

# ESTIMATIVA DA VAZÃO MÍNIMA PARA O RIO MUCURI

## PELO MÉTODO Q<sub>7,10</sub>

Brennda Heloar Dias Rocha<sup>1</sup>; Carlos Henrique Alexandrino<sup>1</sup>;  
Denise Passos Ferreira Moreira<sup>2</sup>; Gleyson Alves Pereira<sup>3</sup> & Keila Teixeira Azevedo<sup>4</sup>

**Resumo:** *Devido à preocupação com que poderá acontecer com rio Mucuri dentre alguns anos, este trabalho foi elaborado com o intuito de calcular a vazão mínima ecológica deste rio, uma vez que a obtenção da estimativa desta vazão auxiliará a encontrar soluções viáveis para que o rio se encontre em condições mínimas para que continue se mantendo, estimando ainda sua capacidade de supri-se. Portanto, este trabalho objetiva descobrir quanto tempo de vida resta ao rio Mucuri, afinal o mesmo possui uma grande capacidade de abastecimento da região do Vale do Mucuri, localizado ao leste do estado de Minas Gerais. Obteve-se os resultados desejados utilizando o Sistema Computacional para Análises Hidrológicas (SisCAH), o mesmo facilitou os cálculos e construção dos gráficos utilizando a distribuição de Logpearson III.*

**Palavras-Chave:** *Vazão Mínima, rio Mucuri, hidrológico.*

**Abstract:** *Because of the concern about what might happen to Mucuri River in a few years, this work was done in order to calculate the minimum ecological flow of the river, since obtaining the estimate of this flow will help finding workable solutions so that the river is in the minimum conditions to continue if keeping, yet estimating their ability to supply itself. Therefore, this study aims to find out how much time remains for the Mucuri River life, after all it has a great capacity to supply the Mucuri Valley region, located at the east of Minas Gerais. The results were obtained using Computational Analysis System for Hydrology (SisCAH), This system helped in calculation and facilitated the construction of graphics using the distribution Logpearson III.*

**Keywords:** *Minimum Flow Rate, Mucuri river, hydrological..*

## 1. INTRODUÇÃO

De acordo Moraes e Jordão (2002), os problemas observados nas bacias hidrográficas como a utilização desapropriada de seus recursos, principalmente por famílias ribeirinhas e indústrias, acabam ocasionando grandes impactos sobre o meio ambiente, sendo que o uso correto da água é um desafio que o mundo vem enfrentado, boa parte da população já começa enxergar essa situação, porém deve haver uma maior conscientização ambiental da mesma.

Essa utilização desapropriada dos recursos hídricos pode gerar o assoreamento de rios, o que é muito comum na região dos Vales do Mucuri e Jequitinhonha, o cálculo da vazão mínima vem

como alerta para o assoreamento em rios. Logo, a vazão mínima conforme é apresentado por Genz et al. (2008) é de suma importância para os períodos de seca, onde a precipitação da água possui uma menor intensidade o que pode acarretar problemas relacionados ao abastecimento de água urbano e de pequenas centrais hidrelétricas.

No presente trabalho serão adotadas metodologias hidrológicas para o cálculo de vazões mínimas. Dentre os métodos existentes na mesma foram selecionados os seguintes: Método  $Q_{7,10}$  (Chiang e Jonhson, 1976), Método de Lyons (Barry W. Lyons, 1979) e Método de Utah (Geer, 1980), todos tiveram como critério séries históricas de vazões, necessárias para seu desenvolvimento, tomando em conta que serão a partir das mesmas a realização dos cálculos. Todos os métodos citados serão explicitados, porém será utilizado o método de Método  $Q_{7,10}$  (Chiang e Jonhson, 1976), o qual melhor se aplica para determinação da vazão ecológica e que melhor se adapta ao estado de Minas Gerais.

Portanto, esse trabalho tem como objetivo calcular a vazão mínima ecológica do rio Mucuri através das séries históricas de vazões, coletadas pela ANA (Agência Nacional de Águas), conseqüentemente fornecendo subsídios para a construção de uma base de dados hidrológicos para estimar a duração desse ecossistema.

## **2. REVISÃO LITERÁRIA**

De acordo com a Lei 9.433, de 08 de janeiro de 1997, que institui a Política Nacional de Recursos Hídricos, "A gestão dos recursos hídricos deve sempre proporcionar o uso múltiplo das águas", tais usos múltiplos como navegação, abastecimento humano, hidroeletricidade, irrigação, controle de cheia, abastecimento industrial, recreação e turismo, e pesca e agricultura, porém com sua utilização imprópria e em excesso ela não conseguirá atender a tantos requisitos. O problema em questão neste trabalho está justamente dentro dessas questões discutidas, o uso indevido da água está relacionado ao assoreamento dos rios, a falta de água no planeta sempre será um desafio a ser enfrentado.

