

# Gestão de Recursos Hídricos e Sustentabilidade

Luis Miguel Schiebelbein  
(Organizador)

Luis Miguel Schiebelbein  
(Organizador)

# Gestão de Recursos Hídricos e Sustentabilidade

Atena Editora  
2018

2018 by Atena Editora

Copyright © da Atena Editora

**Editora Chefe:** Profª Drª Antonella Carvalho de Oliveira

**Diagramação e Edição de Arte:** Geraldo Alves e Natália Sandrini

**Revisão:** Os autores

#### Conselho Editorial

- Prof. Dr. Alan Mario Zuffo – Universidade Federal de Mato Grosso do Sul  
Prof. Dr. Álvaro Augusto de Borba Barreto – Universidade Federal de Pelotas  
Prof. Dr. Antonio Carlos Frasson – Universidade Tecnológica Federal do Paraná  
Prof. Dr. Antonio Isidro-Filho – Universidade de Brasília  
Profª Drª Cristina Gaio – Universidade de Lisboa  
Prof. Dr. Constantino Ribeiro de Oliveira Junior – Universidade Estadual de Ponta Grossa  
Profª Drª Daiane Garabeli Trojan – Universidade Norte do Paraná  
Prof. Dr. Darllan Collins da Cunha e Silva – Universidade Estadual Paulista  
Profª Drª Deusilene Souza Vieira Dall’Acqua – Universidade Federal de Rondônia  
Prof. Dr. Eloi Rufato Junior – Universidade Tecnológica Federal do Paraná  
Prof. Dr. Fábio Steiner – Universidade Estadual de Mato Grosso do Sul  
Prof. Dr. Gianfábio Pimentel Franco – Universidade Federal de Santa Maria  
Prof. Dr. Gilmei Fleck – Universidade Estadual do Oeste do Paraná  
Profª Drª Girlene Santos de Souza – Universidade Federal do Recôncavo da Bahia  
Profª Drª Ivone Goulart Lopes – Istituto Internazionele delle Figlie de Maria Ausiliatrice  
Profª Drª Juliane Sant’Ana Bento – Universidade Federal do Rio Grande do Sul  
Prof. Dr. Julio Candido de Meirelles Junior – Universidade Federal Fluminense  
Prof. Dr. Jorge González Aguilera – Universidade Federal de Mato Grosso do Sul  
Profª Drª Lina Maria Gonçalves – Universidade Federal do Tocantins  
Profª Drª Natiéli Piovesan – Instituto Federal do Rio Grande do Norte  
Profª Drª Paola Andressa Scortegagna – Universidade Estadual de Ponta Grossa  
Profª Drª Raissa Rachel Salustriano da Silva Matos – Universidade Federal do Maranhão  
Prof. Dr. Ronilson Freitas de Souza – Universidade do Estado do Pará  
Prof. Dr. Takeshy Tachizawa – Faculdade de Campo Limpo Paulista  
Prof. Dr. Urandi João Rodrigues Junior – Universidade Federal do Oeste do Pará  
Prof. Dr. Valdemar Antonio Paffaro Junior – Universidade Federal de Alfenas  
Profª Drª Vanessa Bordin Viera – Universidade Federal de Campina Grande  
Profª Drª Vanessa Lima Gonçalves – Universidade Estadual de Ponta Grossa  
Prof. Dr. Willian Douglas Guilherme – Universidade Federal do Tocantins

#### Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP) (eDOC BRASIL, Belo Horizonte/MG)

G393 Gestão de recursos hídricos e sustentabilidade / Organizador Luis Miguel Schiebelbein. – Ponta Grossa (PR): Atena Editora, 2018.  
– (Gestão de Recursos Hídricos e Sustentabilidade; v.1)

Formato: PDF

Requisitos de sistema: Adobe Acrobat Reader

Modo de acesso: World Wide Web

Inclui bibliografia

ISBN 978-85-7247-024-7

DOI 10.22533/at.ed.247190901

1. Desenvolvimento de recursos hídricos. 2. Política ambiental – Brasil. 3. Sustentabilidade. I. Schiebelbein, Luis Miguel. II. Título. III. Série.

CDD 343.81

**Elaborado por Maurício Amormino Júnior – CRB6/2422**

O conteúdo dos artigos e seus dados em sua forma, correção e confiabilidade são de responsabilidade exclusiva dos autores.

2018

Permitido o download da obra e o compartilhamento desde que sejam atribuídos créditos aos autores, mas sem a possibilidade de alterá-la de nenhuma forma ou utilizá-la para fins comerciais.

[www.atenaeditora.com.br](http://www.atenaeditora.com.br)

## APRESENTAÇÃO

A obra “Gestão de Recursos Hídricos e Sustentabilidade” aborda uma série de artigos e resultados de pesquisa, em seu Volume I, contemplando em seus 21 capítulos, os novos conhecimentos científicos e tecnológicos para as áreas em questão.

Estrategicamente agrupados na grande área temática de GESTÃO DE BACIAS HIDROGRÁFICAS, ne nas seções de Meteorologia, Modelagem, Conceitos Aplicados & Estudos de Caso, traz à tona informações de extrema relevância para a área dos Recursos Hídricos, assim como da Sustentabilidade.

Os capítulos buscam de maneira complementar, abordar as diferentes áreas além de concentrar informações envolvendo não só os resultados aplicados, mas também as metodologias propostas para cada tipo de estudo realizado.

Pela grande diversidade de locais e instituições envolvidas, na realização das pesquisas ora publicadas, apresenta uma grande abrangência de condições e permite, dessa forma, que se conheça um pouco mais do que se tem de mais recente nas diferentes áreas de abordagem.

A todos os pesquisadores envolvidos, autores dos capítulos inclusos neste Volume I, e, pela qualidade e relevância de suas pesquisas e de seus resultados, os agradecimentos do Organizador e da Atena Editora.

Ressalta-se ainda e indica-se a consulta ao Volume II, o qual aborda as grandes áreas temáticas de QUALIDADE DA ÁGUA, RECURSOS HÍDRICOS NO ABASTECIMENTO, UTILIZAÇÃO AGRÍCOLA DOS RECURSOS HÍDRICOS & SUSTENTABILIDADE.

Complementarmente, espera-se que esta obra possa ser de grande valia para aqueles que buscam ampliar seus conhecimentos nessa magnífica área da Gestão de Recursos Hídricos, associada à Sustentabilidade. Que este seja não só um material de apoio, mas um material base para o estímulo a novas pesquisas e a conquista de resultados inovadores.

Luis Miguel Schiebelbein

## SUMÁRIO

<b>CAPÍTULO 1</b> .....	<b>1</b>
A FLORESTA E A DINÂMICA HIDROLÓGICA DE NASCENTES	
Jéssica Fernandez Metedieri	
Mariana Santos Leal	
Kelly Cristina Tonello	
<b>DOI 10.22533/at.ed.2471909011</b>	
<b>CAPÍTULO 2</b> .....	<b>17</b>
REQUALIFICAÇÃO FLUVIAL: CONCEITOS E CASOS DE ESTUDO	
Aline Pires Veról	
Bruna Peres Battemarco	
Matheus Martins de Sousa	
Marcelo Gomes Miguez	
<b>DOI 10.22533/at.ed.2471909012</b>	
<b>CAPÍTULO 3</b> .....	<b>34</b>
ANÁLISE DA VARIABILIDADE TEMPORAL DE BASE NA PROPAGAÇÃO DA ONDA DIFUSA EM UM RIO	
Maria Patricia Sales Castro	
Patrícia Freire Chagas	
Karyna Oliveira Chaves de Lucena	
Raimundo Oliveira de Souza	
<b>DOI 10.22533/at.ed.2471909013</b>	
<b>CAPÍTULO 4</b> .....	<b>43</b>
PLANO DE DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL PARA OS ASSENTAMENTOS DOS MUNICÍPIOS DE DELMIRO GOUVEIA E ÁGUA BRANCA NA ÁREA DE INFLUÊNCIA DO CANAL DO SERTÃO ALAGOANO	
Eduardo Jorge de Oliveira Motta	
<b>DOI 10.22533/at.ed.2471909014</b>	
<b>CAPÍTULO 5</b> .....	<b>53</b>
ZONEAMENTO DE ÁREAS DE RESTRIÇÃO E CONTROLE RELEVANTES PARA A CONSERVAÇÃO DE RECURSOS HÍDRICOS: UMA PROPOSTA METODOLÓGICA APLICADA À BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO VELOSO (SUB-BACIA DO RIO PARAPEBA), MINAS GERAIS, BRASIL	
Joselaine Aparecida Ribeiro	
Thiago Vieira da Silva Matos	
Antônio Pereira Magalhães Júnior	
<b>DOI 10.22533/at.ed.2471909015</b>	
<b>CAPÍTULO 6</b> .....	<b>65</b>
PROJETO DA PAISAGEM NOS SISTEMAS DE DRENAGEM URBANA - CASO DA BACIA DO RIO JOANA	
Isadora Tebaldi	
Ianic Bigate Lourenço	
Aline Pires Veról	
Marcelo Gomes Miguez	
<b>DOI 10.22533/at.ed.2471909016</b>	

