

## TESTE DE VAZÃO DE TRECHO DO RIBEIRÃO ARARAS

ROSEMARY TUZI DOMICILIANO<sup>1</sup>

HERMAM VARGAS SILVA<sup>2</sup>

**RESUMO:** A hidrologia trata dos processos físicos relacionados a água que ocorrem no meio natural. Este trabalho teve como objetivo mensurar a vazão numa seção do ribeirão Araras em período úmido, bem como analisar as alterações daí provenientes, haja vista, a relevância deste manancial, no qual é realizada a captação de água para o tratamento e distribuição para o Município de Paranavaí. A pesquisa consistiu em visitas de campo para selecionar um trecho para a mensuração de vazão com as seguintes características: praticamente reto, com comprimento de 6,0 metros e largura variando pouco. O trecho mensurado estava livre de acessos para que o flutuador pudesse percorrer todo o percurso sem obstrução. A profundidade do rio foi determinada a partir de seis pontos do trecho do rio selecionado (início, meio e fim). O ribeirão Araras alterou a sua vazão como resultado do período de chuvas, e apresentou aumento de carga de fundo. Sugere-se propor um modelo de monitoramento hidrológico deste manancial, haja vista, que poderá servir como bacia-escola, sendo utilizado, para educação ambiental dos munícipes e/ou comunidade acadêmica.

**Palavras-chave:** ribeirão Arara, teste de vazão, vazão instantânea

### 1 INTRODUÇÃO

Segundo UNESCO (1964), internacionalmente a hidrologia é definida como a ciência que lida com a água da Terra, sua ocorrência, circulação e distribuição no planeta, suas propriedades físicas e químicas e sua interação com o ambiente físico e biológico, incluindo suas respostas para a atividade humana.

Para Kobiyama (2011), a hidrologia trata dos processos físicos relacionados a água que ocorrem no meio natural. O ser humano, por sua vez, cria tecnologias de modo a adequar sua ocupação no ambiente, por isso a quantificação da disponibilidade hídrica e utilizada para o planejamento e o gerenciamento dos recursos hídricos. Ainda para este autor, aprimora e possibilita assim, atividades

como, abastecimento de água, agricultura irrigada e a dessedentação de animais, aquicultura, navegação, geração de energia elétrica, recreação e lazer e preservação da fauna e flora. Essas atividades tornaram-se vitais para a humanidade e, portanto devem ser controladas de maneira sustentável.

As chuvas ocorridas dentro das bacias hidrográficas comportam-se de duas maneiras gerais, parte delas são infiltradas abastecendo principalmente o lençol freático, que promove a perenização dos rios, e a outra parte apresenta-se como escoamento superficial, sendo responsável pelo incremento de volume de água nos córregos.

A hidrometria é a ciência que mede e analisa as características físicas e químicas da água, incluindo métodos, técnicas e instrumentação utilizados em hidrologia (PROSSIGA, 2003). Dentro da hidrometria pode-se citar a fluviometria que abrange as medições de vazões e cotas de rios. Os dados fluviométricos são indispensáveis para os estudos de aproveitamentos hidroenergéticos, assim como para o atendimento a outros segmentos, como o planejamento de uso dos recursos hídricos, previsão de cheias, gerenciamento de bacias hidrográficas, saneamento básico, abastecimento público e industrial, navegação, irrigação, transporte, meio ambiente e muitos outros estudos de grande importância científica e sócio-econômica (IBIAPINA et al., 2003).

Segundo Collischonn e Tassi (2011):

A vazão é o volume de água que passa por uma determinada seção de um rio dividido por um intervalo de tempo. Sendo, o volume dado em litros, e o tempo é medido em segundos, a vazão pode ser expressa em unidades de litros por segundos (l/s). Em se tratando de vazões de rios, é mais comum usar a vazão em metros cúbicos por segundo ( $m^3/s$ ) (COLLISCHONN; TASSI, 2011, p. 145).

Resumindo, vazão é a relação entre o volume de água que passa por uma seção num determinado intervalo de tempo. Podendo ser determinada a partir do escoamento de um fluido através de determinada seção transversal de um conduto livre (atuando a pressão atmosférica), ou conduto forçado (o fluido escoar com pressão diferente da atmosférica), podendo ser adotadas diferentes unidades para essa grandeza.