### **2.1 Conceitos de vazão mínima ecológica**

De acordo com o Ministério do Meio Ambiente (MMA) (2010) vazão mínima é definida como "vazão que assegura a qualidade e quantidade de água, no tempo e no espaço, necessárias para manter os componentes, as funções e os processos dos ecossistemas aquáticos", por esse motivo a mesma é de suma importância.

A vazão mínima ecológica seria a quantidade necessária de água a manter um rio, certificando sua manutenção e conservação dos ecossistemas aquáticos naturais.

Com a preocupação do que poderia acontecer com rio Mucuri daqui alguns anos, este trabalho foi realizado com o intuito de determinar a vida útil deste rio. A vazão mínima ecológica seria uma maneira para solucionar o problema em questão, não contra o assoreamento do rio, mas encontrar alternativas viáveis para a utilização da água, dependendo dos resultados encontrados.

A partir dos dados hidrológicos coletados pela ANA, será calculada a vazão mínima ecológica do rio Mucuri, localizado ao leste do estado de Minas Gerais, para realizar este cálculo utilizaremos o método de Método  $Q_{7, 10}$  (Chiang e Jonhson, 1976), que utiliza dados hidrológicos (séries históricas de vazões naturais), que se aplica a concessão de outorga de água para o estado de Minas Gerais e determinação da vazão ecológica, por esse motivo foi o método escolhido, assegurando o objetivo do presente trabalho.

## **2.2 Métodos disponíveis**

Segundo Benetti et al (2003) as metodologias usadas para o cálculo de vazões mínimas são subdivididas em seis categorias a primeira sendo métodos hidrológicos, seguida pelos métodos de classificação hidráulica, métodos utilizando regressões múltiplas, métodos de classificação de habitats, métodos holísticos e métodos informais. São muitos os métodos disponíveis para o cálculo de vazões, porém os métodos hidrológicos são os que melhor se encaixam dentro do objetivo do trabalho. Os métodos hidrológicos utilizam series históricas de vazões diárias ou mensais para determinar a vazão ecológica.

Dentro desta categoria de métodos hidrológicos se encaixam os seguintes métodos: método de Utah (Geer, 1980) também é utilizado e apropriado para os cálculos de vazões mínimas ecológicas, porém não existem evidências que comprovem sua eficiência quanto uma vazão adequada; o método de Lyons (Barry W. Lyons, 1979) também seria uma alternativa para se estabelecer a vazão mínima ecológica, pois utiliza séries históricas, entretanto foi desenvolvido em um rio localizado no estado do Texas, EUA, e nele existem limitações para a aplicação em outros determinados tipos de rios; método de  $Q_{7, 10}$  (Chiang e Jonhson, 1976), assim como os demais métodos, utiliza series históricas de vazões, analisando sete dias consecutivos em um mesmo período do ano, com um período de retorno de dez anos. Para determinar  $Q_{7, 10}$  são necessárias duas etapas a primeira calculando o  $Q_7$  para todos os registros históricos e a segunda seria uma distribuição estatística para determinar as vazões mínimas a partir dos resultados encontrados para o  $Q_7$ , Gumbel e Weibull são as distribuições mais utilizadas neste método, o mesmo foi escolhido por ser o método que melhor se encaixa dentro dos critérios a serem desenvolvidos.

### 2.3 Método de sete dias com período de recorrência de dez anos ( $Q_{7,10}$ )

Este método está inserido dentro do grupo de métodos hidrológicos, para obter a vazão mínima ecológica a partir deste método é necessário obter series históricas do trecho do rio que deseja ser estudado.

O método  $Q_{7,10}$  funciona da seguinte maneira, após ter acesso aos dados necessários, estes dados de vazões médias diárias são computados, neste caso no programa SisCAH, com janelas de sete dias consecutivos ao longo de um ano. Esse processo é repetido para cada ano da série histórica, assim terá um valor obtido mínimo de vazões mínimas para sete dias consecutivos para cada ano da serie histórica escolhida, estas vazões obtidas estão organizadas em ordem crescente. Nessa janela onde elas estão ordenadas são estimadas suas Funções de Distribuição e períodos de retorno. É esta Função de Distribuição que estima a vazão mínima de sete dias de duração com período de retorno de dez anos.

