

CAPACIDADE DE RESILIÊNCIA DE UM RIO URBANO E SUAS IMPLICAÇÕES NO DESENVOLVIMENTO URBANO DO MUNICÍPIO DE BOTUCATU (SP)

DOI: 10.19177/rgsa.v9e12020119-143

Ivalde Belluta¹
José Cavalcante Souza Vieira²
Vera Lúcia Mores Rall³
Vania Aparecida Oliveira⁴
Júlio Toshimi Doyama⁵

RESUMO

O desenvolvimento urbano de Botucatu (SP) apresenta sólidas bases econômicas, ambientais e de saneamento, que contribuem para melhorar a qualidade de vida da população. Com a crise de 1929 e o declínio do café, Botucatu não se sustentou financeiramente para manter o tratamento de esgoto, e o Ribeirão Lavapés começou a receber o esgoto da cidade, que, somente em 2006, foi conduzido à estação de tratamento. Os objetivos deste estudo foram avaliar os parâmetros de qualidade de água do Lavapés antes e depois da construção da estação de tratamento de esgoto, e compará-los àqueles observados na foz do Rio Capivara, essencialmente rural. Abordam-se também aspectos de desenvolvimento do município quanto ao saneamento. A metodologia utilizada envolveu a revisão da literatura pertinente à qualidade de água, com níveis de referência baseados na Classe II (CONAMA). Com esses dados, obteve-se o Índice de Qualidade de Água (IQA) estabelecido pela National Sanitation Foundation e adaptado pela Cetesb. A qualidade das águas do Lavapés e de seus tributários melhorou desde a implantação do sistema de tratamento, apresentando IQA “Boa”, próximo de atingir a capacidade de resiliência. O Rio Capivara apresenta IQA “Ótima”, apesar da influência das áreas agricultáveis. A continuidade das ações de recuperação do Lavapés e da aplicação efetiva das políticas públicas nos vários setores do município reflete positivamente no Índice de Desenvolvimento Humano no Município (IDHM), hoje com avaliação “Muito Alto”. Além disso, os trabalhos de conscientização da população e a proteção dos recursos hídricos, aliados à reintegração dos focos pontuais de poluição ao sistema-tronco de tratamento e à recomposição das matas ripárias, serão vitais para as águas do Lavapés serem utilizadas no abastecimento público mesmo com a dinâmica crescente do município.

Palavras-chave: Ribeirão Lavapés. Índice de qualidade da água. Saneamento. Sub-bacia hidrográfica. Economia local.

¹ Biólogo. Departamento de Química e Bioquímica. Unesp Campus de Botucatu. Instituto de Biociências. E-mail: ivalde.belluta@unesp.br

² Pós doutorando da UFMS em Química no Instituto de Química. Departamento de Química e Bioquímica. Unesp Campus de Botucatu. E-mail: jcavalcante@unesp.br

³ Instituto de Biociências. Depto de Imunologia e Microbiologia. Unesp Campus de Botucatu. E-mail: vera.rall@unesp.br

⁴ Assessora Técnica. Instituto de Biociências. Depto de Imunologia e Microbiologia. Unesp Campus de Botucatu. E-mail: vaniaoliver@yahoo.com

⁵ Instituto de Biociências. Professor do Depto de Química e Bioquímica. Unesp Campus de Botucatu. E-mail: julio.t.doyama@unesp.br

RESILIENCE CAPACITY OF AN URBAN RIVER AND ITS IMPLICATIONS IN THE URBAN DEVELOPMENT OF THE MUNICIPALITY OF BOTUCATU (SP)

ABSTRACT

The urban development of Botucatu has solid economic, environmental and sanitation bases, which transform the society aiming to an improvement of the population life quality. With the 1929 crisis and the coffee decline, Botucatu did not sustain itself financially to maintain the sewage treatment and Lavapés Creek began to receive sewage from the city, which was only taken in 2006 to the treatment plant. The objectives of this study were to evaluate the water quality parameters of Lavapés before and after the construction of the sewage treatment plant and to compare them those observed at the Capivara River mouth, essentially rural. It is also approached development aspects of the municipality about the sanitation. The methodology used involved revision of the relevant literature to water quality, which reference levels based on Class II (CONAMA). The Water Quality Index (WQI) used was established by the National Sanitation Foundation and adapted by Cetesb. The Lavapés and tributaries water quality has improved since the implementation of the treatment system, presenting WQI "Good" and close to reaching resilience capacity. The Capivara River is "Great" despite the influence of the agriculturally areas. The continuity of Lavapés' recovery actions and the effective application of the public policies in various municipality sectors, they reflected positively in the Human Development Index in the Municipality (HDIM), today with evaluation "Very High". In addition, efforts to raise awareness of the population and protect water resources, together with the reintegration of punctual sources of pollution to the treatment system and the restoration of riparian forests, will be vital for public water supply of Lavapés even with the growing dynamics of the municipality.

Key words: Lavapés Creek. Water quality index. Sanitation. Subwatershed. Local economy.

1 INTRODUÇÃO

Nas últimas décadas, a urbanização no Brasil vem se intensificando. Segundo a Agência Nacional de Águas - ANA (2012), nos anos de 1960, a população rural era maior que a urbana. Nos últimos 50 anos, com o êxodo rural, esse fenômeno se inverteu e, entre 2000 e 2010, a população urbana aumentou em 23 milhões, enquanto a rural diminuiu em 2 milhões.

A ocupação territorial em zonas urbanizadas interfere diretamente nos elementos naturais da paisagem, como rios, córregos e afluentes. As sociedades humanas destroem a zona ripária, poluem e degradam os recursos hídricos despejando resíduos líquidos e sólidos, podendo comprometer também os aquíferos subterrâneos.

Assim, o estudo de sub-bacias hidrográficas, consideradas unidades de planejamento, favorece pesquisas relacionadas ao ciclo hidrológico, de fundamental importância no gerenciamento e monitoramento ambiental, na recomposição da mata ripária, na conservação e na capacidade de resiliência da qualidade da água de um manancial.

De acordo com a ANA (2012), a Bacia Hidrográfica do Paraná é a mais desenvolvida do país, onde estão localizados importantes centros urbanos, como a Região Metropolitana de São Paulo, com uma das maiores aglomerações populacionais do mundo, e a Região Metropolitana de Campinas, ambas localizadas na Bacia do Rio Tietê. Em âmbito continental, a Bacia do Rio Paraná é parte integrante da Bacia Platina que corresponde a 43% da população do território brasileiro.

A Bacia Hidrográfica do Tietê é uma região densamente industrializada desde sua nascente até seu médio curso e recebe as águas de vários afluentes. A maior parte dos rios dessa bacia é desprovida de zona ripária e responsável pelo mais intenso trabalho erosivo e vitimado por fontes poluidoras residenciais e industriais registrados principalmente na Grande São Paulo e em terras de municípios localizados ao longo do seu curso até a foz.

O Rio Tietê tem grande importância histórica de urbanização e desenvolvimento das cidades ribeirinhas no interior do estado de São Paulo. Botucatu, por exemplo, começou a se formar no início dos anos 1830, quando fazendeiros decidiram subir a Cuesta Basáltica e povoar as terras ainda desabitadas

próximo ao Ribeirão dos Costas, hoje Lavapés, o qual serviu de referência para a construção das primeiras ruas.

Com o passar dos anos, delimitada a sub-bacia do Ribeirão Lavapés, observou-se que 39,5% do total do seu território, tornou-se área urbana, e o restante ainda está distribuído entre culturas anuais e perenes, pastagens, matas nativas, reflorestamento e outros usos (OLIVEIRA et al. 2015). Segundo os dados do Plano Diretor de Turismo (BRASIL, 2018), o município apresenta aproximadamente 96,5% de população urbana e 3,5% de população rural. Geralmente as sub-bacias em zonas urbanas sofrem ainda mais com a impermeabilização do solo, escoamento superficial e contribuem para o aumento de sua vazão, alagamentos e possíveis contaminantes.

A partir da nascente e após cerca de 2,8 km de percurso, o Ribeirão Lavapés começa a adentrar em área urbana que corta a cidade por completo, indo desaguar na foz junto com outro afluente do Rio Tietê, o Rio Capivara que percorre cerca de 28 km somente em áreas rurais. Tanto o Ribeirão Lavapés como o Rio Capivara estão dentro do município, tem suas nascentes próximas, atravessam a Cuesta no sentido sul-norte e vão se unir na altura do Rio Tietê. Estudos realizados por Valente et al. (1997ab), Moretto & Nogueira (2003), Oliveira (2009), Belluta et al. (2009, 2010) em outras sub-bacias do município mostraram que os rios urbanos da região, entre eles o Lavapés, contribuem (exportam) com cargas de matéria orgânica e nutrientes para intensificar a degradação e eutrofização do Rio Tietê.

