e do Programa de Pós-Graduação em Ciências Climáticas da UFRN.

Introdução

O Nordeste brasileiro apresenta condições hidrometeorológicas bastante adversas, com grandes volumes evapotranspirados ao longo do ano, juntamente com volumes precipitados bastante irregulares sazonal e interanualmente, tornando indispensável o entendimento da disponibilidade hídrica para o desenvolvimento da região.

De uma maneira geral, a região é conhecida como problemática do ponto de vista climático, com irregularidades no seu regime de chuvas tanto espacial como temporal. As chuvas concentram-se nos meses de janeiro a maio com índices pluviométricos anuais oscilando entre 600 e 880 mm.

Em decorrência da construção de barragens, adutoras de captação ao longo dos cursos d'água, ou alterações nas condições de ocupação da Bacia Hidrográfica, podem surgir expressivas alterações nas condições do comportamento do regime de escoamento de um rio. Logo, é de fundamental importância para o gerenciamento do uso dos solos e da disponibilidade hídrica da bacia, o entendimento sobre a dinâmica espacial, temporal e quantitativa dos recursos hídricos disponíveis nesta.

O desenvolvimento socioeconômico e agroindustrial das regiões vertentes ao ponto exutório da bacia hidrográfica composta pelas sub-bacias dos rios do Peixe, Piancó e Alto-Piranhas tem provocado degradações, quantitativa e qualitativamente, devido, principalmente, ao uso da água e do solo sem um gerenciamento adequado, gerando uma situação preocupante. O regime de vazões é diretamente influenciado e dependente do regime de precipitações, principalmente em regiões onde a construção de barramentos para armazenamento de água é comum, porém sem uma estratégia adequada de construção e utilização dos mesmos.

A região banhada por essas bacias possui diversas atividades altamente consumidoras e degradadoras dos recursos hídricos, em que, comumente verifica-se o aumento do consumo de água pelo setor agroindustrial para irrigação e abastecimento urbano. Pois se trata de uma bacia hidrográfica inserida no clima semiárido do Nordeste Brasileiro, passando por períodos de severas estiagens, sendo necessária a construção de diversos sistemas adutores, sistemas de irrigação e reservatórios para captação e armazenamento de água a fim de suprir as necessidades nos períodos de seca.

As séries temporais de vazão são resultados da integração dos componentes do ciclo hidrológico e, conseqüentemente, das influências naturais e antrópicas numa determinada região. Essas séries têm fundamental importância, servindo como objeto ou utensílio utilizado em ferramentas que servem como subsídio para a tomada de decisões

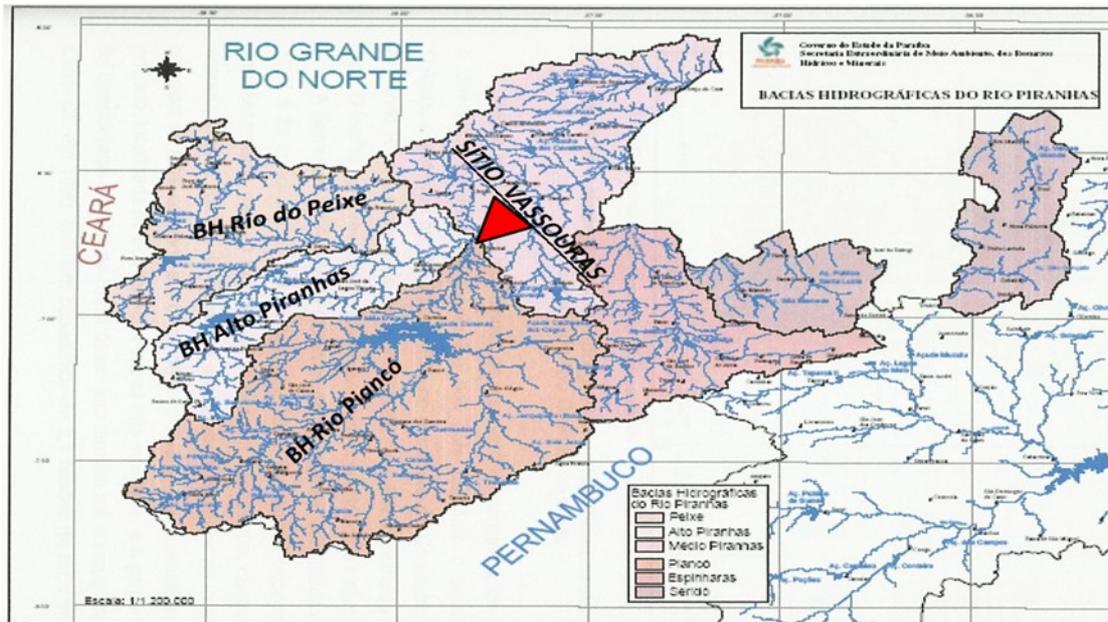
em relação à racionalização do uso da água e à preservação desse recurso de primordial importância. Para este estudo, foi selecionada a série de vazão da estação Sítio Vassouras. Ponto este, onde se encontra o ponto de confluência das três sub-bacias que forneceu a possibilidade de análise da variabilidade natural da vazão, assim como a análise das séries de precipitação das estações pluviométricas disponíveis distribuídas na área de drenagem da Bacia Hidrográfica vertente ao ponto exutório.

