

Comportamento Hidrológico da Bacia Hidrográfica do Riozinho do Rola, Município de Rio Branco/AC

Marcelo de Oliveira Latuf, doutorando em Geografia pelo Departamento de Geografia da Universidade Estadual Paulista/Campus Presidente Prudente.
marcelo_latuf@yahoo.com.br

Lúcio Flávio Zancanela do Carmo, doutorando em Solos e Nutrição de Plantas pelo Departamento de Solos da Universidade Federal de Viçosa.
lucio.geo@ufv.br

Para o gerenciamento adequado dos recursos hídricos é fundamental conhecer o comportamento hidrológico de bacias hidrográficas e seus regimes de variação de vazões e, principalmente, suas relações com os agentes econômicos e sócio-ambientais presentes ao longo de toda a área de contribuição da bacia. Destacam-se como objetivos deste trabalho: a obtenção das vazões máximas, médias e mínimas da bacia do Riozinho do Rola em diferentes períodos de retorno, a análise das hidrógrafas para separação dos escoamentos superficial e subterrâneo e a análise do padrão do comportamento hidrológico da bacia. Neste estudo foram utilizados os dados da série histórica de vazões da estação fluviométrica Santo Afonso (13580000), pertencente à base de dados da Agência Nacional de Águas (ANA), com as coordenadas 10° 5' 27'' latitude sul e 67° 54' 2'' longitude oeste e com uma área de drenagem aproximada de 6.342km². Resultados demonstram que a bacia do Riozinho do Rola sofre que expressivas oscilações em suas vazões diárias anuais. Estas oscilações são frutos de um rígido controle climático, onde a significativa variabilidade espacial e temporal das precipitações, aliado ao baixo armazenamento de água pelo solo têm sido responsáveis por este fenômeno.

Palavras-chave: Comportamento Hidrológico, Riozinho do Rola, Solos e Meio Ambiente.

The water resources planning and management have the objective to discuss and propose solutions for the watersheds problems looking for the sustainable water use in the urban and rural areas. The relationships between the land use and water resources have been marked by the failure, with environment significant damages, what has transformed in losses for all collectivity. Thus, the water resources management is necessary to know the watersheds hydrological behavior, and its flows regime. This paper aims to study the maximum, mean and minimum flows with different return period, separate the groundwater runoff and surface runoff, and analyze the hydrological behavior of the Rola's creek. In this study was used the historical flows database from Brazilian Water Agency hydrometric station, code 13580000, with the coordinates 10° 5' 27'' S. and 67° 54' 2'' W., and drainage area around 6,342 km². Results shows that Rola's creek has been targeting of an expressive flows oscillation. These oscillations are conditioning by an extreme climate control, with a high significance of temporal and spatial rain oscillation, allied with a few groundwater storage.

Keywords: Hydrological behavior, Rola's creek, soils and environment.

1. Introdução

O planejamento e gestão em recursos hídricos têm o objetivo de impedir e/ou minimizar efeitos negativos, como os da poluição resultante do lançamento de efluentes in natura nos corpos d'água, produção de sedimentos, erosão, assoreamento, conflitos entre usuários, dentre outros, para cuja recuperação são mobilizados mais esforços econômicos e sociais do que para sua prevenção (MENDES, 1991).

Dentro de um contexto geral do gerenciamento de recursos hídricos, apresentam-se situações em que se torna necessário compatibilizar os volumes de água disponíveis com as necessidades específicas em um dado momento. Assim, o padrão qualitativo dos recursos hídricos, tanto quanto o quantitativo, devem ser objetos de consideração e adequação para o equilíbrio entre a relação oferta e demanda.

Para o gerenciamento adequado dos recursos hídricos é de fundamental importância o conhecimento do comportamento hidrológico de bacias hidrográficas e seus regimes de variação de vazões e, principalmente, suas relações com os agentes econômicos e sócio-ambientais presentes ao longo de toda a área de contribuição da bacia.

Neste sentido, insere-se a bacia hidrográfica do Riozinho do Rola, uma bacia de especial importância para o município de Rio Branco, capital do Estado do Acre, devido a sua localização a montante do ponto de captação para abastecimento público, bem como configura-se como a maior bacia hidrográfica dentro dos limites municipais.