No Brasil, há grande carência de dados hidrológicos de pequenas bacias

hidrográficas. A instalação e coleta de dados tiveram como seu principal agente o setor de geração de energia elétrica. Desta forma, há poucos postos em bacias com menos de 500 km<sup>2</sup>. O monitoramento das pequenas bacias reveste-se, portanto, de fundamental importância para a complementação da rede de informações hidrológicas, além de sua natural vocação para o estudo do funcionamento dos processos físicos, químicos e biológicos atuantes no ciclo hidrológico. Em função dessas características, as pequenas bacias hidrográficas têm sido utilizadas com maior frequência em estudos de regionalização ou como bacias experimentais ou representativas (PAIVA, 2003).

Este trabalho teve como objetivo mensurar a vazão numa seção do Ribeirão Araras em período úmido, bem como analisar as alterações daí provenientes, haja vista, a relevância deste manancial, no qual é realizada a captação de água para o tratamento e distribuição para o Município de Paranavaí.

## 2 REFERENCIAL TEÓRICO

### 2.1 Bacia hidrográfica

Existindo diversas explicações para o termo bacia hidrográfica, destaca-se o que foi dito por BARELLA (2001) *apud* TEODORO. *et al.*, (2007):

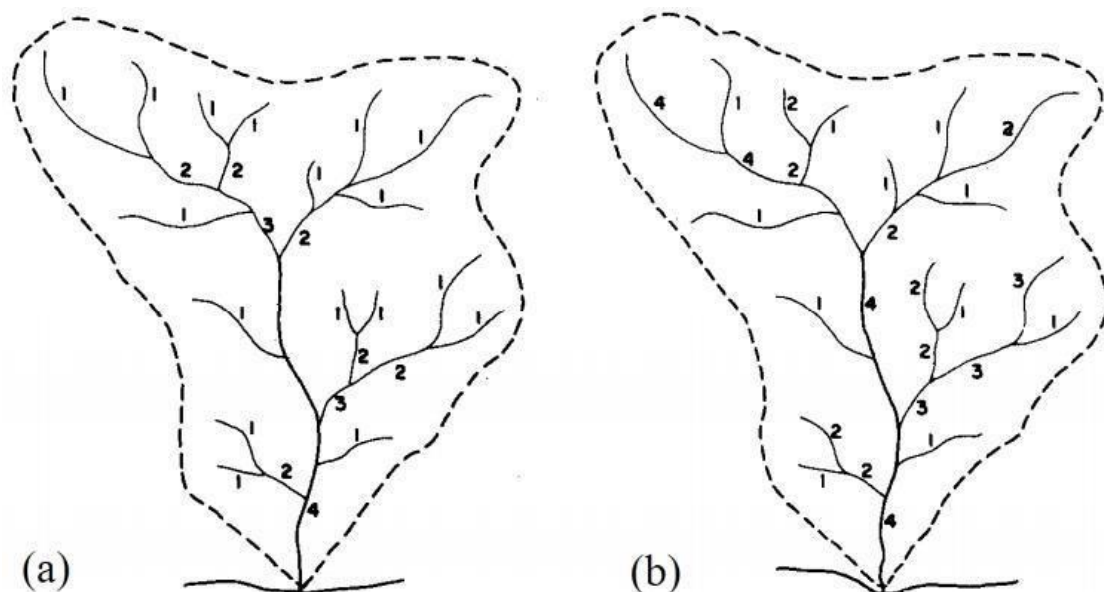
“Bacia Hidrográfica é um conjunto de terras drenadas por um rio e seus afluentes, formada nas regiões mais altas do relevo por divisores de água, onde as águas das chuvas, ou escoam superficialmente formando os riachos e rios, ou infiltram no solo para formação de nascentes e do lençol freático. As águas superficiais escoam para as partes mais baixas do terreno, formando riachos e rios, sendo que as cabeceiras são formadas por riachos que brotam em terrenos íngremes das serras e montanhas e à medida que as águas dos riachos descem, juntam-se a outros riachos, aumentando o volume e formando os primeiros rios, esses pequenos rios continuam seus trajetos recebendo água de outros tributários, formando rios maiores até desembocarem no oceano (TEODORO, 2007, p. 138).

