

AVALIAÇÃO COMPARATIVA ENTRE AS VAZÕES DE MONTANTE E JUSANTE A ESTAÇÃO DE TRATAMENTO DE ÁGUA NO RIBEIRÃO CANDIDÓPOLIS, ITABIRA – MINAS GERAIS

Gabriel Henrique Soares Almeida⁽¹⁾; Isadora Corsi Ribas d'Ávila⁽²⁾; Josiane Nunes Mendes⁽³⁾; Laís da Silva Borges⁽⁴⁾; Radasa Gabriela da Silva⁽⁵⁾.

Resumo A degradação do Ribeirão Candidópolis se intensificou nos últimos 20 anos devido à forma irregular de ocupação. Cerca de 55% da água que abastece a cidade de Itabira é proveniente da Estação de tratamento de água ETA - Pureza, que capta água do Ribeirão. Sendo utilizada para diversas finalidades, a medição de vazão é de suma importância para análise e dimensionamento correto, em que a tecnologia auxilia consideravelmente nos processos de aferição dessa grandeza. No presente trabalho analisamos a relação entre vazão montante e jusante da ETA através de dois métodos: micromolinete e flutuador, com objetivo de relacionar as causas dessa variação de vazão, avaliando sua possível interferência, justificando os resultados através de fatores naturais como, evaporação e infiltração da água no solo, em âmbito qualitativo. Como resultado obteve-se valor médio de vazão maior à montante, ressaltando que o método do flutuador apresentou valores superiores, quando comparado ao método do micromolinete.

Palavras chave Vazão, Ribeirão Candidópolis.

RELATIONSHIP OF FLOW UPSTREAM AND DOWNSTREAM TO A WATER TREATMENT PLANT IN RIBEIRÃO CANDIDÓPOLIS, ITABIRA – MINAS GERAIS

Abstract The degradation of Ribeirão Candidópolis grew in the past 20 years due to an irregular use. About 55% of the water that supplies the city of Itabira comes from the Water Treatment Plants WTP - Pureza that captures the water from the creek. Being used for various purposes, the flow measurement is important for correct sizing and analysis, where the technology helps considerably in the process of gauging it. In this paper we analyzed the relationship between flow upstream and downstream of the WTP by two methods: micromolinete and float, aiming to relate the causes of flow variations, evaluating its possible interference, justifying the results through natural causes such as, evaporation and infiltration of water into the soil, in part qualitative. As a result we obtained higher mean value flow upstream, pointing out that the method presented Float superior values when compared to the method micromolinete.

Keywords Flow, Ribeirão Candidópolis.

¹ Universidade Federal de Itajubá (UNIFEI) - Campus Itabira, MG, bael.almeida@gmail.com

² Universidade Federal de Itajubá (UNIFEI) - Campus Itabira, MG, isa.dory.crd@gmail.com

³ Universidade Federal de Itajubá (UNIFEI) - Campus Itabira, MG, josi0302@hotmail.com

⁴ Universidade Federal de Itajubá (UNIFEI) - Campus Itabira, MG, laiss.borges@hotmail.com

⁵ Universidade Federal de Itajubá (UNIFEI) - Campus Itabira, MG, radasaeam@gmail.com

1. INTRODUÇÃO

O valor econômico da água na sociedade ocupa um papel importante no desenvolvimento de uma região, sua demanda vem crescendo bem como a poluição, ocasionando preocupações à sociedade com relação à disponibilidade e qualidade deste recurso.

Para os usos preponderantes de corpos d'água a resolução CONAMA 357/2005 estabelece critérios de classificação, possibilitando o enquadramento, em um dois cinco instrumentos dispostos na Política Nacional de Recursos Hídricos. Dessa forma deve-se obedecer a metas obrigatórias progressivas, intermediárias e finais, de acordo com a resolução em regime de vazão de referência, que representa o limite superior de utilização da água em um curso d'água, e é também, uma das principais causas do impedimento de implantações de sistema de outorga (Camara, 2003). A outorga é componente da Política Nacional de Recursos Hídricos e propicia o direito de uso da água, devendo-se ajustar a vazão de referência e suas limitações, o que constitui um procedimento usual de proteção dos rios (Harris et al., 2000; Machado et al., 2003; BRASIL, 2005).

Segundo o Serviço Autônomo de Água e Esgoto de Itabira (SAAE - ITA), cerca de 55% da água que abastece a cidade é proveniente da Estação de Tratamento de Água (ETA) - Pureza, que trata a água captada no Ribeirão Candidópolis (afluente do Rio de Peixe, que deságua no Rio Piracicaba-MG, que por sua vez deságua no Rio Doce).

