



## Estudos Hidrológicos em Microbacias com Diferentes Usos e Cobertura de Solo <sup>(1)</sup>.

**Mariana Bárbara Lopes Simedo<sup>(2)</sup>; Antonio Lucio Mello Martins<sup>(3)</sup>; Maria Conceição Lopes<sup>(4)</sup>; Teresa Cristina Tarlé Pissarra, Renato Farias do Valle Junior**

<sup>(1)</sup> Trabalho executado com recursos da Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo (FAPESP).

<sup>(2)</sup> Mestranda; UNESP Campus de Jaboticabal, SP; mariana\_blopes@hotmail.com; <sup>(3)</sup> Pesquisador Científico VI; APTA-Polo Regional Centro Norte; Pindorama, SP; <sup>(4)</sup> Oficial de ApCT IV; APTA-Polo Regional Centro Norte; Pindorama, SP;

<sup>(5)</sup> Professor Assistente Doutor; UNESP Campus de Jaboticabal, SP; <sup>(6)</sup> Professor efetivo do Instituto Federal de Educação Ciência e Tecnologia do Triângulo Mineiro, Campus Uberaba, MG.

**RESUMO:** O monitoramento da vazão é importante e indispensável para quantificar o volume de água em uma determinada bacia. As diversas atividades desenvolvidas em bacias hidrográficas com alteração do uso e a ocupação do solo interferem diretamente no regime temporal e espacial da vazão e na qualidade da água. Objetivou-se neste trabalho estudar o comportamento hidrológico da microbacia do Córrego da Olaria, Pindorama-SP, correlacionando-o com o uso e a ocupação do solo no período de outubro de 2013 a setembro de 2014. Foram selecionados quatro pontos principais de contribuição na microbacia, e realizou-se o monitoramento mensal da vazão com uso de linígrafo (Teledyne Isco - 2150). Os resultados obtidos pelo linígrafo foram submetidos à análise estatística, avaliando a vazão e a interação com as nascentes e a época (seca ou chuvosa), e realizaram-se gráficos temporais da vazão correlacionando-os com dados pluviométricos. Os dados obtidos permitem concluir que as nascentes em mata nativa apresentam maior vazão, enquanto que a nascente em área de mata não consolidada a menor vazão.

**Termos de indexação:** vazão; uso do solo, bacia hidrográfica.

### INTRODUÇÃO

A bacia hidrográfica é uma importante unidade de estudo e planejamento, devido ao fato desta ser uma unidade geográfica onde os recursos naturais se integram, constituindo uma área de fácil reconhecimento e caracterização. É fundamental o manejo e a manutenção dos recursos hídricos para garantia de sua disponibilidade.

O uso de microbacias hidrográficas como unidades territoriais para o desenvolvimento de trabalhos experimentais é de suma importância. Para Lopes (2011), as pesquisas em bacias hidrográficas teve início por volta do começo deste século em vários países, e inúmeros resultados já obtidos mostram que o uso da terra e as atividades florestais podem afetar, não apenas a quantidade e

a qualidade da água, como também, o regime de vazão do recurso hídrico.

O escoamento superficial é um dos processos do ciclo hidrológico, que se forma pelo fluxo de água superficial, formando os canais de drenagem. Uma das grandezas desse escoamento é a vazão, que é conceituada como o volume de água escoado por unidade de tempo. Segundo Pinheiro et al. (2011), os cursos d'água refletem as consequências do uso e ocupação do solo na bacia hidrográfica. A irregularidade da distribuição temporal das chuvas e a degradação ambiental dos recursos naturais de uma bacia podem comprometer as reservas superficiais e subterrâneas.

A medida da vazão de uma nascente é um parâmetro muito importante para caracterizar o seu regime hidrológico, cujo comportamento é influenciado pelo índice pluviométrico, por sua localização e pela ação do homem sobre as condições naturais da região (Araújo Filho, et al., 2011).