### 2.2 Ordem dos rios

Para a definição de hierarquia fluvial vários autores falam sobre essa classificação, destacando os métodos de Horton (1945) e que foi modificado por Strahler (1957). Esses autores baseiam-se em conceitos similares. Strahler (1957)

classifica os rios de primeira ordem como aqueles que surgem nas nascentes, onde a sua vazão ainda é considerada baixa. Após esse início, o rio de primeira ordem quando unido com outro de primeira ordem constitui um rio de segunda ordem, na junção de dois rios de segunda ordem, forma-se então um rio de terceira ordem, e assim sucessivamente, até chegar na ordem final do rio. Quanto maior for a ordem dos rios, maior será a vazão do rio principal.

Já Horton (1945), classifica os rios utilizando como maior ordem a do rio principal, ou seja, a união de um rio de primeira ordem com um rio de segunda ordem prevalece o maior entre eles, a junção de um rio de primeira ordem com um rio de terceira ordem, prevalece o rio de terceira ordem, e assim por diante. Vale ressaltar que o rio principal será sempre classificado como um rio de única ordem, ou seja, não havendo interversão de outros rios. Por exemplo, o rio principal se for delimitado como um rio de terceira ele será de terceira ordem até o seu exutório. Esses métodos de classificação hierárquica dos rios foram definidas por Strahler (1957) e após alguns anos alterada por Horton (1945). Na figura 1 temos a diferença entre os dois métodos citados.



**Figura 1:** Diferença da classificação hierárquica feita por Strahler (A) e Horton (B). Fonte: CHEREM, 2008.

O Ribeirão Araras objeto deste estudo é classificado como um rio de primeira ordem segundo Strahler e pode ser também de segunda ordem por Horton, segundo

referencias acima.

## 2.2 Velocidade de escoamento dos rios

Em relação aos fatores fisiográficos, os mais relevantes são a área, a forma, a permeabilidade e a capacidade de infiltração, e, ainda, a topografia da bacia hidrográfica. Quanto a interferência antrópica no meio, destacam-se as diversas formas de uso e ocupação do solo, sendo que quase todos concorrem para uma maior impermeabilização dos solos (VILLELA e MATTOS, 1975).

De acordo com Garcez (1967) *apud* MACIEL (2017), ainda trazem em suas abordagens a influência destes fatores mencionados sobre as vazões.

- ✓ A descarga anual aumenta com o aumento da área da bacia contribuinte;
- ✓ As variações de vazão instantâneas são tanto mais notáveis quanto menor a área da bacia;
- ✓ As vazões máximas instantâneas serão um tanto maiores, para a mesma área contribuinte, e dependerão tanto mais da intensidade da chuva, quanto menor for a área da bacia; à medida de que se consideram bacias maiores as chuvas que causam maiores inundações serão aquela de intensidade menor porém de duração e área de precipitações maiores;
- ✓ As vazões máximas instantâneas serão um tanto maiores, para mesma área contribuinte, e dependerão das chuvas de grande intensidade quanto maiores forem as declividades do terreno, menores as depressões detentoras e retentoras, mais retilíneo for o curso d'água, a montante, menor for a infiltração do solo, menor for a área recoberta por vegetação;
- ✓ O coeficiente de deflúvio (ou do escoamento superficial), definido pela relação entre a vazão total escoada e o volume precipitado num certo intervalo de tempo (ou para uma dada precipitação), será tanto maior quanto menor for a capacidade de infiltração do solo, os volumes acumulados e as detenções de água a montante;
- ✓ O coeficiente de escoamento em um longo intervalo de tempo (mês, estação, ano), depende sobretudo das perdas por evapotranspiração; para certas natureza do

terreno e disposição de camadas geológicas a maior capacidade de infiltração poderá ser fator favorável ao aumento do citado coeficiente.

### 2.3 Assoreamento dos rios, lagos e reservatórios

Para o termo assoreamento de rios e lagos existem diversas definições. Segundo Infanti e Fornasari (1998) *apud* Dill (2002):

O assoreamento é um processo que consiste na acumulação de partículas sólidas (sedimento) em meio aquoso, ocorrendo quando a força do agente transportador natural é sobrepujada pela força da gravidade ou quando a supersaturação das águas permite a deposição. A intensificação deste processo (assoreamento) decorre em geral das atividades antrópicas, relacionado diretamente do aumento de erosão pluvial, por práticas agrícolas inadequadas e infraestrutura precária de urbanização, bem como da modificação da velocidade dos cursos d'água por barramentos, desvios, entre outros (DILL, 2002, p. 26).

