

Trabalho de Graduação

Curso de Graduação em Geografia

**AVALIAÇÃO DOS IMPACTOS AMBIENTAIS NAS NASCENTES DE RIO CLARO-SP
CAUSADOS PELOS USOS DA TERRA NAS ÁREAS DE PRESERVAÇÃO
PERMANENTE.**

Christopher Mcnelson Agabiti Villa

Prof(a).Dr(a). Andréia Medinilha Pancher

Rio Claro (SP)

2019

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA

Instituto de Geociências e Ciências Exatas Câmpus de Rio Claro

Christopher Mcnelson Agabiti Villa

**AVALIAÇÃO DOS IMPACTOS AMBIENTAIS NAS NASCENTES DE RIO
CLARO-SP CAUSADOS PELOS USOS DA TERRA NAS ÁREAS DE
PRESERVAÇÃO PERMANENTE.**

Trabalho de Graduação apresentado ao Instituto de Geociências e Ciências Exatas - Câmpus de Rio Claro, da Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho, para obtenção do grau de Bacharel em Geografia com ênfase em Geoprocessamento e Planejamento Ambiental.

Rio Claro - SP

2019

Christopher Mcnelson Agabiti Villa

**AVALIAÇÃO DOS IMPACTOS AMBIENTAIS NAS NASCENTES DE RIO
CLARO-SP CAUSADOS PELOS USOS DA TERRA NAS ÁREAS DE
PRESERVAÇÃO PERMANENTE.**

Trabalho de Graduação apresentado ao Instituto
de Geociências e Ciências Exatas - Câmpus de
Rio Claro, da Universidade Estadual Paulista
Júlio de Mesquita Filho, para obtenção do grau
de Bacharel em Geografia com ênfase em
Geoprocessamento e Planejamento Ambiental.

Comissão Examinadora

_____ (orientadora)

Rio Claro, _____ de _____ de _____ .

Assinatura do(a) aluno(a)

Assinatura do(a) orientador(a)

À universidade pública, com muito amor.

AGRADECIMENTOS

Ao meu pai Alexandre e minha mãe Cibeles, pelos ensinamentos, suporte e amizade eterna em toda minha caminhada. Aos meus avós, Nelson e Marisa, pelo amor incondicional. Aos meus tios, Gisele, Marcelo e Maurício (em memória e no coração), por toda ajuda e conhecimentos dados. À minha família.

À vocês que construíram meu caráter.

A minha professora orientadora Prof. Andréia Medinilha Pancher, pelas horas dedicadas, pelas aulas na graduação, pela paciência, pelos conhecimentos transmitidos e amizade.

Aos docentes Antônio Couto Júnior, pela ajuda, pelos trabalhos de campos e pelas conversas; Prof. Diego Corrêa Maia, pela sua dedicação ao curso, atenção e amizade, das quais foram indispensáveis para minha formação como Geógrafo.

À vocês que construíram meu saber.

A minha namorada, Helena, da qual passou por momentos difíceis e bons ao meu lado, que se manteve firme e forte durante toda graduação, que compartilha de minha conquista e todo o seu companheirismo.

Aos meus colegas da república Fossa, Piso, Pió, Pops, Donato, Tambaú, Bidê, Zero1, Moita, Batcha, Tara, Fritura, Sarjeta, Rodinha, Binho, Esquerdinha, Formol, Canto, Ralo, Placenta e Buda, dos quais demonstraram uma verdadeira amizade, noites de muitas risadas e muitas aventuras. Aos moradores mais velhos, que mesmo distantes, continuam a ser parte essencial, ao Whisky, Chun Lee e Tonhão.

A república Taco, Gabriela, Marília, Princesa, pelas horas passadas, pelas comidas e por terem alegrado meu último ano dentro de uma mesma casa.

A Turma dos Otários e a Bateria Porcaria, em especial, ao Cadáver, Carrie, Lara, Sheila e Sheeva aos ensaios, as horas sem dormir, as horas trabalhadas e as alegrias.

Ao meu amigo Relaxo, que através dele consegui concluir a maioria de meus trabalhos acadêmicos. Ao Refratário, pelos ensaios. Ao Relincho, pelos churrascos. Ao Reflexo, pela amizade.

Aos meus amigos, Patolino, Boto, Caique, Raton, Osasco, pelas inúmeras rodas de conversa, pelos conselhos dados, pelas viagens feitas e as felicidades compartilhadas.

Aos meus amigos mais fiéis, Leonardo, Lucas, Hiago, Pedro, Ana e Lívia dos quais me ajudaram em toda caminhada e que continuam, mesmo distantes, a ter um elo de amizade tão forte.

Aos meus amigos da graduação e aos que fizeram parte da Geoplan Júnior, Thiago, Máximo, Millhouse, Rebecca, Thais, Eric, Polar, Jesus, Tolima, Paixão e Mari que realizamos diversos trabalhos e trilhamos esse caminho juntos.

À vocês que construíram meu ser.

Por fim, muito obrigado a Thatiane, do DAEE, que disponibilizou todo suporte para a presente pesquisa, através de trabalhos de campo e conhecimento passado; A Sueli, técnica do laboratório, que passou alguns dias como tutora. Aos funcionários da UNESP Rio Claro, que viabilizam o espaço da universidade. Ao corpo docente, que ao menos uma vez, se fez presente em minha formação.

Muito obrigado!

RESUMO

Esta pesquisa teve como objetivo fundamental avaliar os impactos ambientais nas nascentes localizadas no perímetro urbano de Rio Claro-SP, causados pela urbanização do município de Rio Claro, com apoio nas geotecnologias. Para o propósito, primeiramente foram delimitadas as APP das nascentes, considerando-se as determinações da Lei 12.651/2012; as classes Temáticas de uso das terras foram identificadas através da fotointerpretação e mapeadas manualmente; além disso, com base no Índice de Impactos Ambientais Macroscópicos, foi possível identificar e classificar as nascentes em preservadas, conservadas e degradadas, através da mensuração dos seguintes parâmetros: coloração aparente da água; odor de água; lixo no entorno; materiais flutuantes; espumas e óleos; esgoto; vegetação; uso por animais; uso antrópico; proteção; identificação; residências e tipo de área de inserção. As nascentes selecionadas foram classificadas em 107 conservadas; 94 nascentes preservadas; e 22 degradadas, caracterizando uma conservação da vegetação existente dentro da APP das nascentes selecionadas, com uma diminuição do solo exposto e da área urbana, obtendo um quadro de aumento de 6% na vegetação da APP.

Palavras chaves: urbanização; nascentes; qualidade ambiental urbana; gestão ambiental;

ABSTRACT

This research aimed to evaluate the environmental impacts on springs located in the urban perimeter of Rio Claro-SP, caused by the urbanization of the municipality of Rio Claro, with support in geotechnologies. For this purpose, the APPs of the springs were first delimited, considering the determinations of Law 12,651 / 2012; land use Thematic classes were identified through photointerpretation and mapped manually; In addition, based on the Macroscopic Environmental Impact Index, it was possible to identify and classify preserved, conserved and degraded springs by measuring the following parameters: apparent coloration of water; water odor; rubbish in the surroundings; floating materials; foams and oils; Sewer; vegetation; use by animals; anthropic use; protection; identification; residences and type of insertion area. The selected springs were classified in 107 maintain; 94 preserved; and 22 degraded, characterizing a conservation of the existing vegetation within the APP of the selected springs, with a decrease of the exposed soil and the urban area, obtaining a 6% increase in the vegetation of the APP.