Deste modo, são objetivos deste trabalho: a obtenção das vazões máximas, médias e mínimas da bacia do Riozinho do Rola em diferentes períodos de retorno, a análise das hidrógrafas para separação dos escoamentos superficial e subterrâneo e a análise do padrão do comportamento hidrológico, afim de subsidiar ações de planejamento e gestão para que as futuras gerações possam usufruir deste recurso.

2. Material e métodos

A bacia do Riozinho do Rola localiza-se na Amazônia Ocidental, mais especificamente no Estado do Acre, abrangendo os municípios de Rio Branco, Capixaba, Xapuri e Brasiléia, conforme é visualizado por meio da Figura 1. A bacia é uma das principais que afluem ao rio Acre em sua margem esquerda, com área de aproximadamente 7.605km².

Neste estudo foram utilizados os dados da série histórica de vazões da estação fluviométrica Santo Afonso (13580000), pertencente à base de dados da Agência Nacional de

Águas (ANA), localizada na Fazenda Santo Afonso, com as coordenadas 10° 5' 27'' latitude sul e 67° 54' 2'' longitude oeste e com uma área de drenagem aproximada de 6.342km² (ANA, 2008).

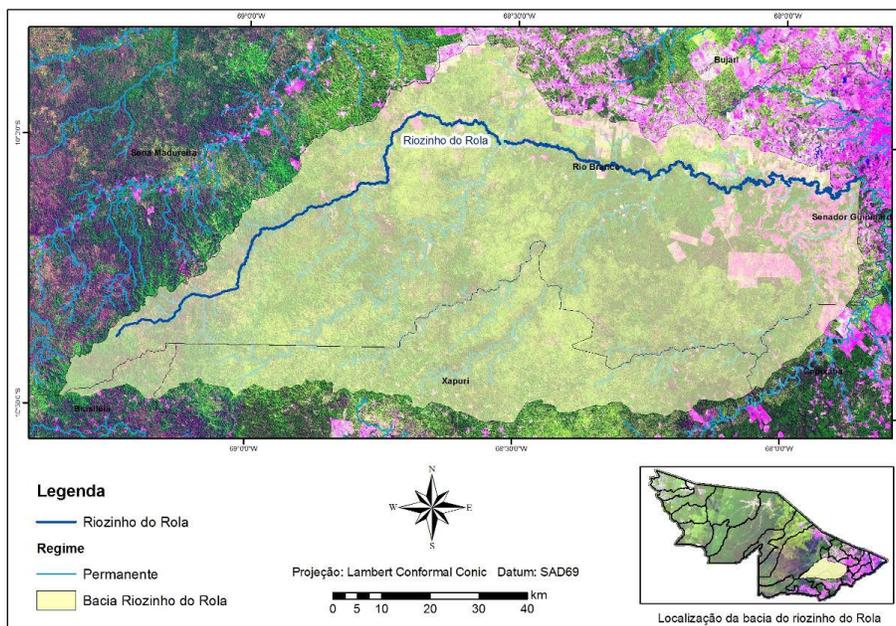


Figura 1 - Localização bacia hidrográfica do Riozinho do Rola

Para a obtenção das vazões e respectivo tratamento estatístico das mesmas, foi utilizado o software SisCAH (Sistema Computacional para Análises Hidrológicas), desenvolvido em parceria entre a Universidade Federal de Viçosa (UFV) e demais instituições de ensino e pesquisa (SisCAH, 2008).

Além das estimativas das vazões foram obtidos os valores das vazões máximas e mínimas para os períodos de retorno de 2, 5 e 10 anos, por meio do ajuste dos dados da série histórica associada a uma distribuição probabilística de melhor eficiência estatística, conforme parâmetros de intervalo de confiança, desvio padrão, variância, assimetria e aderência por Kolmogorov-Smirnov.

A separação dos escoamentos superficial e subterrâneo foi realizada por meio da análise das hidrógrafas, de acordo com a metodologia apresentada por Tucci (2005).

Utilizou-se informações elaboradas por Duarte (2005) sobre a análise do comportamento da precipitação no período de 1971 a 2003, realizado para a estação climatológica de Rio Branco com as coordenadas 09° 57' 16'' Latitude Sul e 67° 51' 46'' Longitude Oeste, sob a responsabilidade da UFAC/INMET.

