



XXII SÍMPOSIO BRASILEIRO DE RECURSOS HÍDRICOS

26 de novembro a 01 de dezembro de 2017

Florianópolis- SC

ALTERAÇÕES HIDROLÓGICAS NO REGIME DE VAZÕES DA BACIA DO RIO GRANDE - BAHIA

Arthur Kolling Neto ^{1*} & Samara Fernanda da Silva²

Resumo – O regime natural de vazões dos rios apresenta comportamentos intra e interanual variados, modelando-se com as modificações no uso e ocupação do solo, variações climáticas, exploração das águas superficiais e subterrâneas, gerando consequências ecológicas, econômicas e sociais de difícil mensuração. Assim, o objetivo desse trabalho é avaliar o comportamento do regime das vazões da bacia do Rio Grande, afluente do Rio São Francisco, localizado inteiramente no estado da Bahia. Para isso, foi selecionada a estação fluviométrica de Boqueirão (4690200) e realizada a avaliação das alterações hidrológicas, por meio do *software* IHA (*Indicators of Hydrologic Alteration*). Os resultados demonstraram que houve redução das vazões de permanência (Q_{90}), das mínimas e máximas de 90 dias, aumento da duração e frequência das vazões extremamente baixas e redução dos pulsos de vazões altas.

Palavras-Chave – Bacia do Rio Grande; alterações hidrológicas; avaliação.

HYDROLOGICAL CHANGES IN THE FLOOD REGIME OF THE RIO GRANDE BASIN - BAHIA

Abstract – The natural flow regime of the rivers presents varied intra and interannual behaviors, modeling with the changes in the use and occupation of the soil, climatic variations, exploitation of surface and underground waters, generating ecological, economic and social consequences difficult to measure. Thus, the objective of this work is to evaluate the behavior of the flow regime of the Rio Grande basin, a tributary of the São Francisco River, located entirely in the state of Bahia. For this purpose, the fluvial station of Boqueirão (4690200) was selected and the hydrological alterations were evaluated through the IHA (*Indicators of Hydrologic Alteration*) software. The results showed that there was a reduction of the permanence flows (Q_{90}), of the minimum and maximum of 90 days, increase in the duration and frequency of the extremely low flows and reduction of the pulses of high flows.

Keywords – Rio Grande basin; hydrological changes; evaluation.

¹ Graduando em Engenharia Sanitária e Ambiental. Centro das Ciências Exatas e das Tecnologias, Universidade Federal do Oeste da Bahia/UFOB; arthur.kolling@hotmail.com;

² Professora Assistente do Centro das Ciências Exatas e das Tecnologias da Universidade Federal do Oeste da Bahia/UFOB; samara.silva@ufob.edu.br



XXII SÍMPOSIO BRASILEIRO DE RECURSOS HÍDRICOS

26 de novembro a 01 de dezembro de 2017

Florianópolis- SC

INTRODUÇÃO

O regime natural de vazões de um rio apresenta um comportamento variado ao longo do ano, sendo caracterizado por períodos de seca, cheia e oscilações interanuais (LIMA *et al.*, 2015). Todavia, com a intensificação e expansão da atividade econômica ocorre o aumento da dependência para com os recursos hídricos, principalmente em regiões áridas e com grande variabilidade anual no ciclo, e ao intervir no meio natural o homem interfere nos processos do ciclo hidrológico (TUNDISI, 2003; TONELLO, 2005).

No estado da Bahia, a bacia hidrográfica do Rio Grande passou por transformações significativas quanto ao uso e ocupação do solo, tendo seu início a partir da década 70, sucessivamente, com a expansão agropecuária e, conseqüentemente, a intensificação das atividades com a terra. Esses fatores culminaram na intensificação do uso das águas do Rio Grande, tanto as superficiais quanto as subterrâneas (MENDONÇA, 2006).

Como afirmou Gonçalves *et al.* (2016), nos períodos de estiagem, a vazão do Rio Grande é alimentada fundamentalmente pelo escoamento subterrâneo do Sistema Aquífero Urucuia (SAU). Tais autores observaram que a taxa de redução do fluxo de base vem sendo mais acentuada que a taxa de queda pluviométrica, o que evidencia a influência de outros fatores responsáveis pela queda do fluxo de base do Rio Grande ao longo do tempo. Nesse mesmo sentido, Brandolff (2016) também constatou que há uma tendência de decaimento das vazões superficiais no decorrer dos anos, a partir da análise das séries históricas da bacia do Rio Grande.

