

UNIVERSIDADE FEDERAL DE SÃO CARLOS – *campus* SOROCABA
CENTRO DE CIÊNCIAS E TECNOLOGIAS PARA SUSTENTABILIDADE
DEPARTAMENTO DE CIÊNCIAS AMBIENTAIS

SAMARA RACHED SOUZA

**A PROTEÇÃO DAS NASCENTES
EM ÁREAS URBANAS CONSOLIDADAS:
DISPENSÁVEL OU NECESSÁRIA MISSÃO?**

SOROCABA

2018

UNIVERSIDADE FEDERAL DE SÃO CARLOS – *campus* SOROCABA
CENTRO DE CIÊNCIAS E TECNOLOGIAS PARA SUSTENTABILIDADE
DEPARTAMENTO DE CIÊNCIAS AMBIENTAIS

SAMARA RACHED SOUZA

**A PROTEÇÃO DAS NASCENTES EM ÁREAS URBANAS
CONSOLIDADAS: DISPENSÁVEL OU NECESSÁRIA MISSÃO?**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Sustentabilidade na Gestão Ambiental para obtenção do título de Mestre em Sustentabilidade na Gestão Ambiental.

Orientação: Prof.^a Dra. Kelly Cristina Tonello

SOROCABA

2018

Rached Souza, Samara

A PROTEÇÃO DAS NASCENTES EM ÁREAS URBANAS
CONSOLIDADAS: DISPENSÁVEL OU NECESSÁRIA MISSÃO? / Samara

Rached Souza. -- 2018.

94 f. : 30 cm.

Dissertação (mestrado) - Universidade Federal de São Carlos, *campus*
Sorocaba, Sorocaba.

Orientador: Kelly Cristina Tonello

Banca examinadora: Fernando Silveira Franco, Vidal Dias da Mota Júnior

Bibliografia

1. Hidrologia. 2. Diagnóstico macroscópico. 3. Conservação.

I. Orientador. II. Universidade Federal de São Carlos. III. Título.

SAMARA RACHED SOUZA

A PROTEÇÃO DAS NASCENTES EM ÁREAS URBANAS CONSOLIDADAS:
DISPENSÁVEL OU NECESSÁRIA MISSÃO?

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Sustentabilidade na Gestão Ambiental, para obtenção do título de Mestre em Sustentabilidade na Gestão Ambiental da Universidade Federal de São Carlos – *campus* Sorocaba.

Sorocaba, 26 de janeiro de 2018

Orientador(a)

Dra. Kelly Cristina Tonello
Universidade Federal de São Carlos – *campus* Sorocaba

Examinador

Dr. Fernando Silveira Franco
Universidade Federal de São Carlos – *campus* Sorocaba

Examinador

Dr. Vidal Dias da Mota Júnior
Universidade de Sorocaba



AGRADECIMENTOS

Segundo o Dicionário Aurélio, “família” é um grupo de pessoas vivendo sob o mesmo teto. Gostaria de começar agradecendo meus pais Bernadete e Mário, e minha tia Elizabeth, por fazerem a palavra “família” não caber dentro de uma explicação;

À minha orientadora, Prof.^a Dra. Kelly C. Tonello, pelo suporte necessário na elaboração da dissertação, pela paciência e confiança investida;

Aos examinadores, Prof. Dr. Fernando Silveira e Prof. Dr. Vidal Dias pelo aceite na participação da banca de defesa da dissertação, é uma honra contar com a presença de vocês na etapa final da minha pós-graduação;

A todos os professores do Programa de Pós-Graduação em Sustentabilidade na Gestão Ambiental, que contribuíram para minha formação acadêmica e pessoal, e a todos os colegas de classe, que contribuíram para realização desta pesquisa, em especial Simone e W. Thiago, pelas risadas, companhia e conselhos;

Aos queridos Rafael Ocanha e Carina Pensa, meus Mestres preferidos, por disponibilizarem do seu tempo e por compartilharem seus conhecimentos;

A Aquiles Modesto, sogro e amigo, por sempre me ajudar, minha gratidão é eterna;

A Aroldo Pinto, engenheiro agrônomo da Secretaria do Meio Ambiente de Sorocaba e equipe, por encarar comigo essa aventura e aprendizado;

À Larissa e Wayne, por darem o apoio que apenas os amigos podem oferecer;

À Geneviève Louise: “[...] um anjo sabe quando precisa da ajuda de alguém, e um amigo te ajuda sem saber se necessita. Um anjo vela os teus sonhos, um amigo sonha contigo. Um anjo quer ser teu amigo, um amigo se propõe a ser teu anjo (autor desconhecido). Obrigada por, na minha vida, ser um pouquinho dos dois;

E ao meu companheiro de vida Felipe Modesto, por compartilhar, confiar, acreditar, sonhar e amar ♡

RESUMO

RACHED SOUZA, Samara. A proteção das nascentes em áreas urbanas consolidadas: dispensável ou necessária missão? 2018. 94 f. Monografia (Mestrado em Sustentabilidade na Gestão Ambiental) - Universidade Federal de São Carlos, *campus* Sorocaba.

O território do município de Sorocaba/SP é marcado por uma densa malha hídrica, e uma das sub-bacias que compõe os principais cursos d'água é a do Ribeirão do Lajeado, também conhecido como Água Vermelha, afluente da margem esquerda do Rio Sorocaba e que se encontra em área urbana consolidada. O presente trabalho gerou um índice de Impacto Ambiental em Nascentes (IAN) do Ribeirão do Lajeado. Para isso, foi realizado em campo um diagnóstico macroscópico das nascentes, sendo que cada parâmetro avaliado recebeu uma nota (de 1 a 3 pontos) para sua posterior classificação. Nessa avaliação, foram verificados os seguintes parâmetros: coloração, odor, presença de lixo nas margens, presença de materiais flutuantes, espuma, óleo, esgoto, estado da vegetação, presença humana e presença de animais em Área de Preservação Permanente, proteção do local e proximidade à residência ou estabelecimento. Os resultados mostraram que todos os locais visitados são impactados pela má urbanização, sendo o indicativo mais forte disso, a quantidade de lixo encontrado nos locais. Coloração, odor, espuma, materiais flutuantes e óleo, de maneira geral, destacaram-se positivamente, porém esgoto, presença humana e de animais obtiveram resultados negativos recorrentes. Os parâmetros mais alarmantes verificados são referentes à proximidade das nascentes com estabelecimentos, proteção do local não existente, e Área de Preservação Permanente não cumprindo os 50 metros dispostos pela Lei nº 12.651/12 do Código Florestal. O Índice de Impacto Ambiental gerado classificou as nascentes como “razoável”, “ruim” ou “péssima”, não obtendo nenhuma classificação “ótima” ou “boa”, propiciando um debate acerca do tema de conservação dos recursos hídricos e se são importantes no contexto de bacias urbanas, além de instigar pesquisas mais profundas na sub-bacia Ribeirão do Lajeado para indicar sua integridade e promover ações de conservação dos mananciais.

Palavras-chave: hidrologia urbana; diagnóstico macroscópico; conservação; recursos hídricos.

ABSTRACT

The territory of the city of Sorocaba/SP is marked by a dense water mesh, and one of the sub-basins that make up the main water courses is Ribeirão do Lajeado, also known as Água Vermelha, affluent from the left bank of the river Sorocaba placed in a consolidated urban area. The present paper has generated an Environmental Impact Index in Ribeirão do Lajeado's Water Springs. For this purpose, it has been performed on the field a macroscope diagnosis of the water springs, being that every evaluated parameter received a grade (from 1 to 3) for its later classification. On this evaluation, the following parameters have been verified: color, odor, existence of garbage on the banks, existence of floating materials, foam, oil, sanitary sewer, state of vegetation, human presence and animal presence in the Permanent Preservation Area, protection of the area and proximity to residence or establishments. The results showed that all the visited places are impacted by the urbanization, being the strongest indicative for that, the amount of garbage found on those places. Color, odor, foam, floating materials and oil, in general, were positively highlighted, but sewer and human presence had recurrent negative results. The most alarming verified parameters are related to the water springs proximity to establishments, nonexistent protection of the area, the Permanent Preservation Area that does not meet the 50 meters laid out in law nº 12.651/12 of the Forestry Code. The generated Environmental Impact index has classified the water springs as "reasonable". "bad" or "terrible", without getting any classification "great" or "good" propitiating a debate around the water resources conservation subject and if they are important in the context of urban basins, besides instigating deeper researches in the Ribeirão do Lajeado sub-basin to indicate its integrity and promote conservation actions of the springs.

Key-words: urban hidrology; macroscope diagnosis; conservation; water resources.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Colocação do município de Sorocaba no ranking do programa Município VerdeAzul de 2008 a 2017.....	17
Figura 2 – Malha hídrica do município de Sorocaba.....	19
Figura 3 – Fórmula do Desvio Padrão.....	28
Figura 4 - Sub-bacia do Ribeirão do Lajeado e sua localização no município de Sorocaba/SP, localização das nascentes que a compõe, e identificação de quais nascentes foram verificadas em campo.....	30
Figura 5 – Classificação das nascentes do “Ribeirão do Lajeado”	32
Figura 6 –Nascente 1.....	33
Figura 7 – Nascente 2.....	34
Figura 8 – Nascente 3.....	35
Figura 9 – Nascente 3.....	36
Figura 10 – Nascente 4.....	37
Figura 11 – Nascente 5.....	38
Figura 12 – Nascente 6.....	39
Figura 13 – Nascente 7.....	41
Figura 14 – Nascente 8.....	42
Figura 15 – Nascente 9.....	43
Figura 16 – Nascente 12.....	44
Figura 17 – Nascente 11.....	45
Figura 18 – Nascente 12.....	46
Figura 19 - Nascente 13.....	48
Figura 20 –Nascente 14.....	49
Figura 21 – Nascente 15.....	50
Figura 22 – Nascente 16.....	51
Figura 23 – Nascente 16.....	52
Figura 24 – Nascente 17.....	54
Figura 25 – Mapa esquemático com imagens das vias que dão acesso às nascentes visitadas.....	55
Figura 26 – Sub-bacia do Ribeirão do Lajeado delimitada em sobreposição com imagem de satélite do <i>Google Earth</i> para visualização de mancha urbana a qual está inserida.....	56
Figura 27 – Pontuações atribuídas as nascentes quanto aos parâmetros verificados de coloração.....	57

Figura 28 – Pontuações atribuídas as nascentes quanto aos parâmetros verificados de odor.....	57
Figura 29 – Pontuações atribuídas as nascentes quanto aos parâmetros verificados de de presença de lixo nas margens.....	59
Figura 30 – Pontuações atribuídas as nascentes quanto aos parâmetros verificados de presença de materiais flutuantes.....	59
Figura 31 – Pontuações atribuídas as nascentes quanto ao parâmetro verificado de espuma.....	60
Figura 32 – Pontuações atribuídas as nascentes quanto ao parâmetro verificado de óleo.....	59
Figura 33 – Pontuações atribuídas as nascentes quanto ao parâmetro verificado de esgoto.....	61
Figura 34 – Pontuações atribuídas as nascentes quanto aos parâmetros verificados de vegetação.....	65
Figura 35 – Área de Preservação Permanente da sub-bacia Ribeirão do Lajeado.....	67
Figura 36 – Pontuações atribuídas as nascentes quanto aos parâmetros verificados de presença humana.....	71
Figura 37 – Pontuações atribuídas as nascentes quanto ao parâmetro verificado presença de animais.....	72
Figura 38 – Pontuações atribuídas as nascentes quanto ao parâmetro verificado de proximidade da nascente com estabelecimentos.....	73
Figura 39 – Pontuações atribuídas as nascentes quanto ao parâmetro verificado de proteção do local onde a nascente está estabelecida.....	74
Figura 40 – Gráfico representando o desvio padrão.....	75
Figura 41 – Pontuações das N7 e N10, que se enquadraram nas categorias “Péssimo” e “Bom”, respectivamente.....	77
Figura 42 - Pontuações das N7 e N10 em gráfico de radar para melhor visualização das diferenças obtidas entre a melhor e a pior pontuação das nascentes do IIAN.....	77

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 – Ficha de nascente urbana.....	27
Quadro 2 – Ficha de nascente urbana não encontrada.....	28
Quadro 3 – Área total e área relativa dos usos do solo nas Áreas de Preservação Permanente do Ribeirão do Lajeado.....	66
Quadro 4 – Equação e Pontuação Final do Índice de Impacto Ambiental em Nascentes urbanas com afloramento de água.....	75
Quadro 5 – Índice de Impacto Ambiental nas Nascentes (IIAN) da sub-bacia Ribeirão do Lajeado.....	76

LISTA DE ABREVIATURAS, SIGLAS E SÍMBOLOS

APP – Área de Preservação Permanente

CATARES – Cooperativa de Trabalho dos Catadores de Material Reaproveitável de Sorocaba

CBH-SMT – Comitê de Bacia Hidrográfica do Sorocaba e Médio Tietê

CFlo – Código Florestal

CONAMA – Conselho Nacional do Meio Ambiente

CORESOS – Cooperativa de Reciclagem de Sorocaba

DAP – Diâmetro à Altura do Peito

ECOESO – Espaço Cooperado de Empoderamento Social

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística

IIAN – Índice de Impacto Ambiental em Nascentes

ONG – Organização Não Governamental

PMVA – Programa Município VerdeAzul

PSA – Pagamento por Serviços Ambientais

SAAE – Serviço Autônomo de Água e Esgoto

SEMA – Secretaria do Meio Ambiente

SIG – Sistema de Informações Georreferenciadas

QGis – Quantum Gis

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	14
1.2 SOROCABA NA TRILHA DA SUSTENTABILIDADE	15
2. OBJETIVO	18
2.1 OBJETIVOS ESPECÍFICOS	18
3. MATERIAL E MÉTODOS	18
3.1 ÁREA DE ESTUDO	18
3.1.1 Nascente - Definição	20
3.2 METODOLOGIA	20
3.2.1 Nascentes visitadas	21
3.2.2 Parâmetros de verificação	22
3.3 ÍNDICE DE IMPACTO AMBIENTAL EM NASCENTES (IAN)	28
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO	29
4.1 NASCENTES VISITADAS	32
4.2 PARÂMETROS DE VERIFICAÇÃO	55
4.2.1 Coloração	56
4.2.2 Odor	57
4.2.3 Presença de lixo nas margens	58
4.2.4 Presença de materiais flutuantes na nascente, espuma e óleo	59
4.2.5 Esgoto	61
4.2.6 Vegetação	61
4.2.6.1 Adequação ambiental das APPs e nascentes em áreas urbanas	65
4.2.6.1.1 Código Florestal: utilidade pública e APPs urbanas	69
4.2.6.1.2 Código Florestal: interesse social e APPs urbanas	69
4.2.7 Presença humana	70
4.2.8 Presença de animais	71
4.2.9 Proximidade com estabelecimentos	72

4.2.10 Proteção local	74
4.3 ÍNDICE DE IMPACTO AMBIENTAL EM NASCENTES (IAN).....	74
4.3.1 Melhor e pior classificação.....	76
6. CONCLUSÃO.....	78
8. REFERÊNCIAS	80

1. INTRODUÇÃO

A motivação para realizar esta pesquisa se deu pelo fato da pesquisadora Samara Rached Souza ter trabalhado por 2 anos no Observatório do Comitê da Bacia Hidrográfica do Rio Sorocaba e Médio Tietê, desenvolvendo palestras, eventos informativos, produção de material bibliográfico, dentre outras atividades, que motivam a participação da sociedade civil em discussões sobre as políticas públicas ambientais, e que levaram a aluna a voltar sua linha de pesquisa para hidrologia de ecossistemas florestais, em especial para os espaços urbanos, os quais a crise hídrica toma grandes proporções.

Os serviços ecossistêmicos são benefícios que pessoas obtém dos ecossistemas, que podem ser de provisão (como alimento, água e combustível), regulação (controle de enchentes, de doenças e do clima, por exemplo), serviços de suporte (como a produção primária), e serviços culturais (voltados a lazer, educação e valores espirituais), sendo a espécie humana dependente destes serviços para constituir seu bem-estar, pois somos parte integrante da natureza e precisamos dela para sobreviver e prosperar (Constanza, 2017; Millenium Ecosystem Assessment, 2005).

Entretanto, essa noção é relativamente recente. Desde 1500, com a chegada dos portugueses, o Brasil, que era colônia, cumprindo o Pacto Colonial teve seus recursos explorados e sua função primordial garantida: enriquecer Portugal, a metrópole (Domínio Público, 2010). A extração madeireira era a principal atividade, e ainda hoje é uma das principais causas da degradação ambiental. Somando-se a isso, podemos citar a agricultura (monocultura), pecuária e o crescimento populacional como os principais agentes da destruição florestal (MMA, 2005; Rivero et al, 2009; Arraes et al, 2012; Silvia, 2013).

Enfocando nosso olhar para as cidades, uma das principais causas para a degradação ambiental é a expansão urbana, que gera ocupações sem prévio planejamento para suprir uma das necessidades mais básicas dos seres humanos, a moradia. O resultado da rápida urbanização sobre os ecossistemas é o de fragmentos florestais em mosaico, e cada vez menores, em demanda de áreas para construções, degradando os recursos naturais (Constantino; Hiratuka, 2012; Becker, 2013; Fontana et al, 2011; Jim, 2004). Cerca de 60% dos serviços ecossistêmicos que as áreas naturais nos oferecem são utilizados de maneira insustentável nos centros urbanos e periferias, diminuindo a capacidade dos ecossistemas de os disponibilizarem, sendo que as classes sociais de baixa renda são as primeiras a serem atingidas pela falta destes recursos (Cunha et al, 2011; Millenium Ecosystem Assessment, 2005).

Dentre os recursos naturais impactados pela crescente urbanização e sua consequente fragmentação das florestas, o serviço de produção de água foi alterado, pois os sistemas hidrológicos estão sendo afetados diretamente em escala local e regional (Schutzer, 2014; Riceto, 2011). O aumento de densidade demográfica e, conseqüentemente, o aumento de demanda por construções e indústrias, ampliou o uso da água e gera conflitos para sua captação (Victorino, 2007; Vargas, 1999). Essas demandas aumentam a ocorrência de supressão da vegetação, alteração o microclima, além da impermeabilização do solo, redução da infiltração e aumento do escoamento superficial, impactos principais que resultam no não reabastecimento dos lençóis freáticos e aquíferos (Silva et al, 2014; Felipe; Magalhães-Junior, 2008; Levia Junior; Frost, 2003).

A água armazenada nos aquíferos são as que alimentam as nascentes, definidas pelo art.3º, Parágrafo XVII da Lei Federal nº 12.651/2012 como “afloramento natural do lençol freático que apresenta perenidade e dá início a um curso d’água”, componente imprescindível na formação das bacias hidrográficas por serem as responsáveis pela origem das águas superficiais que brotam por canais fluviais, mantendo o fluxo de água dos rios e córregos, tornando-se providencial sua proteção em espaços urbanos, tendo em vista a aplicabilidade questionável da legislação e dos interesses especulativos imobiliários (Moura, 1994; Felipe; Magalhães-Junior, 2009b; BRASIL, 2012), principalmente em metrópoles, como é o caso do município de Sorocaba, a qual concentra 98,9% da sua população em área urbana, e é uma das dez maiores economias do Estado, atraindo mais pessoas em busca de oportunidades (Sorocaba, 2016; IBGE, 2010).

Em cidades densamente urbanizadas, o conceito de serviços ecossistêmicos tem seu significado perdido, pois o espaço geográfico é utilizado para moradia, comércio, vias de circulação e atividades culturais, e torna-se relevante e emergente a recuperação e conservação das áreas para retomada destes serviços, primordialmente a das Áreas de Preservação Permanente, sabendo que a floresta está intrinsecamente ligada a manutenção, qualidade e quantidade de água (Yamato et al, 2014; Landell-Mills; Porras, 2002).

1.2 SOROCABA NA TRILHA DA SUSTENTABILIDADE

O município de Sorocaba teve seu primeiro parque criado em 1968, o Parque Zoológico Municipal Quinzinho de Barros, cumprindo função de conservação de espécies ameaçadas, pesquisa, lazer, e pioneiro em educação ambiental no Brasil. Com o objetivo de se criar áreas protegidas, em 1976 foi implantado o Parque Natural Municipal da Biquinha, seguido pelas criações do Parque Natural dos Esportes “Chico Mendes”, em 1977, e Parque

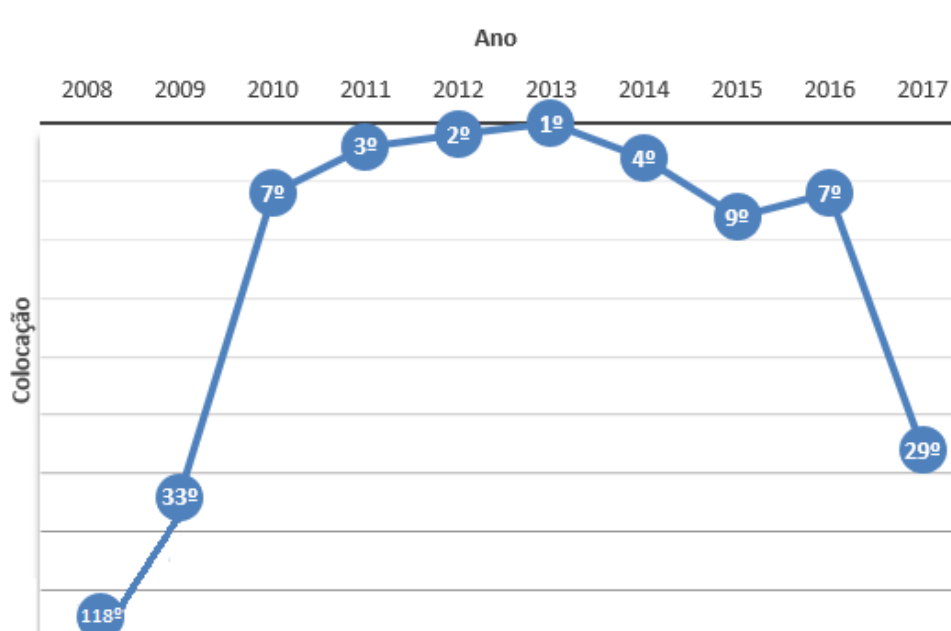
Natural “Água Vermelha” – João Câncio Pereira, em 1990, que recebeu melhorias em 2012, se tornando o primeiro parque totalmente adaptado e acessível para deficientes físicos, motores e visuais (Moraes, 2012; SEMA, [s.d.]). Em 2017, são 38 parques estabelecidos na cidade, além da implantação de novas praças, contribuindo para a conservação dos recursos naturais, de conectividade biológica, lazer e educação (SEMA, 2017; Mota Junior, 2014).

Em 2009, a Secretaria do Meio Ambiente de Sorocaba foi implantada, sendo possível efetivar políticas públicas direcionadas às questões ambientais, ações de licenciamento, planejamento e educação ambiental, sempre embasados em instrumentos legais (Manfredini, 2015). No mesmo ano, em parceria com a Universidade de Sorocaba (UNISO), Fundação Prof. Manuel Pedro Pimentel de Amparo ao Preso (FUNAP) e colaboradores, a SEMA criou um projeto inclusivo com as penitenciárias, produzindo em média 500 mil mudas por ano, utilizadas para cumprir os atuais Plano de Arborização do Município e o Programa de Recuperação de Matas Ciliares e Nascentes, que tem por objetivo revitalizar a rede de drenagem urbana (SEMA, 2012).

Desde 2008, mas principalmente a partir de 2009 (com a implantação da SEMA), a Prefeitura de Sorocaba consolidou políticas ambientais por participar do Programa Município VerdeAzul (PMVA) (Mota Junior, 2014). O PMVA, lançado em 2007 pelo Governo do Estado de São Paulo por meio da Secretaria de Estado do Meio Ambiente, tem o propósito de medir a gestão ambiental descentralizada, e auxiliar as cidades a se aproximarem da sustentabilidade. São 10 as diretrizes que o compõe: esgoto tratado, resíduos sólidos, recuperação da mata ciliar, arborização urbana, cidade sustentável, uso da água, qualidade do ar, estrutura ambiental, educação ambiental e conselho de meio ambiente (Girão, 2012). O município precisa ter um mínimo de 80 pontos para receber a certificação, e a partir disso, insere-se no ranking anual das cidades, com o objetivo de aprimorar as ações de acordo com sua classificação; os municípios melhores classificados (um em cada UGRHI) recebe o Prêmio Governador André Franco Montoro (SEMA, 2018).

Desde 2010 com destaque positivo, Sorocaba despencou no ranking em 2017, com pontuação final de 50,06 pontos, resultando na 104ª posição, não condizente com a evolução que vinha apresentando nos últimos anos, refletindo a situação da gestão ambiental municipal (Figura 1), e que recebeu as menores pontuações em projetos de Arborização Urbana, Biodiversidade e Uso do Solo (Benette, 2017; Martins, 2017).

Figura 1. Colocação do município de Sorocaba no ranking do programa Município VerdeAzul de 2008 a 2017.



Fonte: da autora, adaptado de SEMA (2018).

Com o PMVA, as agendas ambientais dos municípios são valorizadas, pois o programa auxilia as prefeituras na elaboração de suas políticas públicas (Smith et al, 2016). Dentre os programas da Agenda Azul de Sorocaba, o programa de Recuperação de Matas Ciliares e Nascentes tem como alicerce a Lei nº 7.974/2006, que dispõe sobre a criação do sistema municipal de preservação às nascentes e mananciais, seu cadastramento e monitoramento no município de Sorocaba. Com auxílio do Sistema de Informações Geográficas (SIG), as possíveis nascentes foram mapeadas e 88 delas recuperadas até 2011 (SEMA, 2012). A meta, é de recuperar 442 nascentes até 2020, porém, o projeto encontra-se suspenso por tempo indeterminado (SEMA, 2010; Sorocaba, 2006).

Assim sendo, a presente pesquisa pode contribuir com o governo municipal na catalogação das nascentes, apoiando as políticas ambientais do município, e a conservação dos nossos cursos d'água, de modo a propiciar a disponibilidade do recurso hídrico para as atividades humanas e, acima de tudo, garantir a vida e sua diversidade.

Dentre as sub-bacias de Sorocaba, nenhuma informação está disponível sobre a do Ribeirão do Lajeado, localizado na porção da área sul do município, cortado pela Rodovia Raposo Tavares, importante corredor viário, e que abrange os bairros com o metro quadrado mais caro da cidade (em torno de R\$5.000,00 em 2017) e recebe grandes investimentos em infraestrutura, segurança, educação, meio ambiente e bem-estar, sendo o “point” da cidade (Barreto, 2011; Agente Imóvel, 2017). A sub-bacia também desempenha importante

contribuição à malha hídrica do município por ser afluente da margem esquerda do Rio Sorocaba, motivos pelo qual foi escolhido como objeto de estudo.

2. OBJETIVO

Subsidiar técnicas para a elaboração de políticas públicas na gestão de nascentes urbanas a nível municipal.

2.1 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Identificar a situação ambiental das nascentes da bacia do Ribeirão do Lajeado por meio de avaliação macroscópica;
- Diagnosticar o grau de impacto ambiental das nascentes perenes e intermitentes e categorizá-las de acordo com seu estado de conservação;
- Gerar um Índice de Impacto Ambiental em Nascentes (IIAN) da bacia do Ribeirão do Lajeado.