Até meados de 2006, antes da implantação do Sistema de Tratamento de Esgoto (ETE-Sabesp), no campus da Unesp/Fazenda Lageado, o Ribeirão Lavapés era totalmente anaeróbio (VALENTE et al., 1997ab) e considerado pelos munícipes um “rio morto”, com alteração da paisagem, degradação da vida aquática, com odor e aspecto desagradáveis.

Apesar dos trabalhos de recuperação do Lavapés iniciados em 2006, somente a partir de abril de 2015 a Lei nº 1145 do Código Municipal do Meio Ambiente passou a dar diretrizes à Política Municipal de Controle de Poluição e Manejo de Recursos Hídricos (BRASIL, 2015), cujo artigo 104, incisos VI, VII e VIII, assegura o acesso e o uso público às águas superficiais, preserva a sua qualidade e visa implantar o sistema adequado de coleta e tratamento de esgoto na área urbana e manter serviço de fiscalização na zona rural.

Os objetivos deste estudo foram avaliar os parâmetros físico-químicos obtidos em estudos no Ribeirão Lavapés antes e depois da construção da estação de tratamento de esgoto (ETE-Sabesp-Fazenda Lageado), compará-los àqueles observados na foz do Rio Capivara, essencialmente rural. Pretende-se abordar também os aspectos históricos, econômicos e sociais no desenvolvimento do município no que tange ao saneamento básico.

2 HISTÓRICO DO DESENVOLVIMENTO ECONÔMICO, E SOCIAL E DO SANEAMENTO BÁSICO DO MUNICÍPIO DE BOTUCATU

O nome Botucatu vem de *ibytu-katu*, que na língua tupi significa "bons ares", o que se refere à brisa fresca proveniente da Cuesta Basáltica onde situa o município, emancipado em 14 de abril de 1855 (DONATO, 2008).

Conhecida como "Cidade dos bons ares, das boas indústrias e das boas escolas" Botucatu destaca-se economicamente nas atividades agroindustrial e industrial, além do comércio e serviços. De acordo com Souza Mena (2004), entre os ramos produtivos do município, o setor de ensino corresponde a 20,2%, seguido do comércio varejista (13,2%), indústria de transportes (11,5%), agricultura e criação animal (8%), administração pública (6,2%), indústria de madeira (4,5%), construção civil (4,4%), serviços sociais (3,6%), indústria de vestuário e calçados (3,3%) e serviços auxiliares (3%). Os demais setores empregavam por volta de 3% cada um deles.

De acordo com o Plano Diretor de Botucatu (BRASIL, 2017), artigo 97, a política pública do município é estimulada para o desenvolvimento da indústria, do comércio e dos serviços e tem como principal objetivo fortalecer e dinamizar as empresas para geração de emprego e renda. No seu artigo 108, estão as diretrizes dessas políticas para o acesso à ciência, tecnologia e inovação para o desenvolvimento do município e no artigo 116, estão as diretrizes gerais das políticas sociais e de desenvolvimento humano.

O setor da economia que vem se desenvolvendo gradativamente em Botucatu é o turismo. Segundo Brasil (2018), o turismo foi descoberto com o desenvolvimento da atividade industrial, com a ferrovia e a criação da Faculdade de Medicina e Ciências Biológicas, no Distrito de Rubião Júnior, hoje Unesp Câmpus de Botucatu.

De acordo com Brasil (2017), no artigo 108, são delineadas as diretrizes da política para as atividades turísticas local. Devido à localização, ao clima e ao relevo, o turismo de aventura destaca-se entre aqueles que buscam a prática de esportes junto à natureza. Em 27 fevereiro de 2019, foi publicado no Diário Oficial da União, a lei 57/2018, que torna o Município de Interesse Turístico (MIT), o que garantirá a Botucatu mais investimento no setor. O município conta ainda com o Posto de Informações Turísticas (PIT), cuja ação é importante para fomentar a rede econômica (hotelaria, restaurantes, bares etc), turismo de aventura e eventos.

Botucatu integra também o Polo Cuesta, região turística que abrange dez cidades (Botucatu, Areiópolis, Anhembí, Bofete, Conchas, Itatinga, Pardinho, Pratânia, Paranapanema e São Manuel) que têm em comum com a formação geológica (Cuesta Basáltica) de grande potencial de exploração para o ecoturismo (BRASIL, 2017).

Entre os mais importantes setores da economia local, o início dos trabalhos na Faculdade de Medicina e Ciências Biológicas (1963) e a posterior criação do Campus Experimental (Faculdade de Ciências Agrônomicas - FCA), novas unidades de pesquisa e novos cursos contribuíram para agregar recursos financeiros e movimentar a economia do município de Botucatu, como por exemplo, o setor imobiliário. Além disso, Botucatu possui historicamente papel de centro regional de saúde que, através do Hospital de Clínicas da Unesp, considerado um centro de saúde de excelência, atende várias cidades.

No setor de transporte, o coletivo urbano atende a diversos bairros e distritos da cidade. As vias terrestres abastecem de produtos o município e região principalmente pela rede rodoviária e ligam os principais centros do país pelas rodovias Castelo Branco (SP-280) e Marechal Rondon (SP-300), ambas contando com pistas duplas. O Aeroporto Estadual Tancredo Neves conta com pista simples pavimentada e possibilita pouso e decolagem de aeronaves de pequeno e médio portes da Empresa Brasileira de Aeronáutica (Embraer) e particulares. A antiga Ferrovia Paulista S/A (Fepasa), inaugurada em 1889, possibilitava o acesso à região por trilhos. Hoje, a Hidrovia Tietê-Paraná é a única via de navegação utilizada para cargas que passa por Botucatu.

Grandes transformações e desenvolvimento em relação ao abastecimento de água potável e esgotamento no município de Botucatu ocorreram ao longo do século XX. Relatos históricos mais importantes do saneamento básico em Botucatu,

descritos por Donato (2008), com a primeira instalação da rede de água e construção de um sistema de coleta de esgoto, no interior estado de São Paulo. Essa foi uma grande inovação para o município, mas perdurou por pouco tempo devido à crise que se seguiu à quebra da Bolsa de Valores de Nova York (1929), cuja economia dependia fortemente do cultivo do café. A crise provocou a estagnação da produção cafeeira na região de Botucatu e os recursos financeiros foram insuficientes para a continuidade de operação da estação de tratamento de esgoto. Assim, nas décadas seguintes (1930 a 1970) o Ribeirão Lavapés passou a receber todo o esgoto gerado no município, perdendo, assim, sua identidade.

Somente em 1974, quando a Companhia de Saneamento Básico do Estado de São Paulo (Sabesp) chegou à cidade, foi viabilizada a ampliação do sistema abastecimento de água e de serviços de esgoto sanitário. Em 1984, todo o esgoto ainda era lançado no Ribeirão Lavapés e a Sabesp informava que 94% das residências localizadas nas zonas alta, média e baixa da cidade estavam servidas de água. Em 1994, a Sabesp divulgou estudo sobre o índice de mortalidade infantil em Botucatu, o qual caiu 71,2%, em 1978, para 13,6%, no início da década de 1990, devido aos avanços nos investimentos em saneamento básico. Em 2004, 95% da rede de água e 91% de ligações de esgoto já estavam sendo integrados ao ETE-Sabesp-Fazenda Lageado. Hoje, segundo a Sabesp, o município de Botucatu conta com 100% de fornecimento de água e 99,7% de esgoto tratado.

Apesar da autonomia no abastecimento das águas superficiais da cidade de Botucatu, a região é zona de afloramento e de recarga do Aquífero Guarani e, de acordo com Carneiro (2007), o aquífero é um enorme reservatório de águas subterrâneas, cuja área de abrangência ultrapassa as fronteiras brasileiras e tem um volume aproveitável na ordem de trinta vezes superior à demanda por água de toda a população. Mesmo assim, há no município preocupação com o desabastecimento de água superficial devido à crise hídrica de 2014, que atingiu muitas cidades da região. Recentemente, gestores municipais e dirigentes da Sabesp de Botucatu conseguiram financiamento por meio do governo federal para executar um projeto de ampliação de uma barragem já existente no Rio Pardo para fins de abastecimento do município e uso múltiplo para os próximos 50 anos. Já foi concedida a licença prévia, a desapropriação da área de alagamento e início da construção da obra, com previsão de conclusão em 3 anos.