O presente trabalho mostra um estudo exploratório das séries mensais de vazão e precipitação entre 1969 a 2007, com intenção de verificar as eventuais mudanças de comportamento ao longo dos anos nestas séries históricas, assim como uma análise detalhada do período de 2001 a 2007, com base nas normais climatológicas de vazão e precipitação extraídas no período de 1969 a 2000.

Material e métodos

Os dados de precipitação e vazão foram obtidos da Agência Nacional de Águas (ANA), para o período de 1969 a 2007. Sendo que das séries históricas foram extraídas as normais climatológicas da precipitação e da vazão média mensal entre 1969 a 2000. E como foco verificou-se o período entre 2001 a 2007, identificando os mecanismos atmosféricos que interferem na formação ou inibição da precipitação, como também identificar a dinâmica da utilização dos recursos hídricos e o comportamento de retenção de água e utilização em cada bacia vertente.

A área de estudo está baseada em três sub-bacias hidrográficas pequenas, drenadas por um corpo d'água principal, o Rio Piranhas-Açu. Sendo a bacia hidrográfica do Rio Piancó até a Barragem Mãe D'Água, bacia hidrográfica do Rio Alto Piranhas e bacia hidrográfica do Rio do Peixe. Dentre as estações hidrometeorológicas com dados disponíveis na área das três sub-bacias foram selecionadas as estações pluviométricas que apresentaram os períodos de dados mais longos e confiáveis, mínimo de trinta (30) anos, adotando-se os dados de dezoito (18) estações no total. O ponto de drenagem desde as cabeceiras até a confluência das três sub-bacias é conhecida por Sítio Vassouras (37410000), Latitude -6:43:43, Longitude -37:47:40 situado no município de Pombal – PB, (FIGURA 01). Esse ponto de referência drena uma área de 15.315 km².



Fonte: SEMARH – Secretaria Extraordinária do Meio Ambiente e dos Recursos Hídricos da Paraíba

FIGURA 01 - Área de drenagem composta pelas três sub-bacias estudadas, formando a parte alta da Bacia Hidrográfica do Rio Piranhas-Açu, totalmente inserida no Estado da Paraíba.

A região hidrográfica em estudo apresenta clima BSw'h' de acordo com a classificação de Köppen, quente e semiárido, com predominância de solos cristalinos e arenosos, e vegetação do tipo caatinga. Com precipitação média anual em torno de 880 mm, sendo fevereiro, março e abril os meses mais chuvosos responsáveis por 60 a 80 % da precipitação total anual. A temperatura média é de 23,4°C, com máxima em Dezembro de 35,7°C, e mínimas entre Julho e Agosto de 19,3°C. Anualmente, a umidade relativa do ar oscila entre 51% em Outubro e 74% em Abril. Já a evapotranspiração anual varia de 2.200mm a 3.400 mm. Portanto, apresenta altos índices de déficit hídrico anualmente.

Em regiões com solos semelhantes, a vegetação e a topografia determinam a velocidade de um escoamento, porém, diferentes comportamentos no escoamento superficial das vertentes podem ser observados segundo a umidade e o estado superficial do solo (AUZET *et al.*, 2002).

