

RELATÓRIO DE AVALIAÇÃO AMBIENTAL DAS NASCENTES DE SOROCABA (ÁREA 1)

Secretaria do
Meio Ambiente,
Parques e Jardins



Prefeitura de
SOROCABA

Projeto FEHIDRO
Cadastro Ambiental das Nascentes de Sorocaba

SUMÁRIO

1. Introdução	3
2. Objetivos Gerais	4
3. Objetivos Específicos	4
4. Metodologia	5
Número da Nascente	6
Data da Vistoria	7
Sub-bacia	7
Bairro	7
Ocorrência de chuva nos últimos 5 dias	7
Fluxo de água (muita, pouca, úmida ou seca)	7
Tipo (pontual e difusa)	7
Persistência (perene, intermitente ou efêmera)	8
Parâmetros de Verificação	8
Presença de lixo na margem	8
Presença de materiais flutuantes	9
Espuma	9
Óleo	9
Esgoto	9

Estado da vegetação da APP	9
Estado da Vegetação.....	13
Erosão	13
Presença humana	14
Presença de animais	14
Proteção local.....	14
Proximidade à residência ou estabelecimento	14
Uso e ocupação do solo predominante	14
Área da APP.....	15
Índice de Impacto Ambiental de Nascentes (IIAN)	15
4. Resultado e Discussão	16
5. Referências.....	29

1. Introdução

O município de Sorocaba está localizado a 96 km da capital de São Paulo, entre as coordenadas 23°50'47"84' de latitude sul e 47°45'53"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 1), e aproximadamente 2.211 hectares de Área de Preservação Permanente (APP) (Brizacco, 2016; SEMA, 2010). 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, Piratininga, do Vidal e Lavapés (São Paulo, 2011; SEMA, 2010).

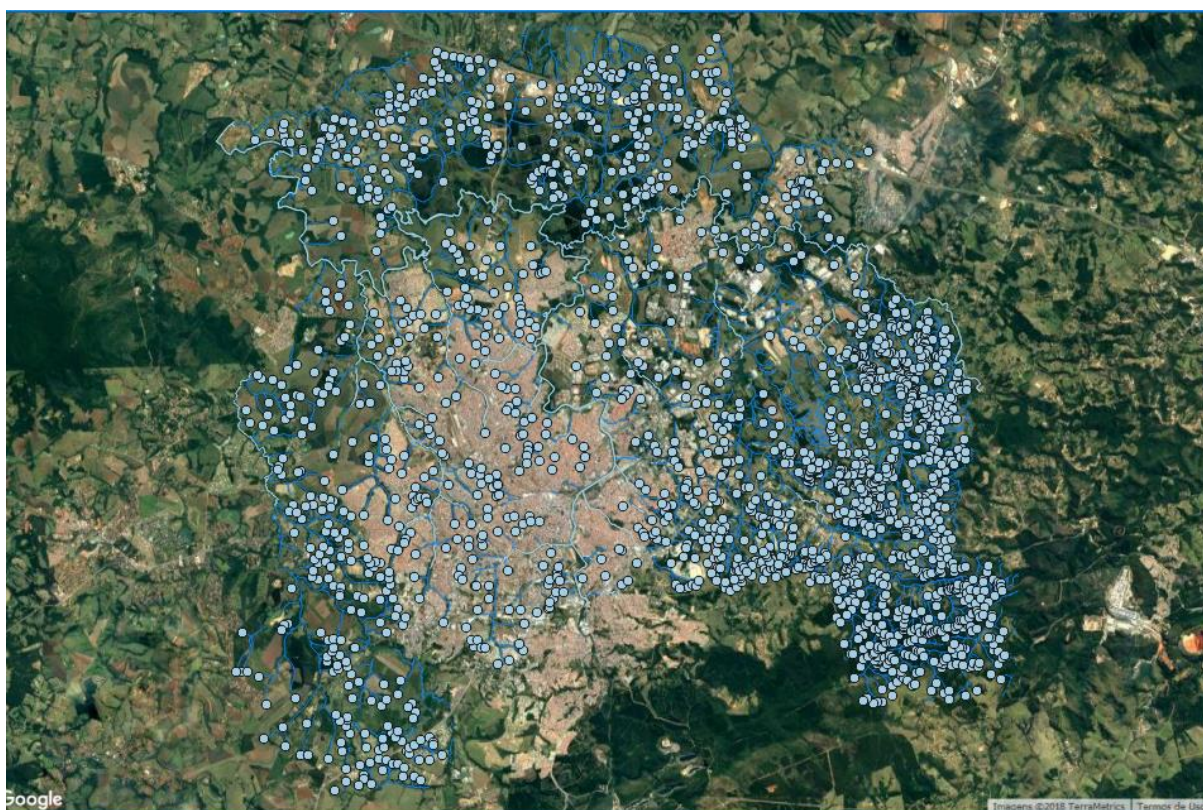


Figura 1. Malha hídrica do município de Sorocaba; os pontos em azul correspondem as nascentes.

Fonte: Secretaria do Meio Ambiente/Google Earth.

2. Objetivos Gerais

Corresponde aos serviços de cadastro ambiental das nascentes dentro do município de Sorocaba (SP).

3. Objetivos Específicos

- 1) Levantar a posição geográfica das nascentes do município;
- 2) Traçar o mapa cartográfico das nascentes do município;
- 3) Realizar diagnóstico ambiental das nascentes do município¹;
- 4) Atualizar os mapas hidrográficos e de APP do município.

¹ Esse relatório refere-se ao diagnóstico das nascentes da Zona/Área 1, por meio de um protocolo de avaliação rápida. (Zona/Área 1, que abrangem as sub-bacias do Água Vermelha, Itanguá, Lava-pés, Piratininga, Matilde, Itaguaraguataú, Supiriri, Presídio, Theodoro Mendes, Tico-tico, Formosa, Itavuvu, Paineiras, Ibiti e Pirajibu.;)

4. Metodologia

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).

Para realização das vistorias, a cidade de Sorocaba foi dividida em 7 áreas de acordo a complexidade de acesso aos afloramentos, com grau crescente de dificuldade da "área 1" até a "área 7" (Figura 2). No intuito de nortear este propósito, utilizou-se o mapa hipsométrico do município e sistema viário a fim de alocar as áreas de menor altitude em locais diferentes das áreas com maior altitude. Outros fatores decisórios para delimitação das áreas foram a presença de ruas, estradas, trilhas, uso e ocupação do solo predominante.



Figura 2: Mapa de divisão das áreas para fazer as vistorias.

Inicialmente são descritas algumas informações gerais sobre a nascente e o local vistoriado. Na ficha são preenchidos os seguintes itens:

Número da Nascente

O afloramento recebe uma numeração de acordo com a sequência das nascentes vistoriadas em campo. Cada numeração será iniciada com a letra "N" de nascente, exemplo "N60". A nascente também possui um número de identificação (ID), que está relacionado ao mapeamento da Secretaria do Meio Ambiente de Sorocaba (levantamento inicial). A numeração ID é informada na ficha entre parênteses, exemplo "(1240)". Portanto, a ficha contém duas numerações, a primeira, referente a sequência de nascentes vistoriadas em campo, seguida da numeração referente a ID do mapeamento. Exemplo: N60 (1240).

Data da Vistoria

Data que ocorreu a vistoria da nascente.

Sub-bacia

Nome da sub-bacia que a nascente está localizada, de acordo com o mapeamento da Secretaria do Meio Ambiente de Sorocaba.

Bairro

Nome do bairro que a nascente está localizada.

Ocorrência de chuva nos últimos 5 dias

A informação deve-se à ocorrência de precipitações até 5 dias antes da vistoria, o que contribui para uma avaliação mais detalhada sobre a nascente. Auxilia na exclusão de possibilidades, por exemplo, em situações que a água observada no local é referente à água pluvial, e não, de origem natural da nascente. Outrossim, contribui na avaliação do fluxo de água observado, vez que, em dias anteriores aos quais houve chuva intensa, a vazão do afloramento possivelmente é maior, devido a cheia do lençol freático.

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 (Souza, 2018).

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).

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 será feita até o local, e algumas perguntas serão 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.

Parâmetros de Verificação

Após a caracterização inicial das nascentes e do local de vistoria, são avaliados os parâmetros de verificação. Segue abaixo a descrição de cada parâmetro:

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 ou “presente” o caso tenha sido

observado uma unidade de lixo ou de material que possa ser considerado entulho ou materiais de grande toxicidade (como pilhas e baterias) (Souza, 2018).

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 sua presença forma 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, 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).

Esgoto

Se há presença de emissários próximos da nascente, que poderá ser observado visualmente ou alertado através do odor. Nesse caso enquadrar como esgotos os lançamentos de galerias pluviais (poluição difusa das ruas e casas) e tubulações de esgoto doméstico e ou industrial; ou ausente/não detectado.

Estado da vegetação da APP

Foi classificado como vegetação "pioneira/ausente" se verificado que a APP está ausente ou se foi substituída (solo exposto, empreendimentos antrópicos no local, tais como, casas, estradas ou rodovias, etc., 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 (*Peschieria fuchsiaefolia*), 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.*)

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 (liquens, 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, melastomatáceas 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 (*Myracrodun 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).

Estado da Vegetação

Considera-se como "degradada" em locais que são observados algum grau de perturbação como presença de espécies exóticas, pouca diversidade de espécies nativas, ausência de regenerantes no sub-bosque, predomínio de trepadeiras nas copas das árvores, ausência de serrapilheira e demais parâmetros observados na Resolução SMA 1/1994. Considera-se "preservada" em locais que atendem o disposto da Resolução SMA 1/1994 e não observados sinais de perturbações na área.

Erosão

A erosão por salpicamento se deve ao impacto das gotas de chuva sobre os agregados instáveis num solo desnudo, produzindo pequenos buracos. A erosão laminar consiste na perda de camada superficial de forma uniforme do solo em terreno com certa declividade geralmente observada em terrenos com agricultura, o qual carrega nutrientes que seriam fundamentais para o desenvolvimento da espécie economicamente importante. Erosão linear (sulcos, ravinas e voçorocas) caracteriza-se pela formação de canais (sulcos) de diferentes profundidades e comprimentos na superfície do solo. Ocorre a concentração das águas das chuvas nesses canais, aumentando, assim, o poder erosivo devido ao ganho de energia cinética pelo volume e velocidade da enxurrada. Sucessivamente, a erosão passa de laminar para sulcos, ravinas e, logo em seguida, para o estágio chamado de voçorocas. As voçorocas são classificadas pela sua profundidade e pela área de contribuição de sua bacia, são consideradas profundas quando têm mais de cinco metros de profundidade; médias, quando têm de um a cinco metros de profundidade e pequenas, quando têm menos de um metro de profundidade. Pela área de contribuição da bacia, as voçorocas são consideradas pequenas quando a área de drenagem é menor do que dois hectares; médias, quando têm de dois a vinte hectares e grandes, quando têm mais de vinte hectares (Bertoni, Lombardi, 1985). A erosão por solapamento é característica de áreas

declivosas, removendo o horizonte O devido a grande quantidade de água que chega ao sistema (Corrêa, 2006).

Presença humana

Considerada “visível/vestígios” se houve encontro com pessoas na área, observação de trilhas ao redor, irrigação para hortas, bombas de sucção, dentre outras; ou “ausente” se nada foi identificado (Souza, 2018).

Presença de animais

Considerada “visível/vestígios” por meio da observação da presença dos mesmos, 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 (Souza, 2018).

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. Foi classificado como “sem proteção” se era ausente qualquer empecilho para entrada de pessoas ou animais na área ou havia alguma proteção, mas mesmo assim, era possível a chegada até o afloramento; ou “com proteção”, se existia proteção e devido a ele não era possível adentrar o fragmento ou ter acesso direto na nascente (Souza, 2018).

Proximidade à residência ou estabelecimento

Mensurar a distância da nascente até a residência ou estabelecimento, podendo ser assinalado as opções “menos de 50 metros”, ou “maior ou igual 50 metros” (Souza, 2018).

Uso e ocupação do solo predominante

Neste item inicialmente são utilizadas as imagens de satélite disponíveis para um levantamento preliminar da vegetação na APP, distinguindo vegetação arbórea e rasteira. Em campo observa-se a vegetação predominante na trilha e no entorno da nascente (até onde é possível

visualizar). Considera-se uma categoria predominante quando é observado que mais de 50% da área é caracterizada por um determinado uso e ocupação solo. Entende-se por "ausente" os locais com solo exposto e/ou impermeabilizado; "gramíneas" qualquer espécie pioneira exótica; "agricultura" quando utilizada pra culturas temporárias ou perenes; "espécies arbóreas exóticas" todas as espécies de árvores não nativas da região; "espécies nativas" são as espécies nativas encontradas na região (Souza, 2018).

Área da APP

Mensurar a distância da vegetação nativa por uma distância de 50 metros, a partir do afloramento de água, conforme a Lei Federal 12.651/2012. Vegetação ausente antes de 50 metros é classificada como "menos de 50 m" e igual ou acima de 50 metros é classificada como "maior ou igual 50 m".

Índice de Impacto Ambiental de Nascentes (IIAN)

Cada parâmetro observado in loco, que reflete a qualidade da conservação das nascentes estudadas, recebeu uma pontuação: valor "1" para cada resposta que evidencie alto grau de degradação, "2" para presença de poucos tributos, e valor "3" para ausência de impacto /não detectado, ou seja, quanto maior a pontuação final da nascente, melhor conservada ela está.

Para nascentes perenes, a pontuação máxima é de 42 pontos e a mínima de 14 pontos. Foram divididas em três categorias, as nascentes que obtém de 42 a 36 pontos, de 35 a 26 pontos, e de 25 a 14 pontos.

Para nascentes intermitentes, a pontuação máxima é de 33 pontos e a mínima de 11 pontos. Foram divididas em três categorias, as nascentes que obtém de 33 a 29 pontos, de 28 a 21 pontos, e de 20 a 11 pontos.

Dessa maneira, a análise resultou em um índice de impacto ambiental de cada nascente analisada.

Quadro 1: Índice de Impacto Ambiental em Nascentes.

Pontuação nascente perene	Pontuação nascente intermitente	Grau de preservação
42 a 36	33 a 29	Ótimo
35 a 26	28 a 21	Regular
25 a 14	20 a 11	Crítico

4. Resultado e Discussão

As vistorias na área 1 foram realizadas no primeiro semestre do ano de 2018, no período de 08 de maio a 26 de junho, totalizando em 288 nascentes vistoriadas e cadastradas.

As nascentes podem ter sido classificadas como perenes (vazão contínua), intermitentes (vazão apenas em época de chuva), efêmeras (vazão em resposta direta e pontual a precipitações), canalizadas ou descaracterizadas (quando ocorreu uma leitura errônea do mapa temático). As nascentes perenes (Figura 2) foram predominantes (47%) no locais vistoriados, seguido pelas intermitentes (24%), canalizadas (22%), efêmeras (5%) e descaracterizadas (2%). As nascentes que foram descaracterizadas foi com base na avaliação em campo. Em dois casos, a localização das nascentes (N220 e N221) estavam indicadas na cava de uma Pedreira. Não foi possível distinguir o local de origem das nascentes, devido a grande alteração antrópica na área e a formação das plataformas de extração de areia. Já em outros 3 locais foi observado o vazamento de água de uma Estação Elevatória de Água, lançamento clandestino de esgoto e barramento artificial de curso d'água.

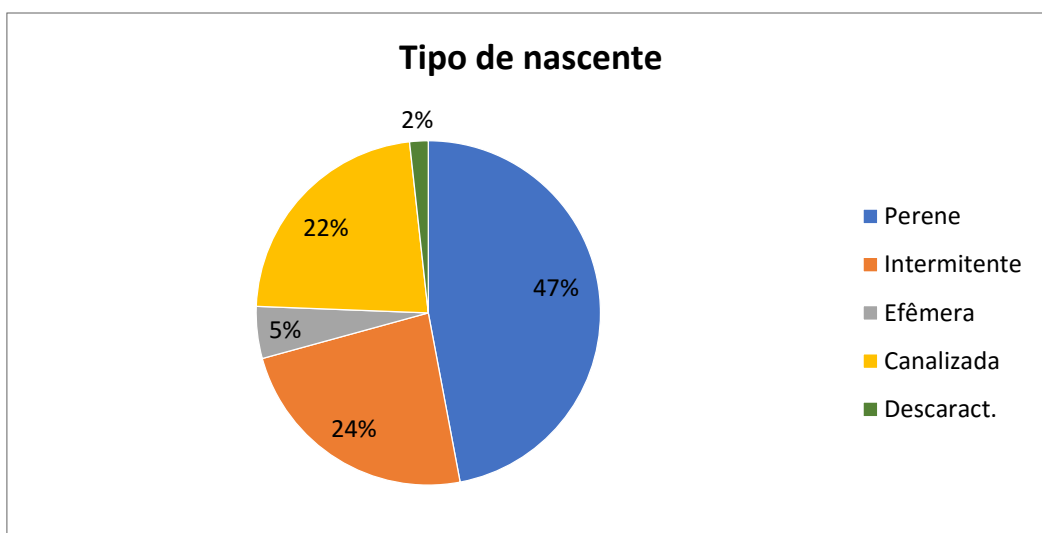


Figura 3: Porcentagem de tipos de nascentes observadas na área 1.

Em relação a vazão de água, 27% dos locais vistoriados estavam secos, 25% as nascentes tinham pouca vazão, 23% não foi possível visualizar a vazão da nascente, 23% tinham muita vazão e 4% foi observada apenas uma umidade no solo, sem origem de uma lâmina d'água ou curso d'água. Nos locais que não foi possível observar a vazão da nascente foi devido, principalmente, a canalização fechada. Mas também em alguns locais o acesso era muito difícil devido a topografia ou/e a vegetação estava muito adensada.

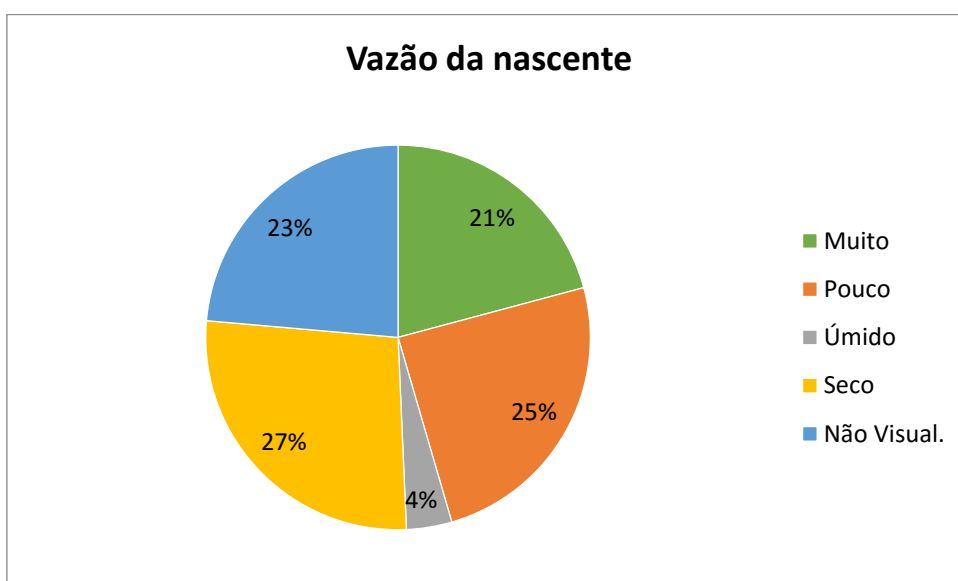


Figura 4: Porcentagem de nascentes com características de vazões distintas.

As interferências humanas mais comuns são as canalizações das nascentes. Normalmente são em bairros mais antigos, que a urbanização dessas áreas não contemplava a permanência de cursos fluviais, nascentes e suas respectivas Áreas de Preservação Permanente. Dependendo da época de implantação do empreendimento a legislação não previa a proteção dessas áreas como é atualmente. Em 63% das nascentes não foram constatadas interferências humanas. Enquanto que 25% estavam canalizadas, 6% represadas e em 6% foi observada um outro tipo de intervenção como a implantação de uma bica de água ou captação superficial (Figura 5).

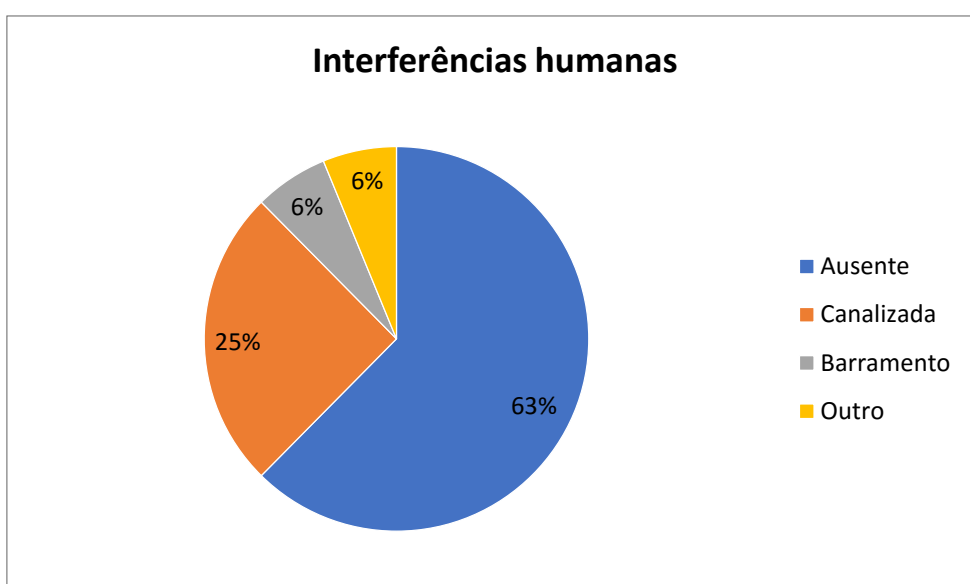


Figura 5: Tipos de interferências humanas em relação as nascentes levantadas.

As nascentes pontuais (Figura 6) foram predominantes nas áreas vistoriadas (74%). Provavelmente a situação topográfica de Sorocaba e região favoreça o afloramento dos aquíferos de forma pontual. As nascentes difusas (26%) foram observadas nas regiões mais planas, formando um acúmulo inicial ou áreas encharcadas, com predomínio de várzeas.

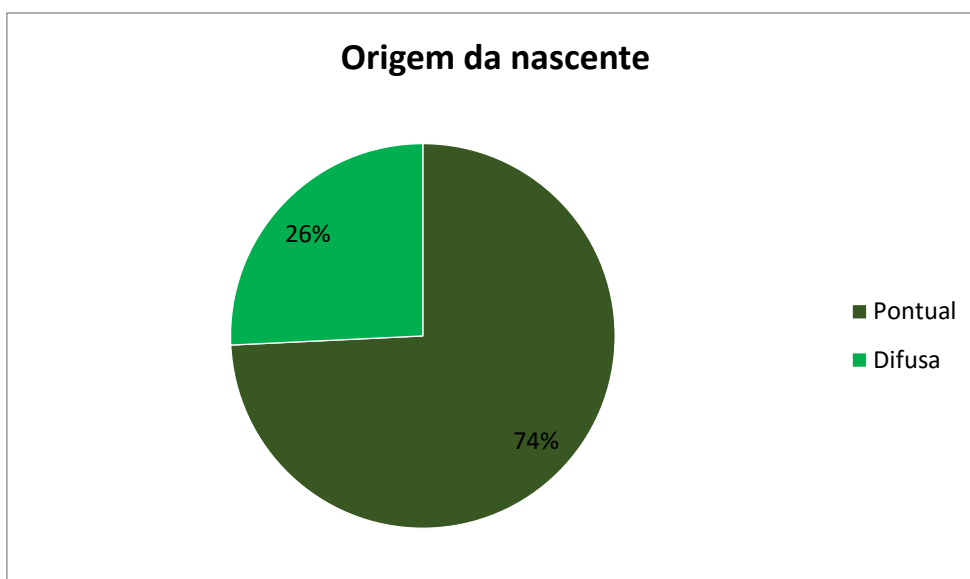


Figura 6: Porcentagem de nascentes em relação ao tipo de afloramento de água

A presença de lixo nas APP foi constatada em 51% dos locais vistoriados. O principal fator que contribuiu para a presença do lixo foi o descarte inadequado dos resíduos em áreas vizinhas e que foram transportados pelas galerias pluviais em dias de chuva. Também era muito comum observar o depósito irregular de lixo e entulho nas APP e nas Áreas Verdes.

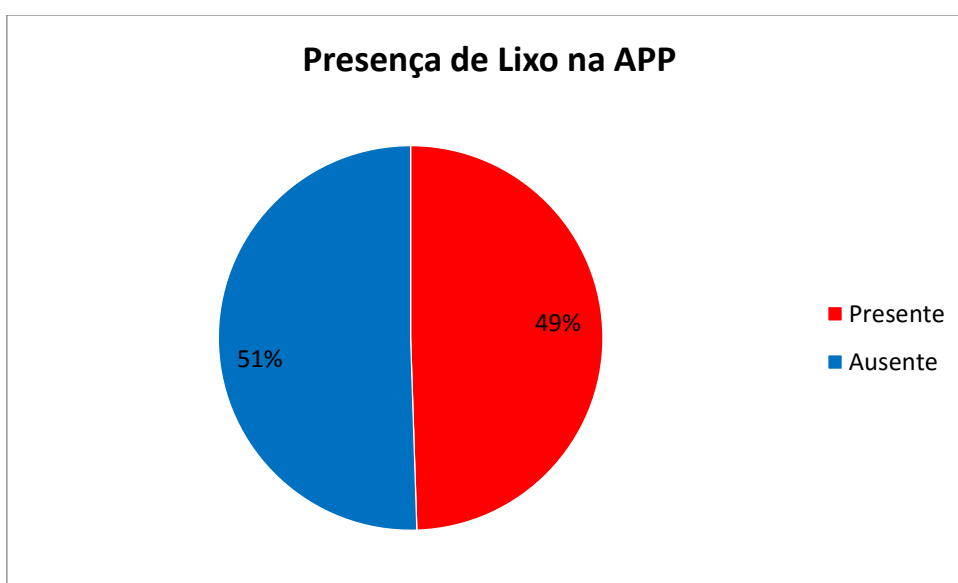


Figura 7: Porcentagem de nascentes em relação a presença de lixo no entorno imediato ou na APP.

Em decorrência do descarte inadequado de resíduos, foi comum encontrar materiais flutuantes nas nascentes (Figura 8) . Eles ficam presos em raízes e folhagens, obstruindo a passagem de água, e as vezes acumulavam água parada. Foram encontrados todos tipos de resíduo como, plástico, papel, alumínio, isopor, madeira, vidro, entre outros. Em 70% das nascentes não foram encontrados resíduos flutuantes, mas em 27% foram encontrados diversos tipos de materiais. Tanto o resíduos na APP quanto o resíduo flutuante contaminam o solo e a água, liberando substâncias nocivas ao meio ambiente. Muito desses materiais são resistentes, e o tempo de decomposição pode chegar a séculos. Animais podem ingeri-los, confundindo com algum tipo de alimento ou, podem ficar presos. Já os resíduos que acumulam água, tonam-se locais de procriação de diversos vetores de zoonoses.

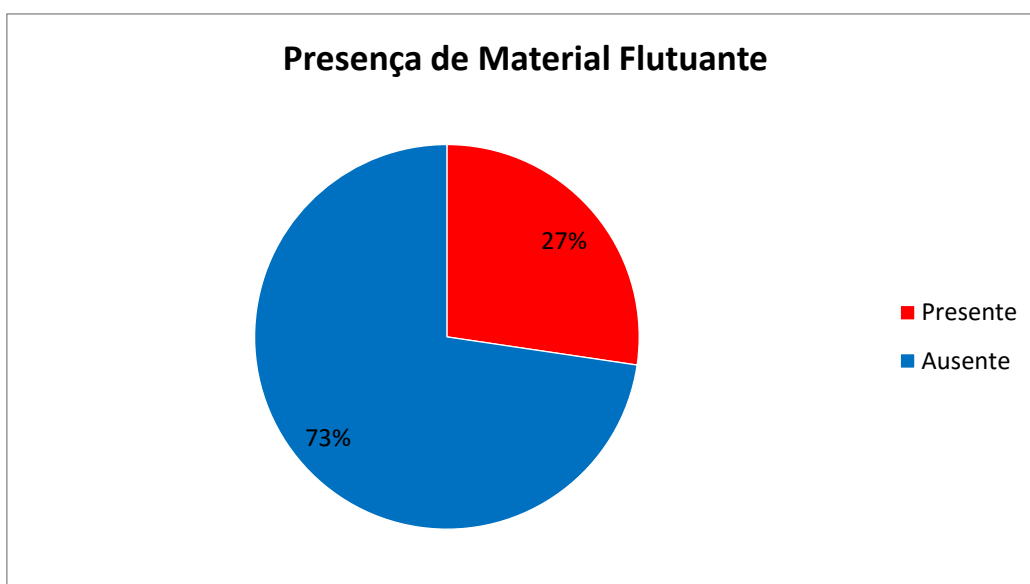


Figura 8: Porcentagem de nascentes em relação à presença de material flutuante.

Em algumas nascentes foi observada a presença de espuma na água (6%). A formação de espuma pode estar relacionada a contaminação por esgoto doméstico ou o lançamento de água de galerias pluviais. O uso de detergentes, sabão e produtos de limpeza resultam na formação de espumas na água que, quando, em grandes quantidades alteram o processo de aeração natural, na entrada de luz e pode causar a mortandade da fauna

aquática. Mais de 90% das nascentes não foram encontradas espumas na água.



Figura 9: Porcentagem de nascentes em relação a presença de espuma na água.

A presença de óleos na água foi constatada em 14% das nascentes. O óleo pode ser de origem natural, devido a decomposição de matéria orgânica. Em alguns casos a presença pode indicar a contaminação devido o lançamento de efluentes domésticos e industriais, ou pela presença de lixo doméstico. Em 86% das nascentes vistoriadas não foi encontrado óleo na água (Figura 10).



Figura 10: Porcentagem de nascentes em relação a presença de óleos nas águas.

Em 64,9% das nascentes não havia presença de esgoto. Porém, em 25,7% das nascentes, foi constatada a presença de galerias pluviais. As águas das galerias pluviais transportam diversas substâncias químicas das áreas a montante, com potencial poluidor tão impactante quanto ao do esgoto doméstico. Sua origem é difusa por isso o controle é mais complexo, em relação ao lançamento de esgotos domésticos (pontual). Em 8,9% das nascentes foi encontrado o lançamento clandestino de esgoto doméstico. Apenas em 1 nascente foi observado o esgoto industrial.

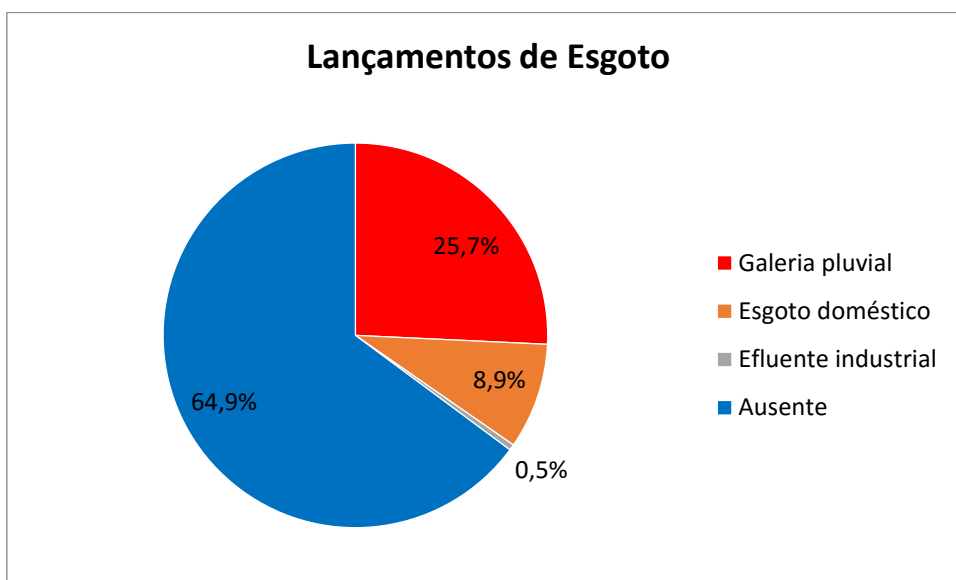


Figura 11: Porcentagem de nascentes em relação a presença de lançamentos de esgoto.

A vegetação tem um papel fundamental no ciclo das água e na proteção das nascentes. A presença das plantas aumenta a permeabilidade solo, reciclam nutrientes, protegem contra processos erosivos e poluições difusas, auxiliam na produção de água, servem de abrigo e alimento para fauna aquática, dentre outros diversos serviços ecossistêmicos. Em mais de 70% das nascentes foram encontrados fragmentos florestais, sendo que a maioria estava em estágio inicial de regeneração. E em 27% das nascentes a vegetação era gramínea, solo exposto ou áreas urbanizadas.

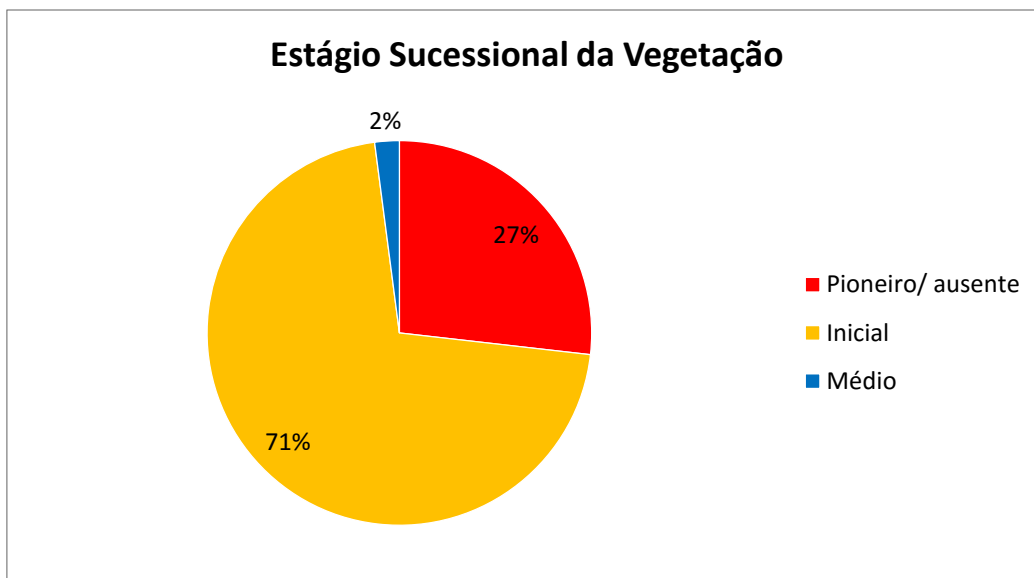


Figura 12: Porcentagem de nascentes em relação ao estágio sucessional da vegetação do entorno.

É importante ressaltar que mesmo encontrando fragmentos florestais em de 73% das nascentes, mais de 90% dessas áreas encontram-se degradadas. Nesse locais é comum observar o efeito de borda mais acentuado, uma vez que os fragmentos são muito pequenos, com forte pressão antrópica (presença de gado, cultivos agrícolas, silvicultura, fragmentação, matriz com baixa permeabilidade, urbanização) e pouca diversidade de espécies, resultando em uma baixa resiliência e baixo potencial de regeneração natural.



Figura 13: Porcentagem de nascentes em relação ao estado da vegetação no entorno.

Nas vistorias verificou-se que os processos erosivos são um dos fatores que mais degradam as nascentes, visto que desestruturam o solo no entorno, causam assoreamento, derrubam árvores e diminui a permeabilidade do solo. A erosão é a consequência da falta de vegetação natural no entorno das nascentes, pois fazem a proteção do solo, nos períodos de chuva. As galerias pluviais também contribuem de forma mais direta e intensa para a formação das erosões que, em muitos casos, resultam em ravinas e vossorocas. O assoreamento é a erosão mais presente nos locais vistoriados (43%). Em 34% foram encontradas erosões em sulco, em 11% tinham ravinas, em 5% tinham sulcos e apenas 4% das nascentes não foram encontradas erosões. Demais erosões, salpicamento, solopamento e ravina foram encontradas em 1% das nascentes, respectivamente.