Nesse contexto, objetivou-se neste trabalho estudar o comportamento hidrológico da microbacia do Córrego da Olaria, correlacionando-o com o uso e a ocupação do solo.

### MATERIAL E MÉTODOS

#### Área de estudo

O local proposto para realização do presente estudo é a microbacia hidrográfica do Córrego da Olaria, situada no Polo Regional Centro Norte, pertencente à Agência Paulista de Tecnologia dos Agronegócios (APTA), órgão vinculado a Secretaria da Agricultura e Abastecimento (SAA), localizado no município de Pindorama, SP. Apresenta extensão aproximada de 9,17km<sup>2</sup>, entre altitudes de 410m e 740m, é balizada entre as coordenadas UTM, zona 22K, e as coordenadas geográficas: entre as latitudes 21° 05' 47,80" S e 21° 19' 35,93" S; e longitudes 49° 03' 02,88" W e 48° 42' 52,27" W. O planalto é ondulado levemente ondulado e contém em suas cabeceiras pequenos córregos formadores da rede hidrográfica regional, (**Figura 1**). Esta microbacia é de grande importância na área de

drenagem da sub-bacia do rio São Domingos apresentando a vazão de contribuição com parte dos municípios paulistas de Pindorama, Catanduva, Catiguá, Tabapuã, Cedral e Uchoa, e ainda, por apresentar áreas agricultáveis com significativa atividade socioeconômica na região noroeste do Estado de São Paulo.

O Polo Regional Centro Norte possui uma área territorial de 532,8 ha, sendo que aproximadamente 120 ha são de mata nativa. O clima enquadra-se, segundo a classificação climática de Köppen, como o Aw, definido como clima tropical úmido com estação chuvosa no verão e seca no inverno. Apresenta temperatura média anual de 22,8°C, e umidade relativa média anual de 71,6%. O balanço hídrico anual segundo a metodologia de THORNTHWAITE & MATHER (1955), caracteriza climaticamente o local como precipitação de 1389mm, evapotranspiração potencial de 1117,6mm, evapotranspiração real de 909,9mm, deficiência hídrica de 207,6mm e excedente hídrico de 480,1mm.

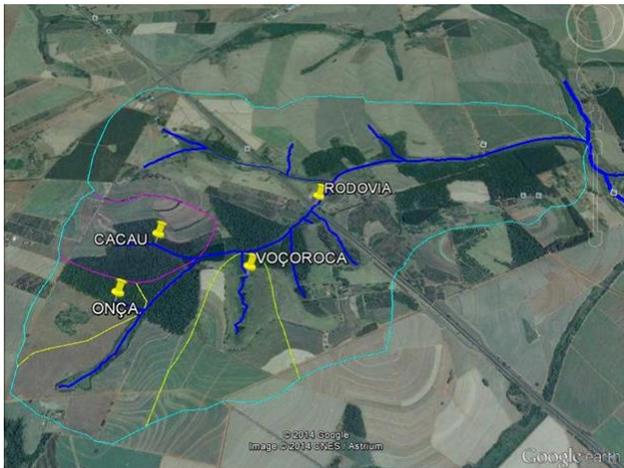


Figura 1 - Rede Hidrográfica da Microbacia do Córrego da Olaria, Pindorama, SP. Fonte: Google Earth (2014).

### Caracterização morfométrica, Monitoramento da vazão e Análise estatística

Para iniciar o estudo a microbacia do Córrego da Olaria foi dividida em sub-bacias, baseado em seus divisores topográficos internos, e assim cada sub-bacia foi analisada individualmente. Para medir a vazão foram selecionados quatro pontos principais de contribuição na microbacia (Figura 1). Cada ponto monitorado possui características específicas, conforme demonstrado na (Tabela 1).

Tabela 1 - Características dos pontos de medição da vazão na microbacia do Córrego da Olaria, município de Pindorama, SP.