Utilizou-se ainda, o mapa de Determinação da Capacidade de Armazenamento de Água nos Solos para o município de Rio Branco, elaborado por Carmo et. al (2008), afim de correlacionar os diversos potenciais de armazenamento de água no solo, com o comportamento hidrológico apresentando pela bacia hidrográfica do Riozinho do Rola.

3. Resultados e discussão

Por meio da análise da série histórica da estação fluviométrica Santo Afonso (13580000), plotou-se os valores das vazões máxima, média e mínima absolutas para cada ano da série, sendo realizado um ajuste de tendências para o período analisado por meio de regressões lineares simples. Visualizam-se nas Figuras 2, 3 e 4 as tendências para as vazões máxima, média e mínima absolutas, respectivamente.

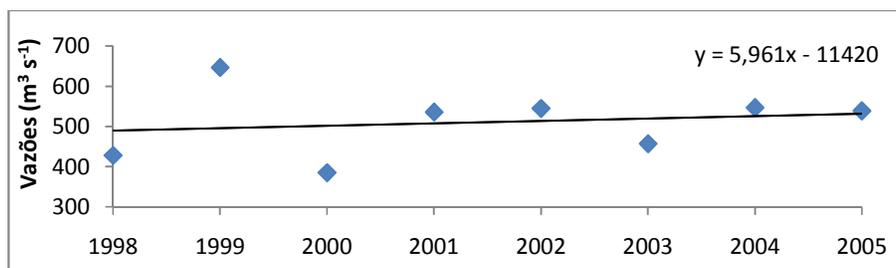


Figura 2 - Tendência obtida para a vazão máxima

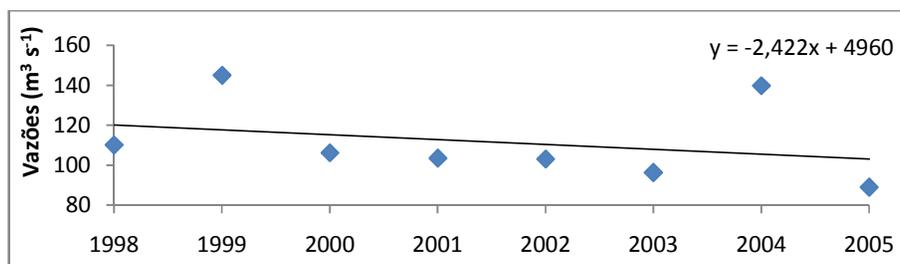


Figura 3 - Tendência obtida para a vazão média

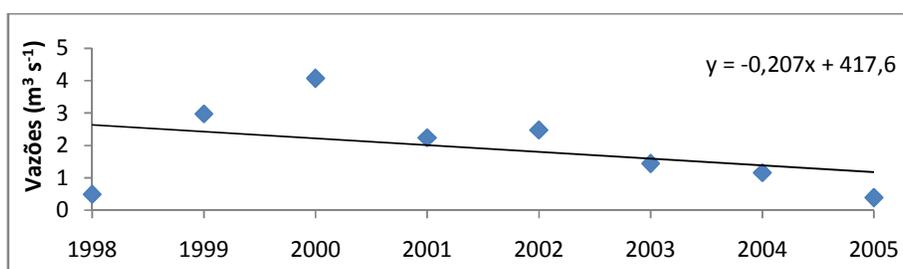


Figura 4 - Tendência obtida para a vazão mínima

Deste modo, observa-se que a vazão máxima possui uma tendência positiva no período analisado, com um aumento de $5,96 \text{ m}^3 \text{ s}^{-1} \text{ ano}^{-1}$. As demais vazões analisadas, média e mínima, obtiveram tendência de comportamento negativa tendo sido obtidos valores de redução de $2,42 \text{ m}^3 \text{ s}^{-1} \text{ ano}^{-1}$ e $0,20 \text{ m}^3 \text{ s}^{-1} \text{ ano}^{-1}$, respectivamente.

Quando comparam-se as tendências obtidas pelas vazões, à tendência do comportamento médio das precipitações de 1971 a 2003 (Figura 5), de acordo com Duarte (2005), observam-se que as vazões média e mínima seguiram a tendência esperada, devido às reduções dos índices pluviométricos.