3. MATERIAL E MÉTODOS

3.1 ÁREA DE ESTUDO

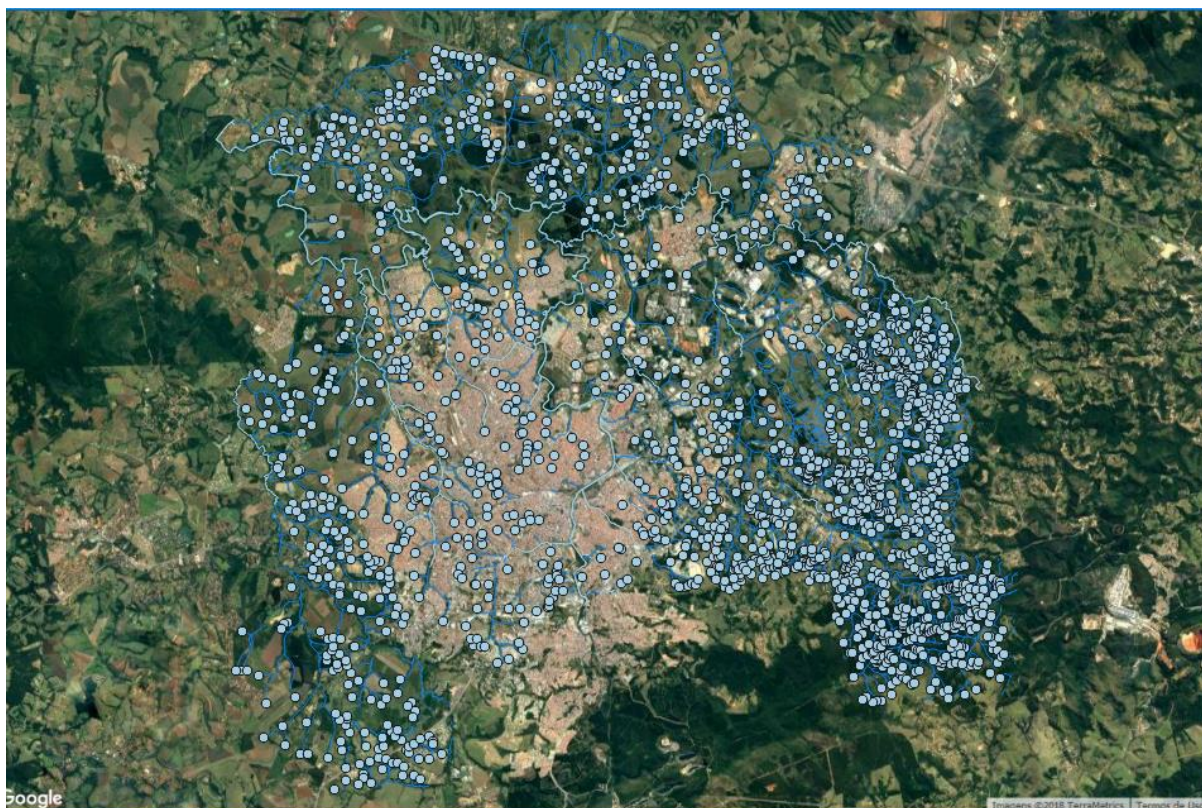
O município de Sorocaba está localizado a 96 km da capital de São Paulo, entre as coordenadas 23°50' e 47°84' de latitude sul e 47°45' e 53°73' de longitude oeste (Sorocaba, 2016). Possui 450,382 km² com uma população estimada de 659.871 habitantes, sendo que 98,98% desses encontram-se estabelecidos na zona urbana (IBGE, 2016). A região possui como vegetação original a Floresta Ombrófila Densa e Floresta Estacional Semidecidual, com ecótonos de formações de Cerrado e unidades pedológicas predominantes de argissolos vermelho-amarelos e latossolos vermelhos. Segundo a classificação de Köppen (1958), predomina o clima *Cwa* na depressão periférica e *Cwb* nas áreas mais elevadas; e o relevo do município é classificado como ondulado (13 a 20% de declive), com altitude entre 535 e 1025 metros com relação ao nível do mar (Sorocaba, 2012; 2007; Ramalho Filho; Beek, 1995).

Quanto à geomorfologia, o município encontra-se na Bacia Sedimentar do Paraná, mais especificamente na borda da Depressão Periférica Paulista que apresenta batólitos graníticos importantes como o Maciço de Sorocaba e o São Francisco (Ab'sáber, 1977). A Bacia Sedimentar do Paraná dentro dos limites do município em questão compreende

arenitos, siltitos e diamictitos de aproximadamente 300 milhões de anos atrás, no Permiano-Carbonífero (Instituto Geológico, 2004).

Os corpos d'água de Sorocaba são formados por 2.881 nascentes, sendo 1.921 nascentes urbanas e 960 rurais (Figura 2), e aproximadamente 2.211 hectares de Área de Preservação Permanente (APP) (Brizacco, 2016; SEMA, 2010).

Figura 2. Malha hídrica do município de Sorocaba; os pontos em azul correspondem as nascentes.



Fonte: Secretaria do Meio Ambiente/Google Earth.

O território do município tem como os principais cursos d'água: o Rio Sorocaba, o Rio Itanguá, Ribeirão Lajeado, Córregos Matadouro, Formosa, Presídio, Curtume, Teodoro Mendes, Supiriri, Água Vermelha, Tico-Tico, Matilde, Piratinga, do Vidal e Lavapés (São Paulo, 2011; SEMA, 2010). Dentre eles, destaca-se o objeto de estudo deste projeto, o Ribeirão Lajeado, afluente à margem esquerda do Rio Sorocaba, também conhecido como Água Vermelha e, usualmente, denominado assim em documentos da Prefeitura, Secretaria do Meio Ambiente de Sorocaba (SEMA), e Serviço de Abastecimento de Água e Esgoto (SAAE).

3.1.1 Nascente - Definição

Eventualmente, a definição de uma nascente pode ser interpretada de maneiras diferentes devido a conceitos apresentados por pesquisadores de áreas diversas. Neste estudo, concorda-se com as definições apresentadas a seguir: “Local onde aflora naturalmente, mesmo que de forma intermitente, a água subterrânea” (Brasil, 2002); “Afloramento do lençol freático que vai dar origem a uma fonte de água de acúmulo ou cursos de água” (Calheiros, 2004); “Quando ocorre o afloramento de água subterrânea na superfície” (NGWA, 2010); “Nascente é um sistema ambiental marcado por estrutura geológica em que ocorre a exfiltração de água de modo temporário ou perene formando canais de drenagem à jusante” (Felippe e Magalhães Jr, 2009a).

3.2 METODOLOGIA

As nascentes foram localizadas mediante *shapes* concedidos pela Secretaria do Meio Ambiente de Sorocaba, de resolução 1:5.000 (Datum SIRGAS 2000 / UTM zone 23S) que foram utilizados para gerar mapa temático com auxílio do programa Quantum Gis (QGis) 1.6, com base em cartas topográficas de 1981 obtidas eletronicamente no site do IBGE, de escala 1:50.000. Nas idas a campo, os locais foram encontrados mediante a ferramenta de extensão *Open Layer Plugin*, do Programa QGis, o qual possibilita sobrepor o *shape* com o *Google Satellite* e *Google Maps*, mostrando o local o qual a nascente se encontra.

A pesquisa foi desenvolvida com base na metodologia proposta por Gomes, et al (2005), uma adaptação da Classificação do Grau de Impacto da Nascente (2004) e do Guia de Avaliação da Qualidade das Águas (2004), e utilizada por diversos autores, tais como: Salles et al, 2008; Covre, 2010; Felippe; Magalhães, 2012; França Junior; Villa, 2013; Malaquias, 2013; Oliveira et al, 2013; Belizário, 2015; Gomes, 2015; Corrêa et al, 2016; Torres, 2016; Leal et al, 2017.

A avaliação macroscópica utiliza fichas com uma série de parâmetros a serem avaliados, com a finalidade de padronizar a coleta de dados. Essa metodologia consiste em uma análise sensorial por parte do pesquisador, também denominada de macroscópica (Gomes et al, 2005), na qual o pesquisador deve estar inserido no mesmo ambiente (*in loco*) em que o objeto a ser analisado está (no caso a nascente), e fazer observações visíveis a olho nu, obtendo uma visão integrada de um todo. As nascentes foram ranqueadas através do número total de pontos obtidos que cada parâmetro avaliado recebeu, gerando um Índice de Impacto Ambiental em Nascentes (IIAN).

3.2.1 Nascentes visitadas

As visitas foram realizadas no primeiro semestre do ano de 2017 (janeiro a maio), na estação chuvosa, e foi registrado se houve precipitação nos 5 dias anteriores à vistoria de cada nascente, pois a descarga dos canais possui relação com a pluviosidade, apresentando maiores volumes de vazão e maiores extensões de fluxos nos córregos em períodos de chuva (Sander et al, 2006).

Quando verificada a existência da nascente, sua ficha cadastral (Quadro 1) foi preenchida, obtidas imagens fotográficas com câmera *Sony Cyber-Shot DSC-W35* e arquivados para registro. As nascentes foram classificadas quanto:

Fluxo de água (muita, pouca, úmida ou seca)

O fluxo de água do afloramento foi considerado “muito” quando observável que o olho d’água estava tremulando devido ao afloramento e o córrego estava com água corrente; “pouco” se o olho d’água permanecia aparentemente imóvel, mas o córrego estava com água corrente; “úmido” quando detectado umidade no solo no local do afloramento, mas não houve formação do córrego; e “seco” quando não foi detectada presença de água ou umidade ao longo da Área de Preservação Permanente.

Tipo (pontual e difusa)

Quanto ao tipo, segundo Castro (2007), as nascentes podem ter seu afloramento classificado como “pontual”, quando a inclinação da camada impermeável do solo é menor que a do relevo, e o fluxo de água se apresenta em um único ponto; ou “difusa”, se a camada impermeável do solo está paralela com a parte mais baixa do terreno, fazendo com que o nível do lençol freático alcance a superfície do solo e resulte em vários pontos com fluxo de água.

Persistência (perene, intermitente ou efêmera)

As nascentes “perenes” são aquelas que contém água durante o ano todo, fluindo continuamente, mesmo nos períodos de seca, pois o lençol d’água subterrâneo se conserva acima do leito fluvial. Portanto, seu fluxo é proveniente da descarga de águas subterrâneas e escoamento superficial. Os afloramentos “intermitentes” alimentam os rios e córregos durante as estações chuvosas mas não fluem em determinados momentos do ano, e também recebem descarga de águas subterrâneas e escoamento superficial (Villela e Mattos, 1975; Paybins, 2003; Carvalho e Silva, 2007).

Como as vistorias aos locais foram realizadas na estação chuvosa, não foi possível fazer a distinção entre nascentes perenes e intermitentes nesta pesquisa.

Os afloramentos “efêmeros” fluem apenas em resposta direta ao escoamento superficial da precipitação ou ao derretimento da neve, e o lençol freático encontra-se sempre a um nível abaixo do leito fluvial (Langbein; Iseri, 1960; Villela e Mattos, 1975; Paybins, 2003; Carvalho e Silva, 2007).

No caso de nascentes não encontradas, mais de uma visita foi feita até o local, e algumas perguntas foram feitas a moradores do entorno/administradores do loteamento para verificar a possibilidade de a nascente ser intermitente e apenas não estar aflorada no momento da visita ou se a mesma pode ter se deslocado, antes de categorizá-la como nascente efêmera / canal efêmero (Quadro 2).

3.2.2 Parâmetros de verificação

Coloração

A água foi coletada com utensílio transparente e permaneceu em repouso por 5 minutos para deposição de sedimentos, e só então foi caracterizada a cor aparente da água (ou seja, com todas as matérias em suspensão). Verificou-se se esta se apresenta transparente; com coloração turva, ou seja, com cor proveniente de partículas orgânicas (areia, silte, argila) naturais em suspensão, mas ainda assim podendo ser observado através do recipiente; ou leitosa, onde não se pode ver em pequena distância o outro lado do recipiente na qual a água foi coletada, ou com corantes provenientes de fontes antrópicas, ou não é possível a passagem de luz solar.

Odor

A água coletada para verificação de cor também foi utilizada para verificação de odor pelo olfato da pesquisadora. As verificações de cor e odor constituem as características organolépticas da água, e foram verificadas sensorialmente, pretendendo verificar se existem sinais de poluição (presença de compostos metálicos na água, descarga de efluentes industriais, dentre outros) (Souza, 2001), podendo ser categorizado como “odor ausente”, caso não haja cheiro, “cheiro fraco”, quando verificado odor mediante coleta da água e aproximação do nariz do recipiente, ou “fétido”, quando o cheiro da água pôde ser sentido sem necessidade de coleta para tal verificação.

Presença de lixo na margem

Se há ou não presença de lixo no entorno imediato da nascente, até onde o alcance da visão da pesquisadora permitiu chegar, na qual “ausente” foi quando não houve verificação de resíduos, “pouco” se houver até 3 unidades de resíduo, e “muito” para mais que 3 unidades encontradas, seguindo critérios de Paraguassú et al (2010), ou caso tenha sido observado uma unidade de material que possa ser considerado entulho ou materiais de grande toxicidade (como pilhas e baterias).

Presença de materiais flutuantes

Se houve (ou não) a presença de materiais flutuantes não naturais encontrados dentro da nascente, adotando mais uma vez o critério de Paraguassú et al (2010) descrito acima.

Espuma

Se houve (ou não) espuma na água, sendo categorizado como “muito” se sua presença formou flocos de maneira a impedir a penetração de luz no corpo d’água, podendo inviabilizar o desenvolvimento de vida aquática e desencadear o processo de eutrofização, como “pouco” caso a presença de espuma exista mas não atenda ao critérios para ser classificada como “muito”; ou “ausente” se não foi constatado sua presença na nascente (Pereira, 2004; Baumgartem; Pozza, 2001).

Óleo

Se houve (ou não) óleo na água, que geralmente se deposita nas margens e promove coloração perolada-colorida, podendo interferir em processos biológicos e tornar a água impotável (Pereira, 2004), sendo considerado “muito” para coloração perolada-colorida em todo olho d’água; “pouco” quando estava presente, mas não na totalidade do afloramento; e “ausente” se o mesmo não foi observado.

Esgoto

Se há presença de emissários próximos da nascente, que poderá ser observado visualmente ou alertado através do odor. Categorizado como fluxo doméstico de esgoto (fluxo

direto) sendo direcionado diretamente para o canal da nascente; fluxo superficial (fluxo difuso), caso existam a presença de animais topograficamente acima da nascente, pois seus dejetos e resíduos serão depositados no olho d'água através de fluxo pluvial ou galerias de águas pluviais que deságuem no mesmo leito e sejam passíveis de contaminar o olho d'água; ou ausente/não detectado.

Estado da vegetação da APP

Foi classificado como vegetação “suprimida” se verificado que a APP está ausente ou se foi substituída (solo exposto, empreendimentos antrópicos no local, tais como, casas, estradas ou rodovias, etc., plantação de eucalipto, gramíneas). Foi classificado como “estágio inicial de regeneração” se a área cumpria os requisitos dispostos na Resolução CONAMA nº 01 de 31 de janeiro de 1994, que define estágio inicial no Art.2º, §1º:

- a) fisionomia que varia de savânica a florestal baixa, podendo ocorrer estrato herbáceo e pequenas árvores;
- b) estratos lenhosos variando de abertos a fechados, apresentando plantas com alturas variáveis;
- c) alturas das plantas lenhosas estão situadas geralmente entre 1,5m e 8,0m e o diâmetro médio dos troncos à altura do peito (DAP = 1,30m do solo) é de até 10cm, apresentando pequeno produto lenhoso, sendo que a distribuição diamétrica das formas lenhosas apresenta pequena amplitude;
- d) epífitas, quando presentes, são pouco abundantes, representadas por musgos, líquens, polipodiáceas, e tilândsias pequenas;
- e) trepadeiras, se presentes, podem ser herbáceas ou lenhosas;
- f) a serapilheira, quando presente, pode ser contínua ou não, formando uma camada fina pouco decomposta;
- g) no sub-bosque podem ocorrer plantas jovens de espécies arbóreas dos estágios mais maduros;
- h) a diversidade biológica é baixa, podendo ocorrer ao redor de dez espécies arbóreas ou arbustivas dominantes;
- i) as espécies vegetais mais abundantes e características, além das citadas no estágio pioneiro, são: cambará ou candeia (*Gochnatia polimorpha*), leiteiro (*Peschiera fuchsiaeifolia*), maria-mole (*Guapira spp.*), mamona (*Ricinus communis*), arranha-gato (*Acacia spp.*), falso ipê (*Stenolobium stans*), crindiúva (*Trema micrantha*), fumo-bravo (*Solanum granuloso-lebrosum*), goiabeira (*Psidium guaiava*), sangra d'água (*Croton urucurana*), lixinha (*Aloysia virgata*), amendoim-bravo (*Pterogyne nitens*), embaúbas (*Cecropia spp.*), pimenta-de-macaco (*Xylopia aromatica*), murici (*Byrsonima spp.*), mutambo (*Guazuma ulmifolia*), manacá ou jacatirão (*Tibouchina spp.* e *Miconia spp.*), capororoca (*Rapanea spp.*), tapiás (*Alchornea spp.*), pimenteira brava (*Schinus terebinthifolius*), guaçatonga (*Casearia sylvestris*), sapuva (*Machaerium stipitatum*), caquera (*Cassia sp.*)

E/ou espécies de vegetação inicial em áreas de Cerrado (pois o município de Sorocaba possui ecótonos desse bioma, podendo surgir ocorrência dessas espécies), como o carrapicho, jaborandi, lobeira, assa-peixe, embaúba, pinha do brejo, pombeiro, aroeira, sangra d'água, pororoca, arará ou maria-mole, seguindo critérios da SEMAM (2007).

Foi classificado como “estágio médio de regeneração” se a área cumpria os requisitos dispostos na Resolução CONAMA nº 01 de 31 de janeiro de 1994, que define estágio inicial no Art.2º, §2º:

- a) fisionomia florestal, apresentando árvores de vários tamanhos;
- b) presença de camadas de diferentes alturas, sendo que cada camada apresenta-se com cobertura variando de aberta a fechada, podendo a superfície da camada superior ser uniforme e aparecer árvores emergentes;
- c) dependendo da localização da vegetação a altura das árvores pode variar de 4 a 12m e o DAP médio pode atingir até 20cm. A distribuição diamétrica das árvores apresenta amplitude moderada, com predomínio de pequenos diâmetros podendo gerar razoável produto lenhoso;
- d) epífitas aparecem em maior número de indivíduos e espécies (líquens, musgos, hepáticas, orquídeas, bromélias, cactáceas, piperáceas, etc.), sendo mais abundantes e apresentando maior número de espécies no domínio da Floresta Ombrófila;
- e) trepadeiras, quando presentes, são geralmente lenhosas;
- f) a serapilheira pode apresentar variações de espessura de acordo com a estação do ano e de um lugar a outro;
- g) no sub-bosque (sinúsias arbustivas) é comum a ocorrência de arbustos umbrófilos principalmente de espécies de rubiáceas, mirtáceas, melastomatóceas e meliáceas;
- h) a diversidade biológica é significativa, podendo haver em alguns casos a dominância de poucas espécies, geralmente de rápido crescimento. Além destas, podem estar surgindo o palmito (*Euterpe edulis*), outras palmáceas e samambaias;
- i) as espécies mais abundantes e características, além das citadas para os estágios anteriores, são: jacarandás (*Machaerium* spp.), jacarandá-do-campo (*Platypodium elegans*), louro-pardo (*Cordia trichotoma*), farinha-seca (*Pithecellobium edwallii*), aroeira (*Myracrodon urundeuva*), guapuruvu (*Schizolobium parahyba*), burana (*Amburana cearensis*), pau-de-espeto (*Casearia gossypiosperma*), cedro (*Cedrela* spp.), canjarana (*Cabralea canjerana*), açoita-cavalo (*Luehea* spp.), óleo-de-copaíba (*Copaifera langsdorfii*), canafístula (*Peltophorum dubium*), embiras-de-sapo (*Lonchocarpus* spp.), faveiro (*Pterodon pubescens*), canelas (*Ocotea* spp., *Nectandra* spp., *Cryptocaria* spp.), vinhático (*Plathymenia* spp.), araribá (*Centrolobium tomentosum*), ipês (*Tabebuia* spp.), angelim (*Andira* spp.), marinho (*Guarea* spp.) monjoleiro (*Acacia polyphylla*), mamica-de-porca (*Zanthoxylum* spp.), tamboril (*Enterolobium contorsiliquum*), mandiocão (*Didimopanax* spp.), araucária (*Araucaria angustifolia*), pinheiro-bravo (*Podocarpus* spp.), amarelinho (*Terminalia* spp.), peito-de-pomba (*Tapirira guianensis*), cuvata (*Matayba* spp.), caixeta (*Tabebuia cassinoides*), cambui (*Myrcia* spp.), taiúva (*Machlura tinctoria*), pau-jacaré (*Piptadenia gonoacantha*), guaiuvira (*Patagonula americana*), angicos (*Anadenanthera* spp.) entre outras;

Não houve classificação de vegetação em estágio avançado de regeneração pois não há essa tipologia em área urbana consolidada, como descrito pelo Plano Municipal da Mata Atlântica de Sorocaba (2014), e isso foi confirmado nos locais vistoriados. Vale destacar que uma área urbana só é considerada consolidada, caso haja mais de 50 habitantes por hectares, além de malha viária implantada, como é o caso da sub-bacia do Ribeirão do Lajeado, que possui de 501 a 10000 habitantes por hectare, além de distribuição de energia elétrica, água potável e coleta de resíduos sólidos (SOROCABA, 2015; BRASIL; 2012; 2017).

Na ficha cadastral de nascentes, foi anotado a cobertura vegetal predominante existente ao redor imediato do afloramento, sendo: 1. vegetação herbácea para formações com predominância de ervas e/ou gramíneas de até 50 cm; 2. arbustiva, compreendendo arbustos e

árvores jovens de até 5 metros de altura; 3. arbórea, formada por árvores com tronco definido e ramos apenas na parte superior formando a copa da árvore, geralmente acima de 5 metros de altura, além de anotar se há presença de assoreamento ou erosão, presença de espécies invasoras, e presença de serrapilheira, afim de serem mais indícios para caracterização da APP.

Presença humana

Considerada “visível” se houve encontro com pessoas na área; “apenas vestígios” pela evidência de utilização antrópica da nascente pela observação de trilhas ao redor, irrigação para hortas, bombas de sucção, dentre outras; ou “ausente” se nada foi identificado.

Presença de animais

Considerada “visível” por meio da observação da presença dos mesmos; “apenas vestígios” se constatou-se sons, pegadas, fezes, tocas e esqueletos; ou “ausente” se nada foi identificado. Também foi anotado, caso tenha sido possível identificar, se os animais presentes eram bovídeos, equinos, canídeos e felinos domésticos, ou animais silvestres.

Proteção local

Neste item, o intuito foi o de verificar a existência de cerca ou similares em torno das nascentes ou da APP, para evitar o pisoteio por animais e contaminação direta da água por estrume (SEMAM, 2007). Foi classificado como “sem proteção” se era ausente qualquer empecilho para entrada de pessoas ou animais na área; “com, mas acessível”, se havia alguma proteção, mas mesmo assim, era possível a chegada até o afloramento; ou “com, inacessível”, se existia proteção e devido a ele não era possível adentrar o fragmento ou ter acesso direto na nascente.

Proximidade à residência ou estabelecimento

Mensurar a distância da nascente até a residência ou estabelecimento, podendo ser assinalado as opções “menos de 50 metros”, “entre 50 e 100 metros” ou “mais de 100 metros”.

Quadro 1. Ficha de nascente urbana.

FICHA DE NASCENTE		Numeração da nascente:	
<i>Data da visita</i>		Bairro:	
<i>Coordenada geográfica:</i>			
<i>Choveu nos últimos 5 dias?</i>	Sim		Não
<i>Fluxo de água</i>	Muito	Pouco	Úmido Seco
<i>Nascente difusa?</i>	Sim		Não
Parâmetros Macroscópicos:			
<i>Pontuação:</i>	(1)	(2)	(3)
<i>Coloração</i>	Leitoso	Turvo	Transparente
<i>Odor da água</i>	Fétido	Cheiro fraco	Ausente
<i>Presença de lixo nas margens (APP)</i>	Muito/ pilha/bateria/ entulho	Pouco	Ausente
<i>Presença de materiais flutuantes na nascente</i>	Muito	Pouco	Ausente
<i>Espuma</i>	Muito	Pouco	Ausente
<i>Óleo</i>	Muito	Pouco	Ausente
<i>Esgoto</i>	Esgoto doméstico	Fluxo superficial	Ausente
<i>Estado da vegetação</i>	Suprimida	Estágio inicial	Estágio Médio
<i>Presença humana</i>	Presença visível	Apenas Vestígios	Não detectado
<i>Presença de animais</i>	Visível	Vestígios	Não detectado / animais silvestres
<i>Obs: () gado/cavalo () animais domésticos () fauna silvestre</i>			
<i>Proteção do local</i>	Sem proteção	Com, mas acessível	Com proteção, inacessível
<i>Proximidade com residência ou estabelecimento</i>	Menos de 50 metros	Entre 50 e 100 metros	Mais de 100 metros

Quadro 2. Ficha de nascente urbana não encontrada.

FICHA DE NASCENTE NÃO ENCONTRADA	Numeração da nascente:	
	Data:	
Bairro:	Coordenada geográfica:	
Choveu nos últimos 5 dias?	Sim	Não
Parecer de moradores do entorno:		

Fonte: da autora.

3.3 ÍNDICE DE IMPACTO AMBIENTAL EM NASCENTES (IAN)

Cada parâmetro observado *in loco*, que reflete a qualidade da conservação das nascentes estudadas, recebeu uma pontuação: valor (1) para cada resposta que evidencia alto grau de degradação, (2) para presença de poucos tributos, representando valoração intermediária, e valor (3) para ausência de impacto ou não observável; ou seja, quanto maior a pontuação, melhor conservada a nascente está.

Com a pontuação final de cada nascente (soma da pontuação recebida em cada parâmetro verificado), a nascente será enquadrada dentro de uma categoria “A-ótimo”, “B-bom”, “C-razoável”, “D-ruim”, “E-péssima”. Para definir o intervalo de pontos em cada categoria (A, B, C, D ou E), foi utilizado o Desvio Padrão (Figura 2). Essa análise estatística é baseada na distribuição de uma frequência, no caso, as pontuações totais obtidas por cada nascente foram utilizadas no cálculo para distribuir as ocorrências uniformemente à medida que se afastam da média central, criando assim, os intervalos dentro de cada categoria. Na fórmula, “S” é o desvio padrão, “ \sum ” é o símbolo de somatório e indica a soma de todos os termos, “X” é o valor na posição *i* no conjunto de dados, “ \bar{x} ” é a média aritmética dos dados e “N” a quantidade de dados.