Pontos	Uso e Ocupação do Solo
P1 – Nascente Onça	Nascente localizada em mata nativa.
P2 – Nascente Cacau	Nascente localizada em mata nativa com marcante presença de serapilheira.
P3 – Nascente Voçoroca	Nascente em área de antiga voçoroca recuperada por prática de conservação de solo e implantação de mata ciliar com uso de Sistema Agroflorestal (SAF) que se encontra em crescimento.
P4 – Foz - Rodovia	Córrego da Olaria, com intensa permanência de plantas aquáticas e matéria orgânica dissolvida na água.

A análise morfométrica dos pontos de vazão da microbacia está demonstrada na tabela 2 a seguir:

Tabela 2 - Dados da análise morfométrica dos pontos de vazão da microbacia do Córrego da Olaria, Pindorama, SP.

	Oeste Longitude	Norte Latitude	Altitud (m)	Área KM <sup>2</sup>	Perím.
	X	Y	Z		
P3	715460,87	7651416,71	547	75,474	41,028,179
P4	716018,27	7651957,29	531	344,118	91,770,867,464
P2	714670,17	7651662,13	578	68,104	33,395,972
P1	714542,44	7651174,31	584	38,486	25,882,578

O monitoramento da vazão das microbacias foi realizado mensalmente no período de outubro de 2013 a setembro de 2014, com uso do aparelho linígrafo (Teledyne Isco - 2150). Abaixo na figura 2 é demonstrada a leitura da vazão realizada com o linígrafo.



Figura 2 - Realização da leitura da vazão com linígrafo. Fonte: Relatório FAPESP 2013/11932-1.

Os resultados obtidos pelo linígrafo foram submetidos à análise estatística, com o propósito de



avaliar a vazão coletada e a interação com as nascentes, e a vazão coletada e a interação com a época (seca ou chuvosa). A análise estatística dos dados foi elaborada no software MINITAB. O delineamento estatístico foi inteiramente casualizado (DIC). A análise de variância foi empregada usando o teste de Tukey 5%, no programa SAS (Versão 6.11) (1995).

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

### Gráficos temporais

A vazão estimada da microbacia do Córrego da Olaria variou de 0,03005 l/s a 17,54509524 l/s, durante o período de novembro de 2013 a setembro de 2014. Quanto à pluviometria destaca-se como maior precipitação o mês de março de 2014 com 176,2 mm e a menor no mês de agosto de 2014 com 0 mm.

O ponto um: nascente onça obteve o maior resultado de vazão no mês de novembro de 2013 com 4,8 l/s e a menor vazão no mês de fevereiro de 2014 com 1,5 l/s. As precipitações desses meses corresponderam a 173,7 mm e 123,1mm (Figura 3).

Observou-se que os resultados durante o período analisado não oscilaram significativamente, sendo o ponto que manteve a vazão durante os meses com baixa precipitação. O que garantiu essa disponibilidade hídrica foi o fato dessa nascente estar presente em mata nativa consolidada, além de ser classificada como perene.

De acordo com Oliveira et al. (2011) as matas ciliares podem gerar benefícios diretos e indiretos aos recursos hídricos, além da sua estabilização e permanência.



Figura 3 - Médias da vazão (l/s) nascente Onça, correlacionado com os dados pluviométricos.

O ponto dois: nascente cacau, a qual é localizada em área nativa e classificada como perene, obteve o maior resultado de vazão no mês de dezembro de 2013 com 3,6 l/s e a menor vazão no mês de agosto de 2014 com 0,44 l/s. As precipitações desses meses corresponderam a 102,3 mm e 0 mm (Figura 4). Observou-se que os meses de maior e menor resultado de vazão corresponderam à quantidade de precipitação recebida.

A vazão, segundo Valente & Gomes (2005), pode ser classificada pela persistência de seus fluxos, sendo que as nascentes perenes se manifestam durante o ano todo, apresentando variação na vazão ao longo do ano.