Keywords: urbanization; springs; urban environmental quality; environmental management;

LISTA DE FIGURAS

FIGURA 1 - Distribuição das águas abaixo da superfície do solo.....	20
FIGURA 2 - Elemento matricial de uma imagem.....	27
FIGURA 3 - Coluna estratigráfica da Bacia do Paraná na região de Rio Claro/Limeira/Piracicaba (SP).....	32
FIGURA 4 - Fluxograma da Metodologia.....	33
FIGURA 5 - Descarte inadequado de lixo ao lado da nascente.....	42
FIGURA 6 - Marcas de presença de animais dentro da área de APP.....	43
FIGURA 7 - Nascente com alteração antrópica, com estruturas feitas pela vizinhança.....	43

LISTA DE ABREVIATÖES

APP - Área de Preservação Permanente.

CONAMA - Conselho Nacional do Meio Ambiente.

DAAE - Departamento Autônomo de Água e Esgoto.

IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística.

UGRHI - Unidade de Gerenciamento de Recursos Hídricos.

LISTA DE MAPAS

MAPA 1 - Rio Claro; Pontos Visitados no Trabalho de Campo.....	41
MAPA 2 - Classificação das Nascente conforme IIAM.....	52
MAPA 3 - Área de Estudo: Rio Claro-SP.....	55
MAPA 3 - Uso das Terras em Áreas de Preservação Permanente das Nascentes de Rio Claro-SP - 2018.....	56
MAPA 4 - Uso das Terras em Áreas de Preservação Permanente das Nascentes de Rio Claro-SP - 2018 S1.....	57
MAPA 5 - Uso das Terras em Áreas de Preservação Permanente das Nascentes de Rio Claro-SP - 2018 S2.....	58
MAPA 6 - Uso das Terras em Áreas de Preservação Permanente das Nascentes de Rio Claro-SP - 2018 S3.....	59
MAPA 7 - Uso das Terras em Áreas de Preservação Permanente das Nascentes de Rio Claro-SP - 2018 S4.....	60
MAPA 8 - Uso das Terras em Áreas de Preservação Permanente das Nascentes de Rio Claro-SP - 2018 S5.....	61
MAPA 9 - Uso das Terras em Áreas de Preservação Permanente das Nascentes de Rio Claro-SP - 2018 S6.....	62
MAPA 10 - Uso das Terras em Áreas de Preservação Permanente das Nascentes de Rio Claro-SP - 2018 S7.....	63
MAPA 11 - Uso das Terras em Áreas de Preservação Permanente das Nascentes de Rio Claro-SP - 2018 S8.....	64
MAPA 12 - Uso das Terras em Áreas de Preservação Permanente das Nascentes de Rio Claro-SP - 2010.....	65
MAPA 13 - Uso das Terras em Áreas de Preservação Permanente das Nascentes de Rio Claro-SP - 2010 S1.....	66
MAPA 14 - Uso das Terras em Áreas de Preservação Permanente das Nascentes de Rio Claro-SP - 2010 S2.....	67
MAPA 15 - Uso das Terras em Áreas de Preservação Permanente das Nascentes de Rio Claro-SP - 2010 S3.....	68

MAPA 16 - Uso das Terras em Áreas de Preservação Permanente das Nascentes de Rio Claro-SP - 2010 S4.....	69
MAPA 17 - Uso das Terras em Áreas de Preservação Permanente das Nascentes de Rio Claro-SP - 2010 S5.....	70
MAPA 18 - Uso das Terras em Áreas de Preservação Permanente das Nascentes de Rio Claro-SP - 2010 S6.....	71
MAPA 19 - Uso das Terras em Áreas de Preservação Permanente das Nascentes de Rio Claro-SP - 2010 S7.....	72
MAPA 20 - Uso das Terras em Áreas de Preservação Permanente das Nascentes de Rio Claro-SP - 2010 S8.....	73
MAPA 21 - Estado de Conservação das Nascentes.....	75

ANEXOS

ANEXO 1 - Ficha técnica - Nascentes Rio Claro-SP/ Nascente 06.....	85
ANEXO 2 - Ficha técnica - Nascentes Rio Claro-SP/ Nascente 07.....	86
ANEXO 3- Ficha técnica - Nascentes Rio Claro-SP/ Nascente 1064.....	87
ANEXO 4 - Ficha técnica - Nascentes Rio Claro-SP/ Nascente 1131.....	88
ANEXO 5 - Ficha técnica - Nascentes Rio Claro-SP/ Nascente 381.....	89
ANEXO 6 - Ficha técnica - Nascentes Rio Claro-SP/ Nascente 436.....	90
ANEXO 7 - Ficha técnica - Nascentes Rio Claro-SP/ Nascente 440.....	91
ANEXO 8 - Ficha técnica - Nascentes Rio Claro-SP/ Nascente 592.....	92
ANEXO 9 - Ficha técnica - Nascentes Rio Claro-SP/ Nascente 789.....	93
ANEXO 10 - Ficha técnica - Nascentes Rio Claro-SP/ Nascente 791.....	94
ANEXO 11 - Ficha técnica - Nascentes Rio Claro-SP/ Nascente 792	95
ANEXO 12 - Ficha técnica - Nascentes Rio Claro-SP/ Nascente 810.....	96
ANEXO 13 - Ficha técnica - Nascentes Rio Claro-SP/ Nascente 811	97
ANEXO 14 - Ficha técnica - Nascentes Rio Claro-SP/ Nascente 813.....	98
ANEXO 15 - Ficha técnica - Nascentes Rio Claro-SP/ Nascente 815.....	99
ANEXO 16 - Ficha técnica - Nascentes Rio Claro-SP/ Nascente 839.....	100
ANEXO 17 - Nascente 440 - curso d'água.....	101
ANEXO 18 - Vegetação da nascente.....	101
ANEXO 19 - Nascente com lixo em seu entorno.....	102
ANEXO 20 - Nascente com lixo.....	103
ANEXO 21 - Nascente degradada com óleo e manchas.....	104

SUMÁRIO

1.	INTRODUÇÃO.....	15
2.	OBJETIVOS.....	17
2.1.	OBJETIVO FUNDAMENTAL.....	17
2.2.	OBJETIVOS SECUNDÁRIOS.....	17
3.	JUSTIFICATIVA.....	18
4.	REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....	19
4.1.	NASCENTES: CICLO HIDROLÓGICO E DEFINIÇÕES.....	19
4.1.1.	CICLO HIDROLÓGICO.....	19
4.1.2.	NASCENTES.....	21
4.2.	SISTEMAS DE INFORMAÇÃO GEOGRÁFICA.....	26
5.	MATERIAL E MÉTODOS.....	29
5.1.	LOCALIZAÇÃO E CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO.....	29
5.1.1.	LOCALIZAÇÃO.....	29
5.1.2.	CLIMA.....	30
5.1.3.	HIDROGRAFIA.....	31
5.1.4.	GEOMORFOLOGIA E GEOLOGIA.....	32
5.2.	PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS.....	34
5.2.1.	ELABORAÇÃO DOS MAPAS DE USO DA TERRA.....	35
5.2.2.	ÍNDICE DE IMPACTO AMBIENTAL MACROSCÓPICO.....	39
5.2.3.	TRABALHO DE CAMPO.....	41
6.	RESULTADOS E DISCUSSÕES.....	43
6.1.	ÍNDICE DE IMPACTOS AMBIENTAIS MACROSCÓPICOS.....	43
6.2.	ANÁLISE DO USO DA TERRA NAS ÁREAS DE PRESERVAÇÃO PERMANENTE.....	54
6.3.	IMPACTOS AMBIENTAIS DIRETAMENTE RELACIONADOS E AÇÕES MITIGADORAS.....	76
7.	CONCLUSÃO.....	79
8.	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	81
9.	ANEXOS.....	84

1. INTRODUÇÃO

Em 1940 a taxa de urbanização no Brasil era de 31,24%, enquanto que no último censo (2010), a taxa de urbanização foi de 84,36% (IBGE 2010), consistindo num crescimento considerável. Na região Sudeste, a população urbana, teve um salto de 39,42% no ano de 1940, para 92,25% no ano de 2010.