Portanto, foi necessário a verificação da co-dependência entre os regimes de precipitação e vazão, já que este segundo regime sofre influência direta do primeiro. Além disso também foi verificado o tempo de resposta ou retorno da vazão em função da precipitação.

O comportamento das vazões do rio e seus afluentes, e sua respectiva série histórica, é um dos principais aspectos hidrológicos a serem abordados. Outro aspecto

refere-se à distribuição da precipitação nestas bacias de drenagem e o tempo de resposta nas calhas dos referidos afluentes contribuintes.

Resultados e discussões

Com os dados adquiridos foram extraídas as médias mensais do período entre 1969 a 2007 e calculadas as normais climatológicas para o período de 1969 a 2000, da precipitação e da vazão mensal média.

As séries históricas de 1969 a 2000 de precipitação e vazão plotadas na Figura 02 apresentaram a mesma tendência cíclica de distribuição mensal e anual, porém, com *outliers* bastante expressivos ao longo de toda a série. Os ciclos representados mostram as vazões mensais reais da estação Sítio Vassouras. Assim como as precipitações mensais reais médias de toda área vertente ao ponto exutório, sendo, como pode ser observado, uma função de dependência direta do regime de precipitação, sinalizando um período de atraso ou retardo de aproximadamente um mês no pico das vazões em relação ao de precipitação.

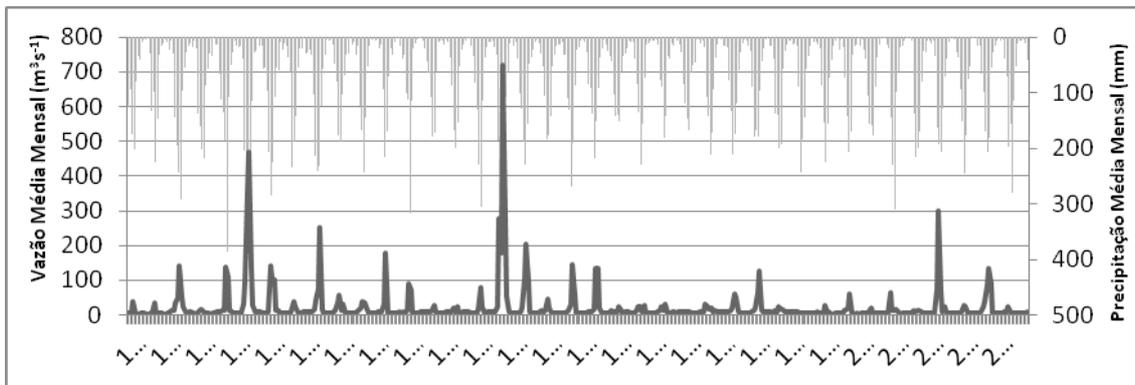


FIGURA 02 - Séries de precipitação e vazão plotadas para o período de estudo (1969 – 2007).

Considerando o período da série em estudo, se verificou na Figura 02, picos mais pronunciados de precipitação, destacando-se períodos como, 1973-1974, 1984-1985 e 2002-2003. Logo, devido ao regime de vazões ser dependente do regime pluviométrico, juntamente com algumas características locais da bacia hidrográfica, este se apresentou de certa maneira, como o esperado, destacando-se os anos de, 1974, 1985 e 2004 onde os picos de vazão, coincidem com os maiores valores precipitados respeitando um curto período de retardo, devido as características do escoamento e condições de armazenamento nos reservatórios existentes ao longo dos cursos d'água.

Analisando alguns elementos com variabilidade interanual, que interferem na configuração do regime de chuvas na região Nordeste do Brasil, como por exemplo, anomalias El Niño/Oscilação Sul (ENOS), que apresenta duas fases distintas, La Niña que atua positivamente na ocorrência de chuvas na região Nordeste, e El Niño, que atua na diminuição dos índices pluviométricos. A seca relacionada a esse fenômeno é atribuída a um deslocamento para leste da circulação de Walker, com movimentos ascendentes sobre o Pacífico Equatorial e movimentos descendentes sobre o Atlântico Tropical e sobre o Nordeste brasileiro (KOUSKY et al., 1984; KAYANO et al., 1988; RAO e HADA, 1990). Padrões anormalmente contrários na precipitação do Nordeste são observados na ocorrência de La Niña (KAYANO e ANDREOLI, 2004).