Seguindo este entendimento por meio dos mesmos autores, podemos considerar o assoreamento como um processo originalmente natural, uma vez que, se torna mais intenso a partir das ações antrópicas. Vale destacar que Carvalho (2008; 2000), Muller (1995) *apud* Miranda (2011) apontam algumas consequências sobre o assoreamento dos reservatórios:

- ✓ Redução do volume de água no reservatório;
- ✓ Bloqueio de canais de irrigação, navegação e trechos de cursos d'água;
- ✓ Afogamento de locais de desovas, alimentação e abrigo de peixes;
- ✓ Impedimento da entrada de água em estruturas hidráulicas de captação;
- ✓ Perda das características naturais da qualidade da água para consumo, o que acarreta em um alto custo para o tratamento;
- ✓ Alteração, destruição e degradação de ecossistemas aquáticos.

De acordo com Carvalho (2000; 2008) e Muller (1995) *apud* Miranda (2011), esses fatores citados interferem diretamente nas características hidrométricas, uma vez que, ocorrendo o assoreamento a área do reservatório é alterada, conseqüentemente a vazão do reservatório é modificada, posteriormente todo o meio ambiente que o cerca.

### 2.4 Determinação de vazão

O conhecimento adequado dos processos hidrológicos é essencial para o gerenciamento dos recursos hídricos em uma bacia, principalmente no que concerne a dinâmica dos fluxos fluviais e a disponibilidade hídrica. Nisto se insere, a análise do regime de vazões que permitem o equacionamento da oferta e volume de água dos cursos d'água, utilizado em tomadas de decisões orientadas a racionalização e preservação deste recurso (MACIEL, 2017).

Em hidrometria medição de vazão é todo processo empírico utilizado para determinar a vazão de um curso de água. A vazão ou descarga de um rio é o volume de água que passa através de uma seção transversal na unidade de tempo (em geral um segundo) (CHEVALLIER, 2003).

Tucci (2004) em suas pesquisas faz distinção entre as vazões máximas, médias e as mínimas. Para o referido autor, a vazão máxima representa os valores extremos que podem resultar em enchentes nas margens. Sua estimativa é relevante para o controle de inundação e posterior dimensionamento das obras hidráulicas. Entende-se como vazão média anual de um rio a determinação média diária de todos os valores do ano. No geral, as vazões mínimas se caracterizam como aquelas que representam os menores valores das séries anuais.