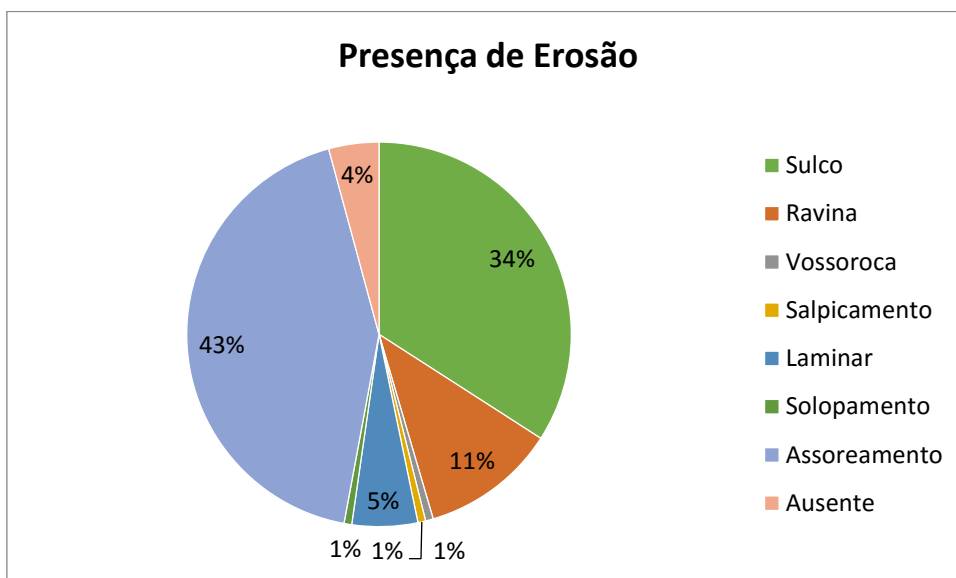


Figura 14: Porcentagem de nascentes em relação a presença de erosão.

Como efeito da alta densidade demográfica, no município de Sorocaba, em 66% das nascentes foram observadas pessoas ou vestígios (pegadas, trilhas, bombas de sucção, livros, cartas, pichações, indícios de ocupação irregular, dentre outros fatores. Em 34% dos locais não foi detectado presença humana ou vestígios dela (Figura 15).

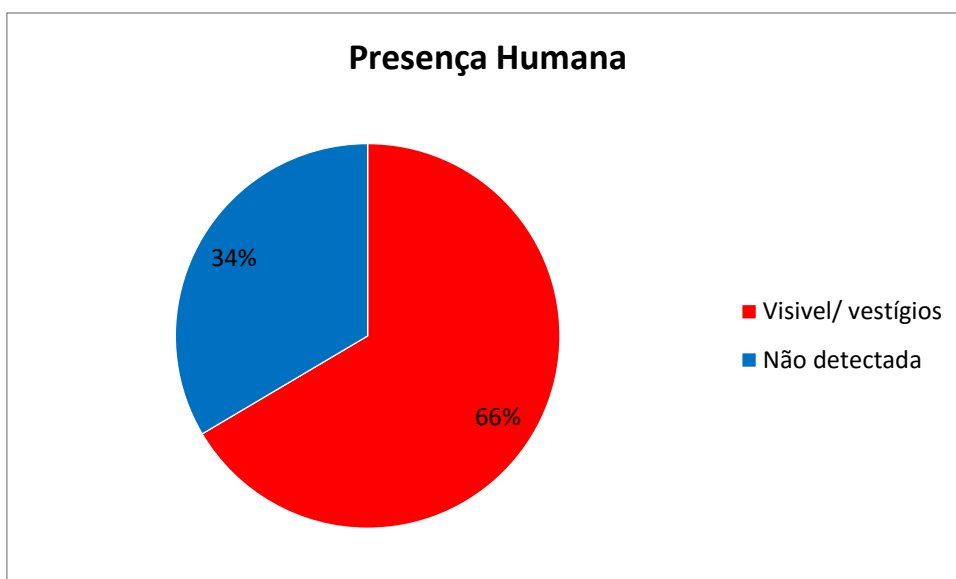


Figura 15: Porcentagem de nascentes em relação a presença humana.

Em 14% dos locais vistoriados foram observados presencialmente, ou detectados vestígios de animais silvestres, através de tocas, fezes, sons, pegadas e esqueletos, sendo este o melhor cenário a ser encontrado. Em 30% das nascentes, foram encontrados animais domésticos (cachorros, gatos ou galinhas), e em 23% dos locais (mais expressivo na zona rural), foram detectados visualmente ou através de vestígios animais de grande porte (ruminantes bovinos ou equinos), gerando pisoteio na vegetação e compactação do solo. Em 33% dos locais, não houve a detecção de animais domésticos ou silvestres (Figura 16).

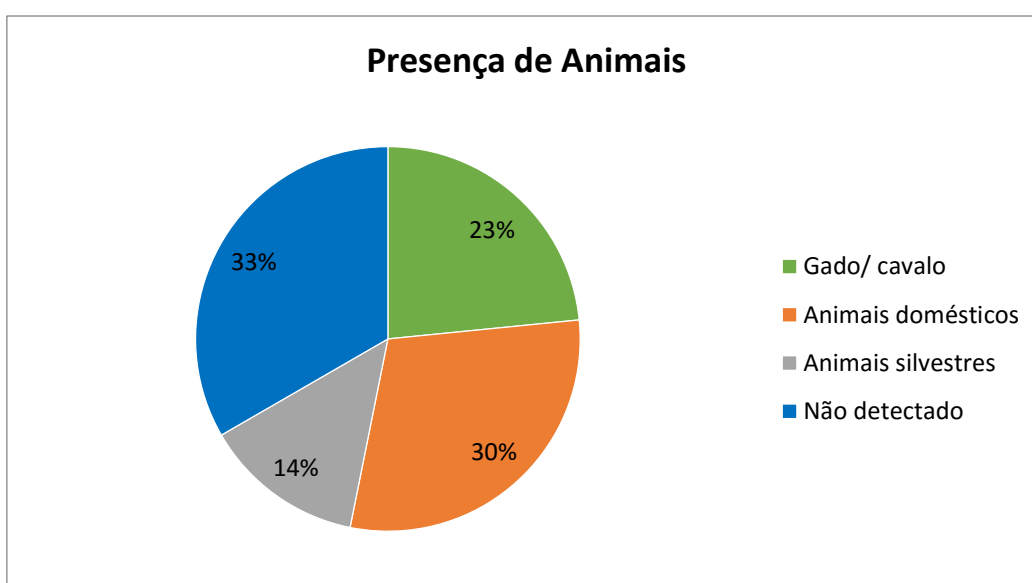


Figura 16: Porcentagem de nascentes em relação a presença de animais.

Em 84% dos locais não havia proteção (cercamento), tanto no fragmento florestal quanto ao redor da nascente. Em 16% dos locais havia cercamento (Figura 17), impedindo o pisoteio de animais de grande porte, inibindo a presença humana e evitando a poluição do local por resíduos sólidos trazidos pelo escoamento superficial.

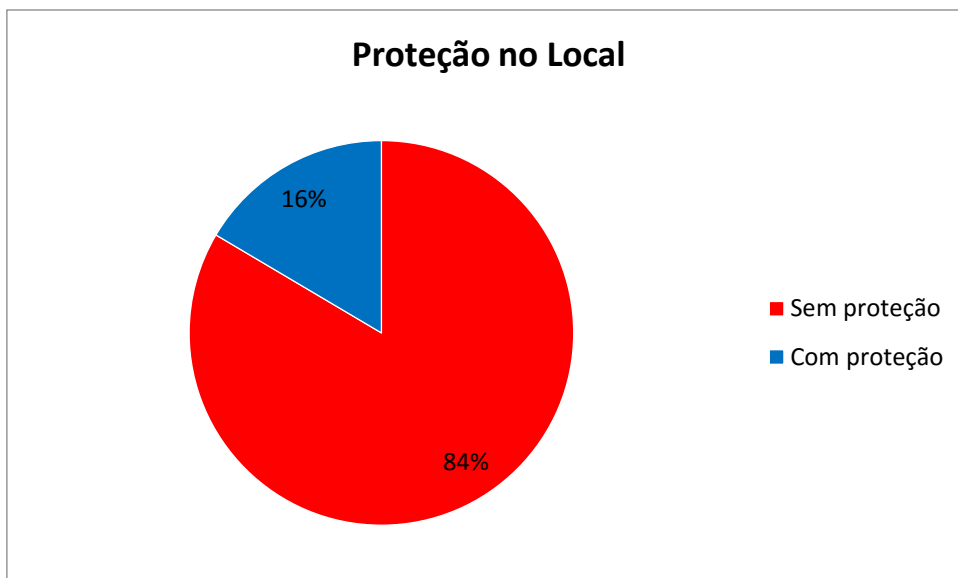


Figura 17: Porcentagem de nascentes em relação a proteção local.

Essa análise feita por parte dos técnicos ocorre de duas maneiras: *in loco*, e através do auxílio de softwares com imagens de satélite para medição entre a distância do ponto de afloramento com edificações. Em 70% dos locais (Figura 18) havia edificações dentro da Área de Preservação Permanente, e 30% dos locais, as edificações estavam 50 metros ou mais, distantes da nascente.

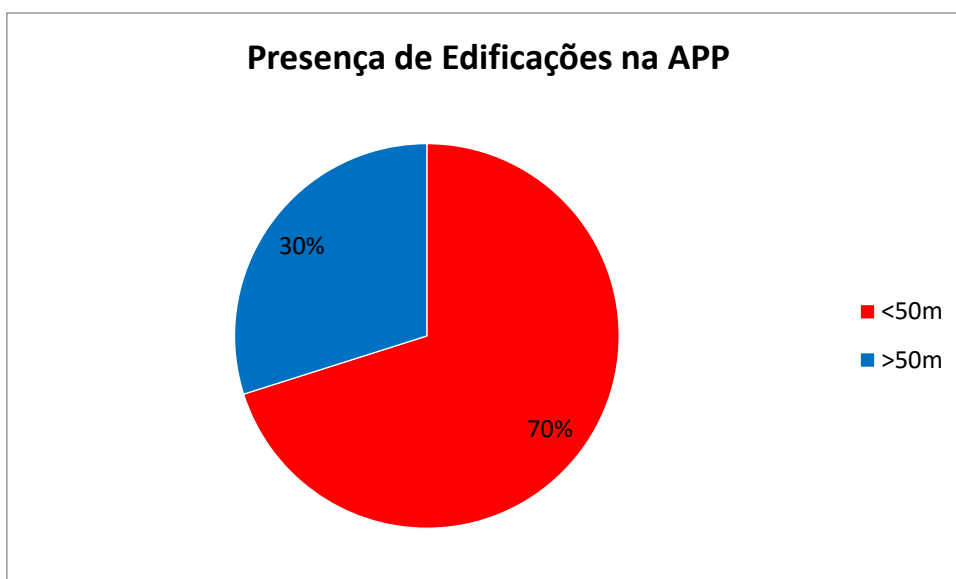


Figura 18: Porcentagem de nascentes em relação a presença de edificações na APP.

O não cumprimento do Código Florestal (Lei nº 12.651/12), que prevê um raio mínimo de 50 metros de fragmentos florestais em torno das nascentes é o cenário mais encontrado, totalizando 89% contra apenas 11% das nascentes que possuem sua mata ripária com 50 metros ou mais (Figura 19).

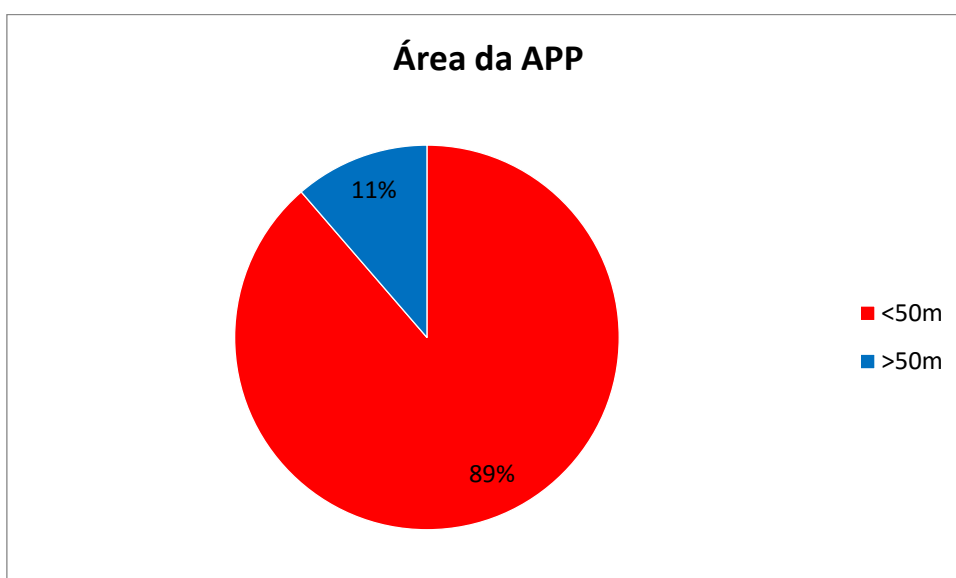


Figura 19: Porcentagem de nascentes em relação ao tamanho da APP respeitando a Lei Federal 12.651/2012.

Para uma visão geral de como as nascentes estão protegidas (ou não) pelas suas matas ciliares, o uso e ocupação do solo também foi avaliado. Como piores cenários a serem encontrados, temos (do pior para o melhor): área urbana consolidada, ausência (solo exposto), agricultura e gramíneas, que totalizaram 46% das APPs encontradas. Em 48% dos locais, a predominância é de fragmentos florestais constituídos por árvores nativas (Figura 20), e em 6% dos locais, por arbóreos exóticos (como banana, bambu, dentre outros).

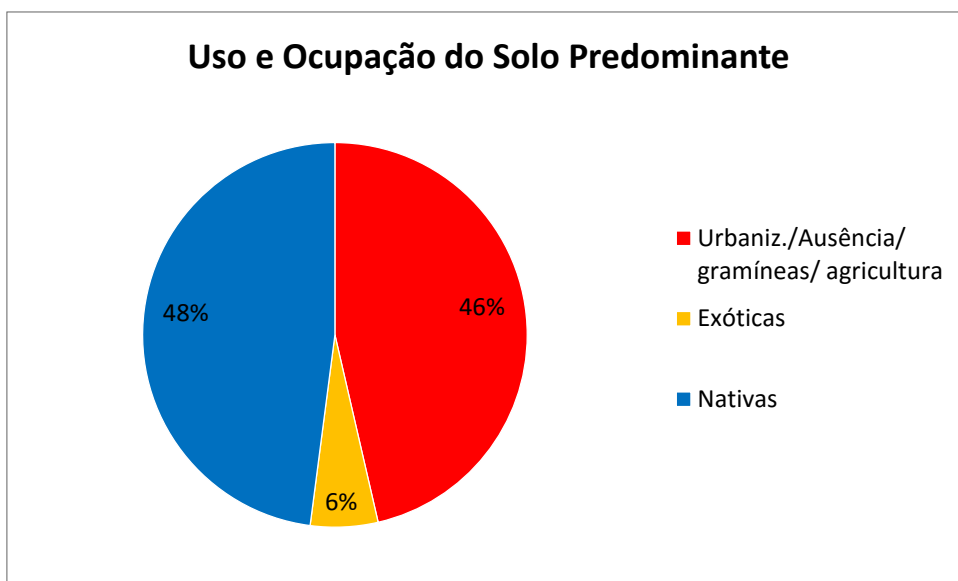


Figura 20: Porcentagem de nascentes em relação ao uso e ocupação do solo.

Com base na análise dos parâmetros do protocolo de avaliação, constatou-se que apenas 1% das nascentes foram classificadas como "Ótimas", 36% como "Regulares" e 63% foram classificadas como "Críticas" (Figura 21). A área 1 é caracterizada como uma região muito urbanizada e, por tanto, com grandes pressões antrópicas para as nascentes. Os fatores que mais pressionam essas áreas são o lançamento de esgotos, presença de galerias de águas pluviais, descarte inadequado de resíduos sólidos urbanos e desmatamento das áreas com vegetação nativa e falta de controle dos processos erosivos.

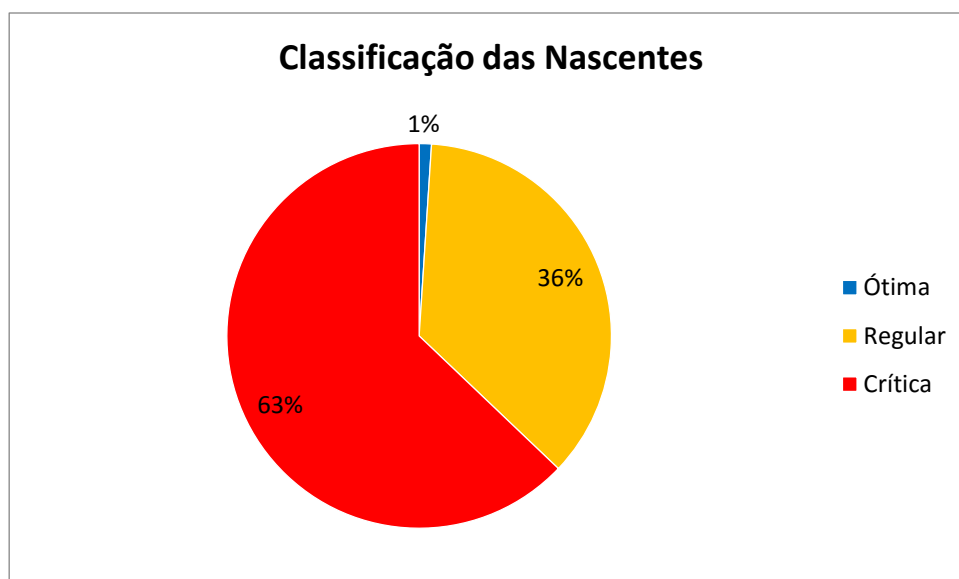


Figura 21: Porcentagem de nascentes em relação a classificação do protocolo de avaliação rápida.

5. 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.

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

BERTONI, J & LOMBARDI NETO, F. (1993) conservação do solo. São Paulo, Ícone. 3a. Edição.

BRASIL; 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.

_____; 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/l12651.htm. Acesso em 06/04/2016

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

- 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.ufrrj.br/institutos/it/deng/leonardo/it113-hidrologia.htm>. Acesso em 21/09/2017.
- CORRÊA, L. de S. L. Processos erosivos avançados em São Francisco de Assis – RS: Estudo de caso. 2006,50 f. Dissertação (mestrado) – Universidade Federal de Santa Maria, Rio Grande do Sul.
- 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.
- 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.
- 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.
- SEMA, 2014. *Plano Municipal de Mata Atlântica*. Retirado do site: goo.gl/gVV2ek. Acesso em 01/06/2017.
- SOUZA, S. R. 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.
- VILLELA, S. M. e MATTOS, A. 1975. *Hidrologia Aplicada*. McGraw-Hill, São Paulo. 245p.

**Relatório de Avaliação Ambiental
das Nascentes de Sorocaba (Área 2)**

**Projeto FEHIDRO
Cadastro Ambiental das Nascentes de Sorocaba**

2018

1. Introdução

O município de Sorocaba está localizado a 96 km da capital de São Paulo, entre as coordenadas 23°50'47"84' de latitude sul e 47°45'53"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 1), e aproximadamente 2.211 hectares de Área de Preservação Permanente (APP) (Brizacco, 2016; SEMA, 2010). 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, Piratininga, do Vidal e Lavapés (São Paulo, 2011; SEMA, 2010).

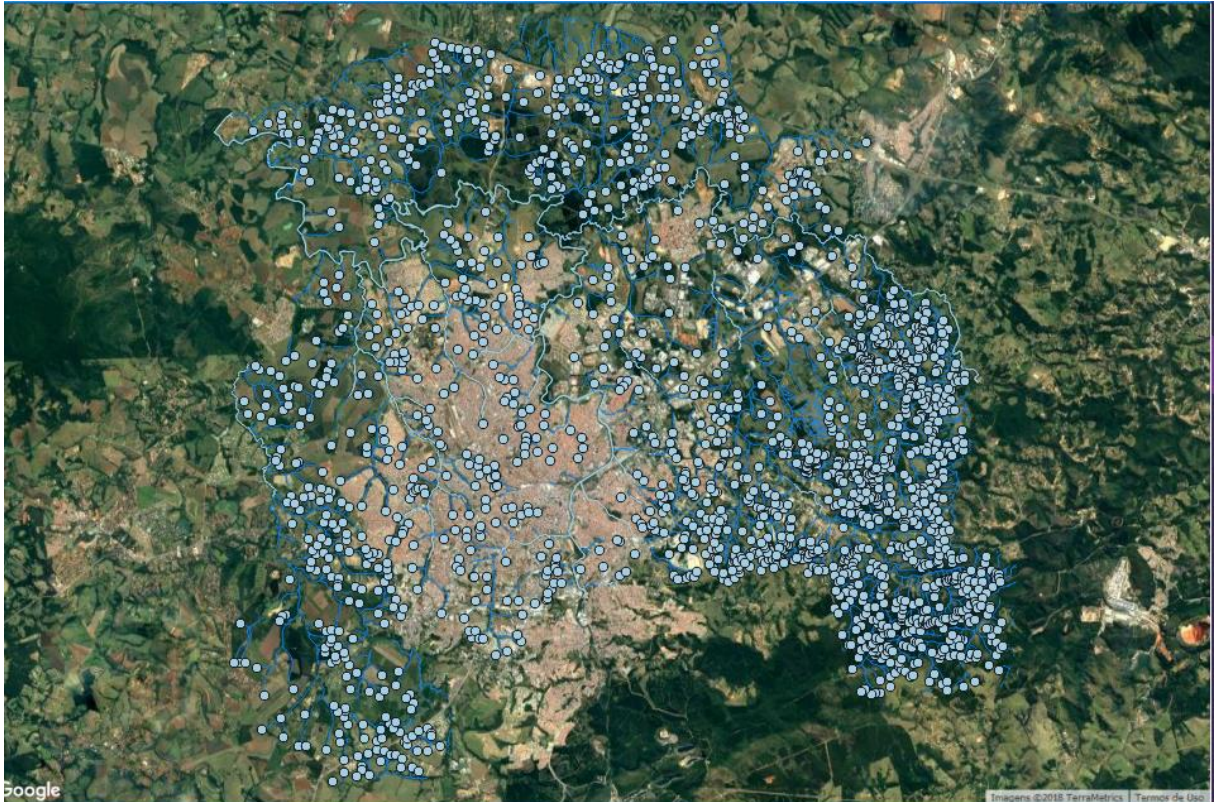


Figura 1. Malha hídrica do município de Sorocaba; os pontos em azul correspondem as nascentes.

Fonte: Secretaria do Meio Ambiente/Google Earth.

2. Objetivos Gerais

- Realizar o diagnóstico ambiental das nascentes, por meio de um protocolo de avaliação rápida;
- Cadastrar todas as nascentes e as respectivas propriedades que possuem as nascentes para futuros projetos de restauração ambiental das nascentes degradadas;
- Atualizar o mapa de hidrografia de Sorocaba.

2.1 Objetivos Específicos

- Fazer o diagnóstico das nascentes da Zona 2;

3. Metodologia

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).

Para realização das vistorias, a cidade de Sorocaba foi dividida em 7 áreas de acordo a complexidade de acesso aos afloramentos, com grau crescente de dificuldade da “área 1” até a “área 7” (Figura 2). No intuito de nortear este propósito, utilizou-se o mapa hipsométrico do município e sistema viário a fim de alocar as áreas de menor altitude em locais diferentes das áreas com maior altitude. Outros fatores decisórios para delimitação das áreas foram a presença de ruas, estradas, trilhas, uso e ocupação do solo predominante.

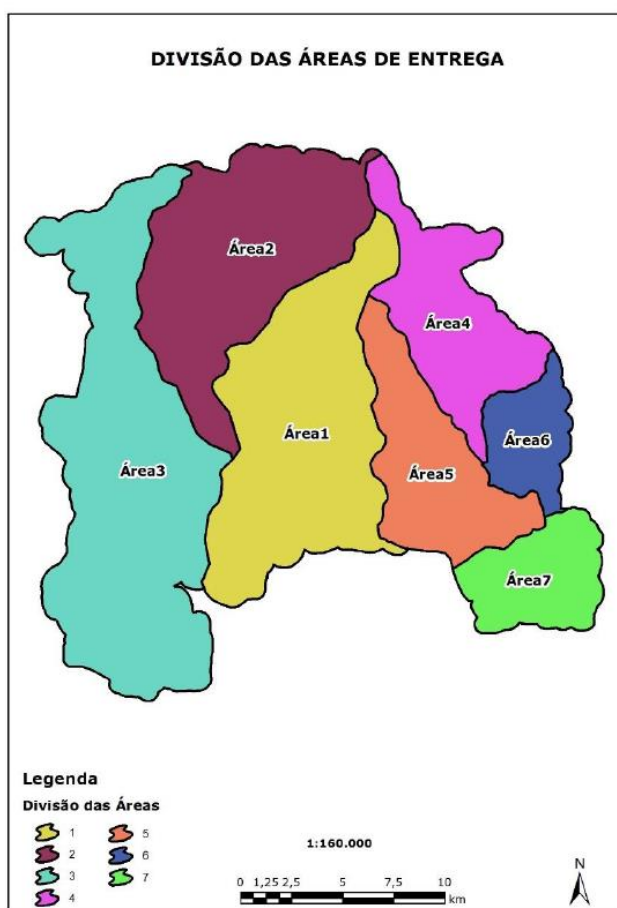


Figura 2: Mapa de divisão das áreas para fazer as vistorias.

Inicialmente são descritas algumas informações gerais sobre a nascente e o local vistoriado. Na ficha são preenchidos os seguintes itens:

Número da Nascente

O afloramento recebe uma numeração de acordo com a sequência das nascentes vistoriadas em campo. Cada numeração será iniciada com a letra "N" de nascente, exemplo "N60". A nascente também possui um número de identificação (ID), que está relacionado ao mapeamento da Secretaria do Meio Ambiente de Sorocaba (levantamento inicial). A numeração ID é informada na ficha entre parênteses, exemplo "(1240)". Portanto, a ficha contém duas numerações, a primeira, referente a sequência de nascentes vistoriadas em campo, seguida da numeração referente a ID do mapeamento. Exemplo: N60 (1240).

Data da Vistoria

Data que ocorreu a vistoria da nascente.

Sub-bacia

Nome da sub-bacia que a nascente está localizada, de acordo com o mapeamento da Secretaria do Meio Ambiente de Sorocaba.

Bairro

Nome do bairro que a nascente está localizada.

Ocorrência de chuva nos últimos 5 dias

A informação deve-se à ocorrência de precipitações até 5 dias antes da vistoria, o que contribui para uma avaliação mais detalhada sobre a nascente. Auxilia na exclusão de possibilidades, por exemplo, em situações que a água observada no local é referente à água pluvial, e não, de origem natural da nascente. Outrossim, contribui na avaliação do fluxo de água observado, vez que, em dias anteriores aos quais houve chuva intensa, a vazão do afloramento possivelmente é maior, devido a cheia do lençol freático.

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 (Souza, 2018).

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).

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 será feita até o local, e algumas perguntas serão 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.

Parâmetros de Verificação

Após a caracterização inicial das nascentes e do local de vistoria, são avaliados os parâmetros de verificação. Segue abaixo a descrição de cada parâmetro:

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 ou “presente” o caso tenha sido observado uma

unidade de lixo ou de material que possa ser considerado entulho ou materiais de grande toxicidade (como pilhas e baterias) (Souza, 2018).

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 sua presença forma 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, 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).

Esgoto

Se há presença de emissários próximos da nascente, que poderá ser observado visualmente ou alertado através do odor. Nesse caso enquadram como esgotos os lançamentos de galerias pluviais (poluição difusa das ruas e casas) e tubulações de esgoto doméstico e ou industrial; ou ausente/não detectado.

Estado da vegetação da APP

Foi classificado como vegetação "pioneira/ausente" se verificado que a APP está ausente ou se foi substituída (solo exposto, empreendimentos antrópicos no local, tais como, casas, estradas ou rodovias, etc., 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 fuchsiaefolia*), 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.*)

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, melastomatáceas 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).

Estado da Vegetação

Considera-se como "degradada" em locais que são observados algum grau de perturbação como presença de espécies exóticas, pouca diversidade de espécies nativas, ausência de regenerantes no sub-bosque, predomínio de trepadeiras nas copas das árvores, ausência de serrapilheira e demais parâmetros observados na Resolução SMA 1/1994. Considera-se "preservada" em locais que atendem o disposto da Resolução SMA 1/1994 e não observados sinais de perturbações na área.

Erosão

A erosão por salpicamento se deve ao impacto das gotas de chuva sobre os agregados instáveis num solo desnudo, produzindo pequenos buracos. A erosão laminar consiste na perda de camada superficial de forma uniforme do solo em terreno com certa declividade geralmente observada em terrenos com agricultura, o qual carrega nutrientes que seriam fundamentais para o desenvolvimento da espécie economicamente importante. Erosão linear (sulcos, ravinas e voçorocas) caracteriza-se pela formação de canais (sulcos) de diferentes profundidades e comprimentos na superfície do solo. Ocorre a concentração das águas das chuvas nesses canais, aumentando, assim, o poder erosivo devido ao ganho de energia cinética pelo volume e velocidade da enxurrada. Sucessivamente, a erosão passa de laminar para sulcos, ravinas e, logo em seguida, para o estágio chamado de voçorocas. As voçorocas são classificadas pela sua profundidade e pela área de contribuição de sua bacia, são consideradas profundas quando têm mais de cinco metros de profundidade; médias, quando têm de um a cinco metros de profundidade e pequenas, quando têm menos de um metro de profundidade. Pela área de contribuição da bacia, as voçorocas são consideradas pequenas quando a área de drenagem é menor do que dois hectares; médias, quando têm de dois a vinte hectares e grandes, quando têm mais de vinte hectares (Bertoni, Lombardi, 1985). A erosão por solapamento é característica de áreas declivosas, removendo o horizonte "O" devido a grande quantidade de água que chega ao sistema (Corrêa, 2006).

Presença humana

Considerada "visível/vestígios" se houve encontro com pessoas na área, observação de trilhas ao redor, irrigação para hortas, bombas de sucção, dentre outras; ou "ausente" se nada foi identificado (Souza, 2018).

Presença de animais

Considerada "visível/vestígios" por meio da observação da presença dos mesmos, 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 (Souza, 2018).

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. Foi classificado como "sem proteção" se era ausente

qualquer empecilho para entrada de pessoas ou animais na área ou havia alguma proteção, mas mesmo assim, era possível a chegada até o afloramento; ou “com proteção”, se existia proteção e devido a ele não era possível adentrar o fragmento ou ter acesso direto na nascente (Souza, 2018).

Proximidade à residência ou estabelecimento

Mensurar a distância da nascente até a residência ou estabelecimento, podendo ser assinalado as opções “menos de 50 metros”, ou “maior ou igual 50 metros” (Souza, 2018).

Uso e ocupação do solo predominante

Neste item inicialmente são utilizadas as imagens de satélite disponíveis para um levantamento preliminar da vegetação na APP, distinguindo vegetação arbórea e rasteira. Em campo observa-se a vegetação predominante na trilha e no entorno da nascente (até onde é possível visualizar). Considera-se uma categoria predominante quando é observado que mais de 50% da área é caracterizada por um determinado uso e ocupação solo. Entende-se por "ausente" os locais com solo exposto e/ou impermeabilizado; "gramíneas" qualquer espécie pioneira exótica; "agricultura" quando utilizada pra culturas temporárias ou perenes; "espécies arbóreas exóticas" todas as espécies de árvores não nativas da região; "espécies nativas" são as espécies nativas encontradas na região (Souza, 2018).

Área da APP

Mensurar a distância da vegetação nativa por uma distância de 50 metros, a partir do afloramento de água, conforme a Lei Federal 12.651/2012. Vegetação ausente antes de 50 metros é classificada como " menos de 50 m" e igual ou acima de 50 metros é classificada como "maior ou igual 50 m".

Índice de Impacto Ambiental de Nascentes (IIAN)

Cada parâmetro observado in loco, que reflete a qualidade da conservação das nascentes estudadas, recebeu uma pontuação: valor “1” para cada resposta que evidencie alto grau de degradação, “2” para presença de poucos tributos, e valor “3” para ausência de impacto /não detectado, ou seja, quanto maior a pontuação final da nascente, melhor conservada ela está.

Para nascentes perenes, a pontuação máxima é de 42 pontos e a mínima de 14 pontos. Foram divididas em três categorias, as nascentes que obtém de 42 a 36 pontos, de 35 a 26 pontos, e de 25 a 14 pontos.

Para nascentes intermitentes, a pontuação máxima é de 33 pontos e a mínima de 11 pontos. Foram divididas em três categorias, as nascentes que obtêm de 33 a 29 pontos, de 28 a 21 pontos, e de 20 a 11 pontos.

Dessa maneira, a análise resultou em um índice de impacto ambiental de cada nascente analisada.

Quadro 1: Índice de Impacto Ambiental em Nascentes.

Pontuação nascente perene	Pontuação nascente intermitente	Grau de preservação
42 a 36	33 a 29	Ótimo
35 a 26	28 a 21	Regular
25 a 14	20 a 11	Crítico

4. Resultado e Discussão

As vistorias na Área 2 foram realizadas no segundo semestre do ano de 2018, no período de 02 de julho a 11 de agosto, totalizando em 262 nascentes vistoriadas e cadastradas.

As nascentes podem ter sido classificadas como perenes (vazão contínua), intermitentes (vazão apenas em época de chuva), efêmeras (vazão em resposta direta e pontual a precipitações), canalizadas ou descaracterizadas (quando ocorre uma leitura errônea do mapa temático). As nascentes perenes (Figura 2) foram predominantes (55%) nos locais vistoriados, seguido pelas intermitentes (40%), canalizadas (2%), efêmeras (2%) e descaracterizadas (1%). As nascentes descaracterizadas tiveram esse veredito com base na avaliação em campo, sendo resposta direta de escoamento superficial, formando erosões que resultaram em uma leitura equivocada do mapa temático.

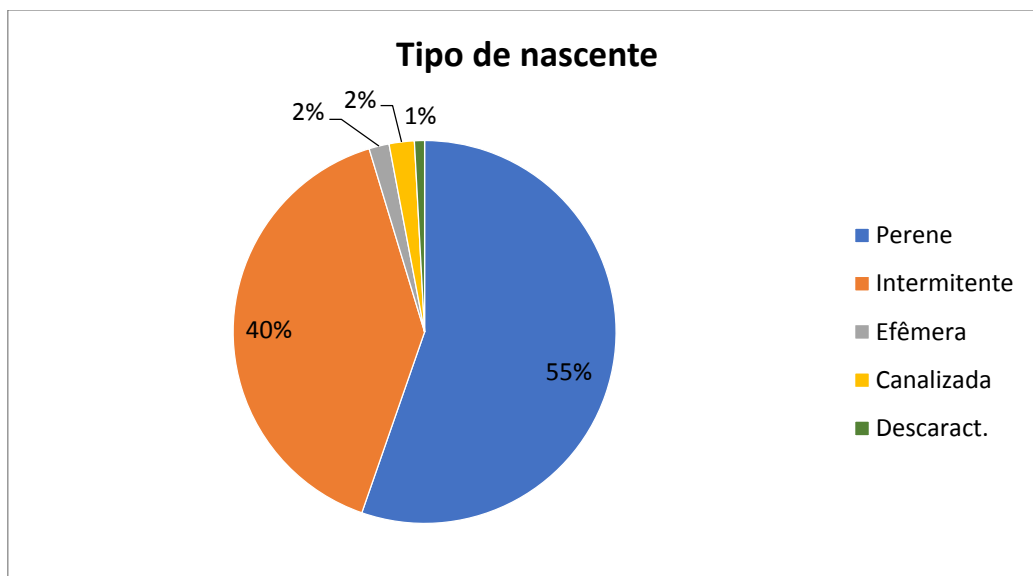


Figura 3: Porcentagem de tipos de nascentes observadas na área 2.