Em relação a esses eventos, pode-se dizer que nos períodos de 1973 a 1975, 1984 a 1986 e 2002 a 2004 a predominância foi de eventos La Niña, onde os índices pluviométrico se mostraram mais pronunciados devido a esses fenômenos mais pronunciados. Em relação à El Niño, os mais pronunciados foram observados nos períodos entre 1991 e 1995, e entre 1999 e 2001, resultando em períodos secos.

Em se tratando do Oceano Atlântico Tropical, também são observadas variações interanuais em relação à temperatura da superfície do mar (TSM), configurando um dipolo, onde durante a fase negativa do dipolo sobre a região do Atlântico Equatorial, os padrões de TSM anormalmente quente e logo com pressões mais baixas do que o normal sobre do Atlântico Tropical Sul (ATS), aliados à atuação de ventos alísios intensos de nordeste favorece a confluência e logo a convergência dos ventos. Essa configuração gera condições favoráveis ao posicionamento e manutenção da Zona de Convergência Inter Tropical (ZCIT), também ao sul do Atlântico Equatorial (RAO et al., 1999). Em consequência disso, sobre o setor norte do Atlântico Equatorial nota-se a presença de anomalias negativas de nebulosidade e de precipitação. Na fase positiva, tem-se o padrão oposto, anomalias positivas de cobertura de nuvens e de precipitação associada à localização da ZCIT, atuando sobre o Atlântico equatorial norte, já ao sul do equador se tem a presença de anomalias negativas de nebulosidade e de precipitação cobrindo grande parte do Atlântico equatorial e sobre a região do Nordeste brasileiro (SOUZA e NOBRE, 1998). Logo, sendo desfavorável a ocorrência de precipitação nessa região.

Na ausência de anomalias de temperatura da superfície do mar (ATSM) significativas no Atlântico Tropical, durante a fase de desenvolvimento do ENOS (dezembro a fevereiro), as precipitações anômalas são ocasionadas possivelmente, por

padrões de teleconexões associados ao rearranjo da Célula de Walker, e de março a maio, por padrões de teleconexões extratropicais (ANDREOLI e KAYANO, 2002; 2005).

Em relação a 2004 (FIGURA 03), ano que ocasionou transtornos a região jusante ao ponto exutório pela ocorrência de enchentes, o regime de vazão mostra um pico bastante pronunciado, sendo explicado, a não dependência direta com o regime pluviométrico, pelo período anterior a 2002 ter sido de baixos volumes precipitados, logo, a partir de 2002, as águas das chuvas foram sendo armazenadas para encher os reservatórios, estes por sua vez com a continuidade das chuvas nos anos seguintes 2003 e 2004, começaram a transbordar justificando o pico nas descargas e as consequências em 2004, mesmo tendo ocorrência de valores mensais de precipitação menores que nos dois anos anteriores.

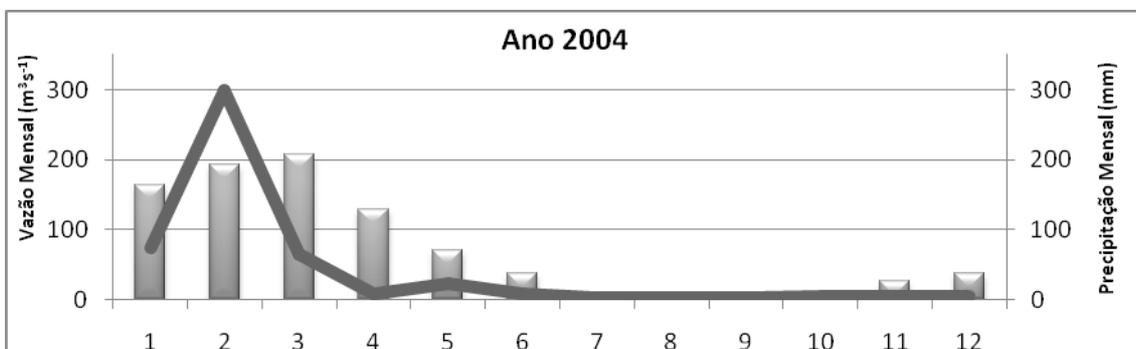


FIGURA 03 – Precipitação e vazão mensais do ano de 2004.