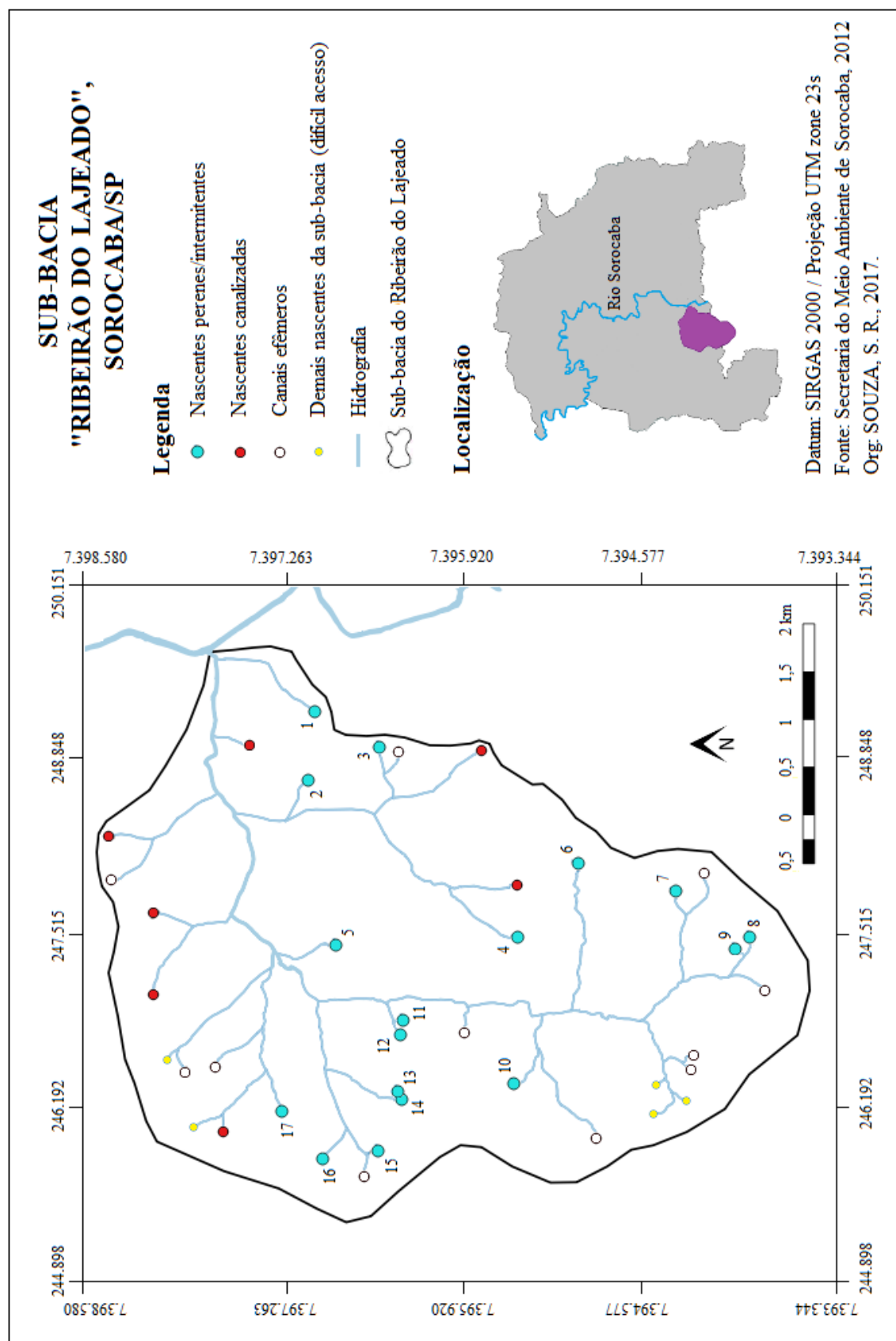
$$s = \sqrt{\frac{\sum_i^N (X - \bar{X})^2}{N - 1}}$$

Figura 3. Fórmula do Desvio Padrão. Fonte: Feijoo, (2010).

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Essa pesquisa identificou 40 nascentes na sub-bacia do Ribeirão do Lajeado (Figura 4). Desse total, 7 delas (17,5%) estão canalizadas (informação confirmada pela Secretaria do Meio Ambiente), e em função disso, não foram visitadas, pois o diagnóstico ambiental não poderia ser aplicado a estes locais, já que a sua mata ciliar foi removida e empreendimentos foram passíveis de construção, sendo o pior cenário possível a ser encontrado na percepção ambiental, pois contribui para o aumento da vazão de cheias em até sete vezes (Tucci, 2002).

Figura 4. Sub-bacia do Ribeirão do Lajeado e sua localização no município de Sorocaba/SP, localização das nascentes que a compõe, e identificação de quais nascentes foram verificadas em campo.



Fonte: da autora.

Em 33 nascentes 82,5% das cabeceiras (33 locais) foram visitados pela pesquisadora, podendo ser divididos em (Figura 5):

Locais de difícil acesso

Em 12,5% das cabeceiras (5 locais) não foram possíveis de adentrar o fragmento, mesmo com equipe presente, pois era de difícil acesso, com um ou mais fatores explicados a seguir, tais motivos por isso: (a) a cabeceira encontrava-se em leito de grande declive, maximizando os riscos de queda por não haver equipamentos de segurança específicos para essa situação ou de não conseguir sair do local; (b) o fragmento encontra-se em estágio médio de regeneração, tornando-o muito difícil a busca pelo local mesmo com equipamentos e equipe; (c) o local a ser visitado encontra-se dentro de propriedade privada e não conseguimos contato, ou não foi dada a permissão pelo proprietário da área para visita.

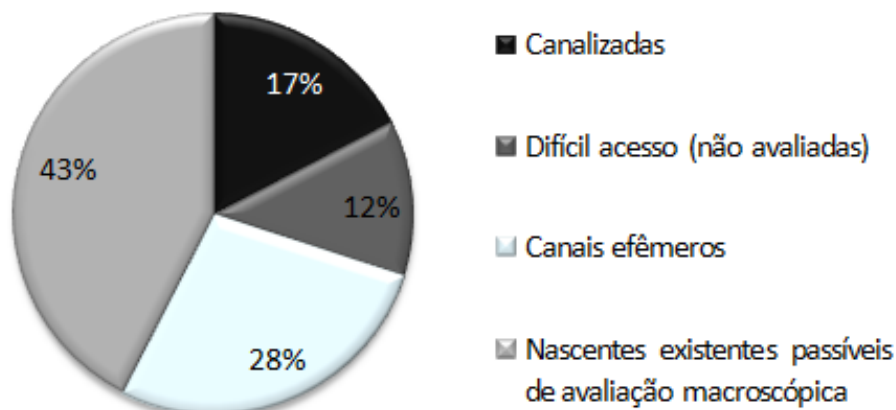
Canais efêmeros / nascentes efêmeras

Em outras 11 nascentes (27,5%), a vistoria em busca de nascentes foi feita, porém, não foram encontrados afloramentos de água, então se aplicou a “ficha de nascente não encontrada” (Quadro 2) com proprietários da área ou moradores do entorno, e em todos os locais as respostas obtidas foram semelhantes, como por exemplo: “nunca vi brotar água aí”, “só escorre água se for da chuva”, “não existe esse corpo d’água no mapa do residencial”, “não, se existisse seria bom, eu ia pegar [a água]”. Essas convergências do terreno contribuem para confluência do fluxo de água durante e logo após uma precipitação, gerando escoamento de grande vazão em um curto período de tempo, permanecendo seco no restante do ano, sendo estes canais denominados de efêmeros (Villela e Mattos, 1975).

Nascentes perenes / intermitentes

Em 42,5% das nascentes (17 locais), as nascentes foram encontradas, palco desta pesquisa.

Figura 5. Classificação das nascentes do “Ribeirão do Lajeado”.



Fonte: da autora.

4.1 NASCENTES VISITADAS

Nascente 1 – Rua José Burguesi, Bairro Jardim Vergueiro, Sorocaba-SP

Coordenada geográfica: 23°31'02.35''S, 47°27'22.74''O

Localizada dentro do Parque Natural Municipal da Biquinha, é uma nascente pontual, e o fluxo de água foi classificada como “muito”, pois era evidente seu afloramento, sendo que houve precipitação nos 5 últimos dias antes da visita.

A água apresentou-se transparente e inodora, ausente de espuma, óleo e esgoto. Posteriormente à nascente, constatou-se tubulação pertencente a drenagem pluvial, que se une ao córrego e forma o lago do Parque. Foi constatada a presença de lixo nas margens (Figura 6A), mas não de materiais flutuantes. O parque da Biquinha foi criado em 1976, e promove educação ambiental para as escolas do município e para a comunidade do entorno (Prefeitura de Sorocaba, s.d.), e por esse motivo, o local do afloramento foi modificado antropicamente para que fosse de fácil identificação da nascente por parte dos visitantes, em sua maioria crianças, decorrendo que o tema de recursos hídricos é o destaque dos temas ambientais as quais o parque conscientiza (Figura 6B). Por esse mesmo motivo, não existe vegetação em torno do olho d'água, mas sim, uma parte do local impermeabilizado e a nascente recebe luz solar direta. O Parque foi enriquecido com espécies exóticas e nativas, e alguns componentes vegetais que compõe a APP foram identificados através do conhecimento da pesquisadora, tais como: pau-brasil (*Paubrasilia echinata*), bananeira ornamental (*Heliconia rostrata*), mangueira (*Mangifera indica*), urucuzeiro (*Bixa orellana*), palmito-juçara (*Euterpe edulis*), agave (*Agave spp.*), aroeira pimenteira (*Schinus terebinthifolius*), taioba (*Xanthosoma sagittifolium*), taioba brava (*Colocasia antiquorum*), paineira rosa (*Ceiba speciosa*), goiabeira

(*Psidium guajava*), e barbatimão (*Stryphnodendron sp*); e observou-se que uma grande parte da APP é representada por gramíneas e impermeabilização do solo. O acesso de pessoas é livre, e no momento da vistoria foi observada a presença de indivíduos na nascente, assim como a de animais, decorrendo a observação de um cachorro de estimação (*Canis lupus familiaris*), e um gambá de orelha branca (*Didelphis albiventris*). A proximidade com um estabelecimento (residência/comércio/indústria) é de menos de 50 metros.

Figura 6. Nascente 1 (A) com destaque para o olho d'água (B).



Fonte: da autora, janeiro de 2017.

Nascente 2 – Rua Romeu do Nascimento, Jd. Portal da Colina, Sorocaba-SP
Coordenada geográfica: 23°31'03.89''S, 47°27'42.33''O

É uma nascente concentrada, e seu fluxo de água foi classificado como “muito”, pois era evidente seu afloramento, tremulando a lâmina d'água, e não houve precipitação nos 5 últimos dias antes da visita.

A água apresentou-se transparente e inodora, mesmo que tenha sido observada presença de materiais orgânicos naturais no olho d'água (folhas e galhos), ausente também em espuma e óleo. Não foi observado presença de materiais flutuantes de origem antrópica, mas na margem imediata do olho d'água foram encontrados lixo. O afloramento ocorre dentre as rochas (Figura 7A), ao lado de uma calçada, mas em média 5 metros abaixo do nível da rua, não cumprindo com os 50 metros exigidos por lei de APP, e constatou-se erosão próxima da nascente pela tubulação de galeria, deixando em perigo de desmoronamento parte da escola pela qual o tributário passa abaixo (Figura 7B). A presença humana foi detectada através de

vestígios (lixo) e da observação de transeuntes que passam pela calçada, visto que existe uma grade de proteção entre eles e a nascente, por ser um local bem movimentado e ao lado de uma escola; foi detectada a presença de animais silvestres, como o gambá (*Didelphis spp.*) e o frango d'água (Rallidae).

Figura 7. (A) local do afloramento da nascente sob perspectiva da calçada, (B) erosão abaixo da escola causada pelo tributário, (C) despejo de esgoto doméstico, (D) córrego formado por água do afloramento.



Fonte: da autora, abril de 2017.

Detectou-se a presença de esgoto doméstico no córrego (Figura 7C, indicado por seta vermelha) através de visualização e odor, e a vegetação encontra-se em estágio inicial de regeneração, porém bem estabelecida, com muitos regenerantes, árvores de grande porte, trepadeiras e capoeira ao redor do córrego, mas serrapilheira com camada fina (Figura 7D).

Nascente 3 – Rua Giacomo Longobardi, Bairro Jardim Portal da Colina, Sorocaba-SP
Coordenada 23°31'20.40''S 47°27'35.04''O

É uma nascente difusa (Figura 8), e seu fluxo foi classificado como “pouco”, e não houve precipitação nos 5 últimos dias precedentes à visita. A água é ausente em cor, odor, espuma, óleo, esgoto e não há presença de materiais flutuantes.

Figura 8. Diversos pontos de afloramento caracterizando-a como difusa.



Fonte: da autora, abril de 2017.

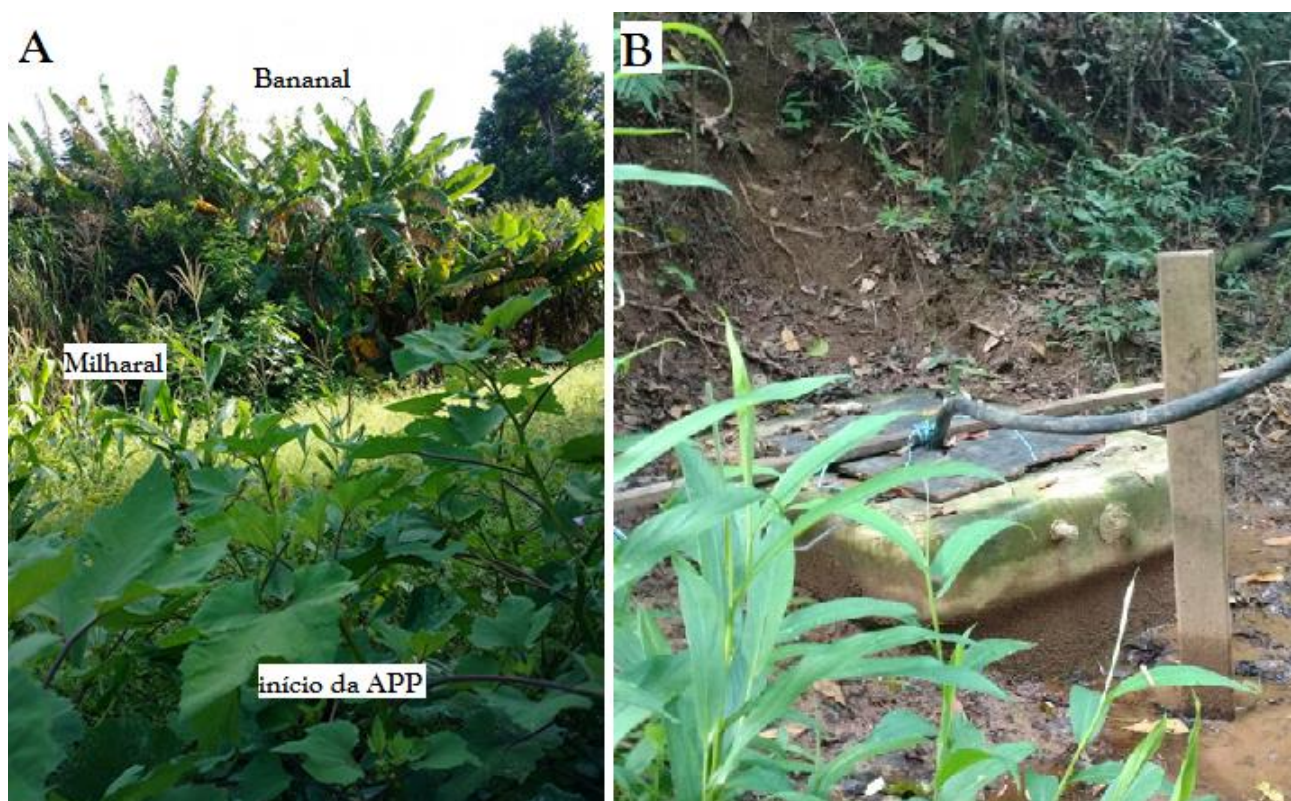
Nas margens imediatas à nascente, foram contabilizados dois componentes: uma sacola plástica e uma garrafa pet. A vegetação pode ser considerada estágio médio de regeneração, pois era predominante a fisionomia arbustiva e arbórea com altura superior a 10 metros, incluindo a presença de espécies como cedros rosa (*Cedrela fissilis*), barbatimão (*Stryphnodendron sp*) e trepadeiras lenhosas, muita serrapilheira presente e poucas clareiras encontradas, e maior presença de epífitas.

Foi encontrado indicadores de que essa área poderia ser uma antiga fazenda: havia de maneira esparsa pelo fragmento árvores de caqui e café. Na área de APP, quase cumprindo os 50 metros (mas não respeitando a delimitação mínima exigida por lei), encontra-se uma

plantação de banana e milho (Figura 9A), e uma propriedade com galináceas (*Gallus gallus domesticus*) vivendo em um galinheiro.

Foi detectado vestígios de presença humana próxima da nascente através de uma bomba elétrica simulando um poço para captação da água (Figura 9B), e neste local a quantidade de serapilheira diminuiu e um caminho se formava, o que resultou em uma percepção de que a presença humana no local é frequente. A presença de animais domésticos não foi detectada. Notou-se a presença de animais silvestres através da visualização de tocas, pássaros e abelhas nativas (*Melipona spp*). O local está sem proteção, mas é de difícil acesso, e a residência citada encontra-se a menos 50 metros, não respeitando o mínimo exigido de APP.

Figura 9. Plantação de banana e milho próximos da APP (A), e bomba elétrica (B).



Fonte: da autora, abril de 2017.

Nascente 4 – Rua Dr. Júlio M. Guimarães, Bairro Campolim, Sorocaba-SP

Coordenada geográfica: 23°31'39.41''S, 47°28'13.25''O

Água transparente e inodora, proveniente de nascente concentrada localizada no Parque Carlos Alberto de Souza, com muito fluxo de água podendo ser explicada pelo fato de que choveu no dia anterior e no mesmo dia da vistoria. Não consta observação de materiais flutuantes, óleo ou espuma, mas foi verificada a presença de 4 unidades de sacolas plástica

nas margens assoreadas, e fluxo superficial de esgoto verificado pelo constante odor característico no ambiente.

A nascente (Figura 10) fica abaixo de uma calçada utilizada como estacionamento, aflorando ao lado de uma parede que sustenta um canal de água pluvial decorrente de um residencial acima da área, não cumprindo os 50 metros de APP. A vegetação é predominantemente herbácea, com algumas árvores esparsas que compõe a vegetação do Parque. A presença humana é visível pelos indivíduos que caminhavam no Parque, tendo fácil acesso ao local, que não está protegido. Foram observados dois espécimes de pica-pau do campo (*Colaptes spp*); e a proximidade com residências e estabelecimentos é menor que 50 metros.

Figura 10. Local de afloramento da nascente (A) e córrego ao lado de pista de caminhada (B).



Fonte: da autora, janeiro de 2017.

Nascente 5 – Avenida Caribe, Bairro Jardim América, Sorocaba-SP Coordenada geográfica: 23°31'9.74"S 47°28'24.61"O

Água transparente e inodora, proveniente de nascente pontual (Figura 11), com pouco fluxo de água, sendo que não houve precipitação nos últimos 5 dias que precederam a vistoria. Não foi detectada a presença de materiais flutuantes, espuma, óleo, esgoto ou humanos. A

presença de lixo nas margens foi observada através de um papel em decomposição e um plástico, e o local é depósito de restos de madeira provenientes de poda de outras árvores. A vegetação foi considerada como ausente nas imediações do afloramento, pois não há mata ciliar, o solo estava compactado, com pouca serrapilheira (não chegava a formar uma camada), e exposto a ação da chuva. Não há cercas no local, e eventualmente animais domésticos podem ter acesso ao ambiente, pois o mesmo se localiza dentro de uma residência (a bem menos de 50 metros do fragmento) com 3 cachorros (*Canis lupus familiaris*).

Figura 11. Fragmento com afloramento da nascente.



Fonte: da autora, abril de 2017.

Nascente 6 – Rua August Lippel, Bairro Campolim, Sorocaba-SP Coordenada geográfica: 23°31'39.41''S, 47°28'13.25''O

Este local foi visitado 3 vezes pela pesquisadora na busca de acesso ao afloramento (janeiro, fevereiro e maio), e em todas foi audível o som de água no fragmento e brilho de água através de luz da lanterna na primeira visita, porém, estava inacessível por queda de árvores e bambuzal em determinado ponto do fragmento, portanto, os parâmetros de coloração, odor, presença de materiais flutuantes, espuma, óleo e animais não foram verificados, impedindo que a nascente nº6 seja incluída no Índice de Impacto Ambiental pela ausência de pontuação destes parâmetros.

A presença de lixo tanto ao longo da APP quanto o mais próximo que foi possível chegar do afloramento era intenso, com fácil visualização de sacolas plásticas, restos de

entulho, provavelmente, proveniente de construção de um prédio em uma média de 7 metros de distância do fragmento, garrafas plásticas, boné, fios, caixotes, pneus, guarda-chuva, dentre outros materiais (constituindo vestígios de presença humana) (Figura 12).

Figura 12. Imagens do fragmento com afloramento inacessível da nascente 6.



Fonte: da autora, janeiro de 2017.

A vegetação foi considerada alterada, pois era composta em sua maioria de espécies arbustivas, e as arbóreas eram abundantes em pioneiras como maria-preta (*Cordia verbenaceae*), fedegoso (*Senna alata*), bambu (Poaceae) e dentre elas, uma muito recorrente identificada foi a espécie exótica agressiva ruderal *Leucaena leucocephala*, que faz parte da lista das 100 espécies invasoras mais agressivas do planeta, sendo que a mesma dificulta o estabelecimento de espécies nativas (Costa; Durigan, 2010; IUCN, 2017); a presença de luz solar era direta, muitas clareiras existentes e espécies arbustivas trepadeiras, solo exposto e pouca serrapilheira. A APP não cumpre os 50 metros, sendo do seu lado esquerdo a construção de um prédio e na sua margem direita uma extensa plantação de hortaliças e outros não identificados. O acesso ao fragmento se deu através de um terreno baldio cercado com arame farpado, e todo o fragmento também estava protegido por cerca de arame farpado; a tentativa de entrada por outros acessos poderia ocorrer adentrando em propriedade privada, mas o acesso foi negado pelo proprietário.

Nascente 7 – Rua Honorato Manfredini, Campolim, Sorocaba - SP

Coordenada geográfica: 23°32'30.34''S 47°28'8.04''O

A nascente (Figura 13) encontra-se dentro de condomínio residencial, com pouco fluxo de água, possuindo afloramento concentrado, e sem precipitação nos cinco dias que antecederam a visita. A água não apresentou cor, odor, materiais flutuantes, espuma, óleo ou esgoto, mas nas margens do afloramento observou-se erosão. Constatou-se a presença de lixo nas margens imediatas da nascente pela presença de unidades de plástico, o que também evidencia a possível presença humana na APP pela observação destes resíduos; não foi observada a presença de animais domésticos ou silvestres, nem seus vestígios, mesmo que o local não possua proteção contra entrada dos mesmos.

O fragmento está a menos de 50 metros das residências, e a vegetação foi classificada em estágio médio de regeneração; presença de árvores com mais de 10 metros e com diâmetros espessos, mata bem fechada, presença de cipós e epífitas, espécies herbáceas e sub-arbustivas como orquídeas e bromélias, serrapilheira, boa cobertura do solo proporcionada pela copa das árvores e luz solar indireta.

Figura 13. Local de afloramento da nascente 7 (A) e córrego mostrando local do afloramento (B).



Fonte: da autora, março de 2017.

Dentro deste mesmo condomínio, existia outro afloramento, que foi recentemente represado para a formação de um lago artificial o qual inundou a lâmina de água, construído como galeria para águas pluviais.

Nascente 8 – Rua Professora Yolanda Berti Justi, Jardim Residencial Giverny, Sorocaba-SP

Coordenada geográfica: 23°32'33.13''S 47°28'22.46''O

A nascente localiza-se dentro de condomínio residencial, com muito fluxo de água, possuindo afloramento concentrado, e com precipitação em algum dos últimos cinco dias que antecederam a visita. A água amostra de água não apresentou cor ou odor, e não foi observado no olho d'água materiais flutuantes, espuma, óleo ou esgoto, mas foi observada a presença de lixo nas margens devido a presença de duas unidades de sacolas plásticas.

A vegetação foi caracterizada em estágio inicial de regeneração, e o grande ponto negativo é o intenso processo erosivo que permeia o local e assoreamento do córrego, mesmo com escada hidráulica, devido o sistema de drenagem urbano: a água pluvial de condomínios

próximos e deste foi direcionada a desaguar neste local devido a pavimentação das ruas (Figura 14).

Figura 14. Escada hidráulica desagando em cima da nascente (A) e córrego (B).



Fonte: da autora, abril de 2017.

Observou-se presença de animais silvestres tais como jacu (*Penelope spp*), galinha d'água (Rallidae) e sabiá (*Turdus spp*); o local não possui proteção contra entrada de pessoas, porém a mesma não foi detectada, e proximidade com as casas é de menos de 50 metros.

Nascente 9 – Rua Professora Yolanda Berti Justi, Jardim Residencial Giverny, Sorocaba-SP

Coordenadas: 23°32'41.79''S 47°28'31.55''O

A nascente localiza-se dentro do mesmo condomínio residencial que a nascente anterior, porém, o local estava com fluxo úmido, não sendo possível coletar água para avaliar os parâmetros: coloração, odor, presença de materiais flutuantes, espuma e óleo (Figura 15A), portanto, essa nascente não foi incluída no Índice de Impacto Ambiental devido à ausência de atribuição de valores sobre esses parâmetros.

Foi observado esgoto doméstico no local, pois a menos de 5 metros da nascente existe uma galeria de água pluvial (de coloração leitosa, e coloração perolada na água indicando presença de óleos na água e forte odor), a qual se une com a água do afloramento (Figura 15B). A vegetação natural encontra-se suprimida, substituída por gramínea, sem proteção do solo contra precipitação (Figura 15C). A presença humana foi visível, pois ao lado encontra-se uma pista de caminhada, mas não foi detectada a presença de animais silvestres ou domésticos, o local é acessível e a proximidade com estabelecimentos é de menos de 50 metros de distância.

Figura 15. Local úmido o qual a nascente 9 aflora (A); afloramento evidenciado por flecha vermelha, em uma distância de menos de 5 metros da galeria de água pluvial (B); e córrego formado (C).