Em relação a vazão de água, 27% dos locais vistoriados estavam secos, 25% as nascentes tinham pouca vazão, 21% tinham muita vazão, 4% dos locais foram observados apenas umidade no solo, sem origem de uma lâmina d'água ou curso d'água, e em 23% dos locais não foi possível visualizar a vazão do afloramento. Nestes locais sem visualização, foi devido a canalização fechada, ou locais de difícil acesso (devido a topografia) ou/e vegetação adensada.

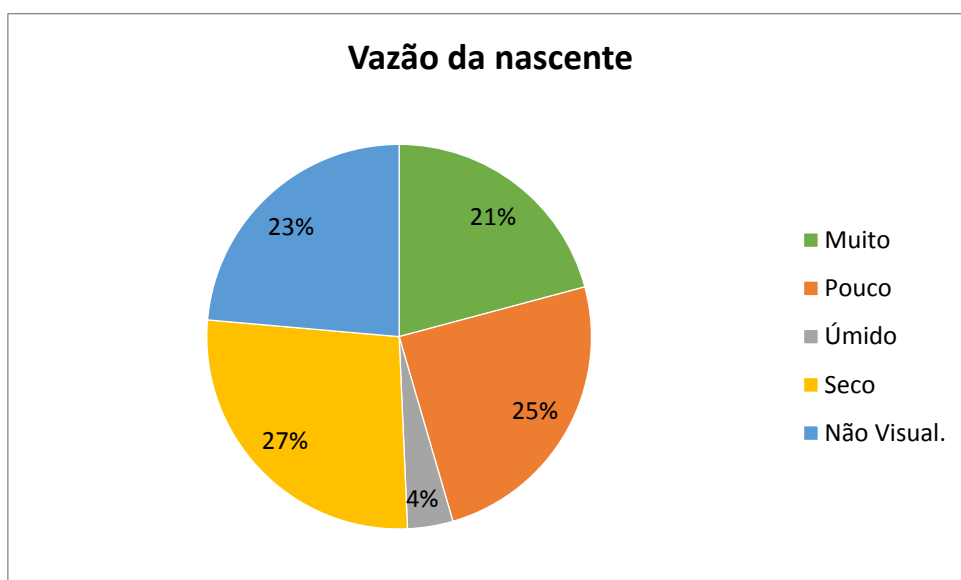


Figura 4: Porcentagem de nascentes com características de vazões distintas.

As interferências humanas mais comuns na Área 2 são os barramentos, acredita-se que por se tratar, em grande parte, de área rural, servindo para dessedentação dos animais de criação de grande porte, totalizando 16% dos locais. Em 78% das nascentes não foram contatadas interferências humanas, enquanto que 4% das nascentes encontram-se canalizadas, e em 2% foi observada um outro tipo de intervenção como a implantação de uma bica de água ou captação superficial (Figura 5).

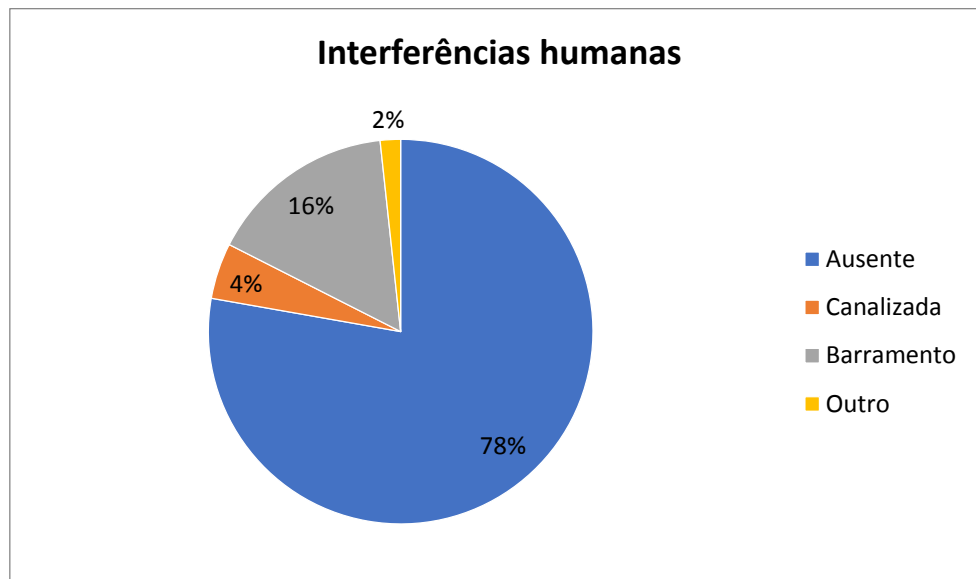


Figura 5: Tipos de interferências humanas em relação as nascentes levantadas.

As nascentes foram classificadas quanto a sua origem (Figura 6). As nascentes pontuais foram predominantes nas áreas vistoriadas (55%), sendo esta porcentagem provável pela situação topográfica de Sorocaba, já que a região favorece o afloramento dos aquíferos de forma pontual. As nascentes difusas (45%) foram observadas nas regiões mais planas, formando um acúmulo inicial ou áreas encharcadas e de brejo, com predomínio de várzeas.

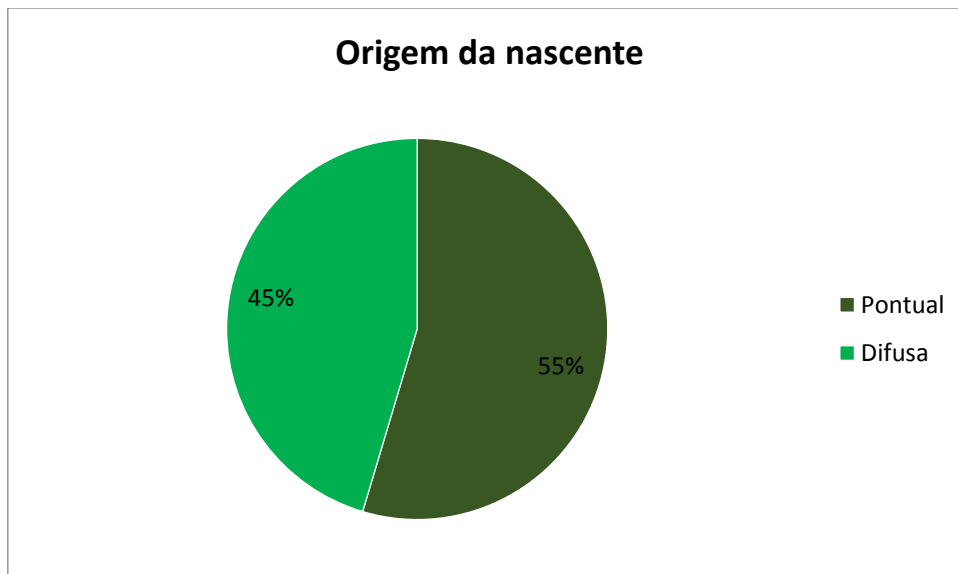


Figura 6: Porcentagem de nascentes em relação ao tipo de afloramento de água

A presença de lixo nas APP foi constatada em 31% dos locais vistoriados. O principal fator que contribuiu para a presença do lixo foi o descarte inadequado dos resíduos em áreas vizinhas e que foram transportados pelas galerias pluviais em dias de chuva. Também era muito comum observar o depósito irregular de lixo e entulho nas APP e nas Áreas Verdes.

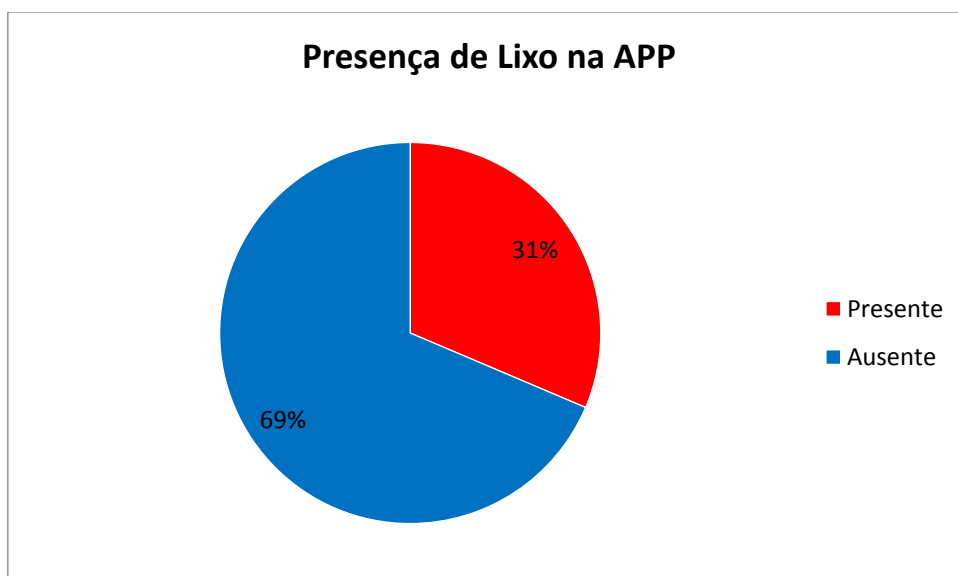


Figura 7: Porcentagem de nascentes em relação a presença de lixo no entorno imediato ou na APP.

Em decorrência do descarte inadequado de resíduos, pode-se encontrar materiais flutuantes nas nascentes (Figura 8). Eles ficam presos em raízes e folhagens, obstruindo a passagem de água, e as vezes acumulavam água parada.

Foram encontrados todos tipos de resíduo como, plástico, papel, alumínio, isopor, madeira, vidro, entre outros. Em 86% das nascentes não foram encontrados resíduos flutuantes, mas em 14% foram encontrados diversos tipos de materiais. Tanto os resíduos na APP quanto os resíduos flutuantes, contaminam o solo e a água, liberando substâncias nocivas ao meio ambiente. Muito desses materiais são resistentes, e o tempo de decomposição pode chegar a séculos. Animais podem ingeri-los, confundindo com algum tipo de alimento ou, podem ficar presos. Já os resíduos que acumulam água, tonam-se locais de procriação de diversos vetores de zoonoses.

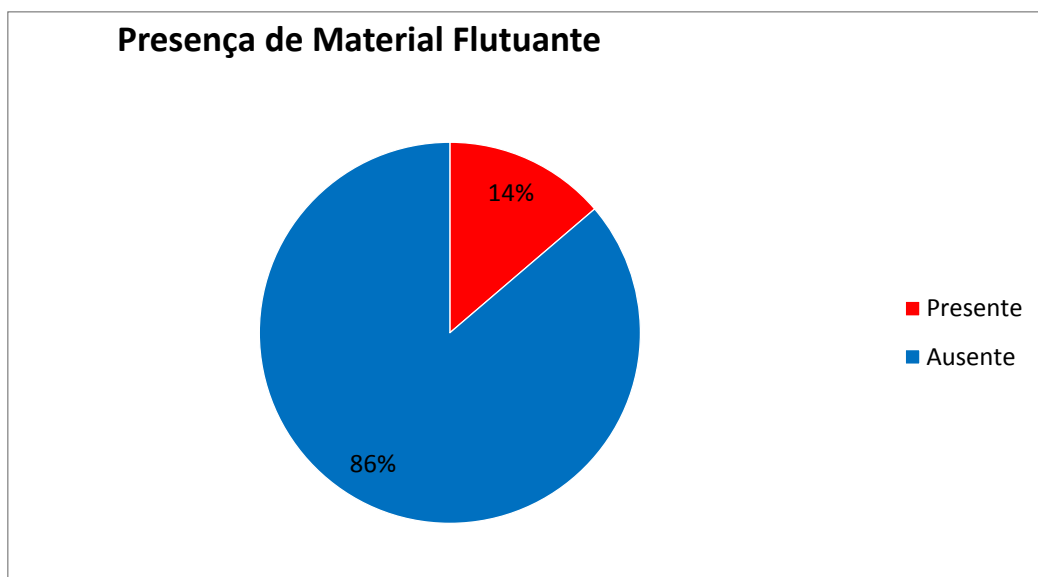


Figura 8: Porcentagem de nascentes em relação à presença de material flutuante.

Em algumas nascentes foi observada a presença de espuma na água (2%). A formação de espuma pode estar relacionada a contaminação por esgoto doméstico ou o lançamento de água de galerias pluviais. O uso de detergentes, sabão e produtos de limpeza resultam na formação de espumas na água que, quando, em grandes quantidades alteram o processo de aeração natural, na entrada de luz e pode causar a mortandade da fauna aquática. Em 98% das nascentes não foram encontradas espumas na água.



Figura 9: Porcentagem de nascentes em relação a presença de espuma na água.

A presença de óleos na água foi constatada em 14% das nascentes. O óleo pode ser de origem natural, devido a decomposição de matéria orgânica. Em alguns casos a presença pode indicar a contaminação devido o lançamento de efluentes domésticos e industriais, ou pela presença de lixo doméstico. Em 86% das nascentes vistoriadas não foi encontrado óleo na água (Figura 10).



Figura 10: Porcentagem de nascentes em relação a presença de óleos nas águas.

Em 85,9% das nascentes não havia presença de esgoto; em 11% das nascentes, foi constatada a presença de galerias pluviais. As águas das galerias pluviais transportam diversas substâncias químicas das áreas a montante, com potencial poluidor tão impactante quanto ao do esgoto doméstico. Sua origem é difusa por isso o controle é mais complexo, em relação ao lançamento de esgotos domésticos (pontual). Em 3,1% das nascentes foi encontrado o lançamento clandestino de esgoto doméstico, e em nenhuma nascente foi observado o lançamento de esgoto industrial.

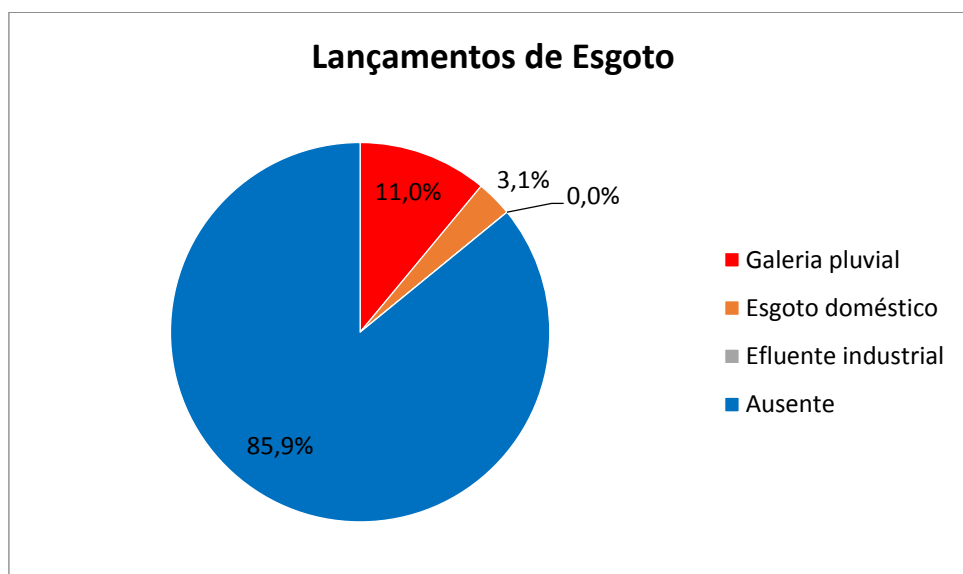


Figura 11: Porcentagem de nascentes em relação a presença de lançamentos de esgoto.

A vegetação tem um papel fundamental no ciclo da água e na proteção das nascentes. A presença das plantas aumenta a permeabilidade solo, reciclam nutrientes, protegem contra processos erosivos e poluições difusas, auxiliam na produção de água, servem de abrigo e alimento para fauna aquática, dentre outros diversos serviços ecossistêmicos. Em 72% das nascentes foram encontrados fragmentos florestais em estágio inicial de regeneração, e 7% em estágio médio. Em 21% das nascentes a vegetação era gramínea, solo exposto ou áreas urbanizadas.

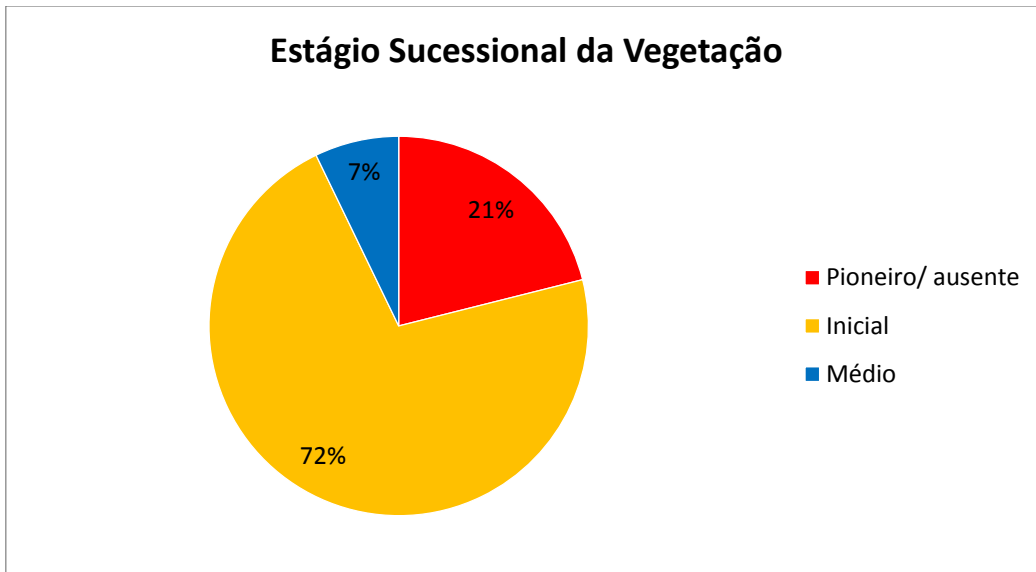


Figura 12: Porcentagem de nascentes em relação ao estágio sucessional da vegetação do entorno.

É importante ressaltar que mesmo encontrando fragmentos florestais em 93% das nascentes (somando estágios inicial e médio), 100% dessas áreas encontram-se degradadas. Nesses locais é comum observar o efeito de borda mais acentuado, uma vez que os fragmentos são muito pequenos, com forte pressão antrópica (presença de gado, cultivos agrícolas, silvicultura, fragmentação, matriz com baixa permeabilidade, urbanização), abundância de lianas e pouca diversidade de espécies, resultando em uma baixa resiliência e baixo potencial de regeneração natural.



Figura 13: Porcentagem de nascentes em relação ao estado da vegetação no entorno.

Nas vistorias verificou-se que os processos erosivos é um dos fatores que mais degrada as nascentes, consequência da falta de vegetação natural que protegemo solo, nos períodos de chuva. As galerias pluviais também contribuem de forma mais direta e intensa para a formação das erosões que, em muitos casos, resultam em ravinas e voçorocas, além de trazerem consigo todo lixo do pavimento superior para o curso d'água. Os sulcos são o tipo de erosão mais presente nos locais vistoriados (35%). Em 31% foi encontrado assoreamento, 13% tinham ravinas, em 5% tinham salpicamentos, 14% erosão laminar (devido a pastagens e plantações), em 1% dos locais foram encontrados solapamentos, e em 1% das nascentes não havia a incidência de erosão.

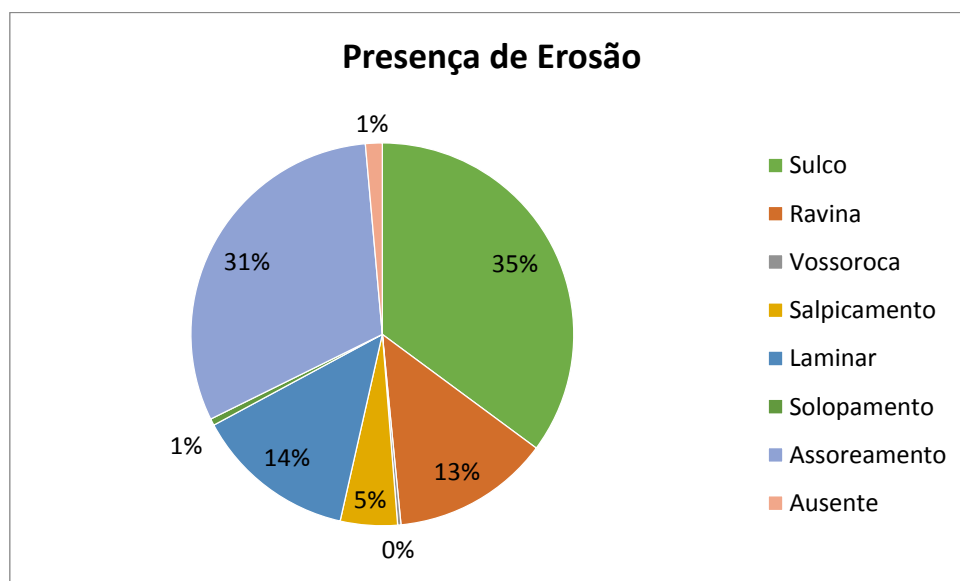


Figura 14: Porcentagem de nascentes em relação a presença de erosão.

Como efeito da alta densidade demográfica, no município de Sorocaba, em 68% das nascentes foram observadas pessoas ou vestígios (pegadas, trilhas, bombas de sucção, livros, cartas, pichações, indícios de ocupação irregular, dentre outros fatores. Em 32% dos locais não foi detectado presença humana ou vestígios dela (Figura 15).

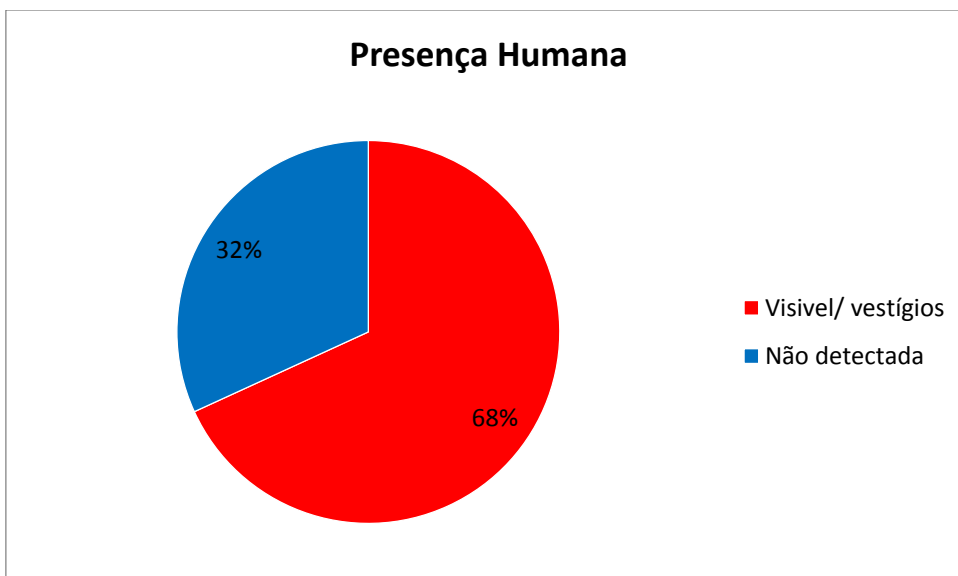


Figura 15: Porcentagem de nascentes em relação a presença humana.

Em 12% dos locais vistoriados foram observados presencialmente, ou detectados vestígios de animais silvestres, através de tocas, fezes, sons, pegadas e esqueletos, sendo este o melhor cenário a ser encontrado. Em 20% das nascentes, foram encontrados animais domésticos (cachorros, gatos ou galinhas), e em 55% dos locais (mais expressivo na zona rural), foram detectados visualmente ou através de vestígios animais de grande porte (ruminantes bovinos ou equinos), gerando pisoteio na vegetação e compactação do solo. Em 13% dos locais, não houve a detecção de animais domésticos ou silvestres (Figura 16).

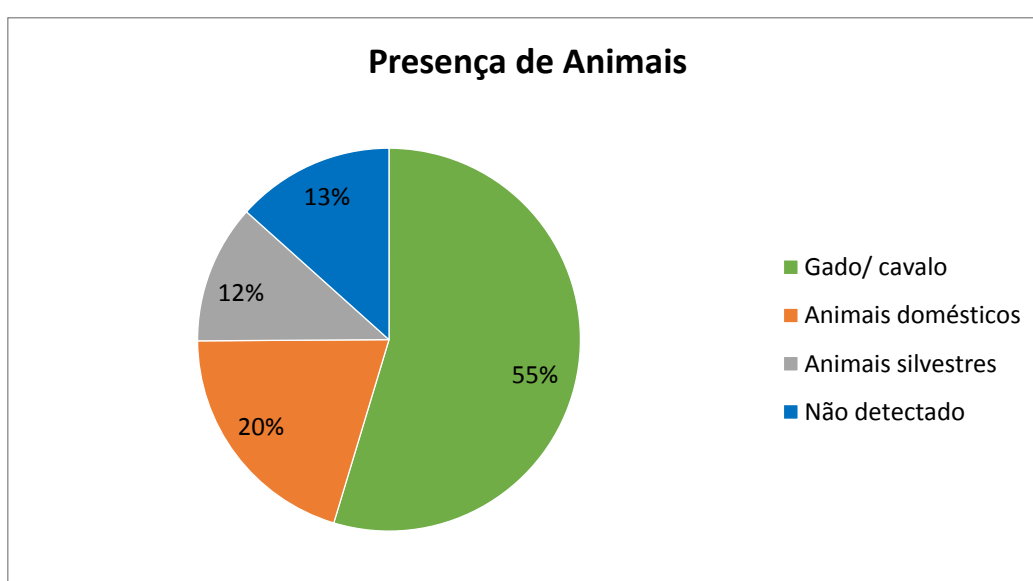


Figura 16: Porcentagem de nascentes em relação a presença de animais.

Em 99% dos locais não havia proteção (cercamento), tanto no fragmento florestal quanto ao redor da nascente. Em 1% dos locais havia cercamento (Figura 17), impedindo o pisoteio de animais de grande porte, inibindo a presença humana e evitando a poluição do local por resíduos sólidos trazidos pelo escoamento superficial.

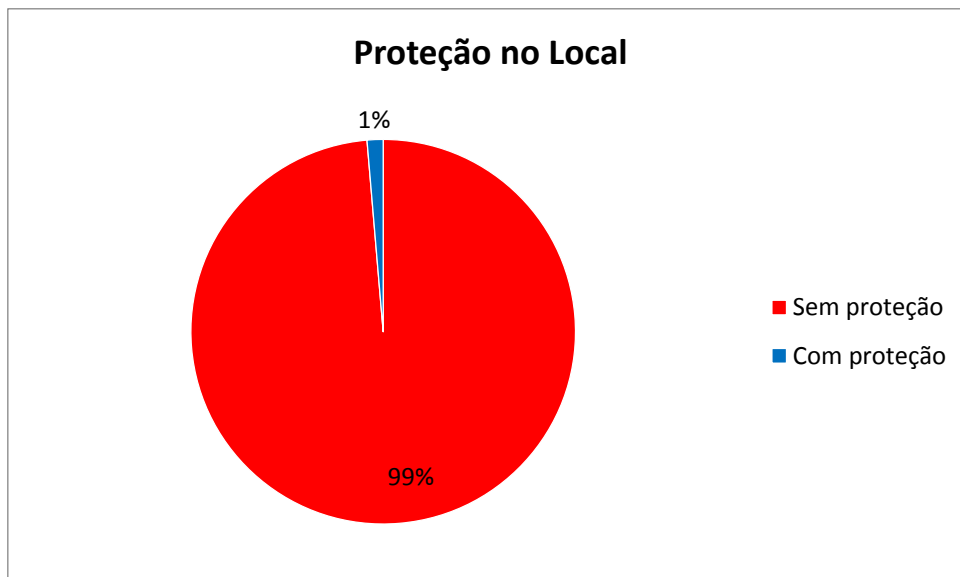


Figura 17: Porcentagem de nascentes em relação a proteção local.

Essa análise feita por parte dos técnicos ocorre de duas maneiras: *in loco*, e através do auxílio de softwares com imagens de satélite para medição entre a distância do ponto de afloramento com edificações. Em 34% dos locais (Figura 18) havia edificações dentro da Área de Preservação Permanente, e 66% dos locais, as edificações estavam 50 metros ou mais, distantes da nascente.

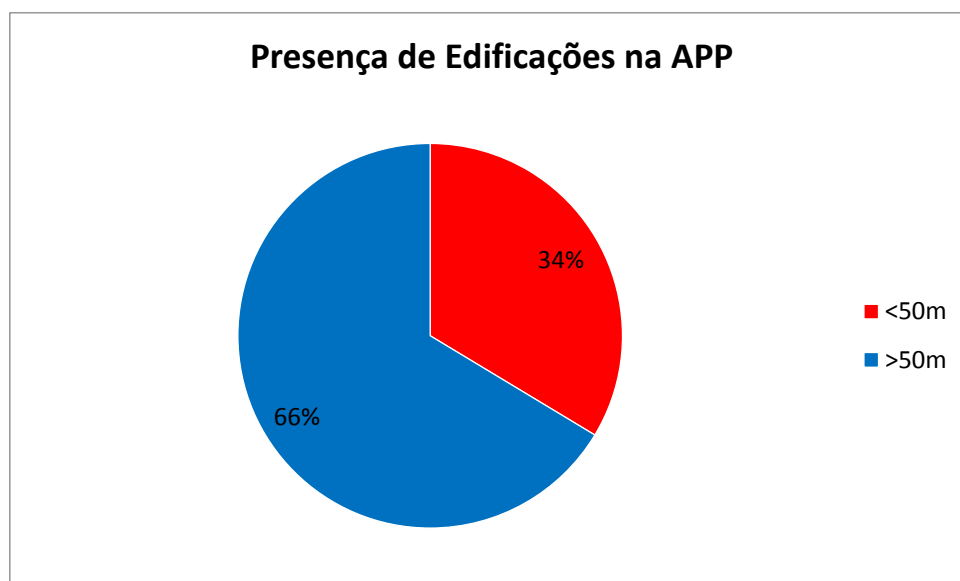


Figura 18: Porcentagem de nascentes em relação a presença de edificações na APP.

O não cumprimento do Código Florestal (Lei nº 12.651/12), que prevê um raio mínimo de 50 metros de fragmentos florestais em torno das nascentes é o cenário mais encontrado, totalizando 91% contra apenas 9% das nascentes que possuem sua mata ripária com 50 metros ou mais (Figura 19).

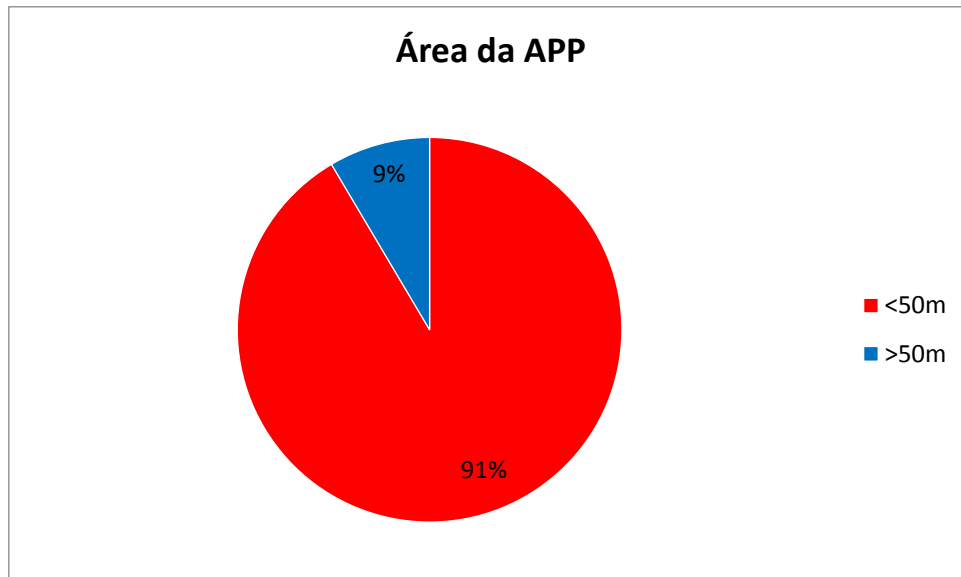


Figura 19: Porcentagem de nascentes em relação ao tamanho da APP respeitando a Lei Federal 12.651/2012.

Para uma visão geral de como as nascentes estão protegidas (ou não) pelas suas matas ciliares, o uso e ocupação do solo também foi avaliado. Como piores cenários a serem encontrados, temos (do pior para o melhor): área urbana consolidada, ausência (solo exposto), agricultura e gramíneas, que totalizaram 62% das APPs encontradas. Em 35% dos locais, a predominância é de fragmentos florestais constituídos por árvores nativas (Figura 20), e em 3% dos locais, por arbóreos exóticos (como banana, bambu, *pinus*, dentre outros).

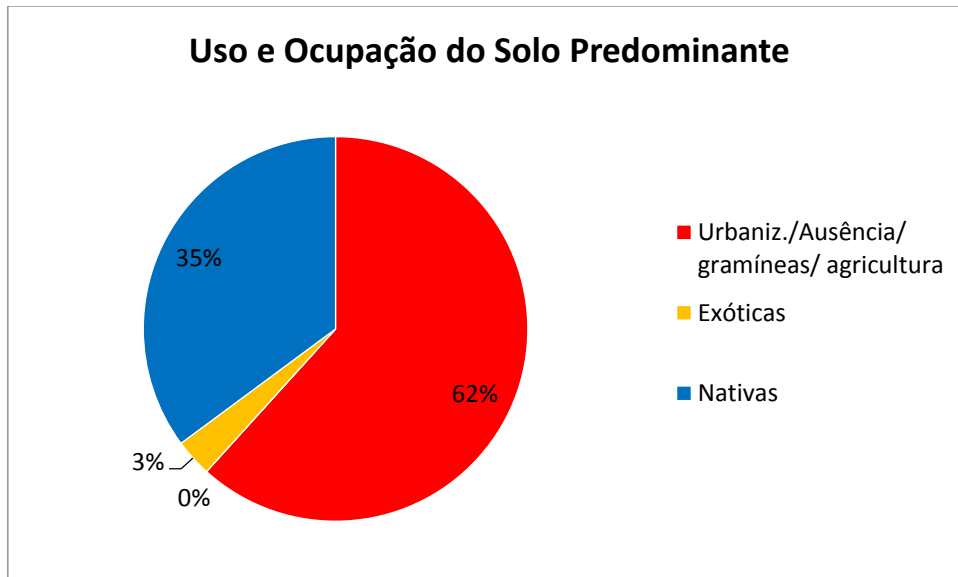


Figura 20: Porcentagem de nascentes em relação ao uso e ocupação do solo.

Com base na análise dos parâmetros do protocolo de avaliação, constatou-se que 0% das nascentes foram classificadas como "Ótimas", 41% como "Regulares" e 59% foram classificadas como "Críticas" (Figura 21). A área 2 é caracterizada como uma região de, em sua maioria, área rural, e os fatores que mais pressionam essas áreas são os processos erosivos, presença de animais de grande porte em APP, e substituição das áreas com vegetação nativa para pasto.