A cidade de Rio Claro, na década de 80, obteve uma taxa de urbanização de 94,45%, enquanto que em 2010, obteve um índice de 97,47%, tendo uma taxa maior que o Estado de São Paulo, com uma população de 186.253 (IBGE, 2010).

Assim, a concentração populacional e o rápido crescimento das áreas urbanas, em conjunto com a gestão inadequada, têm gerado inúmeros problemas ambientais de diferentes origens, com ênfase nas alterações do ciclo hidrológico dentro da área urbana, como consequências da impermeabilização do solo, remoção da vegetação, alterações morfológicas na topografia, obras de engenharia nos canais fluviais e deposição irregular de resíduos (FRITZEN, 2011), que por sua vez, desencadeiam um maior assoreamento dos rios, ampliação das enchentes, erosão dos solos, movimentos de massa e outros processos que se não administrados corretamente, podem gerar uma perda significativa da qualidade de vida.

Nesse processo de expressiva urbanização brasileira, as medidas de planejamento do uso das terras urbanas adotadas pelo poder público mostram-se inadequadas e ultrapassadas, considerando-se a demanda do intenso crescimento populacional, especialmente com relação aos fatores ambientais, e em específico a proteção das nascentes. As políticas e as medidas empregadas pelo poder municipal, têm se caracterizado de modo corretivo e emergencial, conforme os problemas vão se sucedendo. Todavia, estes problemas podem ser reduzidos e/ou eliminados de modo mais efetivo por ações preventivas e por um adequado planejamento do crescimento urbano e do uso das terras, dentre essas, os estudos dos impactos ambientais.

Nesse contexto, a gestão dos recursos hídricos, é uma preocupação constante no âmbito municipal e federal. O planejamento e a gestão ambiental, destes recursos, integram-se dentro do limite da bacia hidrográfica, passando a assumir, como unidade de planejamento, sendo estudada de forma a garantir a continuidade/vazão das águas

e o seu uso racional. Para tanto, a recarga dos rios, dá-se em por grande parte a partir do afloramento do lençol freático, dando origem a nascente, e, em menor parte, pela precipitação.

As nascentes são sistemas onde a água emerge naturalmente do subterrâneo integrando a rede de drenagem superficial; constituem-se em fontes fundamentais para a manutenção do equilíbrio hidrológico e ambiental, marcando o início do canal fluvial, e consequentemente, viabilizando a existência de águas superficiais. A nascente, definida pelo afloramento natural da água subterrânea, mesmo que intermitente (RESOLUÇÃO CONAMA no 303, 2002), estão presentes dentro dos perímetros urbanos, como é o caso cidade de Rio Claro, possuindo cerca de 1447 nascentes. As nascentes abrangem processos da dinâmica hidrogeológica até processos geomorfológicos e antropogênicos da superfície (FELIPPE, 2012), integrando o ecossistema e servindo de fonte para os diferentes tipos de necessidades humanas.

Diante do exposto, a presente pesquisa tem como objetivo avaliar a mudança do uso da terra no entorno das nascentes do município de Rio Claro-SP, buscando-se averiguar a situação da área de preservação permanente (APP), com relação ao cumprimento da legislação (Lei nº 12.651/2012), observando-se o grau de proteção e uso, a fim de identificar os impactos ambientais gerados pela urbanização. Assim, foram selecionadas as nascentes inseridas dentro da borda do limite urbano de Rio Claro-SP, deste modo, com apoio nas geotecnologias, foi elaborado o mapa de uso das terras nas áreas de preservação permanente; também, foi verificado o índice de impactos ambientais macroscópicos, a fim de averiguar o grau de preservação e as condições das nascentes da cidade de Rio Claro-SP.

2. OBJETIVOS

A pesquisa foi respaldada pelos objetivos destacados a seguir:

2.1 OBJETIVO FUNDAMENTAL

O objetivo fundamental desta pesquisa foi identificar os impactos ambientais nas nascentes inseridas no perímetro urbano, causados pela urbanização do município de Rio Claro, avaliando-se o uso da terra nas APP dos olhos d'águas, realizando-se uma análise comparativa entre os cenários de 2010/11 e 2017/2018, definindo assim, as ações mitigadoras para os impactos ambientais encontrados.

2.2 OBJETIVOS SECUNDÁRIOS

- Identificar as mudanças de uso das terras no entorno das nascentes localizadas no perímetro urbano do município de Rio Claro/SP, considerando-se os cenários de 2010/2011 e 2018;
- Identificar os impactos ambientais conforme os indicadores: Coloração aparente da água; Odor de água; Lixo no entorno; Materiais flutuantes; Espumas e Óleos; Esgoto Vegetação; Uso por animais; Uso antrópico; Proteção; Identificação; Residências e Tipo de área de inserção.

3. JUSTIFICATIVA

Segundo Brito (2006), em 1920 a população brasileira contava com 27,5 milhões de pessoas, das quais apenas 4,6 milhões moravam em centros urbanos; somente após 40 anos a população urbana ultrapassou a rural. O estado de São Paulo se industrializou rapidamente especialmente a partir da década de 1970; de modo geral, as indústrias se instalaram nas cidades, o que refletiu num intenso processo de urbanização.

A rápida urbanização, caracterizada por ser realizada com ausência de planejamento, acarretou em alterações no uso e cobertura da terra, além da canalização e retificação dos rios, e por consequência, desencadeou impactos na dinâmica fluvial das bacias.

Dentre os diversos problemas identificados nos cenários urbanos, tanto social quanto ambiental, torna-se visível a ocupação e crescimento da malha urbana em direção às APP, quaisquer que sejam sua natureza (córregos, nascentes, rios, reservas biológicas, e etc).

Para Ferreira (2016) a ocupação inadequada dos espaços, causam desconfiguração da paisagem e podem resultar na diminuição da recarga dos aquíferos, onde a desordenada ocupação do solo e a sua impermeabilização compromete a recarga do lençol freático; vale salientar que o lençol freático dá origem a nascente.

A utilização do SIG na classificação de áreas através de imagens de satélite e/ou aerofotografias, constituem ferramentas primordiais para um planejamento adequado das atividades realizadas, sendo o primeiro passo para uma resolução dos problemas ambientais, gerados pela má gestão dos recursos hídricos, o procedimento de diagnósticos eficientes (TORRES, 2016).

Diante do exposto, o presente trabalho teve por objetivo analisar o avanço da malha urbana de Rio Claro-SP nas APP das nascentes, com apoio nas geotecnologias. Utilizando ainda, do IIAM, para reforçar e identificar a atual situação de algumas nascentes encontradas no município.

4. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

Nesta etapa, realizou-se a revisão bibliográfica sobre a temática de nascentes e geotecnologias, buscando integrar as diversas definições de nascentes dentro do tema da pesquisa, e buscar aplicações dos sistemas de informações geográficas para o reconhecimento e análise de impactos ambientais.

4.1 NASCENTES: CICLO HIDROLÓGICO E DEFINIÇÕES.

4.1.1 CICLO HIDROLÓGICO

O ciclo hidrológico resume-se no processo natural de evaporação, condensação, transpiração, além dos processos de escoamento superficial, infiltração, percolação da água no solo, em especial, a recarga nos aquíferos, no escoamento fluvial e na interação de todos esses componentes (RIGHETTO, 1998).