De acordo com a gestão das águas superficiais, Brasil (2015), no artigo 104, incisos I, II e III, a necessidade da proteção à saúde, ao bem-estar e à qualidade de vida da população, com a redução da toxicidade e das quantidades de poluentes lançados nos corpos d'água, além da necessidade de conservação, recuperação e proteção dos ecossistemas aquáticos.

A gestão de aterros sanitários é de responsabilidade do município conforme o artigo 39, Brasil (2017). Em Botucatu, desde 1994, os resíduos sólidos domiciliares (RSD), comerciais (RSC) e os rurais (RSR) vêm sendo destinados ao aterro sanitário municipal, com disposição final ambientalmente adequada e controlada pela Companhia Ambiental do Estado de São Paulo (CETESB). A partir de 2004 a coleta seletiva vem sendo operacionalizada pela Cooperativa de Agentes Ambientais, formada por antigos catadores de lixo.

Nesse contexto, para garantir a disponibilidade e qualidade de água à população de Botucatu, Brasil (2017), no artigo 62, parágrafo VIII, informa a sociedade sobre as mudanças necessárias na gestão para manter o crescimento socioeconômico do município, e no artigo 63, parágrafo XI, informa a importância de realizar a coleta e o tratamento de esgoto e a despoluição dos rios urbanos. No parágrafo XII, discorre sobre as ações para acelerar as obras de urbanização e a retirada da população de fundos de córregos e, no XIX, revela os fatores de risco à vida e à saúde, decorrentes da água.

Segundo as estimativas, o número de ligações e o volume médio de água e esgoto (Tabela 1) disponíveis e cedidos pela Sabesp nos últimos anos em Botucatu, vêm aumentando consideravelmente as demandas de fornecimento de água e tratamento de esgoto.

Tabela 1. Estimativas do volume médio mensal de água (VMMA), esgoto (VMME) e número de ligações de água (NLA)

Ano	NLA	VMMA (m ³)	VMME (m ³)
2002	34.844	512.773	410.219
2006	37.576	560.100	448.080
2010	41.425	619.072	495.257
2014	47.676	719.649	575.719
2018	50.106	712.397	569.918

No último censo (2010), Botucatu contava com 127.328 habitantes, e a densidade demográfica era de 85,99 hab/km², mas, segundo estimativas feitas em 2017, o número de habitantes aumentou para 142.546. O salário médio de trabalhadores formais em 2016 era de 3,1 salários mínimos, e as receitas oriundas de fontes externas era de 71,8% (IBGE, 2018).

O Atlas de Desenvolvimento Humano no Brasil (2013) indicou que o IDHM em Botucatu está entre as 40 melhores do Brasil. A cidade saltou da 202^a posição no ano 2000 para a 22^a em 2013, entre os 5.564 municípios brasileiros. O IDHM de Botucatu é 0,800, o de longevidade é 0,869 (varia de 0,800 a 1,00 = Muito Alto), o de renda é 0,790 e o de educação é 0,746 (varia de 0,700 a 0,799 = Alto). Com esses índices, Botucatu empata com Ribeirão Preto e Taubaté. Botucatu está à frente de capitais como Goiânia e Rio de Janeiro, e de cidades maiores do interior paulista como Marília, Sorocaba, Guaratinguetá e São José do Rio Preto.

Portanto, o desenvolvimento de Botucatu significou não somente o crescimento econômico, mas também as transformações na sociedade visando uma melhoria da qualidade de vida da população. Botucatu tem um desenvolvimento sustentado em bases econômicas, ambientais e de saneamento sólidas, além das atividades de turismo, industrial, de educação básica, acadêmica, de saúde e de serviços, que juntas, têm proporcionado elevados indicadores de qualidade de vida característicos das cidades do interior do estado de São Paulo.

3 MATERIAL E MÉTODOS

3.1 Localização e caracterização da área

O estudo foi realizado no município de Botucatu (SP), localizado na região central do estado de São Paulo, distante 234 km da capital e situado na zona 22S, Datun - WGS 84, entre as coordenadas UTM (Universal Transversal de Mercator) 762290 L e 7468350 S (SANTOS, 2017).

A cidade de Botucatu está sob a Cuesta Basáltica onde marca o início do Planalto Ocidental Paulista que é o limite físico entre o leste e o oeste paulista. O front separa a linha entre o topo da Cuesta e a depressão periférica (baixada) e tem a sua face voltada a leste (Reverso da Cuesta), seguido de um leve declínio que se estende a oeste até o Rio Paraná (SOUZA et al., 2003).

A sub-bacia do Ribeirão Lavapés situa-se na região centro-oeste do município, geograficamente entre as coordenadas UTM (X) 756946, 769423 e (Y) 7461195, 7486750, com altitudes que variam entre 924 e 455 metros (IBGE, 1982) e área de 109,3 km² (Figura 1). Esse importante ribeirão percorre as três feições geomorfológicas da Cuesta Basáltica de Botucatu: o reverso, o front e a depressão periférica.

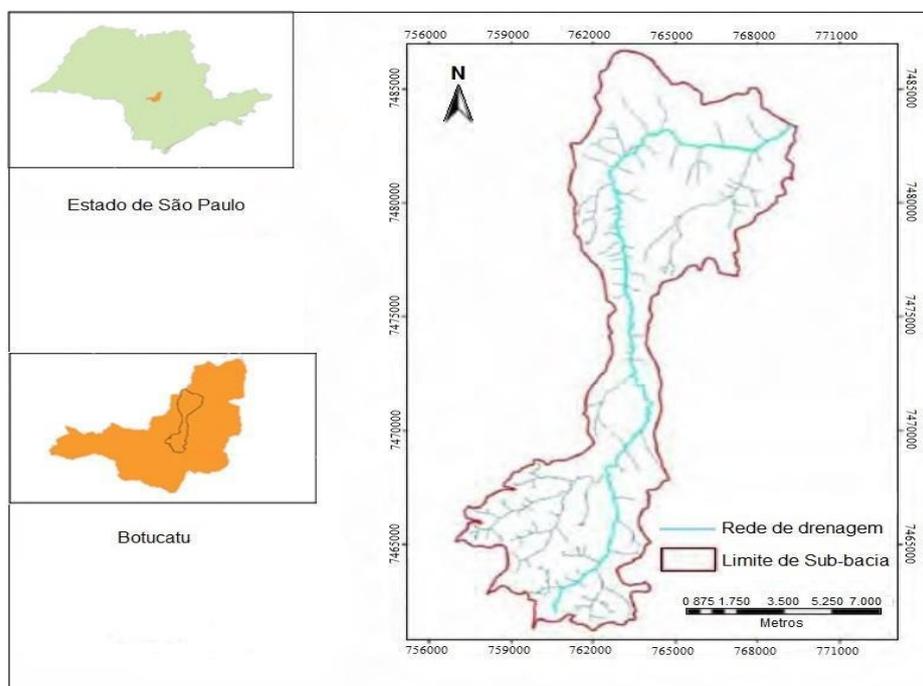
Os solos predominantes na região são: Latossolos Vermelho-Amarelos Distróficos, Latossolos Vermelhos Distroféricos, Latossolos Vermelhos Distróficos e Neossolos Quartzênicos Órticos. O clima, segundo o método Köppen, de 1936, é do tipo Cfa, mesotérmico, com chuvas relativamente abundantes e certas características de um regime litorâneo.

Os dados das classes predominantes de uso e cobertura do solo na zona urbana da sub-bacia é de 4.394,27 ha (39,4%) no reverso da Cuesta e as culturas anuais com 3.670,89 ha (32,9%) na depressão periférica. A área de mata nativa é de 1.109,70 ha e no mapeamento das Áreas de Preservação Permanentes (APPs) verifica-se que 532,15 ha (30,9%) estão cobertos por mata ripária e 1.189,65 ha (69,1%) não apresentam vegetação nativa ripária, em uma área total de 1.721,80 ha (SANTOS et al., 2014).

O Ribeirão Lavapés tem aproximadamente 35,0 km de extensão e totaliza área de drenagem de 10.955,61 ha, o que favorece um baixo escoamento superficial e maior infiltração (SANTOS, 2017). De acordo com Oliveira et al. (2015), é uma bacia de 4ª ordem e apresenta formato alongado com baixa tendência à inundação e

risco baixo de erosão e com alto potencial para conservação. A declividade média da sub-bacia varia de 9,9% a 87,4% da área total e o relevo é classificado como plano a ondulado.

Figura 1. Localização da sub-bacia do Ribeirão Lavapés em Botucatu (SP).



