

## IV-141 - ANÁLISE DA RELAÇÃO ENTRE PRECIPITAÇÃO E VAZÃO NA BACIA DO RIO ARAÇUAÍ, MG.

**Pedro Henrique França Oliveira<sup>(1)</sup>**

Graduando em Engenharia Florestal – UFVJM.

**Cristiano Christofaro**

Biólogo - UFMG. Doutor em Saneamento, Meio Ambiente e Recursos Hídricos (DESA/UFMG). Professor Adjunto DEF/FCA/UFVJM.

**Endereço<sup>(1)</sup>:** Laboratório de Manejo de Bacias Hidrográficas. Depto de Engenharia Florestal/UFVJM – Diamantina/MG. CEP: 39100-000, Brasil. Tel: +55 (38) 9959-9023, e-mail: pedrofranca511@gmail.com.

### RESUMO

A análise de séries históricas de precipitação e vazão permite a obtenção de informações sobre tendências de aumento ou diminuição ao longo do tempo dessas variáveis. A relação entre essas duas variáveis e suas tendências ao longo do tempo permite avaliar e projetar situações de escassez ou abundância dos recursos hídricos. O objetivo deste trabalho foi avaliar a ocorrência de tendências temporais na precipitação e na vazão entre 1995 e 2012 em trecho da Bacia do Rio Araçuaí/MG, bem como a analisar a inter-relação entre os regimes da vazão e precipitação. Análises de correção e testes de tendência temporal (Mann-Kendall) foram aplicados nas séries temporais de precipitação e vazão. Os resultados demonstraram uma forte correlação ( $r = 0,8$ ) entre a vazão e a precipitação, ambas apresentando tendência de redução ao longo do período avaliado. Cenários de escassez de água no trecho do rio Araçuaí já foram percebidos e deve-se ter atenção das autoridades públicas para evitar a seca perene do rio em médio/longo prazo.

**PALAVRAS-CHAVE:** Precipitação, vazão, tendências temporais, escassez hídrica.

### INTRODUÇÃO

A água é um recurso natural com os mais variados usos, sendo indispensável ao desenvolvimento humano. A manutenção deste recurso finito em padrões de quantidade e qualidade adequados para atender aos seus múltiplos usos representa um grande desafio para as sociedades modernas. Esse desafio está relacionado ao fato do regime hidrológico de um rio ser afetado por diversas variáveis, como o uso do solo, variabilidade climática, captações d'água, barragens e mudanças climáticas, entre outros (Brooks *et al.*, 2003; Ferrier e Jenkins, 2009; Santos, Griebeler e Oliveira, 2010).

Além da diversidade de fatores, deve-se considerar ainda as alterações da paisagem ao longo do tempo. Essas alterações, muitas vezes, ocorrem sem o devido planejamento, com impactos negativos nos recursos hídricos. As consequências de tais intervenções incluem a aceleração de processos erosivos, alteração da disponibilidade hídrica e a contaminação dos mananciais por compostos químicos (Ferrier e Jenkins, 2009). Tais condições foram diagnosticadas em trechos específicos da bacia hidrográfica do Rio Araçuaí, no Vale do Jequitinhonha em Minas Gerais. Essa bacia apresenta um dos mais baixos níveis de pluviosidade do estado, com riscos de situações de escassez hídrica (Lanna *et al.*, 2010).

A precipitação consiste na principal fonte de entrada de água nos sistemas hidrológicos (Tucci, 2005). Assim, o conhecimento acerca da distribuição temporal e de possíveis tendências temporais desse processo permite estabelecer projeções futuras de abundância ou escassez dos recursos hídricos. A relação entre precipitação e vazão ocorre de maneira diretamente proporcional, uma vez que precipitação representa o abastecimento de todo o sistema hídrico da bacia. Naturalmente, nem toda água da precipitação chega aos rios, devido às diversas barreiras no solo que impedem ou dificultam a mobilidade da água. Esses fatores estão relacionados com o uso do solo, presença ou não de vegetação, compactação do solo, etc. Entretanto, sendo possível relacionar precipitação com vazão e entendendo as séries temporais dessas variáveis, é possível prever situações de escassez ou abundância de água em médio prazo (Tucci, 2005).