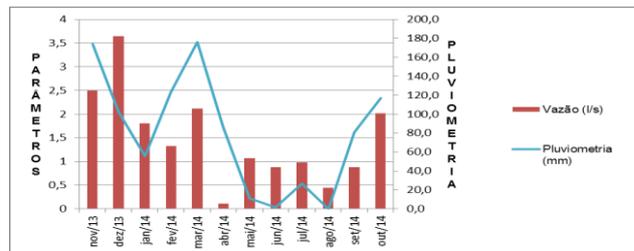


Figura 4 - Médias da vazão (l/s) nascente Cacau, correlacionado com os dados pluviométricos.

O ponto três: nascente voçoroca obteve o maior resultado de vazão no mês de dezembro de 2013 com 4,7 l/s e a menor vazão no mês de fevereiro de 2014 com 0,03 l/s. As precipitações desses meses corresponderam a 102,3 mm e 123,1 mm (Figura 5). Essa nascente é classificada como perene, e localiza-se em uma área de mata não consolidada. Uma característica eminente nesse ponto é o excesso de macrófitas aquáticas nos açudes. Observou-se que no período de janeiro a maio de 2014 houve a redução significativa da vazão, ainda sendo no período de chuva. O excesso de macrófitas diminui a velocidade e o fluxo da água, e interferem na leitura da vazão.

De acordo com Santos et al. (2012), a ausência de mata ciliar favorece a degradação dos recursos hídricos aumentando os sedimentos carregados e conseqüentemente a proliferação de plantas aquáticas. A partir do mês de maio de 2014 foi realizada a limpeza manual das plantas aquáticas, para impedir a obstrução do canal.

Observou-se que esse ponto apresenta a menor vazão da microbacia, e isso se deve ao fato de esta nascente não estar localizada em uma área de floresta consolidada. Segundo Latuf (2007), com o solo mais exposto a capacidade de infiltração tenderá a ficar reduzida, acarretando no aumento do escoamento superficial e das vazões máximas e médias e reduzindo as vazões mínimas.

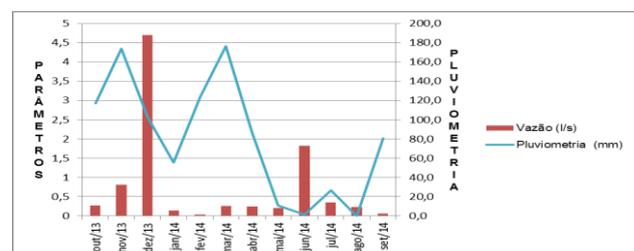
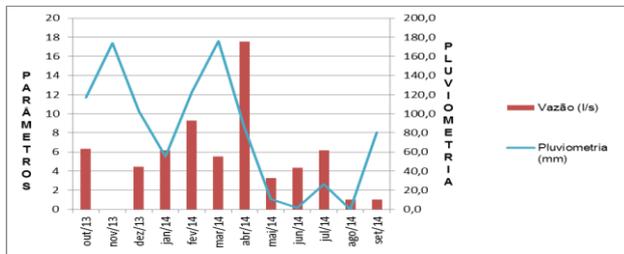


Figura 5 - Médias da vazão (l/s) nascente Voçoroca, correlacionado com os dados pluviométricos.



O ponto quatro: rodovia obteve o maior resultado de vazão no mês de abril de 2014 com 17,5 l/s e a menor vazão no mês de setembro/2014 com 1,5 l/s. As precipitações desses meses corresponderam a 86,1 mm e 80,5 mm (**Figura 6**). Esse ponto é a foz da microbacia e possui como características o excesso de plantas aquáticas e matéria orgânica dissolvida na água, o que dificulta a leitura da vazão com linígrafo. Além da ausência da precipitação no mês de agosto, detectou-se que o que colaborou para a diminuição expressiva da vazão foi a presença de animais pisoteando taboas e outras plantas aquáticas na várzea antes desse ponto, 70m acima, havendo o aumento de matéria orgânica na água, e obstrução da passagem de água no canal da leitura.