<b>CAPÍTULO 7 .....</b>	<b>82</b>
GESTÃO DA DRENAGEM URBANA EM MUNICÍPIOS DE PEQUENO PORTE: ESTUDO DE CASO DA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO ITAJAÍ AÇU	
Fabiane Andressa Tasca Roberto Fabris Goerl Jakcemara Caprário Aline Schuck Rech Alexandra Rodrigues Finotti	
<b>DOI 10.22533/at.ed.2471909017</b>	
<b>CAPÍTULO 8 .....</b>	<b>92</b>
ANÁLISE AMBIENTAL DAS BACIAS HIDROGRÁFICAS DO ESPAÇO URBANO DE CAMPO GRANDE/MS	
Eva Faustino da Fonseca de Moura Barbosa	
<b>DOI 10.22533/at.ed.2471909018</b>	
<b>CAPÍTULO 9 .....</b>	<b>108</b>
APLICAÇÃO DO MÉTODO SIMPLIFICADO A BARRAGENS DO ESTADO DE MINAS GERAIS	
Carlos Eugenio Pereira Maria Teresa Viseu Marcio Ricardo Salla Kevin Reiny Rocha Mota	
<b>DOI 10.22533/at.ed.2471909019</b>	
<b>CAPÍTULO 10 .....</b>	<b>117</b>
INFLUÊNCIA PLUVIOMÉTRICA NA SUSCETIBILIDADE A MOVIMENTOS GRAVITACIONAIS NO MUNICÍPIO DE IPOJUCA - PE	
Fernanda Soares de Miranda Torres Enjôlras de Albuquerque Medeiros Lima Margarida Regueira da Costa Alexandre Luiz Souza Borba Pedro Augusto dos Santos Pfaltzgraff Roberto Quental Coutinho	
<b>DOI 10.22533/at.ed.24719090110</b>	
<b>CAPÍTULO 11 .....</b>	<b>125</b>
CARACTERIZAÇÃO ESTRUTURAL DAS ÁGUAS SUBTERRÂNEAS DOS AQUÍFEROS JUROCRETÁCEOS DO OESTE DO RIO GRANDE DO SUL	
Guilherme Vargas Teixeira Antonio Pedro Viero Romelito Regginato	
<b>DOI 10.22533/at.ed.24719090111</b>	
<b>CAPÍTULO 12 .....</b>	<b>134</b>
AVALIAÇÃO DA EFETIVIDADE DOS INSTRUMENTOS DE GESTÃO DE RECURSOS HÍDRICOS NO ESTADO DO TOCANTINS	
Fernán Enrique Vergara Viviane Basso Chiesa Cecília Amélia Miranda Costa	
<b>DOI 10.22533/at.ed.24719090112</b>	

**CAPÍTULO 13 ..... 143**

ATENUAÇÃO DE ONDAS EM MARGENS DE RESERVATÓRIOS DE BARRAGENS PELA PRESENÇA DE VEGETAÇÃO NO FUNDO – ANÁLISE NUMÉRICA ATRAVÉS DO MODELO SWAN-VEG

Adriana Silveira Vieira  
Germano de Oliveira Mattosinho  
Geraldo de Freitas Maciel

**DOI 10.22533/at.ed.24719090113**

**CAPÍTULO 14 ..... 153**

MODELO DE FRAGILIDADES AMBIENTAIS COMO INSTRUMENTO DE TOMADA DE DECISÃO PARA CONTROLE DE CHEIAS NA ÁREA URBANA DE ITAQUI-RS

Francisco Lorenzini Neto  
Marcelo Jorge de Oliveira  
Nájila Souza da Rocha  
Raul Todeschini  
Rafael Cabral Cruz

**DOI 10.22533/at.ed.24719090114**

**CAPÍTULO 15 ..... 163**

PREVISÃO DE VAZÃO DE CHEIA EM UM TRECHO DA BACIA DO RIO POTENGI

Patrícia Freire Chagas  
Maria Patricia Sales Castro  
Fernando José Araújo da Silva  
Mário Ângelo Nunes de Azevedo Filho  
Raimundo Oliveira de Souza

**DOI 10.22533/at.ed.24719090115**

**CAPÍTULO 16 ..... 173**

SENSIBILIDADE DOS PARÂMETROS HIDROSEDIMENTOLÓGICOS DO MODELO SWAT EM UMA BACIA NA AMAZÔNIA OCIDENTAL: BACIA DO RIO MACHADINHO/RO

Vinicius Alexandre Sikora de Souza  
Marcos Leandro Alves Nunes  
Otto Corrêa Rotunno Filho  
Claudia Daza Andrade  
Vitor Paiva Alcoforado Rebello

**DOI 10.22533/at.ed.24719090116**

**CAPÍTULO 17 ..... 183**

ABASTECIMENTO HUMANO DE ÁGUA EM COMUNIDADES RURAIS NA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO CEARÁ MIRIM RN

Vera Lucia Rodrigues Cirilo  
João Abner Guimarães Junior  
Lara Luana Cirilo Silva  
Priscila Gosson Cavalcanti

**DOI 10.22533/at.ed.24719090117**

<b>CAPÍTULO 18</b> .....	<b>191</b>
ELABORAÇÃO DE CONSISTÊNCIA DE DADOS PLUVIOMÉTRICOS: ESTUDO DE CASO DA ESTAÇÃO METEOROLÓGICA AUTOMÁTICA DE TUCURUÍ- PARÁ	
Alcione Batista da Silva	
Laysse Alves Ferreira	
Lucas Rodrigues do Nascimento	
Andressa Magalhães Gonçalves	
Rafael Oliveira da Silva	
<b>DOI 10.22533/at.ed.24719090118</b>	
<b>CAPÍTULO 19</b> .....	<b>200</b>
ANÁLISE DO IMPACTO DO USO DE DADOS DIÁRIOS OU MÉDIAS CLIMATOLÓGICAS NA SIMULAÇÃO HIDROLÓGICA COM O MODELO MGB-IPH	
Bibiana Rodrigues Colossi	
Daniela Santini Adamatti	
Fernando Mainardi Fan	
Paulo Rógenes Monteiro Pontes	
<b>DOI 10.22533/at.ed.24719090119</b>	
<b>CAPÍTULO 20</b> .....	<b>211</b>
MÉTODOS NUMÉRICOS E INTELIGÊNCIA ARTIFICIAL APLICADOS À DETECÇÃO DE ANOMALIAS EM DADOS HIDROLÓGICOS	
Alana Renata Ribeiro	
Mariana Kleina	
<b>DOI 10.22533/at.ed.24719090120</b>	
<b>CAPÍTULO 21</b> .....	<b>220</b>
CONCEPÇÃO SISTÊMICA PARA SOLUÇÕES DE CONTROLE DE CHEIAS URBANAS EM VILA VELHA, ES	
Paulo Canedo de Magalhães	
Matheus Martins de Sousa	
Antonio Krishnamurti Beleño de Oliveira	
Osvaldo Moura Rezende	
Victor Augusto Almeida Fernandes de Souza	
Marcelo Gomes Miguez	
<b>DOI 10.22533/at.ed.24719090121</b>	
<b>SOBRE O ORGANIZADOR</b> .....	<b>236</b>

## A FLORESTA E A DINÂMICA HIDROLÓGICA DE NASCENTES

### Jéssica Fernandez Metedieri

Universidade Federal de São Carlos (UFSCAR),  
Depto. de Ciências Ambientais, Sorocaba - SP.

### Mariana Santos Leal

Universidade Federal de São Carlos (UFSCAR),  
Programa de Pós Graduação em Planejamento e  
Uso dos Recursos Renováveis, Sorocaba - SP.