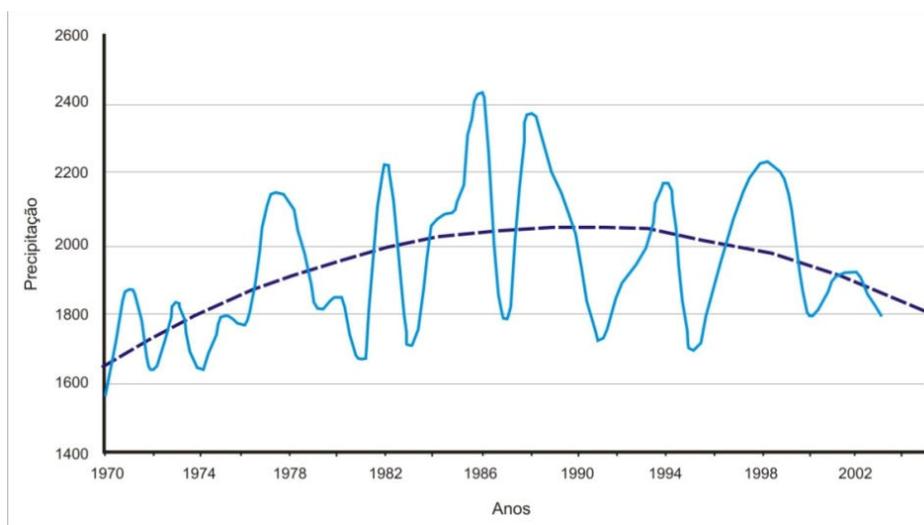


Figura 5 - Tendência das precipitações diárias anuais no período de 1971 a 2003

Entretanto, para a vazão máxima houve uma tendência contrária à esperada. Há duas hipóteses que se complementam para a explicação deste fenômeno: primeira, as precipitações ocorridas no período de 1998 a 2005 concentraram-se em curtos espaços de tempo e a segunda, a substituição de floresta por pecuária nas regiões do médio e baixo riozinho alterou o balanço entre infiltração de água do solo e escoamento superficial, fazendo com que ocorra uma maior taxa de escoamento superficial, aumentando conseqüentemente, as vazões máximas.

Latuf et. al. (2007) correlacionando as alterações no uso do solo e comportamento hidrológico para a bacia do rio Preto e ribeirão Entre Ribeiros, no Estado de Minas Gerais, identificaram igual comportamento, ou seja, uma expectativa de aumento das vazões máximas em decorrência da substituição de cerrado por áreas de cultivo, mesmo as tendências de precipitações indicando decaimento.

Para um melhor conhecimento e ajustamento quanto aos serviços públicos municipais de abastecimento de água, faz-se necessário o estudo da previsibilidade de vazões, com distintos períodos de retorno para a bacia do Riozinho do Rola. Assim, foram ajustadas por meio de distribuições probabilísticas, as vazões associadas aos períodos de retorno de 2, 5 e 10 anos.

Na Tabela 1 observam-se os valores para as vazões máximas e mínima ($Q_{7,pr}$), onde pr representa o período de retorno associado à vazão.

Tabela 1 - Vazões com distintos períodos de retorno

Vazão ($m^3 s^{-1}$)	Período de retorno		
	2 anos	5 anos	10 anos
Máxima	499,85	580,33	616,47
Mínima ($Q_{7,pr}$)	1,08	0,62	0,52

As distribuições com melhores ajustes foram, para as vazões máximas com período de retorno de 5 e 10 anos, Pearson III e para 2 anos a distribuição Gumbel. Já para as vazões mínimas a distribuição que melhor ajustou-se foi a Logpearson 3, observando o coeficiente de aderência de Kolmogorov-Smirnov em 20%, bem como as menores amplitudes para o intervalo de confiança a 95% de significância

Nota-se que quanto maior for o período de retorno maior será a vazão máxima associada, pois, neste caso, a cada 10 anos a vazão máxima no Riozinho do Rola será igualada ou então superada no valor de $616,47 m^3 s^{-1}$. Da mesma maneira, para a vazão mínima $Q_{7,10}$, vazão mínima de referência para concessões de outorgas em vários Estados da Federação, será menor ou igual a $0,52 m^3 s^{-1}$ a cada 10 anos.

Devido à significativa amplitude observada entre as vazões máximas e mínimas, foi realizada a separação dos escoamentos de base e superficial, com o intuito de verificar a porcentagem de contribuição de cada escoamento às vazões.