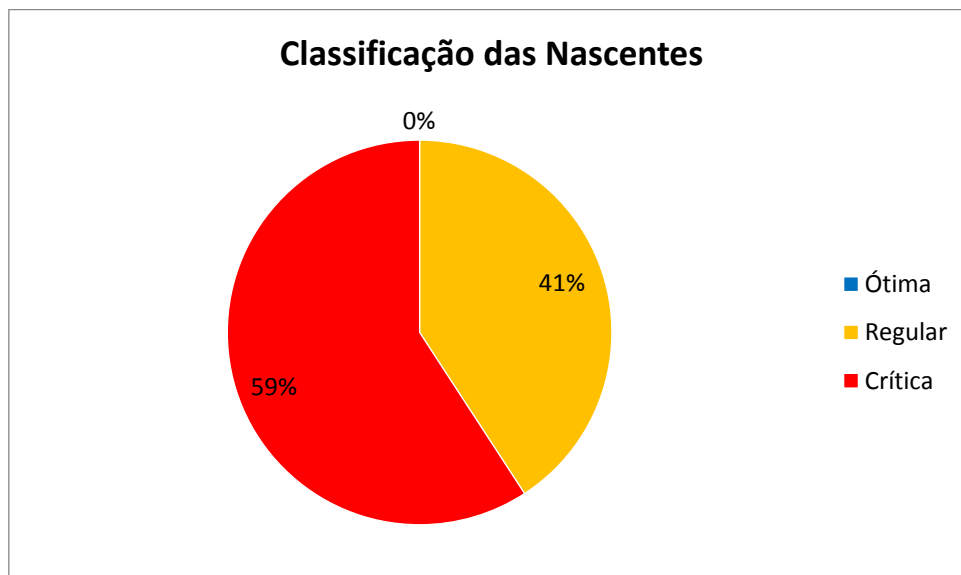


Figura 21: Porcentagem de nascentes em relação a classificação do protocolo de avaliação rápida.

5. 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.
- BAUMGARTEM, M. G.; POZZA, S. A. 2001. *Qualidade de águas*. Descrição parâmetros químicos referidos na legislação ambiental. Rio Grande: FURG, 166 p.
- BERTONI, J & LOMBARDI NETO, F. (1993) conservação do solo. São Paulo, Ícone. 3a. Edição.
- BRASIL; 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.
- _____; 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/l12651.htm. Acesso em 06/04/2016
- CASTRO, P. S. 2007. *Recuperação e conservação de nascentes*. Viçosa, MG: CPT, 272 p.
- 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.ufrrj.br/institutos/it/deng/leonardo/it113-hidrologia.htm>. Acesso em 21/09/2017.
- CORRÊA, L. de S. L. Processos erosivos avançados em São Francisco de Assis – RS: Estudo de caso. 2006,50 f. Dissertação (mestrado) – Universidade Federal de Santa Maria, Rio Grande do Sul.
- 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.
- 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.

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.

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

SOUZA, S. R. 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.

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

RELATÓRIO DE AVALIAÇÃO AMBIENTAL DAS NASCENTES DE SOROCABA (ÁREA 3)

Secretaria do
**Meio Ambiente,
Parques e Jardins**



**Prefeitura de
SOROCABA**

Projeto FEHIDRO
Cadastro Ambiental das Nascentes de Sorocaba

SUMÁRIO

1. Introdução	3
2. Objetivos Gerais	4
3. Objetivos Específicos	4
4. Metodologia	5
Número da Nascente	6
Data da Vistoria	7
Sub-bacia	7
Bairro	7
Ocorrência de chuva nos últimos 5 dias	7
Fluxo de água (muita, pouca, úmida ou seca)	7
Tipo (pontual e difusa)	7
Persistência (perene, intermitente ou efêmera)	8
Parâmetros de Verificação	8
Presença de lixo na margem	8
Presença de materiais flutuantes	9
Espuma	9
Óleo	9
Esgoto	9
Estado da vegetação da APP	9

Estado da Vegetação	13
Erosão	13
Presença humana	14
Presença de animais	14
Proteção local	14
Proximidade à residência ou estabelecimento	14
Uso e ocupação do solo predominante	14
Área da APP	15
Índice de Impacto Ambiental de Nascentes (IIAN) ...	15
4. Resultado e Discussão	16
5. Referências	30

1. Introdução

O município de Sorocaba está localizado a 96 km da capital de São Paulo, entre as coordenadas 23°50'47"84' de latitude sul e 47°45'53"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 1), e aproximadamente 2.211 hectares de Área de Preservação Permanente (APP) (Brizacco, 2016; SEMA, 2010). 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, Piratininga, do Vidal e Lavapés (São Paulo, 2011; SEMA, 2010).

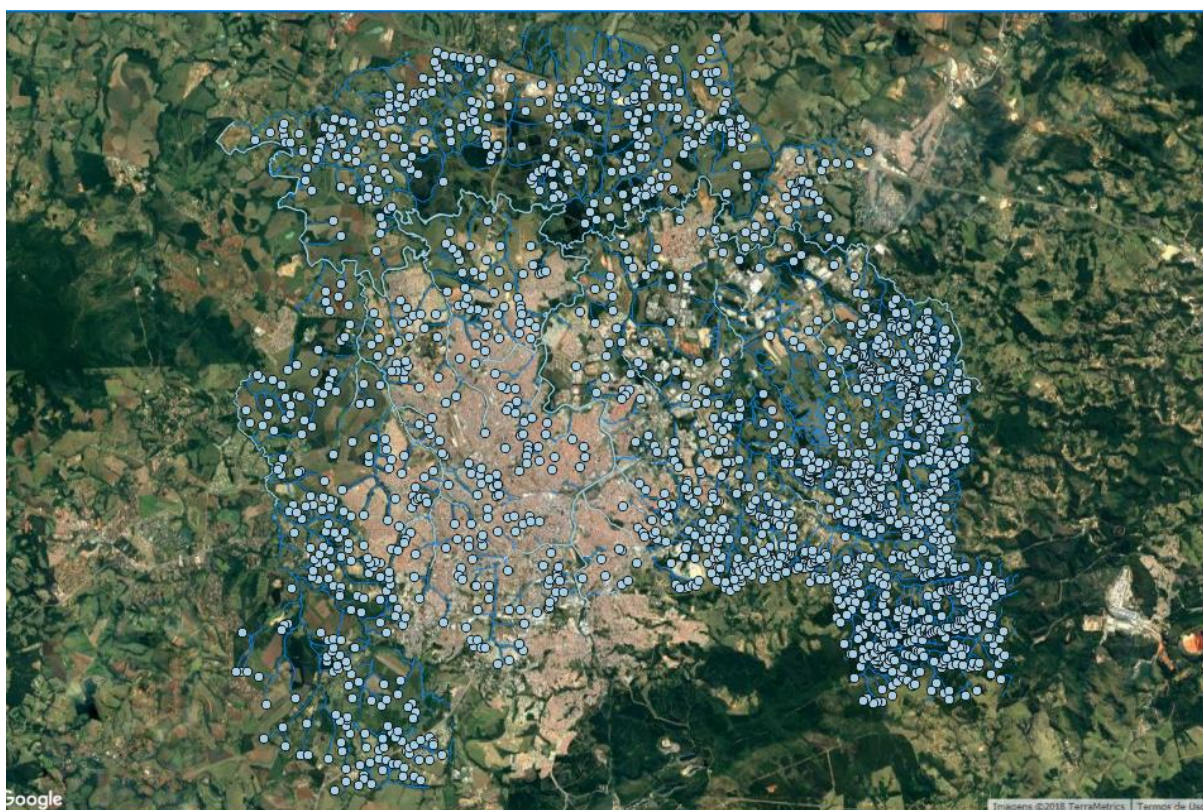


Figura 1. Malha hídrica do município de Sorocaba; os pontos em azul correspondem as nascentes.

Fonte: Secretaria do Meio Ambiente/Google Earth.

2. Objetivos Gerais

Corresponde aos serviços de cadastro ambiental das nascentes dentro do município de Sorocaba (SP).

3. Objetivos Específicos

- 1) Levantar a posição geográfica das nascentes do município;
- 2) Traçar o mapa cartográfico das nascentes do município;
- 3) Realizar diagnóstico ambiental das nascentes do município¹;
- 4) Atualizar os mapas hidrográficos e de APP do município.

¹ Esse relatório refere-se ao diagnóstico das nascentes da Zona/Área 1, por meio de um protocolo de avaliação rápida. (Zona/Área 1, que abrangem as sub-bacias do Água Vermelha, Itanguá, Lava-pés, Piratininga, Matilde, Itaguaraguataú, Supiriri, Presídio, Theodoro Mendes, Tico-tico, Formosa, Itavuvu, Paineiras, Ibiti e Pirajibu.)

4. Metodologia

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).

Para realização das vistorias, a cidade de Sorocaba foi dividida em 7 áreas de acordo a complexidade de acesso aos afloramentos, com grau crescente de dificuldade da "área 1" até a "área 7" (Figura 2). No intuito de nortear este propósito, utilizou-se o mapa hipsométrico do município e sistema viário a fim de alocar as áreas de menor altitude em locais diferentes das áreas com maior altitude. Outros fatores decisórios para delimitação das áreas foram a presença de ruas, estradas, trilhas, uso e ocupação do solo predominante.

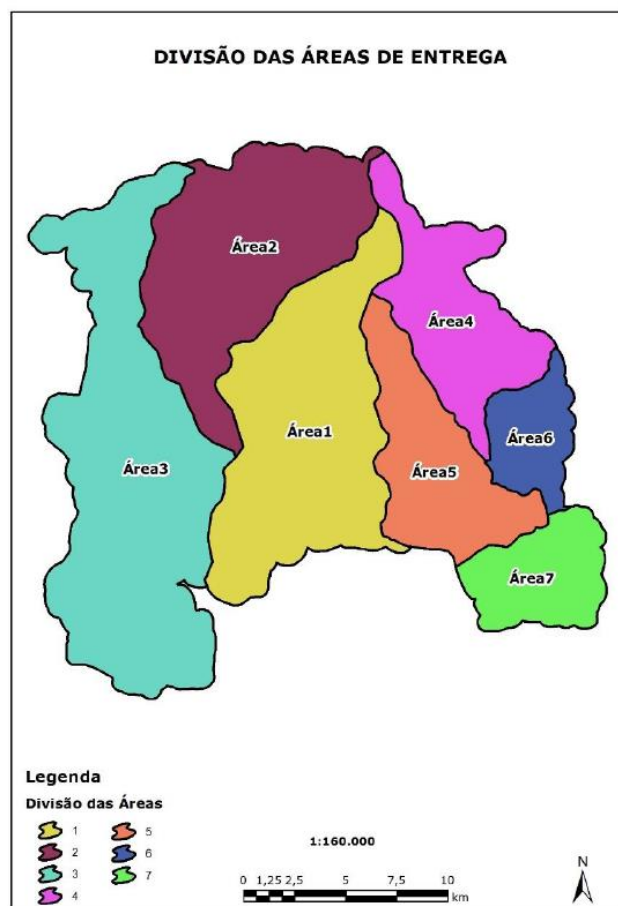


Figura 2: Mapa de divisão das áreas para fazer as vistorias.

Inicialmente são descritas algumas informações gerais sobre a nascente e o local vistoriado. Na ficha são preenchidos os seguintes itens:

Número da Nascente

O afloramento recebe uma numeração de acordo com a sequência das nascentes vistoriadas em campo. Cada numeração será iniciada com a letra "N" de nascente, exemplo "N60". A nascente também possui um número de identificação (ID), que está relacionado ao mapeamento da Secretaria do Meio Ambiente de Sorocaba (levantamento inicial). A numeração ID é informada na ficha entre parênteses, exemplo "(1240)". Portanto, a ficha contém duas numerações, a primeira, referente a sequência de nascentes vistoriadas em campo, seguida da numeração referente a ID do mapeamento. Exemplo: N60 (1240).

Data da Vistoria

Data que ocorreu a vistoria da nascente.

Sub-bacia

Nome da sub-bacia que a nascente está localizada, de acordo com o mapeamento da Secretaria do Meio Ambiente de Sorocaba.

Bairro

Nome do bairro que a nascente está localizada.

Ocorrência de chuva nos últimos 5 dias

A informação deve-se à ocorrência de precipitações até 5 dias antes da vistoria, o que contribui para uma avaliação mais detalhada sobre a nascente. Auxilia na exclusão de possibilidades, por exemplo, em situações que a água observada no local é referente à água pluvial, e não, de origem natural da nascente. Outrossim, contribui na avaliação do fluxo de água observado, vez que, em dias anteriores aos quais houve chuva intensa, a vazão do afloramento possivelmente é maior, devido a cheia do lençol freático.

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 (Souza, 2018).

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).

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 será feita até o local, e algumas perguntas serão 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.

Parâmetros de Verificação

Após a caracterização inicial das nascentes e do local de vistoria, são avaliados os parâmetros de verificação. Segue abaixo a descrição de cada parâmetro:

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 ou “presente” o caso tenha sido

observado uma unidade de lixo ou de material que possa ser considerado entulho ou materiais de grande toxicidade (como pilhas e baterias) (Souza, 2018).

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 sua presença forma 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, 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).

Esgoto

Se há presença de emissários próximos da nascente, que poderá ser observado visualmente ou alertado através do odor. Nesse caso enquadrar como esgotos os lançamentos de galerias pluviais (poluição difusa das ruas e casas) e tubulações de esgoto doméstico e ou industrial; ou ausente/não detectado.

Estado da vegetação da APP

Foi classificado como vegetação "pioneira/ausente" se verificado que a APP está ausente ou se foi substituída (solo exposto, empreendimentos antrópicos no local, tais como, casas, estradas ou rodovias, etc., 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 (*Peschieria fuchsiaefolia*), 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.*)

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 (liquens, 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, melastomatáceas 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 (*Myracrodun 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.), marinheiro (*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).

Estado da Vegetação

Considera-se como "degradada" em locais que são observados algum grau de perturbação como presença de espécies exóticas, pouca diversidade de espécies nativas, ausência de regenerantes no sub-bosque, predomínio de trepadeiras nas copas das árvores, ausência de serrapilheira e demais parâmetros observados na Resolução SMA 1/1994. Considera-se "preservada" em locais que atendem o disposto da Resolução SMA 1/1994 e não observados sinais de perturbações na área.

Erosão

A erosão por salpicamento se deve ao impacto das gotas de chuva sobre os agregados instáveis num solo desnudo, produzindo pequenos buracos. A erosão laminar consiste na perda de camada superficial de forma uniforme do solo em terreno com certa declividade geralmente observada em terrenos com agricultura, o qual carrega nutrientes que seriam fundamentais para o desenvolvimento da espécie economicamente importante. Erosão linear (sulcos, ravinas e voçorocas) caracteriza-se pela formação de canais (sulcos) de diferentes profundidades e comprimentos na superfície do solo. Ocorre a concentração das águas das chuvas nesses canais, aumentando, assim, o poder erosivo devido ao ganho de energia cinética pelo volume e velocidade da enxurrada. Sucessivamente, a erosão passa de laminar para sulcos, ravinas e, logo em seguida, para o estágio chamado de voçorocas. As voçorocas são classificadas pela sua profundidade e pela área de contribuição de sua bacia, são consideradas profundas quando têm mais de cinco metros de profundidade; médias, quando têm de um a cinco metros de profundidade e pequenas, quando têm menos de um metro de profundidade. Pela área de contribuição da bacia, as voçorocas são consideradas pequenas quando a área de drenagem é menor do que dois hectares; médias, quando têm de dois a vinte hectares e grandes, quando têm mais de vinte hectares (Bertoni, Lombardi, 1985). A erosão por solapamento é característica de áreas

declivosas, removendo o horizonte O devido a grande quantidade de água que chega ao sistema (Corrêa, 2006).

Presença humana

Considerada “visível/vestígios” se houve encontro com pessoas na área, observação de trilhas ao redor, irrigação para hortas, bombas de sucção, dentre outras; ou “ausente” se nada foi identificado (Souza, 2018).

Presença de animais

Considerada “visível/vestígios” por meio da observação da presença dos mesmos, 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 (Souza, 2018).

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. Foi classificado como “sem proteção” se era ausente qualquer empecilho para entrada de pessoas ou animais na área ou havia alguma proteção, mas mesmo assim, era possível a chegada até o afloramento; ou “com proteção”, se existia proteção e devido a ele não era possível adentrar o fragmento ou ter acesso direto na nascente (Souza, 2018).

Proximidade à residência ou estabelecimento

Mensurar a distância da nascente até a residência ou estabelecimento, podendo ser assinalado as opções “menos de 50 metros”, ou “maior ou igual 50 metros” (Souza, 2018).

Uso e ocupação do solo predominante

Neste item inicialmente são utilizadas as imagens de satélite disponíveis para um levantamento preliminar da vegetação na APP, distinguindo vegetação arbórea e rasteira. Em campo observa-se a vegetação predominante na trilha e no entorno da nascente (até onde é possível

visualizar). Considera-se uma categoria predominante quando é observado que mais de 50% da área é caracterizada por um determinado uso e ocupação solo. Entende-se por "ausente" os locais com solo exposto e/ou impermeabilizado; "gramíneas" qualquer espécie pioneira exótica; "agricultura" quando utilizada pra culturas temporárias ou perenes; "espécies arbóreas exóticas" todas as espécies de árvores não nativas da região; "espécies nativas" são as espécies nativas encontradas na região (Souza, 2018).

Área da APP

Mensurar a distância da vegetação nativa por uma distância de 50 metros, a partir do afloramento de água, conforme a Lei Federal 12.651/2012. Vegetação ausente antes de 50 metros é classificada como "menos de 50 m" e igual ou acima de 50 metros é classificada como "maior ou igual 50 m".

Índice de Impacto Ambiental de Nascentes (IIAN)

Cada parâmetro observado in loco, que reflete a qualidade da conservação das nascentes estudadas, recebeu uma pontuação: valor "1" para cada resposta que evidencie alto grau de degradação, "2" para presença de poucos tributos, e valor "3" para ausência de impacto /não detectado, ou seja, quanto maior a pontuação final da nascente, melhor conservada ela está.

Para nascentes perenes, a pontuação máxima é de 42 pontos e a mínima de 14 pontos. Foram divididas em três categorias, as nascentes que obtém de 42 a 36 pontos, de 35 a 26 pontos, e de 25 a 14 pontos.

Para nascentes intermitentes, a pontuação máxima é de 33 pontos e a mínima de 11 pontos. Foram divididas em três categorias, as nascentes que obtém de 33 a 29 pontos, de 28 a 21 pontos, e de 20 a 11 pontos.

Dessa maneira, a análise resultou em um índice de impacto ambiental de cada nascente analisada.

Quadro 1: Índice de Impacto Ambiental em Nascentes.

Pontuação nascente perene	Pontuação nascente intermitente	Grau de preservação
42 a 36	33 a 29	Ótimo
35 a 26	28 a 21	Regular
25 a 14	20 a 11	Crítico

4. Resultado e Discussão

As vistorias na Área 3 foram realizadas no segundo semestre do ano de 2018, no período de 14 de agosto a 01 de outubro, totalizando em 335 nascentes vistoriadas e cadastradas.

As nascentes podem ter sido classificadas como perenes (vazão contínua), intermitentes (vazão apenas em época de chuva), efêmeras (vazão em resposta direta e pontual às precipitações), canalizadas ou descaracterizadas (quando ocorre uma leitura errônea do mapa temático). As nascentes perenes (Figura 2) foram predominantes (67,55%) nos locais vistoriados, seguido pelas intermitentes (30,35%), e descaracterizadas (1,4%), que tiveram esse veredito com base na avaliação em campo, sendo resposta direta de escoamento superficial, formando erosões, que resultaram em uma leitura equivocada do mapa temático, e por fim, as canalizadas (0,7%). Não foram encontradas nascentes efêmeras.

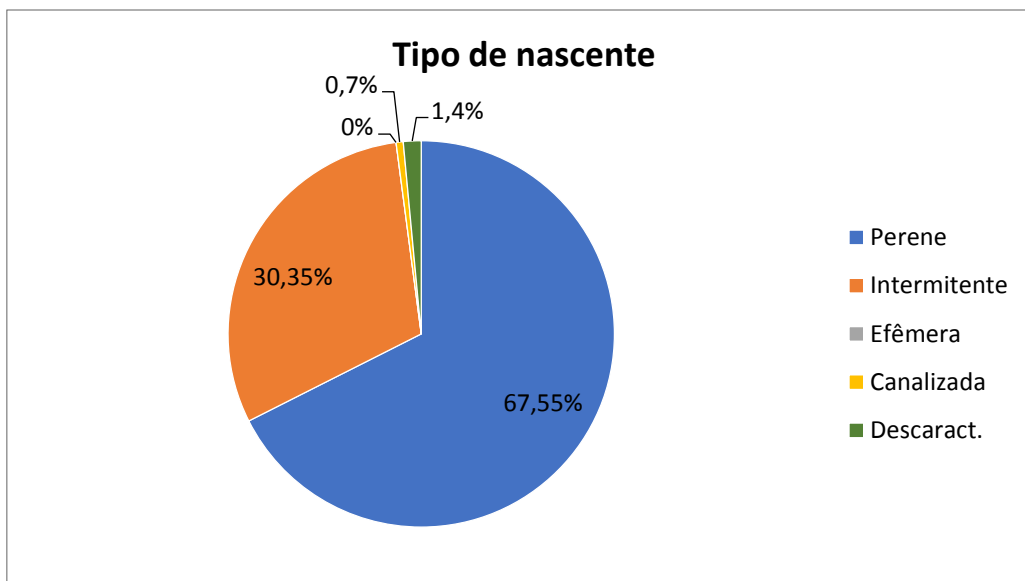


Figura 3: Porcentagem de tipos de nascentes observadas na área 2.

Em relação a vazão de água, em 14% dos locais a vazão foi considerada muita, pois havia tremulação da lâmina d'água devido ao afloramento e formação de curso d'água corrente; em 51% dos locais, a vazão era pouca, com curso d'água corrente; em 3% a vazão foi úmida, com água aflorando, mas sem formação de córrego; e 32% dos locais estavam secos. Todos os locais demarcados para vistoria puderam ser visualizados.

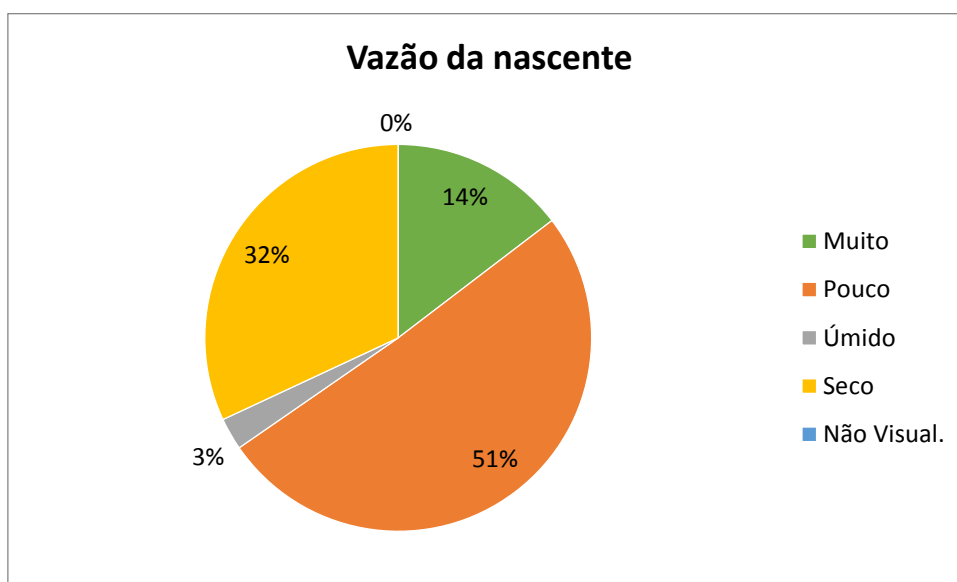


Figura 4: Porcentagem de nascentes com características de vazões distintas.

As interferências humanas mais comuns na Área 3 são os barramentos, acredita-se que por se tratar, em grande parte, de área rural, servindo para dessedentação dos animais de criação de grande porte, criação de peixes e/ou abastecimento de água, totalizando 17% dos locais. Em 73% das nascentes não foram constatadas interferências humanas, enquanto que 4% das nascentes encontram-se canalizadas, e em 6% foi observada um outro tipo de intervenção como a implantação de uma bica de água, poço ou captação superficial (Figura 5). É importante destacar que em algumas nascentes foi possível contabilizar uma grande quantidade de poços de captação de água. Em algumas foram encontrados mais de 20 poços.

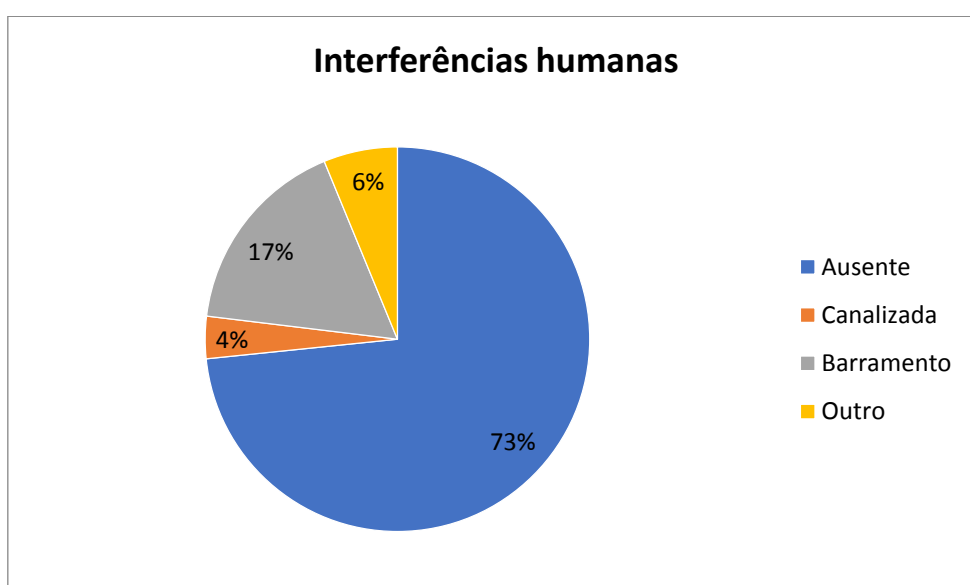


Figura 5: Tipos de interferências humanas em relação as nascentes levantadas.

As nascentes foram classificadas quanto a sua origem (Figura 6). As nascentes pontuais foram predominantes nas áreas vistoriadas (75%), sendo esta porcentagem provável pela situação topográfica de Sorocaba, já que a região favorece o afloramento dos aquíferos de forma pontual. As nascentes difusas (25%) foram observadas nas regiões mais planas, formando um acúmulo inicial ou áreas encharcadas e de brejo, com predomínio de várzeas.

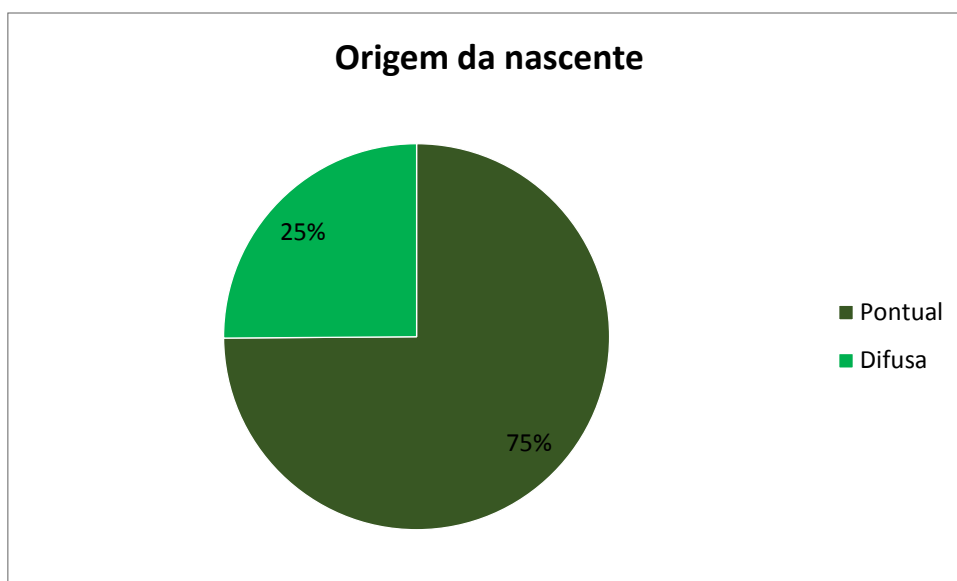


Figura 6: Porcentagem de nascentes em relação ao tipo de afloramento de água

A presença de lixo nas APPs foram constatadas em 55% dos locais vistoriados. O principal fator que contribuiu para a sua presença, acredita-se, que foi o descarte inadequado dos resíduos pelas pessoas, que utilizam as áreas verdes como depósito de lixo, somado aos que foram transportados pelas galerias pluviais em dias de chuva ou até mesmo pelo vento (transportando papéis e plásticos de áreas residenciais). Em 45% dos locais, não foi constatado a presença de resíduos, devido a serem locais mais afastados da urbanização.

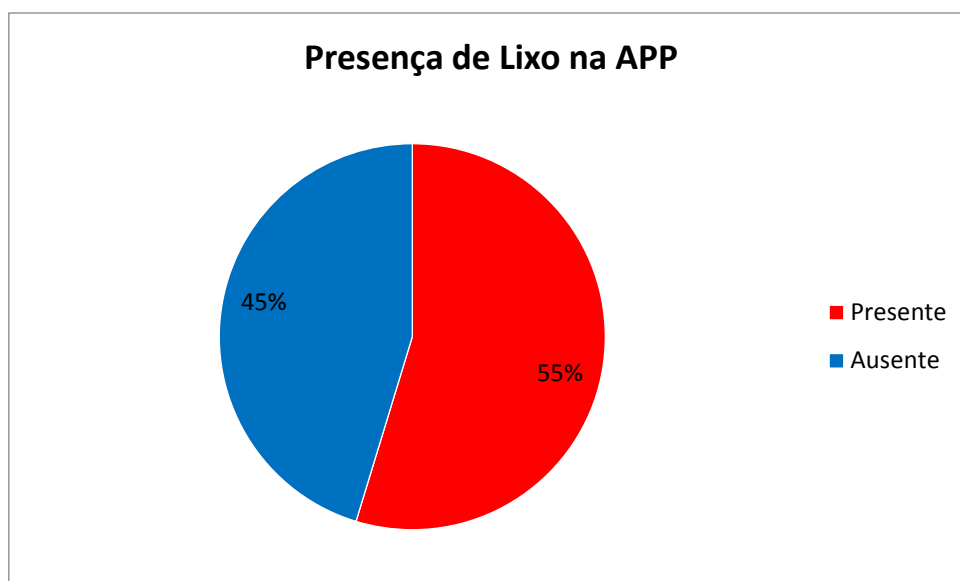


Figura 7: Porcentagem de nascentes em relação a presença de lixo no entorno imediato ou na APP.

Em decorrência do descarte inadequado de resíduos, foi encontrado materiais flutuantes em 18% das nascentes (Figura 8). Eles ficam presos em raízes e folhagens, obstruindo a passagem de água, e as vezes acumulavam água parada. Foram encontrados todos tipos de resíduo como, plástico, papel, alumínio, isopor, madeira, vidro, entre outros. Em 82% das nascentes não foram encontrados resíduos flutuantes.

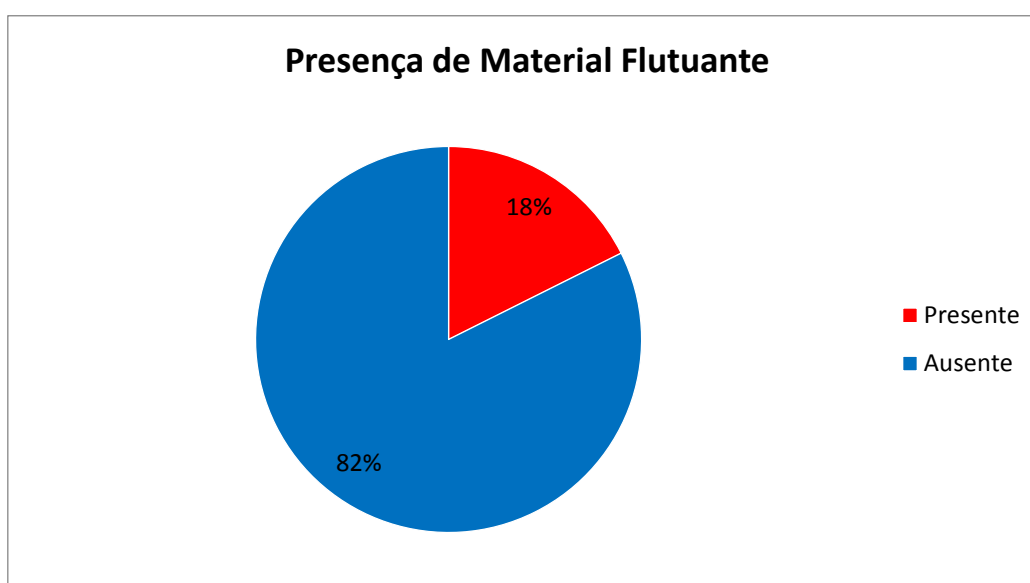


Figura 8: Porcentagem de nascentes em relação à presença de material flutuante.

Em algumas nascentes foi observada a presença de espuma na água (5%). A formação de espuma pode estar relacionada a contaminação por esgoto doméstico ou o lançamento de água de galerias pluviais. O uso de detergentes, sabão e produtos de limpeza resultam na formação de espumas na água que, quando, em grandes quantidades alteram o processo de aeração natural, na entrada de luz e pode causar a mortandade da fauna aquática. Em 95% das nascentes não foram encontradas espumas na água.

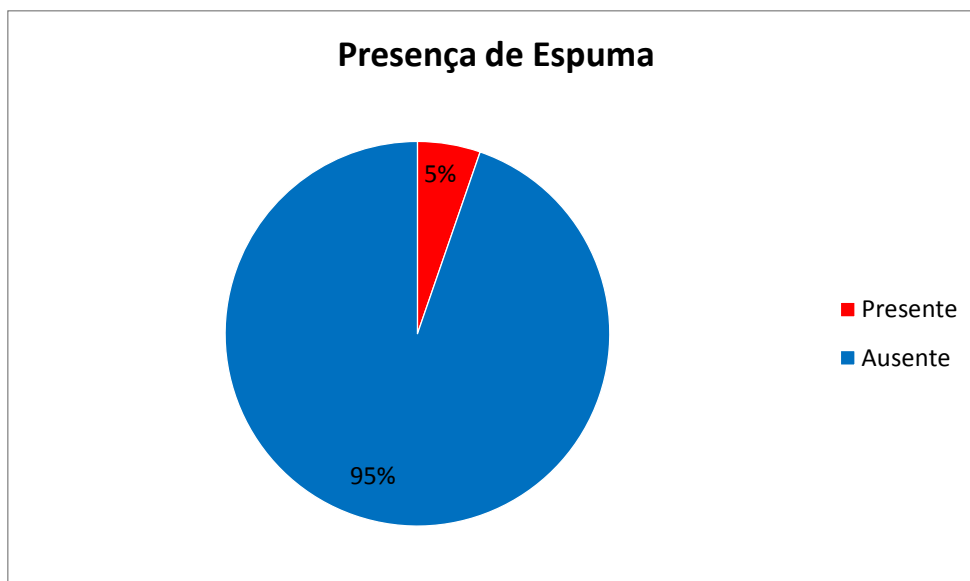


Figura 9: Porcentagem de nascentes em relação a presença de espuma na água.

A presença de óleos na água foi constatada em 6% das nascentes, indicando a contaminação devido o lançamento de efluentes domésticos e industriais, ou pela presença de lixo doméstico. Em 94% das nascentes vistoriadas não foi encontrado óleo na água (Figura 10).