O ciclo começa-se com a evaporação da água nos oceanos; o vapor resultante que é transportado através pelas massas de ar para dentro dos continentes. Sob determinadas condições, este vapor é condensado e depois precipitado, após atingir o ponto de orvalho. Essa precipitação é dispersa nos continentes de diversas formas, uma parte é retida no próprio solo e evaporada novamente; outra parte, percola-se no solo, as águas que não atingem profundidade suficiente, são escoada até os rios e mananciais, enquanto que as águas que atingem maiores profundidade, abastecem o lençol d'água subterrâneo, sendo de suma importância para a recarga de vazão das nascentes.

De acordo com Rebouças (2004, p. 20), o ciclo hidrológico em uma determinada bacia hidrográfica, pode ser determinado pela expressão:

$$P = Etp + R + I$$

P - Quantidade de chuva/neblina/neve que precipita

Etp - Evapotranspiração

R - Quantidade de água que escoa pela superfície

I - Quantidade total de água que se infiltra no solo

Por isso, em rios perenes, quando determinada uma descarga de base, essa acaba sendo igual sua taxa de infiltração nos terrenos da bacia hidrográfica, ou seja, o fluxo subterrâneo é suficiente para abastecê-los durante todo período de estiagem (REBOUÇAS, 2004); caso não haja fluxo suficiente, esta nascente e posteriormente seu curso d'água, são classificados como intermitentes.

As águas retidas nas depressões do terreno ou que escoam ao longo dos talvegues, podem infiltrar-se por efeito gravitacional e de capilaridade do material pedológico, sendo influenciado pelas características do subsolo, do relevo e da ação da vegetação (PINTO, 1976). Através destas forças de infiltração, como atração molecular ou adesão, tensão superficial ou efeitos de capilaridade e a atração gravitacional, essas encontram-se numa das duas zonas apresentadas por Pinto (1976, p. 67) como *zona de aeração* e *zona saturada*. (Figura 1).

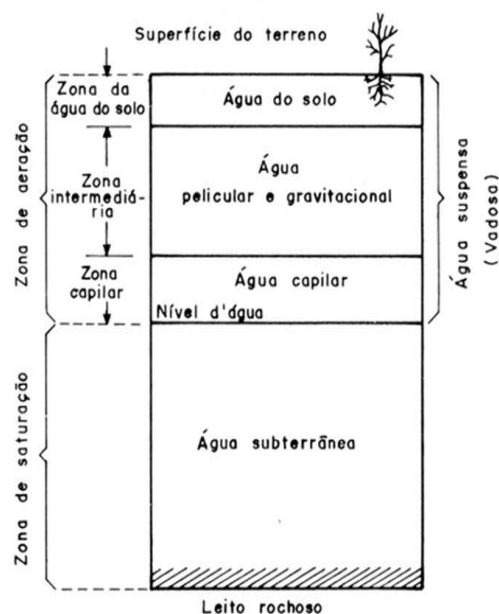


FIGURA 1 - Distribuição das águas abaixo da superfície do solo.

Fonte: Hidrologia Básica - Fig. 6-1

A zona de recarga das nascentes, sofre influencia diretamente das águas subterrâneas, ou seja, advindas das zonas de saturação. As demais águas (capilar, gravitacional e do solo), são aquelas que encontram o fluxo d'água do rio, ou que aumentam o fluxo de nascentes em pequenas quantidades e/ou que criam nascentes intermitentes, apenas em precipitações excepcionais.

4.1.2 NASCENTES

A presente pesquisa teve como foco principal avaliar os impactos ambientais nas nascentes, gerados pela urbanização no município de Rio Claro-SP. Portanto, destacam-se as definições de nascentes ao longo do tempo para subsidiar os estudos relacionados à gestão das mesmas.

As nascentes podem ser classificadas em fixas ou móveis, conforme sua posição e sua vazão, devido ao seu ponto fixo ou não dentro do relevo que está inserido. Além disso, é possível determinar se a nascente é perene, intermitente ou efêmera, considerando-se o clima predominante, o tipo de rocha e a atividade das águas subterrâneas do local.

A definição primária de nascente revela que estas são afloramentos do nível freático na superfície do terreno, assumindo pontos iniciais do curso d'água.

David & De Wiest (1966, p. 63) definem nascente, “fonte” (spring), como “qualquer descarga superficial natural de água suficientemente grande para fluir em um pequeno curso de água”. Valores de descarga menor que isto são denominados de percolação superficial (surface seepage) (PEREIRA, et. al. 2011).

Any natural surface discharge of water large enough to flow in a small rivulet can be called a spring. Discharge smaller than this is called surface seepage. Springs also discharge below the surfaces of oceans, lakes and rivers. Subaqueous springs are commonly hard to detect unless their discharge is greater than several cubic feet per second. (DAVID & DE WIEST, 1966, pg. 63)

Apresentado também por David & De Wiest (1966), a Classificação de Meinzer, baseada na vazão da descarga da fonte (Meinzer's Classification of Spring Discharge).

Magnitude	English Units	Metric Units
First	Greater than 100 ft ³ /sec	Greater than 2.83 m ³ /sec
Second	10 to 100 ft ³ /sec	0.283 to 2.83 m ³ /sec
Third	1 to 10 ft ³ /sec	28.3 to 283 liters/sec
Fourth	100 gal/min to 1 ft ³ /sec	6.31 to 28.3 liters/sec
Fifth	10 to 100 gal/min	0.631 to 6.31 liters/sec
Sixth	1 to 10 gal/min	63.1 to 631 ml/sec
Seventh	1 pt/min to 1 gal/min	7.9 to 63.1 ml/sec
Eight	less than 1 pt/min	less than 7.9 ml/sec

Fonte: David & De West - Hydrogeology 1966 pg. 62

Dentro destes pontos, David & De Wiest classificam as nascentes conforme características diversas, como vazão da descarga, estrutura geológica presente e qualidade e temperatura da água (PEREIRA, et. al. 2011).

Para Calheiros et. al. (2004), a nascente é o afloramento do lençol freático que vai dar origem a uma fonte de água de acúmulo (represa) ou cursos d'água, como ribeirões e rios. Ressaltando que a nascente ideal é aquela que fornece água de boa qualidade, abundante e contínua, localizada em cota topográfica alta, possibilitando sua distribuição sem gasto energético.

Vale ressaltar que, além da quantidade de água produzida pela nascente, é desejável que tenha boa distribuição no tempo, ou seja, a variação da vazão situe-se dentro de um mínimo adequado ao longo do ano. Esse fato implica que a bacia não deve funcionar como um recipiente impermeável, escoando em curto espaço de tempo toda a água recebida durante uma precipitação pluvial. (CALHEIROS, et. al. 2004)

A partir destas definições, Linsley e Franzini (1978), divide as nascentes em dois tipos principais, segundo sua expressão no terreno.

Nascentes sem acúmulo inicial, quando a descarga de um aquífero se concentra em determinado ponto, tem-se a nascente ou olho d'água. Isso ocorre devido ao afloramento ser num ponto em que a camada impermeável ser menos declivosa do que a encosta (CALHEIROS, Et. Al. 2004).

Nascentes com acúmulo inicial, ocorre se a superfície freática interceptar a superfície do terreno e este escoamento ocorrer de forma espraiada numa área, ou seja, escoamento difuso, formam-se pequenas nascentes na área, dando origem às veredas. Se a vazão for pequena, tende apenas a umedecer o local; caso haja uma vazão maior, com acúmulo inicial, forma-se um lago.