**Figura 6** - Médias da vazão (l/s) Rodovia (Foz), correlacionado com os dados pluviométricos.

### Análise estatística

Os dados estatísticos da leitura vazão e a interação com as nascentes e época (seca ou chuvosa), resultaram-se em significativo, segundo análise de variância e teste de Tukey 5%, conforme se observa nas **tabelas 3 e 4** abaixo:

**Tabela 3** - Vazão coletada e a interação com época.

Variável	Época	Valor med.	Desvio pad.
Vazão (**)	1 (seca)	1,603 a	1,205
Vazão (**)	2 (chuvosa)	2,633 b	1,813

(\*\*) significativo segundo análise de variância para  $p < 0,001$ , / letras diferentes no valor médio indicam diferença segundo Tukey 5%

**Tabela 4** - Vazão coletada e a interação com as nascentes

Variável	Nascentes	Valor méd.	Desvio pad.
Vazão (**)	1	3,210 c	0,880
Vazão (**)	2	2,248 b	1,386
Vazão (**)	3	0,897 a	1,586

(\*\*) significativo segundo análise de variância para  $p < 0,001$ , / letras diferentes no valor médio indicam diferença segundo Tukey 5%

A nascente três: voçoroca, onde há ausência de mata consolidada apresentou menor valor médio de vazão segundo teste de Tukey 5%.

As nascentes um e dois: onça e cacau, com presença de matas consolidadas apresentaram maiores valores de vazão segundo teste de Tukey 5%.

## CONCLUSÕES

Os dados obtidos permitem concluir que as nascentes em mata nativa apresentam maior vazão, enquanto que a nascente em área de mata não consolidada a menor vazão.

## AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem a FAPESP pelo apoio financeiro e institucional.

## REFERÊNCIAS

- ARAÚJO FILHO, P. F.; BRAGA, R. A. P.; GUSMÃO, P. T. R. Mensuração da vazão em nascentes do Assentamento Serra Grande na bacia do Rio Natuba – PE. CONGRESSO NORDESTINO DE ECOLOGIA da SNE, 13., Recife, 2011. Anais. Recife: Universidade Federal de Pernambuco, 2011.
- LATUF, M. O. Mudanças no Uso do Solo e Comportamento Hidrológico nas Bacias do Rio Preto e Ribeirão entre Ribeiros. Dissertação (Mestrado em Engenharia Agrícola), Universidade Federal de Viçosa, Minas Gerais, 2007. 151p.
- LOPES, M. C. Ações de Educação Ambiental e Monitoramento da Água no Córrego da Olaria, Apta-Pindorama, SP. Dissertação (Mestrado em Agronomia, Ciência do Solo), UNESP - Jaboticabal - SP, 2011. 64 p.
- OLIVEIRA, L. C. de; PEREIRA, R.; VIEIRA, J. R. G. Análise da Degradação Ambiental da Mata Ciliar em um Trecho do Rio Maxaranguape, RN: Uma Contribuição à Gestão dos Recursos Hídricos do Rio Grande do Norte - Brasil. *Holos Environment*, 5:49-66, 2011.
- PINHEIRO, R. C., TONELLO, K. T., VALENTE, R. O. A., MINGOTI, R., SANTOS, I. P. Ocupação e Caracterização Hidrológica da Microbacia do Córrego Ipaneminha, Sorocaba-SP. *Revista Irriga, Botucatu*, 16: 234-245, 2011.
- SANTOS, G. O.; HERNANDEZ, F. B. T. Uso do Solo e Monitoramento dos Recursos Hídricos no Córrego do Ipê, Ilha Solteira, SP. *Rev. bras. eng. agríc. ambient.*, Campina Grande, 17:60-68, 2013.
- THORNTHWAITE, C.W & MATHER, J. R. The water balance. Centerton, New Jersey, Drexel Institute of Technology, 8:104, 1955.
- VALENTE, O. F.; GOMES, M. A. Conservação de Nascentes: Hidrologia e Manejo de Bacias Hidrográficas de Cabeceira. Viçosa-MG: Aprenda Fácil, 1:210, 2005.