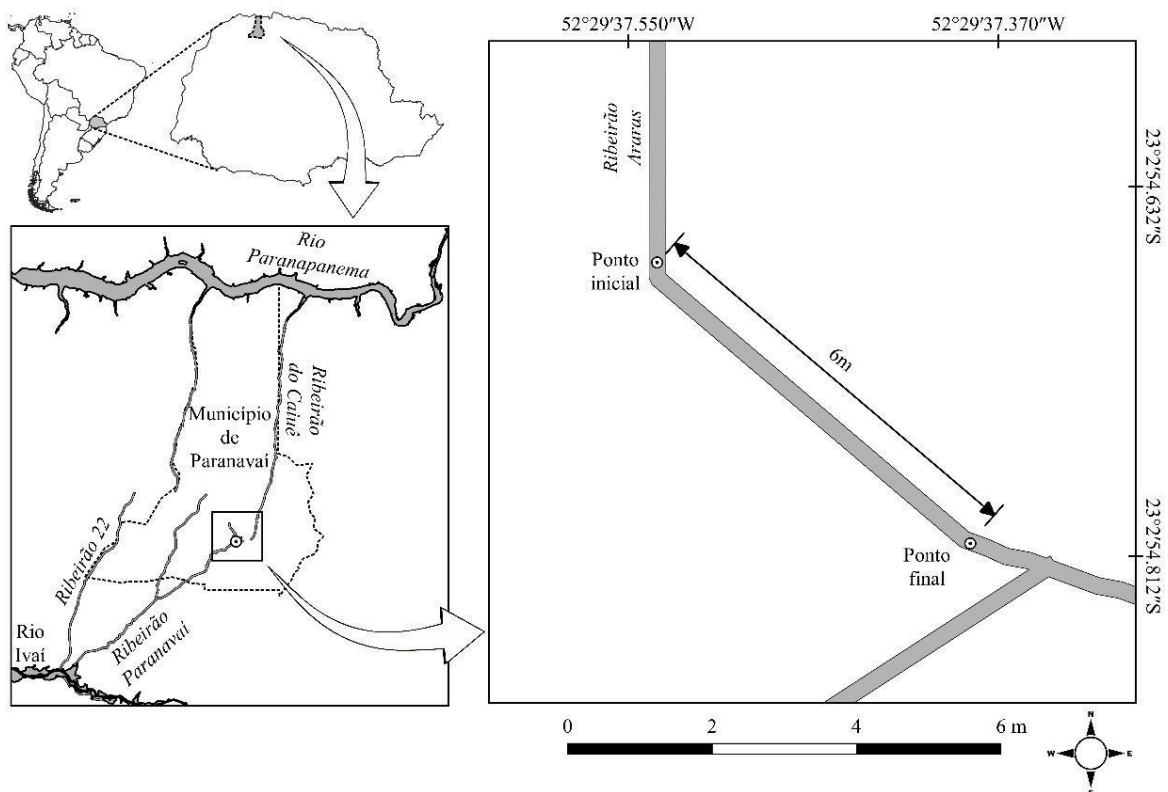
### **3 – PROCEDIMENTO METODOLÓGICO**

#### **3.1 Localização da área de estudo**

A Bacia Hidrográfica do ribeirão Araras, localiza-se no Terceiro Planalto Paranaense, na região noroeste do Estado do Paraná, estabelecida sobre os depósitos arenosos da Era Cretácica (130 milhões de anos), denominado formação Caiuá (Figura 2). Abrange uma área de aproximadamente 1.922 hectares, conforme a Lei Municipal n.º 2.436/03, está situada na zona rural do Município de Paranavaí e é constituída por propriedades particulares (MAACK, 1981 *apud* BARIZÃO, 2013)

A formação florestal para a vegetação existente na Área de Proteção Ambiental do Ribeirão Araras de Paranavaí é a Floresta Estacional Semidecidual, a cobertura

florestal nativa é de 334,90 ha constituídos de florestas secundárias em vários estágios, representando 17,42% do total da área de 1.922 ha (VELOSO & GOES-FILHO, 1982 *apud* BARIZÃO, 2013).



**Figura 2:** croqui de localização do Ribeirão Araras, no município de Paranaíba-PR. Fonte: o autor.

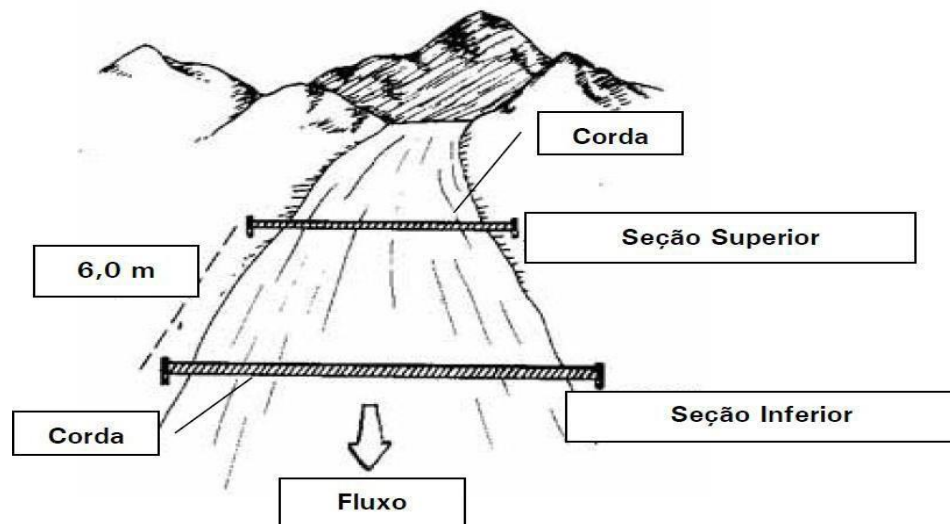
### 3.2 Medição da vazão e da profundidade

A pesquisa consistiu em visitas de campo para selecionar um trecho para a mensuração de vazão com as seguintes características: praticamente reto, com comprimento de 6,0 metros e largura variando pouco. O trecho mensurado estava livre de acessos para que o flutuador pudesse percorrer todo o percurso sem obstrução.