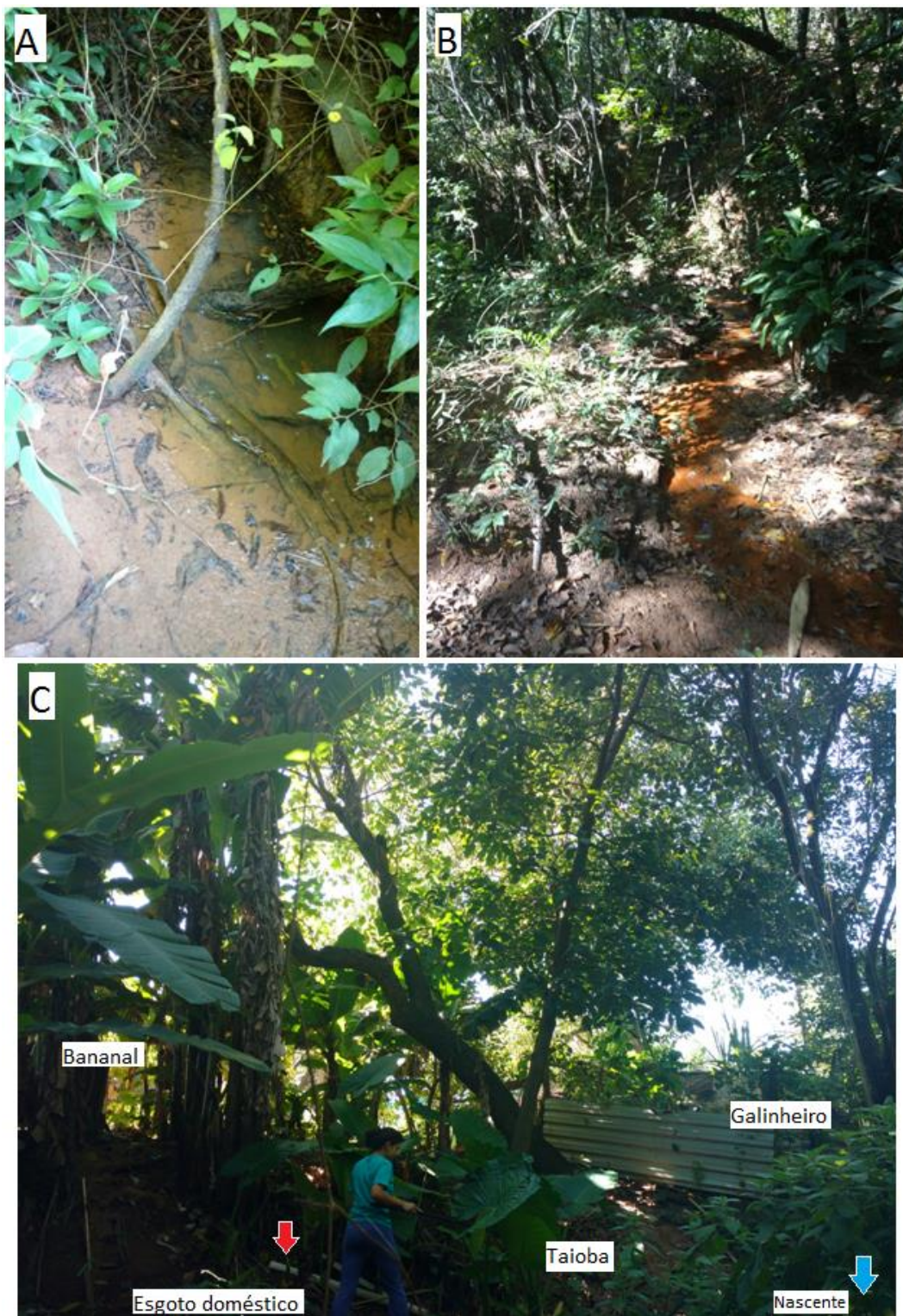
Fonte: da autora, abril de 2017.

Nascente 10 – Rua Antonio Claro Sobrinho, Jardim Europa, Sorocaba-SP Coordenada geográfica: 23°31'07.69''S, 47°29'20.34''O

Houve precipitação nos 5 dias que antecederam a vistoria, a vertente da água foi considerada pouca e nascente pontual (Figura 16A e B). De acordo com as observações, constatou-se que a água possui transparência, e não havia odor, espuma ou materiais flutuantes; no entanto, foi detectada presença de muito lixo nas margens (preservativo, tênis, plásticos variados, entulho de construção). Também foi observado fluxo de esgoto doméstico e superficial, através do odor e da presença de canalização improvisada e galináceas (*Gallus*

gallus domesticus) e cães (*Canis lupus familiaris*) e seus dejetos, a menos de 30 metros da nascente.

Figura 16. Afloramento da nascente 11 (A); córrego (B); imagem da área a qual se localiza a nascente (C).



Fonte: da autora, março de 2017.

Verificou-se que a vegetação estava lamacenta em torno do olho d'água, que recebe luz solar direta, com mata ciliar composta por espécies rasteiras e arbustos esparsos, APP próxima do afloramento composta por bananeiras (*Musa spp*), Mamona (*Ricinus communis*), Capororoca (*Rapanea spp*) e taiobas (*Xanthosoma sagittifolium*), ao redor de uma clareira, sendo um local de fácil acesso e não cumprindo 50 metros de APP, além de haver uma residência muito próxima (Imagem 16C).

Nascente 11 – Rua Victória Sacker Reze, Jardim Pagliato, Sorocaba-SP

Coordenada geográfica: 23°31'25.52''S, 47°28'46.93''O

Água transparente e inodora, proveniente de nascente concentrada, com muita vertente de água, sendo que houve precipitação nos últimos 5 dias que precederam a vistoria (Figura 17). Não foi detectada a presença de materiais flutuantes, espuma, óleo, esgoto ou humanos. O afloramento encontra-se a menos de 50 metros das residências.

Figura 17. Local do afloramento da nascente 11.



Fonte: da autora, março de 2017.

Nesse local há pouca presença de lixo nas margens da nascente e córrego, pois foi encontrado apenas uma (1) sacola plástica. A área possui vegetação suprimida, não havendo

mata ciliar no entorno do afloramento e córrego, apenas raízes secas, trepadeiras e um bambuzal. Além da degradação do ambiente natural, o parque está degradado socialmente, segundo relato de moradores locais e de um segurança que patrulha o bairro, o fragmento, antes utilizado pelos moradores para lazer e busca de água de uma bica próxima, encontra-se utilizado por pessoas que visam um local escondido para consumo de drogas, para desova de cadáveres de animais, e para oferenda e feitiçaria, tendo sido encontrado até um dedo humano.

Nascente 12 – Rua João Tomé de S. Neto, Jardim Pagliato, Sorocaba-SP

Coordenada geográfica: 23°31'24.22''S, 47°28'46.79''O)

O afloramento recebeu intervenção humana para que fosse transformado em uma bica d'água (Figura 18), sendo vestígios de que a população utiliza da água desse local. A bica encontra-se no mesmo fragmento que a nascente número 11, portanto, também recebe degradação social além da ambiental.

Figura 18. Bica d'água da nascente 12.



Fonte: da autora, março de 2017.

Observou-se água transparente e inodora, proveniente de nascente concentrada, com muita vertente de água, e houve precipitação nos últimos 5 dias que precederam a vistoria. Detectou-se a presença de lixo nas margens imediatas da nascente, tais como uma (1) garrafa plástica; e não foi detectada a presença de materiais flutuantes, espuma, óleo ou esgoto.

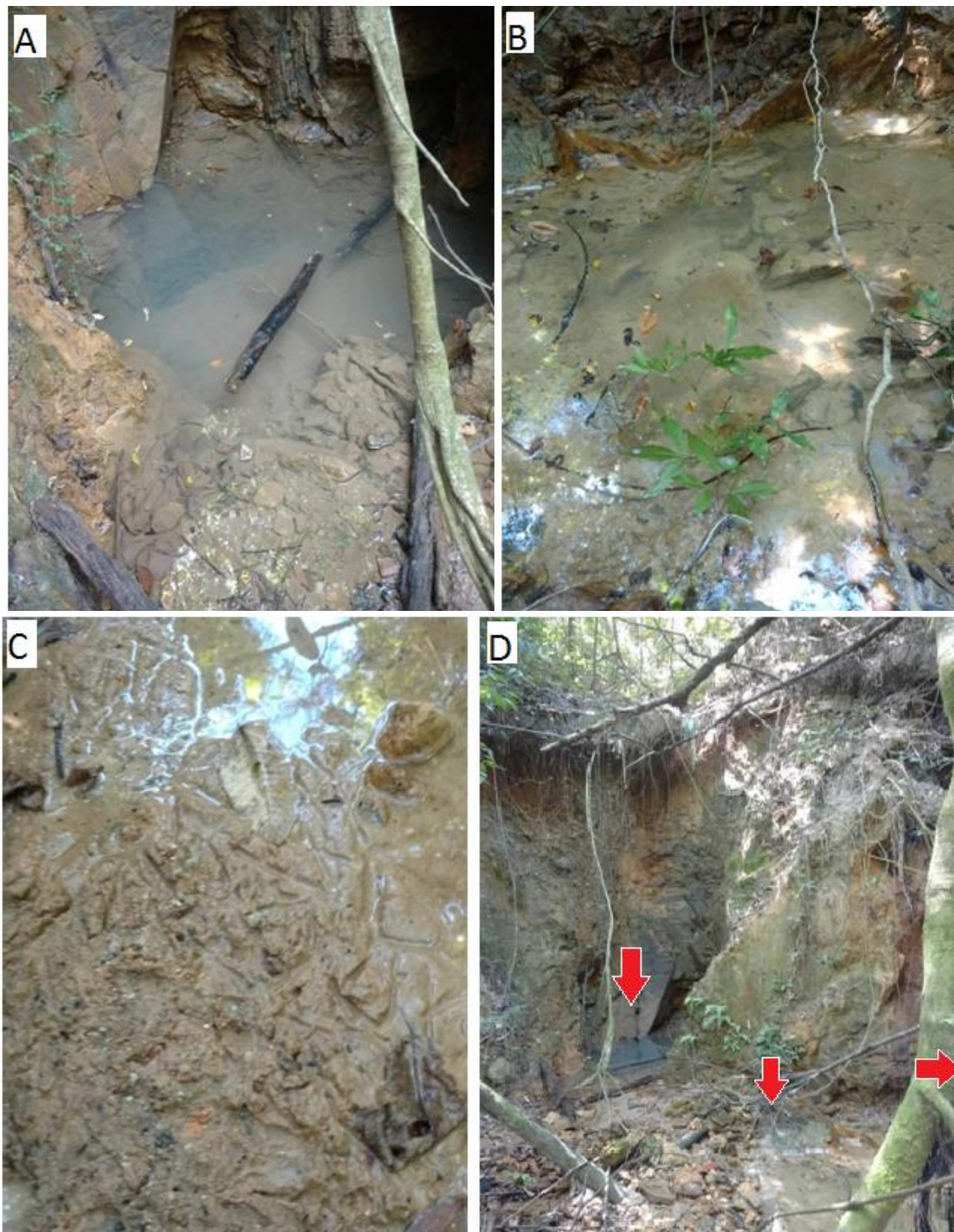
A vegetação encontra-se alterada, e em estágio inicial de regeneração, com muita presença de samambaias, líquens, musgos, detectada a presença de mamona (*Ricinus communis*) e Guamirim (*Eugenia florida*), e a bica localiza-se entre um bambuzal. Foram detectados apenas vestígios da presença de animais (canto de pássaros e uma toca); o local é de fácil acesso e sem proteção; e a proximidade com as residências é de menos de 50 metros de distância.

Nascente 13 – Rua Lituânia, Jardim Guadalajara, Sorocaba-SP

Coordenada geográfica: 23°31'26.41''S 47°29'03.56''O

Localizada dentro de um residencial, o afloramento é difuso (Figura 19A e B), o fluxo da água foi considerada muita, e não choveu nos últimos 5 dias antes da visita. A amostra de água foi classificada como transparente e sem odor, não se constatou presença de materiais flutuantes, espuma ou esgoto. Havia pouca presença de lixo nas margens imediatas ao olho d'água (partes de uma vassoura), e presença de óleo. A vegetação encontra-se em estágio inicial de regeneração e muito erodida. A presença humana foi detectada pela presença de pista de caminhada próxima da nascente, e humana e animal foi detectada através de vestígios, pegadas no local, de sola de tênis bem como pegadas características do frango d'água (Rallidae) (Figura 19C). O local encontra-se sem proteção e a menos de 50 metros de proximidade com residência.

Figura 19. Pontos de afloramento da nascente 13 (A e B), pegadas características de frango d'água (Rallidae) (C); visão geral do local com erosão e setas indicando locais de afloramento (D).



Fonte: da autora, abril de 2017.

Nascente 14 – Rua Lituânia, Jardim Guadalajara, Sorocaba-SP

Coordenada geográfica: 23°31'26.85''S 47°29'04.96''O

De acordo com as observações, a água aflora em meio as rochas (Figura 19A), e apresentou cor transparente, sem odor, sem presença de espuma, ou presença de esgoto. Foi o

único local que, além de apresentar lixo nas margens imediatas à nascente (entulho, pias, bola...) (Imagem 19B) também houve presença de materiais flutuantes no olho d'água, além da coloração perolada característica de contaminação por óleo. Não houve indícios da presença humana ou de animais, o local não é protegido e encontra-se próximo às residências. O fragmento é de estágio inicial de regeneração, e foi constatado a presença de mamona (*Ricinus communis*), mangueira (*Mangifera indica*), embaúba (*Cecropia pachystachya*), Mamica de porca (*Zanthoxylum rhoifolium*) e fedegoso (*Senna alata*) e muitas espécies trepadeiras, responsáveis pelas clareiras.

Figura 20. Local de afloramento da nascente 14 (A); Entulhos depositados através de escoamento superficial (B).



Fonte: da autora / Aroldo Pinto, maio de 2017.

Nascente 15 – Rua Bulgária, Jardim Europa, Sorocaba-SP

Coordenada geográfica: 23°31'18.29''S, 47°29'19.45''O

Nascente localizada quase dentro dos limites do Parque Natural Municipal Água Vermelha (Figura 21), com muito fluxo de água, pontual, e com chuva nos dias antecedentes à visita.

A água apresentou transparência, ausência de odor e de materiais flutuantes, espuma, óleo, esgoto e animais, porém com presença de lixo ao longo da APP (copos, cadeira,

papelão). A presença humana foi constatada por vestígios por meio de lixo, e é facilmente possível chegar até o afloramento pelo córrego que transpassa o Parque, sendo que o mesmo se encontra a menos de 50 metros de um estabelecimento. A APP é existente, herbácea e arbustiva nas margens, em estágio inicial de regeneração, presença detectada de Piper (Piperaceae), e da exótica Beijo-turco (*Impatiens walleriana*), cipós, e capoeira de mais ou menos 3 metros de altura. O afloramento não recebe luz direta e há uma boa cobertura do solo proporcionada pelas copas das árvores, mas com camada fina de serapilheira.

Figura 21. Afloramento da nascente 15 (A) e córrego formado (B), março de 2017.



Fonte: da autora.

Nascente 16 – Travessa Madrid, Jardim Europa, Sorocaba-SP

Coordenada geográfica: 23°31'07.69''S, 47°29'20.34''O

A nascente encontrada possui diversos pequenos afloramentos, sendo considerada difusa, todos com muito fluxo de água, e não houve precipitação nos últimos 5 dias anteriores aos da visita (Figura 22).

As amostras coletadas obtiveram transparência, ausência de materiais flutuantes, espuma e óleo. Constatou-se a presença de lixo nas margens (lata de tinta, sacola plástica e árvore de natal) (Figura 23A) com acúmulo de água limpa proveniente das chuvas, propício a postura de ovos do díptero oportunista *Aedes aegypti*, tendo sido encaminhados pela pesquisadora até o lixo mais próximo.

Figura 22. Pontos de afloramento de nascente difusa (A e B), e pesquisadora no local (C).



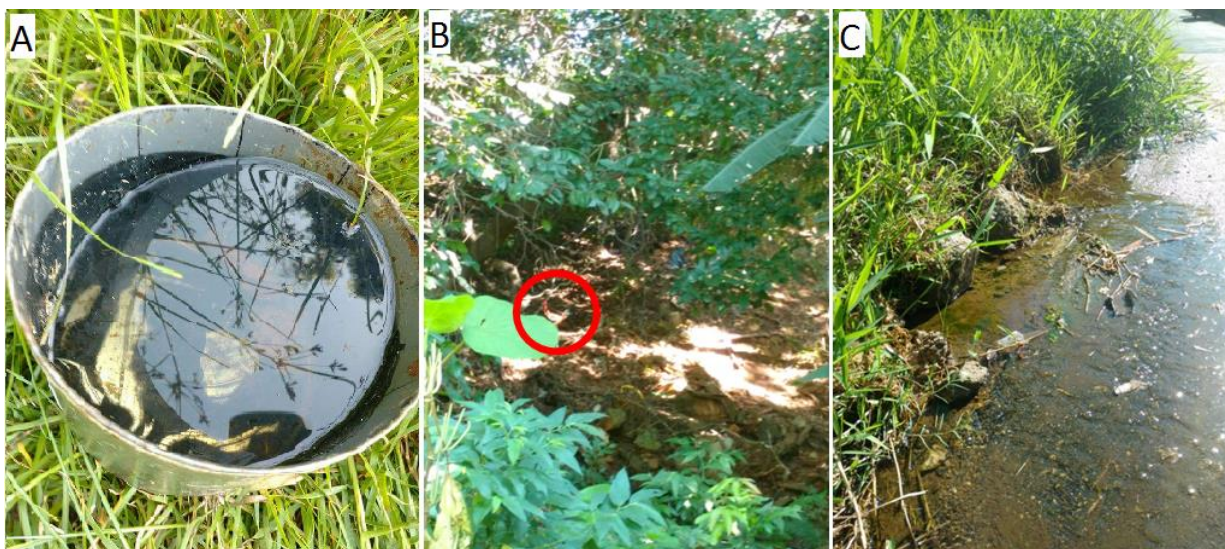
Fonte: da autora / Geneviève Louise, março de 2017.

Em todas as amostras de água coletadas apresentaram odor, podendo ser resultado do fluxo superficial de esgoto, pois na encosta subjacente aos afloramentos existe a presença de galináceas (*Gallus gallus familiaris*), não sendo possível a captura de imagens dos espécimes pois as mesmas fugiram morro acima ao escutarem barulho (23B). Também foi observado que a tubulação da galeria pluvial deságua no mesmo córrego a qual os afloramentos dão origem.

Há poucas árvores, sendo predominante a vegetação herbácea, majoritariamente composta por gramíneas, mas também se constatou a presença de trepadeiras, dentre elas o maracujazeiro (*Passiflora spp*), bananeiras (*Musa spp*) e beijo-turco (*Impatiens walleriana*).

Há vestígios da presença humana através do lixo encontrado, mas também porque os afloramentos estão muito próximos da rua, onde foi possível a visualização de pedestres e pessoas fazendo exercícios, e até observar que um dos afloramentos está jorrando pelo asfalto, próximo do meio-fio (Figura 23C). O local encontra-se a menos 50 metros de distância das residências.

Figura 23. Uma das latas encontradas próximas da nascente 20 (A); galinácea (circulada de vermelho) em encosta subjacente ao afloramento (B); e escoamento superficial de água da nascente (C).



Fonte: da autora, março de 2017.

Nascente 17 – Rua Hungria, Jardim Europa, Sorocaba-SP

Coordenada geográfica: 23°30'57.10''S, 47°29'06.32''O

De acordo com as observações, o fluxo foi considerado pouco, a água apresentou transparência e ausência de odor, bem como ausência de materiais flutuantes, espuma e de animais.

Foi verificável o lixo nas margens imediatas do afloramento, sendo restos de materiais provenientes de construção, óleo acumulado em alguns pontos ao longo do corpo hídrico, fluxo superficial de esgoto através da observação de galeria pluvial alguns metros acima da cabeceira com águas de procedência duvidosa.

O local não possui proteção, mas é de difícil acesso (Figura 24A e B), e está a menos de 50 metros das residências do bairro. Não foi visível a presença humana, mas constataram-se muitos vestígios, pois sua APP possui vários estandes para que a população coloque seu lixo diário para ser coletado pelo caminhão, o que resulta em muito lixo próximo da nascente, bem como a apropriação do local por moradores de rua através da observação de sacolas com utensílios dentro e cobertores.

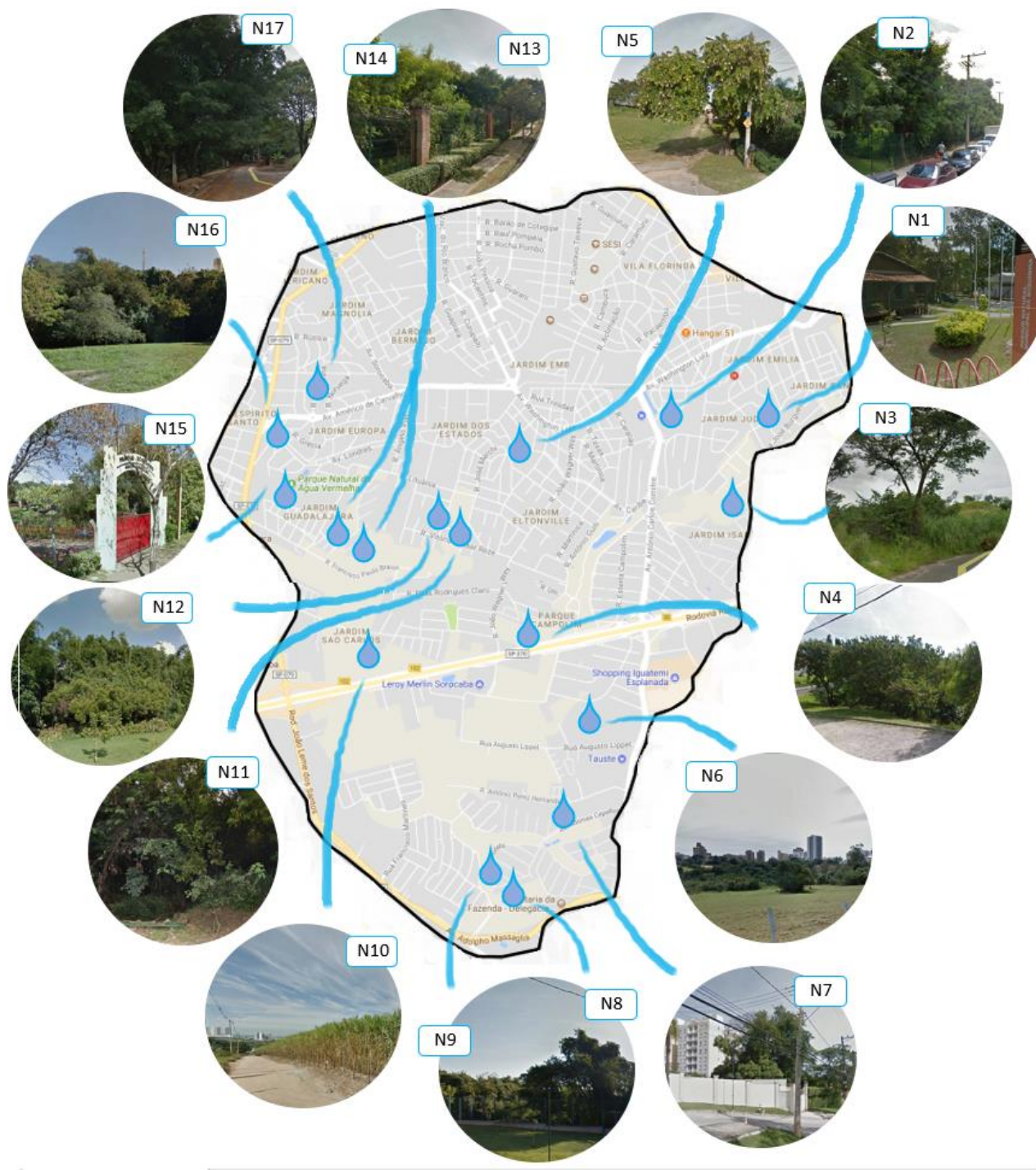
Figura 24. Cabeceira íngreme (A), local do afloramento (B), córrego formado (C e D).



Fonte: da autora, março de 2017.

O local de afloramento é basicamente composto por espécies herbáceas, mas a APP existente é composta por espécies arbóreas e arbustivas, de estágio inicial de regeneração, com espécimes como a samambaia-preta (*Rumohra adiantiformis*), Cambará (*Gochnatia polymorpha*) e Pau-pombo (*Tapirira guianenses*) e foi observada a presença de lianas, sendo que a copa das árvores não oferece boa cobertura. Vale ressaltar que ao longo de todo o córrego foi observado a presença de entulho e lixos variados (Imagem 24C e D).

Figura 25. Mapa esquemático com imagens das vias que dão acesso às nascentes visitadas.



Fonte: da autora, utilizando *Street View* e imagens de satélite do Google Earth.

4.2 PARÂMETROS DE VERIFICAÇÃO

A presença dos parâmetros avaliados nesta pesquisa são resultados que indicam que a sub-bacia Ribeirão do Lajeado tem sido afetada pelo crescente processo de urbanização (Figura 26), estimulado pela população que está condicionada a observar locais em situações de impactos ambientais negativos como se fossem aceitáveis, tendo seu estado muitas vezes

agravados por hábitos cotidianos gerados por si próprios, mas que o fazem como se fosse um hábito correto (Mucelin; Bellini, 2006).

Figura 26. Sub-bacia do Ribeirão do Lajeado em sobreposição com imagem de satélite do *Google Earth* para visualização de mancha urbana a qual está inserida. Os pontos vermelhos representam as cabeceiras canalizadas, ou pontos pequenos azuis são os locais não visitados devido ao difícil acesso, os pontos brancos os canais efêmeros, os pontos de cor azul ciano as nascentes as quais se aplicou o diagnóstico ambiental.

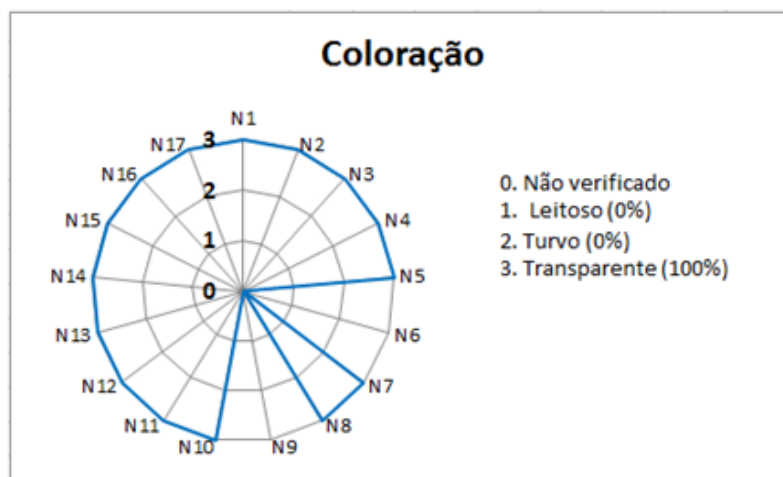


Fonte: da autora.

4.2.1 Coloração

Todas as amostras (100%) (Figura 27) obtiveram nota máxima (no caso, atribuição 3) pois a água era transparente e sem materiais particulados visíveis a olho nu. Portanto, em nenhuma coleta foi observada, no olho d'água, a água de coloração turva em decorrência de precipitações ocorridas dias anteriores ou até mesmo no mesmo dia da vistoria, que poderia deixar a água turva devido ao transporte de sedimentos; coloração resultante da decomposição de materiais orgânicos coloidais, como folhas, madeiras, esgotos domésticos e efluentes industriais (taninos, anilinas, lignina e celulose) e inorgânicos (como compostos de ferro e manganês) naturais (Colet, 2012; Gomes, 2015).

Figura 27. Pontuações atribuídas as nascentes quanto aos parâmetros verificados de coloração.

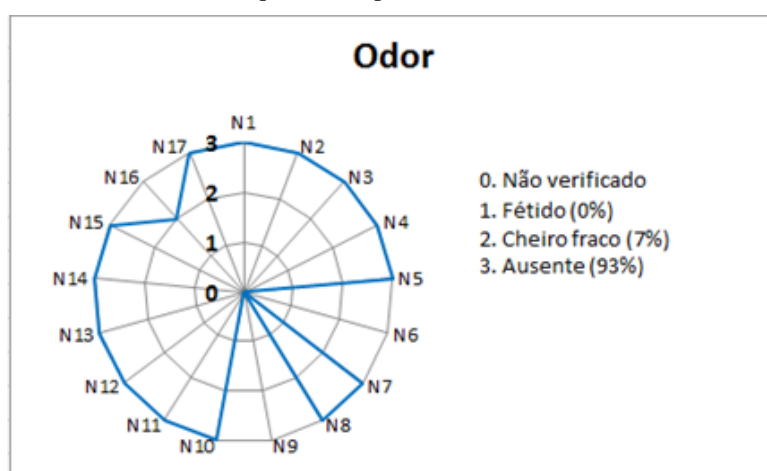


Fonte: da autora.