Desse modo, o objetivo do presente trabalho é avaliar o comportamento do regime das vazões da bacia do Rio Grande, no estado da Bahia.

MATERIAL E MÉTODOS

A bacia do Rio Grande localiza-se no estado da Bahia (Figura 1), correspondendo a 13,2% da área deste Estado, possui os limites geográficos, ao Norte, com o Estado do Piauí, ao Sul, com a bacia do Rio Corrente; a Oeste, com os estados de Goiás e Tocantins; e a Leste, com as bacias da calha do médio São Francisco (PEREIRA *et al.*, 2007 MOREIRA & SILVA, 2010).

A Figura 1 apresenta o mapa de localização da bacia do Rio Grande no estado da Bahia, sua hidrografia e localização da estação fluviométrica utilizada.

XXII SÍMPOSIO BRASILEIRO DE RECURSOS HÍDRICOS
26 de novembro a 01 de dezembro de 2017
Florianópolis- SC

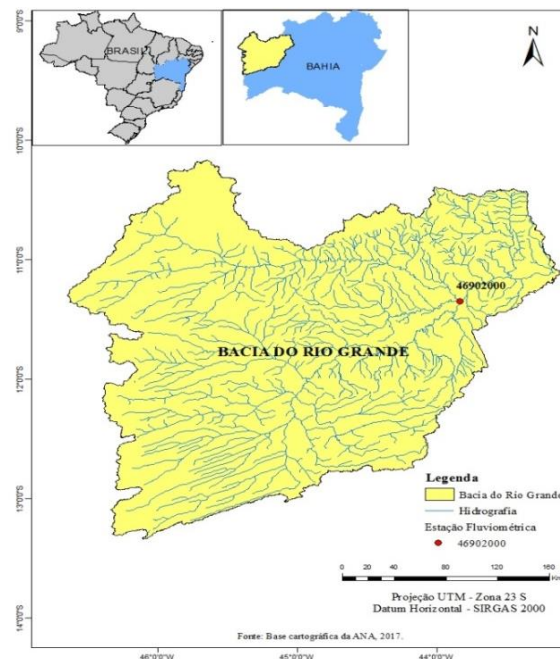


Figura 1- Mapa de localização da Bacia do Rio Grande e a estação fluviométrica Boqueirão (46902000).

O estudo foi realizado com base na obtenção dos dados das observações diárias de vazão disponíveis no Sistema de Informações Hidrológicas – HIDROWEB, de responsabilidade da Agência Nacional de Águas (ANA, 2017). A seleção da estação fluviométrica Boqueirão (46902000), foi selecionada para realizar o presente estudo devido a sua representatividade e qualidade dos dados medidos, sendo a estação mais próxima a sua foz, portanto, traz consigo os reflexos das interferências ocorridas em toda a bacia.

Para avaliação das alterações hidrológicas do Rio Grande na estação selecionada, aplicou-se *software* IHA (*Indicators of Hydrologic Alteration*). Utilizou-se a série histórica do período de 01/10/1972 a 30/09/2012, com 1992 sendo o “ano de impacto”, pois a década de 90 foi aquela em que ocorreu intensas modificações no uso e ocupação do solo (HAESBAERT, 1997 *apud* PASSOS *et al.*, 2010) na precipitação, vazões superficiais e vazões subterrâneas (GONÇALVES *et al.*, 2016).

A partir da definição do “ano do impacto” e, conseqüentemente, dos períodos de análise 1972 a 1991 (pré-impactos) e de 1992 a 2012 (pós-impactos), utilizou-se o *software* IHA para analisar o comportamento das vazões destes dois períodos quanto, especialmente, às curvas de permanência, magnitude e frequências das vazões mínimas e máximas.

O IHA foi aplicado considerando a análise não paramétrica, visto que as séries de vazões utilizadas não apresentaram distribuição Normal, quando submetidas ao teste de normalidade por meio do método *Kolmogorov-Smirnov*.

XXII SÍMPOSIO BRASILEIRO DE RECURSOS HÍDRICOS

26 de novembro a 01 de dezembro de 2017

Florianópolis- SC

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Observa-se intensificação da ocorrência de vazões extremamente baixas, inclusive sendo observado em quase todos os anos a partir de 1992 (período pós-impacto). Houve também redução da magnitude dos pulsos de altas vazões, bem como a redução dos picos pequenas inundações. Quanto as grandes inundações, foram registradas apenas no período de pré-impacto.