### Kelly Cristina Tonello

Universidade Federal de São Carlos (UFSCAR),  
Depto. De Ciências Ambientais – Bolsista  
Produtividade em Pesquisa (CNPq).

**RESUMO:** As nascentes são as grandes fontes de água, mas para que disponibilizem água em quantidade e qualidade desejadas, precisam estar protegidas, sendo de fundamental importância a presença da floresta nativa e um adequado manejo de solo em sua área de contribuição. Um estudo realizado em duas nascentes com diferentes estágios de conservação na microbacia do Córrego Ipaneminha, Sorocaba/SP em termos de fluxo e qualidade da água indicou diferença entre a nascente com vegetação e a sem vegetação. Para tanto, a vazão das nascentes, a precipitação e o escoamento pelo tronco foram monitorados, assim como os seguintes parâmetros de qualidade da água: pH, temperatura, condutividade elétrica, total de sólidos dissolvidos, cloreto de sódio e

resistividade. A nascente degradada apresentou fluxo intermitente enquanto que a nascente perturbada apresentou fluxo perene, indicando benefícios hidrológicos da floresta na produção de água, mesmo em fase inicial de recuperação. Porém, os parâmetros relacionados à qualidade de água não apresentaram diferença significativa.

**PALAVRAS-CHAVE:** hidrologia florestal, bacias hidrográficas, precipitação.

### FOREST AND HYDROLOGICAL DYNAMICS OF SPRINGS

**ABSTRACT:** Springs are the greatest water sources, but for them available water in good quantity and quality them need to be protected, is important the native forest presence and adequate soil management. A study carried out in two springs with different stages of conservation in the Ipaneminha watershed in Sorocaba/SP showed a difference between the spring with vegetation and the one with no vegetation. For this, the flow of springs, precipitation and trunk flow were monitored as also some quality parameters: pH, temperature, conductivity, total dissolved solids, sodium chloride and resistivity. The degraded spring was considered intermittent while the perturbed spring was perennial, that suggest hydrological

benefits from forest even in the initial recuperation. However, the parameters related to water quality did not present a significant difference.

**KEYWORDS:** forest hydrology, rainfall, watershed management.

## 1 | APONTAMENTOS SOBRE A HIDROLOGIA FLORESTAL

A partir de crenças enraizadas na cultura popular, muitas pessoas associam a presença de água nos rios e reservatórios à bondade de São Pedro, conhecido popularmente como o regente das chuvas. Mas seria mesmo simples assim? Será que o aumento e a diminuição da quantidade de água disponível na superfície terrestre estariam unicamente associados aos índices pluviométricos?

As dúvidas em torno da origem e conservação da água das nascentes e dos rios já preocupavam os filósofos gregos, que devotaram muito tempo no estabelecimento de hipóteses para explicar o fenômeno. Aristóteles e Vitruvius (382 a.C.) acreditavam que a água subterrânea derivava, em sua maior parte, da infiltração da água da chuva no solo. Esses filósofos diziam que as montanhas seriam os lugares ideais para a preservação das águas. Isso porque já que recebem grande quantidade de chuva e neve e não permitem grandes perdas por evaporação, pois a presença da cobertura florestal diminui a entrada dos raios solares no interior da mesma, e assim, a água da superfície e a cobertura de neve permanece por mais tempo em função da floresta densa (TONELLO; DIAS, 2018).

No entanto, as explicações não eram unânimes e continuaram envoltas a muita controvérsia ao passar dos anos. Antes do final do século XVII, por exemplo, acreditava-se que a água das nascentes não poderia ser originada das chuvas porque se julgava que os volumes não seriam suficientes e que a terra era demasiadamente impermeável para possibilitar a infiltração e a percolação da água das chuvas.

Ao longo dos séculos XVIII e XIX, como o conhecimento científico ainda não dava conta de responder satisfatoriamente aos questionamentos sobre a origem e conservação da água na superfície terrestre, órgãos governamentais - baseados em especulações e opiniões pessoais - começaram a criar “florestas de proteção”, considerando que as florestas estavam sendo derrubadas para dar lugar à agricultura e já havia quem defendesse, seguindo o exemplo dos filósofos gregos, a importância das reservas naturais na manutenção dos recursos hídricos.

Com o objetivo de embasar cientificamente a opinião daqueles que defendiam o papel protagonista das florestas na origem e conservação das águas, na década de 1930, em Wagon-Wheel Gap, Estado do Colorado (EUA), duas microbacias, adjacentes e florestadas, foram instrumentadas para a medição precisa da chuva e da produção de água (deflúvio). Durante um período inicial, em que ambas as microbacias permaneceram com sua cobertura florestal inalterada, estes dois processos hidrológicos foram monitorados, a fim de se obter uma equação de calibração de uma microbacia em função da outra. Ao término do período de calibração, uma das

áreas sofreu o corte raso da floresta, enquanto a outra permaneceu inalterada. Após o tratamento experimental, as medições se prolongaram em ambas as bacias por mais um determinado número de anos. Com o corte da floresta, houve a diminuição da perda de água pelo processo de transpiração, afinal de contas, as florestas também consomem água. Contudo, o solo exposto e sem proteção, tornou-se pobre e compactado, dificultando a infiltração de água da chuva no seu interior.

A partir desta experiência, ficou mais evidente o papel das florestas na conservação dos recursos hídricos já que em um sistema em equilíbrio, com a preservação da cobertura florestal, a retirada e a reposição da água acontecem de modo sintonizado e todas as perdas são compensadas. Com a preservação das florestas – que abrem canais naturais pelo crescimento de suas raízes e interação com microrganismos do solo – o solo permanece em condições ideais para a retenção da água nos volumes necessários para a conservação das nascentes.

Por volta de 1950, todas as unidades do Serviço Florestal Americano possuíam um setor de microbacias experimentais. À época, havia nos Estados Unidos, mais de 150 microbacias florestadas experimentais instaladas e até 1970 haviam sido publicados mais de 2000 trabalhos sobre estas pesquisas. Das certezas: de todas as influências diretas da floresta, a sua influência sobre os rios e sobre a regularidade de seus escoamentos é das mais significativas para a economia humana.

## **2 | NASCENTES: SOMENTE RECUPERÁ-LAS GARANTE A PRODUÇÃO DE ÁGUA?**

Uma nascente consiste em um afloramento natural do lençol freático que apresenta perenidade e dá início a um curso d'água (BRASIL, 2012).

Uma nascente que fornece água de maneira abundante, de boa qualidade e com boa distribuição no tempo é considerada uma nascente ideal, a que todos nós queremos, pois desta maneira a produção de água é contínua, não havendo prejuízos para nenhuma atividade, seja ela biológica ou econômica.

No entanto, para que a nascente tenha fluxo de água constante e a variação da vazão tenha um mínimo adequado ao longo do ano é indispensável que ocorra a infiltração de água no solo e o seu armazenamento no lençol freático (CALHEIROS et al., 2009). Esses processos hidrológicos por sua vez são influenciados por diversos fatores como clima, cobertura vegetal, geologia, topografia, além do uso e manejo do solo (PINTO et al., 2004).

A dinâmica hidrológica das nascentes pode ser alterada por diversos impactos ambientais negativos provocados no ambiente, como o pisoteio, impermeabilização e compactação do solo, alterações no volume de água subterrânea, presença de espécies exóticas e invasoras, emissão de resíduos líquidos e sólidos provocados em qualquer ponto da bacia hidrográfica. Com isso, o ciclo hidrológico pode se alterar

e formar uma nova dinâmica da área, que por sua vez, afeta o regime dos cursos d'água.

Tem se constatado cada vez mais ações que promovam a degradação de nascentes, principalmente devido ao aumento da exploração dos recursos naturais e dos impactos ambientais, onde muitas vezes soma-se a ausência de ações de conservação. Algumas ocorrências assim podem ser vistas em estudos realizados por Pinto et al. (2004) em Lavras/MG, Gomes et al. (2005) em Uberlândia, Santos (2009) em Sergipe, Pinheiro et al. em Sorocaba/SP (2011), Leal et al. em Capão Bonito/SP (2017), onde a maioria das nascentes analisadas se encontrava degradada ou perturbada.

Tanto a qualidade como a quantidade de água são muito influenciadas por atividades sem sustentabilidade praticadas na bacia, como por exemplo, a exploração desordenada dos recursos naturais, o desmatamento e o uso indiscriminado de produtos químicos e tóxicos (PINTO et al., 2004). Essas ações podem ainda promover a descaracterização, redução da vazão, migração para jusante ou até mesmo o desaparecimento das nascentes (FELIPPE; MAGALHÃES JUNIOR, 2012).