São duas as equações que se referem à Função de Distribuição e ao período de retorno T, são elas (1.0) e (1.1):

$$P = \frac{c - \alpha}{N + 1 - 2\alpha} \quad (1.0)$$

$$T = \frac{1}{P} \quad (1.1)$$

Onde,

P = Probabilidade de não excedência;

$\alpha = 0,4$  corresponde ao coeficiente de posição de plotagem de Weibull (distribuição utilizada.)  
(LANNA & BENETTI 2000)

c = número de valores acumulados por classe;

N = número total de dados;

T = Período de retorno.

Este método trabalha calculando o valor mínimo necessário para a sobrevivência de um rio, estabelecendo assim a quantidade máxima que poderá ser utilizada naquele mesmo rio.

### 2.4 Programa utilizado

O SisCAH (Sistema Computacional para Análises Hidrológicas), foi o programa que auxiliou e facilitou os cálculos e gráficos para elaboração deste trabalho. Este programa permite

importar dados hidrológicos do site da ANA (Agência Nacional de Águas), e a partir desses dados obterem a vazão mínima de um determinado rio, que neste caso será o rio Mucuri.

SOUZA et al. elaborou um artigo para auxiliar usuários do sistema, sendo este utilizado para produção deste trabalho. Utilizando o SisCAH para obtenção dos cálculos, o processamento para a obtenção de dados simplificou-se.

### 3. ÁREA DE ESTUDO

A região do Vale do Mucuri, que se encontra na porção leste do estado de Minas Gerais, é uma das doze mesorregiões do estado. Com uma extensão de aproximadamente 23,2 mil km<sup>2</sup> é formado por 27 municípios, com uma diversidade rica, com áreas de mata atlântica e com transição para o cerrado.

O rio Mucuri está inserido à região do Vale do Mucuri, sendo o maior abastecedor de água da mesma. De acordo com o IGAM (Instituto Mineiro de Gestão das Águas - 2014) a bacia do rio mucuri compreende cerca de treze municípios.

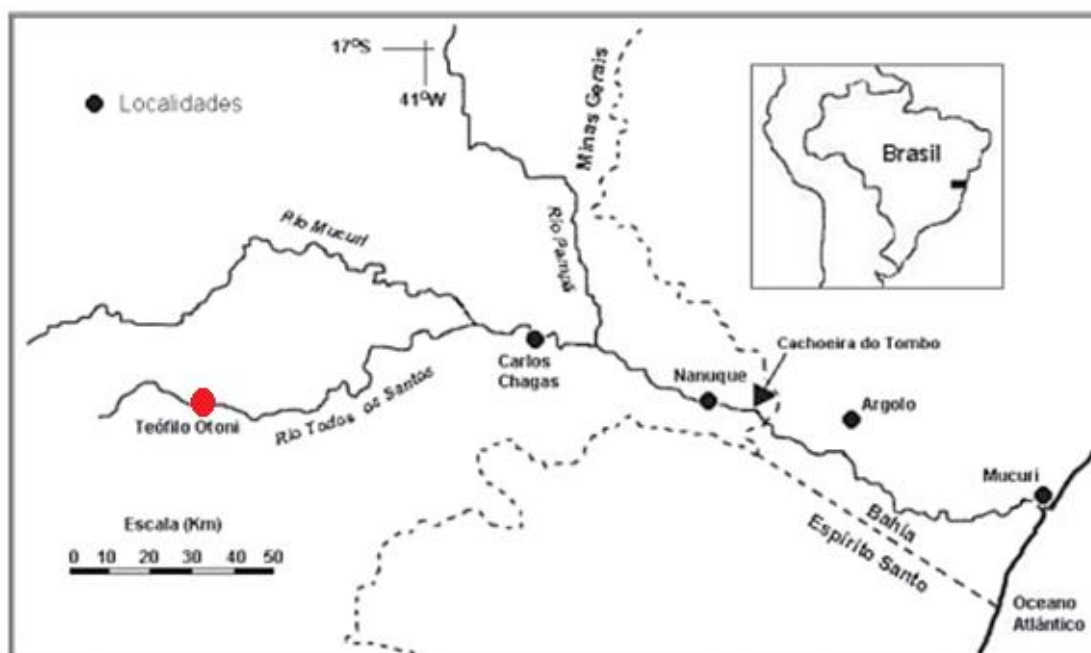


Figura I -

Mapa da Bacia do Rio Mucuri, indicado em vermelho o local onde se encontra o rio estudado. (Fonte:

Modificado POMPEU, P. S. MARTINEZ, C. B. (2006)).