O Glossário Internacional de Hidrologia da Unesco (2011), apresenta definições de *spring*, pautadas na geologia do terreno, temperatura da água, propriedades químicas e seu afloramento. São elas:

- **Spring:** Place where water emerges naturally from the rock or soil and flows onto land or into a body of surface water.
- **Contact spring:** Spring issuing from a permeable formation overlying a relatively impermeable bedrock.
- **Fault spring:** Spring that is fed by deep groundwater which rises through a fault.
- **Fracture spring:** Spring flowing from a fracture in rock.
- **Gravity spring** or **Depression spring:** Spring which flows at the surface when the land surface intersects the water table.
- **Intermittent spring** or **Periodic spring:** Spring, the discharge of which occurs only during certain periods.
- **Karstic spring** or **Vauclusian spring:** Exsurgence in a karstic region.
- **Periodic spring** or **Seasonal spring:** Spring flowing irregularly in relation to the hydrological regime of groundwater or in connection with karstic conditions.
- **Seepage spring** or **Filtration spring:** Spring which issues from a permeable medium over a relatively large area.

- **Thermal spring:** Spring which has a temperature above the mean annual temperature of the place where it emerges.
- **Thermomineral spring:** Thermal spring with a high mineral content.

Para ferramentas de gestão, proteção ambiental e qualquer outro estudo dentro do território brasileiro, as nascentes estão enquadradas dentro da Resolução CONAMA nº 303 de 20 de março de 2002, que define nascente e estabelece determinações legais:

Art. 2o Para os efeitos desta Resolução, são adotadas as seguintes definições:

I - nível mais alto: nível alcançado por ocasião da cheia sazonal do curso d'água perene ou intermitente;

II - nascente ou olho d'água: local onde aflora naturalmente, mesmo que de forma intermitente, a água subterrânea;

*III - vereda: espaço brejoso ou encharcado, que contém nascentes ou cabeceiras de cursos d'água, onde há ocorrência de solos hidromórficos, caracterizado predominantemente por renques de buritis do brejo (*Mauritia flexuosa*) e outras formas de vegetação típica;*

...

Art. 3o Constitui Área de Preservação Permanente a área situada:

...

II - ao redor de nascente ou olho d'água, ainda que intermitente, com raio mínimo de cinquenta metros de tal forma que proteja, em cada caso, a bacia hidrográfica contribuinte;

III - ao redor de lagos e lagoas naturais, em faixa com metragem mínima de:

a) trinta metros, para os que estejam situados em áreas urbanas consolidadas;

b) cem metros, para as que estejam em áreas rurais, exceto os corpos d'água com até vinte hectares de superfície, cuja faixa marginal será de cinquenta metros;

IV - em vereda e em faixa marginal, em projeção horizontal, com largura mínima de cinquenta metros, a partir do limite do espaço brejoso e encharcado;

Também, o Cap. II - Das Áreas de Preservação Permanente, do Código Florestal, Lei nº 12.651/12, determina 50 (cinquenta) metros em torno da nascente ou olho d'água:

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

Para Valente e Gomes (2005), as nascentes são manifestações superficiais de lençóis subterrâneos, dando origem a cursos d'água, portanto, diminuir o número dessas fontes hídricas, significa diminuir o número de cursos d'água e reduzir a vazão total da bacia hidrográfica da qual está inserida.

Estas definições oferecem uma direção quanto a caracterização do olho d'água, nascente com acúmulo inicial ou veredas, tendo uma importância devido a sua sazonalidade, seu fluxo e vazão, e consequentemente nos estudos de impactos ambientais.

4.2 SISTEMAS DE INFORMAÇÃO GEOGRÁFICA

Os sistemas de informações geográficas podem ser definidos como sistemas destinados ao tratamento automatizado de dados referenciados espacialmente (VALENTE, 2001). Permitem a manipulação de fontes como mapas e imagens, permitindo realizar análises integradas de dados.

Para Câmara (1995), o sistema de Geoprocessamento armazena a geometria e os atributos dos dados, georreferenciados, localizados na superfície terrestre em uma projeção cartográfica. O aspecto fundamental é a natureza da informação, de que um certo dado geográfico possui uma certa localização geográfica, com atributos descritivos (que podem ser armazenados num banco de dados).

Para entender a configuração de certa paisagem, é necessário, a caracterização e interação de seus atributos físicos (geologia, relevo, pedologia), o que é facilitado enquanto se dispõe de um SIG (FARINA, 1998).

Neste contexto, o SIG auxilia na classificação do uso de solo, para determinar qual tipo de análise poderá e será feita, a partir da integração de dados e suas respectivas informações, pautados sempre, nas características/atributos físicos.

As análises geográficas englobam funções como superposição de mapas, ponderação, medidas (área e perímetro); num grau mais avançado, é possível realizar análises mais detalhadas, como grau de declividade do terreno, cobertura e uso de solo.

Para compreender o SIG, é necessário conhecer alguns conceitos básicos, adaptados de Higashi (2006).

- Mapas temáticos

Os mapas temáticos, são mapas que mostram a região geográfica particionada nos elementos que compõe o tema, conforme o critério, podendo ser, por exemplo, uso de solo, vegetação ou unidades geológicas. Os dados são inseridos de forma manual (pelo próprio usuário) ou de forma automatizada, a partir de critérios pré-definidos pelo usuário, e geradas pelo próprio software. Constituem geralmente o resultado das análises, ou são mapas secundários.

- Atributos

São elementos não gráficos, que caracterizam os elementos gráficos (ponto, linha ou áreas). Estes são informações inseridas no banco de dados, através de números ou caracteres, seja do tipo de solo, do tamanho da área ou nome do objeto.

- Objetos Vetoriais

Os objetos vetoriais são compostos por:

- Ponto (point) - um objeto adimensional, especificado por um par de coordenada geográfica;
- Nó (Node): um objeto adimensional, servindo como junção. Neste caso, o vértice de determinado segmento de linha ou polígono;
- Segmento Linear (Line segment): uma linha reta entre dois pontos;
- Polígono (Polygon): um segmento de linhas retas, que o ponto inicial seja o mesmo que o final, e toda sua área interna.

- Objetos Matriciais

As estruturas matriciais, ou raster, são representadas célula a célula o elemento das quais fazem parte, ou seja, cada célula atribui-se ao atributo selecionado, de tal forma que cada célula tenha um valor equivalente a aquela informação. Cada célula está associada a uma porção do terreno (HIGASHI, 2006).

No caso, é representada pelo elemento matricial, ou, pixel, que é a menor parte não divisível em uma imagem.

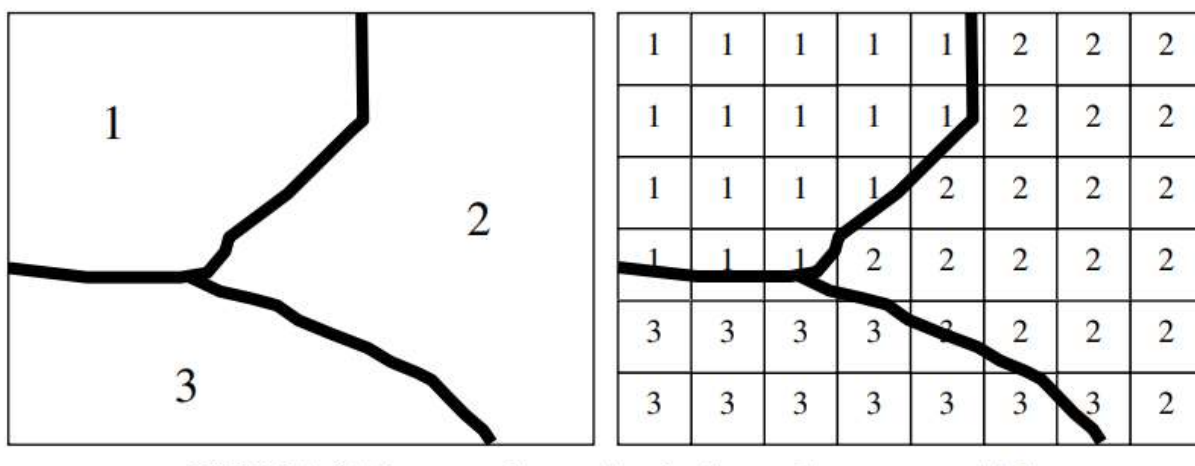


FIGURA 2 - Elemento matricial de uma imagem.