4.2.2 Odor

Quanto ao odor, considerou-se a presença de substâncias que comuniquem algum cheiro, que podem resultar de causas naturais, como vegetação em decomposição, bactérias, fungos e compostos orgânicos como gás sulfídrico, dentre outros, ou artificiais (esgotos *in natura* domésticos e industriais) (Gomes, 2015), sendo que em 93% dos locais a pesquisadora e equipe não evidenciaram odor (Figura 28), exceto na nascente nº 16, a qual lhe foi atribuído “cheiro fraco”, provavelmente associado ao fato de um galinheiro estar presente acima de sua cabeceira, levando dejetos das galináceas pelo fluxo pluvial até a nascente, e rede de esgoto que despeja material alguns metros acima da mesma.

Figura 28. Pontuações atribuídas as nascentes quanto aos parâmetros verificados de odor.



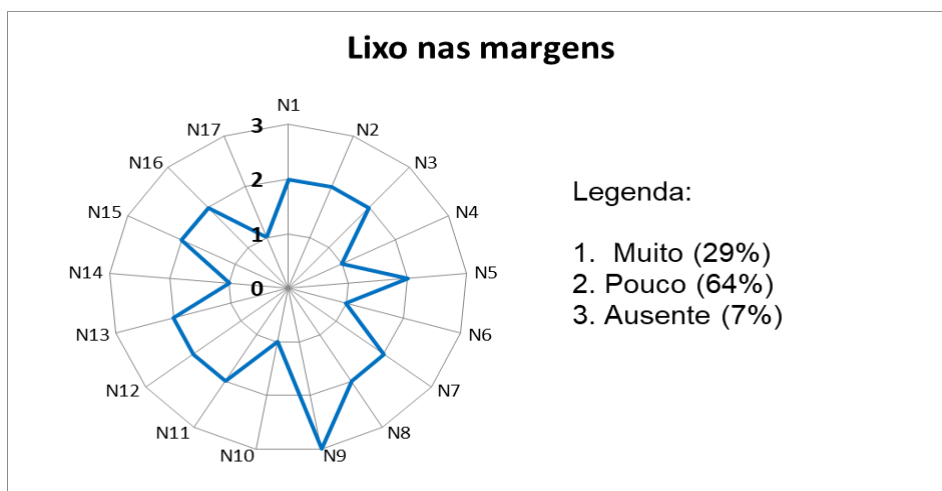
Fonte: da autora.

4.2.3 Presença de lixo nas margens

O consumo cotidiano de produtos industrializados é responsável pela contínua produção de lixo, problemática de difícil solução, pois grande parte dos materiais se amontoa desordenadamente em terrenos baldios, margens de estradas, fundos de vale e cursos d'água, e ainda obstrói a drenagem, que cria condições ambientais ainda piores. (Tucci, 2002; Mucelin; Bellini, 2008). Em Sorocaba, apenas 2% das 500 toneladas de lixo produzidos por dia é destinado a alguma das quatro cooperativas que realizam a reciclagem: Cooperativa de Reciclagem de Sorocaba - CORESO (4 núcleos na Zona Norte e 1 núcleo na Zona Leste, atendendo a maior parte do município), Central de Reciclagem da Zona Oeste, formada por três cooperativas, a Reviver, a Cooperativa de Trabalho dos Catadores de Material Reaproveitável de Sorocaba - CATARES, e Espaço Cooperado de Empoderamento Social - ECOESO, que reciclam todo tipo de material passível de reciclagem, incluindo materiais eletroeletrônicos e óleo de cozinha, e Casas do Cidadão e Terminais de Ônibus que tem postos de coleta de pilhas e baterias; sendo que 96% de todos os resíduos gerados são encaminhados para o aterro na cidade vizinha, Iperó, que aumenta em 58% da renda do município comparado quando ele tinha seu próprio aterro. Portanto, esse problema somente é minimizado com coleta seletiva e reciclagem, conscientização da população e penalidades para depósito e lançamento de lixo irregular (Tucci, 2002; Jesus, 2017).

Em 65% dos locais foram encontrados 3 ou menos unidades de lixo no entorno imediato à nascente, e em 12% observou-se mais que 3 unidades de lixo (Figura 29), seguindo critérios de Paraguassú et al (2010), devido à falta de proteção, fazendo com que a população tenha acesso aos locais; a proximidade das nascentes com as residências e estabelecimentos e; ao escoamento superficial contribuir para que o lixo jogado nas vias acabe se depositando nestes locais. A deposição inadequada de resíduos em fundos de vale e cursos d'água favorece abrigo e a proliferação de vetores que transmitem zoonoses, pode gerar contaminação dos corpos hídricos e do solo, assoreamento e enchentes (FUNASA, 2004; Mucelin; Bellini, 2008).

Figura 29. Pontuações verificadas de presença de lixo nas margens.

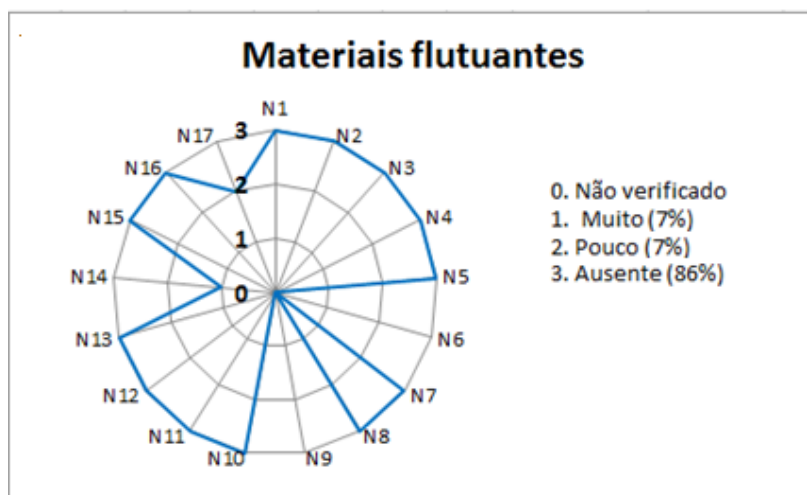


Fonte: da autora.

4.2.4 Presença de materiais flutuantes na nascente, espuma e óleo

Foi detectada a presença de materiais flutuantes (Figura 30) como “muito” em 7% dos locais, e como “pouco” em também 7% das nascentes, e “ausente” em 83% dos locais vistoriados.

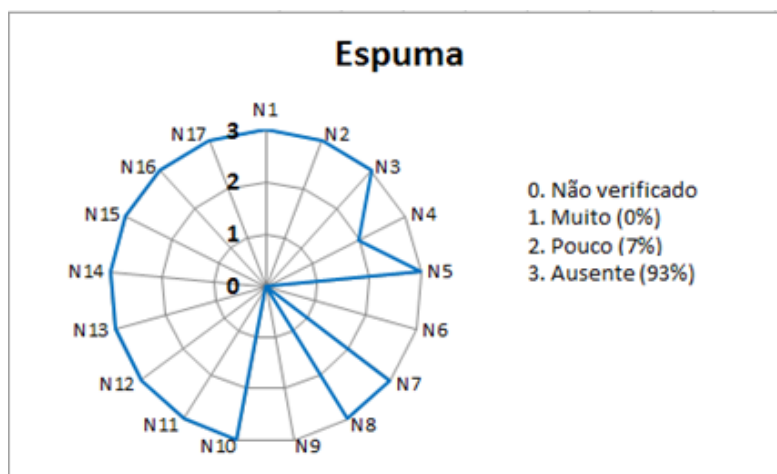
Figura 30. Pontuações atribuídas as nascentes quanto ao parâmetro verificado de materiais flutuantes.



Fonte: da autora.

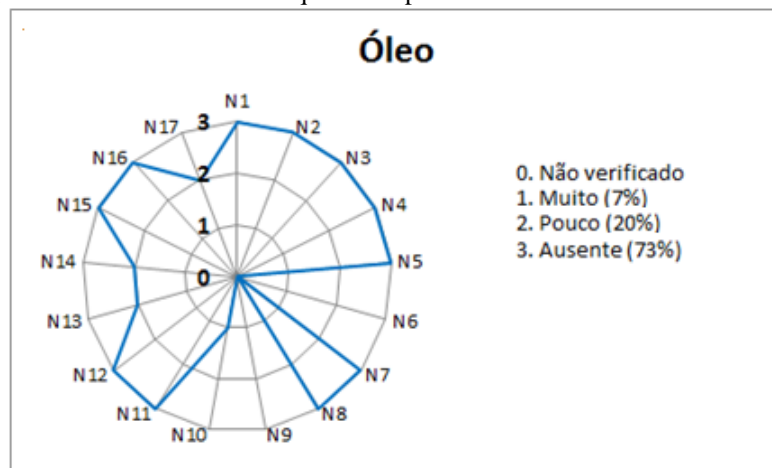
Espumas não naturais foram observadas em pequena quantidade em 7% dos locais (Figura 31), enquanto a presença de óleo (Figura 32) foi diagnosticada como “pouco” em 20% dos locais, e como “muito” em 7%, estando virtualmente ausente a presença de espuma e óleo (não perceptível pela visão) em 93% e 73% das nascentes, respectivamente.

Figura 31. Pontuações atribuídas as nascentes quanto ao parâmetro verificado de espuma.



Fonte: da autora.

Figura 32. Pontuações atribuídas as nascentes quanto ao parâmetro verificado de óleo.



Fonte: da autora.

A presença de materiais flutuantes, espumas e óleos, são indicativos de poluição sanitária, provavelmente devido à proximidade dos afloramentos com estabelecimentos residenciais e comerciais, fazendo com que o lixo acumulado nos locais e as atividades de entorno resultem na contaminação da água (FUNASA, 2004).

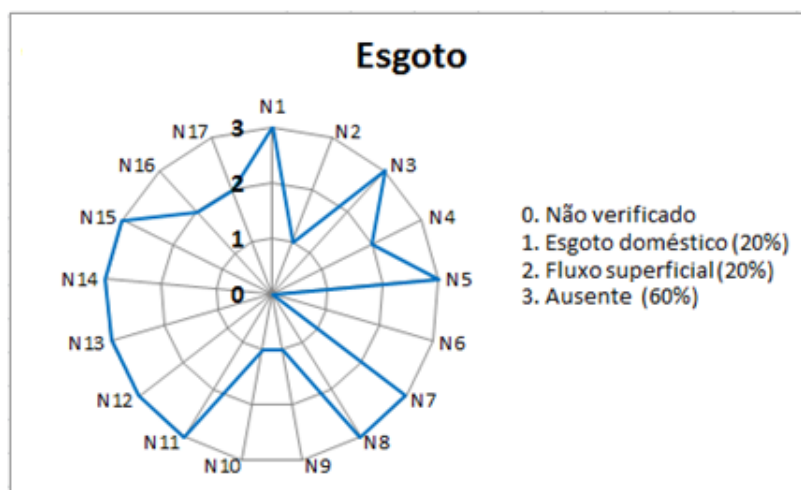
A avaliação de materiais flutuantes, óleos, substâncias que comuniquem odor e coloração da água estão previstos pela Resolução CONAMA nº 357/2005, o qual para águas doces de classe I, destinadas ao abastecimento para consumo humano e preservação do equilíbrio natural das comunidades aquáticas, define na Seção II, art. 14 que esses parâmetros devem estar virtualmente ausentes (BRASIL, 2005).

4.2.5 Esgoto

A cidade de Sorocaba possui 96% do seu esgoto captado e 98% deste é tratado pela concessionária Serviço Autônomo de Água e Esgoto (SAAE), (CETESB, 2015). Observou-se que em 20% dos locais visitados há evidências do lançamento de efluentes domésticos na rede de drenagem pluvial, que escoam pelos rios urbanos, acarretando sérios riscos ao meio ambiente e a população, pois são descartados sem o devido tratamento (Tucci, 2008). A impermeabilização do solo, quando somada com a instalação de condutos de esgotamento pluvial na área urbanizada, faz com que a água escoe para fora do sistema, comprometendo o fluxo de água que alimenta os reservatórios subterrâneos (Sander et al., 2006). O fato das tubulações pluviais serem direcionadas aos leitos faz com que a água das chuvas desague diretamente nas nascentes, sem dispositivos de proteção na maioria dos casos (como escadas hidráulicas), que acarreta a formação de erosões e leva consigo lixo das ruas e sedimentos.

Em 20% dos locais, observou-se o fluxo superficial de dejetos (origem difusa) (Figura 33), ou seja, quando próximo e acima da cabeceira foi constatado a presença de animais, seus excrementos são depositados na nascente através de escoamento superficial, contaminando-a.

Figura 33. Pontuações atribuídas as nascentes quanto aos parâmetros verificados de esgoto.



Fonte: da autora.

4.2.6 Vegetação

A vegetação é importante na produção de água em uma bacia hidrográfica, pois a influencia em processos hidrológicos como a interceptação, transpiração, infiltração, percolação, dentre outros, basicamente aumentando a capacidade de infiltração de água no solo (Lima, 1986). O processo de urbanização diminui a área de cobertura vegetal, esta, que promove a proteção do solo exercida pela copa das árvores e a estabilização do solo conferida

pelas raízes, e a mesma encontra-se esparsa em alguns locais vistoriados, o que contribui para que o solo fique exposto e a erosão aumente em períodos chuvosos. A impermeabilização do solo e o traçado inadequado das ruas são outro fator importante que contribui para o assoreamento e a erosão nos canais fluviais, pois a velocidade de escoamento da água aumenta o arraste de resíduos sólidos dos corpos hídricos e deteriora a qualidade da água pluvial em rios urbanos (Galeti, 1985; Tucci; Collischonn, 1998; Tucci, 2008).

Por ser um município bem urbanizado, as manchas de vegetação em Sorocaba tendem a permanecer nas várzeas, fundo de vale e áreas alagáveis, principalmente na área central e sul do município, a qual se localiza a sub-bacia Ribeirão do Lajeado. São nestas áreas que há um déficit de vegetação em APP com cobertura florestal (Smith, 2003).

Segundo a Lei nº 12.651 de 25 de maio de 2012, Código Florestal, art. 3º, a Área de Preservação Permanente (APP) é definida como: “área protegida, coberta ou não por vegetação nativa, com a função ambiental de preservar os recursos hídricos, a paisagem, a estabilidade geológica e a biodiversidade, facilitar o fluxo gênico de fauna e flora, proteger o solo e assegurar o bem-estar das populações humanas”. Em 76% dos locais, a vegetação da APP (Figura 35) apresenta estágio inicial de regeneração, com fisionomia florestal baixa, podendo ocorrer estrato herbáceo e pequenas árvores, DAP de troncos de árvores mais representativas de até 10 centímetros, epífitas pouco abundantes sendo em sua maioria musgos e líquens, serrapilheira formando camada fina e pouco decomposta, diversidade biológica baixa e espécies vegetais abundantes de estágio pioneiro, em concordância com a Resolução CONAMA nº 01, de 31 de janeiro de 1994, Art. 2º, Inciso I, que caracteriza vegetação em estágio inicial de regeneração.

Em 7% dos locais vistoriados a APP estava suprimida, dando lugar a gramíneas, solos expostos e modificações antrópicas. Em 17% dos locais vistoriados a APP apresenta estágio médio de regeneração, com características que seguem a Resolução CONAMA nº 01, de 31 de janeiro de 1994, inciso 2º, como árvores de variados tamanhos, DAP das árvores mais expressivas acima de 10 cm, árvores com mais de 10 metros, epífitas recorrentes, inclusive como bromélias, trepadeiras lenhosas, serrapilheira com camada espessa, diversidade significativa, não sendo possível identificar apenas 10 espécies mais recorrentes.

Foi muito observado nos fragmentos, espécies florestais trepadeiras, que são componentes estruturais que ocorrem naturalmente em florestas tropicais, e importantes para manutenção da biodiversidade, ofertando recursos aos polinizadores e dispersores de sementes, pois atuam na função do ecossistema e compõe os principais elementos de início da sucessão (Engel et al, 1998). Essas espécies mantêm a integridade do ecossistema, porém

fragmentos frágeis podem atingir níveis os quais a homeostase não evita o processo de degradação estrutural e funcional do local, havendo abundância destas em bordas e clareiras (Pujals, 2009), atingindo o dossel e competindo de maneira eficaz por claridade, matando as árvores. Também foi observado pela pesquisadora que nos fragmentos havia mais serrapilheira na borda do que no seu interior, o que pode ser explicado por existir nas bordas maiores aberturas de dossel, o que causa maior lentidão de decomposição da matéria orgânica (Portela; Santos, 2007).

As formações florestais ripárias possuem funções hidrológicas como o aumento da infiltração de água no solo (que aumenta a capacidade de armazenamento e contribui para aumento da vazão na estação seca do ano); filtragem superficial de sedimentos e particulados (que auxiliam em processos de ciclagem de nutrientes); estabilização das margens dos cursos d'água (que reduzem assoreamentos do leito do curso d'água e processos erosivos pela estabilidade conferida pelas raízes); atenuação da radiação solar (que influencia positivamente na produção primária do ecossistema lótico e equilíbrio térmico da água) contribuindo para melhor qualidade da mesma, além de refugiar a fauna e atuar como corredor ecológico (o que facilita o trânsito de pólen e sementes, o fluxo gênico entre populações, reprodução e sobrevivência das espécies) (Macedo et al, 1993; Primack e Rodrigues, 2001; Lima; Zakia, 2009; Barreto et al, 2010; Castro 2012). As matas ciliares da bacia do Rio Sorocaba foram reduzidas em consequência da urbanização, afetando os processos hidrológicos e diminuindo o nível do lençol freático, além de interferir na sobrevivência da fauna pelas mudanças na composição florística, fragmentação da vegetação nativa, extinção de espécies nativas e proliferação de espécies exóticas, poluição, alteração na disponibilidade de alimentos, zoonoses e aumento de transmissão, flutuação nas populações já existentes e aumento das perturbações (Haggard, 1990, Marzluff, 2001; McKinney, 2002; Chace; Walsh, 2006; Grimm et al, 2008; Goddard et al, 2010).

O Índice de Circularidade (IC) e o Índice de Efeito de Borda (IEB) foram usados para se calcular o Índice de Exposição Antrópica (IEA), que varia de 0 a 1, onde o valor 1 representa o pior cenário em relação à exposição dos fragmentos aos efeitos das atividades antrópicas e valor 0 quando há uma situação de menor pressão antrópica sobre o fragmento. As classes de IEA variam de 0 a 0,4 (baixa exposição), de 0,4 a 0,7 (média exposição) e acima de 0,7 (alta exposição). Segundo mapa de Lourenço et al (2013), apresentado no Plano Municipal de Mata Atlântica de Sorocaba, podemos verificar que todos os fragmentos da sub-bacia do Ribeirão do Lajeado estão sob alta exposição antrópica e são todos menores que 5 hectares. Na análise de correlação, os fragmentos menores estão mais próximos de outros

fragmentos, mas deve-se salientar que a matriz é caracterizada pela mancha urbana, que dificulta o deslocamento da fauna e a dispersão da flora (Mello, 2012), tendo em vista que a APP, que deveria ser contínua, atuando como corredor, está fragmentada, ou não corresponde a largura da faixa de mata ciliar disposta pela lei nº 12.651/2012, do Código Florestal:

Art. 2º Consideram-se de preservação permanente, pelo só efeito desta Lei, as florestas e demais formas de vegetação natural situadas:

a) ao longo dos rios ou de qualquer curso d'água desde o seu nível mais alto em faixa marginal cuja largura mínima seja:

1) de 30 (trinta) metros para os cursos d'água de menos de 10 (dez) metros de largura;

b) 50 (cinquenta) metros para os cursos d'água que tenham de 10 (dez) a 50 (cinquenta) metros de largura; [...]

[...] IV - as áreas no entorno das nascentes e dos olhos d'água perenes, qualquer que seja a sua situação topográfica, num raio mínimo de 50 (cinquenta) metros.

De acordo com os princípios da biologia da conservação e da ecologia da paisagem, o tamanho do fragmento tem efeito direto nas populações: quanto menor, pior é sua viabilidade para a manutenção das espécies, maior a ocorrência de extinções locais e alterações em processos naturais das comunidades (Scariot et al, 2003). Quanto mais irregular sua forma, mais propício a sofrer com fatores externos e prejudiciais; quanto menor o fragmento, maior é a influência externa sobre ele, sofrendo efeito de borda, considerada por Tabarelli et al (2009), uma transição abrupta entre a margem de uma floresta e a matriz ao seu redor, que neste caso, é o meio antrópico. As bordas dos remanescentes sofrem efeitos que causam alterações nos fragmentos como um todo: aumento da temperatura do ar, alta intensidade de ventos e pouca umidade relativa do ar e solo devido a abertura do dossel, mudanças na composição de nutrientes no solo, introdução de sementes dispersas pelo vento, patógenos e insetos, além de causar danos a vegetação (Murcia, 1995; Scariot et al, 2003). Seus efeitos são percebidos por organismos até 500 metros adentro do fragmento, porém os efeitos negativos ocorrem principalmente nos primeiros 100 metros de distância da borda, na margem, pois a incidência de luz é alta e a umidade é baixa; provavelmente a densidade de plantas é maior na borda, sendo que remanescentes com menos de 100 metros são considerados inteiramente bordas (Rodrigues, 1998), como é o caso das APPs da sub-bacia em questão.

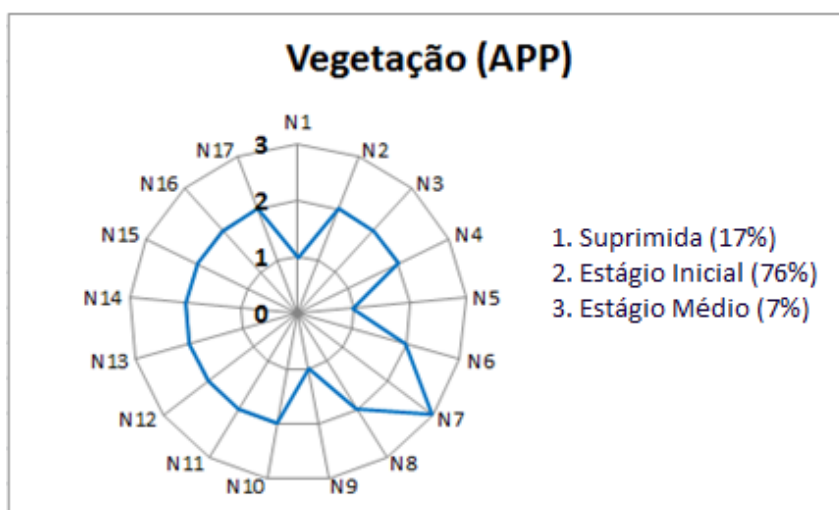
A perda ou diminuição de espécies em fragmentos florestais não ocorre apenas pela redução do tamanho de um habitat, mas sim, de acordo com o arranjo espacial e a distância entre os fragmentos, ou seja, quanto maior a distância entre um fragmento e outro, maior é o efeito negativo sobre o deslocamento de organismos e propágulos (Brancalion et al, 2009). Tal distanciamento pode representar uma barreira importante para espécies funcionais como,

por exemplo, as dispersoras e as polinizadoras, que são responsáveis pelo balanço de extinção e recolonização entre áreas fontes e sumidouros, pois a distância as isola (Tabarelli et al, 2005).

Outro fator influenciador na perda ou diminuição das espécies, além do tamanho, forma e distância entre os fragmentos é a matriz. A matriz antrópica altera a composição de espécies e estrutura, podendo interferir no processo de sucessão e introduzir espécies exóticas e invasoras, que são a segunda maior ameaça mundial à biodiversidade, perdendo apenas para a destruição de habitats (Ferreira et al, apud Ziller, 2001). De acordo com Awade; Metzger, (2008), pequenas aves se deslocam em uma extensão de 50 m, já autores como Forero-Medina; Vieira, (2009) afirmam que o deslocamento de aves e pequenos mamíferos podem chegar à 100 m e para alguns pequenos mamíferos e insetos, de acordo com Tonhasca Junior et al (2003); Vieira et al, (2009), este deslocamento está compreendido de 500 m e 1000 metros.

Os fragmentos florestais urbanos além de refugiar a fauna e contribuir para sua conservação, fornecem recreação, diminuição da temperatura local, redução de escoamento superficial, redução de ruídos, e proporcionam efeitos benéficos nas pessoas que mantêm contato com a natureza frequentemente (Tzoulas et al, 2007; Swartz et al, 2014; Carrus et al, 2015; Threlfall et al; 2016).

Figura 34. Pontuações atribuídas as nascentes quanto ao parâmetro verificado de vegetação.



Fonte: da autora.

4.2.6.1 Adequação ambiental das APPs e nascentes em áreas urbanas

Para melhor compreensão de como as nascentes estão protegidas (ou não) por suas matas ripárias, foi efetuada uma análise mais detalhada do uso do solo na sub-bacia Ribeirão

do Lajeado, em busca de identificar o quão compatível o entorno de nascentes e as faixas marginais de cursos d'água estão com o Código Florestal. Portanto, foram considerados faixas de 50 metros de APP no entorno do córrego Ribeirão do Lajeado, 30 metros nos demais cursos d'água, e um raio de 50 metros em torno das nascentes.

Os corpos d'água (todos os córregos da sub-bacia do Ribeirão do Lajeado e as lagoas), compõe 64,2% da área total da APP, e 1,6% é composto pelas várzeas. A área urbana corresponde a 17,5% da APP, ou seja, pavimentos impermeáveis e construções em geral: comerciais, industriais, mas em sua maioria residenciais. A vegetação pioneira, expressiva pelas gramíneas, compõe 7,8% da APP, e são locais prioritários para recomposição, pois são áreas passíveis a isso. A vegetação nativa, representada por mata ciliar e fragmentos florestais que compõe a APP, representa 8,8% da área, e estes eram esperados que estivessem presentes em sua maioria, pois são os responsáveis pelos serviços ecossistêmicos. Em sua minoria, foram encontrados 0,10% de produção agrícola na Área de Preservação Permanente (Quadro 3).