A complexidade das inter-relações entre a chuva e a vazão, bem como a importância desse conhecimento para um manejo adequado de bacias hidrográficas, demonstra a necessidade de se estudar essa inter-relação na bacia do rio Araçuaí. O conhecimento a ser gerado apresenta grande potencial de contribuição para o estabelecimento de medidas que garantam a disponibilidade hídrica para as gerações atuais e futuras, a gestão local e regional dos recursos hídricos (Brooks *et al.*, 2003; Ferrier e Jenkins, 2009).

O objetivo deste trabalho foi avaliar a ocorrência de tendências temporais de precipitação e vazão, entre 1995 e 2012, no trecho alto da Bacia do Rio Araçuaí, bem como a analisar a inter-relação entre os regimes da vazão e da precipitação.

## METODOLOGIA

### Área de estudo

A Bacia Hidrográfica do Rio Araçuaí (Figura 1) situa-se na mesorregião do Vale do Jequitinhonha, entre os paralelos 18° 30' S e 16° 30' S e os meridianos 43° 30' W e 41° 30' W, onde estão municípios como Diamantina e Capelinha. Abrangendo um total de 25 sedes municipais e apresentando uma área de drenagem de 16.273 km<sup>2</sup>, a bacia possui uma população estimada de 311.000 habitantes (Instituto Mineiro de Gestão das Águas). A bacia foi delimitada a partir de imagens SRTM (EMBRAPA, 2005), considerando como exutório a estação fluviométrica código 54230000, localizada em Carbonita-MG.

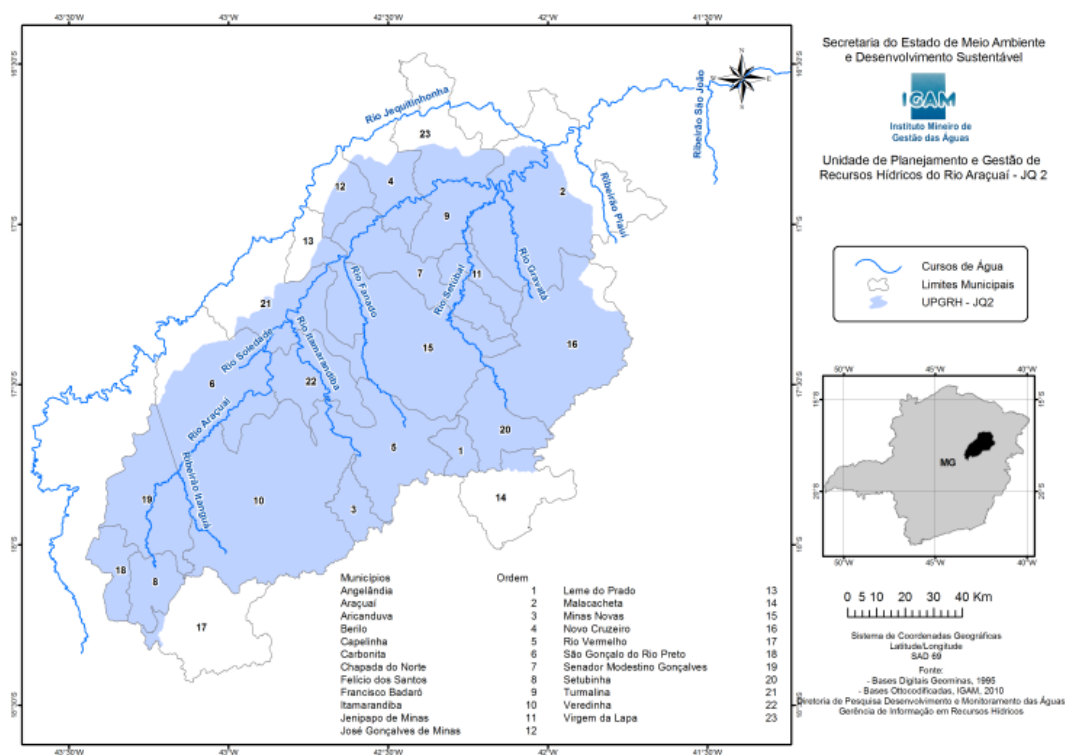


Figura 1 – Bacia do Rio Araçuaí.