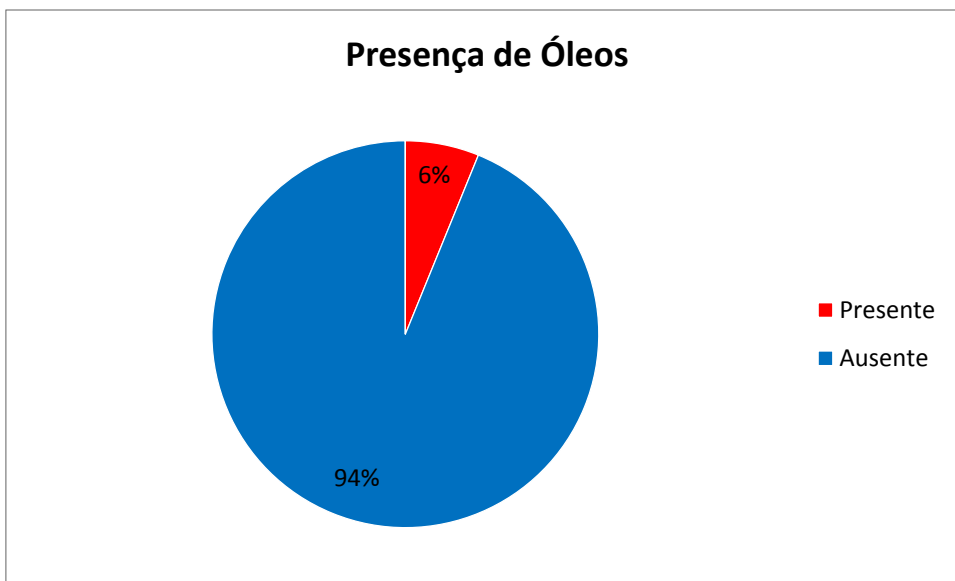


Figura 10: Porcentagem de nascentes em relação a presença de óleos nas águas.

Em 73,2% das nascentes não havia presença de esgoto; em 19,6% das nascentes, foi constatada a presença de galerias pluviais. As águas das galerias pluviais transportam diversas substâncias químicas das áreas a montante, com potencial poluidor tão impactante quanto ao do esgoto doméstico. Sua origem é difusa por isso o controle é mais complexo, em relação ao lançamento de esgotos domésticos (pontual). Em 6,9% das nascentes foi encontrado o lançamento clandestino de esgoto doméstico, e em 0,3% dos locais foi observado o lançamento de esgoto industrial.

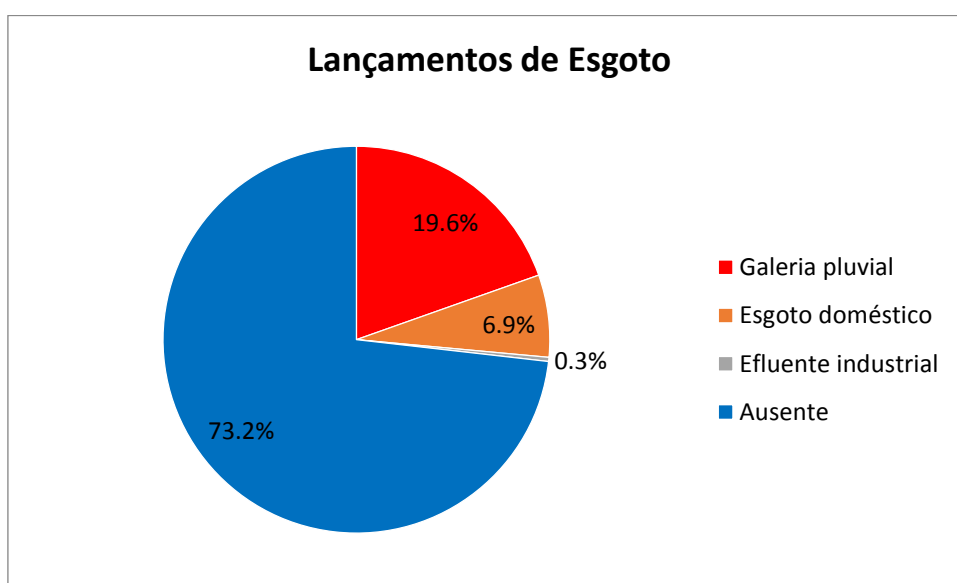


Figura 11: Porcentagem de nascentes em relação a presença de lançamentos de esgoto.

A vegetação tem um papel fundamental no ciclo da água e na proteção das nascentes. A presença das plantas aumenta a permeabilidade solo, reciclam nutrientes, protegem contra processos erosivos e poluições difusas, auxiliam na produção de água, servem de abrigo e alimento para fauna aquática, dentre outros diversos serviços ecossistêmicos. Em 81% das nascentes foram encontrados fragmentos florestais em estágio inicial de regeneração, e 7% em estágio médio. Em 12% das nascentes a vegetação era gramínea, solo exposto ou áreas urbanizadas.

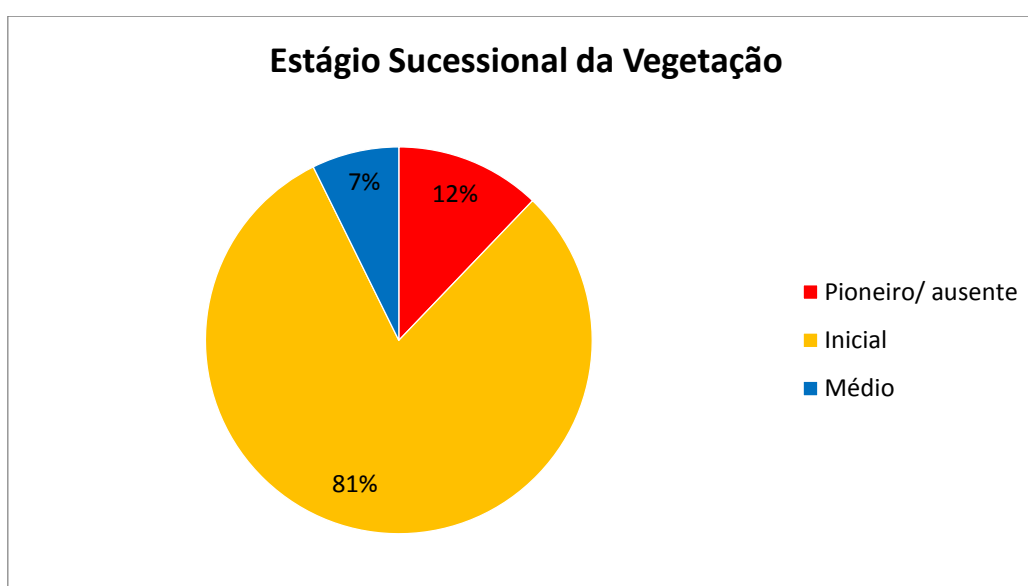


Figura 12: Porcentagem de nascentes em relação ao estágio sucessional da vegetação do entorno.

É importante ressaltar que mesmo encontrando fragmentos florestais em 88% das nascentes (somando estágios inicial e médio), 99,7% dessas áreas encontram-se degradadas. Nesses locais é comum observar o efeito de borda mais acentuado, uma vez que os fragmentos são muito pequenos, com forte pressão antrópica (presença de gado, cultivos agrícolas, silvicultura, fragmentação, matriz com baixa permeabilidade, urbanização), abundância de lianas e pouca diversidade de espécies, resultando em uma baixa resiliência e baixo potencial de regeneração natural.

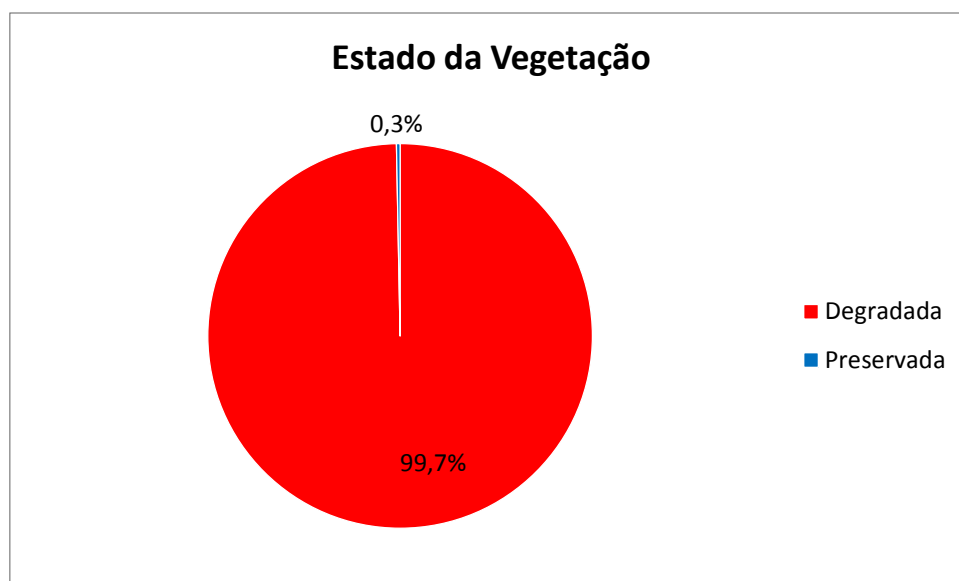


Figura 13: Porcentagem de nascentes em relação ao estado da vegetação no entorno.

Nas vistorias verificou-se que os processos erosivos é um dos fatores que mais degrada as nascentes, consequência da falta de vegetação natural que protegem o solo, nos períodos de chuva. As galerias pluviais também contribuem de forma mais direta e intensa para a formação das erosões que, em muitos casos, resultam em ravinas e voçorocas, além de trazerem consigo todo lixo do pavimento superior para o curso d'água. Os sulcos são o tipo de erosão mais presente nos locais vistoriados (52%). Em 30% das APPs foram encontrados assoreamentos, 5% tinham ravinas, em 2% tinham salpicamentos, em 9% erosão laminar (devido a pastagens e plantações), em 1% dos locais foram encontrados solapamentos, em 1% das nascentes não havia a incidência de erosão, e em nenhum local havia incidência de voçorocas.

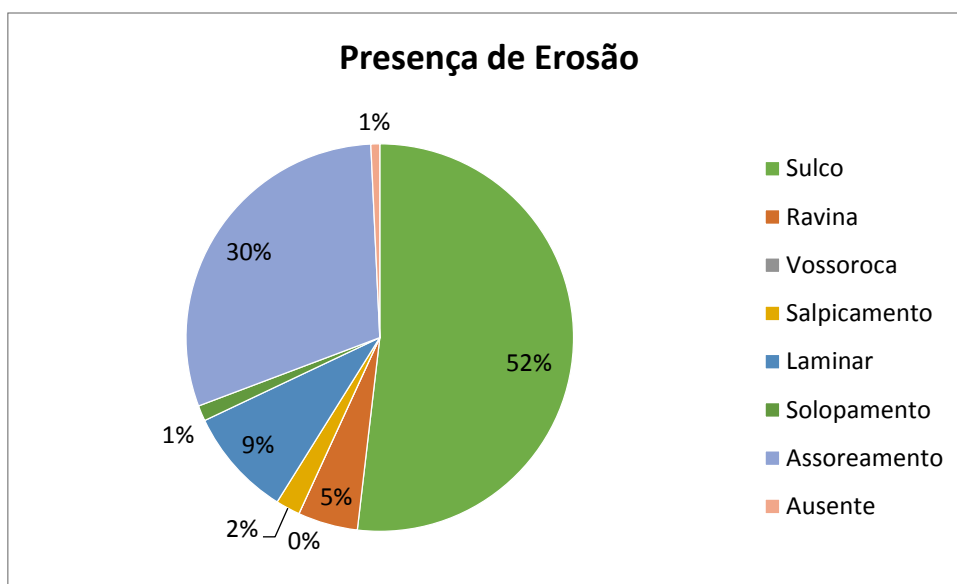


Figura 14: Porcentagem de nascentes em relação a presença de erosão.

Como efeito da alta densidade demográfica, no município de Sorocaba, em 84% das nascentes foram observadas pessoas ou seus vestígios (pegadas, trilhas, bombas de sucção, livros, pichações, indícios de ocupação irregular, dentre outros fatores). Em 16% dos locais não foram detectados a presença humana ou vestígios dela (Figura 15).

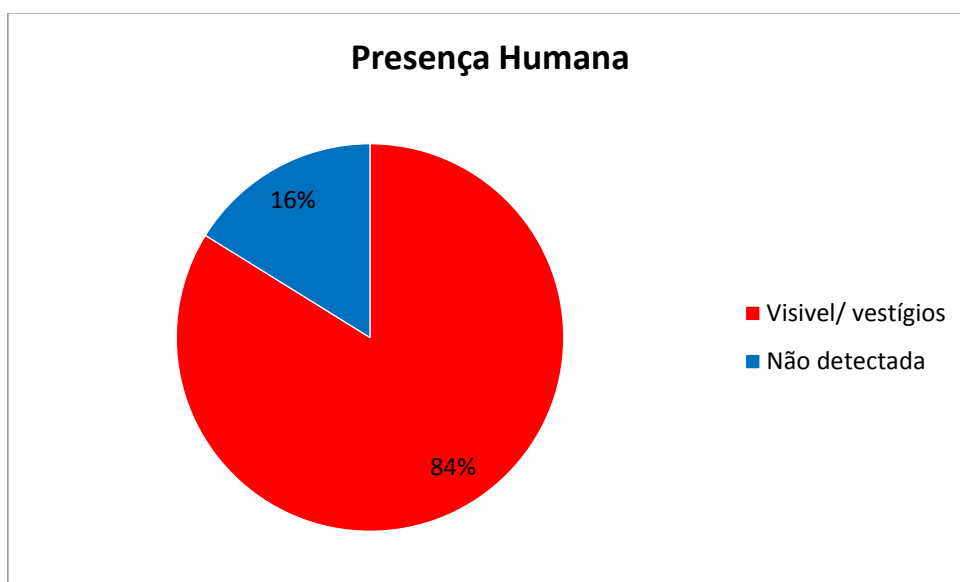


Figura 15: Porcentagem de nascentes em relação a presença humana.

Em 7% dos locais vistoriados foram observados presencialmente, ou detectados, vestígios de animais silvestres, através de tocas, fezes, sons,

pegadas e esqueletos, sendo este o melhor cenário a ser encontrado. Em 27% das nascentes, foram encontrados animais domésticos (cachorros, gatos ou galinhas), e em 33% dos locais (mais expressivo na zona rural), foram detectados visualmente ou através de vestígios animais de grande porte (ruminantes bovinos ou equinos), gerando pisoteio na vegetação e compactação do solo. Em 33% dos locais, não houve a detecção de animais, sejam eles domésticos ou silvestres (Figura 16).

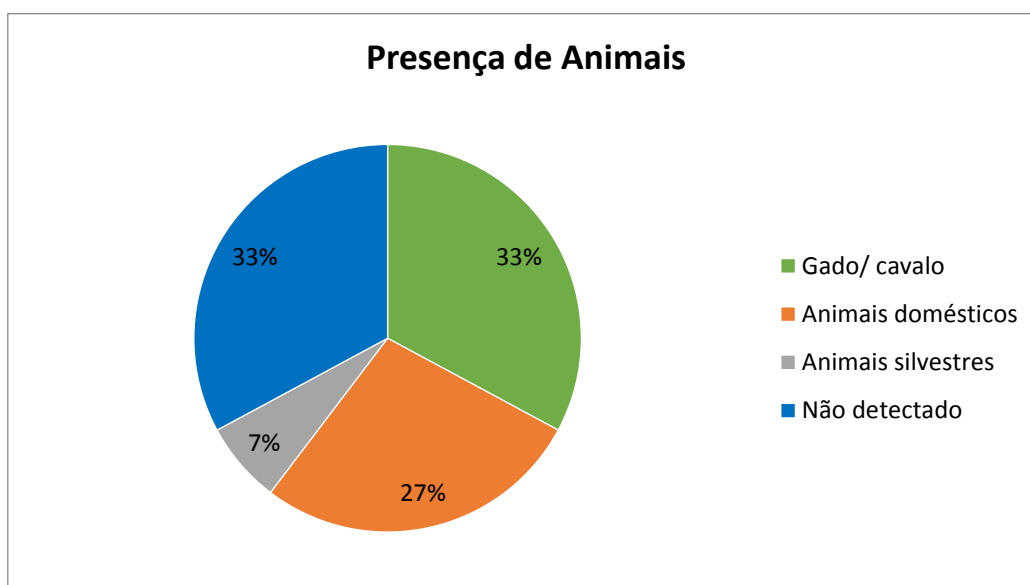


Figura 16: Porcentagem de nascentes em relação a presença de animais.

Em 95% dos locais não havia proteção (cercamento), tanto no fragmento florestal quanto ao redor da nascente. Em 5% dos locais havia cercamento (Figura 17), impedindo o pisoteio de animais de grande porte, inibindo a presença humana e evitando a poluição do local por resíduos sólidos trazidos pelo escoamento superficial.



Figura 17: Porcentagem de nascentes em relação a proteção local.

A análise da distância entre a APP com edificações é realizada pelos técnicos e ocorre de duas maneiras: *in loco*, e através do auxílio de softwares com imagens de satélite para medição entre a distância do ponto de afloramento com edificações. Em 30% dos locais (Figura 18) havia edificações dentro da Área de Preservação Permanente, e em 70% dos locais, as edificações estavam à 50 metros, ou mais, da nascente.

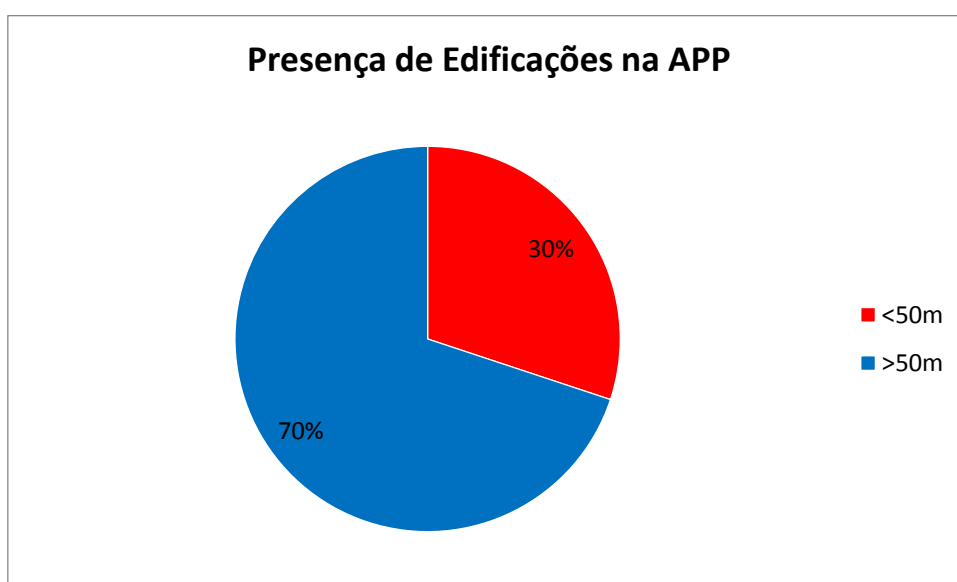


Figura 18: Porcentagem de nascentes em relação a presença de edificações na APP.

Com relação a área de APP, o não cumprimento do Código Florestal (Lei nº 12.651/12) (que prevê um raio mínimo de 50 metros de fragmentos florestais em torno das nascentes) é o cenário mais encontrado, totalizando 88% contra apenas 12% das nascentes que possuem sua mata ripária com 50 metros ou mais (Figura 19).

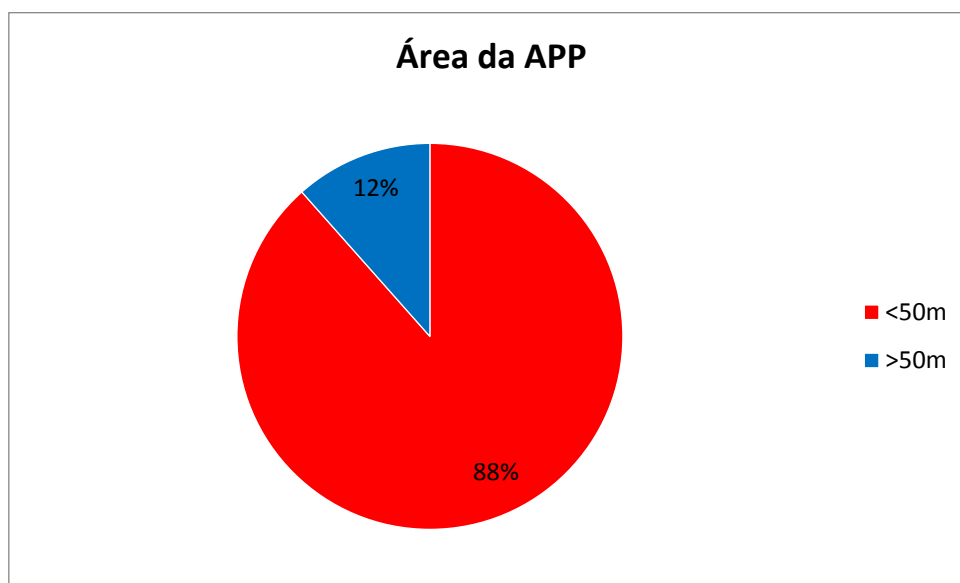


Figura 19: Porcentagem de nascentes em relação ao tamanho da APP respeitando a Lei Federal 12.651/2012.

Para uma visão geral de como as nascentes estão protegidas (ou não) pelas suas matas ciliares, o uso e ocupação do solo também foi avaliado. Como piores cenários a serem encontrados, temos (do pior para o melhor cenário): área urbana consolidada, ausência (solo exposto), agricultura e gramíneas, que totalizaram 47% das APPs encontradas. Em 50% dos locais, a predominância é de fragmentos florestais constituídos por árvores nativas (Figura 20), e em 3% dos locais, por arbóreos exóticos (como banana, bambu, *pinus*, dentre outros).

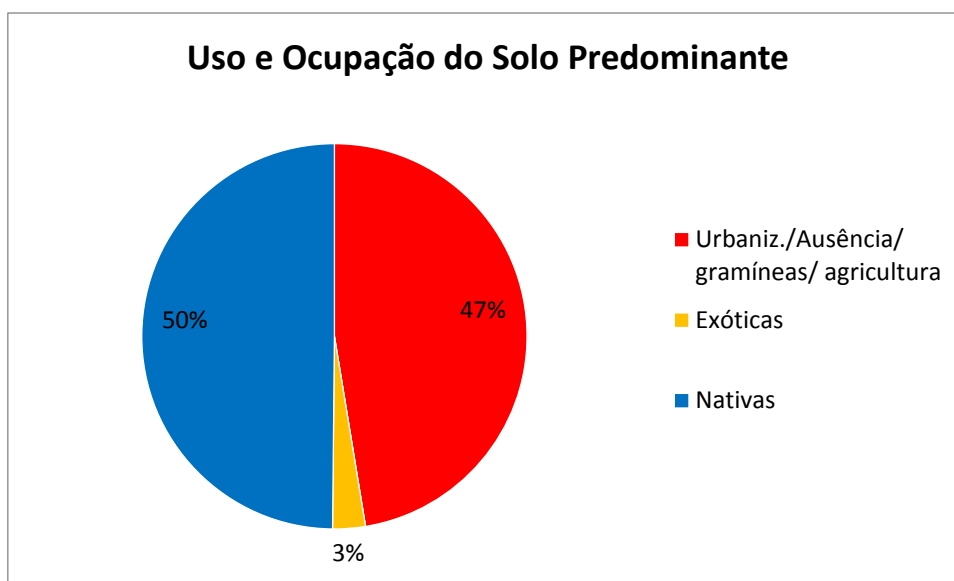


Figura 20: Porcentagem de nascentes em relação ao uso e ocupação do solo.

Com base na análise dos parâmetros do protocolo de avaliação, constatou-se que 0,31% das nascentes foram classificadas como "Ótimas", 48,63% como "Regulares" e 51,06% como "Críticas" (Figura 21).

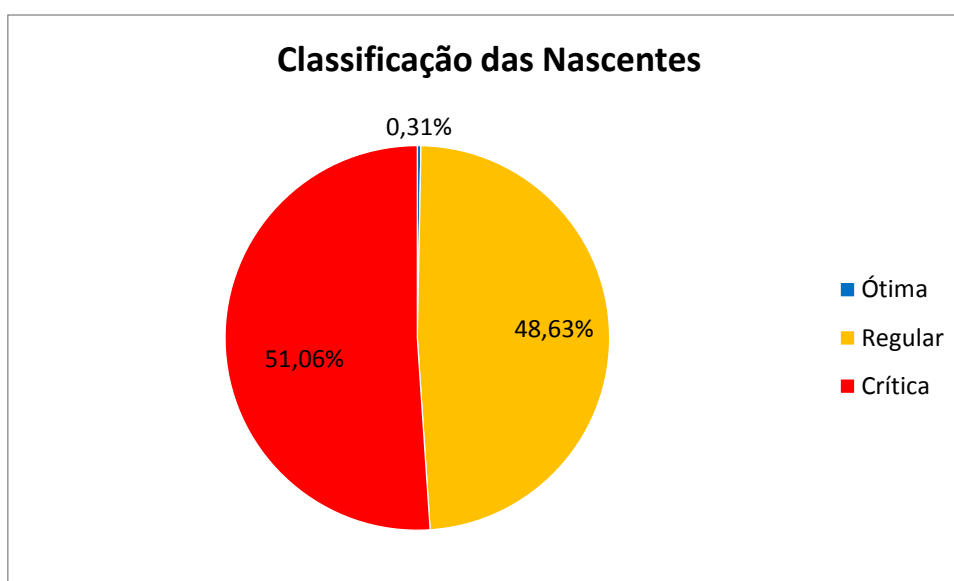


Figura 21: Porcentagem de nascentes em relação a classificação do protocolo de avaliação rápida.

5. 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.
- BAUMGARTEM, M. G.; POZZA, S. A. 2001. *Qualidade de águas*. Descrição parâmetros químicos referidos na legislação ambiental. Rio Grande: FURG, 166 p.
- BERTONI, J & LOMBARDI NETO, F. (1993) conservação do solo. São Paulo, Ícone. 3a. Edição.
- BRASIL; 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.
- _____; 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/l12651.htm. Acesso em 06/04/2016
- CASTRO, P. S. 2007. *Recuperação e conservação de nascentes*. Viçosa, MG: CPT, 272 p.
- 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.ufrrj.br/institutos/it/deng/leonardo/it113-hidrologia.htm>. Acesso em 21/09/2017.
- CORRÊA, L. de S. L. Processos erosivos avançados em São Francisco de Assis – RS: Estudo de caso. 2006,50 f. Dissertação (mestrado) – Universidade Federal de Santa Maria, Rio Grande do Sul.
- 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.
- 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.

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.

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

SOUZA, S. R. 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.

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

RELATÓRIO DE AVALIAÇÃO AMBIENTAL DAS NASCENTES DE SOROCABA (ÁREA 4)

Secretaria do
Meio Ambiente,
Parques e Jardins



Prefeitura de
SOROCABA

Projeto FEHIDRO
Cadastro Ambiental das Nascentes de Sorocaba

SUMÁRIO

1. Introdução	3
2. Objetivos Gerais	4
3. Objetivos Específicos.....	4
4. Metodologia.....	5
Número da Nascente	6
Data da Vistoria	7
Sub-bacia	7
Bairro.....	7
Ocorrência de chuva nos últimos 5 dias	7
Fluxo de água (muita, pouca, úmida ou seca)	7
Tipo (pontual e difusa).....	7
Persistência (perene, intermitente ou efêmera).....	8
Parâmetros de Verificação	8
Presença de lixo na margem.....	8
Presença de materiais flutuantes	9
Espuma.....	9
Óleo	9
Esgoto	9

Estado da vegetação da APP	9
Estado da Vegetação.....	13
Erosão	13
Presença humana	14
Presença de animais	14
Proteção local.....	14
Proximidade à residência ou estabelecimento	14
Uso e ocupação do solo predominante	14
Área da APP.....	15
Índice de Impacto Ambiental de Nascentes (IIAN)	15
4. Resultado e Discussão	16
5. Referências.....	30

1. Introdução

O município de Sorocaba está localizado a 96 km da capital de São Paulo, entre as coordenadas 23°50'47"84' de latitude sul e 47°45'53"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 1), e aproximadamente 2.211 hectares de Área de Preservação Permanente (APP) (Brizacco, 2016; SEMA, 2010). 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, Piratininga, do Vidal e Lavapés (São Paulo, 2011; SEMA, 2010).

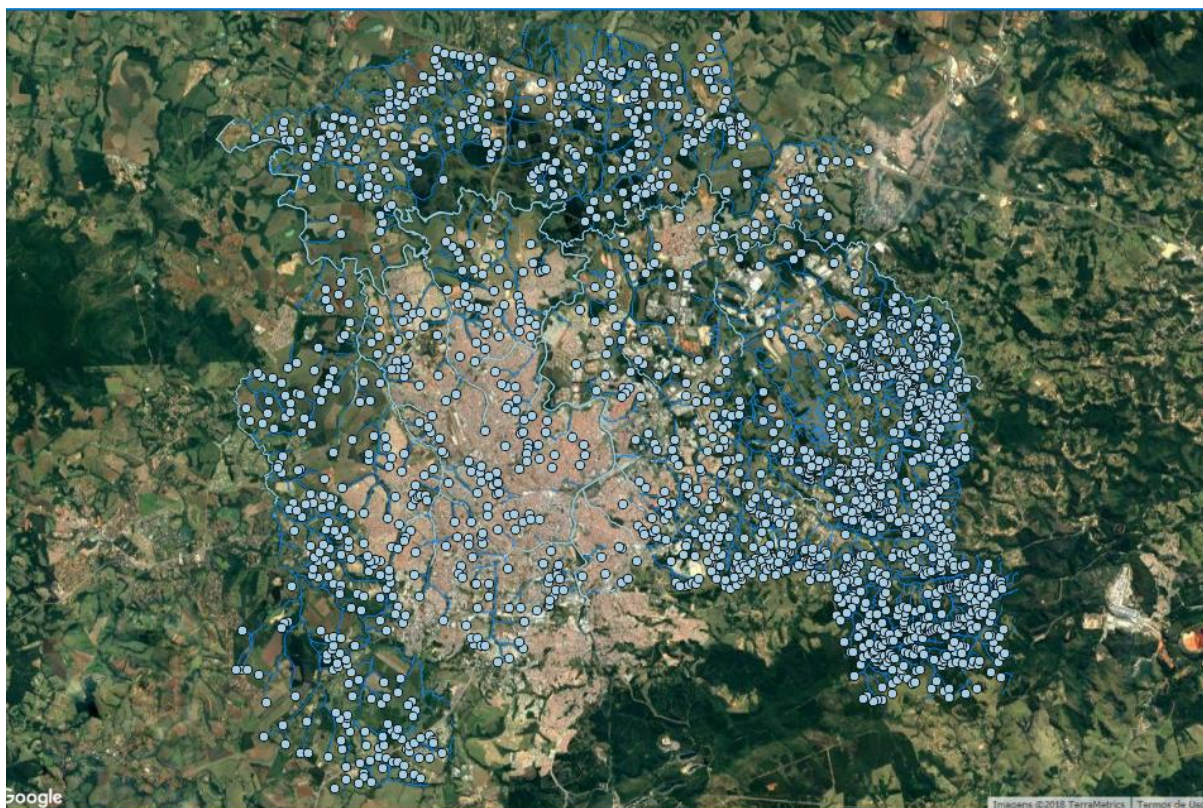


Figura 1. Malha hídrica do município de Sorocaba; os pontos em azul correspondem as nascentes. Fonte: Secretaria do Meio Ambiente/Google Earth.

2. Objetivos Gerais

- Realizar o diagnóstico ambiental das nascentes, por meio de um protocolo de avaliação rápida;
- Cadastrar todas as nascentes e as respectivas propriedades que possuem as nascentes para futuros projetos de restauração ambiental das nascentes degradadas;
- Atualizar o mapa de hidrografia de Sorocaba.

3. Objetivos Específicos

- Fazer o diagnóstico das nascentes da Zona 5;

4. Metodologia

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).

Para realização das vistorias, a cidade de Sorocaba foi dividida em 7 áreas de acordo a complexidade de acesso aos afloramentos, com grau crescente de dificuldade da "área 1" até a "área 7" (Figura 2). No intuito de nortear este propósito, utilizou-se o mapa hipsométrico do município e sistema viário a fim de alocar as áreas de menor altitude em locais diferentes das áreas com maior altitude. Outros fatores decisórios para delimitação das áreas foram a presença de ruas, estradas, trilhas, uso e ocupação do solo predominante.



Figura 2: Mapa de divisão das áreas para realização das vistorias.

Inicialmente são descritas algumas informações gerais sobre a nascente e o local vistoriado. Na ficha são preenchidos os seguintes itens:

Número da Nascente

O afloramento recebe uma numeração de acordo com a sequência das nascentes vistoriadas em campo. Cada numeração será iniciada com a letra "N" de nascente, exemplo "N60". A nascente também possui um número de identificação (ID), que está relacionado ao mapeamento da Secretaria do Meio Ambiente de Sorocaba (levantamento inicial). A numeração ID é informada na ficha entre parênteses, exemplo "(1240)". Portanto, a ficha contém duas numerações, a primeira, referente a sequência de nascentes vistoriadas em campo, seguida da numeração referente a ID do mapeamento. Exemplo: N60 (1240).

Data da Vistoria

Data que ocorreu a vistoria da nascente.

Sub-bacia

Nome da sub-bacia que a nascente está localizada, de acordo com o mapeamento da Secretaria do Meio Ambiente de Sorocaba.

Bairro

Nome da sub-bacia que a nascente está localizada, de acordo com o mapeamento da Secretaria do Meio Ambiente de Sorocaba.

Ocorrência de chuva nos últimos 5 dias

A informação deve-se à ocorrência de precipitações até 5 dias antes da vistoria, o que contribui para uma avaliação mais detalhada sobre a nascente. Auxilia na exclusão de possibilidades, por exemplo, em situações que a água observada no local é referente à água pluvial, e não, de origem natural da nascente. Outrossim, contribui na avaliação do fluxo de água observado, vez que, em dias anteriores aos quais houve chuva intensa, a vazão do afloramento possivelmente é maior, devido a cheia do lençol freático.

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 (Souza, 2018).

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 contêm 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).

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 será feita até o local, e algumas perguntas serão 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.

Parâmetros de Verificação

Após a caracterização inicial das nascentes e do local de vistoria, são avaliados os parâmetros de verificação. Segue abaixo a descrição de cada parâmetro:

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 ou “presente” o caso tenha sido observado uma unidade de lixo ou de material que possa ser considerado entulho ou materiais de grande toxicidade (como pilhas e baterias) (Souza, 2018).

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 sua presença forma 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, 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).

Esgoto

Se há presença de emissários próximos da nascente, que poderá ser observado visualmente ou alertado através do odor. Nesse caso enquadraram como esgotos os lançamentos de galerias pluviais (poluição difusa das ruas e casas) e tubulações de esgoto doméstico e ou industrial; ou ausente/não detectado.

Estado da vegetação da APP

Foi classificado como vegetação “pioneira/ausente” se verificado que a APP está ausente ou se foi substituída (solo exposto, empreendimentos antrópicos no local, tais como, casas, estradas ou rodovias, etc.,

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 (*Peschieria fuchsiaefolia*), 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.*)

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 (liquens, 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 (sinúcias arbustivas) é comum a ocorrência de arbustos umbrófilos principalmente de espécies de rubiáceas, mirtáceas, melastomatáceas 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 (*Myracrodun urundeuva*), guapuruvu (*Schizolobium parahyba*), burana (*Amburana cearensis*), pau-de-espeto (*Casearia gossypiosperma*), cedro (*Cedrela* spp.), canjarana (*Cabrlea 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.), marinheiro (*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).

Estado da Vegetação

Considera-se como "degradada" em locais que são observados algum grau de perturbação como presença de espécies exóticas, pouca diversidade de espécies nativas, ausência de regenerantes no sub-bosque, predomínio de trepadeiras nas copas das árvores, ausência de serrapilheira e demais parâmetros observados na Resolução SMA 1/1994. Considera-se "preservada" em locais que atendem o disposto da Resolução SMA 1/1994 e não observados sinais de perturbações na área.