Fonte: HIGASHI (2006) (Figura 2)

Na perspectiva moderna de gestão do território, toda ação de planejamento, ordenação ou monitoramento do espaço deve incluir a análise dos diferentes componentes do ambiente, incluindo o meio físico-biótico, a ocupação humana, e seu inter-relacionamento (CÂMARA & MEDEIROS, 2001), portanto, através do SIG é possível a integração dos dados espaciais em uma única plataforma e de fácil visualização.

Segundo Câmara, pode-se apontar quatro áreas que são grandemente utilizadas através do SIG: Mapeamento Temático, Diagnóstico Ambiental, Avaliação de Impacto Ambiental, Ordenamento Territorial e os Prognósticos Ambientais.

Portanto, a partir dos elementos do software de SIG, é possível que sejam utilizadas como recursos para análise de Impactos Ambientais, desenvolvendo estudos, como o zoneamento ambiental, que busca homogeneizar a área em parcelas com características fisiográficas e ecológicas semelhantes (BACANI, et al. 2015).

A elaboração do zoneamento ambiental deve contemplar segundo Becker e Egler (1996) os seguintes aspectos:

- a) representar instrumento técnico de informações sobre o território, necessária para a sua ocupação racional e o uso sustentável dos recursos naturais;
- b) prover uma informação integrada em uma base geográfica;
- c) classificar o território de acordo com a sua capacidade de suporte ao uso e ocupação.
- d) ser condicionante de planejamento e gestão para o desenvolvimento em bases sustentáveis, colocando-se como instrumento corretivo e estimulador desse desenvolvimento.

Nesse contexto, os estudos voltados para os Impactos Ambientais, visam caracterizar e entender a organização do espaço, através dos levantamentos temáticos, como mapas de pedologia, geologia, uso de solo, rede de drenagem; ainda com pesquisas mais detalhadas, viabiliza projetos de ocupação e preservação, através de EIA/RIMA e APAs; o monitoramento das ações antrópicas e eventos da natureza, compartilham do SIG para viabilizar as análises; e assim,

contribuir para a gestão do território, com um desenvolvimento sustentável (CÂMARA, 2001).

5. MATERIAL E MÉTODOS

5.1 LOCALIZAÇÃO E CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO

5.1.1 LOCALIZAÇÃO

O município de Rio Claro encontra-se dentro da Região Geográfica Intermediária de Campinas (IBGE, 2015), entre as coordenadas 22°14' e 22°33' S; e 47°27' e 47°46' O, com área territorial total de 498,422km². Numa altitude dentro da cota de 627m acima do nível do mar.

Apresenta uma população de 204 mil habitantes, estimada para 2018, com uma densidade de aproximadamente 370 hab/km², fazendo limite com as seguintes cidades: Santa Gertrudes; Ipeúna; Itirapina; Corumbataí; Araras.

5.1.2 CLIMA

Rio Claro caracteriza-se pelo clima Tropical, tendo média de temperatura entre 16°C e 18°C em pelo menos um mês e possuindo de 3 a 5 meses secos. Classificada como Cwa, na classificação de *Köppen-Geiger*. A temperatura média é de 20,3°C, ou seja, w: seca no inverno, a: mês mais quente com temperatura superior a 22°C, ou tropical, alternadamente seco e úmido (ZAINE, 2000).

Os meses mais chuvosos são dezembro e janeiro, com médias pluviométricas mensais atingindo até 250mm, sendo os meses de julho e agosto com menor índice de precipitação.

5.1.3 HIDROGRAFIA

O município de Rio Claro está inserido dentro da Bacia Hidrográfica do rio Corumbataí. Essa bacia abrange um área aproximada de 170.000 ha, sendo que a maior parte encontra-se na Depressão Periférica Paulista, possuindo um perímetro de aproximadamente 301 km (VALENTE, 2001). Está inserida na UGRHI 5, denominada Piracicaba/Capivari/Jundiaí.

Os municípios que abrangem a bacia, por completo, são: Corumbataí; Ipeúna; Rio Claro e Santa Gertrudes; e em parte os de Analândia; Charqueada. Itirapina e Piracicaba.

A bacia do Rio Corumbataí, é dividida nas seguintes sub-bacias: Alto Corumbataí; Passa-Cinco; Médio Corumbataí. Ribeirão Claro; e Baixo Corumbataí; além das microbacias: Ibitinga; Baixo Ribeirão Claro; Cachoeirinha; Alto Ribeirão Claro; Assistência; Campo do Cocho; Jacutinga; Servidão; Alto Cabeça; Médio Cabeça; Baixo Cabeça; Sapezeiro; e Rio Jacu.

No limite municipal de Rio Claro, há um total de 1447 nascentes, sendo que o levantamento feito no Diagnóstico Ambiental e Desenvolvimento de Sistemas de Implementação de Projetos de Recuperação da Qualidade dos Corpos D'Água (2014), indicou uma maior prevalência de nascentes do tipo pontual, enquanto que as nascentes difusas ou em tanques/lagos, representam apenas 3,2% dos afloramentos.

TIPO	QUANTIDADE	DESCRIÇÃO
Pontual	1400	Caracterizada pelos "olhos d'água"; "springs"; formadora do curso d'água.
Difusa	8	Quando dá-se de forma espraçada, um escoamento difuso, formando um número de pequenas nascentes na área.
Tanques/ Lagos	39	Refere-se aquelas localizadas em áreas com fluxo de água contínuo ou não.

Adaptado de: Diagnóstico Ambiental e Desenvolvimento de Sistemas de Implementação de Projetos de Recuperação da Qualidade dos Corpos D'Água (2014).

Essas nascentes se localizam majoritariamente nas bacias do Alto Corumbataí e Médio Corumbataí, enquanto que em menor quantidade, situam-se nas bacias do Baixo Ribeirão Claro, Servidão e Rio Jacu.

Microbacia	Número de Nascentes
Ibitinga	42
Baixo Ribeirão Claro	15
Cachoeirinha	24
Alto Ribeirão Claro	189
Assistência	95
Baixo Corumbataí	39
Campo do Cocho	60
Médio Corumbataí	218
Jacutinga	186
Alto Corumbataí	284
Servidão	10
Baixo Passa Cinco	55
Baixo Cabeça	47
Médio Cabeça	26
Alto Cabeça	62
Sapezeiro	75
Rio Jacu	20
Total	1447

Fonte: Diagnóstico Ambiental e Desenvolvimento de Sistemas de Implementação de Projetos de Recuperação da Qualidade dos Corpos D'Água (2014)

5.1.4 GEOMORFOLOGIA E GEOLOGIA

A área de estudo está localizada no compartimento geomorfológico denominado de Depressão Periférica Paulista, tendo como cenário de fundo as Cuestas Basálticas (ZAINE, 2001 apud ALMEIDA, 1964). O sistema de relevo dominante, está pautado no interflúvio sub-tabuliforme entre o rio Corumbataí e Ribeirão Claro (CUNHA et. al, 2009), que caracterizam-se como colinas suavemente convexas, sem divisor de água ou linha de cumeada bem definida (ZAINE & PENTEADO-ORELLANA, 1994).