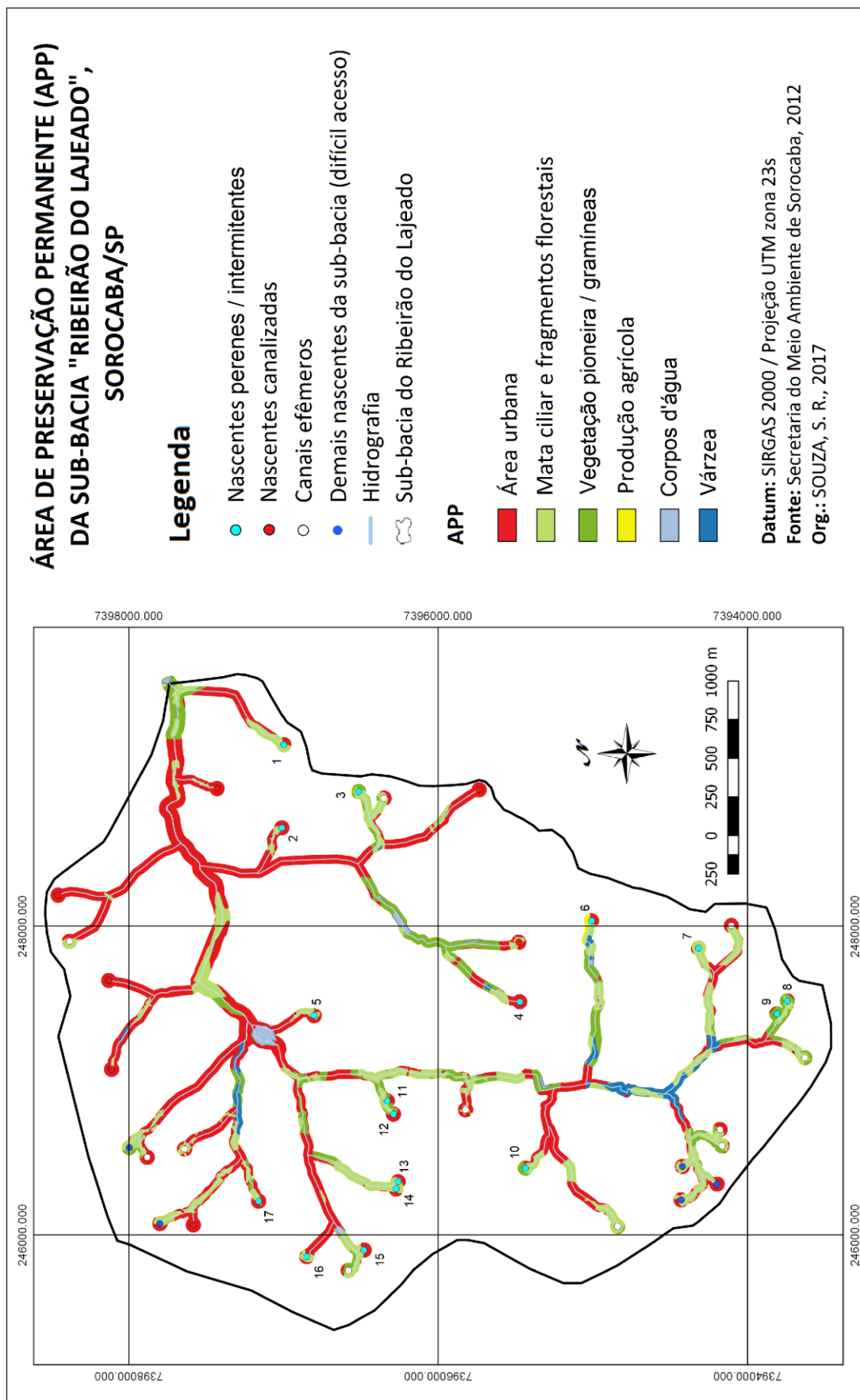
Quadro 3. Área total e área relativa dos usos do solo nas Áreas de Preservação Permanente do Ribeirão do Lajeado e corpos d'água

<i>Uso</i>	Área Total (km²)	Área Relativa (%)
<i>Mata ciliar / fragmentos florestais</i>	0,45	8,8
<i>Vegetação pioneira / gramíneas</i>	0,40	7,8
<i>Instalações urbanas</i>	0,90	17,5
<i>Produção agrícola</i>	0,01	0,2
<i>Corpos d'água</i>	3,30	64,2
<i>Várzeas</i>	0,08	1,6
<i>Total de APP</i>	5,14	100

Fonte: da autora.

Esses dados podem ser observados visualmente (Figura 35) por meio do mapa temático:

Figura 35. Área de Preservação Permanente da sub-bacia Ribeirão do Lajeado.



Fonte: da autora.

Como citado anteriormente, a reformulação do Código Florestal manteve a definição de área de Preservação Permanente desde a Lei nº 4.771/65:

Área de Preservação Permanente - APP: área protegida, coberta ou não por vegetação nativa, com a função ambiental de preservar os recursos hídricos, a paisagem, a estabilidade geológica e a biodiversidade, facilitar o fluxo gênico de fauna e flora, proteger o solo e assegurar o bem-estar das populações humanas.

As Áreas de Preservação Permanente e as zonas urbanas nunca andaram “de mãos dadas”, pois desde o Código Florestal da Lei nº 4771/65 o disposto na lei abordava o uso e ocupação do solo apenas nos espaços rurais, e apenas leis de âmbito estadual ou municipal estabeleciam restrições (BRASIL, 1965). Com a Resolução CONAMA 303/2002, foi compreendido que juridicamente as APPs devem ser aplicadas às zonas urbanas, e outras normas foram estabelecidas após essa, o que gerou conflitos entre a gestão urbana usualmente aplicada nesses territórios com a proteção ambiental. Com o Novo Código Florestal (12.651/12), as Resoluções CONAMA que dispunha sobre as APPs foram revogadas, pois seus atos normativos são inferiores (Carvalho, 2013).

O Novo CFlo estabelece que as situações consideradas à APPs em zonas rurais também devem ser aplicadas às zonas urbanas, porém dispõe nos § 9 e § 10, que em áreas urbanas e regiões metropolitanas, deverá ser observado o que está previsto no Plano Diretor, já que os estados e municípios podem mudar parâmetros das leis federais, desde que, prevaleça a lei mais restritiva em defesa do meio ambiente; pois as autoridades municipais e a população são quem conhece os problemas ambientais da sua localidade (Antunes, 2015). Vale ressaltar que a legislação municipal de Sorocaba para o Ribeirão do Lajeado mantém as mesmas situações dispostas pelo CFlo (SOROCABA, 2014). Mesmo assim, no CFlo, não houve referência em como deve ser tratado as APPs de áreas urbanas, tendo em vista que os desafios enfrentados por ela são distintos das áreas rurais, havendo uma brecha que possibilita concluir que as APPs urbanas podem ser dispensadas de conservação, vez que não desempenham função ambiental (Corrêa, 2016).

Segundo Antunes (2015), os principais impactos nas APPs urbanas geradas pelo Novo Código Florestal são provenientes de inovações em: casos de utilidade pública e de interesse social, além das intervenções de menor impacto, reduzindo expressivamente a proteção que, deveria ser permanente, como seu próprio nome sugere, destas áreas.

4.2.6.1.1 Código Florestal: utilidade pública e APPs urbanas

Nos casos de utilidade pública, recebem destaque duas modificações, ambas dispostas no Art. 3º, inciso VIII:

b) as obras de infraestrutura destinadas às concessões e aos serviços públicos de transporte, sistema viário, inclusive aquele necessário aos parcelamentos de solo urbano aprovados pelos Municípios, saneamento, gestão de resíduos, energia, telecomunicações, radiodifusão, instalações necessárias à realização de competições esportivas estaduais, nacionais ou internacionais, bem como mineração, exceto, neste último caso, a extração de areia, argila, saibro e cascalho.

O resultado foi a permissibilidade de utilizar Áreas de Preservação Permanentes para construção de ruas, que viabiliza empreendimentos privados, não havendo a necessidade de comprovar a inexistência de alternativa técnica locacional (necessária no código florestal anterior). A mesma alínea permite também, que uma APP seja utilizada para construções de infraestruturas relacionadas a eventos esportivos, necessitando apenas demonstrar que a mesma será de utilidade pública, sem comprovar a inexistência de alternativa de construção em outra localidade. Após a conclusão do evento, a área continuará existindo, pública ou privada, e lucramente ativa (Antunes, 2015; Azevedo; Oliveira, 2013).

4.2.6.1.2 Código Florestal: interesse social e APPs urbanas

Nos casos de interesse social, recebem destaque as inovações presentes no Art. 3º, inciso IX:

c) a implantação de infraestrutura pública destinada a esportes, lazer e atividades educacionais e culturais ao ar livre em áreas urbanas e rurais consolidadas, observadas as condições estabelecidas nesta Lei;
d) a regularização fundiária de assentamentos humanos ocupados predominantemente por população de baixa renda em áreas urbanas consolidadas, observadas as condições estabelecidas na Lei nº 11.977, de 7 de julho de 2009

A implantação de infraestrutura pública se refere a todas as modalidades de APPs, exceto supressão de vegetação nativa protetora de nascentes, dunas e restingas, flexibilizando intervenções em áreas frágeis e carentes de atenção – as áreas urbanas consolidadas, sem necessidade de apresentar relatório que comprove a impossibilidade de alternativa técnica ou locacional (Antunes, 2015; Carvalho, 2015; Azevedo; Oliveira, 2013).

No que se refere a regularização fundiária, a mesma é prevista em assentamentos em APPs em áreas urbanas consolidadas ocupadas até 2007, desde que não sejam em áreas de

risco, remetendo à Lei nº 11.977/09, do Programa Minha Casa Minha Vida. A lei não discute a continuidade das atividades recorrentes à urbanização, que reforça a falta de regulamentação específica para APPs urbanas, pois isso promove questionamentos acerca do tema, e deixa vago quando as APPs teriam (ou não) função de APPs, já que o direito a propriedade está garantido pelo Art. 5º, capítulo XXII da Constituição Federal, sendo esta a maior ameaça à integridade das Áreas de Preservação Permanentes (Antunes, 2015; Azevedo; Oliveira, 2013).

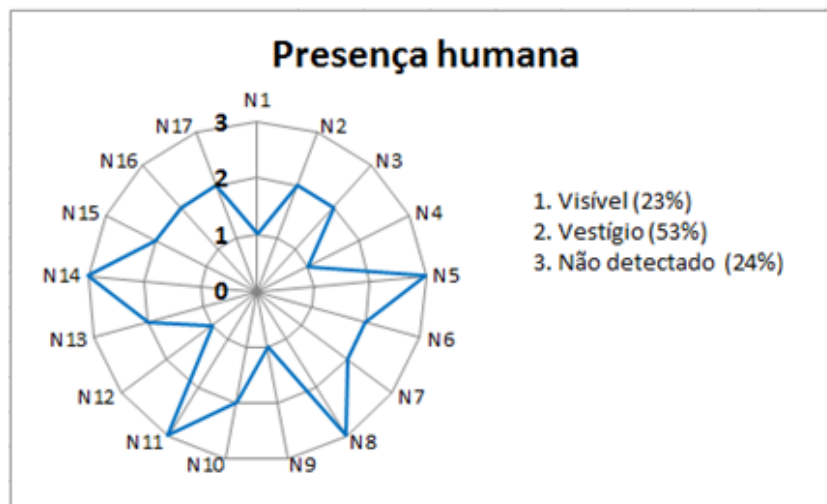
As leis ambientais, além de, cada vez mais flexíveis e facilitadoras das ações de âmbito social e econômico em detrimento da conservação, não buscam refrear iniciativas conflitantes com a conservação das APPs, porém, quando dispõe leis que o fazem, as mesmas visam proteger o que não existe mais, como fica evidente ao observar o mapa da Figura 35, cenário que ocorre em outras sub-bacias urbanas brasileiras.

4.2.7 Presença humana

A urbanização é um processo social, econômico, político e tecnológico em expansão, e até 2050, mais de 75% da população mundial irá viver em cidades e seus ambientes peri-urbanos, ou seja, cada vez mais os espaços florestais serão substituídos se não houver planejamento para gerir essa expansão (United Nations, 2013; Haase, 2014). Como efeito da alta densidade demográfica na sub-bacia do Ribeirão do Lajeado, em 53% das nascentes foram detectados vestígios da presença humana através da presença de lixo, pegadas, trilhas, plantações e bombas de sucção, e em 23% dos locais foi observada a presença de humanos próximos do olho d'água (Figura 36). Em 24% dos locais, não foi detectado presença humana ou vestígios dela.

O crescimento das cidades nos países subdesenvolvidos acompanha a pobreza, devido ao aumento da distância entre a renda das famílias de baixa renda e o valor de mercado das terras, fazendo com que haja um crescente de moradias informais, muitas delas em Áreas de Preservação Permanente (UNESP, 2002; Vollmer et al, 2015). Entretanto, não foram encontrados moradias informais ou vestígios delas nas áreas vistoriadas.

Figura 36. Pontuações atribuídas as nascentes quanto ao parâmetro verificado presença humana.



Fonte: da autora.

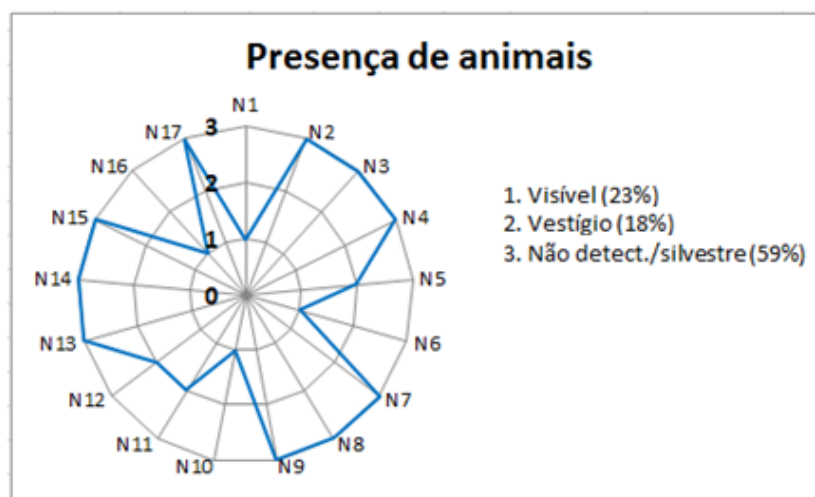
4.2.8 Presença de animais

Espera-se que as áreas urbanas simplifiquem os habitats e crie paisagens com espécies exploradoras urbanas, homogeneizando a biodiversidade (Boscolo et al, 2006; Melles et al, 2003). Entretanto, Therelfall et al (2016) indica que a vegetação nativa aumenta a diversidade de invertebrados, aves e morcegos nas paisagens urbanas, o que leva a melhorar a qualidade do habitat e diversidade em todos os níveis tróficos (Burghardt et al, 2009). Outros estudos indicam que a combinação de um rio, uma área urbana heterogênea e um fragmento florestal, faz com que sua bacia urbana, mesmo que pequena e perturbada, possa abrigar uma grande riqueza e diversidade de espécies, pois o rio permite que haja persistência e funcionalidade de certos grupos animais (Suri et al, 2017). Em consonância a estes estudos, foi observado que em 59% dos locais vistoriados, houve a presença de animais silvestres (ou, ao menos, não detectado nenhum animal doméstico), sendo o melhor cenário a ser encontrado, e em 18% dos locais foram encontrados vestígios de animais, através da observação de fezes, sons, pegadas, tocas ou esqueletos.

Em 23% dos locais foi visível a presença de animais domésticos, sendo estes galinhas e cachorros, mas não foi constatado a presença ou vestígios de animais de grande porte como ruminantes bovinos ou equinos (Figura 37), o que já era esperado devido a sub-bacia ser urbana; ou seja, a presença destes animais domesticados embasou em alguns locais a presença de fluxo superficial de esgoto, porém a entrada e permanência de animais de grande porte na

APP que geram o pisoteio da vegetação e, conseqüentemente, a compactação do solo, o assoreamento, diminui a capacidade de infiltração e promove baixa regeneração de vegetação da área, não foi diagnosticada (Zanzarine; Roselen, 2007; SEMA, 2015).

Figura 37. Pontuações atribuídas as nascentes quanto ao parâmetro verificado de presença de animais.



Fonte: da autora.

4.2.9 Proximidade com estabelecimentos

O Capítulo II, artigo 4º do Código Florestal (Lei nº 12.651/12), considera como Área de Preservação Permanente, em zonas rurais ou urbanas, as florestas e demais formas de vegetação naturais situadas: IV - as áreas no entorno das nascentes e dos olhos d'água perenes, qualquer que seja sua situação topográfica, no raio mínimo de 50 (cinquenta) metros (BRASIL, 2012). Esta pesquisa diagnosticou que 100% dos locais não cumpre com a lei, pois residências e estabelecimentos ou plantações estavam a menos de 50 metros de distância do olho d'água, portanto, sem APP (Figura 38).

Nas vistorias foi possível observar que, em sua maioria, as APPs são constituídas por residências em bairros abertos, condomínios ou edifícios. Algumas dessas áreas foram identificadas com plantação, e apresentam descaracterização da paisagem além de possível contaminação dos recursos hídricos devido ao uso de produtos químicos para eliminar pragas e melhorar a produtividade dos produtos cultivados. Os 50 metros mínimos estipulados pelo CFlo estão, em sua maioria, sendo cumpridos na mata ciliar ao longo dos córregos, mas encontra-se também muitas áreas de vegetação pioneira/gramíneas em locais que deveriam ser de mata ciliar.

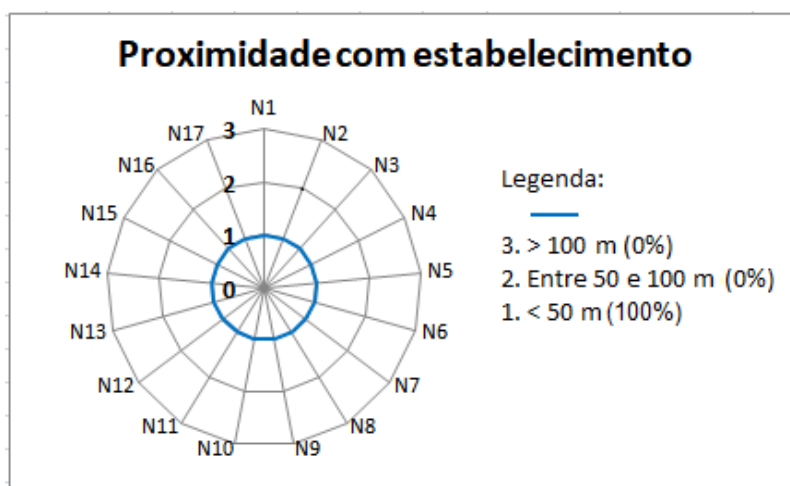
As Áreas de Preservação Permanentes possuem a função de preservar os recursos hídricos, o solo, a biodiversidade, garantir o fluxo gênico da fauna e flora, e garantir a

qualidade da água, vez que impedem o contato direto dos poluentes superficiais com a água dos mananciais (Brasil, 2002; Martins, 2007 (Porto, 2012), e as APPs urbanas ainda auxiliam na manutenção da permeabilidade do solo, na atenuação de desequilíbrios climáticos intra-urbanos, atuam como refúgio para fauna e protegem os corpos hídricos (BRASIL, 2012).

As modificações em APP comprometem a qualidade dos recursos hídricos, pois gera fenômenos como o da eutrofização, que acarreta a morte da fauna aquática; diminuição da diversidade biológica nativa; redução da evapotranspiração; alteração dos cursos d'água em virtude da canalização, utilização do espaço para infraestrutura urbana e até mesmo esgoto a céu aberto; aumento dos sedimentos produzidos pela bacia devido às construções, aumento da deposição de lixo pela população e outros processos de poluição difusa; assoreamento, erosão, alagamentos e inundações; diminuição de infiltração de água no solo, diminuindo o nível do lençol freático (Silva, 2000; Tucci, 2002; Tucci, 2003; Vargas, 2008); construindo um desenvolvimento que caminha em contrário à sustentabilidade.

Com o crescente aumento populacional das cidades, alguns fatores como a falta de políticas públicas, pouca responsabilidade ambiental, o desconhecimento sobre a legislação, as poucas repreensões que inibam práticas ilícitas e a falta de fiscalização, fazem com que a ocupação desordenada das APPs ocorra com frequência, em sua grande maioria pelas famílias de baixa renda (Pinheiro e Procópio, 2008), sendo principal motivo de deterioração da qualidade da água nos rios de perímetro urbano de acordo com Porto (2012), e coloca em pauta um conflito socioambiental, vez que a ocupação sem planejamento não respeita a dinâmica da água (Nery, 2006).

Figura 38. Pontuações atribuídas as nascentes quanto ao parâmetro verificado de proximidade da nascente com estabelecimentos.

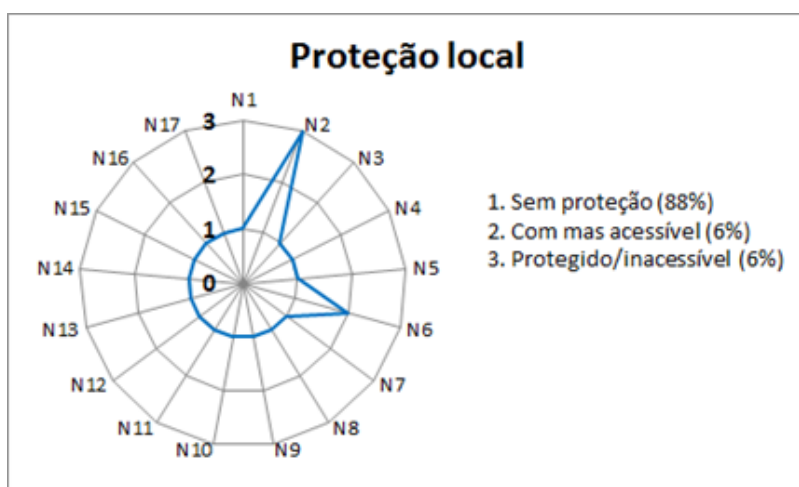


Fonte: da autora.

4.2.10 Proteção local

Em 88% dos locais o fragmento estava sem proteção (cercamento), e em apenas 6% estava protegido, porém acessível e 6% protegido e inacessível (Figura 39), ressaltando que as cercas encontradas estavam em torno da APP. A proteção dos fundos de vale são positivos para inibição da poluição por resíduos sólidos, principal problema encontrado nas cabeceiras deste estudo, além de evitar a presença de animais domésticos, que eventualmente causam danos à revitalização das matas ciliares, bem como inibe a presença de pessoas que possam realizar rituais religiosos nas áreas; criminosos que usam a área para esconder entorpecentes ou utilizá-la como rota de fuga; moradores que possam usar a área como lazer; ocupações ilegais, e demais atividades que possam ser realizadas nestes locais, pois contaminam física, biológica e quimicamente o terreno (Daker, 1976; SEMA, 2015).

Figura 39. Pontuações atribuídas as nascentes quanto ao parâmetro verificado de proteção do local onde a nascente está estabelecida.

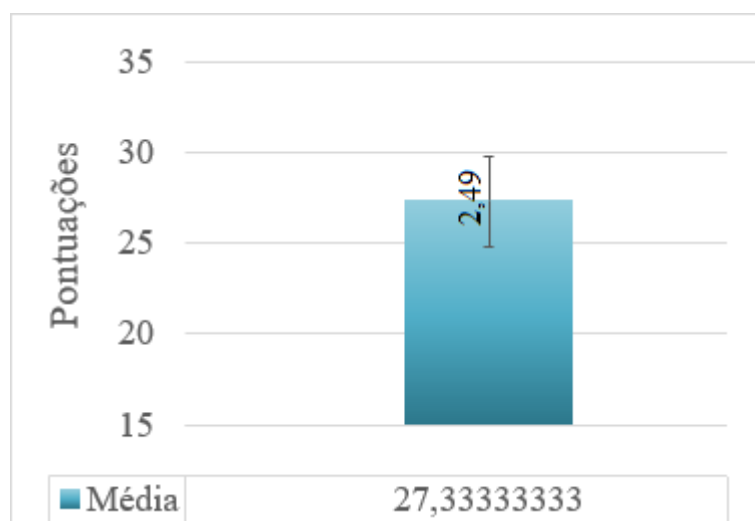


Fonte: da autora.

4.3 ÍNDICE DE IMPACTO AMBIENTAL EM NASCENTES (IAN)

Para definir o intervalo de pontos que compõe cada categoria (A, B, C, D e E), foi aplicado o Desvio Padrão sobre a pontuação final de todas as nascentes. A nota mínima que uma nascente pode receber é 15, e a nota máxima 36 pontos. Assim sendo, a média das notas totais obtidas foi de 27,3, e o Desvio Padrão de 2,49 (Figura 40).

Figura 40. Gráfico representando o desvio padrão.



Fonte: da autora.

Dessa maneira, a análise resultou em um Índice de Impacto Ambiental em Nascentes (IIAN) (Quadro 4).

Quadro 4. Equação e pontuação final para Índice de Impacto Ambiental em Nascentes urbanas com afloramento de água da sub-bacia do Ribeirão do Lajeado, Sorocaba/SP.

Equação	Categoria	Grau de Preservação	Pontuação Final
$\bar{x}+(2\cdot\sigma)$	A	Ótimo	Igual ou acima de 32 pontos
$\bar{x}+\sigma$	B	Bom	Entre 31 e 29 pontos
\bar{x}	C	Razoável	28 e 26 pontos
$\bar{x}-\sigma$	D	Ruim	25 a 23 pontos
$\bar{x}-(2\cdot\sigma)$	E	Péssimo	Igual ou abaixo de 22 pontos

Fonte: da autora.

Nos locais com pouco afloramento (com vertente de água úmida), a qual não era possível realizar a coleta de água, a avaliação foi realizada apenas sobre os parâmetros observáveis para efeitos informativos, ou seja, as nascentes 6 e 9 não participaram do IIAN devido à ausência de fatores quantificáveis (coloração, odor, materiais flutuantes, espuma e óleo) para compor as pontuações.

Com a pontuação final de cada nascente, as mesmas foram atribuídas ao IIAN, se enquadrando em uma das categorias que representam seu grau de conservação (Quadro 5).

Quadro 5. Índice de Impacto Ambiental nas Nascentes (IIAN) da sub-bacia do Ribeirão do Lajeado.

	N1	N2	N3	N4	N5	N7	N8	N10	N11	N12	N13	N14	N15	N16	N17
Coloração	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
Odor	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	2	3
Lixo nas margens	2	2	2	1	2	2	2	1	2	2	2	1	2	2	1
Materiais flutuantes	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	1	3	3	2
Espuma	3	3	3	2	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
Óleo	3	3	3	3	3	3	3	1	3	3	2	2	3	3	2
Esgoto	3	1	3	2	3	3	3	1	3	3	3	3	3	2	2
Vegetação (APP)	1	2	2	2	1	3	2	2	2	2	2	2	2	2	2
Presença humana	1	2	2	1	3	2	3	2	3	1	2	3	2	2	2
Presença de animais	1	3	3	3	2	3	3	1	2	2	3	3	3	1	3
Proteção local	1	3	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Proximidade com estabelecimento	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Total	25	29	29	25	28	30	30	22	29	27	28	26	29	25	25
IIAN	D	B	B	D	C	B	B	E	B	C	C	C	B	D	D

Fonte: da autora.

Por fim, verificou-se a quantidade de nascentes em cada classe de grau de preservação, sendo que 40% das cabeceiras (6 locais) obtiveram índice “B - bom”, 26,5% (4 locais) foram classificados como “C-razoável”, 26,5% (4 locais) como “D-ruim” e 7% (1 local) obteve classificação “E-péssima”, não obtendo nenhuma classificação “A-ótima”.