Erosão

A erosão por salpicamento se deve ao impacto das gotas de chuva sobre os agregados instáveis num solo desnudo, produzindo pequenos buracos. A erosão laminar consiste na perda de camada superficial de forma uniforme do solo em terreno com certa declividade geralmente observada em terrenos com agricultura, o qual carrega nutrientes que seriam fundamentais para o desenvolvimento da espécie economicamente importante. Erosão linear (sulcos, ravinas e voçorocas) caracteriza-se pela formação de canais (sulcos) de diferentes profundidades e comprimentos na superfície do solo. Ocorre a concentração das águas das chuvas nesses canais, aumentando, assim, o poder erosivo devido ao ganho de energia cinética pelo volume e velocidade da enxurrada. Sucessivamente, a erosão passa de laminar para sulcos, ravinas e, logo em seguida, para o estágio chamado de voçorocas. As voçorocas são classificadas pela sua profundidade e pela área de contribuição de sua bacia, são consideradas profundas quando têm mais de cinco metros de profundidade; médias, quando têm de um a cinco metros de profundidade e pequenas, quando

têm menos de um metro de profundidade. Pela área de contribuição da bacia, as voçorocas são consideradas pequenas quando a área de drenagem é menor do que dois hectares; médias, quando têm de dois a vinte hectares e grandes, quando têm mais de vinte hectares (Bertoni, Lombardi, 1985). A erosão por solapamento é característica de áreas declivosas, removendo o horizonte O devido a grande quantidade de água que chega ao sistema (Corrêa, 2006).

Presença humana

Considerada “visível/vestígios” se houve encontro com pessoas na área, observação de trilhas ao redor, irrigação para hortas, bombas de sucção, dentre outras; ou “ausente” se nada foi identificado (Souza, 2018).

Presença de animais

Considerada “visível/vestígios” por meio da observação da presença dos mesmos, 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 (Souza, 2018).

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. Foi classificado como “sem proteção” se era ausente qualquer empecilho para entrada de pessoas ou animais na área ou havia alguma proteção, mas mesmo assim, era possível a chegada até o afloramento; ou “com proteção”, se existia proteção e devido a ele não era possível adentrar o fragmento ou ter acesso direto na nascente (Souza, 2018).

Proximidade à residência ou estabelecimento

Mensurar a distância da nascente até a residência ou estabelecimento, podendo ser assinalado as opções “menos de 50 metros”, ou “maior ou igual 50 metros” (Souza, 2018).

Uso e ocupação do solo predominante

Neste item inicialmente são utilizadas as imagens de satélite disponíveis para um levantamento preliminar da vegetação na APP, distinguindo vegetação arbórea e rasteira. Em campo observa-se a vegetação predominante na trilha e no entorno da nascente (até onde é possível visualizar). Considera-se uma categoria predominante quando é observado que mais de 50% da área é caracterizada por um determinado uso e ocupação solo. Entende-se por "ausente" os locais com solo exposto e/ou impermeabilizado; "gramíneas" qualquer espécie pioneira exótica; "agricultura" quando utilizada pra culturas temporárias ou perenes; "espécies arbóreas exóticas" todas as espécies de árvores não nativas da região; "espécies nativas" são as espécies nativas encontradas na região (Souza, 2018).

Área da APP

Mensurar a distância da vegetação nativa por uma distância de 50 metros, a partir do afloramento de água, conforme a Lei Federal 12.651/2012. Vegetação ausente antes de 50 metros é classificada como "menos de 50 m" e igual ou acima de 50 metros é classificada como "maior ou igual 50 m".

Índice de Impacto Ambiental de Nascentes (IIAN)

Cada parâmetro observado in loco, que reflete a qualidade da conservação das nascentes estudadas, recebeu uma pontuação: valor "1" para cada resposta que evidencie alto grau de degradação, "2" para presença de poucos tributos, e valor "3" para ausência de impacto /não detectado, ou seja, quanto maior a pontuação final da nascente, melhor conservada ela está.

Para nascentes perenes, a pontuação máxima é de 42 pontos e a mínima de 14 pontos. Foram divididas em três categorias, as nascentes que obtém de 42 a 36 pontos, de 35 a 26 pontos, e de 25 a 14 pontos.

Para nascentes intermitentes, a pontuação máxima é de 33 pontos e a mínima de 11 pontos. Foram divididas em três categorias, as nascentes que obtém de 33 a 29 pontos, de 28 a 21 pontos, e de 20 a 11 pontos.

Dessa maneira, a análise resultou em um índice de impacto ambiental de cada nascente analisada.

Quadro 1: Índice de Impacto Ambiental em Nascentes.

Pontuação nascente perene	Pontuação nascente intermitente	Grau de preservação
42 a 36	33 a 29	Ótimo
35 a 26	28 a 21	Regular
25 a 14	20 a 11	Crítico

4. Resultado e Discussão

As vistorias na área 5 foram realizadas no segundo semestre do ano de 2018, no período de 09 de outubro a 08 de novembro. Nesta área, foram pontuados 252 possíveis locais de afloramento, ou seja, locais os quais as vistorias deveriam ocorrer. Destes, 204 nascentes foram vistoriadas, e 48 locais não vistoriados. O principal motivo de impedimento foi devido ao acesso negado pelos proprietários das áreas, impossibilitando que os técnicos realizassem as vistorias.

Neste relatório, a discussão se dará com base apenas nos locais passíveis de verificação, e a avaliação refere-se apenas as nascentes perenes e intermitentes.

As nascentes podem ter sido classificadas como perenes (vazão contínua), intermitentes (vazão apenas em época de chuva), efêmeras (vazão em resposta direta e pontual a precipitações), canalizadas ou descaracterizadas (quando ocorre uma leitura errônea do mapa temático).

As nascentes podem ter sido classificadas como perenes (vazão contínua), intermitentes (vazão apenas em época de chuva), efêmeras (vazão em resposta direta e pontual a precipitações), canalizadas ou descaracterizadas (quando ocorre uma leitura errônea do mapa temático). As nascentes efêmeras (Figura 3) foram predominantes (39,7%) nos locais vistoriados, seguido pelas perenes (33,33%), intermitentes (20,58%), descaracterizadas (5,88%) e canalizadas (0,5%).

As nascentes descaracterizadas tiveram esse veredito com base na avaliação em campo, quando não há evidências de afloramentos, ou o local faz parte da várzea do rio principal da bacia, ou houve uma leitura equivocada do mapa temático.

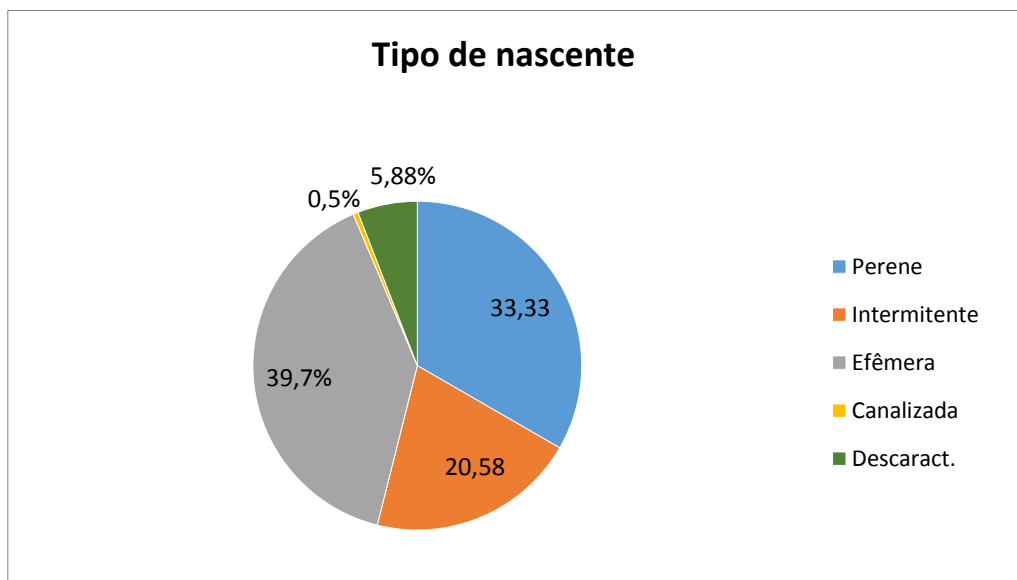


Figura 3: Porcentagem de tipos de nascentes observadas na área 2.

Em relação a vazão de água, 63% dos locais vistoriados estavam secos, 26% das nascentes tinham pouca vazão, 9% tinham muita vazão, 2% foi observado apenas umidade no solo, sem origem de uma lâmina d'água ou curso d'água, e em todos os locais foi possível visualizar a vazão.

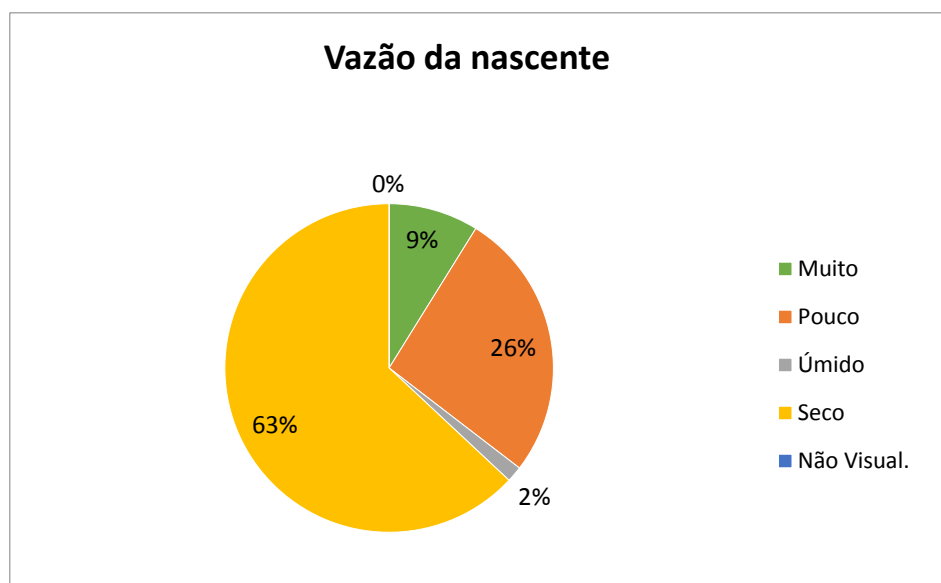


Figura 4: Porcentagem de nascentes com características de vazões distintas.

As interferências humanas mais comuns na área 5 são os barramentos, acredita-se que por se tratar, em grande parte, de área rural, servindo para dessedentação dos animais de criação de grande porte, criação de peixes e/ou abastecimento de água, totalizando 12% dos locais, e também para fins paisagísticos, que agregam valor para o imóvel, se tornando uma área de lazer. Em 83% das nascentes não foram contatadas interferências humanas, enquanto que em 2% dos locais estavam canalizadas, e em 3% foi observada um outro tipo de intervenção como a implantação de uma bica de água ou captação superficial (Figura 5).

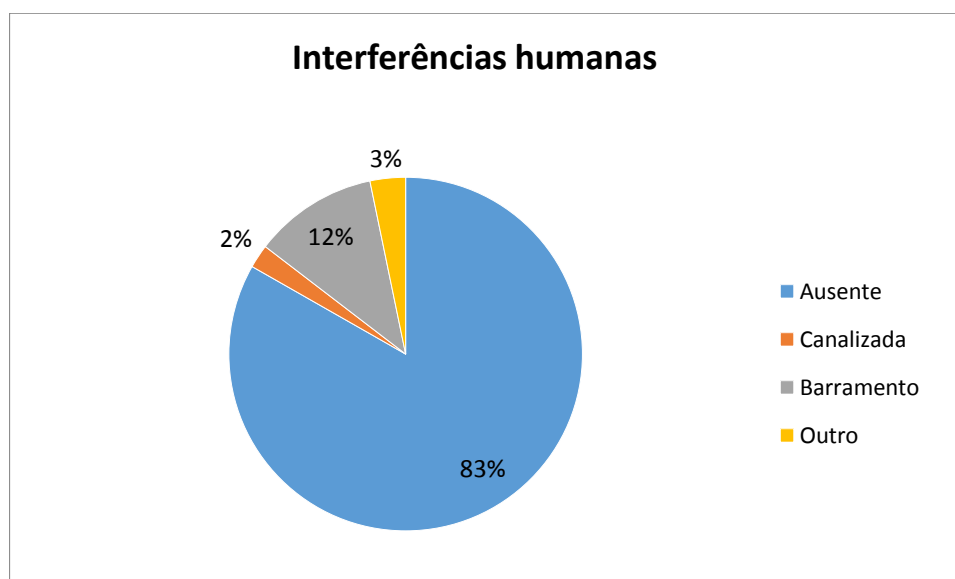


Figura 5: Tipos de interferências humanas em relação as nascentes levantadas.

As nascentes foram classificadas quanto a sua origem (Figura 6). As nascentes pontuais foram predominantes nas áreas vistoriadas (77%), sendo esta porcentagem provável pela situação topográfica de Sorocaba, já que a região favorece o afloramento dos aquíferos de forma pontual. As nascentes difusas (23%) foram observadas nas regiões mais planas, formando um acúmulo inicial ou áreas encharcadas e de brejo, com predomínio de várzeas.

As nascentes intermitentes, efêmeras, canalizadas e descaracterizadas não constituem pontuação neste tópico, sendo exclusivo das nascentes perenes.

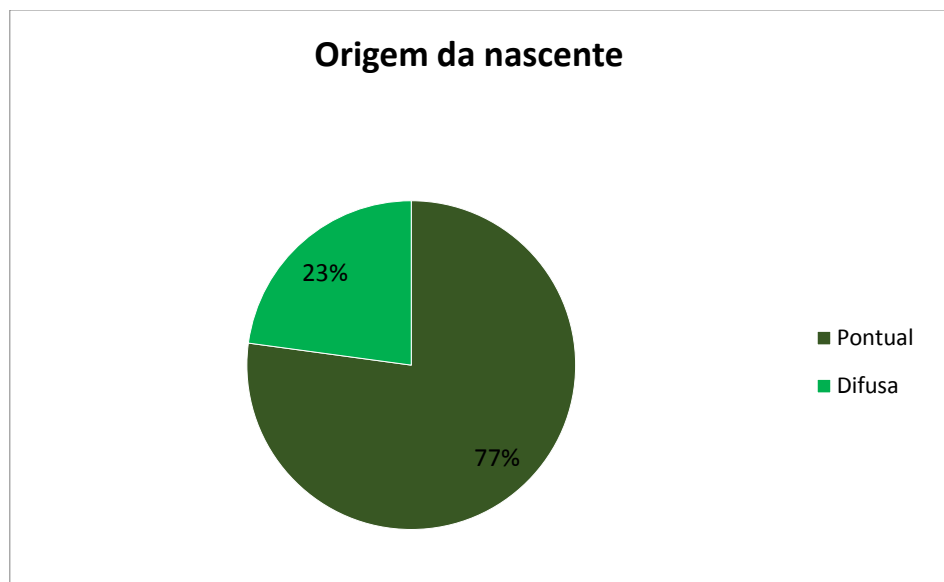


Figura 6: Porcentagem de nascentes em relação ao tipo de afloramento de água

A presença de lixo nas APP foi constatada em 55% dos locais vistoriados. O principal fator que contribuiu para a presença do lixo foi o descarte inadequado dos resíduos pelas pessoas, que utilizam as áreas verdes como depósito de lixo, somado aos que foram transportados pelas galerias pluviais em dias de chuva ou até mesmo pelo vento (transportando papéis e plásticos de áreas residenciais). Em 45% dos locais, não foi constatado a presença de resíduos, devido a serem locais mais afastados da urbanização.

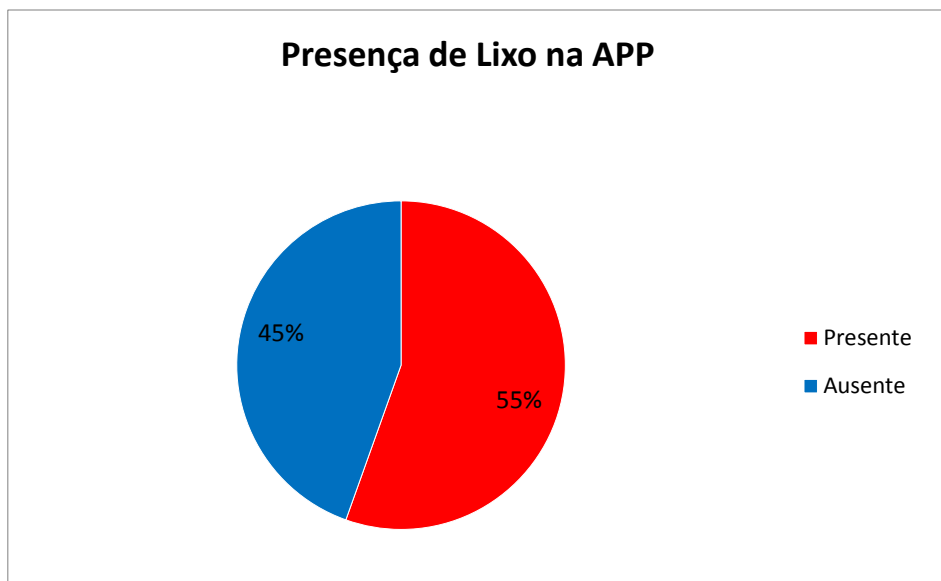


Figura 7: Porcentagem de nascentes em relação a presença de lixo no entorno imediato ou na APP.

Em decorrência do descarte inadequado de resíduos, pode-se encontrar materiais flutuantes nas nascentes (Figura 8). Eles ficam presos em raízes e folhagens, obstruindo a passagem de água, e as vezes acumulavam água parada. Foram encontrados todos tipos de resíduo como, plástico, papel, alumínio, isopor, madeira, vidro, entre outros. Em 94% das nascentes não foram encontrados resíduos flutuantes, mas em 6% foram encontrados diversos tipos de materiais.

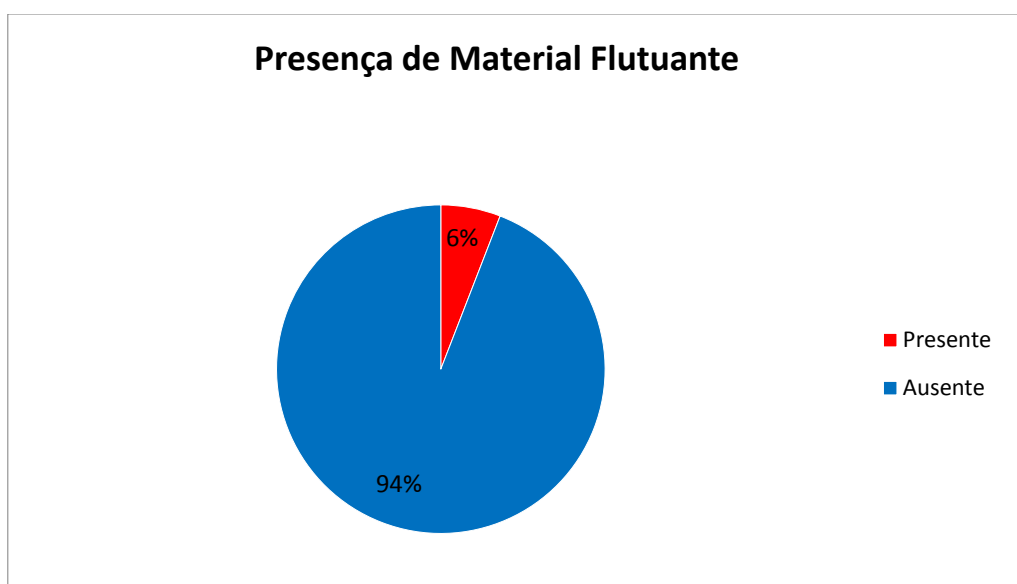


Figura 8: Porcentagem de nascentes em relação à presença de material flutuante.

Em algumas nascentes foi observada a presença de espuma na água (1%). A formação de espuma pode estar relacionada a contaminação por esgoto doméstico ou o lançamento de água de galerias pluviais. O uso de detergentes, sabão e produtos de limpeza resultam na formação de espumas na água. Em 99% das nascentes não foram encontradas espumas na água.

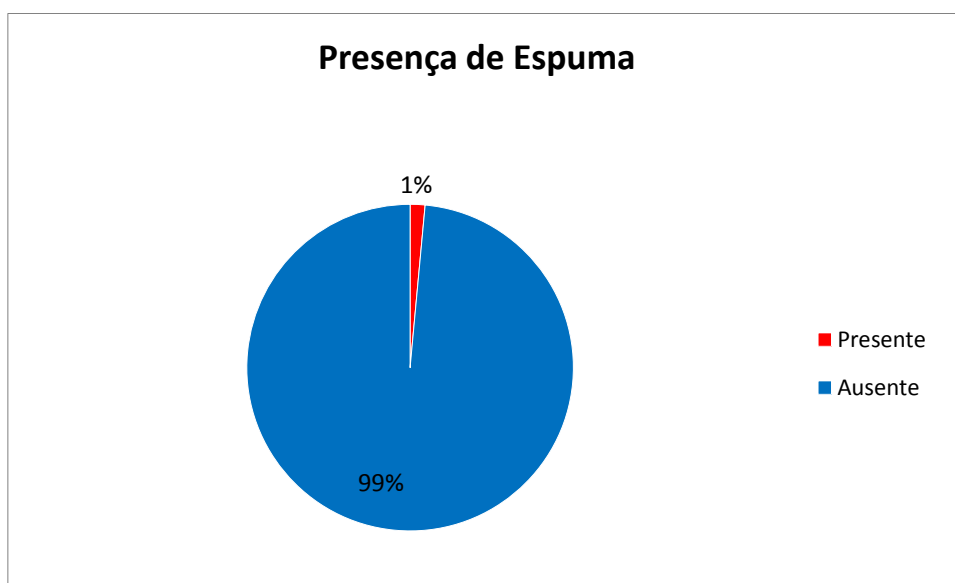


Figura 9: Porcentagem de nascentes em relação a presença de espuma na água.

A presença de óleos na água foi constatada em 3% das nascentes, indicando a contaminação devido o lançamento de efluentes domésticos e industriais, ou pela presença de lixo doméstico. Em 97% das nascentes vistoriadas não foi encontrado óleo na água (Figura 10).

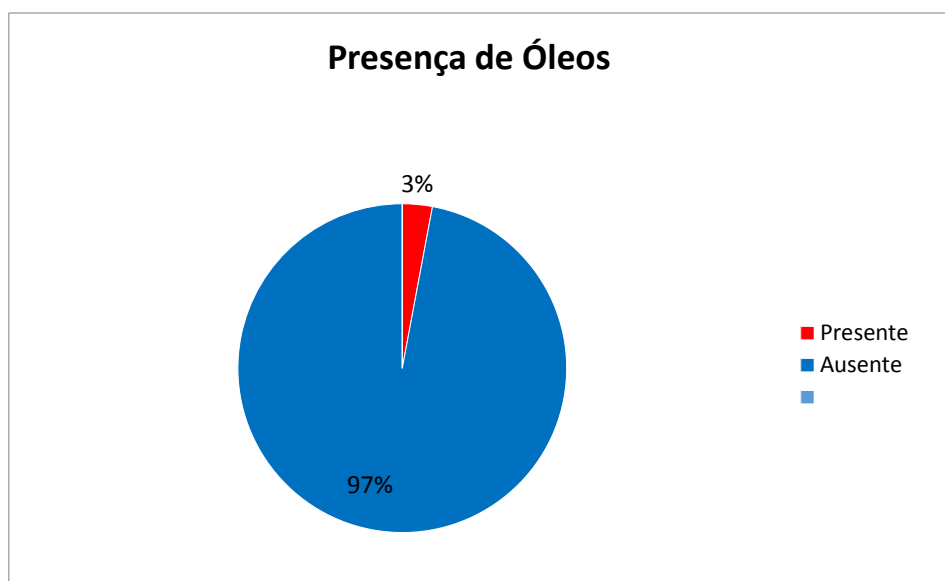


Figura 10: Porcentagem de nascentes em relação a presença de óleos nas águas.

Em 87,3% das nascentes não havia presença de esgoto; em 11,8% das nascentes, foi constatada a presença de galerias pluviais. As águas das galerias pluviais transportam diversas substâncias químicas das áreas a montante, com potencial poluidor tão impactante quanto ao do esgoto doméstico. Sua origem é difusa por isso o controle é mais complexo, em relação ao lançamento de esgotos domésticos (pontual). Em 0,9% das nascentes foi encontrado o lançamento clandestino de esgoto doméstico. Em nenhuma nascente foi observado o esgoto industrial.

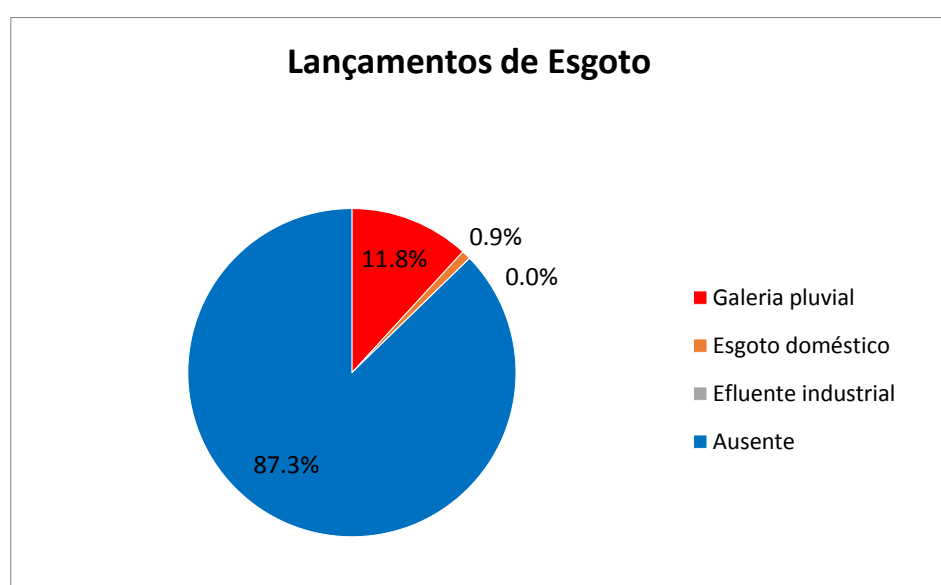


Figura 11: Porcentagem de nascentes em relação a presença de lançamentos de esgoto.

A vegetação tem um papel fundamental no ciclo da água e na proteção das nascentes. A presença das plantas aumenta a permeabilidade solo, reciclam nutrientes, protegem contra processos erosivos e poluições difusas, auxiliam na produção de água, servem de abrigo e alimento para fauna aquática, dentre outros diversos serviços ecossistêmicos. Em 54% das nascentes foram encontrados fragmentos florestais em estágio inicial de regeneração, e 19% em estágio médio. Em 27% das nascentes a vegetação era gramínea, solo exposto ou áreas urbanizadas.

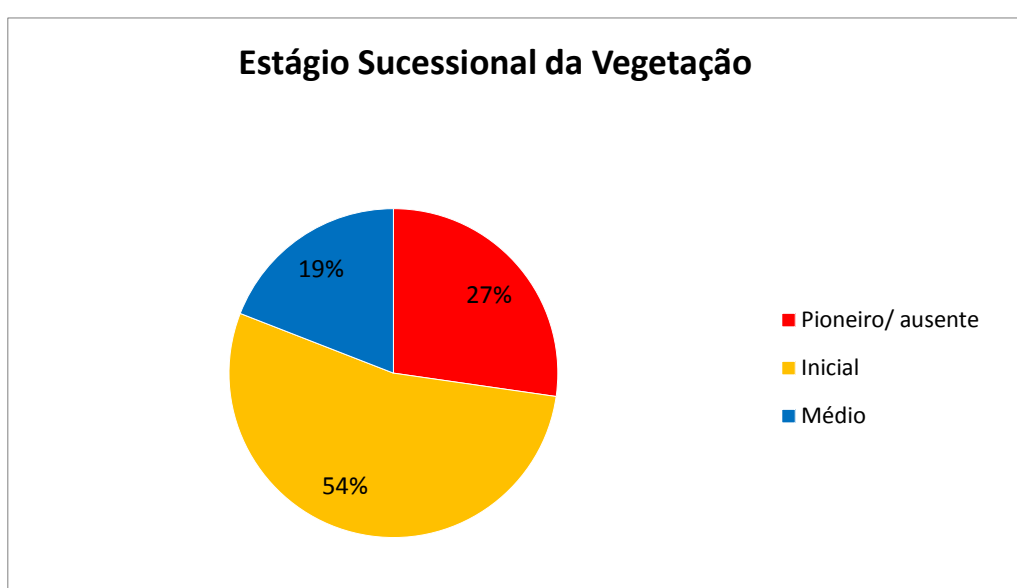


Figura 12: Porcentagem de nascentes em relação ao estágio sucessional da vegetação do entorno.

É importante ressaltar que mesmo encontrando fragmentos florestais em de 93% das nascentes (somando estágios inicial e médio), 100% dessas áreas encontram-se degradadas. Nesses locais é comum observar o efeito de borda mais acentuado, uma vez que os fragmentos são muito pequenos, com forte pressão antrópica (presença de gado, cultivos agrícolas, silvicultura, fragmentação, matriz com baixa permeabilidade, urbanização) e pouca diversidade de espécies, resultando em uma baixa resiliência e baixo potencial de regeneração natural.



Figura 13: Porcentagem de nascentes em relação ao estado da vegetação no entorno.

Nas vistorias verificou-se que os processos erosivos são um dos fatores que mais degradam as nascentes, visto que desestruturam o solo no entorno, causam assoreamento, derrubam árvores e diminui a permeabilidade do solo. A erosão é a consequência da falta de vegetação natural no entorno das nascentes, pois fazem a proteção do solo, nos períodos de chuva. As galerias pluviais também contribuem de forma mais direta e intensa para a formação das erosões que, em muitos casos, resultam em ravinas e voçorocas. Os sulcos são o tipo de erosão mais presente nos locais vistoriados (37%). Em 28% foi encontrado assoreamento, 1% tinham ravinas, em 10% tinham salpicamentos, 20% erosão laminar (devido a pastagens e plantações), 2% de locais com solapamentos, e em 2% dos locais não foram encontradas erosões.

Em um mesmo local, mais de um tipo de erosão pode ser assinalada.

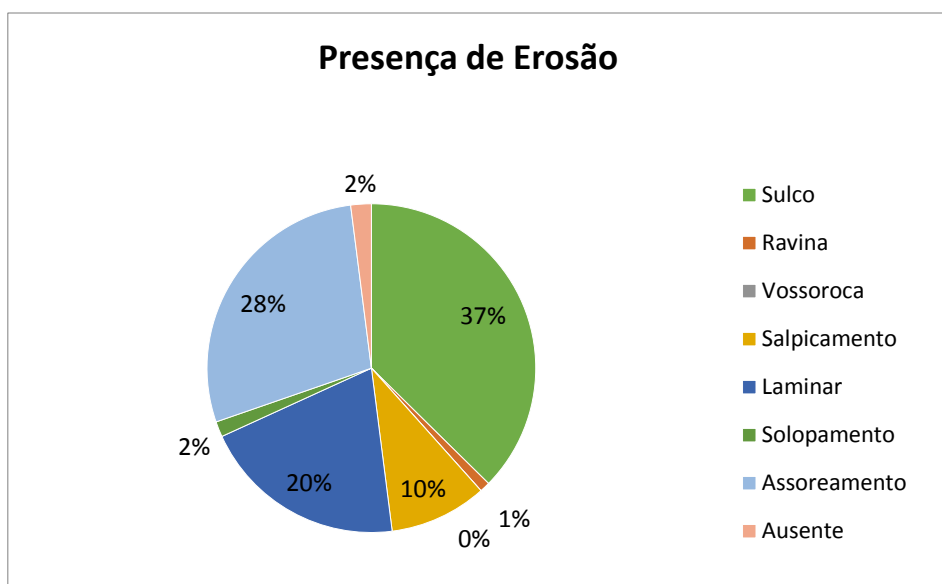


Figura 14: Porcentagem de nascentes em relação a presença de erosão.

Como efeito da alta densidade demográfica, no município de Sorocaba, em 77% das nascentes foram observadas pessoas ou vestígios (pegadas, trilhas, bombas de sucção, livros, cartas, pichações, indícios de ocupação irregular, dentre outros fatores. Em 23% dos locais não foi detectado presença humana ou vestígios dela (Figura 15).

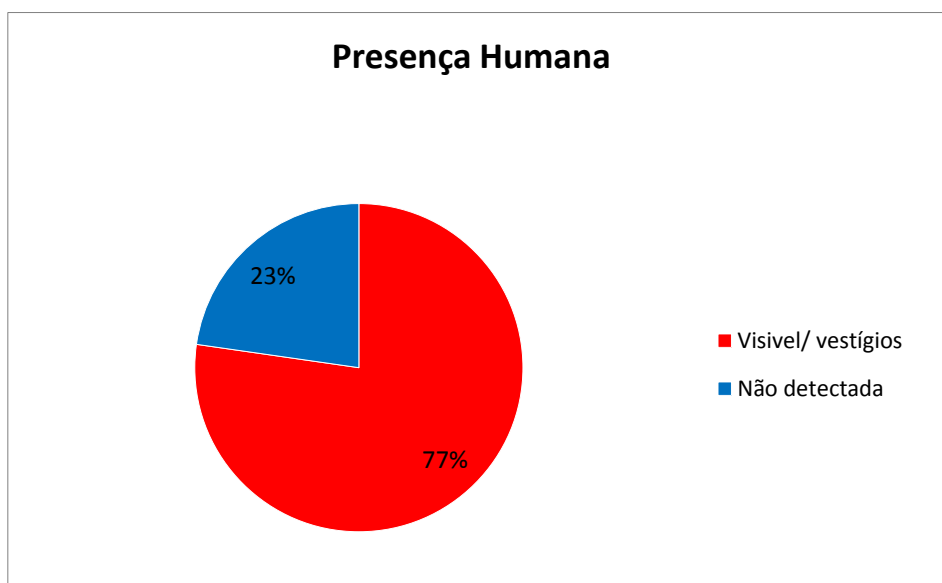


Figura 15: Porcentagem de nascentes em relação a presença humana.

Em 6% dos locais vistoriados foram observados presencialmente, ou detectados vestígios de animais silvestres, através de tocas, fezes, sons, pegadas e esqueletos, sendo este o melhor cenário a ser encontrado. Em

28% das nascentes, foram encontrados animais domésticos (cachorros, gatos ou galinhas), e em 48% dos locais (mais expressivo na zona rural), foram detectados visualmente ou através de vestígios animais de grande porte (ruminantes bovinos ou equinos), gerando pisoteio na vegetação e compactação do solo. Em 18% dos locais, não houve a detecção de animais domésticos ou silvestres (Figura 16).

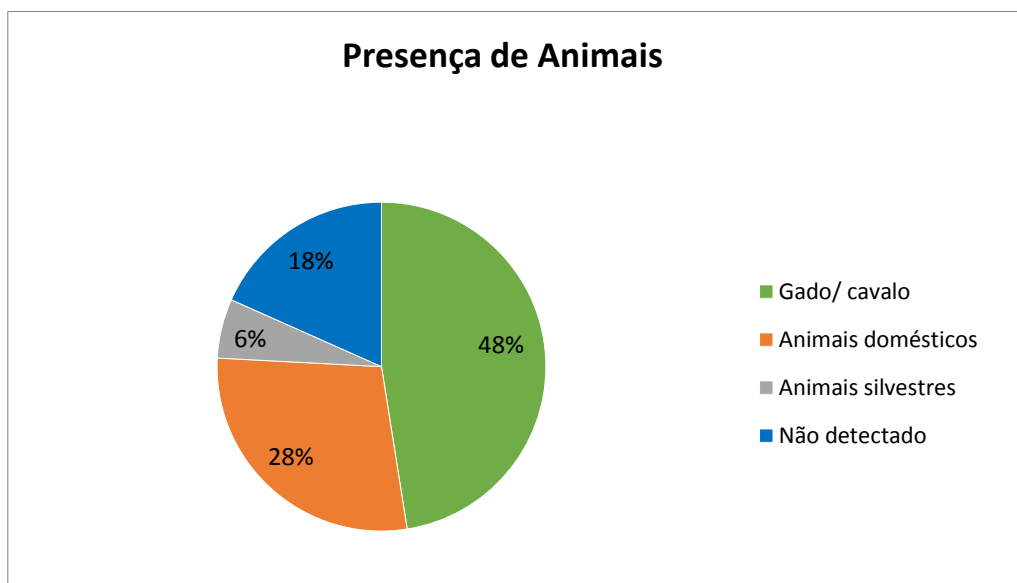


Figura 16: Porcentagem de nascentes em relação a presença de animais.