As nascentes são ambientes tão importantes que sua proteção está assegurada pela Lei federal nº. 12.651/12, a qual prevê a existência de cobertura vegetal no entorno de cada nascente e cursos d'água, definida como Área de Preservação Permanente (BRASIL, 2012).

Dessa forma, a Mata Ciliar presente no entorno das nascentes e cursos d'água contribui com a infiltração da água no solo e com a diminuição do escoamento superficial e dos processos erosivos, exercendo assim influência direta sobre a hidrologia da bacia, na conservação da qualidade e quantidade de água (LIMA, 1989 e ZAKIA, 1998).

Entretanto grande parte das matas ciliares encontra-se degradada ou até mesmo ausente. Dessa forma, a restauração dessas áreas e a implantação de florestas são de vital importância para a manutenção de um ambiente equilibrado.

No entanto, Felipe e Magalhães Junior (2012) lembram que a proteção não deve se restringir às áreas circundantes às nascentes, mas que também é necessária a ocupação de toda a bacia de maneira adequada, principalmente com a presença de florestas, visto que a manutenção do equilíbrio hidrológico consiste no resultado de uma dinâmica complexa composta por vários processos superficiais e subsuperficiais presentes na bacia.

Como vimos, uma vez que as florestas exercem um papel importante na conservação do solo e conseqüentemente na melhoria da infiltração da água e diminuição do escoamento superficial e arraste de sedimentos e outros materiais para as nascentes e cursos d'água, elas devem estar presentes não só nas áreas de preservação permanente como em toda a bacia.

### 3 | PROCESSOS HIDROLÓGICOS NA FLORESTA

Toda água proveniente do meio atmosférico, em qualquer estado físico, que atinge a superfície terrestre é definida como precipitação, sendo a chuva o tipo de precipitação mais importante para o estudo hidrológico. E a precipitação pode então ser interceptada por diversos tipos de barreiras, pela folhagem da vegetação, ser retida pelas irregularidades da superfície, infiltrada no solo ou pode escoar diretamente pela superfície, sendo a cobertura florestal a barreira de maior importância.

Analisando o ciclo hidrológico pode-se perceber que a cobertura florestal possui uma grande importância dentro do ciclo de uma bacia hidrográfica uma vez que ela pode interferir no movimento da água em vários compartimentos, de acordo com o seu tipo de vegetação, extensão, forma, área foliar, estrutura da casca (BIELENKI JÚNIOR; BARBASSA, 2012).

Deste modo, uma das primeiras influências da floresta já ocorre no recebimento da água da chuva pelas copas das árvores, quando se dá o início do fracionamento da água (Figura 1).

A água interceptada (I) pela cobertura florestal fica temporariamente retida nas folhas podendo em seguida evaporar ou escoar lentamente e infiltrar no solo (KLASSEN et al., 1996).

Além da interceptação o dossel florestal também diminui a velocidade da água que precipita no interior da floresta, a Precipitação Interna ( $P_i$ ), ou seja, a fração da chuva que atravessa o dossel das florestas, que inclui as gotas que passam diretamente pelas aberturas entre as copas das árvores e as gotas que respingam do dossel (ARCOVA et al, 2003 e OLIVEIRA JÚNIOR; DIAS, 2005).

Após a saturação das copas das árvores, isto é, quando é atingida a capacidade máxima de retenção de água, inicia-se o processo de Escoamento pelo tronco ( $E_t$ ), onde a água escoar pelos galhos e troncos em direção ao solo.

E, por conseguinte, em um evento de chuva, toda a água que não pertence à Precipitação Efetiva ( $P_e = P_i + E_t$ ) e que fica retida nas copas, é contabilizada como interceptação. Assim sendo, a Precipitação Efetiva e a Interceptação assumem um importante papel no estudo dos processos de infiltração, percolação, absorção, transpiração e ciclagem de nutrientes em ecossistemas florestais (LEOPOLDO; CONTE, 1985).

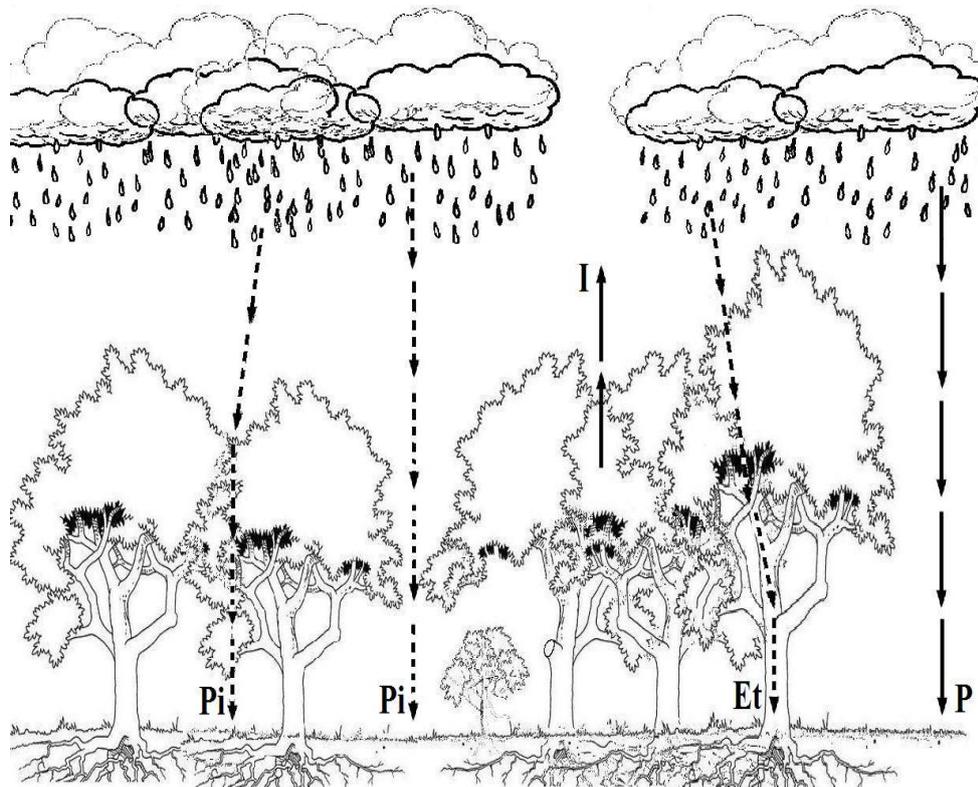


Figura 1. Processos hidrológicos em um fragmento florestal: I= interceptação; Pi= precipitação interna; Et= escoamento pelo tronco e P= precipitação total. (Autor: Esthevan A.G.Gasparoto).

A melhoria das condições edáficas do solo promovida pelas raízes das árvores e a menor velocidade com que a água chega ao piso florestal facilitam o processo de infiltração da água. A parcela infiltrada no solo pode então retornar por evapotranspiração à atmosfera, por escoamento subsuperficial aos canais ou pode percolar pelo solo alimentando os lençóis de água subterrâneos (BIELENKI JÚNIOR; BARBASSA, 2012).

Assim, a água armazenada vai sendo cedida aos poucos aos cursos d'água através das nascentes, mantendo sua vazão, sobretudo durante os períodos de seca (PINHEIRO et al., 2011).

Por isso é que algumas nascentes podem secar definitiva ou temporariamente em situações de déficit hídrico, quando, por exemplo, a água precipitada é menor que a evapotranspirada, e, assim, a recarga de água subterrânea diminui ou exaure. Assim, uma nascente pode ser perene, com fluxo de água contínuo, ao longo de todo o ano ou pode ser intermitente, com fluxo de água temporário, somente em época chuvosa. Também existem nascentes efêmeras que, devido a um evento de chuva produzem água durante um curto período, sendo esse de algumas horas até poucos dias após o evento de chuva.

E finalmente, parte da água da chuva que atinge o solo e não infiltra, dá origem ao escoamento superficial, que caminha de acordo com a declividade da bacia até desaguar nos corpos d'água. Em regiões com elevada pluviosidade, sem vegetação ou que apresentem o solo muito impermeabilizado o escoamento superficial pode dar origem à enchentes e provocar alagamentos.