4.3.1 Melhor e pior classificação

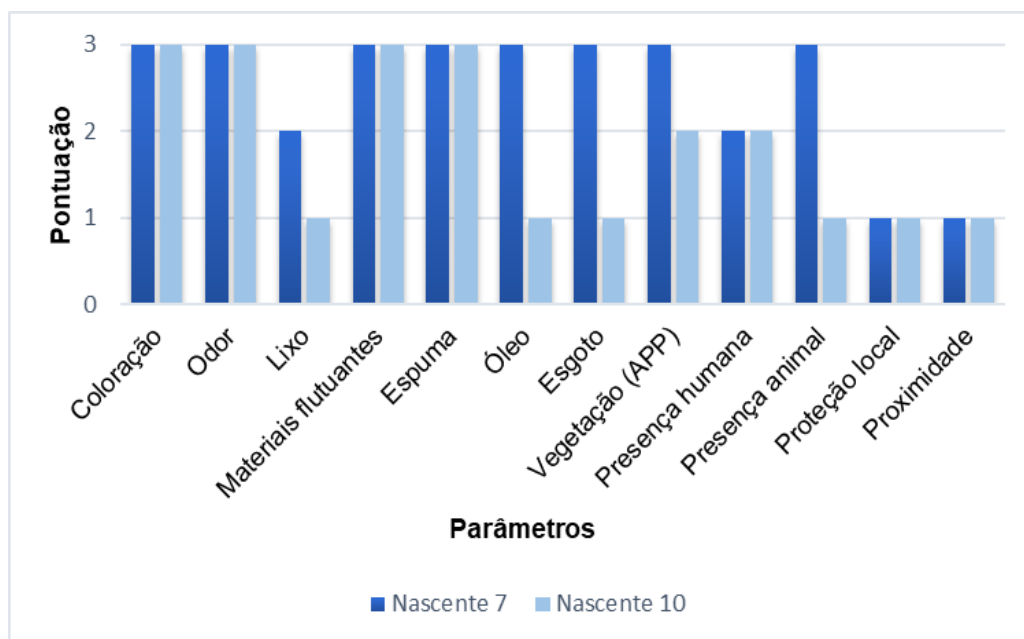
A nascente com a pior classificação foi a N10, obtendo a pior nota, com 22 pontos, classificada como “Péssima”. As nascentes com melhor pontuação, são as N7 e N8, com 30 pontos, classificadas na categoria “Bom”.

Entretanto, a N8 apresenta intensa erosão linear do solo, causada pela concentração de linhas de fluxo de escoamento superficial, causando assoreamento. Isso acontece devido a pavimentação dos níveis superiores, fazendo com que toda a água pluvial chegue em grande quantidade ao leito, carreie e deposite material sedimentar e também o lixo proveniente das vias. O local possui escada hidráulica, responsável por diminuir a velocidade com que a corrente de água chega até o leito, porém, observou-se que a corrente de água chega por diversos pontos, fazendo com que a mesma não cumpra como mitigadora. Para solucionar o problema, seria interessante a construção de reservatórios que possam represar a água e dispersá-la lentamente ao sistema, além da recuperação da cobertura vegetal, aumentando a infiltração do solo e protegendo-o do impacto das gotas de chuva (Filho, 2014).

A ausência do parâmetro “erosão” na análise macroscópica fez com que a pontuação da N8 se mantivesse alta, não a enquadrando em outra categoria que fosse mais condizente com o estado em que se encontra.

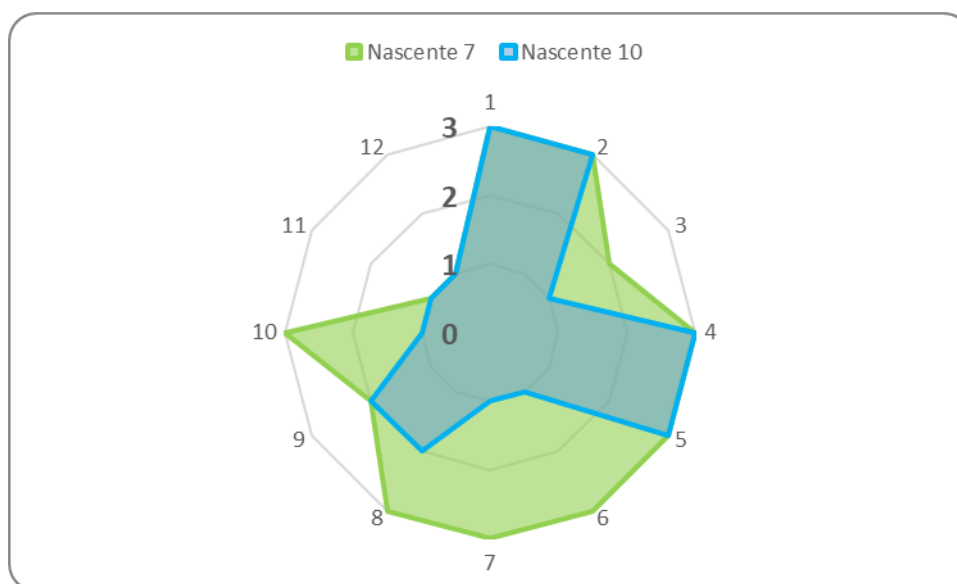
A N10 recebeu a menor pontuação em 6 parâmetros: proximidade com estabelecimento, proteção local, presença de animais, esgoto e óleo. A N7 recebeu a menor pontuação em 2 parâmetros: proteção local e proximidade com estabelecimento (Figura 41 e 42).

Figura 41. Pontuações das N7 e N10, que se enquadraram nas categorias “Bom” e “Péssimo”, respectivamente.



Fonte: da autora.

Figura 42. Pontuações das N7 e N10 em gráfico de radar para melhor visualização das diferenças obtidas entre a melhor e a pior pontuação das nascentes do IIAN.



Fonte: da autora.

Os parâmetros menores pontuados para a N7, foram os principais responsáveis por diminuir a nota final de todos os locais. Todos os locais vistoriados, ou seja, 100% das nascentes, não cumprem o Capítulo II, Art. 4º do CF, que dispõe um raio mínimo de 50 metros de APP no entorno de nascentes e olhos d'água perenes. Das 15 nascentes do IIAN, apenas a N2 recebeu 3 pontos para proteção local, e as outras 14 nascentes receberam 1 ponto, ou seja, 93% das nascentes vistoriadas não continha cerca ou similares em torno da nascente ou da APP, para evitar o acesso de pessoas e animais domésticos. O parâmetro pior pontuado segue sendo o do lixo nas margens, pois todas as nascentes que fizeram parte do IIAN continham lixo próximo do olho d'água.

Os parâmetros melhores pontuados são os de: coloração, pois 100% das nascentes possuem água cristalina observável a olho nu, seguida de odor, com 93% dos locais com odor da água ausente, e espuma, com 93% dos locais ausentes. Estes foram, inclusive, os responsáveis pelas maiores pontuações obtidas pela N10, não deixando que sua pontuação final se tornasse ainda menor.

6. CONCLUSÃO

Categorizando as nascentes de acordo com seu estado de conservação, o Índice de Impacto Ambiental teve como resultado 40% dos locais vistoriados como “bom”, 26,5% “razoável”, também 26,5% dos locais categorizados como “ruim”, e 7% como “péssimo”, não havendo nenhuma das nascentes alcançado o nível considerado “ótimo”.

Os parâmetros que receberam melhores pontuações são, nesta ordem, os de coloração, odor e espuma; e os parâmetros que tiveram mais impacto sobre as nascentes (responsáveis por diminuir a nota final de todas) foram, nesta ordem, os de proximidade com estabelecimento, proteção local e presença de lixo nas margens.

Em pesquisas futuras, outros parâmetros podem ser incluídos na avaliação macroscópica, como o parâmetro “erosão”, assim, contemplando mais situações que podem ser encontradas em campo, para que a análise seja mais ampla, categorizando as nascentes o mais fiel possível com a realidade.

Conclui-se que esta pesquisa foi efetiva para identificar a situação ambiental das nascentes da sub-bacia Ribeirão do Lajeado e sua situação ambiental, primeiro passo imprescindível para subsidiar tecnicamente a elaboração de políticas públicas para gestão das nascentes urbanas e sua conservação ambiental.

7. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Constata-se que é imprescindível o planejamento urbano para que a integridade dos mananciais seja respeitada, ordenando as ações antrópicas nas áreas urbanas de maneira a considerar a capacidade de sustentação dos ecossistemas a nível local e regional e, para que as funções hidrológicas das zonas ripárias sejam eficientes na manutenção da integridade da sub-bacia, e otimizem a qualidade de água e de vida da população (Franco, 2001).

Para que as cabeceiras e, conseqüentemente, os recursos hídricos sejam conservados, esta pesquisa indica fortemente:

➤ que a Prefeitura priorize pesquisas a campo na sua gestão, pois são necessárias para compreensão das reais condições do meio ambiente e para a retomada de programas como o de Recuperação de Matas Ciliares e Nascentes. É inadmissível que projetos como este encontrem-se suspensos por tempo indeterminado, já que os custos para sua realização são irrisórios;

➤ que as Áreas de Preservação Permanentes sejam recompostas nas áreas públicas do município, e que as faixas de APP em áreas particulares sejam fomentadas para que toda a cobertura vegetal seja recomposta, restaurando ambientalmente também as nascentes;

➤ que o local do afloramento, juntamente com os 50 metros de APP ao seu redor, previsto por lei, sejam cercados, a evitar a presença humana e a de animais domésticos e de grande porte nestes locais;

➤ que a arborização urbana seja enriquecida em praças, parques e vias de tráfego, para que as águas pluviais sejam contidas e estes locais atuem como trampolins ecológicos da fauna e melhorem o microclima local;

➤ aumentar a área de infiltração na paisagem urbana através de pavimentos permeáveis, como pisos inter-travados para as calçadas, valas revestidas, trincheiras de infiltração, bacias de retenção, dentre outros;

➤ que espaços verdes urbanos sejam expandidos: em terrenos baldios, hortas urbanas, jardins residenciais, parques públicos, dentre outros, e que prioritariamente sejam utilizadas espécies nativas;

➤ que o poder público considere a elaboração de programas municipais que visem a educação ambiental sobre o tema com a população, dando início a um processo constante de monitoramento das áreas, para que o conflito da urbanização possa ser atenuado com boas práticas;

➤ que dispositivos de proteção (como reservatórios de contenção de cheias) ou de amortecimento (como escadas hidráulicas) sejam instaurados, e até mesmo que novas alternativas possam ser viabilizadas, de maneira a proteger o leito dos canais ao receberem as águas coletadas pelas galerias pluviais;

➤ que a coleta seletiva em Sorocaba seja efetivamente implementada e ampliada, dando condições também às cooperativas para efetuarem a reciclagem dos materiais, pois a destinação final dos resíduos sólidos é de responsabilidade da prefeitura. Dessa maneira, haverá geração de novos empregos, melhoria da qualidade de vida da população e dos mananciais, além de economizar a receita municipal;

➤ que os efluentes sejam preferencialmente desaguados no rio invés dos córregos, pois os corpos receptores de menor vazão, quando recebem lançamentos sequenciais, são mais impactados negativamente por demorarem mais a reestabelecerem seu equilíbrio.

Importante salientar que esta pesquisa é um diagnóstico inicial, o qual espera-se que instigue pesquisadores a realizarem suas pesquisas com a sub-bacia Ribeirão do Lajeado, pois para análises mais profundas sobre sua condição ambiental, é indicado que outros trabalhos a partir deste possam ser desenvolvidos.

8. REFERÊNCIAS

AB'SÁBER, A. N. 1977. *Espaços ocupados pela expansão dos climas secos na América do Sul, por ocasião dos períodos glaciais quaternários*. São Paulo: Universidade de São Paulo, Instituto de Geografia, 19p.

AGENTE IMÓVEL. Preço metro quadrado no Campolim, Sorocaba, SP. Retirado do site: <https://www.agenteimovel.com.br/mercado-imobiliario/a-venda/parque-campolim,sorocaba,sp/>. Acesso em 30/01/2018.

ALMEIDA, A. de. 2001. *História de Sorocaba para crianças*. 5ª edição atualizada, Itu (SP): Ottoni Editora. 118p.

ALTMANN, A. 2012. *Pagamento por serviços ambientais como instrumento de incentivo para os catadores de materiais recicláveis no Brasil*. In Revista de Direito Ambiental nº. 68. São Paulo: Editora Revista dos Tribunais, outubro/dezembro, p. 307-328.

ANTUNES, P. de B. 2015. *Áreas de Preservação Permanente Urbanas – O novo Código Florestal e o Judiciário*. Revista de Informação Legislativa. Ano 52, nº 206.

ARRAES, R. de A.; MARIANO, F. Z.; SIMONASSI, A. G. 2012. *Causas do desmatamento no Brasil e seu ordenamento no contexto mundial*. RESR, Piracicaba-SP, vol50, n. 1, p. 119-140.

AZEVEDO, R. E. S. de; OLIVEIRA, V. P. V. de. 2013. *Reflexos do novo código florestal nas Áreas de Preservação Permanentes Urbanas*. Universidade Federal do Paraná. Desenvolvimento e Meio ambiente, v. 29, p. 71-91.

AWADE, M.; METZGER, J. P. 2008. *Using gap-crossing capacity to evaluate functional connectivity of two Atlantic rainforest birds and their response to fragmentation*. Austral Ecology, 33: 863-871.

BARRETO, Samuel Roiphe (coord.). *Nascentes do Brasil: estratégias para a proteção de cabeceiras em bacias hidrográficas*. São Paulo: WWF - Brasil: Imprensa Oficial do Estado de São Paulo, 2010. 140 p.: il.

BARRETO, I. J. 2011. O olhar da Geografia sobre a verticalização do Parque Campolim, Sorocaba, SP, Brasil. Universidade Estadual de Maringá, Paraná. 9 p.

BAUMGARTEM, M. G.; POZZA, S. A. 2001. *Qualidade de águas*. Descrição parâmetros químicos referidos na legislação ambiental. Rio Grande: FURG, 166 p.

BECKER, S. 2013. *Has the word really survived the population bomb?* Demography, 50 (6). Doi: 10.1007/s13524-013-0236-y.

BELIZÁRIO, W. da S. 2015. *Avaliação Da Qualidade Ambiental De Nascentes Em Áreas Urbanas: Um Estudo Sobre Bacias Hidrográficas do Município de Aparecida de Goiânia/Go*. Revista Mirante, Anápolis (GO), v. 8, n. 1

BENETTE, D. L. 2017. *Sorocaba despenca vertiginosamente no ranking do Município VerdeAzul*. Retirado do site: <http://jornalipanema.com.br/despenca-vertiginosamente-a-posicao-de-sorocaba-no-ranking-do-programa-municipio-verde-azul-cai-de-7o-para-29o-neste-ano/> . Acesso em 02/01/2018.

BOSCOLO D.; METZGER J. P.; VIELLIARD J. M. E. 2006. *Efficiency of playback for assessing the occurrence of five bird species in Brazilian Atlantic Forest fragments*. An.Acad. Bras.Cienc., 78, 629–44.

BRASIL, 1965. Lei 4.771 de 15 de setembro de 1965. Institui o novo Código Florestal. Brasília. Retirado do site: goo.gl/QSX8m6. Acesso em 21/10/2017.

_____; 1994. Ministério do Meio Ambiente, Conselho Resolução CONAMA nº 01, de 31 de janeiro de 1994. Dispõe sobre definição vegetação primária e secundária nos estágios pioneiro inicial, médio e avançado de regeneração de Mata Atlântica. Retirado do site: goo.gl/ERXXhp. Acesso em 06/06/2017.

_____; 1997. Institui a Política Nacional de Recursos Hídricos, cria o Sistema Nacional de recursos Hídricos. Lei n. 9.433, de 8 de janeiro de 1997. Retirado do site http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/L9433.htm. Acesso em 06/04/2016

_____; 2002. Ministério do Meio Ambiente, Conselho Resolução CONAMA nº 303, de 20 de março de 2002. Dispõe sobre parâmetros, definições e limites de Áreas de Preservação Permanente. Retirado do site: goo.gl/4z1ffA. Acesso em 25/05/2017.

_____; 2005. Ministério do Meio Ambiente, Conselho Resolução CONAMA nº 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. Retirado do site: goo.gl/x7zdfV. Acesso em 25/05/2017

_____; 2006. Ministério do Meio Ambiente, Conselho Resolução CONAMA nº 369, de 28 de março de 2006. Dispõe sobre os casos excepcionais, de utilidade pública, interesse social ou baixo impacto ambiental, que possibilitam a intervenção ou supressão de vegetação em Área de Preservação Permanente-APP. Retirado do site: goo.gl/pVv6w8. Acesso em 13/10/2017.

_____; 2012, Lei nº 12.651, de 25 de maio de 2012. Dispõe sobre a proteção da vegetação nativa; altera as Leis nos 6.938, de 31 de agosto de 1981, 9.393, de 19 de dezembro de 1996, e [...]; e dá outras providências. Retirado do site http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2011-2014/2012/lei/112651.htm. Acesso em 06/04/2016

_____; 2012. Ministério do Meio Ambiente. Áreas de Preservação Permanente Urbanas. Retirado do site <http://www.mma.gov.br/cidades-sustentaveis/areas-verdes-urbanas/%C3%A1reas-de-prote%C3%A7%C3%A3o-permanente>. Acesso em 04/12/2016.

_____; 2017, Lei nº 13.465, de 11 de julho de 2017. Dispõe sobre a regularização fundiária rural e urbana [...]. Retirado do site http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_Ato2015-2018/2017/Lei/L13465.htm#art109. Acesso em 06/12/2017.

BRIZACCO, G. *Nascentes de Sorocaba*. Entrevista concedida de Gilson Brizacco, chefe do setor de materiais e logística do SAAE, à Samara Rached Souza em 10 de agosto de 2016.

BURGHARDT, K. T., TALLAMY, D. W., & SHRIVER, W. G. 2009. *Impact of native plants on bird and butterfly biodiversity in suburban landscapes*. Conservation Biology, 23(1), 219–224.

CALHEIROS, R. de O et al. 2004. *Preservação e Recuperação das Nascentes*. In: TABAI, F. C. V.; CALAMARI, M.; BOSQUILIA, S. V.; CALHEIROS, R. de O. Piracicaba: Comitê das Bacias Hidrográficas dos Rios PCJ – CTRN. 40p.

CARVALHO, D. F. de; SILVA, L. D. B. da. 2006. *Hidrologia*. In: Capítulo 3 – Bacia Hidrográfica. Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro. Retirado do site: <http://www.ufrj.br/institutos/it/deng/leonardo/it113-hidrologia.htm>. Acesso em 21/09/2017.

CARVALHO, L. A. de. 2013. *O novo Código Florestal comentado: artigo por artigo, com as alterações trazidas pela Lei 12.727/2012 e referências ao Decreto 7.830/2012*. Curitiba: Juruá. 184-185.

CASTRO, D. 2012. *Práticas para restauração da mata ciliar*. Organizado por Dilton de Castro; Ricardo Silva Pereira Mello; Gabriel Collares Poester. Porto Alegre: Catarse Coletivo de Comunicação. 60p.

CASTRO, P. S. 2007. *Recuperação e conservação de nascentes*. Viçosa, MG: CPT, 272 p.

CETESB (São Paulo). 2015. *Qualidade das águas superficiais no estado de São Paulo 2014*. ISSN 0103-4103. Retirado do site: <<http://www.cetesb.sp.gov.br/agua/aguas-superficiais/35-publicacoes/-relatorios>. Acesso em 10/06/2017.

CHACE, J.F. & WALSH, J.J., 2006. *Urban effects on native avifauna: a review*. *Landsc. Urb. Plan.* 74:46-69. <http://dx.doi.org/10.1016/j.landurbplan.2004.08.007>

CHRISTOFOLETTI, A. 1980. *Geomorfologia*. In: Antonio Christofolletti. A análise de bacias hidrográficas. São Paulo: Edgard Blücher Ltda. p.102 -127.

CLASSIFICAÇÃO DO GRAU DE IMPACTO DE NASCENTES, 2004. Retirado do site: http://snirh.inag.pt/snirh/dados_sintese/qual_ag_anual/qag_anuario.html. Acesso em 11/09/2016.

COLET, K. M. 2012. *Avaliação do impacto da urbanização sobre o escoamento superficial na Bacia do Córrego do Barbado*, Cuiabá/MT, 151 p.

CONAMA. Resolução n. 303, de 20 de março de 2002. Dispõe sobre parâmetros, definições e limites de Áreas de Preservação Permanente. Retirado do site: <http://www.mma.gov.br/port/conama/res/res02/res30302.html>. Acesso em 10/09/2016.

CONSTANTINO, R. B. M; HIRATUKA, M. 2012. *Análise do programa Município VerdeAzul na unidade de gerenciamento de recursos hídricos do pontal do Paranapanema*. Trabalho de Conclusão de Curso (Engenharia Ambiental), UNESP, Presidente Prudente, 79p.

CONSTANZA, R.; GROOT, R. de; BRAAT, L.; KUBISZEWSKI, I.; FIORAMONTI, L.; SUTTON, P.; FARBER, S.; GRAZO, M. 2017. *Twenty years of ecosystem services: how far we come and how far do we still need to go?* *Ecosystem services* 28 p. 1-16. <http://dx.doi.org/10.1016/j.ecoser.2017.09.008>

CORRÊA, C. J. P.; TONELLO, K. C.; FRANCO, F. S. 2016. *Análise hidroambiental da microbacia do Pirajibu-Mirim, Sorocaba, SP, Brasil*. *Rev. Ambient. Água* vol. 11 n. 4 Taubaté. P. 943-953. DOI:10.4136/ambi-agua.1969

CORRÊA, C. J. P. 2016. *Viabilidade da implantação de um programa de pagamentos por serviços ambientais: uma análise na sub-bacia do Pirajibu, Sorocaba-SP*. Dissertação (mestrado) – Universidade Federal de São Carlos – campus Sorocaba. 92p.

COSTA, J. N. M. N. da; DURIGAN, G. 2010. *Leucaena leucocephala (Lam.) de Wit (Fabaceae): Invasora ou ruderal?* *Rev. árvore* vol.34 n.5, Viçosa, MG. DOI <http://dx.doi.org/10.1590/S0100-67622010000500008>

COVRE, E. B. 2010. *Caracterização de nascentes, cursos d'água e APP's em micro bacia urbana – Estudo de caso do Córrego Baú em Cuiabá-MT, Brasil*. (Dissertação). Universidade Federal do Mato Grosso, Cuiabá, Mato Grosso. 109 p.

CUNHA, A. A.; FREITAS, A.; VEIGA, F.; PREM, I.; GAVALDÃO, M.; MAY, P. H.; SEEHUSEN, S. E. 2011. *Pagamentos por Serviços Ambientais na Mata Atlântica: lições aprendidas e desafios*. GUEDES, F. B.; SEEHUSEN, S. E. Orgs. Brasília, MMA. 280 p.

DAMASCENO A. F.; SANTOS, A. C. A. dos; COSTA, A. F. da; BHERING, B. G. B.; ARRUDA, E. M.; CAMARGO, F.; MYLONAS, G. F.; FRANCA, G. C.; FERNANDES, M. G.; SOUZA, S. R. 2014. *Observatório do Comitê de Bacia Hidrográfica do Rio Sorocaba e Médio Tietê: um Projeto de Extensão Desenvolvido na UFSCar, campus Sorocaba*. Revista Cultura e Extensão, USP, São Paulo, n. 12, p. 109-123..

DAKER, A. 1976. *A água na agricultura; captação, elevação e melhoramento da água*. 5.ed. Rio de Janeiro: F. Bastos. v.2, 379p.

Domínio Público, 2010. *Brasil Colônia*. Retirado do site: <http://www.brasil.gov.br/governo/2010/01/colonia>. Acesso em 04/01/2018.

DONADIO, N. M. M.; GALBIATTI, J. A.; PAULA, R. C. de. 2005. *Qualidade da água de nascentes com diferentes usos do solo na bacia hidrográfica do córrego Rico, São Paulo, Brasil*. Eng. Agríc., Jaboticabal, v.25, n.1, p.115-125.

FEIJOO, A. M. L. C. *Medidas de dispersão*. 2010.. In: A pesquisa e a estatística na psicologia e na educação [online]. Rio de Janeiro: Centro Edelstein de Pesquisas Sociais, p. 23-27. ISBN: 978-85-7982-048-9. Available from SciELO Books <<http://books.scielo.org>>.

FELIPPE, M. F.; MAGALHÃES-JUNIOR, A. P. 2008. *Impactos ambientais macroscópicos e qualidade das águas em nascentes de parques municipais em Belo Horizonte-MG*. Geografias, Artigos Científicos. Belo Horizonte 08 (2), p. 07-23.

_____. 2009a. *Análise da variabilidade da vazão das nascentes no Parque das Mangabeiras (Belo Horizonte - MG) em relação aos seus condicionantes ambientais*. In: XIII Simpósio Brasileiro de Geografia Física Aplicada, 2009, Viçosa- MG, Brasil. *Anais do...* Viçosa: Universidade Federal de Viçosa, 2009

_____. 2009b. *Consequências da ocupação urbana na dinâmica das nascentes em Belo Horizonte-MG*. In: VI Encontro Nacional Sobre Migrações, Belo Horizonte. *Anais...* Belo Horizonte: ABEP.p. 01-19.

FILHO, G. S. de A. 2014. *Controles de erosão*. Fundações e Obras Geotécnicas, ed 54, p. 72 – 83.

FONTANA, C. S., M. I. Burger & W. E. Magnus-son. 2011. *Bird diversity in a subtropical South-American City: Effects of noise levels, arborization and human population density*. Urban Ecosystems, 14, 341–360

FORERO-MEDINA, G., VIEIRA, M.V., 2009. *Perception of a fragmented landscape by neotropical marsupials: effects of body mass and environmental variables*. Journal of Tropical Ecology 25, 53–62.

FRANCO, M. A. R. 2001. *Planejamento ambiental para a cidade sustentável*. 2ª. Ed. São Paulo, Annablume, Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo, FAPESP.

FRANÇA JUNIOR, P.; VILLA, M. E. C. D. 2013. *Análise macroscópica nas cabeceiras de drenagem da área urbana de Umuarama, região noroeste - Paraná/Brasil*. Geografia Ensino & Pesquisa, v. 17, n.1. 11p. ISSM 2236-4994

FUNASA – Fundação Nacional de Saneamento, 2004. Manual de saneamento. Retirado do site: <http://www.feis.unesp.br/Home/departamentos/engenhariacivil/pos-graduacao/funasa-manual-saneamento.pdf>. Acesso em 01/06/2017.

GALETI, P. A. 1985. *Práticas de controle à erosão*. Campinas, Instituto Campineiro de Ensino Agrícola, 278 p.

GIRÃO, R. J. 2012. *O Programa Município VerdeAzul e sua influência na gestão ambiental municipal do Estado de São Paulo*. Piracicaba, 112 p.

GUIA DE AVALIAÇÃO DA QUALIDADE DAS ÁGUAS. 2004. Retirado do site: goo.gl/adZke2. Acesso em 10/09/2016.

GODDARD, M. A., DOUGILL, A. J., & BENTON, T. G. 2010. *Scaling up from gardens: Biodiversity conservation in urban environments*. Trends in Ecology and Evolution, 1175, p 1–9. <https://doi.org/10.1016/j.tree.2009.07.016>

GOMES, É. R. 2015. *Diagnóstico e avaliação ambiental das nascentes da Serra dos Matões, município de Pedro II, Piauí*. Rio Claro, 2.10 p. Tese (doutorado) – Universidade Estadual Paulista, Instituto de Geociências e Ciências Exatas.

GOMES, P. M.; MELO, C. de; VALE, V. S. do. 2005. *Avaliação dos impactos ambientais em nascentes na cidade de Uberlândia-MG: análise macroscópica*. Sociedade e Natureza, Uberlândia, 17 (32): 103-120.