De acordo com o relatório de 2010 do Projeto 'Mãe d'água', nos últimos 20 anos a degradação da bacia hidrográfica do Ribeirão Candidópolis se intensificou, devido à forma irregular de ocupação, através principalmente na pecuária extensiva, com aumento de agropecuária em solos pouco resistentes à erosão e em relevo acidentado. Atualmente quase não há matas ciliares no entorno das áreas e as matas nos mananciais sofreram muito com a degradação.

A tecnologia tem auxiliado nos processos de aferição da vazão, dentre os métodos aplicados o molinete hidrométrico e flutuador são os mais difundidos, devido à facilidade e custo benefício (Carvalho, 2008). O flutuador é um método precário, devido à necessidade de aplicação de um coeficiente, de determinação incerta, para se obter a velocidade média na seção, podendo apresentar erros de até 20%. O método do molinete utiliza a determinação da velocidade de um fluido, por meio do número de rotações de uma hélice através do chamado molinete, sendo classificado como mais preciso para seções grandes, pequenas ou irregulares, havendo algumas restrições, como velocidade contínua da corrente de 0,20 m/s e da altura mínima de 30 cm do nível de água (NBR 13403 1995).

O fluxo do rio é compreendido como parte integrante de um sistema hidrológico. Esse regime pode ser analisado pela variabilidade de vazões mínimas, médias e máximas. A variabilidade espacial e temporal natural de seu regime, somando às alterações antrópicas sobre os sistemas fluviais, dificulta o relacionamento entre as variáveis componentes. A resposta da pluviosidade nos valores de vazão podem ter respostas rápidas ou lentas, pois parte da precipitação é interceptada pela vegetação, parte infiltra no solo e parte pode ficar retida em depressões do terreno (Andrade & Rocha, 2013; Araújo & Rocha, 2013).

O objetivo do presente trabalho é a análise da relação entre vazão montante e jusante à estação de tratamento de água (ETA - Pureza), através de dois métodos: micromolinete e flutuador,

avaliando as possíveis intervenções que afetaram os valores durante os meses de Dezembro de 2012, Janeiro e Fevereiro de 2013.

2. MÉTODO

Nos dias 14 de Dezembro de 2012, 11 de Janeiro de 2013 e 01 de Fevereiro, foram realizadas medições de vazões no Ribeirão Candidópolis, montante e jusante da estação de tratamento de água ETA – Pureza.

2.1 Área de estudo

A área de estudo, representada pela Figura 1, foi baseada em dois pontos de medição, com localização: S 19,67678° W 43,20580°, elevação: 672 metros, estando à montante da ETA – Pureza, e S 19,657188° W 43,195478°, com elevação: 678 metros, estando à jusante da ETA – Pureza. A estação está situada na cidade de Itabira – Minas Gerais, que possui segundo o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) 2007 cerca de 110.000 habitantes e aproximadamente 1.254 km² de área com bioma característico cerrado e mata atlântica.

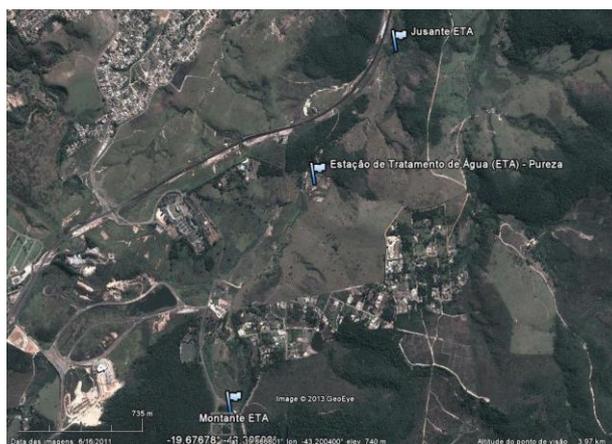


Figura 1- Pontos de medição de vazão no Ribeirão Candidópolis.
Fonte – Google Earth

A seção escolhida à montante da ETA - Pureza possui um trecho de 9 metros retilíneos de comprimento, o local é de fácil acesso devido à presença de uma ponte à jusante ao ponto de análise. Nota-se a ausência de mata ciliar, com a presença de braquiarias em ambas as margens e sedimentos na margem direita, além de cercas e estacas.



Figura 2 - Seção a montante da ETA - Pureza.

A seção à jusante da ETA - Pureza também possui trecho retilíneo de 9 metros de comprimento, com trecho erodido e ausência de matar ciliar.