Observa-se, primeiramente que na área da bacia hidrográfica do Riozinho do Rola ocorre uma distribuição irregular de precipitações, com uma concentração no período de verão (inverno amazônico), que vai de outubro a abril, decaindo no período de inverno (verão amazônico, devido à baixa nebulosidade), indo de maio a setembro. Desta forma, caracteriza-se na área de estudo uma expressiva variabilidade anual no regime de precipitações, ocasionando um déficit hídrico acentuado nos meses de estiagem (maio a setembro), conforme dados de Duarte (2005).

Carmo et. al (2008) realizaram estudos sobre a espacialização da capacidade de armazenamento de água no solo para o município de Rio Branco, conforme pode ser visualizado por meio da Figura 6, delimitando áreas com alta, média e baixa capacidade de armazenamento.

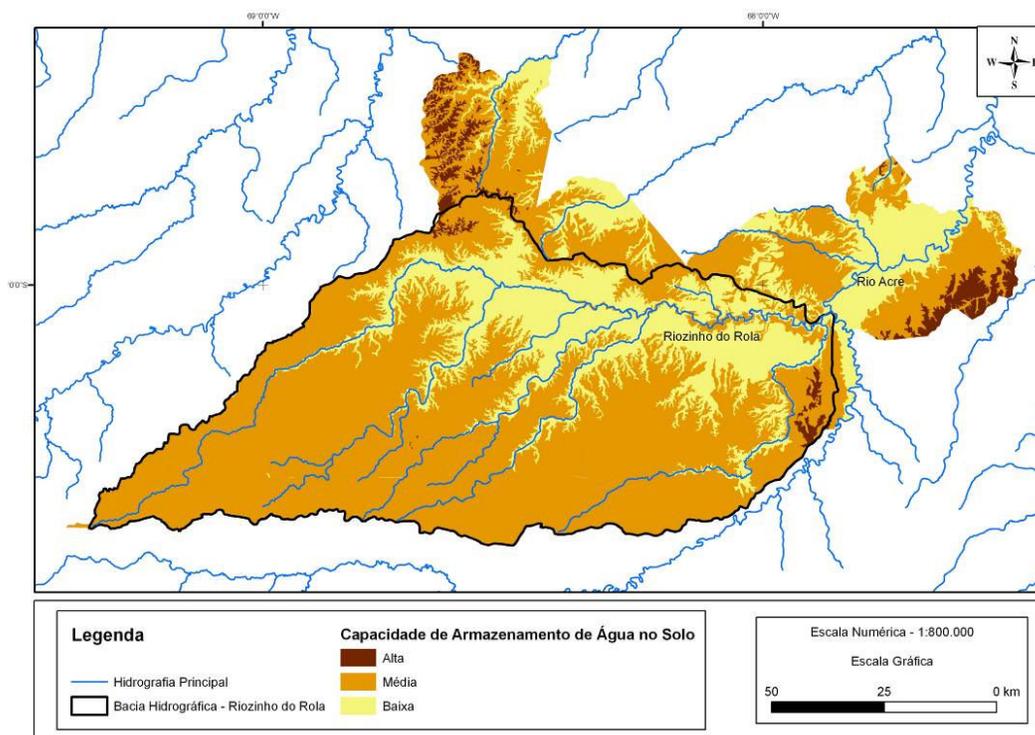


Figura 6 - Mapa de Capacidade de Armazenamento de Água no Solo

Assim, a bacia hidrográfica do Riozinho do Rola está classificada, em sua maioria, como áreas de média a baixa capacidade de armazenamento de água nos solos, devido, sobretudo à formação geológica laminar (Formação Solimões) e pelos solos presentes na área (com o predomínio de Argissolo Vermelho-Amarelo e Plintossolos).

Desta maneira, com uma ineficiente capacidade de armazenamento de água no solo, atrelado às más distribuições de precipitações sob a bacia hidrográfica do Riozinho do Rola e às alterações no uso do solo, a variabilidade nas vazões são expressivas, conforme visualizam-se por meio das Figuras 7a e 7b.

Na Tabela 2 apresentam-se os valores estimados para os escoamentos de base e superficial, bem como sua porcentagem de contribuição para a vazão no Riozinho do Rola.