Portanto, como é notado em vários períodos da série plotada, as diferentes demandas e necessidades dos recursos hídricos na região estudada, explicam esse comportamento aparentemente não convencional do regime de vazão em relação ao de precipitação.

Já em relação ao comportamento das vazões médias mensais o comportamento segue uma relação direta com o regime de precipitação média mensal, como se esperava. Para comprovar a co-dependência dos regimes, foi calculado o coeficiente de correlação entre as séries normalizadas, período entre 1969 a 2000.

De modo geral, um coeficiente de correlação ($r = \sqrt{R^2}$) variando de 0,70 a 0,80 indica um ajuste satisfatório (KRYSAK et al., 1998). Observando a correlação entre as séries de dados histórica de precipitação e vazão, vê-se que a mesma foi *alta*, apresentando um coeficiente de correlação ($r = \sqrt{0,6166}$) em torno de 0,78, o qual mede o grau da correlação entre duas variáveis relacionadas. Pelo índice adotado em diversos estudos, este valor refere-se a uma correlação considerada *forte*, conforme a Figura 04.

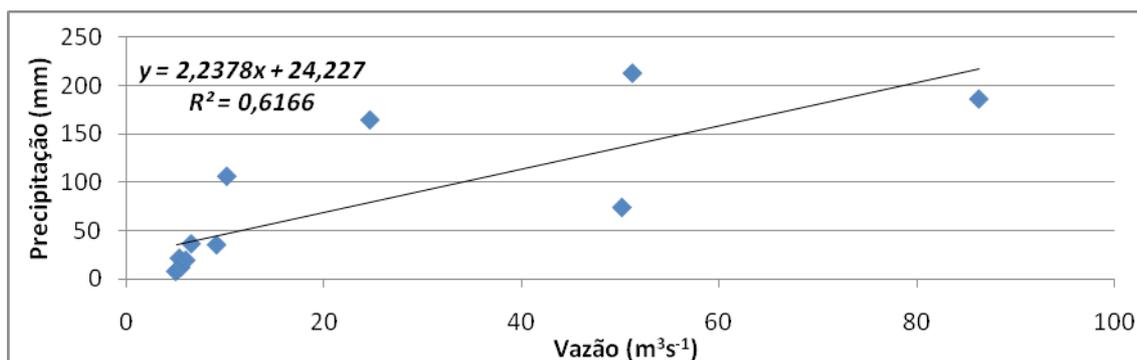


FIGURA 04 - Dispersão dos dados de precipitação / vazão normalizadas climatologicamente (1969-2000), com a referida reta de regressão linear e o coeficiente de determinação (R^2) para a bacia Hidrográfica em estudo no período analisado.

Mesmo com as diferentes demandas hídricas utilizadas na bacia, com reservatórios controlando em grande parte o regime de vazões medidas nas sessões de drenagem, hora regularizando e hora armazenando água, as médias mensais normalizadas mantêm um comportamento esperado.

A distribuição da precipitação e da vazão média mensal normalizadas relativas aos períodos estudados das séries históricas mostraram sazonalidade, distinguindo os períodos secos dos chuvosos da bacia hidrográfica estudada, como pode ser verificado na Figura 05.