De acordo com Felipe et al. (2009), a vegetação da Bacia é composta por quatro tipos predominantes: Floresta Ombrólia Densa, Floresta Ombrólia Aberta, Floresta Estacional Semidecidual e Floresta Estacional Decidual. É notável em toda bacia que a áreas de mata

existentes são poucas e a maioria delas se encontra restritas entre pastagens, rodovias, cultivos e áreas urbanas, por terem sido altamente degradadas pelo intenso uso ao longo do século.

A Cetec (1983) expõe que a bacia do rio Mucuri faz parte de um conjunto de bacias que são consideradas independentes por terem como finalidade a drenagem de toda a região leste do país. Tendo 15.100Km<sup>2</sup> como área total onde aproximadamente 94% se encontram dentro do estado de Minas Gerais. Uma forte característica da bacia do rio Mucuri é a definição de duas estações que são: a de seca e a chuvosa; com maiores vazões no período compreendido entre o mês de novembro ao mês de abril.

Como Pompeu e Martinez (2006) apresentam, o centro do rio Mucuri pode ser dividido em duas unidades ambientais conforme suas qualidades fisiográficas: o seu alto e médio curso mostra uma maior declividade, com predominância de corredeiras possuindo fundo de pedra; o seu baixo curso, no entanto, é caracterizado como um sistema de deposição, por possuir uma baixa declividade, fundo com domínio arenoso, encontrando no território a presença de Mata Atlântica sazonalmente alagada, aplicado na plantação de cacau, e áreas de mangues e brejais. Essa divisão de unidades ambientais se dá junto à divisa dos estados de Minas Gerais e Bahia.

#### **4. METODOLOGIA**

O trabalho iniciou-se com buscas no site da ANA, com objetivo de encontrar séries históricas em diversos pontos do rio mucuri. Após definir o ponto desejado, foi necessária a importação dos dados do site para o Sistema Computacional para Análises Hidrológica (SisCAH). Um arquivo de projeto só é criado posteriormente a importação de dados sendo possível somente realizar esta importação caso haja conexão com a internet.

Após a importação dos dados iniciou-se o pré-processamento, o mês escolhido para o início do ano hidrológico foi o mês de outubro, por apresentar o início do período de cheia. Logo após este processo foi necessário estabelecer dois critérios: descartar anos e meses com falhas. Acessou-se então o módulo de estimativas de vazões mínimas no qual as vazões mínimas de cada ano são estimadas com duração de sete dias consecutivos. A distribuição escolhida foi a de Logpearson III por apresentar menor margem de erro e devido os dados serem dependentes, o que seria um critério a ser seguido por esta distribuição.

#### **5. RESULTADOS E CONCLUSÃO**

Todos os gráficos e tabelas aqui representados foram obtidos a partir do programa SisCAH, com series históricas com aproximadamente 40 anos.

## 5.1 Funções de Distribuição

Acessando o módulo de análise estatística automaticamente são estimadas as diferentes distribuições com período de retorno de dez anos. Os resultados das vazões e dos parâmetros estimados para cada tipo de função de probabilidade são apresentados na tela onde se encontra as distribuições como Gumbel, Log-normal tipo II, Log-normal tipo III, Pearson tipo III, Log-Perarson III e a distribuição Weibull, as distribuições mais utilizadas são as de Gumbel e a Weibull.

Podemos observar na figura 2, logo abaixo, uma imagem ampliada dos resultados da análise para vazões mínima de cada uma das distribuições disponíveis, a de Pearson III com o valor de 2,626 m<sup>3</sup>/s, Logpearson III com 2,767 m<sup>3</sup>/s, a de Lognormal II com o valor de 2,923 m<sup>3</sup>/s, a de Lognormal III com 2,538 m<sup>3</sup>/s e por fim a de Weibull com 2,536 m<sup>3</sup>/s.