## Análises

### Precipitação

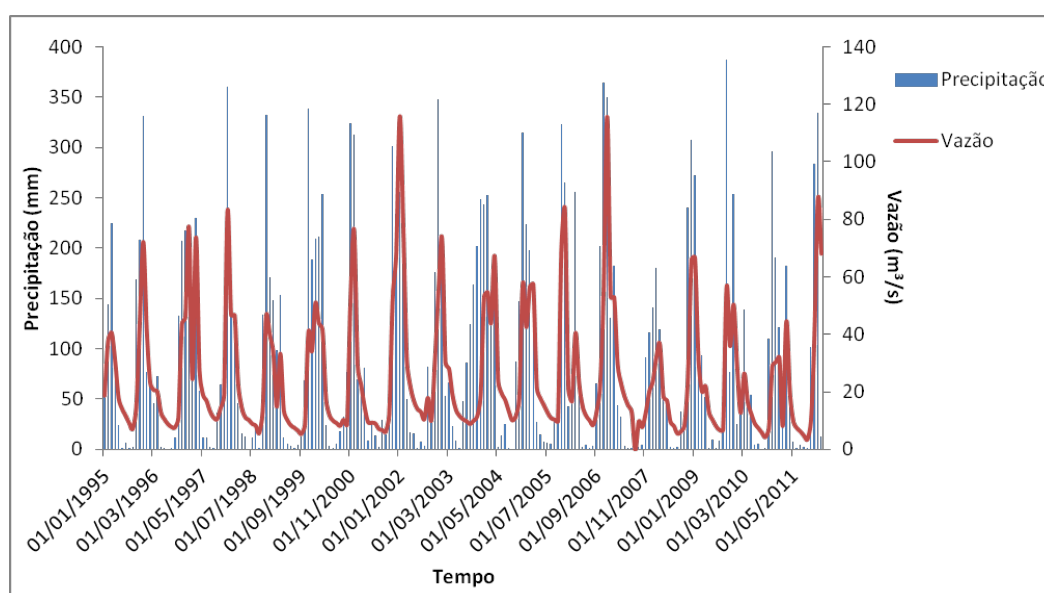
Para estimar a precipitação na bacia, foram considerados dados mensais, entre 1995 e 2012, de estações meteorológicas do INMET localizadas nas cidades de Carbonita (código 83485), Diamantina (83538) e Itamarandiba (83488), todas em Minas Gerais. Os dados de cada estação foram considerados de maneira ponderada, pelo método dos Polígonos de Thiessen. A distribuição temporal da precipitação foi caracterizada graficamente, sendo aplicado o teste de Mann-Kendall para testar a ocorrência de tendência monótona na série temporal.

## Vazão

Dados mensais de vazão foram obtidos na estação de Carbonita (código 54230000) (ANA, 2014). As falhas na série temporal foram completadas pela função “fillmiss”, do Programa R, que utiliza os demais dados da série para estimar o valor faltante mais provável. A caracterização temporal da vazão foi feita graficamente e pelo uso do teste de Mann-Kendall para verificação de tendências monótonas. A interação entre a vazão e a precipitação na área de interesse foi efetuada por meio de testes de correlação e regressão linear entre as variáveis.

## RESULTADOS

Na figura 2 é possível perceber que a região apresenta períodos bem definidos em relação à precipitação, com uma estação chuvosa e outra seca. No período seco, a precipitação diminui consideravelmente de forma a comprometer a quantidade de água no rio. Alguns meses não tiveram precipitação, o que levou à completa seca do rio no ano de 2007.

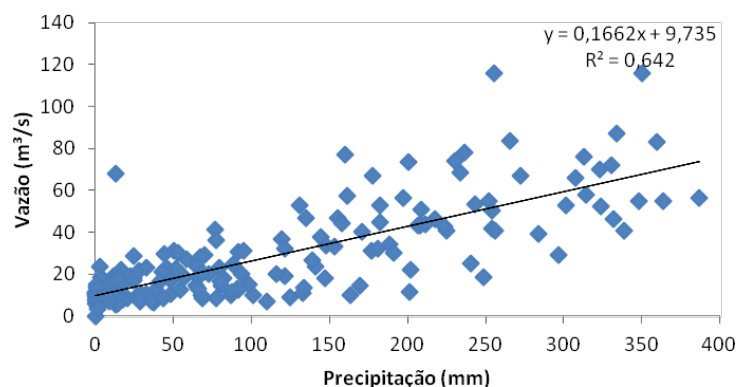


**Figura 2 – Vazão e precipitação em trecho da bacia do rio Araçuai/MG.**

Os resultados do teste de Mann-Kendall indicaram que a precipitação e a vazão apresentaram tendência negativa (redução) significativa no período considerado ( $\tau = -0,212$  e  $-0,163$ , respectivamente, com  $p < 0,05$  em ambas). Uma vez que alterações no uso do solo também podem contribuir para redução na vazão, não se pode inferir que a diminuição da vazão ocorreu exclusivamente devido à diminuição da precipitação. Contudo, a tendência de redução na precipitação é um fator importante a se considerar na explicação da tendência de redução da vazão na região.