Em 95% dos locais não havia proteção (cercamento), tanto no fragmento florestal quanto ao redor da nascente. Em 5% dos locais havia cercamento (Figura 17), impedindo o pisoteio de animais de grande porte, inibindo a presença humana e evitando a poluição do local por resíduos sólidos trazidos pelo escoamento superficial.

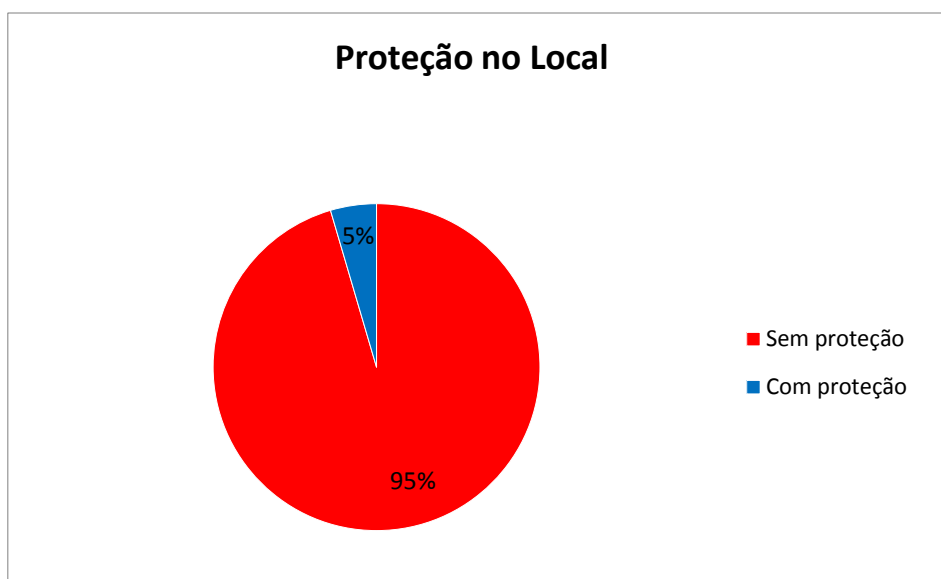


Figura 17: Porcentagem de nascentes em relação a proteção local.

Essa análise feita por parte dos técnicos ocorre de duas maneiras: *in loco*, e através do auxílio de softwares com imagens de satélite para medição entre a distância do ponto de afloramento com edificações. Em 28% dos locais (Figura 18) havia edificações dentro da Área de Preservação Permanente, e 72% dos locais, as edificações estavam 50 metros ou mais, distantes da nascente.

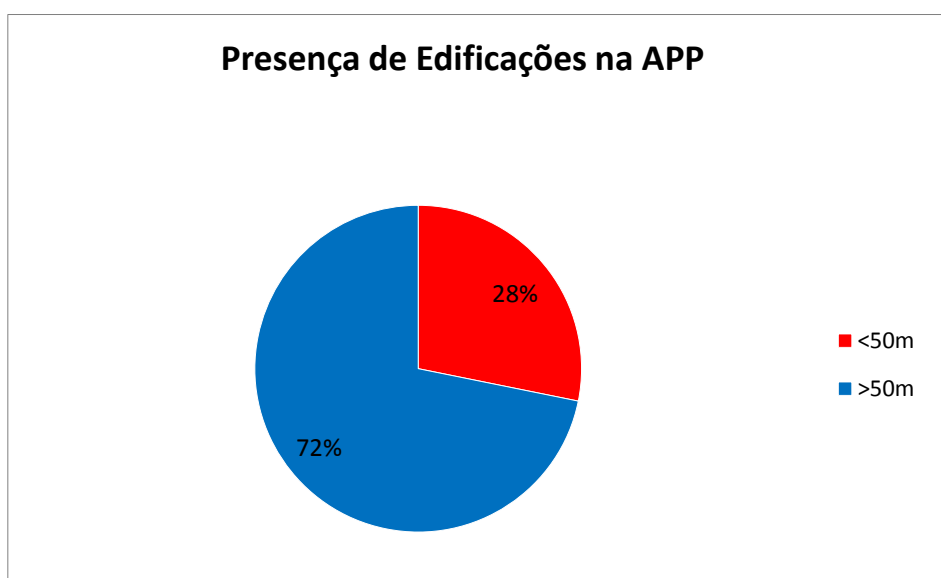


Figura 18: Porcentagem de nascentes em relação a presença de edificações na APP.

O não cumprimento do Código Florestal (Lei nº 12.651/12), que prevê um raio mínimo de 50 metros de fragmentos florestais em torno das nascentes é o cenário mais encontrado, totalizando 90% contra apenas 10% das nascentes que possuem sua mata ripária com 50 metros ou mais (Figura 19).

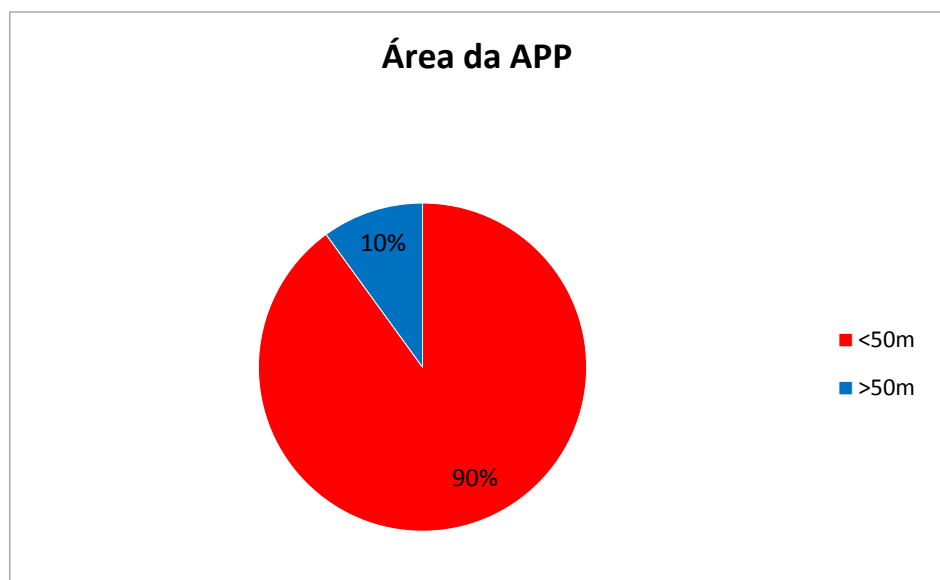


Figura 19: Porcentagem de nascentes em relação ao tamanho da APP respeitando a Lei Federal 12.651/2012.

Para uma visão geral de como as nascentes estão protegidas (ou não) pelas suas matas ciliares, o uso e ocupação do solo também foi avaliado. Como piores cenários a serem encontrados, temos (do pior para o melhor): área urbana consolidada, ausência (solo exposto), agricultura e gramíneas, que totalizaram 53% das APPs encontradas. Em 47% dos locais, a predominância é de fragmentos florestais constituídos por árvores nativas (Figura 20), e em 0% dos locais, por arbóreos exóticos (como banana, bambu, pinus, dentre outros).

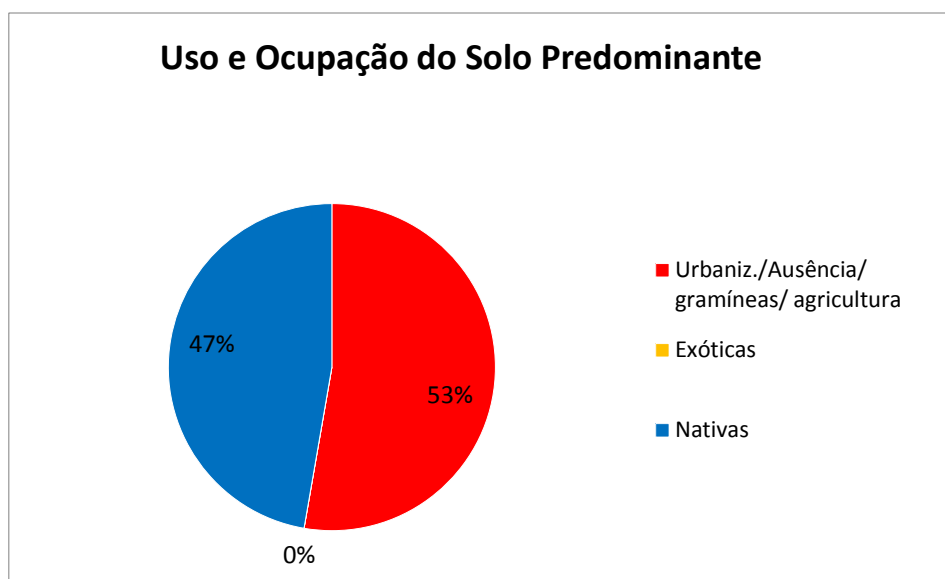


Figura 20: Porcentagem de nascentes em relação ao uso e ocupação do solo.

Com base na análise dos parâmetros do protocolo de avaliação, constatou-se que 0% das nascentes foram classificadas como "Ótimas", 42% como "Regulares" e 52% foram classificadas como "Críticas" (Figura 21). A área 5 é caracterizada como uma região de, em sua maioria, área rural, e os fatores que mais pressionam essas áreas são os processos erosivos, presença de animais de grande porte em APP, e substituição das áreas com vegetação nativa para pasto.

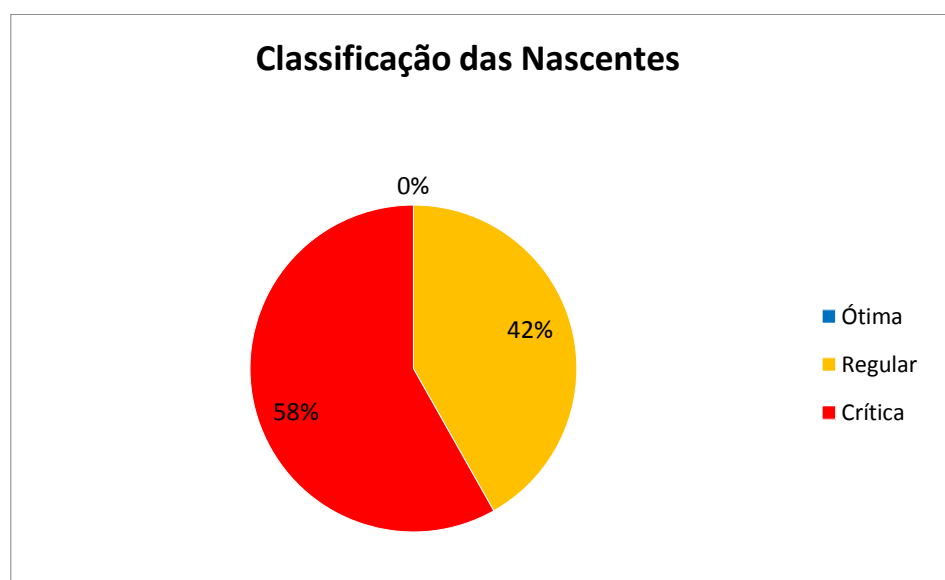


Figura 21: Porcentagem de nascentes em relação a classificação do protocolo de avaliação rápida.

5. 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.
- BAUMGARTEM, M. G.; POZZA, S. A. 2001. *Qualidade de águas*. Descrição parâmetros químicos referidos na legislação ambiental. Rio Grande: FURG, 166 p.
- BERTONI, J & LOMBARDI NETO, F. (1993) conservação do solo. São Paulo, Ícone. 3a. Edição.
- BRASIL; 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.
- _____; 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/l12651.htm. Acesso em 06/04/2016
- CASTRO, P. S. 2007. *Recuperação e conservação de nascentes*. Viçosa, MG: CPT, 272 p.
- 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.ufrrj.br/institutos/it/deng/leonardo/it113-hidrologia.htm>. Acesso em 21/09/2017.
- CORRÊA, L. de S. L. Processos erosivos avançados em São Francisco de Assis – RS: Estudo de caso. 2006,50 f. Dissertação (mestrado) – Universidade Federal de Santa Maria, Rio Grande do Sul.
- 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.
- 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.

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.

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

SOUZA, S. R. 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.

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

RELATÓRIO DE AVALIAÇÃO AMBIENTAL DAS NASCENTES DE SOROCABA (ÁREA 5)

Secretaria do
**Meio Ambiente,
Parques e Jardins**



**Prefeitura de
SOROCABA**

Projeto FEHIDRO
Cadastro Ambiental das Nascentes de Sorocaba

SUMÁRIO

1. Introdução	3
2. Objetivos Gerais	4
3. Objetivos Específicos	4
4. Metodologia	5
Número da Nascente	6
Data da Vistoria	7
Sub-bacia	7
Bairro	7
Proprietário	7
Ocorrência de chuva nos últimos 5 dias	7
Fluxo de água (muita, pouca, úmida ou seca)	8
Tipo (pontual e difusa)	8
Persistência (perene, intermitente ou efêmera)	8
Parâmetros de Verificação	9
Presença de lixo na margem.....	9
Presença de materiais flutuantes	9
Espuma.....	9
Óleo	10
Esgoto.....	10
Estado da vegetação da APP.....	10
Estado da Vegetação.....	12
Erosão	12
Presença humana.....	13
Presença de animais.....	13

Proteção local	14
Proximidade à residência ou estabelecimento	14
Uso e ocupação do solo predominante	14
Área da APP	14
Índice de Impacto Ambiental de Nascentes (IIAN)	15
4. Resultado e Discussão	15
5. Referências.....	30

1. Introdução

O município de Sorocaba está localizado a 96 km da capital de São Paulo, entre as coordenadas 23°50'47"84' de latitude sul e 47°45'53"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 1), e aproximadamente 2.211 hectares de Área de Preservação Permanente (APP) (Brizacco, 2016; SEMA, 2010). 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, Piratininga, do Vidal e Lavapés (São Paulo, 2011; SEMA, 2010).

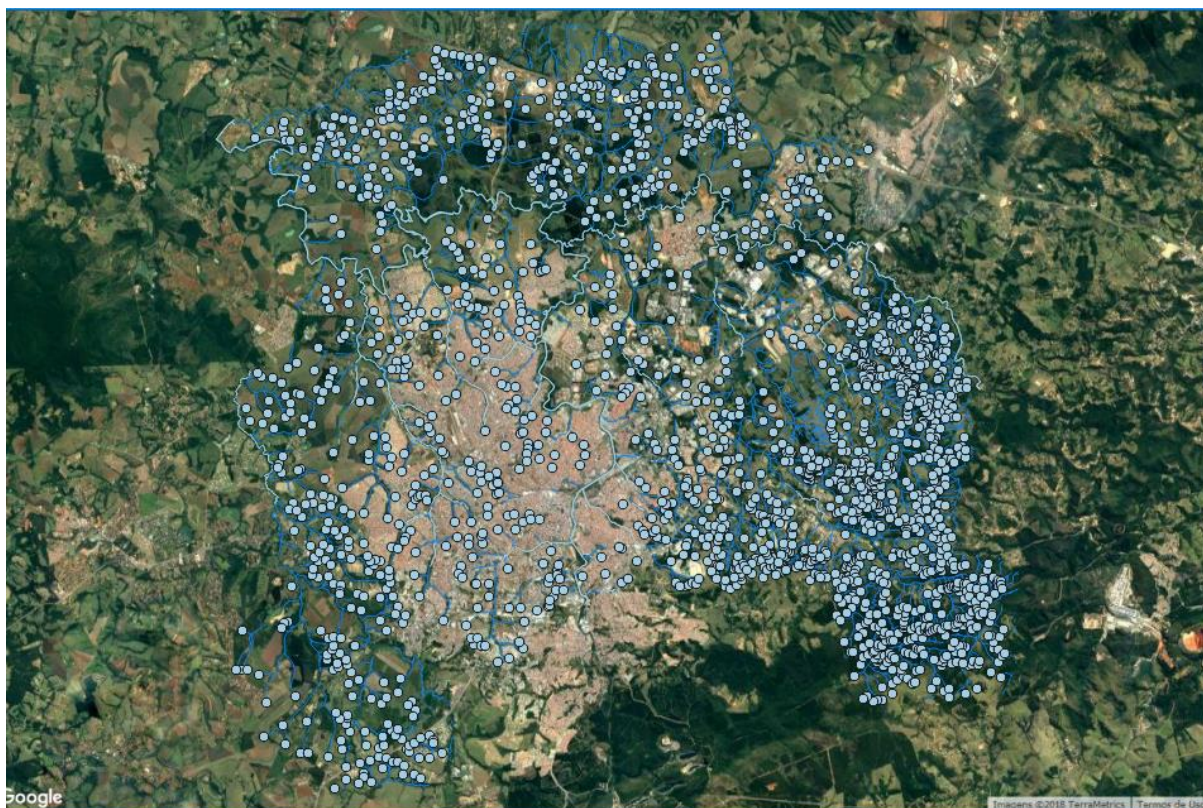


Figura 1. Malha hídrica do município de Sorocaba; os pontos em azul correspondem as nascentes. Fonte: Secretaria do Meio Ambiente/Google Earth.

2. Objetivos Gerais

- Realizar o diagnóstico ambiental das nascentes, por meio de um protocolo de avaliação rápida;
- Cadastrar todas as nascentes e as respectivas propriedades que possuem as nascentes para futuros projetos de restauração ambiental das nascentes degradadas;
- Atualizar o mapa de hidrografia de Sorocaba.

3. Objetivos Específicos

- Realizar o diagnóstico das nascentes da Zona 5;

4. Metodologia

Para a avaliação das nascentes foi utilizada a metodologia de Gomes et al (2005). 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).

Para realização das vistorias, a cidade de Sorocaba foi dividida em 7 áreas de acordo a complexidade de acesso aos afloramentos, com grau crescente de dificuldade da "área 1" até a "área 7" (Figura 2). No intuito de nortear este propósito, utilizou-se o mapa hipsométrico do município e sistema viário a fim de alocar as áreas de menor altitude em locais diferentes das áreas com maior altitude. Outros fatores decisórios para delimitação das áreas foram a presença de ruas, estradas, trilhas, uso e ocupação do solo predominante.



Figura 2: Mapa de divisão das áreas para realização das vistorias.

Inicialmente são descritas algumas informações gerais sobre a nascente e o local vistoriado. Na ficha são preenchidos os seguintes itens:

Número da Nascente

O afloramento recebe uma numeração de acordo com a sequência das nascentes vistoriadas em campo. Cada numeração será iniciada com a letra "N" de nascente, exemplo "N60". Caso várias nascentes de uma mesma micro-bacia, sejam classificadas como efêmeras/intermitentes, porém haja afloramento na confluência de todas, a numeração da mesma será iniciada com a letra "J" de junção, exemplo "J181". Isso deve acontecer, pois, na época de estação chuvosa, essa junção pode deixar de existir, e os afloramentos darem início em sua cabeceira de origem. Dessa maneira, a numeração de cada nascente será precedida pela letra N ou J.

A nascente também possui um número de identificação (ID), que está relacionado ao mapeamento da Secretaria do Meio Ambiente de Sorocaba

(levantamento inicial). A numeração ID é informada na ficha entre parênteses, exemplo "(1240)". Portanto, a ficha contém duas numerações, a primeira, referente a sequência de nascentes vistoriadas em campo, seguida da numeração referente a ID do mapeamento.

Exemplo: N205 (948).

Data da Vistoria

Data que ocorreu a vistoria da nascente.

Sub-bacia

Nome da sub-bacia que a nascente está localizada, de acordo com o mapeamento da Secretaria do Meio Ambiente de Sorocaba.

Bairro

Nome da sub-bacia que a nascente está localizada, de acordo com o mapeamento da Secretaria do Meio Ambiente de Sorocaba.

Proprietário

Informação do local e/ou contato do proprietário de onde a nascente se localiza.

Ocorrência de chuva nos últimos 5 dias

A informação deve-se à ocorrência de precipitações até 5 dias antes da vistoria, o que contribui para uma avaliação mais detalhada sobre a nascente. Auxilia na exclusão de possibilidades, por exemplo, em situações que a água observada no local é referente à água pluvial, e não, de origem natural da nascente. Outrossim, contribui na avaliação do fluxo de água observado, vez que, em dias anteriores aos quais houve chuva intensa, a vazão do afloramento possivelmente é maior, devido a cheia do lençol freático.

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 (Souza, 2018).

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.

Se a nascente for intermitente, isso significa que existe a possibilidade de seu fluxo de água (no momento da vistoria) ser inexistente, não sendo possível, então, classificá-la como pontual ou difusa, e a mesma recebe o status de “não observado”.

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).

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 será feita até o local, e algumas perguntas serão 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.

Parâmetros de Verificação

Após a caracterização inicial das nascentes e do local de vistoria, são avaliados os parâmetros de verificação. Segue abaixo a descrição de cada parâmetro:

Presença de lixo na margem

Se há ou não presença de lixo no entorno imediato da nascente, até onde o alcance da visão dos pesquisadores permitiu chegar, na qual "ausente" foi quando não houve verificação de resíduos ou "presente" o caso tenha sido observado uma unidade de lixo ou de material que possa ser considerado entulho ou materiais de grande toxicidade (como pilhas e baterias) (Souza, 2018).

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 sua presença forma 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, 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).

Esgoto

Se há presença de emissários próximos da nascente, que poderá ser observado visualmente ou alertado através do odor. Nesse caso enquadram como esgotos os lançamentos de galerias pluviais (poluição difusa das ruas e casas) e tubulações de esgoto doméstico e ou industrial; ou ausente/não detectado.

Estado da vegetação da APP

Foi classificado como vegetação “pioneira/ausente” se verificado que a APP está ausente ou se foi substituída (solo exposto, empreendimentos antrópicos no local, tais como, casas, estradas ou rodovias, etc., 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 (*Peschieria fuchsiaefolia*), 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.*).

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, melastomatáceas 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 (*Myracrodruon 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).

Estado da Vegetação

Considera-se como "degradada" em locais que são observados algum grau de perturbação como presença de espécies exóticas, pouca diversidade de espécies nativas, ausência de regenerantes no sub-bosque, domínio de trepadeiras nas copas das árvores, ausência de serrapilheira e demais parâmetros observados na Resolução SMA 1/1994. Considera-se "preservada" em locais que atendem o disposto da Resolução SMA 1/1994 e não observados sinais de perturbações na área.

Erosão

A erosão por salpicamento se deve ao impacto das gotas de chuva sobre os agregados instáveis num solo desnudo, produzindo pequenos buracos. A erosão laminar consiste na perda de camada superficial de forma uniforme do solo em terreno com certa declividade geralmente observada em terrenos com agricultura, o qual carrega nutrientes que seriam fundamentais para o desenvolvimento da espécie economicamente importante. Erosão linear (sulcos, ravinas e voçorocas) caracteriza-se pela formação de canais (sulcos) de diferentes profundidades e comprimentos na superfície do solo. Ocorre a concentração das águas das chuvas nesses canais, aumentando, assim, o poder erosivo devido ao ganho de energia cinética pelo volume e velocidade da enxurrada. Sucessivamente, a erosão passa de laminar para sulcos, ravinas e, logo em seguida, para o estágio chamado de voçorocas. As voçorocas são classificadas pela sua profundidade e pela área de contribuição de sua bacia, são consideradas profundas quando têm mais de cinco metros de profundidade; médias, quando têm de um a cinco metros de profundidade e pequenas, quando têm menos de um metro de profundidade. Pela área de contribuição da bacia, as voçorocas são consideradas pequenas quando a área de drenagem é menor do que dois hectares; médias, quando têm de dois a vinte hectares e grandes, quando têm mais de vinte hectares (Bertoni, Lombardi, 1985). A erosão por solapamento é característica de áreas declivosas, removendo o horizonte O devido à grande quantidade de água que chega ao sistema (Corrêa, 2006).

Presença humana

Considerada “visível/vestígios” se houve encontro com pessoas na área, observação de trilhas ao redor, irrigação para hortas, bombas de sucção, dentre outras; ou “ausente” se nada foi identificado (Souza, 2018).

Presença de animais

Considerada “visível/vestígios” por meio da observação da presença dos mesmos, 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 (Souza, 2018).

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. Foi classificado como "sem proteção" se era ausente qualquer empecilho para entrada de pessoas ou animais na área ou havia alguma proteção, mas mesmo assim, era possível a chegada até o afloramento; ou "com proteção", se existia proteção e devido a ele não era possível adentrar o fragmento ou ter acesso direto na nascente (Souza, 2018).

Proximidade à residência ou estabelecimento

Mensurar a distância da nascente até a residência ou estabelecimento, podendo ser assinalado as opções "menos de 50 metros", ou "maior ou igual 50 metros" (Souza, 2018).

Uso e ocupação do solo predominante

Neste item inicialmente são utilizadas as imagens de satélite disponíveis para um levantamento preliminar da vegetação na APP, distinguindo vegetação arbórea e rasteira. Em campo observa-se a vegetação predominante na trilha e no entorno da nascente (até onde é possível visualizar). Considera-se uma categoria predominante quando é observado que mais de 50% da área é caracterizada por um determinado uso e ocupação solo. Entende-se por "ausente" os locais com solo exposto e/ou impermeabilizado; "gramíneas" qualquer espécie pioneira exótica; "agricultura" quando utilizada pra culturas temporárias ou perenes; "espécies arbóreas exóticas" todas as espécies de árvores não nativas da região; "espécies nativas" são as espécies nativas encontradas na região (Souza, 2018).

Área da APP

Mensurar a distância da vegetação nativa por uma distância de 50 metros, a partir do afloramento de água, conforme a Lei Federal

12.651/2012. Vegetação ausente antes de 50 metros é classificada como "menos de 50 m" e igual ou acima de 50 metros é classificada como "maior ou igual 50 m".

Índice de Impacto Ambiental de Nascentes (IIAN)

Cada parâmetro observado in loco, que reflete a qualidade da conservação das nascentes estudadas, recebeu uma pontuação: valor "1" para cada resposta que evidencie alto grau de degradação, "2" para presença de poucos tributos, e valor "3" para ausência de impacto /não detectado, ou seja, quanto maior a pontuação final da nascente, melhor conservada ela está.

Para nascentes perenes, a pontuação máxima é de 42 pontos e a mínima de 14 pontos. Foram divididas em três categorias, as nascentes que obtêm de 42 a 36 pontos, de 35 a 26 pontos, e de 25 a 14 pontos.

Para nascentes intermitentes, a pontuação máxima é de 33 pontos e a mínima de 11 pontos. Foram divididas em três categorias, as nascentes que obtêm de 33 a 29 pontos, de 28 a 21 pontos, e de 20 a 11 pontos.

Dessa maneira, a análise resultou em um índice de impacto ambiental de cada nascente analisada.

Quadro 1: Índice de Impacto Ambiental em Nascentes.

Pontuação nascente perene	Pontuação nascente intermitente	Grau de preservação
42 a 36	33 a 29	Ótimo
35 a 26	28 a 21	Regular
25 a 14	20 a 11	Crítico

4. Resultado e Discussão

As vistorias na Área 5 foram realizadas no segundo semestre do ano de 2018, no período de 08 a 30 de novembro. Nesta área, foram pontuados 251 possíveis locais de afloramento, ou seja, locais os quais as vistorias deveriam ocorrer. Destes, 234 nascentes foram vistoriadas, e 17 locais não

vistoriados. O principal motivo de impedimento foi devido ao acesso negado pelos proprietários das áreas, impossibilitando que os técnicos realizassem as vistorias.

Neste relatório, a discussão se dará com base apenas nos locais passíveis de verificação, e a avaliação refere-se apenas as nascentes perenes e intermitentes.

As nascentes podem ter sido classificadas como perenes (vazão contínua), intermitentes (vazão apenas em época de chuva), efêmeras (vazão em resposta direta e pontual a precipitações), canalizadas, ou descaracterizadas (quando ocorre uma leitura errônea do mapa temático).

As nascentes efêmeras (Figura 3) foram predominantes (37,2%) nos locais vistoriados, seguido pelas perenes (32,9%), intermitentes (29,9%), descaracterizadas (0%) e canalizadas (0%).

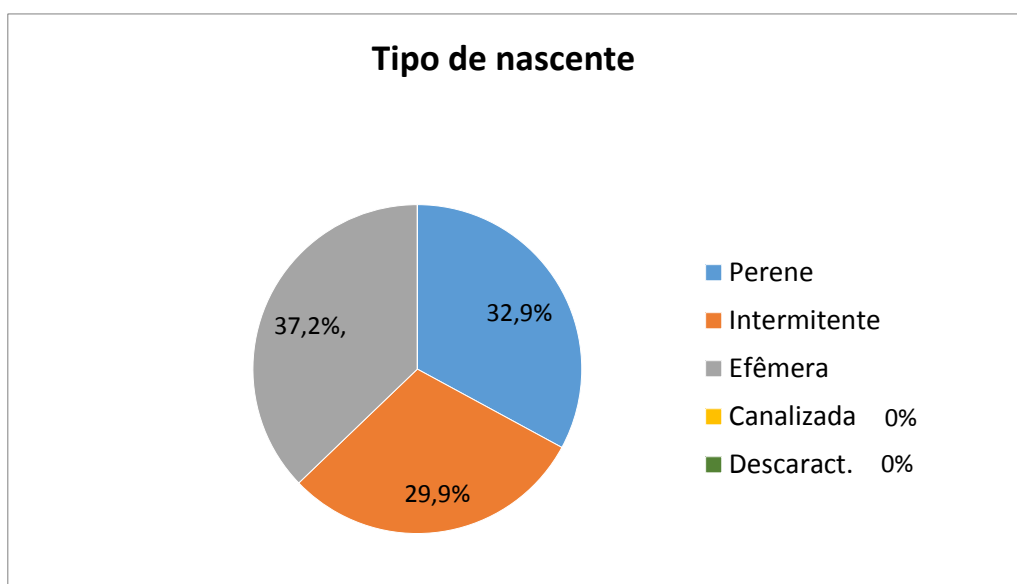


Figura 3: Porcentagem de tipos de nascentes observadas na área 6.

Em relação a vazão de água, 67% dos locais vistoriados estavam secos, 27% das nascentes tinham pouca vazão, 2% tinham muita vazão, 4% foi observado apenas umidade no solo (sem origem de uma lâmina d'água ou curso d'água), e em todas as nascentes foi possível visualizar a vazão.

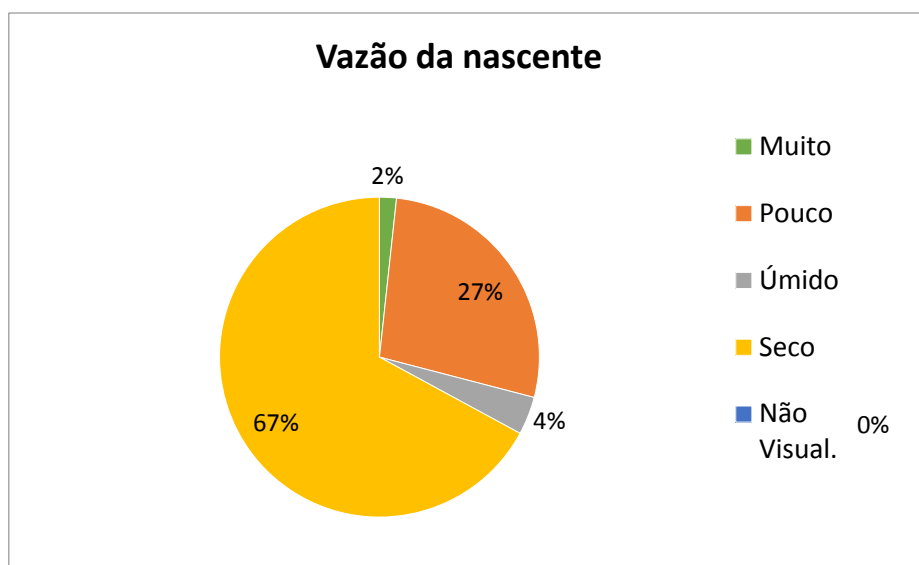


Figura 4: Porcentagem de nascentes com características de vazões distintas.

As interferências humanas mais comuns na área 6 são os barramentos, acredita-se que por se tratar, em grande parte, de área rural, servindo para dessedentação dos animais de criação de grande porte, criação de peixes e/ou abastecimento de água, totalizando 11% dos locais, e também para fins paisagísticos, que agregam valor para o imóvel, se tornando uma área de lazer. Em 86% das nascentes não foram contatadas interferências humanas, enquanto que em 3% dos locais foram observadas outros tipos de intervenção como a implantação de uma bica de água ou captação superficial, e não foram diagnosticadas canalizações nesta área (0%) (Figura 5).

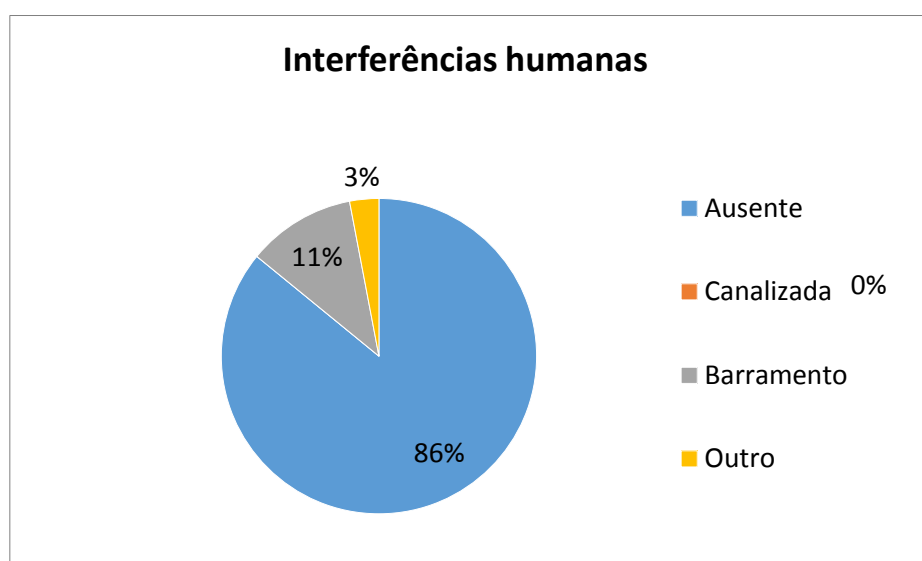


Figura 5: Tipos de interferências humanas em relação as nascentes levantadas.

As nascentes foram classificadas quanto a sua origem (Figura 6). As nascentes pontuais foram predominantes nas áreas vistoriadas (68%), sendo esta porcentagem provável pela situação topográfica de Sorocaba, já que a região favorece o afloramento dos aquíferos de forma pontual. As nascentes difusas (32%) foram observadas nas regiões mais planas, formando um acúmulo inicial ou áreas encharcadas e de brejo, com predomínio de várzeas.

As nascentes intermitentes/efêmeras são classificadas como “não observado”, por não ser possível visualizar o afloramento de água. Na Área 6, 65,8% dos locais receberam essa classificação.

Neste próximo tópico, as nascentes efêmeras, intermitentes, canalizadas e descaracterizadas não constituem pontuação, sendo exclusivo das nascentes perenes.