Para a medição utilizou-se o método do flutuador, conforme EMBRAPA, 2007. Para obtenção do tempo, o flutuador (uma laranja) foi posicionado e posteriormente acionado o cronômetro, assim que a laranja percorreu todo o trecho finalizou-se o

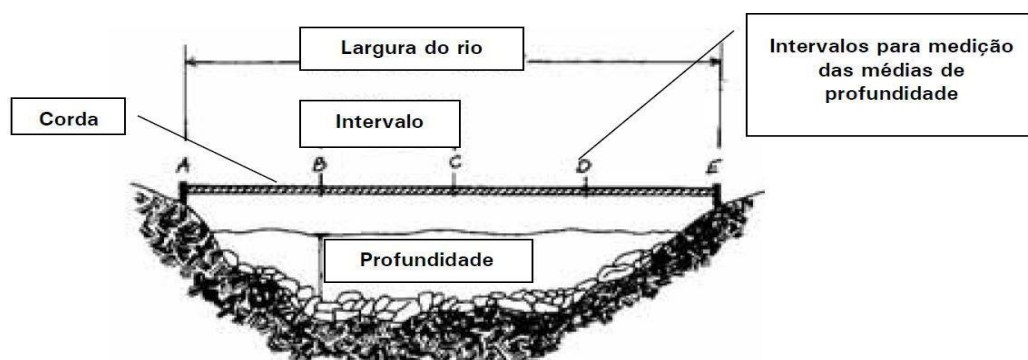


equipamento (Figura 3).



**Figura 3:** Marcação do trecho do rio. Fonte: PALHARES, et al. (2007).

A profundidade do rio foi determinada a partir de três pontos de cada seção do rio selecionado (início, meio e fim). Após a coleta dos dados foi feita a média das profundidades. Em seguida dividiu a largura do trecho (6,0 metros) pelo tempo encontrado em cada trecho. Por fim, o cálculo da vazão do rio, na qual multiplicou a área calculada, essa área oriunda de uma média da seção do rio, multiplicada pela velocidade calculada. A referida medição é mostrada na Figura 4.



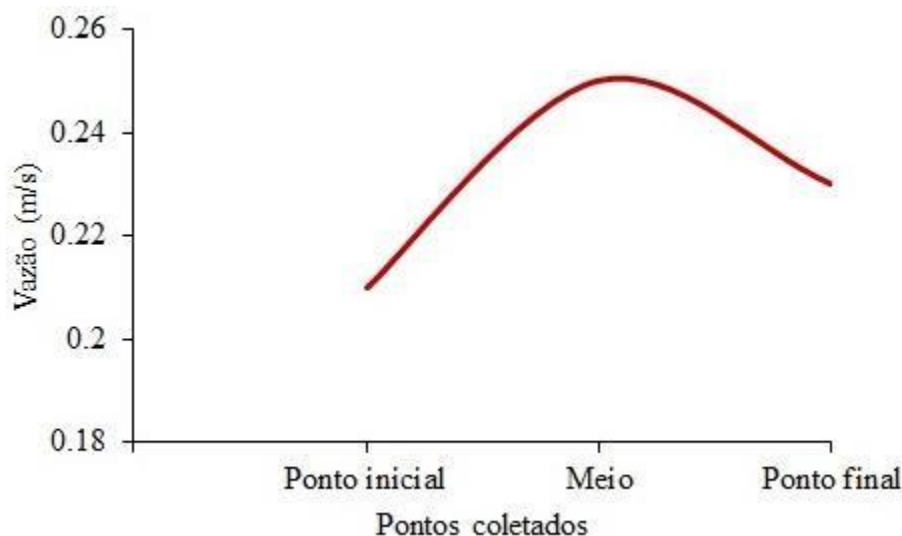
**Figura 4:** medição da profundidade. Fonte: PALHARES, et al. (2007).

Os dados foram tratados primeiramente no *software* excel® para o estabelecimento da figura 5, posteriormente utilizou-se *software* Q-Gis® para

interpolação das profundidades.