GRIMM, N. B., FAETH, S. H., GOLUBIEWSKI, N., REDMAN, C., WU, J., BAI, X. 2008. *Global change and the ecology of cities*. Science, 319(5864), 756–760. DOI: 10.1126/science.1150195

HAASE, D.; FRANTZESK, N.; ELMGVIST, T. 2014. *Ecosystem Services in Urban Landscapes: Practical Applications and Governance Implications*. *Ambio*. 2014 May; 43(4): 407–412. doi: 10.1007/s13280-014-0503-1

HALL, M. J. 1984. *Urban Hydrology*. London: Elsevier Applied Science. 310 p. ISBN 0-85334-268-7.

HAGGARD, W.H. 1990. *Urban weather*. Int. J. Environ. Stud. 36:73-82. <http://dx.doi.org/10.1080/00207239008710584>

IBGE, 2010. Retirado do site <http://cod.ibge.gov.br/M4Q>. Acesso em 04/06/2017.

IBGE, 2016. Sorocaba (Município). Retirado do site: <https://cidades.ibge.gov.br/brasil/sp/sorocaba/panorama>. Acesso em 04/01/2018

INMET - Instituto Nacional de Meteorologia. Retirado do site <http://www.inmet.gov.br/portal/>. Acesso em 20/05/2017.

IUCN. 2017. *Global Invasive Species Database*. Retirado do site http://www.iucngisd.org/gisd/100_worst.php. Acesso em 30/05/2017.

JESUS, C. P.C. de. *Coleta Seletiva*. Entrevista concedida a Samara Rached Souza em 22/05/2017.

JIM, C. Y. 2004. *Green-space preservation and allocation for sustainable greening of compact cities*. *Cities*, 21(4), 311–320.

KOCH, I. LEITE, E. C.; ALMEIDA, V. P. de; MAZINE, F. F.; CASTELLO, A. C. D.; FERREIRA, L. C.; KORTZ, A. R.; KATAOKA, E. Y.; COELHO, S.; MOTA, M. T., 2014. *Plantas com flores e frutos das áreas de vegetação remanescente do município de Sorocaba*. In: SMITH, W. S., MOTA JUNIOR, V. D. da, CARVALHO, J. DE. Biodiversidade do Município de Sorocaba, 1 ed., capítulo 5, Secretaria do Meio Ambiente de Sorocaba, p. 272.

LANDELL-MILLS, N. e PORRAS, I.T. 2002. *Silver bullet or fools' gold? A global review of markets for forest environmental services and their impact on the poor*. International Institute for Environment and Development (IIED), London.

LANGBEIN, W. B.; ISERI, K. T. 1960. *General introduction and hydrologic definitions, Manual of Hydrology: Part 1*. General Surface-water Techniques: U.S. Geological Survey Water-Supply Paper 1541-A, 18p.

LEAL, M. A.; TONELLO, K. C.; DIAS, H. C. T.; MINGOTI, R. 2017. *Caracterização hidroambiental de nascentes*. *Rev. Ambient. Água* vol. 12 n. 1 Taubaté, 10 p. doi:10.4136/1980-993X

LEVIA JUNIOR, D. F.; FROST, E. E. 2003. *A review and evaluation of stemflow literature in the hydrologic and biogeochemical cycles of forested and agricultural ecosystems*. *Journal of Hydrology* 274, p. 1-29.

LIMA, W de P. 2008. *Princípios de hidrologia florestal para o manejo de bacias hidrográficas*. 2ª Ed., Piracicaba, Escola Superior de Agricultura da Universidade de São Paulo. 253p. Disponível no site: <http://www.ipef.br/hidrologia/hidrologia.pdf>. Acesso em 11/05/2017.

LIMA, W.P.; ZAKIA, M. J. B. 2009. *Hidrologia de matas ciliares*. In: Rodrigues, R. R.; Leitão-Filho, H. F. L. (eds.). *Matas ciliares: conservação e recuperação*. São Paulo, Edusp, 2ª ed. 2ª reimpressão. 319p.

LIRA, P.K., FERNANDEZ, F.A.S., Carlos, H.S.A., Curzio, P.L., 2007. *Use of a fragmented landscape by three species of opossum in south-eastern Brazil*. *Journal of Tropical Ecology* 23, 427–435.

MACEDO, A.C.; KAGEYAMA, P.Y.; COSTA, L.G.S. 1993. *Revegetação: matas ciliares e de produção ambiental*. São Paulo: Fundação Florestal. 26p.

MAGALHÃES JÚNIOR, A. P. 2007. *Indicadores Ambientais e Recursos Hídricos: realidade de perspectivas para o Brasil a partir da Experiência Francesa*. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil.

MALAQUIAS, G. B.; CÂNDIDO, B. B. *Avaliação dos impactos ambientais em nascentes do município de Betim, MG: análise macroscópica*. 2013. Revista Meio Ambiente e Sustentabilidade, vol.3 n.2, p. 51 – 65

MANFREDINI, F. N. 2015. A história ambiental de Sorocaba. Sorocaba: UNESP, 180p.

MARTINS, A. C. 2017. *Sorocaba cai 22 posições em ranking ambiental*. Retirado do site: <http://www.jornalcruzeiro.com.br/materia/844337/sorocaba-cai-22-posicoes-em-ranking-ambiental>. Acesso em 02/01/2018.

MARTINS, S. V. 2007. *Recuperação de matas ciliares*. Viçosa/MG: Aprenda fácil. 146p.

MARZLUFF, J.M. 2001. *Worldwide urbanization and its effects on birds*. In Avian Ecology and Conservation in an Urbanizing World: 19-48 (J.M. Marzluff, R. Bowman & R. Donnelly,eds). Kluwer, New York.

MCKINNEY, M. L. 2002. *Urbanisation: Biodiversity and conservation*. BioScience,52(10), 883–890. [https://doi.org/10.1641/0006-3568\(2002\)052\[0883:UBAC\]2.0.CO;2](https://doi.org/10.1641/0006-3568(2002)052[0883:UBAC]2.0.CO;2)

MELLES, S., GLENN, S., & MARTIN, K. 2003. *Urban bird diversity and landscape complexity: Species-environment associations along a multiscale habitat gradient*. Conservation Ecology, 7(1), 5.

MELLO, K. 2012. *Análise espacial de remanescentes florestais como subsídio para o estabelecimento de unidades de conservação*. Dissertação (Mestrado). UFSCar campus Sorocaba.

MILLENNIUM ECOSYSTEM ASSESSMENT, 2005. *Ecosystems and Human Well-being: Synthesis*. Island Press, Washington, DC 155 p.

MMA – Ministério do Meio Ambiente. 2005. Consumo Sustentável: manual de educação. Brasília: Consumers International / MMA / MEC/ IDFC, 160P.

MOURA, H. S. 1994. *Habitação e produção do espaço em Belo Horizonte*. In: MONTEMÓR, R. L. M. (coord.) Belo Horizonte: espaços e tempos em construção. Belo Horizonte: CEDEPLAR/FBH. P. 51-77.

MOTA JUNIOR, V. D. da. *Políticas Públicas e proteção da biodiversidade em Sorocaba*. In: Biodiversidade do Município de Sorocaba. 212. Orgs: Welber Senteio Smith, Vidal Dias da Mota Junior, Jussara de Lima Carvalho – Sorocaba-SP: Prefeitura Municipal de Sorocaba, Secretaria do Meio Ambiente., 272p.

MUCELIN, C. A.; BELLINI, M. 2006. *A percepção de impactos ambientais no ecossistema urbano de Medianeira*. In: Encontro Nacional de Difusão Tecnológica, 3, Medianeira: UTFPR.

_____. 2008. *Lixo e impactos ambientais perceptíveis no ecossistema urbano*. Sociedade e Natureza, Uberlândia, 20 (1): 11-124.

MURCIA, C. 1995. *Edge effects in fragmented forests: implications for conservation*. *Reviews. Trends in Ecology and Evolution*, vol 10, p. 58-62.

NGWA – The groundwater association. 2010. *Springs*. Retirado do site <http://www.ngwa.org/Fundamentals/hydrology/Pages/Springs.aspx>. Acesso em 04/01/2018.

NERY, S. I.; HESPANHOL, A. N. 2006. *O programa de microbacias hidrográficas no município de Presidente Prudente – SP*. Universidade Federal de Uberlândia – UFU, Instituto de Geografia – IG. II Encontro de Grupos de Pesquisa. Uberlândia.

OLIVEIRA, M. C. de P.; OLIVEIRA, B. T. A, de; DIAS, J. de S.; MOURA, M. N.; SILVA, B. M. da; SILVA, S. V. B. e; FELIPPE, M. F.; 2013. *Avaliação Macroscópica da Qualidade das Nascentes do campus da Universidade Federal De Juiz De Fora*. *Revista de Geografia* - v. 3, nº 1. 7p.

PARAGUASSÚ, L.; MIRANDA, V.; FELIPE, M. F.; MAGALHÃES JR, A. P., 2010. *Influência da urbanização na qualidade das nascentes de parques municipais em Belo Horizonte – MG*. In: VIII Simpósio Nacional de Geomorfologia. Recife/PE.

PAYBINS, K. S. 2003. *Flow Origin, Drainage Area, and Hydrologic Characteristics for Headwater Streams in the Mountaintop Coal-Mining Region of Southern West Virginia, 2000–01*. U.S. Department of the Interior, U.S. Geological Survey, Water Resources Investigations Report, West Virginia District. 24p.

PEREIRA, R. S., 2004. *Identificação e caracterização das fontes de poluição em sistemas hídricos*. *Revista Eletrônica de Recursos Hídricos UFRGS*. V.1, n.1, p. 20-36.

PINHEIRO, M. R. de C.; WERNECK, B. R.; OLIVEIRA, A. F.; MOTÉ, F.; MARÇAL, M. dos S.; SILVA, J. A. F. da; FERREIRA, M. I. P., 2009. *Geoprocessamento aplicado à gestão dos recursos hídricos na bacia hidrográfica do Rio Macaé-RJ*. *Anais XIX Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto*, Natal, Brasil, 25-30 abril, INPE. p. 4247-4254.

PINHEIRO, R. C.; TONELLO, K. C.; VALENTE, R. O. A.; MINGOTI, R.; SANTOS, I. P., 2011. *Ocupação e caracterização hidrológica da microbacia do Córrego Ipaneminha, Sorocaba – SP*. *Irriga, Botucatu*, v. 16, n. 3, p. 234-245, jul/set.

PINHEIRO, A. C. D.; PROCÓPIO, J. B., 2008. *Áreas urbanas de preservação permanente ocupadas irregularmente*. *Revista de Direito Público*, Londrina, v. 3, n. 3, p. 83-103.

PORTO, K. G.; FERREIRA, I. M., 2012. *Gestão das bacias hidrográficas urbanas e a importância dos ambientes ciliares*. *Geografia em questão*, v. 05, n. 02, p. 43-57.

PREFEITURA DE SOROCABA, [s.d.]. *Parque da Biquinha*. Retirado do site goo.gl/bT7yZ4. Acesso em 24/05/017.

PRIMACK, R.B.; RODRIGUES, E. 2001. *Biologia da Conservação*. Londrina, Paraná. Ed. Vida.

RAMALHO FILHO, A.; BEEK, K. L. 1995. *Sistema de avaliação da aptidão agrícola das terras*. 3 ed. Ver. Rio de Janeiro: EMBRAPA, CNPS. 65 p.

REBOUÇAS, Aldo., 1999. *Água Doce no Mundo e no Brasil* In Rebouças et al, *Águas Doces no Brasil, Capital Ecológico, Uso e Conservação*. Instituto de Estudos Avançados da USP, São Paulo, SP.

REZENDE, A. R., 1998. *Importância das matas de galeria: Manutenção de recuperação*. In: RIBEIRO, J. F. Cerrado: matas de galeria. Planaltina: EMBRAPA. 162p.

RICETO, Á. 2011. *As áreas de preservação permanente (APP) urbanas: sua importância para a qualidade ambiental nas cidades e suas regulamentações*. Uberlândia – MG. 10 p.

RIVERO, A.; ALMEIDA, O.; ÁVILA, S.; OLIVEIRA, W. 2009. *Pecuária e desmatamento: uma análise das principais causas diretas do desmatamento na Amazônia*. Nova econ. Vol 19, n, 1, Belo Horizonte. <http://dx.doi.org/10.1590/S0103-63512009000100003>

SALLES, M. H. D.; CONCEIÇÃO, F. T.; ANGELUCCI, V. A.; SIA, R.; PEDRAZZI, F. J. M., CARRA, T. A.; MONTEIRO, G. F; SARDINHA, D.S.; NAVARRO, G. R. B. 2008. *Avaliação Simplificada de Impactos Ambientais na Bacia do Alto Sorocaba (SP)*. REA – Revista de estudos ambientais v.10, n. 1, p. 6-20

SANDER, C.; SANTOS, M. L. de; FERNANDEZ, O. V. Q., 2006. *Variação da extensão do fluxo em canais fluviais de primeira ordem, porção superior da bacia do córrego Guavirá, Marechal Cândido Rondon, Oeste do Paraná*. Revista Perspectiva Geográfica, Colegiados de Geografia, n.2, p. 7-19. ISSN 1679-348X.

SÃO PAULO (Estado), 2011. Secretaria de Saneamento e Recursos Hídricos do Estado de São Paulo. *Plano Regional Integrado de Saneamento Básico – Apoio técnico à elaboração dos planos municipais de saneamento e elaboração do plano regional de saneamento para os municípios da Bacia Hidrográfica dos Rios Sorocaba e Médio Tietê – UGRHI 10*. ENGECORPS – Corpo de Engenheiros Consultores S.S., Novembro. 209 p.

SCARIOT, A; FREITAS, S. R. DE; NETO, E. M; NASCIMENTO, M. T; OLIVEIRA, L. C; SANAIOTTI, T; SEVILHA, A. C; VILLELA, D. M. 2003. In: *Fragmentação de ecossistemas: Causas, efeitos sobre a biodiversidade e recomendações de políticas públicas*. Brasília: MMA/SBF. p. 510.

SEMA - Secretaria Municipal de Meio Ambiente de Sorocaba, 2010. *Nascente municipal modelo de Sorocaba*. Retirado do site: goo.gl/G8ApX1 Acesso em 19/10/2016.

_____, 2012. Meio Ambiente de Sorocaba – Rumo a Sustentabilidade Ambiental. Retirado do site: <http://meioambiente.sorocaba.sp.gov.br/educacaoambiental/wp-content/uploads/sites/3/2015/12/revista-ma-sorocaba11062012final1.pdf>. Acesso em 10/01/2018.

_____, 2014. *Plano Municipal de Mata Atlântica*. Retirado do site: goo.gl/gVV2ek. Acesso em 01/06/2017.

_____, 2017. *Relação de Parques*. Retirado do site: <http://meioambiente.sorocaba.sp.gov.br/paisagismoemanutencao/wp-content/uploads/sites/12/2017/05/relaco-de-parques.pdf>. Acesso em 22/12/2017.

_____, 2018. *Município VerdeAzul*. Retirado do site: <http://verdeazuldigital.sp.gov.br/>. Acesso em 11/01/2018.

_____, [s.d.] *Parques de Sorocaba*. Retirado do site: <http://meioambiente.sorocaba.sp.gov.br/educacaoambiental/>. Acesso em 22/12/2017.

SEMA - Secretaria Municipal de Meio Ambiente de Maringá, 2015. *Parecer técnico fundamentado e referenciado em pesquisas científicas e ocorrências atuais sobre os impactos nas áreas de fundo de vale*. Retirado do site: goo.gl/YrzY1P. Acesso em 07/06/2017.

SEMAM – Secretaria do Meio Ambiente, 2007. *Manual de recuperação de nascentes*. Prefeitura Municipal de Uberaba. 10p.

SEPE, P. M., & PEREIRA, H. M. (2015). *O conceito de Serviços Ambientais e o Novo Plano Diretor de São Paulo: XVI Enapur*, p. 1-16.

SHWARTZ, A., TURBÉ, A., JULLIARD, R., SIMON, L., & PRÉVOT, A.-C. 2014. *Outstanding challenges for urban conservation research and action*. *Global Environmental Change*, 28(0), 39–49.

SILVA, L. S. e. *A cidade e a floresta: o impacto da expansão urbana sobre áreas vegetadas na Região Metropolitana de São Paulo (RMSP)*. 2013. Orientadora Profa Dra Marta Dora Grostein, São Paulo, 269 f.

SILVA, R. C. 2011. *Análises morfométricas e hidrológicas das bacias hidrográficas do Córrego Teixeiras, Ribeirão das Rosas e Ribeirão Yung, afluentes do Rio Paraibuna, município de Juiz de Fora/MG* [Trabalho de Conclusão de Curso]. Juiz de Fora, Faculdade de Engenharia da Universidade Federal de Juiz de Fora: Curso de Especialização em Análise Ambiental.

SILVA, R. T. 2000. *Recursos Hídricos e Desenvolvimento Urbano*. In: MUÑOZ, H. R. *Interfaces da Gestão de Recursos Hídricos: desafios da lei de Águas de 1997*. 2ª ed. Brasília, Secretaria de Recursos Hídricos. p. 280-293.

SILVA, J. de. F da.; OLIVEIRA, A. H.; FONSECA, V. M. da; FARIAS, R. do V. J. 2014. *Monitoramento das nascentes urbanas da cidade de Araxá através da metodologia de índice de impactos ambientais macroscópicos*. *Rev. Águas Subterrâneas*, São Paulo. 17 p.

SMITH, W. S. *Os Peixes do Rio Sorocaba*. A história de uma bacia hidrográfica. Sorocaba: TCM, 2003

SMITH, W. S., MOTA JUNIOR, V. D. da, CARVALHO, J. DE. 2014. *Biodiversidade do Município de Sorocaba*, 1 ed., capítulo 5, Secretaria do Meio Ambiente de Sorocaba, p. 272.

SMITH, W. S.; MOTA JUNIOR, V. D. da; CASTELLARI, R. R. 2016. *Papel do município na conservação da biodiversidade*. *Rev. Biol. Neotrop.* 13 (2):285-299.

SOARES, A. B. *Análise da problemática socioambiental de nascentes urbanas no município de Guaranhuns-PE*. (Dissertação). Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal, Rio Grande do Norte. 163p.

SOMMERVILLE, M. M.; JONES, J. P. G.; MILNER-GULLAND, E. J. 2009. *A revised conceptual framework for payments for environmental services*. Ecology and Society 14(2): 34.

SOROCABA (Município), 2006. Lei nº 7974 de 16 de outubro de 2006. Dispõe sobre a criação do sistema municipal de preservação às nascentes e mananciais, seu cadastramento e monitoramento no município de Sorocaba e dá outras providências.

_____, 2007. Mapa Geológico, Geomorfológico e Pedológico de Sorocaba - Prefeitura de Sorocaba. Disponível em: Retirado do site: goo.gl/MhfpQm. Acesso em 25/11/2013.

_____, 2010. Mapa da capacidade de uso do solo. Retirado do site: goo.gl/wjzZUh. Acesso em 24/05/2017.

_____. 2012. Plano de Arborização Urbana de Sorocaba. Retirado do site: <http://www.jusbrasil.com.br/diarios/56843621/dom-sod-sp-22-07-2013-pg-17>. Acesso em 26/04/2016

_____, 2014. Lei nº 11.022, de 16 de dezembro de 2014. Dispõe sobre a revisão do plano diretor de desenvolvimento físico territorial do município de Sorocaba e dá outras providências. Retirado do site: goo.gl/NZCZ7F. Acesso em 20/10/2017.

_____, 2015. Mapa da densidade demográfica – Plano Diretor do Município de Sorocaba. Retirado do site: goo.gl/s7ny5t. Acesso em 13/10/2017.

_____, 2016. Google Maps. Retirado do site <https://www.google.com.br/maps/place/23%C2%B030'17.2%22S+47%C2%B027'19.3%22W/@-23.504784,-47.455373,17z/data=!3m1!4b1!4m5!3m4!1s0x0:0x0!8m2!3d-23.504784!4d-47.455373>. Acesso em 08/11/2016

_____, 2017. Decreto nº 22.925, de 18 de julho de 2017. Regulamenta o Programa "Adote uma Praça", instituído pela Lei Municipal nº 5.172, de 13 de agosto de 1996, estabelece regras para a formalização de Termo de Cooperação para viabilização do Programa e dá outras providências. Retirado do site: goo.gl/VWQvD2. Acesso em 13/10/2017.

SOUZA, E. R. de. 2001. *Noções sobre a qualidade da água: Parâmetros de caracterização de uma massa de água*. Instituto Superior Técnico, 29 p. Retirado do site: goo.gl/V8gu2h. Acesso em 06/01/2017.

SOUZA, C. B.; MACEDO, S. S. 2013. *Sistema de Espaços Livres em Sorocaba/SP – O caso do Córrego Itaguá*. Retirado do site: http://www.fau.usp.br/disciplinas/tfg/tfg_online/tr/111/a013.html. Acesso em 11/04/2016.

STEINBERGER, M.; AMADO, T. M. 2006. *O Espaço Urbano no Zoneamento Ecológico Econômico*. In: STEINBERGER, Marília (Org.). Território, Ambiente e Políticas Públicas Espaciais. Brasília: Paralelo 15 e LGE Editora.

SURI, J.; ANDERSON, P. M.; CHARLES-DOMINIQUE, T.; HELLARD, E.; CUMMING, G. S. 2017. *More than just a corridor: a suburban river catchment enhances bird functional diversity*. *Landscape and Urban Planning* 151, p. 331-342. <http://dx.doi.org/10.1016/j.landurbplan.2016.07.013>

TABARELLI, M.; MANTOVANI, W. & PERES, C.A. 1999. *Effects of habitat fragmentation on plant guild structure in the montane atlantic forest of southeastern Brazil*. *Biological Conservation* 91: 119-127.

TONELLO, K. C. 2015. *Conservação de nascentes: bate papo com produtores rurais*. Kelly Cristina Tonello, Herly Carlos Teixeira Dias, Henrique Quero Polli. Sorocaba: edição do autor. 28p.

THRELFALL, C. G.; WILLIAMS, N. S. G.; HAHS, A. K.; LIVESLEY, S. J. 2016. *Approaches to urban vegetation management and the impacts on urban bird and bat assemblages*. *Landscape and Urban Planning* 153. p. 28–39. <http://dx.doi.org/10.1016/j.landurbplan.2016.04.011>

TONHASCA JUNIOR, A., ALBUQUERQUE, G.S. & BLACKMER, J.L. 2003. *Dispersal of euglossine bees between fragments of the brazilian Atlantic Forest*. *J. Trop. Ecol.* 19(1):99-102.

TUCCI, C. E. M.; COLLISCHONN, W. 1998. *Drenagem urbana e controle de erosão*. VI Simpósio Nacional de Controle da Erosão. Presidente Prudente–SP. 16p.

TUCCI, C. E. M. 2002. *Impactos da variabilidade climática e do uso dos solos nos recursos hídricos*. Agência Nacional de Águas.

_____. 2003. *Inundações Urbanas na América do Sul*. BERTONI, J. C.; TUCCI, C. E. M. (Orgs). - Porto Alegre: Associação Brasileira de Recursos Hídricos. 156 p.

_____. 2008. *Águas urbanas*. *Estud. av.*, São Paulo, v. 22, n. 63, p. 97-112, Retirado do site http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0103-4/0142008000200007&lng=en&nrm=iso. Acesso em 07 June 2017. <http://dx.doi.org/10.1590/S0103-40142008000200007>

TORRES, F. T. P. 2016. *Mapeamento e análise de impactos ambientais das nascentes do córrego Alfenas, Ubá (MG)*. *R. Ciênc. Agroamb.*, v.14, n.1, p.45-52

TOZZI, R. H. B. B. 2015. *O PSA Urbano como manifestação do poder de polícia ambiental do Município*. In: *Âmbito Jurídico*, Rio Grande, XVIII, n. 135

TZOULAS, K., KORPELA, K., VENN, S., YLI-PELKONEN, V., KA´ZMIERCZAK, A., NIEMELA, J. 2007. *Promoting ecosystem and human health in urban areas using green infrastructure: a literature review*. *Landscape and Urban Planning*, 81(3), 167–178.

UNEP, 2002. *The urban environment: facts and figures*. UNEP Industry and Environment, p 260-289. Retirado do site: https://www.unep.org/geo/sites/unep.org/geo/files/documents/cap2_areasurbanas.pdf Acesso em 25/10/2017.

UNITED NATIONS, 2013. *World Urbanization Prospects: the 2014 revision*. 32 p. Retirado do site: <https://esa.un.org/unpd/wup/Publications/Files/WUP2014-Highlights.pdf>. Acesso em 28/10/2017.

VASCONCELOS, G. B. DE; YONEGURA, R. K; MARTINS, L. F. V.; SILVA FILHO, J. P.; DE ANGELIS, B. L. D. 2009. *Proposta de implementação de um parque linear urbano as margens do Córrego Borba Gato em Maringá, Paraná*. In: Simpósio de Pós-Graduação em Engenharia Urbana, 2., Maringá. Disponível em: goo.gl/BV7r5Y. Acesso em: 05/06/2017.

VARGAS, H. L. 2008. *Ocupação irregular de APP urbana: um estudo da percepção social acerca do conflito de interesses que se estabelece na lagoa do Prato Raso, em Feira de Santana, Bahia*. Sitientibus, Feira de Santana, n. 39, p. 7-36, 36 p.

VARGAS, M. C. 2009. *O gerenciamento integrado dos recursos hídricos como problema socioambiental*. Ambient. Soc. [online] n.5, Campinas. p. 109-134. ISSN 1414-753X. <http://dx.doi.org/10.1590/S1414-753X1999000200009>

VICTORINO, C. J. A. *Planeta água morrendo de sede: uma visão analítica na metodologia do uso e abuso dos recursos hídricos*. Porto Alegre: EDIPUCRS, 231 p. ISBN 978-85-7430-661-2

VIEIRA, M. V.; OLIFIERS, N.; DELCIELLOS, A. C.; ANTUNES, V. Z.; BERNARDO, L. R.; GRELE, C. E. V.; CERQUEIRA, R. 2009. *Land use vs. fragment size and isolation as determinants of small mammal composition and richness in Atlantic Forest remnants*. Biological Conservation, vol 142, issue 6. 10 p. <https://doi.org/10.1016/j.biocon.2009.02.006>

VILLELA, S. M. e MATTOS, A. 1975. *Hidrologia Aplicada*. McGraw-Hill, São Paulo. 245p.

VOLLMER, D.; PRESCOTT, M. F.; PADAWANGI, R.; GIROT, C.; GRÊT-REGAMEY, A. 2015. *Understanding the value of urban riparian corridors: Considerations in planning for cultural services along an Indonesian river*. Landscape and urban planning, 11 p. <http://dx.doi.org/10.1016/j.landurbplan.2015.02.011>

ZANZARINE, R. M.; ROSELEN, V. 2007. *Mata ciliar e nascente no cerrado brasileiro: análise e recuperação ambiental*. Araguari, Minas Gerais, 14 p.

WALDMAN, Maurício. 2002. *Recursos Hídricos e Rede Urbana Mundial: Dimensões Globais da Escassez*. In: XIII Encontro Nacional de Geógrafos, 2002, João Pessoa, PB. Anais do XIII Encontro Nacional de Geógrafos – Caderno de Resumos, v.1. São Paulo: AGB – Associação dos Geógrafos Brasileiros. p. 122-122.

WUNDER, Sven. 2005. *Payments for environmental services: some nuts and bolts*. Retirado do site: http://www.cifor.org/publications/pdf_files/OccPapers/OP-42.pdf. Acesso em: 29/10/2017.