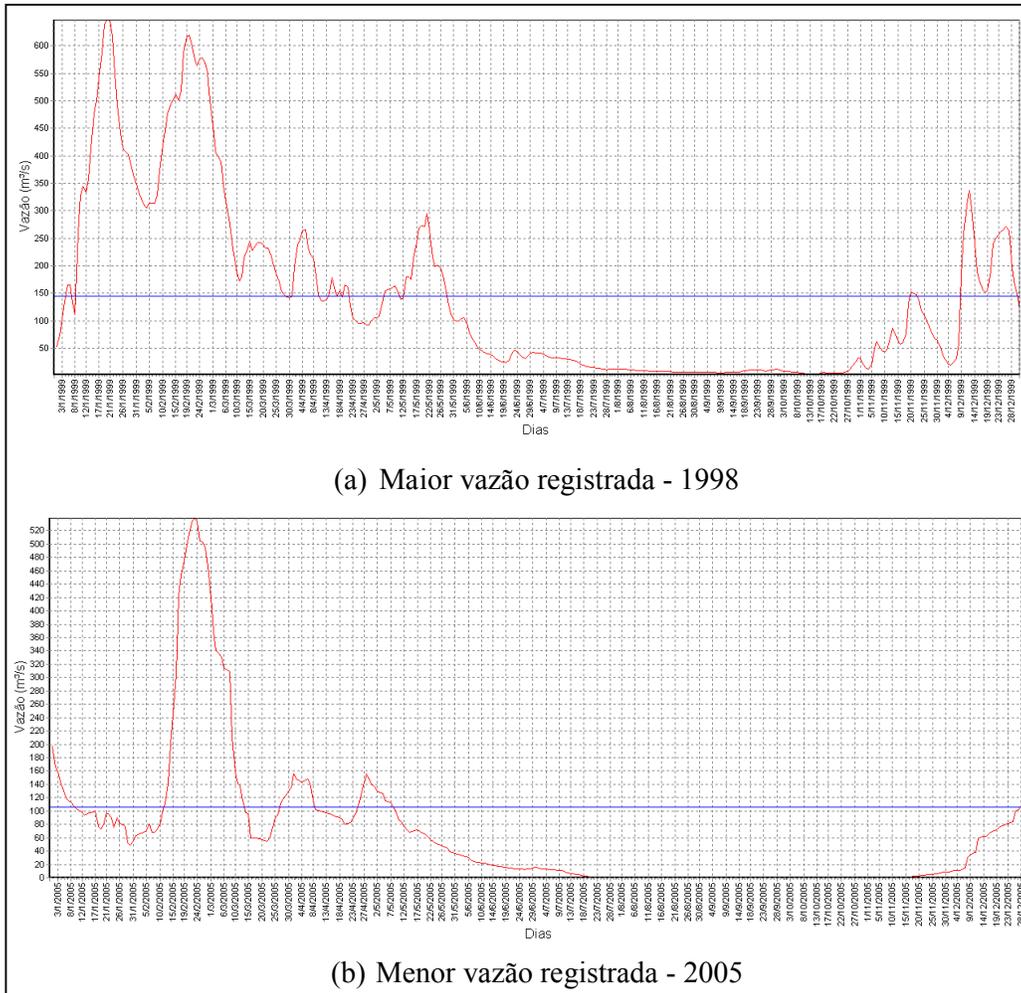


Figura 7 - Exemplos de hidrógrafas da estação fluviométrica Santo Afonso

Tabela 2 - Separação dos escoamentos de base e superficial

Anos	Percentual (%)	
	Escoamento subterrâneo	Escoamento superficial
1998	42,58	57,44
1999	55,58	44,42
2000	Série com muitas falhas	
2001	58,47	41,51
2002	54,04	45,96
2003	63,01	36,97
2004	67,99	32,10
2005*	68,38	31,62
Média	58,58	41,33

* Com falhas na série nos meses de vazante

Observa-se que no ano de 1998 (maior cheia) na bacia do Riozinho do Rola a contribuição do escoamento superficial foi a maior registrada em toda a série histórica (57,44%), devido ao regime pluviométrico, que manteve as vazões diárias acima da média anual por um maior período de tempo. Porém para o ano de 2005 (menor mínima) observa-se que a contribuição do escoamento superficial ficou bem a quem (31,62%), quando comparadas ao outros anos da série.

Como explicação a este comportamento justifica-se devido à má distribuição da chuva ocorrida em 2005, em associação com a baixa capacidade de armazenamento de água no solo e a substituição de floresta por pecuária nas regiões do médio e baixo riozinho tenham contribuído para que o escoamento subterrâneo tenha suplantado o escoamento superficial, fazendo com que o Riozinho do Rola permanecesse com um longo período de tempo, com vazões abaixo da vazão média anual (*linha azul - Figura 7*).