Figura 3 - Seção à jusante da ETA - Pureza.

2.2 Micromolinete

Para medição de vazão, utilizou-se o micromolinete modelo OTT C2 e foram seguidos alguns procedimentos.

Após a definição da seção transversal, é medida com uma corda graduada, a seção transversal, e de acordo com sua largura são definidos o espaçamento das verticais, conforme a Tabela do DNAEE - 1977. Posteriormente realiza-se a batimetria da seção com auxílio de uma régua milimetrada. Com o uso do micromolinete são realizadas as medições das rotações em cada ponto da vertical, repetindo cada medição três vezes. O micromolinete é posicionado cerca de 15 centímetros abaixo da superfície da água.

A vazão na seção é dada pela Equação da Continuidade:

$$Q = v \times A \quad (1)$$

Onde Q é a vazão em m³/s; v é a velocidade média do escoamento da seção em m/s; e A é a área da seção em m².

Para cálculo da velocidade do micromolinete utilizou-se a Equação da Hélice:

$$v = 0,00195228 + (0,28458667 \times N) \quad (2)$$

Onde N é o número de rotações por segundo. A vazão total é a somatória das vazões referentes a cada área de cada vertical.

2.3 Flutuador

Para medição através do flutuador segue-se a sequência de procedimentos.

Primeiramente escolheu-se o trecho em que foram aferidas as medições, devendo ser o mais reto possível, com pelo menos 10 metros de distância e sem obstáculos, sendo demarcado com cordas em suas extremidades. É realizada a batimetria das seções para que posteriormente fosse possível calcular as áreas.

O método do flutuador consiste em medir a velocidade do escoamento do trecho. O flutuador, no caso utilizou-se uma laranja (devido parte desta estar submersa ao corpo d'água), é solto alguns metros antes da seção inicial, posicionado ao centro do rio. Com um cronômetro marca-se o tempo que o mesmo leva para percorrer a distância entre as duas seções, repetindo o procedimento no mínimo três vezes.

Nesse método a velocidade é dada por:

$$v = \frac{d}{\Delta t} \quad (3)$$

Onde d é a distância entre as seções em metros e Δt é a média dos tempos cronometrados em segundos. Utiliza-se novamente a equação da continuidade (1). De acordo com (Neto 1973), a velocidade superficial é multiplicada pelo coeficiente ou fator de correção 0,8, permitindo que esta seja ajustada, devido ao rápido deslocamento superficial do flutuador na água.

3. RESULTADOS

As vazões dos trechos são obtidas pela Equação da Continuidade, dados pelo produto da área das seções e da velocidade, mensurada pelo micromolinete e flutuador.

Os perfis, montante e jusante da ETA – Pureza, nos meses de Dezembro a Fevereiro, sofreram constantes alterações físicas, devido ao carreamento de sedimentos externos, escoamento superficial, desbarrancamento das margens e principalmente devido ao período chuvoso, interferindo na profundidade das verticais e na área total. A chuva é um dos fatores de grande relevância, além de ocasionar o aumento do nível da água, proporciona mudanças na velocidade e favorece o desbarrancamento das margens, já que estas estão desprovidas de mata ciliar. Ressalta-se que a Estação de Tratamento de Água, localizada entre as seções de estudo, retira do Rio Candidópolis, o equivalente a 0,180 m³/s, de acordo com dados do SAAE – Itabira. A Figura 4 e as Tabelas 1 e 2 ilustram respectivamente o índice pluviométrico de Itabira no período da medição e os resultados obtidos das vazões mensais, no período de Dezembro a Fevereiro, pelos métodos do flutuador e micromolinete.