Fonte: Adaptado de Santos (2013) **Gestão & Sustentabilidade Ambiental**

3.2 Totais pluviométricos

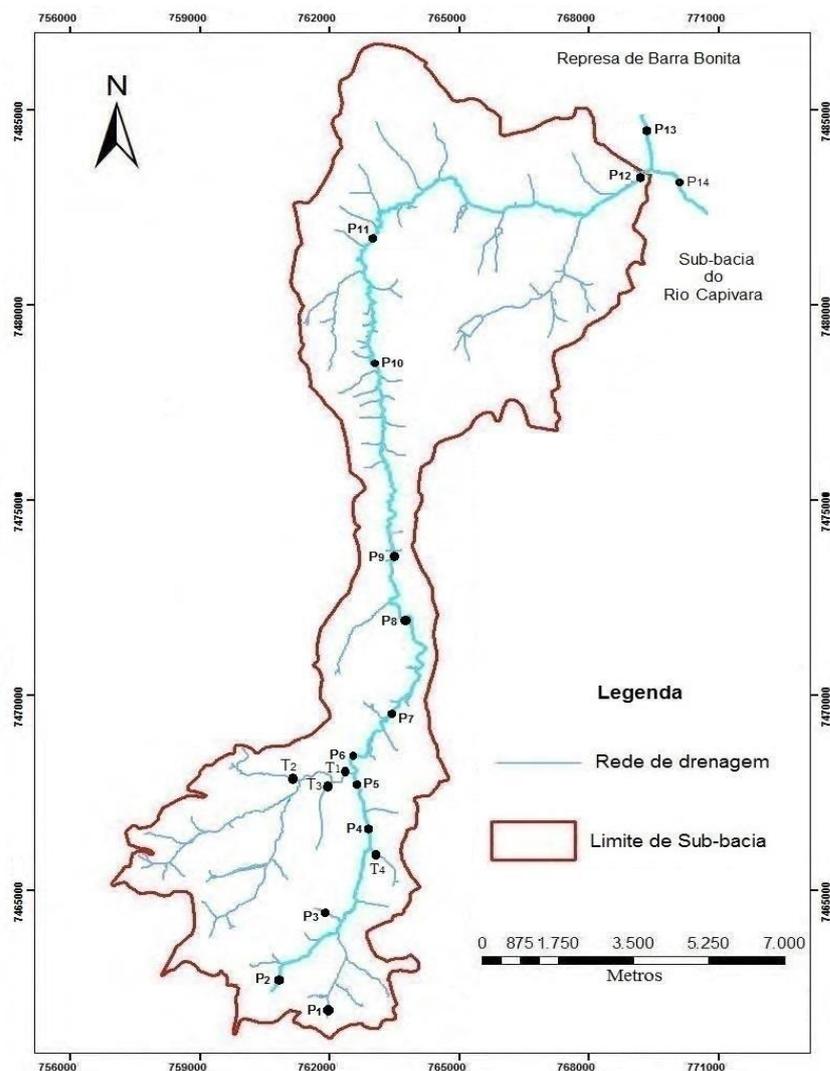
A primeira coleta das amostras de água ao longo do curso do Ribeirão Lavapés ocorreu em 15 de outubro de 2015. Os totais pluviométricos (mm de chuva) nos meses anteriores foram: julho: 92,8; agosto: 54,4; setembro: 218,9 e nos últimos 15 dias que antecederam a coleta, houve somente 27,1 mm de precipitação pluviométrica. A segunda coleta foi feita em 30 de junho de 2018, e os totais pluviométricos nos meses anteriores foram 52,0 mm em abril, 24,1 em maio e 9,9 mm em junho. Ambas as coletas de amostras apresentaram baixos totais pluviométricos típicos de período de estiagem. Dados obtidos pelo Departamento de Solos e Recursos Ambientais da FCA-Unesp.

3.3 Pontos de amostragem

O mapa georreferenciado apresentado na Figura 2 contém a demarcação dos pontos de amostragem, numerados de forma seqüencial e crescente no sentido da

foz. Foram demarcados 12 pontos de amostragem (P₁ ao P₁₂) dentro da sub-bacia do Ribeirão Lavapés e dois fora dela, os pontos de amostragem são apresentados na Figura 2, sendo um na Ponte do Rio Capivara (P₁₃) localizado na Rodovia Geraldo de Barros (SP191), já nas águas do Reservatório da Barra Bonita, no Rio Tietê, e outro a montante da foz do Rio Capivara (P₁₄), a jusante da ponte da Rodovia Antônio Soares.

Figura 2. Mapa da rede de drenagem da sub-bacia do Ribeirão Lavapés



Fonte: Adaptado de Santos (2013).

O P₂ (848 m de altitude) é a principal nascente localizada em área rural na Escola do Meio Ambiente (EMA). A segunda nascente é o Tijuco Preto (P₁) com 854 m de altitude e a terceira é o Córrego Desbruido com 814 m de altitude (P₃) já localizadas em zona urbana. O P₄ (Ponte do Lavapés na Cohab 1) e o P₈ (Ponte do Lageado) estão entre áreas densamente habitadas e que cortam a cidade de fora a fora com baixa variação de altitude (68 m) e, conseqüentemente, baixa velocidade

da água. Atualmente todo o esgoto gerado na cidade está sendo conduzido na ETE-Sabesp-Fazenda Lageado, identificado como P₉. Entre o P₉ e P₁₀, o ribeirão percorre o front da Cuesta com uma considerável diferença altitudinal de 241m e com presença de cachoeiras e recebe o efluente tratado do P₉. Do P₁₀ ao P₁₂ (449 m de altitude), o ribeirão volta a apresentar baixa variação de declividade (57m) e velocidade da água. Além desses, foram demarcados quatro importantes tributários urbanos que nascem na sub-bacia e deságuam no Lavapés. O T₁ é um ponto de amostragem receptor dos Córregos da Cascata, Água Fria, Antártica (T₂) e Tanquinho (T₃). Já o T₄ é outro ponto localizado na foz do Córrego Boa Vista.

3.4 Variáveis e padrões de qualidade de água

Os procedimentos metodológicos utilizados envolveram a pesquisa bibliográfica, com revisão da literatura pertinente aos parâmetros de qualidade de águas nos pontos correspondentes encontrados nos artigos, teses e dissertações sobre a sub-bacia do Ribeirão Lavapés realizados até 2006 (CONTE, 1992; ZUCCARI & LEOPOLDO, 1993; VALENTE et al. 1997ab; MORETO & NOGUEIRA, 2003) e depois da implantação da ETE-Sabesp, de acordo com Silva et al. (2007), Oliveira (2009), Faria & Rodrigues (2013).

As variáveis selecionadas foram somente aquelas obtidas no período de estiagem e, devido à ausência de repetições nas amostragens, não foi possível realizar nenhum teste estatístico e, por isso, foi feita uma análise descritiva e comparativa entre os resultados médios encontrados. Os dados dos parâmetros de cada ponto de coleta correspondente ao da Figura 2, serão avaliados com base nos níveis de referência mais restritivos com os valores máximos permitidos (VMP) da Classe II, do CONAMA (2005).

Os parâmetros avaliados foram: pH, temperatura da água, fósforo total (P_T), nitrato, nitrito, nitrogênio total (N_T), turbidez (TU), oxigênio dissolvido (OD), demanda bioquímica de oxigênio (DBO_{5,20}), demanda química de oxigênio (DQO), coliformes termotolerantes (C_T), cloreto (Cl⁻) e condutividade elétrica (CE) (ADAD TAJRA, 1982 CETESB, 1989; GOTLTERMAN et al. 1991; GREENBERG et al., 2005; CONAMA, 2005; CETESB, 2012).

Já os dados de qualidade da água do Ribeirão Lavapés analisados em outubro/2015 foram utilizados para gerar o Índice de Qualidade da Água, da National Sanitation Foundation (IQA-NSF), adaptado e utilizado pela Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental do Estado de São Paulo (Cetesb) desde 1975. O IQA fornece uma nota para a qualidade da água, indicando cinco categorias: “Ótima”, “Boa”, “Aceitável”, “Ruim” e “Péssima”. Os nove parâmetros utilizados para gerar o IQA foram: pH, T_a , TU, OD, $DBO_{5,20}$, N_T , P_T , S_T e C_T .

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os tópicos seguintes abordarão o histórico de diferentes parâmetros de qualidade de água encontrados desde 1992 em trabalhos realizados no curso principal do Ribeirão Lavapés e em alguns tributários. Os pontos de amostragem correspondem aos mesmos apresentados na Figura 2.