Deste modo, o manejo de toda a bacia hidrográfica deve ser feito de tal forma que a água infiltre no solo e abasteça o lençol freático e, por conseguinte, a bacia consiga produzir água. Desse modo, o processo de escoamento superficial fica reduzido, diminuindo também os processos erosivos e de assoreamento dos cursos d'água (VALENTE; DIAS, 2001).

Como vimos, a relação Floresta e Água é íntima. A floresta, além de promover a estabilidade das comunidades florísticas e faunísticas, exerce um papel de fundamental importância na proteção e conservação da quantidade e da qualidade da água. Por isso, o reconhecimento do papel das florestas sobre os diversos compartimentos do ciclo hidrológico é de grande valor para a elaboração de práticas de manejo florestal com a finalidade de manutenção e conservação hidrológica das bacias hidrográficas (LIMA, 2008).

A presença de cobertura vegetal possui uma estreita relação com o ciclo hidrológico de uma bacia hidrográfica. Ela desempenha uma importante função reguladora no contexto do balanço hídrico promovendo a captação e distribuição da água da chuva dentro dos compartimentos do sistema, auxiliando na regulação do escoamento de água pelo solo, bem como no processo de suprimento de água para a recarga de aquíferos e nascentes (ARCOVA; CICCIO, 1997; ARCOVA et. al., 2003; PORPORATO; RODRIGUEZ-ITURBE, 2002 e TONELLO; DIAS, 2018).

#### **4 | A DINÂMICA DAS NASCENTES DO CÓRREGO IPANEMINHA**

Para exemplificar o conteúdo abordado, apresentamos um estudo que teve como objetivo a caracterização da dinâmica de duas nascentes, uma degradada e outra perturbada em uma mesma microbacia hidrográfica, em termos de persistência de fluxo e qualidade da água.

Buscou-se ainda caracterizar os processos hidrológicos no interior do fragmento florestal ao redor da nascente perturbada, uma vez que estudar esses processos é de fundamental importância para o entendimento dos efeitos dos ecossistemas sobre a água e a manutenção dos recursos hídricos, principalmente em áreas de florestas. A microbacia do Córrego Ipaneminha está localizada no município de Sorocaba, sudeste do Estado de São Paulo, entre as coordenadas geográficas 23°34'47"S e 47°31'33"O. De acordo com a classificação climática de Köppen, predomina na região o clima *Cwa* na depressão periférica e *Cwb* nas áreas mais elevadas. Originalmente a cobertura vegetal caracterizava-se como uma transição entre as formações florestais Floresta Estacional Semidecidual e Savana Florestada. Na atualidade predominam as pastagens e, observa-se a presença de alguns remanescentes altamente antropizados (faxinais, cerrados, capoeirões e matas ciliares) (PINHEIRO et al., 2011).

Nessa microbacia, foram monitoradas duas nascentes próximas, uma degradada (nascente 1, sem cobertura florestal no raio de 50 m) e outra perturbada (nascente

2 esta com vegetação em estágio inicial de recuperação) (Figura 2). A classificação das nascentes foi realizada de acordo com a metodologia utilizada por Pinto et al. (2004) e Tonello et al. (2009).



Figura 2. (a) Vazão da nascente 1 (canalizada) e (b) vazão da nascente 2 (natural), durante a estação chuvosa.

A produção de água foi monitorada por meio da medição da vazão da água de ambas as nascentes, realizado semanalmente, ao longo de setembro de 2011 a julho de 2013. As medições foram efetuadas pelo método direto, com auxílio de um balde graduado.

O monitoramento da Precipitação interna ( $P_i$ ) e do Escoamento pelo tronco ( $E_t$ ) foi realizado somente na nascente 2, já que apenas esta se encontrava com cobertura florestal, mesmo que em estágio inicial. As coletas foram realizadas, sempre que possível, após cada evento de chuva, durante os meses de julho de 2012 a junho de 2013.

Para quantificar a precipitação interna foram instalados aleatoriamente dez pluviômetros no interior do fragmento florestal, preferencialmente equidistantes entre as árvores, e também a céu aberto. O valor de  $P_i$ , em milímetros, foi calculado pela média aritmética entre os valores de cada pluviômetro, obtido pela fórmula  $P_i = (V/A)$ , onde  $V$  = volume de cada pluviômetro (litros) e  $A$  = área de captação de cada pluviômetro ( $m^2$ ).

Também foram instalados dez coletores para quantificar o escoamento pelo tronco ( $E_t$ ). Os coletores, em forma de calhas em espiral, foram alocados nos troncos das árvores que apresentavam  $CAP \geq 15$  cm. A água escoada era direcionada para galões plásticos e medida posteriormente com o uso de um recipiente graduado. O escoamento pelo tronco também foi calculado através da média aritmética dos coletores, a partir da seguinte equação:  $E_t = (V/A)$ , sendo  $V$  = volume do coletor (litros) e  $A$  = área estimada da copa ( $m^2$ ), calculada conforme metodologia de Moura et al. (2009). A precipitação efetiva ( $P_e$ ) foi obtida pela soma do valor de  $E_t$  e  $P_i$ .

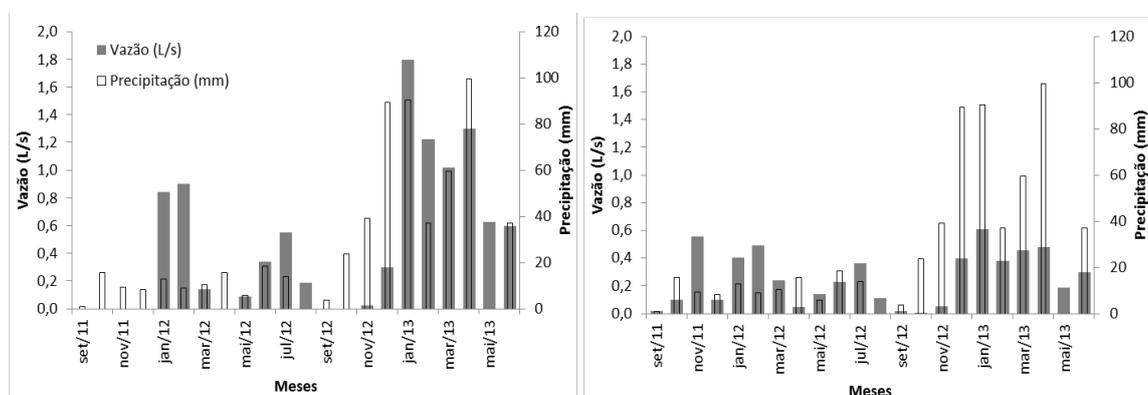
Com o intuito de verificar a influência da distribuição de chuva no fragmento florestal da nascente 2, os respectivos valores de vazão e precipitação efetiva foram submetidos à análise de variância e, quando significativas, as médias foram comparadas pelo teste de Tukey, utilizando programa Minitab 14.0.

Também foi realizado o monitoramento da qualidade da água, nos meses de setembro de 2011 a julho de 2013. Seis parâmetros foram avaliados: pH, temperatura, condutividade elétrica ( $\mu\text{S}$ ), total de sólidos dissolvidos (TDS), quantidade de cloreto de sódio dissolvido (NaCl) e a resistividade ( $\text{k}\Omega$ ), todos aferidos por meio do equipamento portátil multiparâmetros Oakton PCD650. Os resultados foram submetidos à análise de variância e, quando significativos, as médias foram comparadas pelo teste de Tukey com auxílio do programa Minitab 14.0.

#### 4.1 Análise dos processos hidrológicos

Os dados obtidos pelos pluviômetros instalados a céu aberto (P) na microbacia foram confrontados com os valores de vazão, de modo a possibilitar um melhor entendimento da resposta hidrológica e dinâmica das nascentes em questão.

A nascente 1 apresentava-se canalizada e em sua área de recarga predomina construções e estradas vicinais. Seu fluxo é intermitente, com oscilações entre as estações chuvosas e secas (Figura 3a). A degradação dessa nascente pode ter influenciado a sua desregularização, uma vez que o solo encontra-se parcialmente impermeabilizado, o que responde diretamente aos eventos de chuva.



**Figura 3.** Valores referentes à precipitação (P) e vazão médias da nascente 1 (a) e da nascente 2 (b).

Com o leito do córrego revestido por materiais impermeáveis, a água não infiltra no solo e, conseqüentemente, não abastece o lençol freático. Sem infiltrar, mais água é acumulada na superfície, podendo provocar inundações nas áreas mais baixas. Nos meses de fevereiro/2012, julho a agosto/2012, janeiro a março/2013 e maio/2013 a vazão foi superior à precipitação. Nesse caso, a intensa precipitação ocorrida nos meses precedentes a esses pode ser uma conseqüência de abastecimento do lençol nos meses anteriores, suficiente para manter uma vazão mínima.