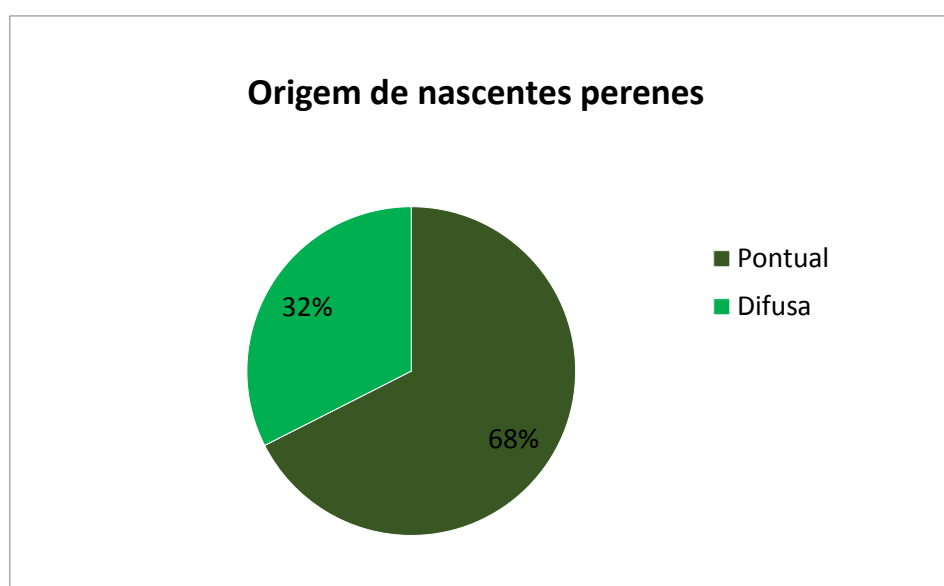


Figura 6: Porcentagem de nascentes em relação ao tipo de afloramento de água

A presença de lixo nas APP foi constatada em 68% dos locais vistoriados. O principal fator que contribuiu para a presença do lixo foi o descarte inadequado dos resíduos pelas pessoas, que utilizam as áreas verdes como depósito de lixo, somado aos que foram transportados pelas galerias pluviais em dias de chuva ou até mesmo pelo vento (transportando papéis e plásticos de áreas residenciais). Em 32% dos locais, não foi

constatado a presença de resíduos, devido a serem locais mais afastados da urbanização.

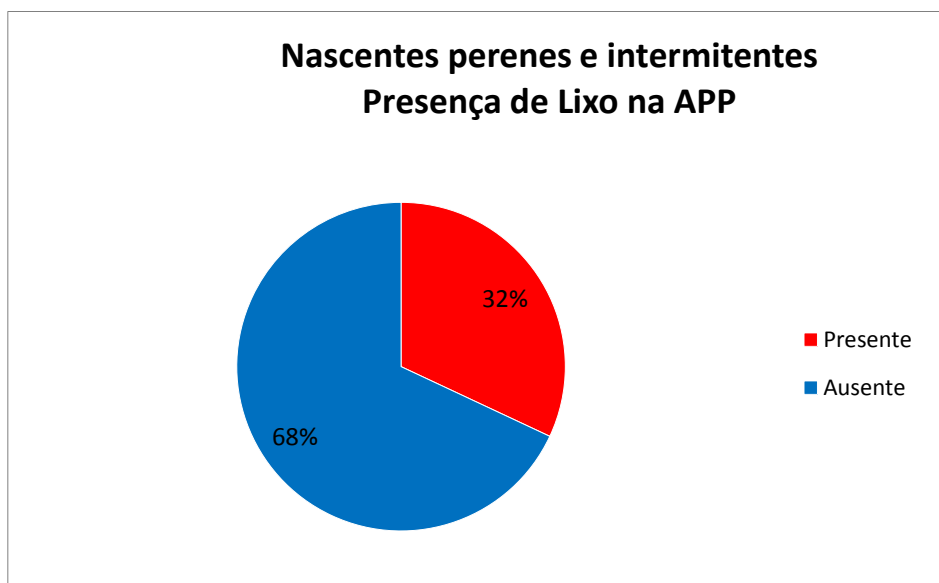


Figura 7: Porcentagem de nascentes em relação a presença de lixo no entorno imediato ou na APP.

Em decorrência do descarte inadequado de resíduos, pode-se encontrar materiais flutuantes nas nascentes perenes (Figura 8). Eles ficam presos em raízes e folhagens, obstruindo a passagem de água, e as vezes acumulavam água parada. Foram encontrados todos tipos de resíduo como, plástico, papel, alumínio, isopor, madeira, vidro, entre outros. Em 96% das nascentes não foram encontrados resíduos flutuantes, mas em 4% foram encontrados diversos tipos de materiais.

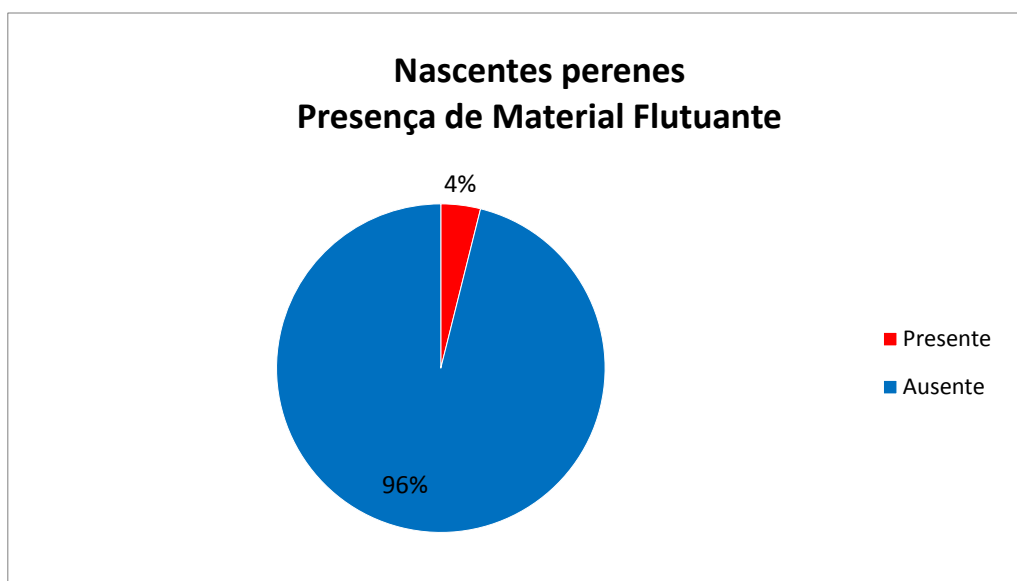


Figura 8: Porcentagem de nascentes em relação à presença de material flutuante.

Em algumas nascentes foi observada a presença de espuma na água (1%). A formação de espuma pode estar relacionada a contaminação por esgoto doméstico ou o lançamento de água de galerias pluviais; o uso de detergentes, sabão e produtos de limpeza resultam na formação de espumas na água. Em 99% das nascentes não foram encontradas espumas na água.

Esse parâmetro não é pontuado em nascentes intermitentes ou efêmeras, devido à ausência de água para observação da presença de espuma na mesma.

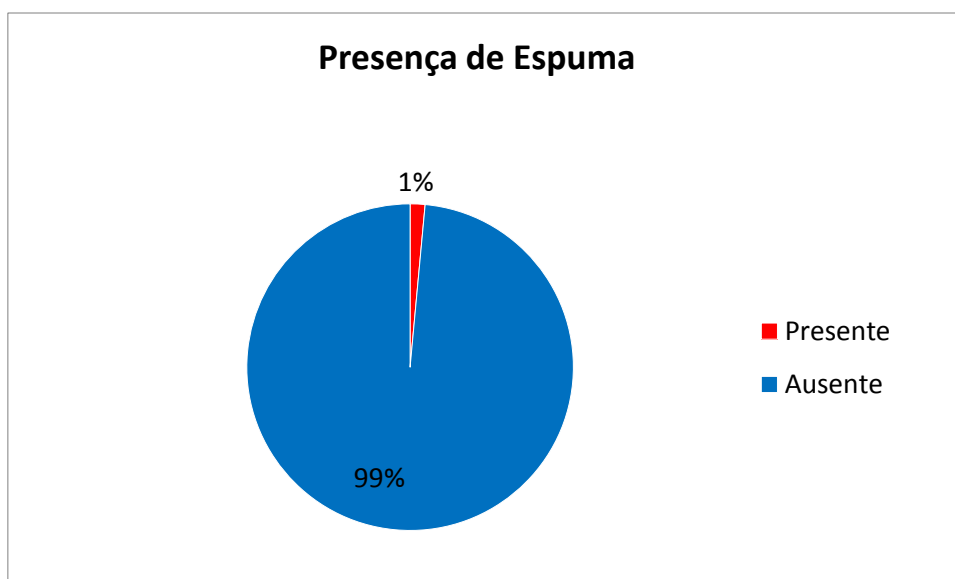


Figura 9: Porcentagem de nascentes em relação a presença de espuma na água.

A presença de óleos na água foi constatada em 10% das nascentes, mas não se sabe ao certo se sua presença é devido ao lançamento de efluentes domésticos e industriais/pela presença de lixo doméstico, ou se por ocorrência natural da decomposição de matéria orgânica somada a diversos fatores químicos, sendo necessário análise de água para determinar sua ocorrência. Em 90% das nascentes vistoriadas não foi encontrado óleo na água (Figura 10). Vale ressaltar que esse parâmetro não é pontuado em nascentes intermitentes ou efêmeras, devido à ausência de água para observação da presença de óleo no corpo hídrico.



Figura 10: Porcentagem de nascentes em relação a presença de óleos nas águas.

Em 98,6% das nascentes não havia presença de esgoto; em 0,7% das nascentes, foi constatada a presença de galerias pluviais. As águas das galerias pluviais transportam diversas substâncias químicas das áreas a montante, com potencial poluidor tão impactante quanto ao do esgoto doméstico. Sua origem é difusa por isso o controle é mais complexo, em relação ao lançamento de esgotos domésticos (pontual). Em 0,7% das nascentes foi encontrado o lançamento clandestino de esgoto industrial. Em nenhuma nascente foi observado o esgoto doméstico em sua cabeceira.

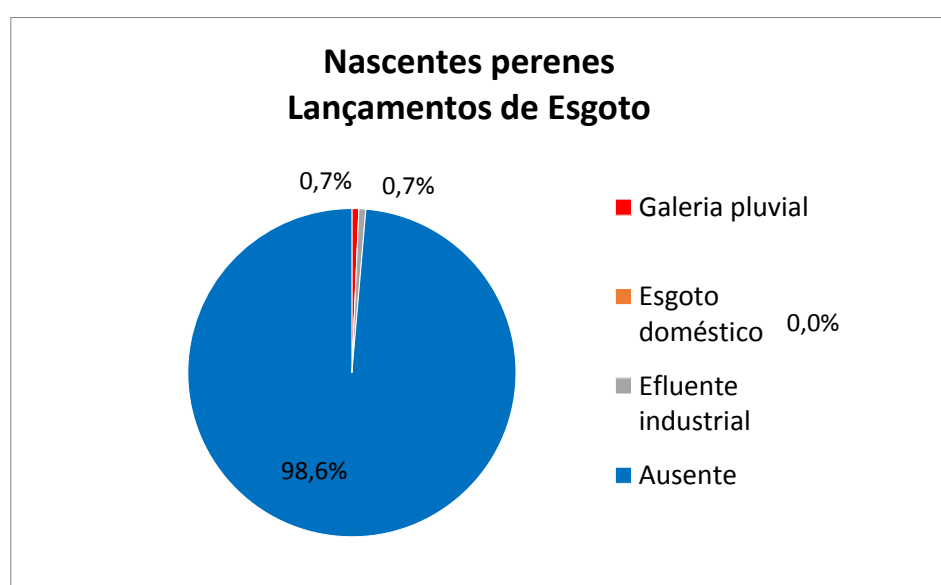


Figura 11: Porcentagem de nascentes em relação a presença de lançamentos de esgoto.

A vegetação tem um papel fundamental no ciclo da água e na proteção das nascentes. A presença das plantas aumenta a permeabilidade solo, reciclam nutrientes, protegem contra processos erosivos e poluições difusas, auxiliam na produção de água, servem de abrigo e alimento para fauna aquática, dentre outros diversos serviços ecossistêmicos. Em 54% das nascentes foram encontrados fragmentos florestais em estágio inicial de regeneração, e 23% em estágio médio. Em 23% das nascentes a vegetação era gramínea, solo exposto ou áreas urbanizadas.

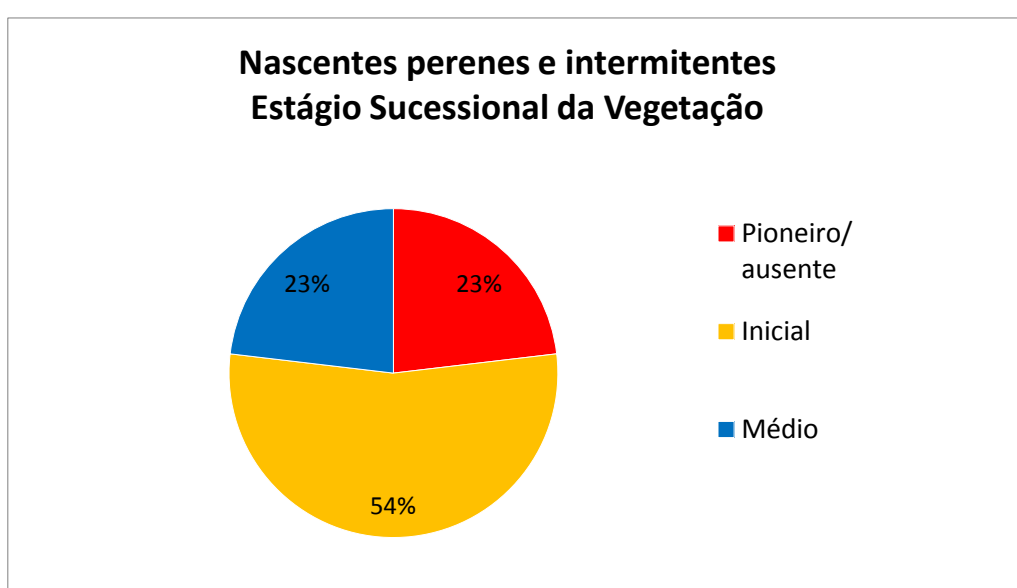


Figura 12: Porcentagem de nascentes em relação ao estágio sucessional da vegetação do entorno.

É importante ressaltar que mesmo encontrando fragmentos florestais em 77% das nascentes (somando estágios inicial e médio), 99,7% dessas áreas encontram-se degradadas. Nesses locais é comum observar o efeito de borda mais acentuado, uma vez que muitos fragmentos são pequenos, com forte pressão antrópica (presença de gado, cultivos agrícolas, silvicultura, fragmentação, matriz com baixa permeabilidade, urbanização) e pouca diversidade de espécies, resultando em uma baixa resiliência e baixo potencial de regeneração natural. Nas áreas com de fragmentos em estágio médio de regeneração, também ainda sofrem com os efeitos de borda, presença de gado e pouca biodiversidade de espécies.

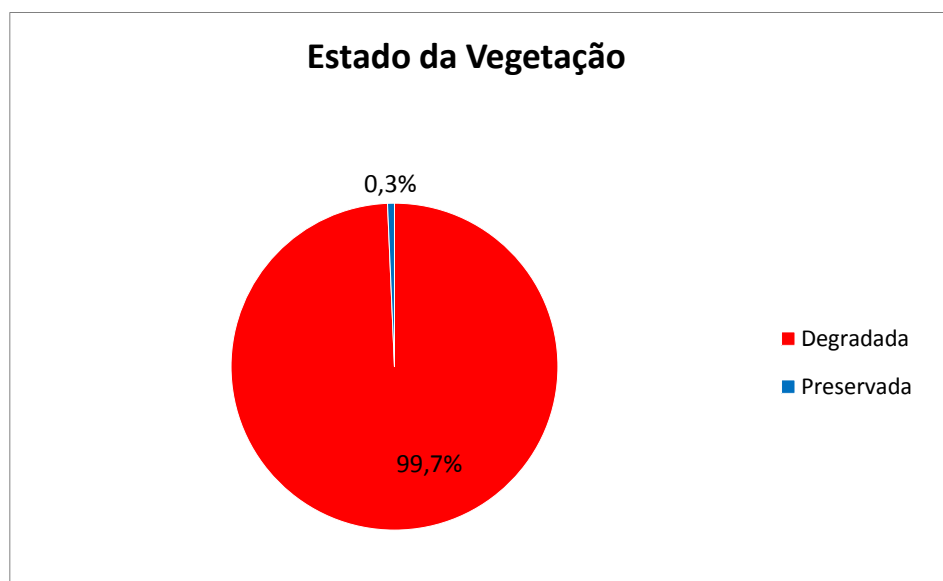


Figura 13: Porcentagem de nascentes em relação ao estado da vegetação no entorno.

Nas vistorias verificou-se que os processos erosivos são um dos fatores que mais degradam as nascentes, visto que desestruturam o solo no entorno, causam assoreamento, derrubam árvores e diminui a permeabilidade do solo.

A erosão é a consequência da falta de vegetação natural no entorno das nascentes, pois fazem a proteção do solo, nos períodos de chuva. As galerias pluviais também contribuem de forma mais direta e intensa para a formação das erosões que, em muitos casos, resultam em ravinas e vossorocas. Os sulcos são o tipo de erosão mais presente nos locais vistoriados (40%). Em 17% foi encontrado assoreamento, 1% tinham ravinas, em 13% tinham salpicamentos, 23% erosão laminar (devido a pastagens e plantações), 4% de locais com solapamentos, e em 2% dos locais não foram encontradas erosões.

Em um mesmo local, mais de um tipo de erosão pode ser assinalada.

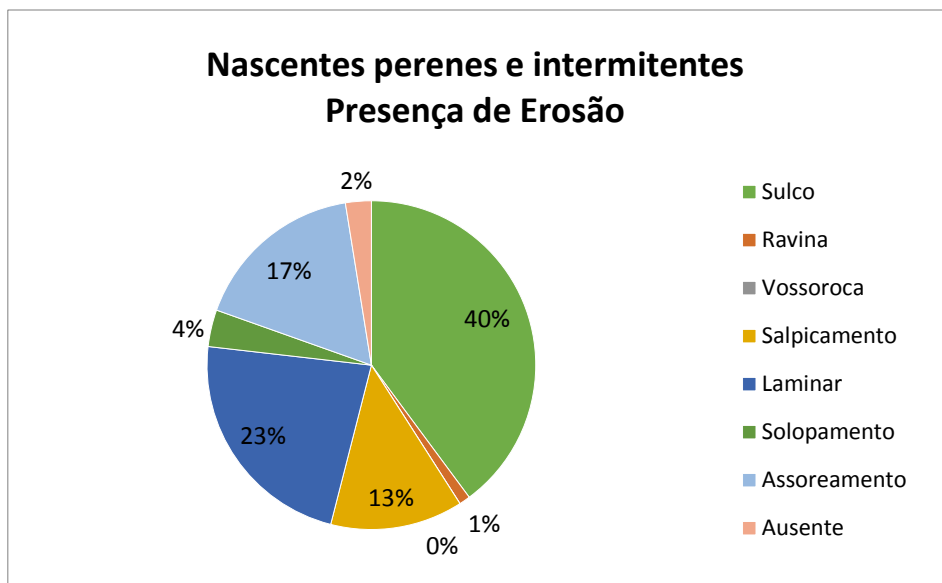


Figura 14: Porcentagem de nascentes em relação a presença de erosão.

Como efeito da alta densidade demográfica, no município de Sorocaba, em 75% das nascentes foram observadas pessoas ou vestígios (pegadas, trilhas, bombas de sucção, livros, cartas, pichações, indícios de ocupação irregular, dentre outros fatores. Em 25% dos locais não foi detectado presença humana ou vestígios dela (Figura 15).

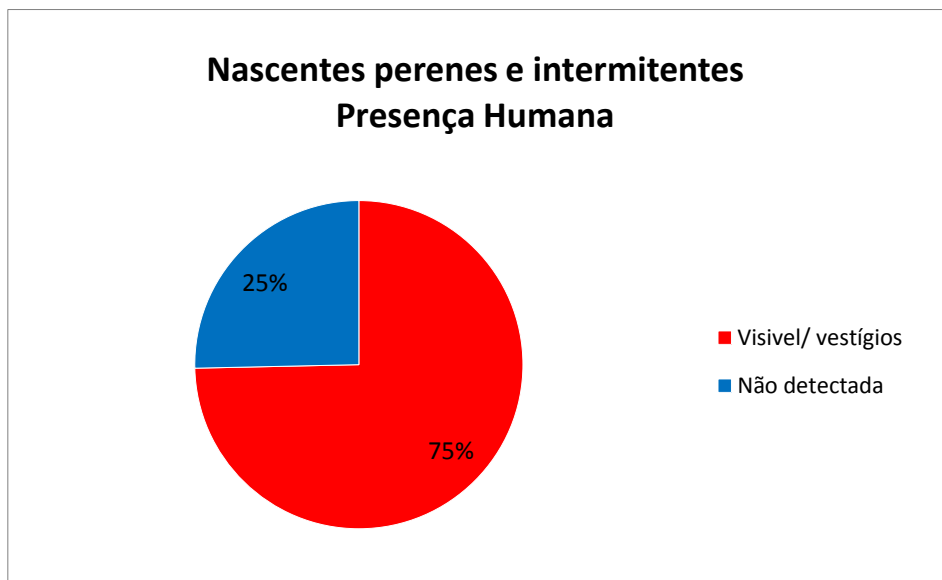


Figura 15: Porcentagem de nascentes em relação a presença humana.

Em 9% dos locais vistoriados foram observados presencialmente, ou detectados vestígios de animais silvestres, através de tocas, fezes, sons, pegadas e esqueletos, sendo este o melhor cenário a ser encontrado. Em

29% das nascentes, foram encontrados animais domésticos (cachorros, gatos ou galinhas), e em 44% dos locais (mais expressivo na zona rural), foram detectados visualmente ou através de vestígios animais de grande porte (ruminantes bovinos ou equinos), gerando pisoteio na vegetação e compactação do solo. Em 18% dos locais, não houve a detecção de animais domésticos ou silvestres (Figura 16).

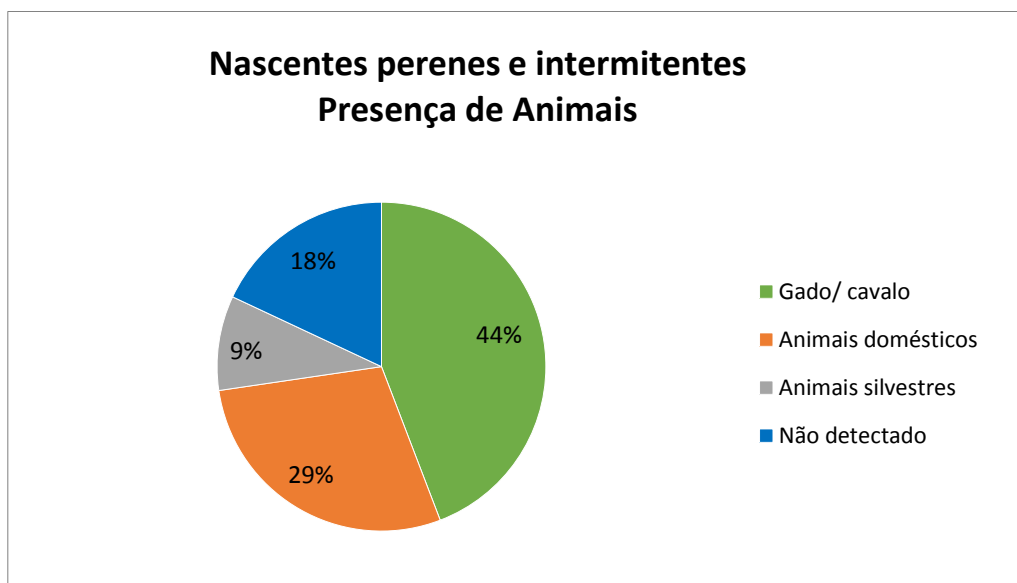


Figura 16: Porcentagem de nascentes em relação a presença de animais.

Em 94% dos locais não havia proteção (cercamento), tanto no fragmento florestal quanto ao redor da nascente. Em 6% dos locais havia cercamento (Figura 17), impedindo o pisoteio de animais de grande porte, inibindo a presença humana e evitando a poluição do local por resíduos sólidos trazidos pelo escoamento superficial.

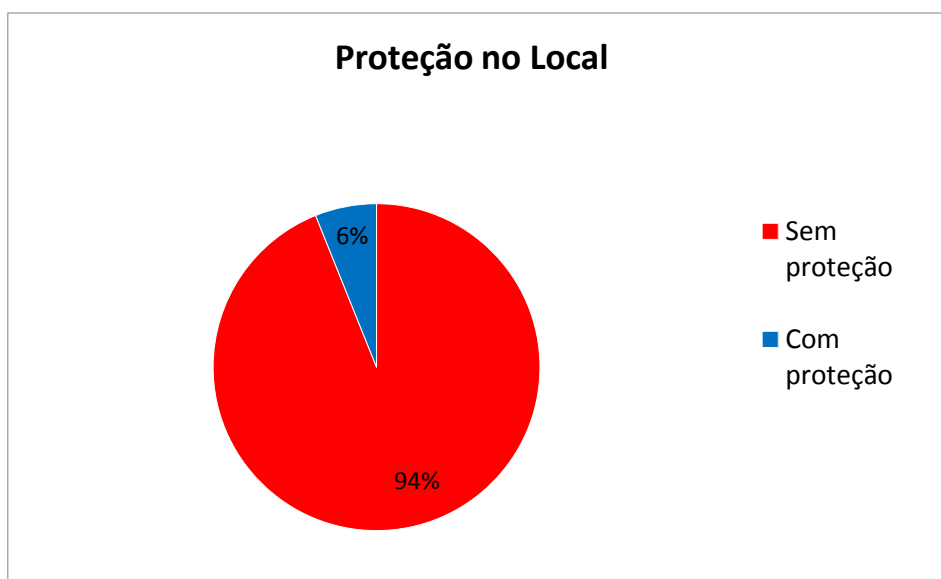


Figura 17: Porcentagem de nascentes em relação a proteção local.

A análise de presença de edificações em APP, feita pelos técnicos, ocorre de duas maneiras: *in loco*, e através do auxílio de softwares com imagens de satélite para medição entre a distância do ponto de afloramento com edificações. Em 22% dos locais (Figura 18) havia edificações dentro da Área de Preservação Permanente, e 78% dos locais, as edificações estavam 50 metros ou mais, distantes da nascente.

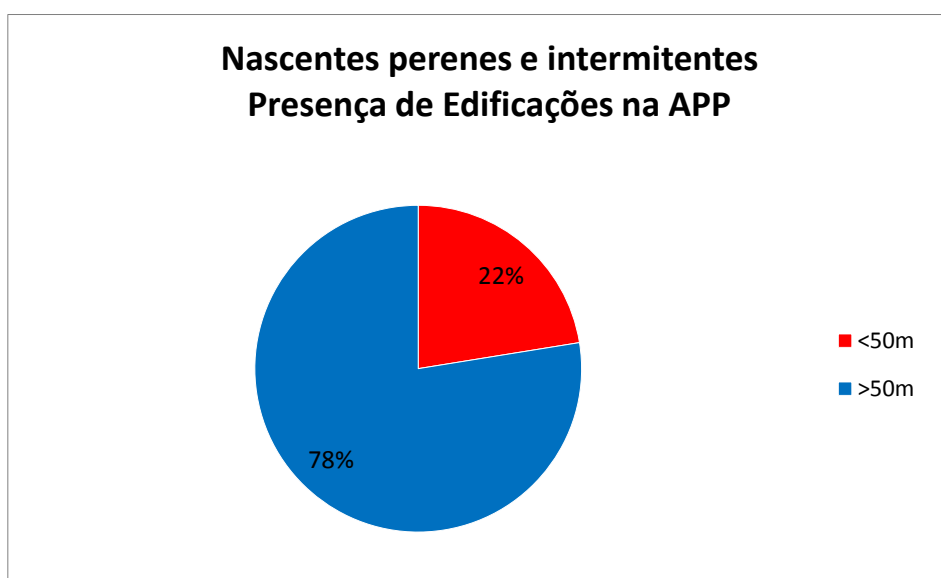


Figura 18: Porcentagem de nascentes em relação a presença de edificações na APP.

O não cumprimento do Código Florestal (Lei nº 12.651/12), que prevê um raio mínimo de 50 metros de fragmentos florestais em torno das nascentes é o cenário mais encontrado, totalizando 83% contra 17% das nascentes que possuem sua mata ripária com 50 metros ou mais (Figura 19).

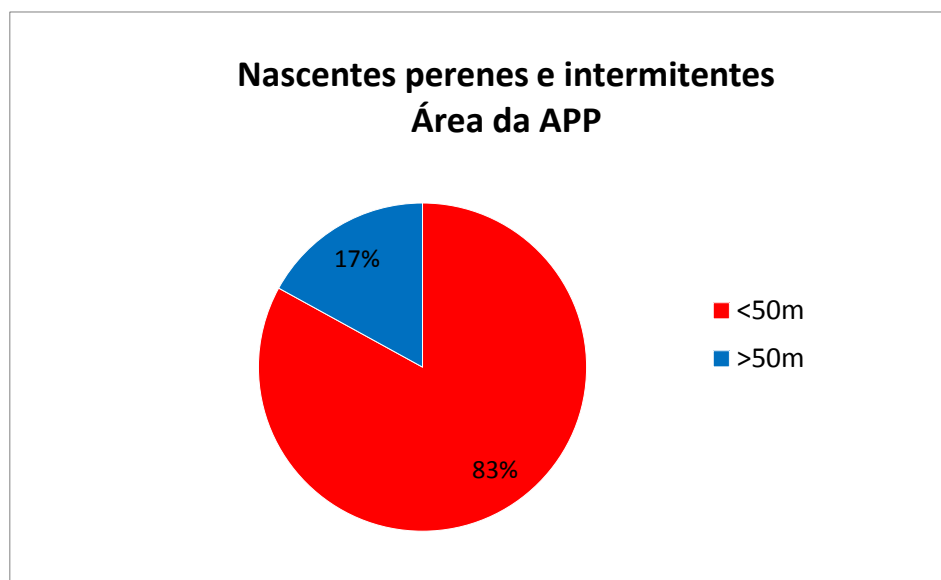


Figura 19: Porcentagem de nascentes em relação ao tamanho da APP respeitando a Lei Federal 12.651/2012.

Para uma visão geral de como as nascentes estão protegidas (ou não) pelas suas matas ciliares, o uso e ocupação do solo também foi avaliado. Como piores cenários a serem encontrados, temos (do pior para o melhor): área urbana consolidada, ausência (solo exposto), agricultura e gramíneas, que totalizaram 51% das APPs encontradas. Em 42% dos locais, a predominância é de fragmentos florestais constituídos por árvores nativas (Figura 20), e em 7% dos locais, por arbóreos exóticos (como banana, bambu, pinus, dentre outros).

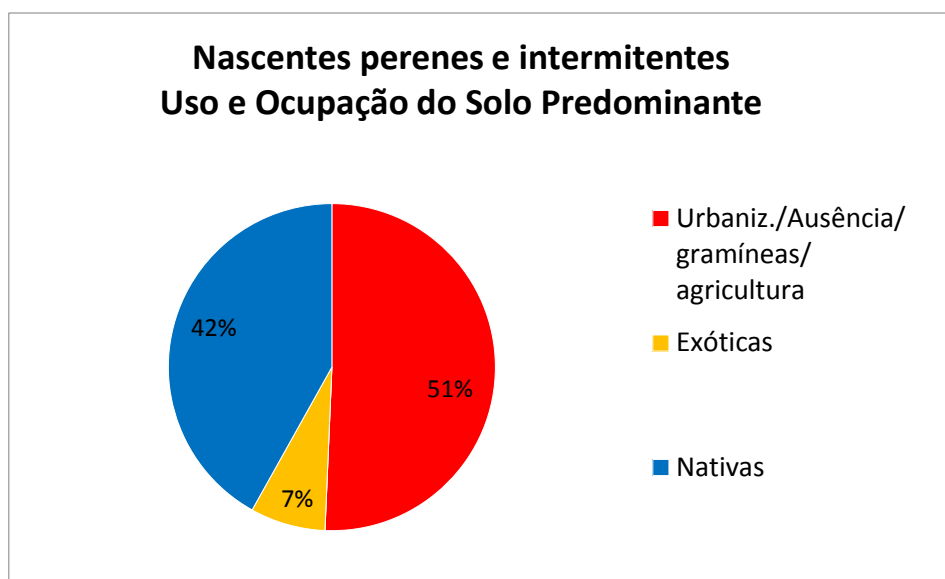


Figura 20: Porcentagem de nascentes em relação ao uso e ocupação do solo.

Com base na análise dos parâmetros do protocolo de avaliação, constatou-se que 5,4% das nascentes foram classificadas como "Ótimas", 43,5% como "Regulares" e 51,06% foram classificadas como "Críticas" (Figura 21). A área 6 é caracterizada como uma região de, em sua maioria, área rural, e os fatores que mais pressionam essas áreas são os processos erosivos, presença de animais de grande porte em APP, e substituição das áreas com vegetação nativa para pasto.

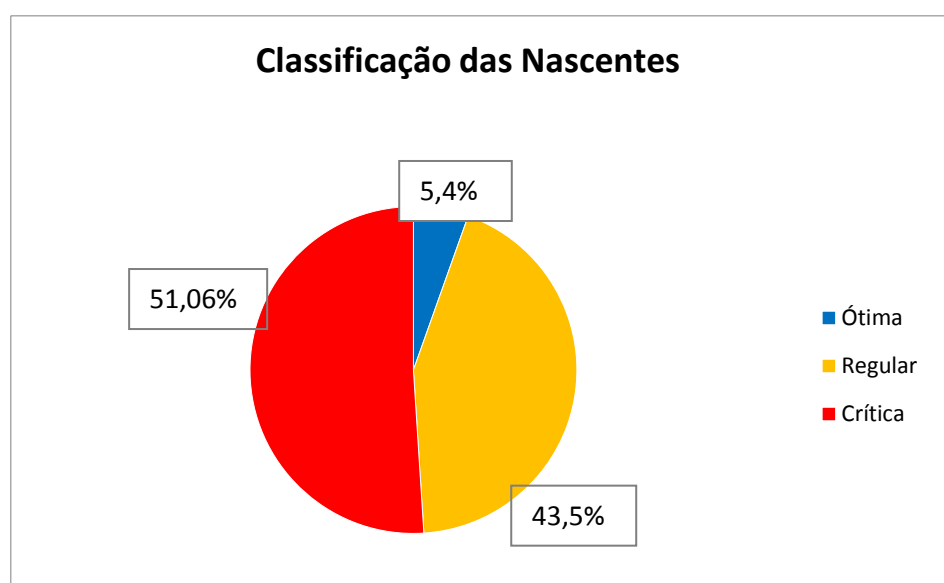


Figura 21: Porcentagem de nascentes em relação a classificação do protocolo de avaliação rápida.

5. 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.
- BAUMGARTEM, M. G.; POZZA, S. A. 2001. *Qualidade de águas*. Descrição parâmetros químicos referidos na legislação ambiental. Rio Grande: FURG, 166 p.
- BERTONI, J & LOMBARDI NETO, F. (1993) conservação do solo. São Paulo, Ícone. 3a. Edição.
- BRASIL; 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.
- _____; 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/l12651.htm. Acesso em 06/04/2016
- CASTRO, P. S. 2007. *Recuperação e conservação de nascentes*. Viçosa, MG: CPT, 272 p.
- 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.ufrrj.br/institutos/it/deng/leonardo/it113-hidrologia.htm>. Acesso em 21/09/2017.
- CORRÊA, L. de S. L. Processos erosivos avançados em São Francisco de Assis – RS: Estudo de caso. 2006,50 f. Dissertação (mestrado) – Universidade Federal de Santa Maria, Rio Grande do Sul.
- 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.
- 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.
- 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.
- SEMA, 2014. *Plano Municipal de Mata Atlântica*. Retirado do site: goo.gl/gVV2ek. Acesso em 01/06/2017.
- SOUZA, S. R. 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.
- VILLELA, S. M. e MATTOS, A. 1975. *Hidrologia Aplicada*. McGraw-Hill, São Paulo. 245p.