4.1 Avaliação anterior ao Sistema ETE - Sabesp - Fazenda Lageado

Com a finalidade de caracterizar o grau de degradação no período em que as águas do Ribeirão Lavapés e seus principais afluentes eram um “esgoto a céu aberto”, Conte (1992) avaliou vários pontos de amostragem coletados quinzenalmente em período de estiagem. Na nascente principal (Escola do Meio Ambiente - EMA) do Ribeirão Lavapés (P_2), os teores médios dos parâmetros N_T , P_T , Cl^- e CE e metais tóxicos foram muito baixos ou não detectados, e o pH estava dentro dos limites, como esperado para nascentes. Os parâmetros indicativos de poluição proposta pela legislação vigente (Classe II) foram observados nesse estudo a partir do início da cidade (P_4), seguido do ponto médio (P_6) e no final da cidade (P_8), que variaram, respectivamente, na ordem $6,0 < 18,0 > 16,2$ vezes para o P_T e $1,0 < 1,7 < 3,0$ vezes a CE em relação ao VMP. O N_T apresentou 3,0 vezes o VMP no pH de 7,96 no P_8 e o Cl^- esteve abaixo do limite. O autor avaliou, ainda, a influência dos principais tributários urbanos, T_1 , T_2 e T_3 , correspondentes à Figura 2, cujos teores foram gradativamente crescentes na ordem $1,1 < 1,3 < 2,0$ em relação ao VMP para CE e $4,0 < 16,0 < 26,0$ para o P_T , o que representou considerável incremento na foz do Água Fria. Em outro ponto antes de atingir o Lavapés, o teor de CE foi 2,2 vezes maior em relação ao VMP, o P_T foi 18,0 vezes e o pH foi de 9,03, considerando as diluições ocorridas pelas vazões dos três córregos.

Entre os parâmetros que indicaram maior impacto, a CE está em maior concentração de sais dissolvidos devido à baixa pluviosidade (CETESB, 2012), o P_T é a espécie química rara nos sistemas naturais, mas é encontrado na forma de fosfato em alguns tipos de rochas. De acordo com Nuvolari et al. (2003), é um dos elementos essenciais para a síntese bacteriana, na formação das plantas, faz parte de algumas proteínas existentes nas fezes humanas e é encontrado na maioria dos detergentes domésticos. O N_T encontrado está presente em grande quantidade no ar atmosférico (78%) e também compõe as proteínas animais e vegetais. Assim como o N_T , o P_T em excesso, dissolvido em águas naturais, pode levar à eutrofização. Com a proliferação de algas ou macrófitas, parte delas morre, entra em decomposição e deteriora a água dos rios, lagos, reservatórios, estuários, e outras fontes, prejudicando o abastecimento público, a recreação e a vida aquática.

Considerando os mesmos pontos amostrados no estudo anterior, Zuccari & Leopoldo (1993), avaliaram o OD, CE, pH e turbidez (TU). No P_2 (Figura 2), foi observado que esses parâmetros estavam dentro VMP para nascente. Já no P_4 , P_5 e P_8 , com exceção da TU que esteve abaixo do VMP, o pH variou, respectivamente na ordem crescente $6,6 < 7,0 < 8,0$, a CE $1,0 < 1,7 < 2,0$ vezes maior e o inverso ocorreu com a depleção gradativa do OD com $5,3 > 2,4 > 1,8 \text{mg.L}^{-1}$ à medida que o ribeirão avançou para a cidade, o que condiz com o incremento de esgoto lançado *in natura* no sentido da foz.

Os mesmos autores avaliaram também a contribuição dos tributários T_2 e T_3 (Figura 2) com os respectivos teores $1,3 < 2,0$ vezes superior ao VMP para a CE, baixo OD $2,2 < 3,5 \text{mg.O}_2\text{L}^{-1}$, DQO com 136,0 e 70,0 $\text{mg.O}_2\text{L}^{-1}$, mas somente o pH estava próximo da neutralidade (7,0). No Córrego Água Fria, no ponto antes de receber as águas do Córrego da Cascata, somente a DQO foi de 25,0 $\text{mg.O}_2\text{L}^{-1}$ e os demais parâmetros foram inferiores ao VMP. Em um ponto a montante da foz do Água Fria, antes de desaguar no ribeirão receptor, o Lavapés, a CE foi 2,2 vezes maior que o VMP, o OD manteve-se baixo ($2,3 \text{mg.O}_2\text{L}^{-1}$), a DQO aumentou para $133,0 \text{mg.O}_2\text{L}^{-1}$ e apresentou alto pH (9,0). Esses teores, assim como aqueles apresentados por Conte (1992), indicaram o incremento de poluição similar aos originados nos tributários urbanos e no curso principal do Ribeirão Lavapés.

A DQO analisada visa medir o consumo de OD durante a oxidação química de compostos orgânicos presente em águas contaminadas (GREENBERG et al., 2005). Se a amostra é constituída de compostos que são oxidados por DQO e por

DBO_{5,20}, a DQO pode substituir a DBO_{5,20}. Se a predominância for de material quimicamente oxidável, porém não bioquimicamente, a DQO será maior que a DBO_{5,20}, cuja razão DQO/DBO_{5,20} será inferior a 5,0 nos pontos mais impactados (CETESB, 2012), valor esse que indica ser material biodegradável, ou seja, ausente de efluentes industriais e permite estimar a DBO_{5,20} através da DQO (VALENTE et al. 1997b).

Os dados obtidos por Valente et al. (1997a) mostraram que também se mantiveram dentro do VMP no P₂ para OD, CE, pH, N_T e P_T. Já no P₆, como já se esperava, todos os parâmetros estavam elevados e somente o pH manteve-se dentro da neutralidade. Observou-se a depleção total do OD, o aumento da CE (2,9 vezes maior), a DQO igual a 114,0mg.O₂L⁻¹, o P_T esteve 12,8 vezes maior e o N_T próximo do VMP (3,6mg.L⁻¹). O autor refere que a alta variação da declividade no front da Cuesta até o início da depressão periférica (P₈ a P₉), a velocidade da água é alta e diminui gradativamente até próximo da foz (P₁₂). Nessa região, a qualidade da água do ribeirão ainda estava alterada em relação ao VMP para OD (3,5mg.O₂L⁻¹), CE (1,4 vezes maior), DQO (10,6mgO₂.L⁻¹), N_T próximo do VMP (3,0 mg.L⁻¹) e P_T (6,6 vezes maior), mas somente o pH normal. Moreto & Nogueira (2003), encontraram teores semelhantes na foz (P₁₂) tais como OD com 3,0mg.O₂L⁻¹, CE igual a 1,8 vezes maior que o VMP, N_T (2,8mg.L⁻¹), P_T 10,0 vezes maior e pH normal.

Valente et al. (1997b) identificaram as zonas de depuração estabelecidas por Branco (1986) da nascente à foz no Ribeirão Lavapés e os resultados apontaram semelhanças com os dados encontrados nos estudos anteriores. Assim, o P₂ apresentou característica de um rio em condição natural chamada de zona limpa. O P₄ foi identificado pelos autores como zona de degradação, onde ocorreu a mistura de efluentes com as águas do corpo receptor gerando a depleção total de OD (0,0mg.O₂L⁻¹), maior DBO_{5,20} com 15,5mg.O₂L⁻¹ e DQO igual a 31,0mg.O₂L⁻¹. Do P₆ ao P₈ foram identificados como zona de degradação ativa, caracterizada pelo declínio total da vida aquática, depleção total do OD, a DBO_{5,20} foi de 15,5 e 8,2mgO₂.L⁻¹ e a DQO foi de 43,8 e 29,8mgO₂.L⁻¹, respectivamente. A partir desse ponto, iniciou a zona de recuperação até a foz (P₁₂) com o processo de regeneração do meio às suas condições naturais. De acordo com os autores, a DBO_{5,20} apresentou teores parecidos com os da DQO e a sua razão no P₆ a P₁₂ foi em média 3,4, caracterizando contaminação biodegradável por ser inferior a 5,0.

4.2 Avaliação pós-Sistema ETE-Sabesp-Fazenda Lageado

Mesmo com a reintegração 99,7% do esgoto gerado na cidade de Botucatu (SOSCUESTA, 2016) junto ao sistema tronco da ETE-Sabesp-Fazenda Lageado os lançamentos de esgoto *in natura* (0,3%) ainda estão ocorrendo pontualmente no curso do Ribeirão Lavapés. A avaliação dos estudos a seguir pretende identificar esses locais, quantificar o nível de qualidade da água e mostrar os sinais da autodepuração do ribeirão.