A nascente 2 foi considerada perene, com vazão contínua ao longo de todo o ano (Figura 3b), com variações entre as estações mais secas e as mais chuvosas. Esse fato sugere que, mesmo a nascente estando perturbada, observa-se um efeito positivo da vegetação nos processos hidrológicos, como já visto anteriormente, ainda que em fase de recuperação. A retirada da vegetação pode provocar então a descaracterização da nascente, redução da vazão, como observado na nascente 1, e até mesmo o seu desaparecimento (FELIPPE e MAGALHÃES JUNIOR, 2008).

No fragmento florestal da nascente 2, a precipitação efetiva (33 mm) correspondeu a 81,7% da precipitação total a céu aberto (40,4 mm). A precipitação interna (32,7 mm) contribuiu com 81% da precipitação total. De acordo com a análise de regressão aproximadamente 97,4% dos dados de precipitação interna pôde ser explicado pela precipitação total (Figura 4a).

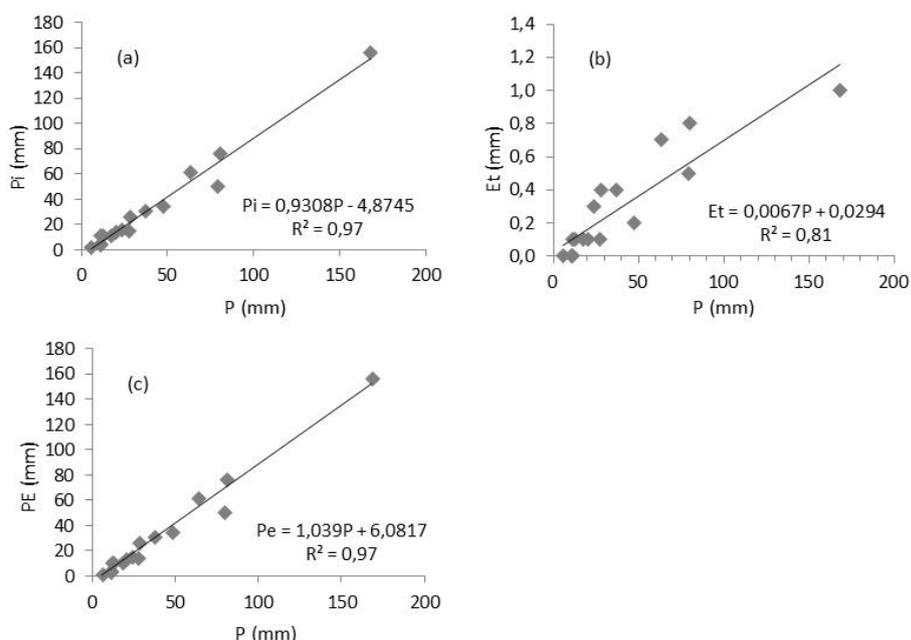
Lorenzon et al. (2013) ao estudarem a precipitação interna na Zona da Mata de Minas Gerais obtiveram um valor de 84,39% da  $P_i$  em relação a  $P$ . Além disso, apresentou um coeficiente de determinação de 99,16%, indicando, também uma expressiva relação entre a precipitação interna e a precipitação total. Arcova et al. (2003) e Oliveira Júnior e Dias (2005) encontraram valores semelhantes de 81% e 80%, respectivamente. De acordo com Moura et al. (2011) estudos realizados em áreas diferentes produzem resultados diferentes, tanto pela não uniformidade da estrutura vegetal, quanto pelas condições climáticas de cada região. A precipitação interna pode variar também em função de fatores como intensidade de chuvas, diversidade e frequência de espécies e até de características inerentes a cada espécie.

A relação entre o fluxo de água da nascente 2 e a precipitação efetiva foi positiva e apresentou 72% ( $pvalue=0,02$ ) de correlação. Essa análise indica haver benefício da floresta no regime hidrológico da nascente, mesmo essa estando em fase de recuperação, o que pode justificar a perenidade de seu fluxo, como observado na Figura 3b. Ainda com o intuito de reforçar esse comportamento, procedeu-se com a análise estatística entre vazão da nascente 2 e a precipitação, onde foi constatado a correlação de apenas 55% ( $pvalue=0,008$ ).

O escoamento pelo tronco (0,3 mm) correspondeu a 0,7% do total precipitado, valor esse próximo ao de Lorenzon et al. (2013), o qual obteve 0,69%. De acordo com Oliveira Júnior e Dias (2005), esses valores devem ser considerados de extrema importância, visto que a baixa velocidade da água que chega ao solo facilita a infiltração. Estudo realizado por Shinzato et al. (2011) na Floresta Nacional de Ipanema obteve na condição de volume máximo escoado o valor de 1% da precipitação total, semelhante a Lima e Leopoldo (1999) que observaram um valor de 1,1%.

Por meio da análise do gráfico de regressão linear (Figura 4b), estimou-se que o escoamento pelo tronco, em média, só ocorrerá a partir de uma precipitação a céu aberto superior a 5,7 mm. Arcova et al. (2003) encontrou o valor de 7,0 mm para

um fragmento secundário de Mata Atlântica, enquanto o escoamento pelo tronco para Shinzato et al. (2011) na Floresta Estacional Semidecidual em Iperó-SP tornou-se presente após precipitações iguais ou superiores a 11 mm. Essas diferenças corroboram a ideia de que a peculiaridade de cada local, o tipo de vegetação, características climatológicas, no que diz respeito principalmente à intensidade e intervalo entre as precipitações, além do grau de umidade da cobertura interferem diretamente no volume escoado pelo tronco (LORENZON et al., 2013).



**Figura 4.** Relação entre (a) precipitação interna (Pi), (b) escoamento pelo tronco (Et) e (c) precipitação efetiva (PE) em função da precipitação total (P).

Também foi possível notar que a precipitação efetiva, interna e o escoamento pelo tronco apresentaram expressiva correlação com a precipitação total (Figura 4), conforme indicação do coeficiente de determinação ( $R^2$ ), de 97%, 97% e 81%, respectivamente.

No primeiro ano de monitoramento os valores de pH estiveram próximos a 6,0 e, nos meses subsequentes esses valores aumentaram para um valor próximo a 7,0 (Figura 5a). De acordo com a Resolução CONAMA nº. 357 (BRASIL, 2005) o pH adequado para água doce deve estar entre 6,0 e 9,0. Entretanto, como as primeiras medições indicaram valores abaixo do estabelecido pela resolução, seria necessário um período de estudo maior a fim de verificar se essas características encontradas se perpetuarão ao longo dos próximos anos.

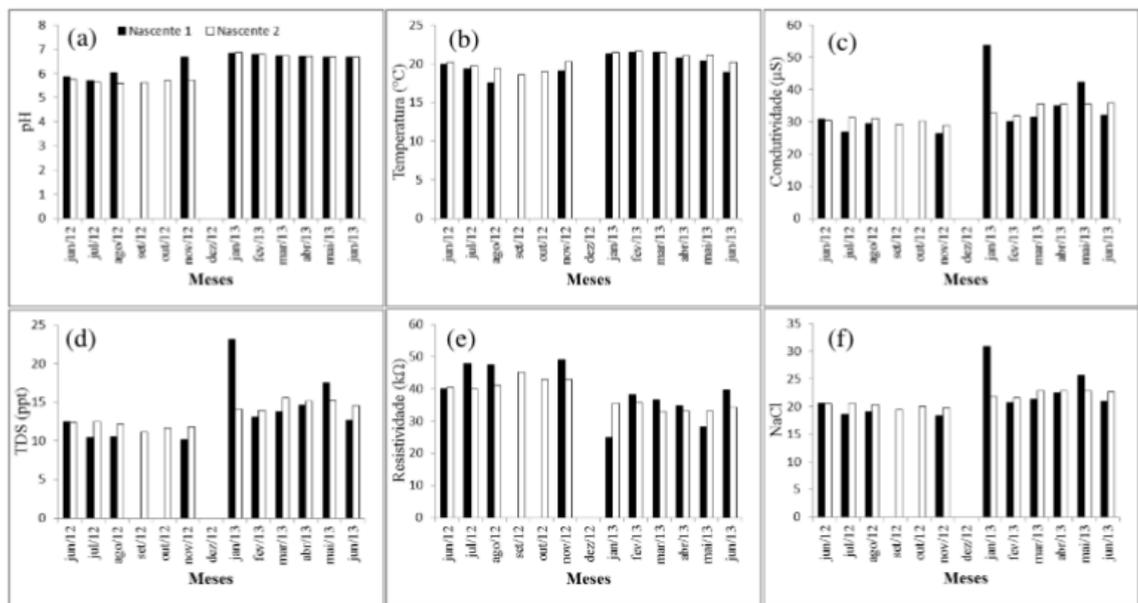


Figura 5. Resultados dos parâmetros analisados referentes a qualidade da água

Observou-se que a temperatura ( $^{\circ}\text{C}$ ) da água das nascentes teve influência da época do ano, visto que ambas as nascentes apresentaram menor temperatura na época mais fria e aumento nos valores da estação mais quente (Figura 5b). No entanto, a nascente 2 apresentou menor amplitude térmica, o que pode estar relacionado com a cobertura vegetal presente ao redor da nascente, corroborando com o estudo desenvolvido por Pinto et al (2012).