Neste sentido, as precipitações com altas intensidades, no ano de 2005, não foram capazes de recarregar o aquífero subterrâneo, no período de verão (inverno amazônico), refletindo em uma das maiores estiagens sofridas pelo Estado do Acre no período de estiagem.

Por outro lado, para o ano de 1998, houve uma melhor distribuição das precipitações, ocasionando um maior índice de escoamento superficial e, conseqüentemente, uma melhor distribuição das vazões acima da vazão média anual, pois observa-se que neste ano, a recessão da hidrógrafa é menos acentuada (*linha azul - Figura 7*).

É válido ressaltar que a declividade das hidrógrafas é acentuada, devido, sobretudo à concentração das precipitações em um curto intervalo de tempo (caracterizando precipitações de alta intensidade), bem como a ineficiência taxa de armazenamento de água dos solos. Revela-se deste modo, que a precipitação efetiva (precipitação que origina o escoamento superficial) possui uma significativa importância no que tange a flutuação dos picos das hidrógrafas, especialmente em áreas de baixa capacidade de armazenamento de água no solo, como é o caso da bacia hidrográfica do Riozinho do Rola.

4. Considerações finais

Estudos sobre comportamento hidrológico são extremamente complexos e igualmente desafiadores, pois envolvem a análise do comportamento e distribuição de precipitações e vazões. Para isto, utiliza-se como apoio a estatística e observação de

fenômenos extremos, para o ajuste de modelos estatísticos, possibilitando a inferência de cenários futuros, bem como respostas mitigadoras a situações de escassez e excedente hídrico em bacias hidrográficas.

A bacia do Riozinho do Rola, objeto de análise neste trabalho, sofre que expressivas oscilações em suas vazões diárias anuais. Estas oscilações são frutos de um rígido controle climático, onde a significativa variabilidade espacial e temporal das precipitações, aliado à baixa eficiência no armazenamento de água pelo solo.

É necessário que a conservação desta bacia seja realizada, devido à sua importância perante o abastecimento público do município de Rio Branco, fazendo-se necessário um maior aprofundamento nos estudos relacionados sobre o tema, visto que Rio Branco apresenta índices de crescimento populacional.

Desta forma, próximos passos serão objetivados, como por exemplo, um melhor entendimento do comportamento da precipitação média diária anual sobre a bacia, estudos mais detalhados sobre a evapotranspiração da floresta equatorial, detalhamento dos condicionantes geológicos e, por fim, o ajuste de um modelo hidrológico para previsão de cenários futuros com uma maior precisão, associados a modelos globais de mudanças climáticas.

5. Referências bibliográficas

- ANA – Agência Nacional de Águas (2008). *Sistema de Informações Hidrológicas - HidroWeb*. Disponível em: <<http://hidroweb.ana.gov.br>>. Acesso em: 05 Maio 2008.
- CARMO, L. F. Z. e LATUF, M. O. (2008). *Determinação da capacidade de armazenamento de água nos solos do município de Rio Branco/AC*. Belo Horizonte: VII Sinageo. (no prelo).
- DUARTE, A. F. (2005.) *Variabilidade e tendência das chuvas em Rio Branco, Acre, Brasil*. Revista Brasileira de Meteorologia, v.20, n.1, 37-42.
- LATUF, M. O., MARTINEZ, M. A., PRUSKI, F. F., SILVA, D. D. (2007). *Comportamento hidrológico associado as mudanças do uso do solo nas bacias do rio Preto e ribeirão Entre Ribeiros*. XVII Simpósio Brasileiro de Recursos Hídricos, ABRH, São Paulo.
- MENDES, C. A. B. (1991). Gestão de recursos hídricos: bacias dos rios Mundaú e Paraíba. *Revista Sociedade e natureza*. Uberlândia, Ano 3, n.º 5/6, p. 53-58, jan./dez.
- SISCAH. *Sistema Computacional para Análises Hidrológicas*. (2008). Universidade Federal de Viçosa: Viçosa, DEA/GPRH.
- TUCCI, C. E. M. (2005). *Hidrologia: ciência e aplicação*. Porto Alegre: Ed. UFRGS e ABRH, vol. 4.