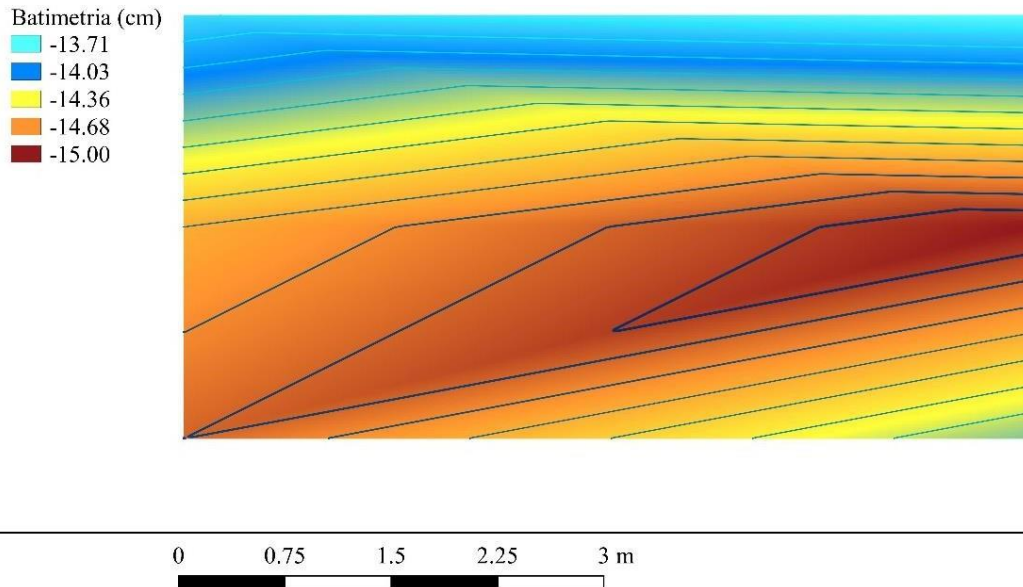
#### 4 - APRESENTAÇÃO E ANÁLISE DE DADOS

Com base nos dados analisados foi identificada uma variação nas vazões no corpo hídrico, conforme mostra a figura 5. A Seção inicial apresentou a menor vazão dentre os três trechos analisados, com  $0,21 \text{ m}^3/\text{s}$ . Por outro lado, a Seção média do ribeirão registrou a maior vazão, com  $0,25 \text{ m}^3/\text{s}$ . Por fim, a vazão da Seção final ficou em  $0,23 \text{ m}^3/\text{s}$ , intermediária as demais seções avaliadas.



**Figura 5:** Valores das vazões do ribeirão Araras ( $\text{m}^3/\text{s}$ ) mensuradas em período úmido.

Tal variação ocorreu, possivelmente devido a superfície de atrito das laterais e o fundo. De acordo com dados batimétricos analisados na Figura 6, a área da seção do trecho mensurado provavelmente aumentou devido ao período chuvoso, que carregou a água da chuva para dentro da calha do rio forçando o transporte da areia pelo fundo.



**Figura 6:** perfil batimétrico do ribeirão Araras. Fonte: o autor.

## 5 – CONSIDERAÇÕES FINAIS

O ribeirão Araras alterou a sua vazão como resultado do período de chuvas, e apresentou aumento de carga de fundo.

Como continuação para os trabalhos futuros sugere-se melhorar o diagnóstico do perfil hidrométrico do ribeirão, para os períodos secos e chuvosos do ano, com a observação da variação das descargas e das vazões instantâneas medidas em várias outras seções. Construção de um SIG – sistema de informações geográficas, para reconhecimento das propriedades geomorfológicas da bacia de contribuição e preparação dos dados para sua interpolação.

Além disso, obter através de ensaio, a capacidade de infiltração e a medida da evapotranspiração.

Com isso propor um modelo de monitoramento hidrológico deste manancial, haja vista, que poderá servir como bacia-escola, sendo utilizada para educação ambiental dos munícipes e/ou comunidade acadêmica.

**AGRADECIMENTOS:** Agradeço aos servidores do Escritório Regional do Instituto das Águas do Paraná em Paranaíba, em especial ao Senhores José

Roberto Danellutti e Waldir e Santos pelo auxílio no trabalho de campo, bem como as preciosas informações referente a área de estudo.

## 6- REFERÊNCIAS

BARIZÃO, D.A.O. **Gestão de Área de Proteção Ambiental da captação de água no município de Paranavaí. 2013.** 50 f. Monografia (Especialização em Gestão Ambiental em Municípios) - Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Medianeira: UTFPR, 2013. Disponível em

:

<[http://repositorio.roca.utfpr.edu.br/jspui/bitstream/1/4529/1/MD\\_GAMUNI\\_2014\\_2\\_28.pdf](http://repositorio.roca.utfpr.edu.br/jspui/bitstream/1/4529/1/MD_GAMUNI_2014_2_28.pdf)

>. Acesso em: 20 set. 2018.

CHEREM L.F.S. **Análise Morfométrica da Bacia do Alto Rio das Velhas – MG.** 2008. 110

f. Dissertação (Mestrado em Análise e Modelagem de Sistemas Ambientais) – Universidade Federal de Minas Gerais. Belo Horizonte: UFMG, 2008. Disponível em:

<<http://csr.ufmg.br/modelagem/dissertacoes/luizfelipecherem.pdf>>. Acesso em: 22 set. 2018.