A condutividade elétrica indica as modificações na composição da água, especialmente na sua concentração mineral, mas não fornece nenhuma indicação das quantidades relativas dos vários componentes (CETESB, 2005).

A condutividade elétrica pode informar a concentração iônica e as diferenças geoquímicas de uma bacia hidrográfica assim como auxiliar a detectar fontes poluidoras nos ecossistemas aquáticos. A remoção da cobertura vegetal e a implantação de uma agricultura sem controle da erosão pode favorecer o aumento do escoamento superficial, carregando solo (íons, poluentes) que, ao longo do tempo, promovem o assoreamento dos rios e, conseqüentemente, podem elevar os valores de condutividade elétrica (FRANCO; HERNANDEZ, 2009). Os valores encontrados para nascente 1 oscilaram mais que os valores da nascente 2, sendo estes mais constantes durante todo o período do monitoramento (Figura. 5c).

Verificou-se uma semelhança no padrão de variação entre a condutividade elétrica e o total de sólidos dissolvidos para as duas nascentes (Figura 5c, 5d). Este resultado vai ao encontro do princípio de que a dissociação em ânions e cátions intensifica a passagem de corrente elétrica. Segundo Prado (2004), valores de pH menores que 5,0 e maiores que 9,0 interferem na condutividade devido a presença de poucos íons, como  $\text{H}^+$  e  $\text{OH}^-$ . Todavia, como nesse trabalho não foram registrados esses valores, a condutividade foi influenciada pelos íons provenientes da dissolução de matéria orgânica, assim como macro e micronutrientes.

Resistividade elétrica é a forma com que uma solução resiste à condução de corrente elétrica, portanto os valores encontrados para esse parâmetro apresentam comportamento inversamente proporcional à condutividade elétrica, como pode ser observado na Figura 5 (c, e). Para Gallas et al. (2005), quanto menor for o valor registrado para esse parâmetro, mais a água está sujeita a possuir contaminantes, uma vez que esses locais estão enriquecidos em íons, provocando a diminuição da qualidade da água.

A concentração de NaCl (ppm) e a condutividade elétrica, para ambas as nascentes, também apresentaram o mesmo padrão de variação, em virtude da dissociação do cloreto de sódio em íons (Figura 5 f). O conhecimento do teor de cloreto de sódio tem por finalidade obter o grau de mineralização ou indício de poluição, como efluentes domésticos e industriais (MANARA; CLEMENTE, 2011).

Não foram identificadas diferenças estatisticamente significativas dos parâmetros de qualidade de água entre as duas nascentes.

## 5 | CONSIDERAÇÕES FINAIS

Como foi visto a cobertura florestal tem importância no balanço hídrico de um determinado local por alterar, por meio dos processos de interceptação, precipitação efetiva, escoamento superficial, transpiração, infiltração e percolação, a movimentação da água da chuva no solo e em direção aos rios e lagos.

Quanto ao estudo apresentado a persistência de fluxo de água entre as nascentes apresentou-se intermitente para a nascente degradada e perene para a nascente perturbada. Em termos de qualidade de água, as nascentes apresentaram características semelhantes e não diferiram estatisticamente.

Na nascente perturbada a caracterização da distribuição de chuva no interior de seu fragmento florestal, mesmo em estágio inicial de recuperação, indicou haver benefício da floresta no regime hidrológico da nascente.

Esse monitoramento pode atuar como ferramenta de sustentação para políticas de planejamento de gestão de recursos hídricos, fornecendo informações para futuras tomadas de decisão visando atenuar os impactos causados no meio ambiente.

## 6 | AGRADECIMENTO

CAPES - Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior.

## REFERÊNCIAS

ARCOVA, F.C.S.; CICCIO, V. **Características do deflúvio de duas microbacias hidrográficas no laboratório de hidrologia florestal Walter Emmench, Cunha - SP**. Revista do Instituto Florestal de São Paulo, São Paulo, v. 9, n. 2, p. 153-70, 1997.

ARCOVA, F.C.S.; CICCIO, V.; ROCHA, A.B. **Precipitação efetiva e interceptação das chuvas por floresta de Mata Atlântica em uma microbacia experimental em Cunha – SP.** Revista *Árvore*, Viçosa-MG, v. 27, n. 2, p. 257-262, 2003.

BIELENKI JÚNIOR, C.; BARBASSA, A.P. **Geoprocessamento e recursos hídricos: aplicações práticas.** São Carlos: EdUFSCAR, 2012. 257 p.

**BRASIL.** RESOLUÇÃO CONAMA n.º 357, de 17 de março de 2005. Dispõe sobre a classificação dos corpos de água e diretrizes ambientais para o seu enquadramento, bem como estabelece as condições e padrões de lançamento de efluentes, e dá outras providências. Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/port/conama/res/res05/res35705.pdf>>. Acesso em: 20 agosto 2018.

**BRASIL.** Lei federal n.º 12.651, de 25 de maio de 2012, dispõe sobre a proteção da vegetação nativa; altera as Leis n.ºs 6.938, de 31 de agosto de 1981, 9.393, de 19 de dezembro de 1996, e 11.428, de 22 de dezembro de 2006; revoga as Leis n.ºs 4.771, de 15 de setembro de 1965, e 7.754, de 14 de abril de 1989, e a Medida Provisória n.º 2.166-67, de 24 de agosto de 2001; e dá outras providências. Disponível em: <[http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/\\_ato2011-2014/2012/lei/l12651.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2011-2014/2012/lei/l12651.htm)>. Acesso em: 23 agosto 2018.

CALHEIROS, R.O. et al. **Cadernos da Mata Ciliar n.1: Preservação e Recuperação das nascentes, de água e vida.** São Paulo: SMA, 2009. 35 p.

CETESB – Companhia Tecnológica de Saneamento Ambiental. **Relatório de qualidades das águas interiores do estado de São Paulo 2004/CETESB.** São Paulo: CETESB, 2005. 297 p.

FELIPPE, M.F. **Gênese e dinâmica de nascentes: contribuições a partir da investigação hidrogeomorfológica em região tropical.** 2013. 254f. Tese (Doutorado em Geografia) Universidade Federal de Minas Gerais, Instituto de Geociências, Belo Horizonte, 2013.

FELIPPE, M.F.; MAGALHÃES JUNIOR, A.P. **Consequências da ocupação urbana na dinâmica das nascentes em Belo Horizonte – MG.** 2008. Disponível em: <<http://www.abep.nepo.unicamp.br/docs/anais/outros/6EncNacSobreMigracoes/ST5/FelippeMagalhaes.pdf>>.

FELIPPE, M.F.; MAGALHÃES JUNIOR, A.P. **Impactos ambientais macroscópicos e qualidade das águas em nascentes de parques municipais em Belo Horizonte - MG.** Geografias, Belo Horizonte-MG, v. 8, n. 2, p. 8–23, 2012.

FRANCO, R.A.M.; HERNANDEZ, F.B.T. **Qualidade da água para irrigação na microbacia do Coqueiro, Estado de São Paulo.** Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental, v.13, n. 6, p.772–780, 2009.

GALLAS, J.D.F.; TAIOLI F.; SILVA, S.M.C.P.; COELHO, O.G.W.; PAIM, P.S.G. **Contaminação por chorume e sua detecção por resistividade.** Revista Brasileira de Geofísica, v. 23, n.1, p. 51-59, 2005.