No contexto geológico, o município encontra-se no setor paulista do flanco nordeste da formação geológica da Bacia Sedimentar do Paraná (Zaine, 2001), representada por rochas sedimentares e vulcânicas, das eras Paleozóica, Mesozóica e Cenozóica (figura 3).

COLUNA ESTRATIGRÁFICA DA BACIA DO PARANÁ NA REGIÃO DE RIO CLARO/LIMEIRA/PIRACICABA (SP)							
ERA	PERÍODOS	GRUPO	FORMAÇÃO	LITOLOGIA	Espes. Aprox. (metros)	DESCRIÇÃO SUCINTA	AMBIENTE DE DEPOSIÇÃO
CENOZÓICA	QUATERNÁRIO		RIO CLARO		30	ARENITOS POUCO CONSOLIDADOS COM LENTES DE ARGILAS E NÍVEIS CONGLOMERÁTICOS NA BASE	CONTINENTAL: PLANÍCIE ALUVIAL E LACUSTRE. COLUVIÕES
	TERCIÁRIO		ITAQUERI		100	ARENITOS CONGLOMERÁTICOS E ARENITOS SILICIFICADOS / FERRICRETES	CONTINENTAL: LEQUES ALUVIAIS FLUVIAL E LACUSTRE
MESOZÓICA	CRETÁCEO	SÃO BENTO	SERRA GERAL		100	DERRAMES DE BASALTOS COM LENTES DE ARENITO NA BASE. DIQUES E SOLEIRAS DE DIABÁSIO	MAGMATISMO FISSURAL
	JURÁSSICO		BOTUCATU		100	ARENITOS BEM SELECIONADOS COM GRÃOS BEM ARREDONDADOS E BEM ESFÉRICOS, POUCA ARGILA <i>Aqüífero Guarani</i>	CONTINENTAL: DESÉRTICO
	TRIÁSSICO		PIRAMBÓIA		150	ARENITOS COM GRÃOS ARREDONDADOS E ESFÉRICOS. DIVERSOS NÍVEIS DE LAMITOS	CONTINENTAL: FLUVIAL E DESÉRTICO
			CORUMBATAÍ		100	SILTITOS CONTENDO LENTES DE ARENITOS FINOS ARGILITOS, SILTITOS, ARENITOS FINOS. NÍVEIS DE CALCÁRIOS DOLOMITICOS E COQUINAS <i>(Argilitos = matéria-prima para a indústria cerâmica da região de Rio Claro)</i>	CONTINENTAL: LACUSTRE TRANSICIONAL: PLANÍCIE DE MARE
PALEOZÓICA	PERMIANO	PASSA DOIS	IRATI	Mb. Assistência Mb. Taquaral	40	FOLHELHOS, SILTITOS, FOLHELHOS PIROBETUMINOSOS, CALCÁRIOS DOLOMITICOS	TRANSICIONAL: LAGUNA MARINHO RASO: PLATAFORMA
			TATUI		50	SILTITOS E SILTITOS ARENOSOS	TRANSICIONAL: PLANÍCIE COSTEIRA MARINHO RASO: PLATAFORMA
			Grupo ITARARÉ (indiviso no Estado de São Paulo)		900	ARENITOS, SILTITOS, VARVITOS E DIAMICTITOS(ALGUNS VERDADEIROS TILITOS)	CONTINENTAL (GLACIAL): ALUVIAL - LEQUES E FLUVIAL; LACUSTRE TRANSICIONAL: DELTAS MARINHO (GLÁCIO-MARINHO): PLATAFORMAL
	CARBONÍFERO	ITARARÉ					
	Pré-Cambriano		EMBASAMENTO			GRANITOS, MIGMATITOS, GNAISSES, XISTOS, QUARTZITOS	

Perinotto & Zaine (2008), mod. de Soares & Landim (1975)

FIGURA 3 - Coluna estratigráfica da Bacia do Paraná na região de Rio Claro/Limeira/Piracicaba (SP).

Fonte: Zaine

Os grupos Itararé, juntamente com as formações Tatuí, Irati, Corumbataí, Pirambóia, Serra Geral, Rio Claro e os depósitos recentes (Colúvio-Eluvionares e Aluvionares), integram os limites de Rio Claro.

5.2 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

Os impactos ambientais, considerados como um conjunto de modificações no ambiente, promovidas por meio antrópico e com efeitos ecológicos, econômicos e sociais (SINGER, 1985), foram avaliados a partir de dois procedimentos principais:

1. Fotointerpretação de Ortofotos de 2010-2011 (cedidas pela EMPLASA) e de imagem do Digitalglobe de 2017, no ambiente do SIG/ArcGis, versão 10.1, da Esri;
2. Caracterização das nascentes, utilizando-se o Índice de Impacto Ambiental Macroscópico (IIAM), adaptado a partir do trabalho de Gomes et al (2005);