Nos estudos de Silva et al. (2007), os teores de OD, N_T , P_T na nascente (P_2) estavam dentro dos limites esperados como também ocorreu no período anterior a 2006. No P_6 e P_8 , diferente dos dados anteriores, o OD estava dentro do VMP, mas o P_T e N_T , no P_6 , superaram em 4,7 e 1,2 vezes, respectivamente. Os autores analisaram também amostras na foz do Ribeirão Lavapés (P_{12}) e encontraram nível baixo do P_T e teor acima do limite para N_T em 1,7 vezes maior. Acredita-se que os nutrientes foram oxidados parcialmente na zona de degradação (P_6 a P_8) devido aos recentes lançamentos de esgoto ainda existentes. É provável também que parte do N_T seja oriunda das áreas agrícolas próximas do Rio Capivara, na depressão periférica (Figura 2).

Nos estudos realizados por Oliveira (2009), o teor de OD, CE e P_T também foram normais no P_2 . Já a $DBO_{5,20}$ ($7,9\text{mgO}_2\cdot\text{L}^{-1}$) e o pH ácido (4,7) indicaram que há carga orgânica em decomposição nesse ponto. Como não há histórico de lançamento de esgoto nessa área, a suspeita principal é de que atualmente existe a mata riparia preservada, um banhado de altitude típico de região de Cuesta formada por uma várzea rica em herbáceas. Em regiões alagadas é comum grande quantidade de matéria orgânica em decomposição. Nessas condições, segundo Nuvolari et al. (2003), normalmente ocorre a oxidação e maior depleção de oxigênio, através do produto da biodegradação, gás carbônico/ácido carbônico, o que provoca demanda de OD e decaimento do pH. No P_8 , o OD, o pH e o P_T estavam normais, mas os parâmetros $DBO_{5,20}$ e CE foram 3,5 e 1,5 vezes maior, respectivamente, que o VMP. No P_{12} , o OD estava dentro do VMP, mas o pH ácido (5,4), a $DBO_{5,20}$, a CE e o P_T estavam 3,0, 2,5 e 4,0 vezes acima do VMP, respectivamente. Já os dados de Silva (2007) no mesmo ponto de amostragem, os resultados estavam melhores onde a CE foi de 1,5 vezes acima do limite e a DQO $12,6\text{mgO}_2\cdot\text{L}^{-1}$.

Oliveira (2009) refere que a qualidade da água entre os rios da região (Araquá, Capivara e Lavapés) causaram maior impacto de fontes de poluição nos Ribeirões Lavapés e Araquá, apresentando o primeiro e a pior condição ambiental. As águas do Araquá ainda são impactadas por receber efluente tratado da ETE-Sabesp-Rubião Júnior através de seu principal afluente, o Córrego do Cintra (BELLUTA et al. 2009; 2010).

Faria & Rodrigues (2013) avaliaram a CE e o pH somente no P₈ e confirmaram que ainda ocorrem pequenos lançamentos difusos de esgoto no ribeirão Lavapés pelo fato de as medidas estarem próximas ao VMP. Além desse ponto, os autores encontraram o pH normal nas nascentes e na foz dos tributários T₁ e T₃, e a CE 1,3 vezes maior que o VMP somente no T₃. Já a jusante dos tributários e na desembocadura do Lavapés, provavelmente pelo efeito da diluição, as medidas de CE e pH atingiram teores próximos ao VMP.

Os dados analisados em 2015 não foram diferentes dos obtidos nos trabalhos após a implantação da estação de tratamento. Foram analisadas, o P₁ e o P₂ que apresentaram OD (5,1mgO₂.L⁻¹), pH (5,4) e DBO_{5,20} abaixo, respectivamente, dos esperados em relação aos VMP, dados esses similares aos obtidos por Oliveira (2009). A CE e o N_T nas nascentes estavam dentro desses limites, o que condiz com a ausência de poluição antropogênica. Já o P_T no P₁ estava 12,4 vezes e no P₂ igual a 4,6 vezes maior que o VMP, dados que, possivelmente, foram originados de eventuais usos de defensivos agrícolas no seu entorno. No P₈, o OD e o DBO_{5,20} estavam dentro do VMP, o pH continuava levemente ácido (4,9) e a CE, o N_T e o P_T estavam, respectivamente, 1,1, 1,5 e 25,4 vezes acima do VMP. No P₁₂ e P₁₃ os resultados foram, respectivamente, os seguintes: pH (5,3 e 4,8), OD (5,3 e 4,4mgO₂.L⁻¹), CE (1,6 e 2,4 vezes maior que o VMP), N_T (1,8 e 1,4 vezes maior), P_T (132,0 e 2,0 vezes maior) e a DBO_{5,20}, (5,01 e 4,7mgO₂.L⁻¹), teores próximos aos apresentados por Silva (2007) para a CE, o OD e a DBO_{5,20}.

4.3 Sub-bacia do Ribeirão Lavapés x Rio Capivara

A sub-bacia do Rio Capivara está localizada a leste e adjacente à do Ribeirão Lavapés (Figura 2) e não recebe nenhum tipo de contaminação urbana, sendo, por isso, é caracterizada como rural. À sub-bacia do Capivara ainda apresenta maior extensão e número de tributários em relação à do Lavapés, e grandes áreas de várzea utilizadas para fins de ocupação agrícola.

Valente et al. (1997a), Silva et al. (2007) e Oliveira (2009) encontraram na nascente, em um ponto central e em outro localizado a montante da foz (P₁₄) do Rio Capivara, VMP inferiores para os parâmetros pH, OD, CE, N_T e P_T. Somente a DBO_{5,20} estava acima 1,6 a 2,6 vezes do VMP nos estudos de Oliveira (2009). A jusante do P₁₄ (Figura 2), Moreto & Nogueira (2003), Silva (2007), Oliveira (2009) encontraram os respectivos teores de OD (4,0, 5,38 e 7,0mgO₂.L⁻¹) e CE com 1,4, 1,5 e 1,2 vezes o VMP. Os dados obtidos no mesmo ponto de amostragem em 2015 são similares, e somente a CE e o N_T estavam acima 2,4 e 1,4 vezes, respectivamente, do VMP, o que caracteriza contaminação por insumos agrícolas na região, onde predominam culturas de cana-de-açúcar, laranja, grãos, etc.

Os parâmetros encontrados nos trabalhos citados em áreas habitadas da sub-bacia do Ribeirão Lavapés obtidos em 2015 (T₁, T₂, T₃, T₄), mostraram pior condição em relação à porção central do Capivara que é exclusivamente rural. Já as nascentes das duas sub-bacias revelaram teores próximos e dentro dos VMP e o P₁₄ apresentou incremento de P_T em virtude das áreas agriculturáveis e, mesmo assim, a qualidade da água na foz do Rio Capivara é superior em relação ao Ribeirão Lavapés.



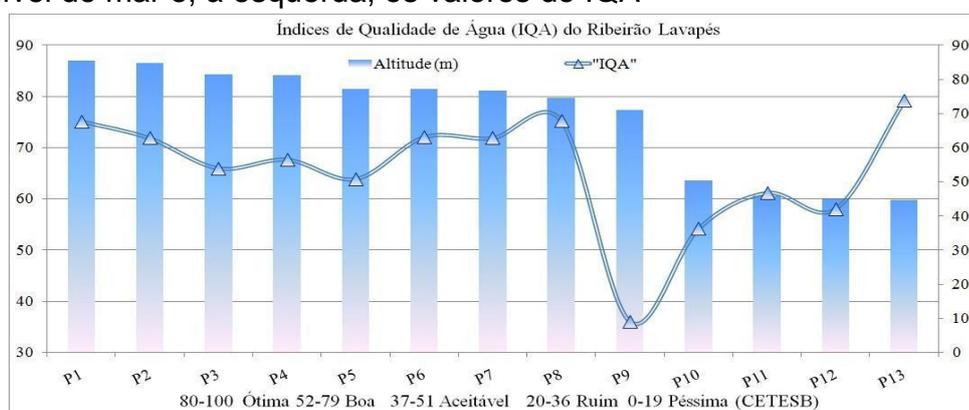
4.4 Novo perfil de qualidade de água do Ribeirão Lavapés através do IQA

Os parâmetros obtidos em 2015 geraram as notas do IQA apresentadas na Figura 3 em função das altitudes do relevo de Cuesta. Observa-se na figura que o P₁ e o P₂ apresentam valores que compreendem as faixas entre “Boa” e “Ótima”, devido à proximidade entre os pontos e por não haver nenhum tipo de despejos *in natura*. De acordo com Soscuesta (2016), o trecho inicial do ribeirão até sua confluência com o Córrego Desbruado (P₃) foi reclassificado como Classe III, o que está propício à captação de água para abastecimento humano após o tratamento convencional. O Tijuco Preto, localizado nessa região, por exemplo, produz 60,0L.s⁻¹ de água e já tem a permissão de uso e outorga da captação pela Sabesp para abastecimento humano.