CHEVALLIER, P. Aquisição e Processamento de Dados. In: TUCCI, C. E. M.. **Hidrologia: Ciência e Aplicação.** 3. ed. Porto Alegre: UFRGS/ABRH, 2004. p. 391-441.

COLLISCHONN, W., TASSI, R. **Introduzindo Hidrologia.** Apostila IPH/UFRGS. Disponível em:

<[http://galileu.iph.ufrgs.br/collischonn/apostila\\_hidrologia/apostila.html](http://galileu.iph.ufrgs.br/collischonn/apostila_hidrologia/apostila.html)>. Acesso em: 20 set. 2018.

DILL, P.R.J. **Assoreamento do reservatório do Vacacaí-Mirim e sua relação com a deterioração da Bacia Hidrográfica contribuinte.** 2002. 125 p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) – Universidade Federal de Santa Maria. Santa Maria: UFSM, 2002. Disponível em:

<<http://w3.ufsm.br/enquadra/Trabalhos/DissAnteriores/Dill.pdf>>. Acesso em: 18 set. 2018.

IBIAPINA, A. V., et al. **Evolução da hidrometria no Brasil.** Disponível em:

<<http://www.mma.gov.br/port/srh/acervo/publica/doc/oestado/texto/121-138.html>> Acesso: 20 set. 2018.

KOBIYAMA, M. **Curso de capacitação em hidrologia e hidrometria para conservação de mananciais**. 3. ed. Florianópolis: UFSC/CTC/ENS/LabHidro, 2011. 242 p. Disponível em: <[http://www.labhidro.ufsc.br/Artigos/apostila\\_hidrometria.pdf](http://www.labhidro.ufsc.br/Artigos/apostila_hidrometria.pdf)>. Acesso em: 22 set. 2018.

MIRANDA, R.B. **A influência do assoreamento na geração de energia hidrelétrica: estudo de caso na Usina Hidrelétrica de Três Irmãos-SP**. 2011. 115 p. Dissertação (Mestrado em Ciências da Engenharia Ambiental) - Universidade de São Paulo. São Carlos: USP, 2011. Disponível em: <[file:///C:/Users/Guilherme/Downloads/DissertacaoRenatoBilliaDeMiranda%20\(1\).pdf](file:///C:/Users/Guilherme/Downloads/DissertacaoRenatoBilliaDeMiranda%20(1).pdf)>. Acesso em: 19 set. 2018.

PALHARES, J. C.P., et al. **Medição da Vazão em Rios pelo Método do Flutuador**. 2007. Disponível

em

:

<<https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/58075/1/CUsersPiazzonDocuments455.pdf>>. Acesso em: 19 set. 2018.

STRAHLER, A.N. Quantitative analysis of watershed geomorphology. New Haven: Transactions: **American Geophysical Union**, v. 38, 1957, p. 913-920.

PROSSIGA. **Glossário**. Disponível em: <[http://www4.prossiga.br/recursosminerais/glossario/glossario\\_h.html](http://www4.prossiga.br/recursosminerais/glossario/glossario_h.html)>. Acesso em: 21 set. 2018.

TUCCI, Carlos E. M. Escoamento Superficial. In: TUCCI, C. E. M.. **Hidrologia: Ciência e Aplicação**. 3. ed. Porto Alegre: UFRGS/ABRH, 2004. Cap. 11. p.391-441.

VILLELA, S.M.; MATTOS, A. **Hidrologia Aplicada**. São Paulo: McGraw-Hill, 1975.

245 p. UNESCO **World Water Assessment Programme**. 2008. Disponível em: <[http://www.unesco.org/water/iyfw2/water\\_use.shtml](http://www.unesco.org/water/iyfw2/water_use.shtml)>. Acesso em: 20 set. 2018

MACIEL, S.A. **Análise da relação chuva-vazão na bacia hidrográfica do Rio Paranaíba, Brasil**. 2017. 213 f. Dissertação (Mestrado em Geografia) - Universidade Federal de Uberlândia. Uberlândia: UFU, 2017. Disponível em: <<https://repositorio.ufu.br/bitstream/123456789/18164/1/AnaliseRelacaoChuva.pdf>>. Acesso em: 20 set. 2018.