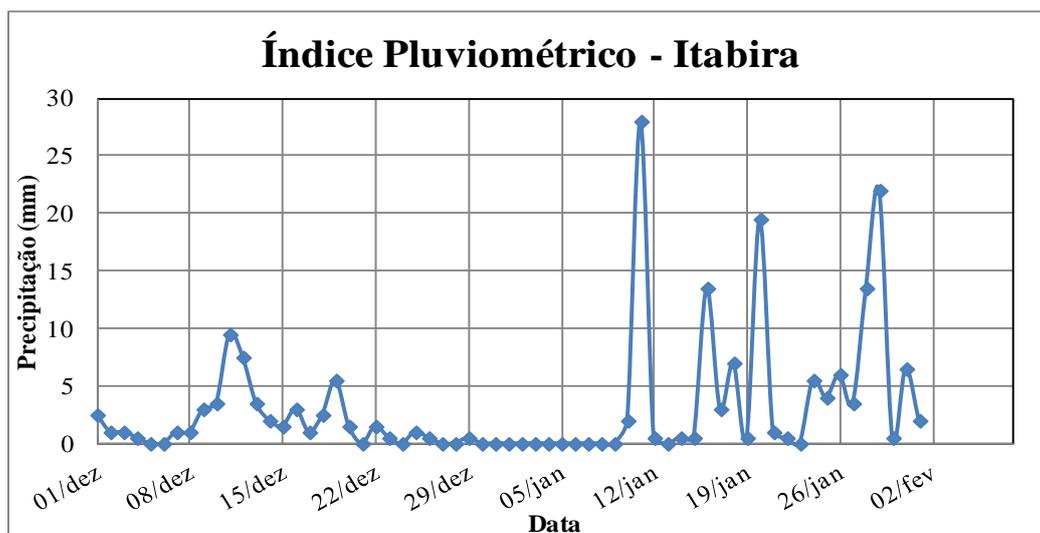


Figura 4 – Índice Pluviométrico Itabira – MG

Fonte: Secretaria Municipal do Meio Ambiente de Itabira

Tabela 1 - Vazão à montante da Estação de Tratamento de Água.

Método	Dezembro Medição 1 (m ³ /s)	Janeiro Medição 2 (m ³ /s)	Fevereiro Medição 3 (m ³ /s)	Vazão Média (m ³ /s)
Micromolinete	0,385	0,320	0,376	0,397
Flutuador	0,514	0,526	0,556	0,532

Tabela 2 - Vazão à jusante da Estação de Tratamento de Água.

Método	Dezembro Medição 1 (m ³ /s)	Janeiro Medição 2 (m ³ /s)	Fevereiro Medição 3 (m ³ /s)	Vazão Média (m ³ /s)
Micromolinete	0,272	0,342	0,442	0,352
Flutuador	0,208	0,328	0,338	0,291

Em análise dos resultados da montante, Tabela 1, observa-se os valores de cada método foi aproximado durante os 3 meses, enquanto que em comparação de ambos, houve certa diferença de resultados, sendo o método do flutuador superior ao micromolinete em todas as medições, mesmo com o fator de correção de 0,8.

Os resultados apresentados à jusante, Tabela 2, revelam valores aproximados em comparativo dos dois métodos. A vazão do micromolinete sofreu aumento significativo em cada mês, como também o flutuador, do mês de Dezembro para Janeiro e foi posteriormente estabilizada. A vazão do flutuador manteve-se superior ao método do micromolinete, porém aplicado o fato de correção, a velocidade da água foi ajustada para valores inferiores, porém mais aproximados.

Em análise conjunta, a água ao longo do percurso estudado, sofre a retirada de 0,180 m³/s para ser tratada na ETA – Pureza, além de perdas por processos naturais, devido ao ciclo hidrológico, tais como evaporação e percolação no lençol freático, somado a fatores como captação de água para fazendas e irrigação de plantações próximas ao Rio Candidópolis. Outros fatores são responsáveis pelo aumento da vazão posterior a ETA – Pureza, como a presença de nascentes entre a estação e a jusante, o escoamento superficial intensificado pela ação das chuvas e erros ocorridos durante as medições, justificando a vazão à jusante ser superior a montante nos meses de Janeiro e Fevereiro pelo método mais preciso, micromolinete. Como esperado os valores de vazão média corresponderam a perda da vazão à jusante, por ambos os métodos, principalmente devido a retirada para tratamento de água, entretanto observa-se uma discrepância maior dos valores médios de vazão pelo método do flutuador. A relação vazão e chuva é comprovada em análise da Figura 4 e das Tabelas 1 e 2. A medição do mês de Fevereiro apresentou maior acúmulo de índice pluviométrico entre o intervalo da segunda e terceira medição, o que correspondeu em índices elevados na vazão de ambas as seções. Os índices de chuvas ocorridos dois dias antecessores à do mês de Janeiro, sendo o maior índice pluviométrico do período analisado, corresponde ao aumento da vazão em relação ao mês de Dezembro, pelos dois métodos.