Observa-se ainda a declividade gradativa do P₁ ao P₈ e o decaimento na qualidade da água seguida de recuperação do ribeirão no P₈ (IQA=75,3) com a melhor qualidade em relação às nascentes. Diferente da descrição das zonas de depuração e degradação descritas por Branco (1986) e utilizada por Valente et al. (1997b), da nascente à foz no Ribeirão Lavapés, o novo perfil da qualidade da água

do ribeirão aponta várias tênues zonas de degradação, seguidas de recuperação entre elas. A partir do P₉ observa-se um forte declínio da qualidade da água porque está localizada a jusante da ETE-Sabesp-Fazenda Lageado. O lançamento do efluente tratado e biodegradável no corpo d'água nos níveis estabelecidos pela legislação vigente (CONAMA, 2005), mesmo na zona de mistura de efluentes e diluição das águas do ribeirão receptor, compromete intensamente o IQA (36), mas entra em recuperação rapidamente no front da Cuesta até atingir a depressão periférica no P₁₁. A jusante do P₁₂, no encontro do Lavapés com o Capivara até a ponte do Rio Tietê (P₁₃), o IQA é ainda melhor em relação às nascentes (79,2).

Figura 3. Índice de IQA (P₁ ao P₁₃). À direita, escala da altitude (m) ao nível do mar e, à esquerda, os valores do IQA



Valores de IQA mais recentes foram obtidos pelas análises realizadas em junho/2018 nos principais tributários localizados em zona urbana do Lavapés. Os resultados no T₂, T₃ e T₄ foram respectivamente 61,3, 58,0 e 55,4, estando na faixa “Bom”. Para o T₁, resultante dos Córregos Água Fria, Antártica e Cascata (Figura 2), o IQA foi de 70,9, considerado melhor ainda entre as faixas “Bom” e “Ótimo”, possivelmente pela distância dos outros tributários e pela diluição e turbulência das águas que aceleram sua autodepuração. Já para o P₁₄, foz do Capivara, o valor do IQA foi de 83,5, considerado “Ótimo”, apesar dos teores de P_T, apontados anteriormente.

O IQA foi gerado com base em parâmetros representativos das características físico-químicas e biológicas da água dos mananciais do presente estudo. Assim, sugere-se que em estudos posteriores sejam utilizados bioindicadores de diferentes níveis tróficos, considerando que a simples mensuração dos níveis de substâncias químicas presentes no ambiente não é suficiente para

avaliar os reais efeitos adversos da contaminação sobre a biota aquática de um ribeirão. De acordo com Brasil (2017), no artigo 63, parágrafo XXI, o monitoramento das águas de abastecimento é mais eficiente através da pesquisa de resíduos químicos com a técnica de utilização de animais bentônicos.

4.5 Perspectiva socioambiental da cidade de Botucatu

Por meio da avaliação dos parâmetros de qualidade de água mais recentes e dos dados extraídos da bibliografia consultada, foi constatada significativa melhora na qualidade da água do Ribeirão Lavapés.

Assim, considerando que o controle da poluição da água está diretamente relacionado à proteção da saúde, à garantia do meio ambiente ecologicamente equilibrado e à melhoria da qualidade de vida (CONAMA, 2005), é necessário realizar ações de reintegração de esgoto ainda faltantes (0,3%) ao sistema ETE-Sabesp (SOSCUESTA, 2013). É essencial a revitalização dos ribeirões por meio da recomposição florestal em Áreas de Preservação Permanente (APP), o planejamento rural com práticas agronômicas sustentáveis, um rigoroso controle do uso de agrotóxicos no meio rural e o monitoramento periódico das águas que poderão atender a uma classe de água mais restritiva para o abastecimento humano. Cabe, então, aos Comitês de Bacias Hidrográficas, especificamente do Sorocaba Médio Tietê, julgar, autorizar, concretizar e enquadrar esses rios na Classe II, e permitir uso e outorga para a captação de água para abastecimento público.

O forte indício de crescente desenvolvimento econômico, urbano, social e ambiental ao longo desses anos está intimamente ligado à qualidade de vida da população de Botucatu, proporcionado não somente pelo saneamento básico, mas também pelas políticas públicas e pelo planejamento urbano do município. A exemplo da cidade São Paulo, que joga todo o esgoto residencial e industrial no Rio Tietê, muitas outras cidades do país assistem à degradação dos corpos d'água a níveis insustentáveis. Botucatu, ao contrário desse passivo ambiental sem precedentes no Brasil, vem utilizando ao longo dos anos planejamento urbano satisfatório, priorizando a preservação das áreas naturais e dos recursos hídricos, apesar da dinâmica crescente da sociedade.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os dados extraídos dos trabalhos realizados antes e após da implantação do sistema ETE-Sabesp-Fazenda Lageado, demonstram que houve melhora na qualidade da água do Ribeirão Lavapés e esta atingiu zonas importantes de recuperação P₅ ao P₈ e P₁₀ ao P₁₃.

Assim, os resultados mostraram que o Ribeirão Lavapés atingiu seu nível de qualidade de água “Boa” equiparável à da nascente, o que se pode afirmar que está próximo de atingir a capacidade de resiliência ou o nível natural. Os esforços da Sabesp em rastrear os pontos de lançamento de esgoto ainda existente no ribeirão (0,3%) e em seus tributários devem continuar até concretizar a reintegração total do esgoto doméstico ao sistema tratamento para atingir o IQA no nível desejado “Ótimo” ao longo do ribeirão. Desta maneira, as águas do Lavapés e de seus tributários, sendo de melhor qualidade, exportarão menor quantidade de material orgânica e, conseqüentemente, impactarão muito menos o rio receptor, o Tietê.

O Ribeirão Lavapés e seus tributários ainda sinalizam a necessidade de implementação de ações para revitalização voltadas à preservação, conservação e, principalmente, restauração da zona ripária ao longo de seu curso. Essas áreas devem ser repovoadas por espécies nativas para preservar a paisagem, proteger o solo, servir de “filtros” de poluentes arrastados pelas águas das chuvas e facilitar o fluxo gênico da fauna e da flora. Entre outras ações importantes, são imprescindíveis a manutenção do monitoramento da qualidade da água; de eventos educativos à população quanto ao uso racional da água, à coleta, ao tratamento e à destinação de resíduos sólidos urbanos (RSU); proteção contra queimadas; soltura de peixes; uso agropecuário dentro das margens estabelecidas pela legislação.

Nesse contexto, as ações promoverão avanços não só para tornar uma sub-bacia sustentável, mas para facilitar as discussões entre o CBH, a comunidade local, as ONGs, a Sabesp, o poder público municipal e estadual, a reclassificação da Classe III das águas urbanas para a Classe II, e a permissão de uso e outorga da captação para abastecimento da população botucatuense.

Contudo, esse artigo contribui para informar não só à população de Botucatu, como ao meio acadêmico, sobre a história de um rio em que, no decorrer dos anos, o desenvolvimento e o crescimento juntamente com a aplicação de políticas públicas

nos vários setores da economia do município, vêm refletindo positivamente no IDHM (“Muito Alto”), principalmente nos quesitos renda, longevidade e educação.

Assim, o dinamismo econômico (indústrias, universidades, comércio, serviços etc) de Botucatu e a aplicação de sua receita nessas áreas atingem diretamente a população e o meio ambiente onde ela está inserida. Cuidar das nascentes e dos mananciais urbanos ou rurais é garantir qualidade da água, que está diretamente relacionada à saúde e à melhor qualidade de vida. É também preservar a diversidade de espécies que dependem da água.

REFERÊNCIAS

ADAD TAJRA, J. M. **Controle químico da qualidade de água**. Rio de Janeiro: Guanabara Dois, 34-35, 1982.

AGÊNCIA NACIONAL DAS ÁGUAS (ANA). **Panorama da qualidade das águas superficiais do Brasil 2012**. Brasília DF:ANA, 2012.

ATLAS DO DESENVOLVIMENTO HUMANO NO BRASIL. **Índice do Desenvolvimento Humano do Município (IDHM)**, 2013. Disponível em: <http://www.atlasbrasil.org.br/2013/pt/ranking>. Acesso em julho de 2018.