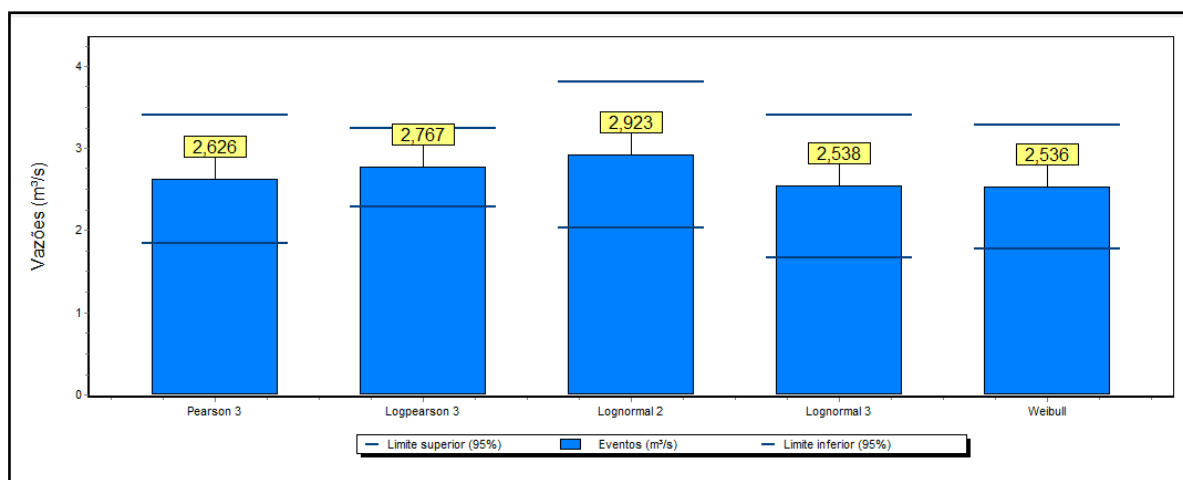


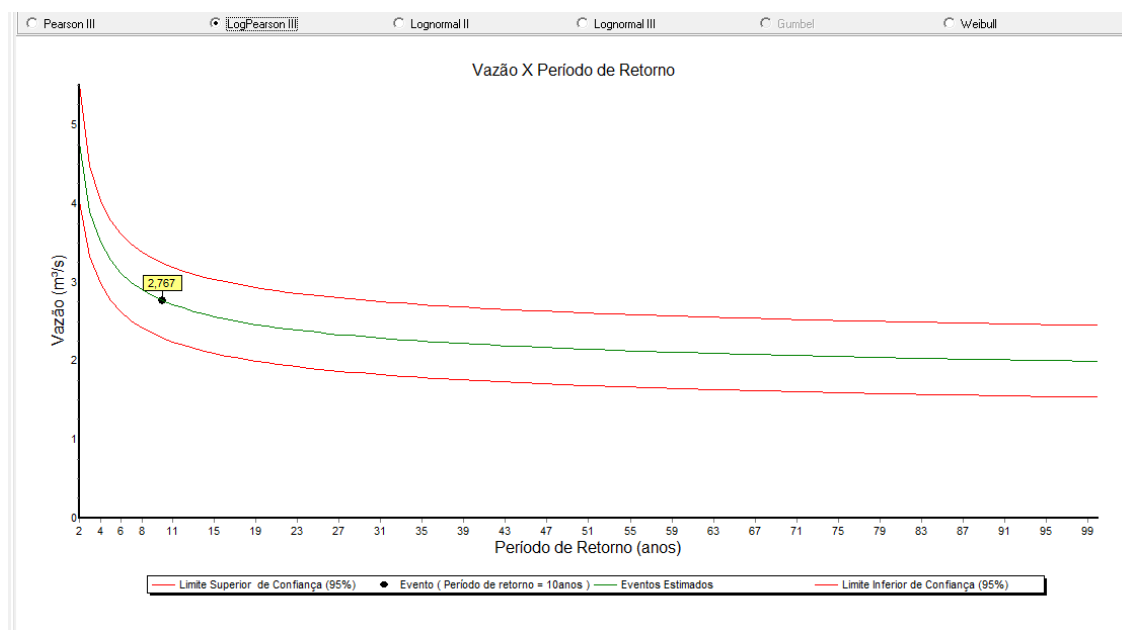
Figura II - Imagem ampliada da análise para vazões mínimas.

Como é mostrado no gráfico acima, a linha azul que se encontra acima das barras azuis representa o limite superior em que a vazão pode alcançar, enquanto a linha azul que passa pela barra, abaixo do valor encontrado para vazão mínima, representa o limite inferior que a vazão pode alcançar.

## 5.2 Período de Retorno

Também está disponível no sistema o gráfico das vazões estimadas em função ao período de retorno de dez anos, nele estão representados os limites de intervalos de confiança. A figura 3 representa o gráfico para a vazão mínima do rio Mucuri, com séries históricas de período de aproximadamente quarenta anos. Este gráfico está representado com a distribuição Logpearson III,

por apresentar a menor margem de erro dentre as outras distribuições e pelo fato de haver uma dependência entre os dados, séries históricas, o que seria um critério a ser seguido por esta distribuição.