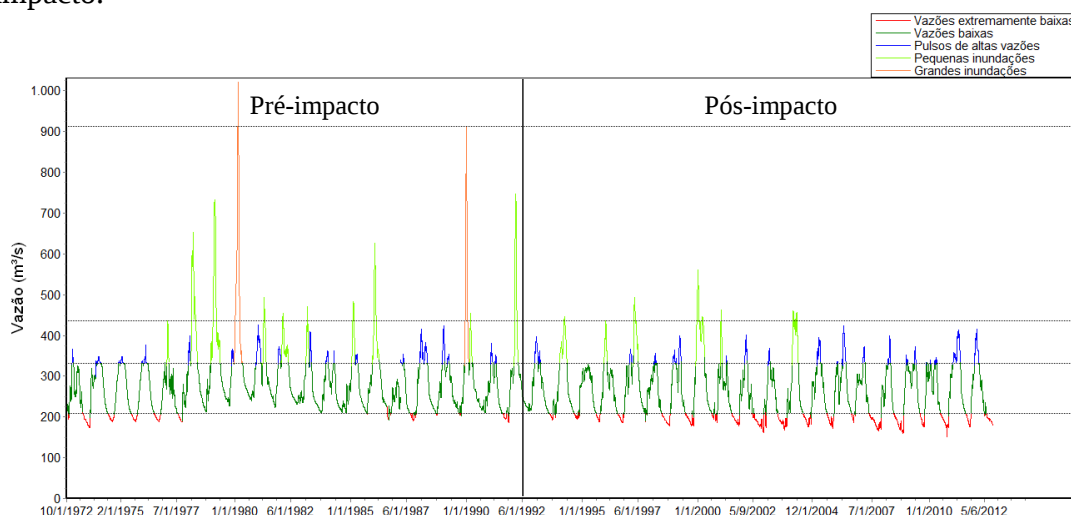


Figura 2 – Componentes da vazão ambiental (EFC)

No período de pós-impacto foram observadas que as magnitudes das vazões das permanências foram inferiores aquelas observadas no período pré-impacto (Figura 3). A vazão definida pela Q_{90} – vazão de referência para definição das vazões outorgadas - no período pré-impacto foi de 209 m^3/s , enquanto no após o impacto foi de 188 m^3/s , portanto uma redução de cerca de 10%.

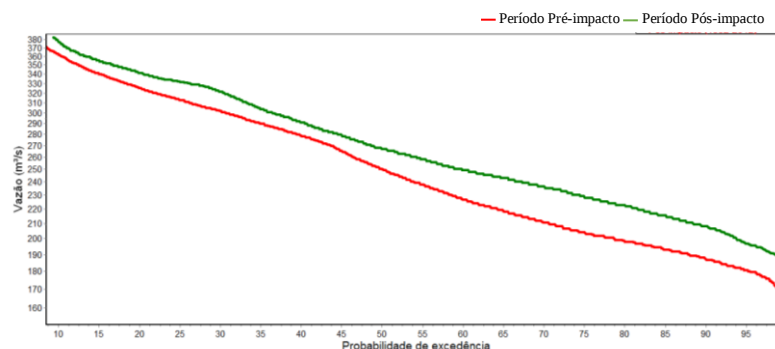


Figura 3 - Curvas de permanência das vazões.

XXII SÍMPOSIO BRASILEIRO DE RECURSOS HÍDRICOS

26 de novembro a 01 de dezembro de 2017

Florianópolis- SC

Diante do aumento do número de concessões outorgas no decorrer dos anos e da defasagem aos dados disponibilizados pela falta de controle das captações superficiais e subterrâneas, a exploração dos recursos hídricos, principalmente no período de estiagem, impacta diretamente nas variáveis de picos, duração e frequência das vazões baixas e extremamente baixas.

Todos os valores das medianas das vazões máximas e mínimas (1, 3, 7, 30 e 90) reduziram do período pré-impacto para pós-impacto. Houve redução dos três quartis das vazões mínimas de 90 dias (Figura 4) sendo a maior no 3º quartil com redução de 13%.