GOMES, P.M.; MELO, C.; VALE, V.S. **Avaliação dos impactos ambientais em nascentes na cidade de Uberlândia-MG: análise macroscópica.** Sociedade & Natureza, Uberlândia, v. 17, n. 32, p. 103–120, 2005.

KLASSEN, W.; LANKREIJER, H.J.M.; VEEN, A.W.L. **Rainfall interception near a forest edge.** Journal of Hydrology, n. 185, p. 349-361, 1996.

LEAL, M.S.; TONELLO, K.C.; DIAS, H.C.T.; MINGOTI, R. **Caracterização hidroambiental de nascentes.** Rev. Ambient. Água, v. 12, n. 1, p. 146-155, 2017.

LEOPOLDO, P.R.; CONTE, M.L. **Repartição da água de chuva em cobertura vegetal com características de cerradão.** In: Simpósio Brasileiro de Hidrologia e Recursos Hídricos e Simpósio

Internacional de Recursos Hídricos em regiões metropolitanas, 6, 1985, São Paulo. Anais... São Paulo: ABRH, 1985. v. 3. p. 212-220.

LIMA, W. P. A função hidrológica da mata ciliar. In: SIMPÓSIO SOBRE MATA CILIAR, 1989, Campinas. **Anais...** Campinas: Fundação Cargil, 1989. p. 25-42.

LIMA, P.R.A.; LEOPOLDO, P.R. **Interceptação de chuva por mata ciliar na região central do Estado de São Paulo. Energia na Agricultura**, v. 14, n. 3, p. 25-33, 1999.

LIMA, W.P. **Hidrologia Florestal aplicada ao Manejo de Bacias Hidrográficas**. Piracicaba/SP: Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiróz”, 2008. 245 p.

LORENZON, A.S.; DIAS, H.C.T.; LEITE, H.G. **Precipitação efetiva e interceptação da chuva em um fragmento florestal com diferentes estágios de regeneração**. Revista *Árvore*, v. 37, n. 4, p. 619-627, 2013.

MANARA, A.L.G., CLEMENTE, A.R. **Qualidade d’água de microbacia urbana, córrego lavapés na cidade de Mogi Mirim - SP**. Scientia Plena, v. 7, n. 8, p. 1-15, 2011.

MOURA, A.E.S. et al. **Interceptação das chuvas em um fragmento de floresta da Mata Atlântica na Bacia do Prata, Recife, PE**. Revista *Árvore*, Viçosa-MG, v. 33, n. 3, p. 461-469, 2009.

MOURA, A.E.S.; MONTENEGRO, S.M.G.L.; MONTENEGRO, A.A.A.; OLIVEIRA, L.M.M.; MOURA, G.S.S.; SANTOS, P.T.S.; ALMEIDA, A.M.P. **Avaliação da precipitação interna em diferentes períodos na Bacia do Rio Tapacurá**. In: XIX Simpósio Brasileiro de Recursos Hídricos, 2011, Maceió - AL, Anais do XIX Simpósio Brasileiro de Recursos Hídricos.

OLIVEIRA JÚNIOR, J.C.; DIAS, H.C.T. **Precipitação efetiva em fragmento secundário da mata atlântica**. Revista *Árvore*, Viçosa-MG, v. 29, n. 1, p. 9-15, 2005.

PINHEIRO, R.C.; TONELLO, K.C.; VALENTE, R.O.A.; MINGOTI, R.; SANTOS, I.P. **Ocupação e Caracterização Hidrológica da Microbacia do Córrego Ipaneminha, Sorocaba-SP**. Irriga, v. 16, n. 3, p. 234-245, 2011.

PINTO, L.V.A.; BOTELHO, S.A.; DAVIDE, A.C.; FERREIRA, E. **Estudo das nascentes da bacia hidrográfica do Ribeirão Santa Cruz, Lavras, MG**. SCIENTIA FORESTALIS, v. 65, p. 197-206, 2004.

PINTO, L.V.A., ROMA, T.N., BALIEIRO, K.R.C. **Avaliação qualitativa da água de nascentes com diferentes usos do solo em seu entorno**. Cerne, Lavras, v. 18, n. 3, p. 495-505, 2012.

PORPORATO, A.; RODRIGUEZ-ITURBE, I. **Ecohydrology — A challenging multidisciplinary research perspective**. J. Hydrol. Sci., v. 47, p. 811–821, 2002.

PRADO, R.B. (2004). **Geotecnologias aplicadas à análise espaço temporal do uso e cobertura da terra e qualidade da água do reservatório de Barra Bonita, SP, como suporte à gestão de recursos hídricos**. 2004. 197f. Tese (Doutorado em Engenharia) - Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Carlos.

RESENDE, H.C. MENDES, D.R.; MENDES, J.E.G.; BERNARDES, W.A. **Diagnóstico e ações de conservação e recuperação para as nascentes do Córrego-Feio, Patrocínio, MG**. Bioscience Journal, Uberlândia, v. 25, n. 5, p. 112–119, 2009.

SANTOS, T.I.S. **Estado de conservação e aspectos da vegetação de nascentes do riacho Grilo-SE**. 2009. 95 f. Dissertação (Mestrado em Agroecossistemas) – Universidade Federal de Sergipe, São Cristóvão, 2009.

SHINZATO, E.T.; TONELLO, K.C.; GASPAROTO, E.A.G.; VALENTE, R.O.A. **Escoamento pelo tronco em diferentes povoamentos florestais na Floresta Nacional de Ipanema em Iperó, Brasil.** Scientia Forestalis (IPEF), v. 39, p. 395-402, 2011.

TONELLO, K. C.; DIAS, H.C.T.; SOUZA, A.L.; RIBEIRO, C.A.A.S.; LEITE, F.P. **Morfometria da bacia hidrográfica da Cachoeira das Pombas, Guanhães – MG.** Revista Árvore, Viçosa-MG, v. 4, n. 8, p. 156-168, 2006.

TONELLO, K.C.; DIAS, H.C.T.; SOUZA, A.L.; RIBEIRO, C.A.A.S.; FIRME, D.J.; LEITE, F.P. **Diagnóstico hidroambiental da bacia hidrográfica da Cachoeira das Pombas, município de Guanhães, MG, Brasil.** Ambi-água, v. 4, n.1, p. 156-168, 2009.

TONELLO, K.C.; DIAS, H.C.T. **Does Exists Some Relationship between Restoration and Hydrology of Forests Ecosystems?** Agri Res & Tech: Open Access, v. 13, n. 4, p.1-2, 2018.

VALENTE, O.F.; DIAS, H.C.T. **A bacia hidrográfica como unidade básica de produção de água.** Revista Ação Ambiental, Viçosa, n. 20, p. 8-9, 2001.

ZAKIA, M.J.B. **Identificação e caracterização da zona ripária em uma bacia hidrográfica experimental: implicações no manejo de bacias hidrográficas e na recomposição de florestas.** 1998. 98 f. Tese (Doutorado em Ciências da Engenharia Ambiental) – Universidade Paulista, São Carlos, 1998.

## **SOBRE O ORGANIZADOR**

**LUIS MIGUEL SCHIEBELBEIN** Possui graduação em Agronomia pela Universidade Estadual de Ponta Grossa (1997) e mestrado em Ciências do Solo pela Universidade Federal do Paraná (2006), Doutorado em Agronomia - Fisiologia, Melhoramento e Manejo de Culturas, pela Universidade Estadual de Ponta Grossa (2017). Atualmente é Professor dos Cursos de Agronomia, Engenharia Civil, Arquitetura e Urbanismo e Superior Tecnológico em Radiologia e de Pós-Graduação em Agronegócio e Gestão Empresarial do Centro de Ensino Superior dos Campos Gerais (CESCAGE). É revisor da Revista de Ciências Agrárias - CESCAGE, Professor Colaborador do Curso de Agronomia da Universidade Estadual de Ponta Grossa (UEPG) . Tem experiência na área de Agronomia, com ênfase em Agricultura de Precisão, atuando principalmente nos seguintes temas: Agricultura de Precisão, Geoprocessamento, Modelagem e Ecofisiologia da Produção Agrícola, Agrometeorologia, Hidrologia, Mecanização, Aplicação em Taxa Variável, Fertilidade do Solo e Qualidade.

Agência Brasileira do ISBN  
ISBN 978-85-7247-024-7