**Figura 1 - Gráfico da estimativa da vazão mínima em função do tempo de retorno, distribuição Logpearson III.**

Analisando o gráfico observamos a vazão mínima em função do período de retorno, a linha verde presente no gráfico representa o evento de estimativas do período de retorno de dez anos, e ambas as linhas vermelhas representam o limite superior de confiança (acima) e inferior de confiança (abaixo).

De acordo com os gráficos e tabelas encontrados no programa foi possível definir a vazão mínima, a partir da distribuição de Logpearson III com o valor de 2,767 m<sup>3</sup>/s. Obtendo assim o resultado da vazão mínima para um trecho definido no rio mucuri.

Este trabalho teve como objetivo determinar a vazão mínima ecológica para um trecho do rio mucuri. Com a utilização do Sistema Computacional para Análises Hidrológicas (SisCAH) tornou-se possível a obtenção do valor da vazão mínima ecológica com resultados satisfatórios, pudemos comprovar também como este sistema computacional é uma ferramenta extremamente útil, se mostrando eficaz, facilitando os cálculos necessários.

Através da análise dos resultados disponíveis no momento pode-se observar claramente, que existe uma tendência de haver mudanças no regime hidrológico do rio, contudo para uma precisão maior se torna necessário obter uma série de dados mais ampla, para aprofundar essas análises, para que assim se torne possível estimar de forma precisa a tendência desta mudança.



## 6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ANA – **Agência Nacional de Águas**. (2014). Disponível em: <<http://www.hidroweb.ana.gov.br>>.
- BENETTI, A.D. et al. (2003) **Metodologias para determinação de vazões ecológica em rios**. RBRH - Revista Brasileira de Recursos Hídricos, Volume 8 n.2 Abr/Jun, 149–160p.
- BRASIL (1997). Lei 9.433 de 8 de janeiro, que institui a Política Nacional dos Recursos Hídricos e cria o Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos.
- CETEC, (1983). **Diagnóstico ambiental do estado de Minas Gerais**. Belo Horizonte, Fundação Centro Tecnológico de Minas Gerais, 158 p.
- FELIPPE, M. F. et al. (2009) **Desmatamento na Bacia do Rio Mucuro (MG, Brasil) no período de 1989 a 2008: uso de imagens Cbers e Landsat na espacialização dos remanescentes florestais**. Universidade Federal de Minas Gerais o ICG/UFMG.
- GENZ F. et al. (2008) **Vazão Mínima para Estuários: Um Estudo de Caso no Rio Paraguçu/BA**. RBRH — Revista Brasileira de Recursos Hídricos Volume 13 n.3 Jul/Set, 73-82p.
- IGAM – **Instituto Mineiro de Gestão das Águas**. (2014). Disponível em: <<http://www.igam.mg.gov.br>>.
- MMA – **Ministério do Meio Ambiente**. (2014). Disponível em: <[HTTP://www.mma.gov.br](http://www.mma.gov.br)>
- MORAIS, D.S.L. & JORDÃO, B.Q (2002) **Degradação de recursos hídricos e seus efeitos sobre a saúde humana**. Ver. Saúde Pública; 36(3): 370-4p.
- POMPEU, P. S. MARTINEZ, C. B. (2006) **Variações Temporais na Passagem de Peixes pelo Elevador da Unisa Hidrelétrica de Santa Clara, rio Mucuri, Leste Brasileiro**. Revista Brasileira de Zoologia. 340-349 p.
- SILVA, R.F.G. (2010) **Estimativa de parâmetros de aquíferos através do coeficiente de recessão em áreas de embasamento cristalino de Minas Gerais**. REM: R. Esc. Minas, Ouro Preto, 63(3): 465-471p, jul. set.
- SisCAH1.0. (2014) Universidade Federal de Viçosa. **Softwares**. Disponível em: <<http://www.gprh.ufv.br/?area=softwares>>.
- SOUZA, H.T. et al. (2009) **Sistema Computacional para Análises Hidrológicas**, Arka Ed., Universidade Federal de Viçosa, 1 edição. VESTENA, L.R et al. **Vazão ecológica e disponibilidade hídrica na bacia das Pedras, Guarapuava PR**. ambi-agua@agro.unitau.br , Fev/Set 2012.