BELLUTA, I.; SILVA, A. M. M.; CAMARGO, C. H. C.; RALL, V. L. M. Impacts on the springs of Cintra Stream (Botucatu, São Paulo State, Brazil) and downstream variations in water quality. **Rev. Acta Limnológica Brasiliensia**, RS, 21(1):11-24, 2009. Disponível em: <http://www.ablimno.org.br/publiActa.php?issue=v21n1>

BELLUTA, I; SILVA, A. M. M.; VALENTE, J. P. S. The importance of watershed studies the Cintra Stream Micro-watershed model. **Revista Multiciencias**: Universidad del Zulia - Venezuela, 10, 225-233, 2010. Disponível em: <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=90416328002>

BRANCO, S. M. **Hidrologia aplicada à engenharia sanitária**. São Paulo: Cetesb/ 4 Ascetesb. 1986.

BRASIL. Lei nº 1145, de 30 de abril de 2015. **Dispõe sobre o Código, Política e Sistema Municipal do Meio Ambiente**. Botucatu. DOU de 31/04/2015.

BRASIL. Lei nº 1224. De 6 de Outubro de 2017. **Dispõe sobre o Plano Diretor Participativo do Município de Botucatu e dá outras providências**. Botucatu. DOU de 09/11/2017.

BRASIL. Lei nº 1233. De 30 de Janeiro de 2018. **Institui o Plano Diretor de Turismo do Município de Botucatu e dá outras providências"**. Botucatu. DOU de 31/01/2018.

CARNEIRO, C. D. R. Viagem virtual ao Aquífero Guarani em Botucatu (SP): formação Piranóia e Botucatu, Bacia do Paraná. **Terrae Didática**, 3(1):50-73, 2007. Disponível em: <http://www.ige.unicamp.br/terraedidatica/>

CETESB – Companhia de Tecnologia e Saneamento Ambiental. **Determinação de oxigênio dissolvido: método de Winkler modificado pela azida sódica**. São Paulo, 1989.

Disponível em: www.cetesb.sp.gov.br/agua/rios/variaveis.asp. Acesso em: Julho de 2018.

CETESB – Companhia de Tecnologia e Saneamento Ambiental. **Variáveis de qualidade de água**. São Paulo, 2012. Disponível em: www.cetesb.sp.gov.br/agua/rios/variaveis.asp. Acesso em: Julho de 2018.

CONAMA. Conselho Nacional do Meio Ambiente. **Resolução n. 357, de 17 março de 2005**. Brasília, DOU de 053 de 18/03/2005.

CONTE, M. L. **Espécies químicas dissolvidas no Ribeirão Lavapés, Botucatu-SP**. Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Unesp da FCA, 1992.

DONATO, H. **Achegas para a história de Botucatu**. Botucatu SP, Edição 4, 2008.

FARIA, V. G.; RODRIGUES, V. A. Seasonality influence on water quality parameters of Lavapés River and tributaries, **Brazilian Journal of Applied Technology For Agricultural Science**, Guarapuava-PR, 6(1): 69-73. 2013 (DOI): 10.5935/PAeT.V6.N1.08

GOLTERMAN, H. L; CLYMO, R. S.; OHNSTAD, M. A. M. Methods for physical and chemical analysis of freshwaters, 3rd Ed. Oxford: **Blackwell Scientific Publications**, 1991.

GREENBERG G, A. E.; Rice, E. W.; CIESCERI, L. S.; EATON, A. D. Standard methods for examination of water and wastewater. American Water Works Association and Water Pollution Control Federation, Washington, 2005.

Revista Gestão & Sustentabilidade Ambiental

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA - IBGE. Secretaria de Planejamento da Presidência da República. **Carta do Brasil: Quadrícula de Botucatu**. Rio de Janeiro. Escala 1:50.000, 1982.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA - IBGE. **Dados do último censo – 2010**. Acesso em 2018. <https://cidades.ibge.gov.br/brasil/sp/botucatu/panorama>

MESQUITA, L. F. G. Os comitês de bacias hidrográficas e o gerenciamento integrado na Política Nacional de Recursos Hídricos. **Rev. Desenvolvimento e Meio Ambiente**, 45, 56-80, 2018. doi: 10.5380/dma.v45i0.47280

MORETTO, E. M.; NOGUEIRA, M. G. Physical and chemical characteristics of Lavapés and Capivara rivers, tributaries of Barra Bonita Reservoir (São Paulo – Brazil). **Acta Limnolog. Brasiliensia**, Porto Alegre RS, 15(1):27-39, 2003. Disponível em: <http://www.ablimno.org.br/publiActa.php?issue=v15n1>

NUVOLARI, A., TELLES, D. D., RIBEIRO, J. T., MIYASHITA, N. J., RODRIGUES, R. B., ARAÚJO, R., 2003. As diversas opções de tratamento do esgoto sanitário. São Paulo: Blucher, 520 p.

OLIVEIRA, P. C. R. **Comunidade de macrovertebrados bentônicos e qualidade de água dos rios Lavapés, Capivara, Araquá e Pardo, Município de Botucatu (SP) e região**. Dissertação (Mestrado). UNESP-IB, 2009.

- OLIVEIRA, F. G.; BORJA, M. E. L.; SERAPHIM, O. J. Caracterização fisiográfica do Ribeirão Lavapés. **Global science and technology**. Rio Verde MG, 8(2):110-117, 2015. Dói: 10.14688/1984-3801/gst.v8n2p110-117
- SANTOS, J. B. **Geotecnologias na delimitação de áreas prioritárias à recomposição florestal na sub-bacia do Ribeirão Lavapés. Botucatu-SP**. Dissertação (mestrado) – Unesp-FCA. 2013.
- SANTOS, J. B.; PEZZONI FILHO, J. C.; DANTAS, M. J. F.; ZIMBACK, C. R. L.; LESSA, L. G. F. Avaliação da adequação do solo em Áreas de Preservação Permanente (APPs). **Rev. Irriga**, Botucatu SP, 19(2):333-344, 2014. Disponível em: <http://irriga.fca.unesp.br/index.php/irriga/issue/view/57>
- SANTOS, J. B. **Modelagem hidrológica HEC-HMS da Bacia Hidrográfica do Ribeirão Lavapés- SP**. Tese (Doutorado), Unesp – FCA, 2017.
- SILVA, F. A.; TRAFICANTE, D. P.; NEVES, R. C. F.; FLORENTINO, A. O. CHINELATO, F. C. S.; BICUDO, R.; VALENTE, J. P. S. Novo perfil de qualidade de água do Ribeirão Lavapés após tratamento do esgoto da cidade de Botucatu (SP). In: **Anais do Congresso Brasileiro de Química (ABQ)**, Natal RN, de 17 a 21 de setembro de 2007.
- SILVA, K. C. **Qualidade da água ao longo do rio Capivara no município de Botucatu - SP. Botucatu-SP**. Dissertação (mestrado), Unesp-FCA, 2007.
- SOSCUESTA. SOS Cuesta de Botucatu. **Córrego da Cascata: um rio limpo na área urbana de Botucatu**. Botucatu. 2013.
- SOSCUESTA. SOS Cuesta de Botucatu. **As águas do Ribeirão Lavapés**. Botucatu, 2016.
- SOUZA, A. J.; ANDRADE, F. C.; DIPIERI, J. C.; TOLEDO PIZA, M. A. B.; CONTE, M. L. Aspectos físicos do município de Botucatu – SP. **Rev. Ciência Geográfica**, 9(1):54-75, 2003.
- SOUZA MENA, F. E. **Clima e turismo no município de Botucatu SP**. Dissertação (Mestrado). Rio Claro SP, UFRC. 2004.
- VALENTE, J. P. S.; PADILHA, P. M.; SILVA, A. M. M. Contribuição da cidade de Botucatu (SP) com nutrientes (fósforo e nitrogênio) na eutrofização da represa de Barra Bonita. **Eclética Química**, São Paulo SP, 22, 31-48, 1997a. Disponível em: http://www.scielo.br/scielo.php?pid=S0100-46701997000100004&script=sci_abstract&tlng=pt
- VALENTE, J. P. S.; PADILHA, P. M.; SILVA, A. M. M. Oxigênio dissolvido (OD), demanda bioquímica de oxigênio (DBO) e demanda química de oxigênio (DQO) como parâmetros de poluição no ribeirão Lavapés/Botucatu – SP. **Eclética Química**. São Paulo SP, 22, 49-66, 1997b. Disponível em: http://www.scielo.br/scielo.php?pid=S0100-46701997000100005&script=sci_abstract&tlng=pt
- ZÚCARI,, M. L.; LEOPOLDO, P. R. Caracterização físico-química do ribeirão Lavapés (Botucatu-SP). **Rev. Energia na Agricultura**, Botucatu SP, 8(1):22-36, 1993. http://www.scielo.br/scielo.php?pid=S0100-46701997000100005&script=sci_abstract&tlng=pt