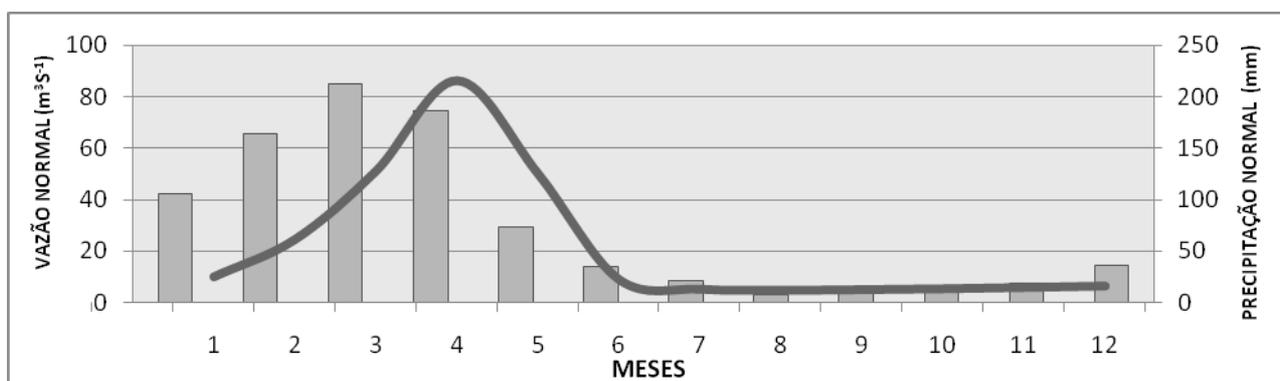


FIGURA 05 - Médias mensais para o período normalizado de 1969 a 2000.

Para a bacia de drenagem, o período úmido corresponde ao período de janeiro a maio, sendo o mês de março, aquele em que as precipitações apresentaram as maiores médias mensais. Da mesma forma, o período de escassez hídrica fica compreendido entre junho e dezembro, com as menores precipitações médias.

Um parâmetro importante que rege esse sistema é o tempo de residência ou tempo de retardo da água na bacia de drenagem. Esse tempo está relacionado com a

defasagem entre os picos de vazão e precipitação na bacia hidrográfica. Corresponde ao tempo necessário desde que a chuva precipite na bacia até a saída ou drenagem dessa água remanescente até o exutório da mesma.

Quanto maior a área de drenagem, maior será esse tempo. Outro parâmetro associado que influencia esse tempo é a cobertura vegetal. Para se ter uma ideia comparativa, Mortatti et al. (1994) estimaram o tempo de residência da água da chuva na bacia amazônica, que numa área de drenagem de $4,6 \cdot 10^6 \text{ km}^2$ encontraram um retardo da ordem de dois a três meses.

É notável na Figura 05, analisando as séries históricas normalizadas que o tempo médio de retardo para a bacia em questão é de um mês e meio (45 dias) aproximadamente, então abril é o mês que apresenta os picos de vazão, tendo a curva um acompanhamento suave de evolução em relação à precipitação que atinge os maiores valores na segunda quinzena de fevereiro.

O período em foco, como citado anteriormente, correspondente de 2001 a 2007, demonstrou comportamentos cíclicos aparentemente normais, principalmente no regime de precipitação, com valores oscilando em torno da normal climatológica (1969-2000), já o comportamento do regime de vazão, mostrou-se irregular, como exemplo o ano de 2002, onde o pico de vazão foi observado no início do período chuvoso, um comportamento semelhante também foi observado para o ano de 2004 com o pico da vazão aproximadamente um mês antes do pico das chuvas (FIGURA 06).

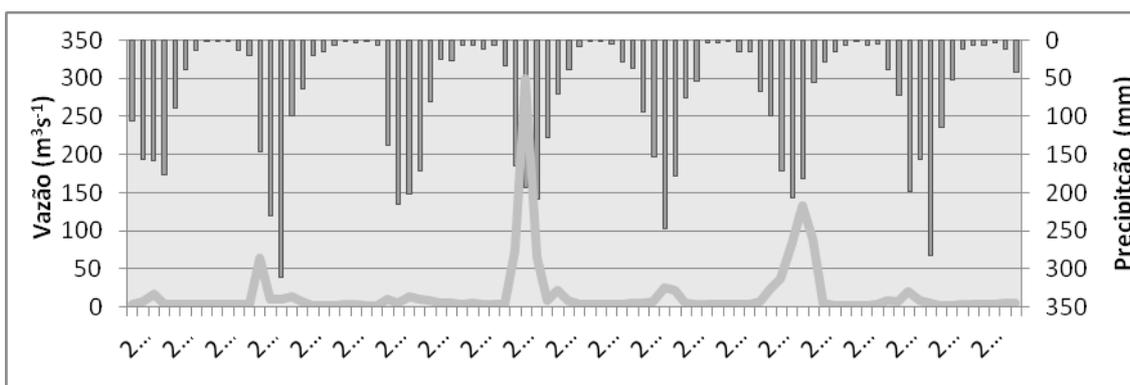


FIGURA 06 - Séries de Precipitação e vazão plotadas para o período em foco, 2001 a 2007.