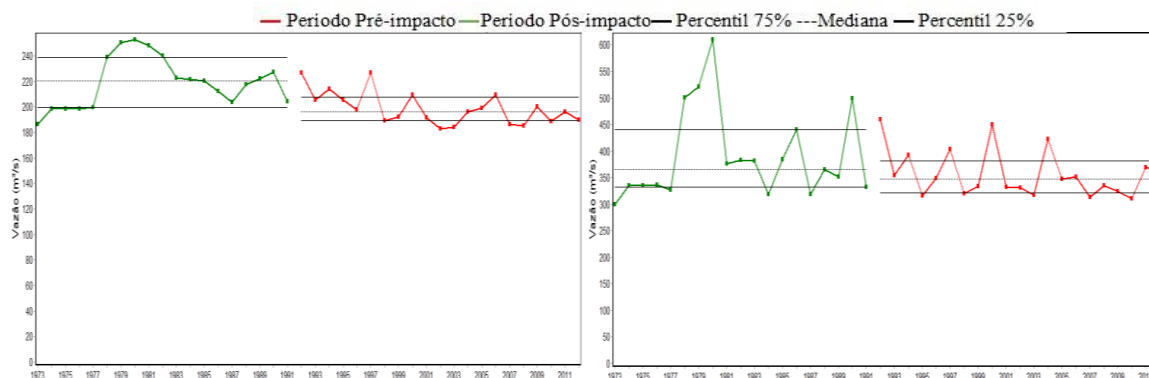


Figura 4 - Vazão mínima de noventa dias.

Figura 5 - Vazão máxima de noventa dias.

As vazões máximas de 90 dias (Figura 5) tiveram valores dos 1º quartis e medianas próximos, com redução em 3% e 5%, respectivamente. Também foi observada redução de 14% no valor do 3º quartil, passando de 441 m³/s (pré-impacto) para 381 m³/s (pós-impacto).

Nota-se que a duração das vazões extremamente baixas aumentou após o período de pós-impacto, não sendo observado no período pré-impacto registros de vazões extremamente baixas entre os anos 1977 e 1985.

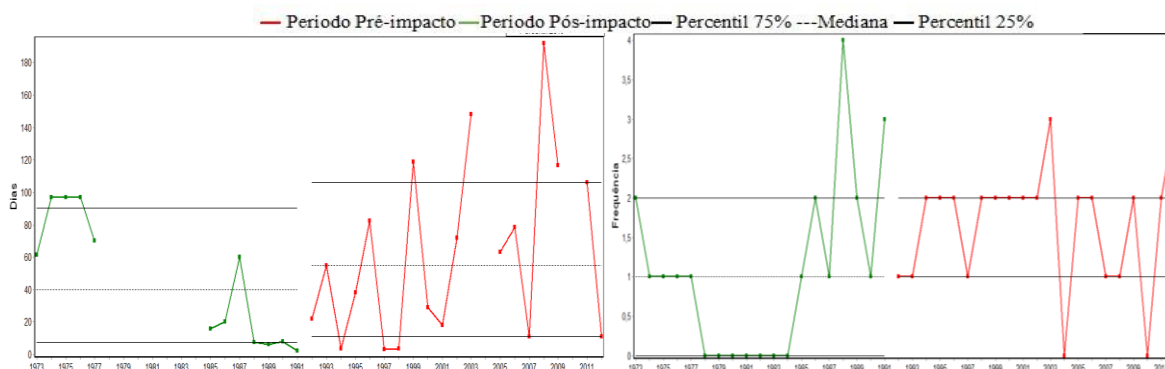


Figura 6 - Duração das vazões extremamente baixas.

Figura 7 - Frequência das vazões extremamente baixas.

XXII SÍMPOSIO BRASILEIRO DE RECURSOS HÍDRICOS

26 de novembro a 01 de dezembro de 2017

Florianópolis- SC

Observou-se no período pós-impacto aumento da frequência de vazões extremamente baixas, enquanto no período pré-impacto houve somente 5 anos em que foram registradas ocorrências de frequência igual ou superior a 2, no período pós-impacto houve 14 ocorrências desta condição (Figura 7).

No período pré-impacto (Figura 8), a quantidade de dias dos pulsos de altas vazões manteve comportamento decrescente, enquanto que o período pós-impacto apresentou comportamento oscilatório. O valor da mediana mudou de 43 para 30 dias e o 1º quartil (percentil de 25%) de 26 para 8 dias.