4. CONCLUSÃO

A alteração dos perfis ao longo dos meses, por processos do ciclo hidrológico, ou fatores externos e erros durante as medições interferem diretamente na velocidade de escoamento da água e nas áreas das seções estudadas, implicando mudanças nas vazões. A relação da vazão entre à montante e à jusante da ETA – Pureza alcançou resultados esperados, já que a vazão média à seção jusante foi inferior, atribuindo-se o fato principalmente pela retirada da vazão pela estação de tratamento de água. Ressalta-se que os resultados do método do flutuador foram superiores ao molinete, devido à simplicidade do método e margem de erro do mesmo, porém aplicado ao fator de correção de 0,8 os resultados ficaram mais aproximados, principalmente na seção à jusante. Pelo micromolinete, os meses de Janeiro e Fevereiro obtiveram vazões maiores à jusante, o que contradiz com o valor médio final das seções, podendo tal fato ser justificado devido ao abastecimento durante o percurso do rio por nascentes e escoamento superficial intensificado pela ação das chuvas. A análise do índice pluviométrico foi de extrema importância na justificativa do aumento das seções. A escolha do método de medição de vazão é o parâmetro relevante e impacta diretamente na precisão dos dados obtidos, sendo necessário adequar o método de medição de acordo com a seção estudada.

AGRADECIMENTOS

À Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de Minas Gerais – FAPEMIG.

REFERÊNCIAS

ANDRADE, L. F.; ROCHA, P.C. Variabilidade hidrológica dos rios do Peixe e Aguapei no Oeste do estado de São Paulo: contribuições ao Gerenciamento. Disponível em:

<http://www4.fct.unesp.br/simposios/seaupp/2011/arquivos/trabalhos_apresentados/resumos/lucinet_e_ferreira.pdf> Acesso em 17 de Janeiro de 2013.

ARAUJO, A.P.; ROCHA, P. C. Regime de fluxo e alterações hidrológicas no rio Tibagi-bacia o rio Paranapanema / alto Paraná. Disponível em: <<http://www.revista.ufpe.br/revistageografia/index.php/revista/article/viewFile/387/265>> Acesso em 17 de Janeiro de 2013.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 13403: Medição de vazão em efluentes líquidos e corpos receptores – Escoamento Livre. Rio de Janeiro, 1995.

BRASIL. Departamento Nacional de águas e Energia Elétrica. Manual para serviços de Hidrometria. São Paulo, 1977. 95p. GARCEZ, L.N.

BRASIL. Resolução CONAMA n.357, de 17 de março de 2005. Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil, Brasília.

CAMARA, A. C. F. C. Análise da vazão máxima outorgável e da introdução simplificada da qualidade da água no processo de outorga da bacia do Rio Gramame (PB). Porto Alegre: UFRGS, 2003. 219p. Dissertação Mestrado. Disponível em < <http://www.lume.ufrgs.br/handle/10183/1770>>. Acesso em: 30 de Janeiro 2013.

CARVALHO, T. M. (2008). Técnicas de medição de vazão por meios convencionais e não convencionais. RBGF – Revista Brasileira de Geografia Física. Recife-PE Vol. 01n. 01 Mai/Ago 2008, pp. 73 – 85.

HARRIS, N. M.; GURNELL, A. M.; HANNAH, D. M.; PETTS, G. E. Classification of river regimes: a context for hydroecology. In: John Wiley & Sons, Hardcover: Hydrological Processes. 2000, v.14, p.2831-2848. Disponível em < <http://filebox.vt.edu/users/dorth/E%20Flow%20Readings%20%20Harris%20et%20al.%202000%20classification%20of%20flow%20regimes.pdf> >. Acesso em: 30 de Janeiro de 2013

MACHADO E. S. et. al. Um avanço na gestão da qualidade da água: a outorga para diluição de efluentes. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE RECURSOS HÍDRICOS, v.15, 2003, Curitiba. Anais. Rio de Janeiro: ABRH.

NETO, A. J. M. Manual de hidráulica. 6ª ed. São Paulo: Edgard Blücher, 1973. 668p.

SAAE, 2010. ETA Itabira - Estação de Tratamento da Água. Disponível em <www.saaeitabira.com.br/EmpresaCidadã/ETA/tabid/602/Default.aspx> Acesso em: 26 de Janeiro de 2013

SAAE – Itabira-MG, Relatório da implantação e dos resultados do projeto ‘Mãe d’água’ de Itabira - MG, Serviço autônomo de água e esgoto (2010). Disponibilidade < <http://www.saaeitabira.com.br/Portals/6/Relat%C3%B3rio%20do%20Projeto%20M%C3%A3e%20D%C3%A1gua.pdf> >. Acesso em: 26 de Janeiro de 2013.

SANTOS, I. et al. Medição de vazão líquida. In: _____. Hidrometria aplicada. 2.ed. Curitiba: Instituto de Tecnologia para o Desenvolvimento, 2001. p.119-198.