Em 2003, por exemplo, não foi observado resposta da vazão, pois como já mencionado, foi um período de retenção de águas, o mesmo ocorreu em 2005 e 2007.

Esta não linearidade entre os comportamentos novamente se dá devido aos diferentes usos e prioridades dadas aos recursos hídricos.

Considerações finais

Os resultados obtidos pelo que foi proposto mostram que os regimes de precipitação e vazão na bacia hidrográfica do Alto Piranhas-Açu, apresentam um comportamento cíclico normal em relação à climatologia regional. Sendo o regime de vazão dependente de forma direta, porém com retardo, como se espera, do regime de precipitação. Contudo, práticas e necessidades locais de manejo dos recursos hídricos, são as principais responsáveis pelas adversidades observadas no comportamento da vazão em relação à precipitação.

Almeja-se em estudos futuros para uma melhor compreensão da dinâmica do regime de vazão em grandes bacias hidrográficas nordestinas, um aprofundamento no que diz respeito aos diversos usos dos recursos hídricos durante as diferentes épocas de consumo e prioridades. Isso devido à construção de reservatórios no sistema de cascata muito comumente nessas regiões, o que dificulta o entendimento do real regime de vazão e da complexidade do mesmo.

Referências

ANDREOLI, R.V., KAYANO, M.T. ENSO-related rainfall anomalies in South America and associated circulation features during warm and cold Pacific decadal oscillation regimes. **International Journal of Climatology**, v.25, n.15, p.2017-2030, 2005.

AUZET, A. V.; POESEN, J.; VALENTIN, C. Soil patterns as a key controlling factor of soil erosion by water. **Catena**, v.46, p.85-87. 2002.

KRYSANOVA, V.; MÜLLER-WOHLFEIL, D.; BECKER, A. Development and Test of a Spatially Distributed Hydrological/Water Quality Model for Mesoscale Watersheds. **Ecol. Model**, n.d., p. 261-289, 1998.

MORTATTI, J.; PROBST, J. L.; TARDY, Y. Avaliação do escoamento superficial na bacia amazônica através do transporte de material fluvial. **Geochimica Brasiliensis**, 8 (2): 235-243, 1994.

KAYANO, M. T.; ANDREOLI, R. V. Decadal variability of northern northeast Brazil rainfall and its relation to tropical sea surface temperature and global sea level pressure anomalies. **Journal Geophysical Research-Oceans**, v. 109, n. C11011, Nov. 2004.

KOUSKY, V. E.; KAYANO, M. T.; CAVALCANTI, I. F. A. A review of the Southern Oscillation: Oceanic-atmospheric circulation changes and related rainfall anomalies. **Tellus**, v. 36, n. 5, 490-504, Oct. 1984.

KAYANO, M. T.; RAO, V. B.; MOURA, A. D. Tropical circulations and the associated rainfall anomalies during two constrating years. **Journal of Climatology**, v. 8, n. 5, p. 477-488, Set. - Oct. 1988.

RAO, V. B.; HADA, K. Characteristics of rainfall over Brazil: annual variations and connections with the Southern Oscillation. **Theoretical and Applied Climatology**, v. 42, n. 2, p. 81-91, 1990.

RAO, V. B.; CHAPA, S. R.; FRANCHITO, S. H. Decadal variation of Atmosphere-Ocean interaction in the tropical Atlantic and its relationship to the Northeast Brazil rainfall. **Journal of the Meteorological Society of Japan**, v. 77, n. 1, p. 63-75, Feb. 1999.

SOUZA, E. B.; NOBRE, P. Uma revisão sobre o padrão de dipolo no Atlântico tropical. **Revista Brasileira de Meteorologia**, v. 13, n. 1, p. 31-44, 1998.

Recebido em Junho de 2013.

Publicado em Agosto de 2013.