A relação entre precipitação e vazão também pode ser percebida na Figura 2. Nota-se uma relação diretamente proporcional entre precipitação e vazão, ou seja, períodos com aumento da precipitação também apresentaram aumento na vazão. Visualmente, essa relação não se manteve na mesma proporção em todo o período de estudo e isso indica que outros fatores podem estar influenciando a parcela da precipitação que é convertida em vazão do curso d'água. Esses fatores provavelmente estão relacionados a alterações na cobertura do solo no entorno da bacia, que interferem diretamente na drenagem, escoamento superficial, evapotranspiração e outros processos que facilitam ou dificultam a mobilidade da água.

O coeficiente de correlação entre as duas variáveis foi de  $r = 0,80$  (Figura 3). O sinal positivo indica que as variáveis são diretamente relacionadas e o valor absoluto encontrado sugere uma correlação forte entre ambas. Esse valor foi maior ao encontrado por Schmidt e Mattos (2013) para bacia hidrográfica do estado da Paraíba ( $r = 0,78$ ) e também foi maior ao encontrado por Limberger e Silva (2012) para bacias na região amazônica ( $r = 0,65$ ).



**Figura 3 – Relação entre precipitação e vazão em trecho da bacia do Alto Araçuaí/MG.**

O coeficiente de determinação ( $R^2$ ) encontrado no modelo linear indica que 64% da variação da vazão pode ser explicada pela variação na precipitação (Figura 3). São necessários mais estudos para inferir sobre quais variáveis explicariam os demais 36% de variação.

## CONCLUSÕES

No período considerado, tanto a precipitação quanto a vazão apresentaram tendência à diminuição no trecho estudado da bacia do rio Araçuaí/MG. A precipitação e a vazão apresentaram forte correlação direta ( $r = 0,8$ ), sendo que uma parcela expressiva da variação da vazão é explicada pela variação da precipitação na região (64%).

Percebe-se existe uma tendência de aumento na escassez hídrica na região, com tendência de redução na precipitação e, conseqüentemente, na vazão do curso d'água principal. Uma vez que cenários de escassez de água no trecho do rio Araçuaí já foram percebidos, deve-se ter atenção das autoridades públicas para evitar a seca perene do rio em médio/longo prazo.

Estudos complementares são necessários para avaliar como eventuais alterações no uso e ocupação do solo estariam interferindo na vazão do rio Araçuaí.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS (Brasil) (ANA). HidroWeb: sistemas de informações hidrológicas. Disponível em: <<http://hidroweb.ana.gov.br/HidroWeb>>. Acesso em 16 de janeiro de 2013.
2. BROOKS, K. N. *et al.* Hydrology and the Management of Watersheds. 3<sup>rd</sup> Edition ed. [s.l.] Wiley-Blackwell, 2003.
3. FERRIER, R.; JENKINS, A. Handbook of Catchment Management. [s.l.] John Wiley & Sons, 2009.
4. LIMBERGER, L.; SILVA, M. E. S. Precipitação e vazão mensal na Amazônia. Revista Geonorte, edição especial 2, v. 1, n° 5, p. 719-728, 2012.
5. MIRANDA, E. E. de; (Coord.). Brasil em Relevo. Campinas: Embrapa Monitoramento por Satélite, 2005. Disponível em: <<http://www.relevobr.cnpm.embrapa.br>>. Acesso em: 29 de jul. 2013.
6. SANTOS, E. H. M. DOS; CRIEBELER, N. P.; OLIVEIRA, L. F. C. DE. Relationship between land use and hydrological behavior in the “Ribeirão João Leite” watershed, Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental, v. 14, n. 8, p. 826-834, jan. 2010.
7. SANTOS, R. S. DOS *et al.* Homogeneity of climatological series in Minas Gerais. Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental, v. 16, n. 12, p. 1338-1345, dez. 2012.
8. SCHMIDT, D. M.; MATTOS, A. Dinâmica dos regimes de precipitação e vazão da bacia hidrográfica do Alto Piranhas-Açu / PB. Sociedade e Território, Natal, v. 25, n° 2, edição especial, p. 67-77, jul./dez. 2013.
9. TUCCI, C. E. M. Modelos hidrológicos. [s.l.] Editora da UFRGS, 2005.