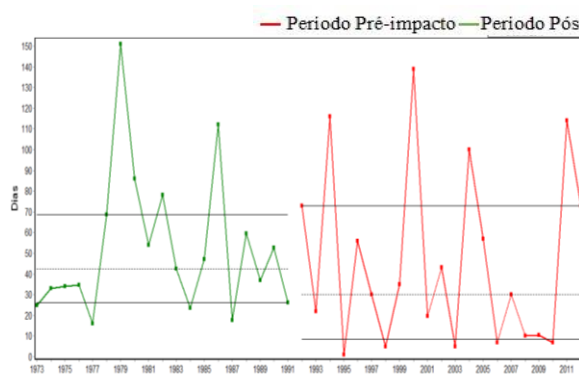


Figura 8 - Duração dos pulsos altos de vazão.

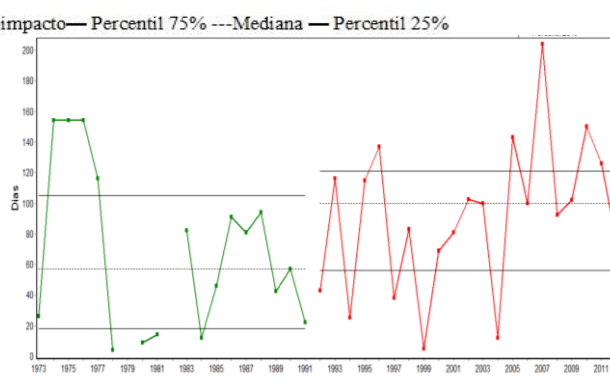


Figura 9 - Duração dos pulsos baixos de vazão.

Percebe-se que a duração dos baixos pulsos de vazão teve alterações ao longo dos anos (Figura 9) e, de modo geral, os valores mínimos, máximos e dos percentis elevaram no período pós-impacto.

De acordo com os parâmetros dos componentes de vazão ambiental entre os meses de março a agosto as vazões baixas apresentaram as maiores reduções percentuais nas medianas. Uma vez que esse período é caracterizado como de tempo seco, subentende-se que essas reduções podem estar relacionadas com as captações subterrâneas e superficiais, pois as precipitações (escoamento superficial direto) não exercem influência direta sobre o regime de vazões desses meses. Acerca das pequenas inundações, nota-se que houve redução dos picos em 4% e aumento da duração 42%.

Os impactos ecológicos decorrentes da redução da magnitude das baixas vazões, como consta nas Figuras (2, 6 e 7), foram descritos por Poff *et al.* (1997) e TNC (2009) como capazes de gerar secas em áreas de inundação temporária, fornecer oportunidades de habitat disponível para os novos organismos aquáticos, permitir o acesso por predadores aos locais de nidificação, bem como alterar a disponibilidade e confiabilidade do fornecimento de água para animais terrestres e influenciar na temperatura, níveis de oxigênio e fotossíntese na coluna de água.

O aumento da duração e frequência das vazões extremamente baixas na bacia do Rio Grande pode acarretar na disputa por sua utilização, especialmente no período seco, uma vez



XXII SÍMPOSIO BRASILEIRO DE RECURSOS HÍDRICOS

26 de novembro a 01 de dezembro de 2017

Florianópolis- SC

que há aumento na demanda para os mais diversos usos, dentre eles abastecimento humano, animal, industrial, expansão das áreas irrigação, diluição dos efluentes urbanos e industriais.

Assim, de modo a não prejudicar a vida do povo ribeirinho, dos pescadores artesanais, dos povos indígenas, das comunidades quilombolas e demais usuários é necessário promover maior rigor no controle quanto à extração de água subterrânea e superficial (fator potencial na região), visto que é um dos agravantes que se propagaram ao longo dos anos sem a devida fiscalização, e que vinculado à problemática de uso e ocupação do solo e às variações climáticas influenciam negativamente no regime hidrológico.

A redução das vazões também impacta diretamente a qualidade e capacidade de diluição do corpo receptor. Além dos riscos ambientais trazidos, com a degradação da qualidade das águas, atinge o setor econômico e social no que tange aos processos de tratamento e recuperação da água, que são onerosos e com tempo de retorno prolongado, e na interferência de toda a comunidade ribeirinha que tem no rio a sua principal forma de subsistência.

O uso e ocupação do solo (principalmente, a urbanização e a retirada da cobertura vegetal para as atividades agropecuárias) tem sua parcela de contribuição para a redução da qualidade e capacidade de diluição do corpo hídrico, intensificando o processo de assoreamento.

A exploração exacerbada do aquífero Urucua – apontado por Gonçalves *et al.* (2016) como um dos principais mantenedores da vazão mínima ou de estiagem da bacia do Rio Grande – as extrações superficiais podem ser responsáveis pelos resultados obtidos no período de pós-impacto, em que as vazões extremamente baixas tiveram maior duração e frequência recorrente. Acrescenta-se as possíveis alterações no regime das chuvas ocorridas ao longo dos últimos anos e as modificações do uso e ocupação do solo na bacia.

CONCLUSÃO

As principais alterações nas vazões da bacia do Rio Grande, ocorridas nos últimos anos, foram caracterizadas pela redução da magnitude, frequência e duração das vazões extremamente baixas, diminuição nas vazões baixas, principalmente no período seco (vazões mínimas), assim como, nas vazões máximas. Também houve redução da vazão de permanência de 90% e da magnitude e duração dos pulsos altos de vazão.

REFERÊNCIAS

ANA, Agência Nacional de Águas. HidroWeb: *Sistema de Informações Hidrológicas*. Disponível em: <hidroweb.ana.gov.br>. Acesso em março de 2017.



XXII SÍMPOSIO BRASILEIRO DE RECURSOS HÍDRICOS

26 de novembro a 01 de dezembro de 2017

Florianópolis- SC

BRANDOLFF, Rhaiane de Santana (2016). Séries temporais hidrológicas de vazão da bacia do Rio Grande – Bahia./ Rhaiane de Santana Brandolff.

GONÇALVES, R. D.; ENGELBRECHT, B. Z.; CHANG, H. K. (2016). Análise hidrológica de séries históricas da Bacia do Rio Grande (BA): contribuição do Sistema Aquífero Urucuiá. *Águas Subterrâneas*, V. 30, n. 2, p. 190-208.

LIMA, C. H. P.; GENZ, F.; LUZ, L. D.; FONTES, A. S.; OLIVEIRA-Esquerre K. P. (2015). Avaliação da influência da mudança de variáveis de projeto de barragens sobre as alterações hidrológicas e componentes do regime de vazão natural. *Revista Brasileira de Recursos Hídricos. Versão On-line* ISSN 2318-0331. RBRH vol. 20 n°.3 Porto Alegre jul./set.

MENDONÇA, J.O.O. (2006). Potencial crescimento da produção de grãos do Oeste da Bahia. *Bahia Agrícola*, 7(2), pp. 38-46.

MOREIRA, M. C.; SILVA, D.D. (2010). Atlas Hidrológico da Bacia Hidrográfica do Rio Grande. *Santa Cruz do Sul: Gazeta Santa Cruz*, 41p.

PASSOS, A. LO; ROCHA, S. S.; HADLICH, G. M. (2010). *Evolução do uso do solo e agronegócio na região oeste do estado da Bahia*.

PEREIRA, S. B; PRUSKI, F. F; SILVA, D. D. da; RAMOS, M. M. (2007). Estudo do comportamento hidrológico do rio São Francisco e seus principais afluentes. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, v. 11, n. 6, p. 615-622.

POFF, N.L.; ALLAN, J.D.; BAIN, M.B.; KARR, J.R.; PRESTEGAARD, K.L.; RICHTER, B.D.; SPARKS, R.E.; STROMBERG, J.C. (1997). The natural flow regime: a paradigm for river conservation and restoration. *Bioscience*. v. 47, n. 11, p. 769–784.

TNC, THE NATURE CONSERVANCY (2009). *Indicators of Hydrologic Alteration Version 7.1 User's Manual*. Disponível em: <https://www.conservationgateway.org>. Acesso em 29/03/2017.

TONELLO, K.C. (2005). Análise hidroambiental da bacia hidrográfica da cachoeira das Pombas, Guanhões, MG. 2005. 69p. Tese (Doutorado em Ciências Florestal) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa.

TUNDISI, J. G. (2003). Ciclo hidrológico e Gerenciamento Integrado. *Gestão das Águas*, v. 55, n. 4, p. 31–33.