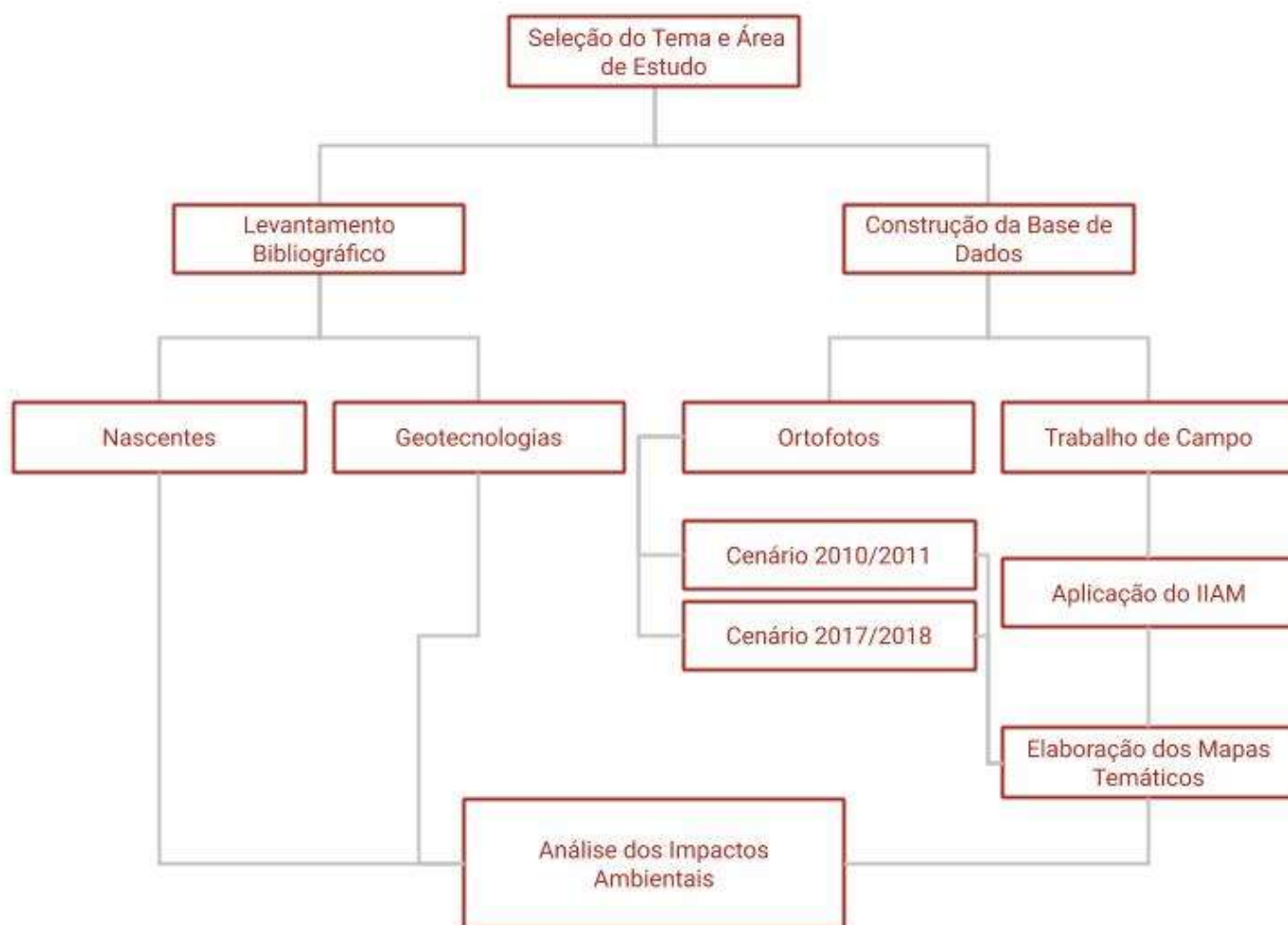


FIGURA 4 - Fluxograma da Metodologia.

Para a coleta das informações do IIAM, foi utilizado uma ficha técnica, contendo as seguintes informações:

FICHA TÉCNICA - NASCENTES RIO CLARO			
INFORMAÇÕES DA AMOSTRAGEM			
DATA DA AMOSTRAGEM:		RESPONSÁVEL AMOSTRAGEM:	
HORÁRIO INÍCIO AMOSTRAGEM:		CHUVA ÚLTIMAS 24HRS: () SIM () NÃO	
HORÁRIO TÉRMINO AMOSTRAGEM:		TIPO DE MATRIZ:	
LOCAL DA AMOSTRAGEM (GPS-UTM):		X:	Y:
		ELEVAÇÃO:	M
CONDIÇÕES AMBIENTAIS DURANTE AMOSTRAGEM: TEMPERATURA:			UMIDADE:

ÍNDICE DE IMPACTO AMBIENTAL MACROSCÓPICO PARA NASCENTES

	1	2	3
COLORAÇÃO	ESCURA	CLARA	TRANSPARENTE
ODOR	CHEIRO FORTE	CHEIRO FRACO	SEM CHEIRO
LIXO AO REDOR	MUITO	POUCO	NENHUM
MATERIAIS FLUTUANTES	MUITO	POUCO	SEM MATERIAIS
ESPUMAS	MUITA	POUCA	SEM ESPUMAS
ÓLEOS	MUITO	POUCO	SEM ÓLEO
ESGOTO	ESGOTO DOMÉSTICO	FLUXO SUPERFICIAL	SEM ESGOTO
VEGETAÇÃO	ALTA DEGRADAÇÃO	BAIXA DEGRADAÇÃO	PRESERVADA
USO POR ANIMAIS	PRESENÇA	APENAS MARCAS	NÃO DETECTADO
USO POR HUMANOS	PRESENÇA	APENAS MARCAS	NÃO DETECTADO
PROTEÇÃO DO LOCAL	SEM PROTEÇÃO	COM PROTEÇÃO (C/ ACESSO)	COM PROTEÇÃO (S/ ACESSO)
PRÓX. RESIDÊNCIAS	MENOS DE 50M	ENTRE 50M E 100M	MAIS DE 100M
ÁREA DE INSERÇÃO	AUSENTE	PROPRIEDADE PRIVADA	PARQUES OU APP

PONTUAÇÃO:	GRAU:
------------	-------

De acordo com o Diagnóstico Ambiental e Desenvolvimento de Sistemas de Implementação de Projetos de Recuperação da Qualidade dos Corpos D'Água (2014), o município de Rio Claro abrange um total de **1447** nascentes.

Assim para a seleção das nascentes localizadas no perímetro urbano, foi gerada uma borda de 1 quilômetro em relação ao limite do perímetro urbano de 2017 que consta no Plano Diretor da Prefeitura Municipal de Rio Claro-SP, de modo que seja inserida dentro da análise, as nascentes que são mais afetadas pela área urbana. Desse modo, para a análise do mapeamento do uso da terra, portanto, dos impactos ambientais causados pela área urbana, foi possível selecionar **223** nascentes inseridas no limite da borda urbana.

Esta etapa foi desenvolvida no Departamento de Planejamento Territorial e Geoprocessamento - DEPLAN, do Instituto de Geociências e Ciências Exatas - IGCE da UNESP - Rio Claro, com o software ArcGIS 10.1.

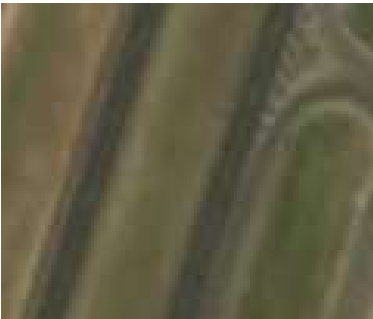
Através dos resultados encontrados, conforme o uso da terra e o IIAM, procurou-se entender as situações das nascentes e definir ações mitigadoras apropriadas para tais pontos, buscando ferramentas de gestão dos recursos hídricos e ações nas próprias APPs, para minimizar os efeitos da urbanização e consequentemente os impactos gerados.

5.2.1 ELABORAÇÃO DOS MAPAS DE USO DA TERRA

O mapeamento da cobertura e uso da terra tem sido considerado uma importante ferramenta para a visualização e obtenção de dados dessas rápidas transformações da paisagem (SANTOS, et. al., 2010), podendo servir de subsídios para uma melhor proteção das APP das nascentes.

Para o mapeamento de 2010/2011, utilizaram-se as seguintes ortofotos: SF-23-Y-A-I-4-NE; SF-23-Y-A-I-4-NO; SF-23-Y-A-I-4-SE; SF-23-Y-A-I-4-SO; SF-23-Y-A-II-3-NO; SF-23-Y-A-II-3-SO, fornecidas pela EMPLASA, na escala original de 1:25.000, resolução espacial de 1m, no formato digital .tif, no sistema de coordenadas Universal Transversa de Mercator, Datum SIRGAS 2000, Zona 23S. Para o mapeamento de 2018, utilizou-se da imagem de satélite da Digitalglobe, com resolução espacial de 0,5m, fornecida pelo próprio ARCGIS, datada em 25/06/2017.

Para a caracterização do uso da terra, foi utilizado a técnica de Mapeamento Manual das Classes Temáticas, definindo-se as seguintes classes temáticas:

Imagem 2018	Classe
	Área Verde: vegetação alta e densa, de forma irregular.
	Pavimentação: vias públicas e/ou estacionamentos privados.
	Solo Exposto: área onde não há nenhum tipo de uso e vegetação.
	Arbustos: área com predominância de gramíneas, arbustos e/ou árvores isoladas.

	Corpos D'água: área com tanques e/ou lagos.
	Área Urbana: área construída (residências e/ou edificações industriais).

O mapa de Uso das Terras em Áreas de Preservação Permanente das Nascentes de Rio Claro-SP (MAPA 3), foi dividido em setores de 1 a 8, numa escala de 1:10.000, conforme consta no mesmo mapa, visando uma melhor visualização do uso da terra em cada APP de nascente.

5.2.2 ÍNDICE DE IMPACTO AMBIENTAL MACROSCÓPICO

Para o enquadramento em nascentes preservadas, perturbadas ou degradadas, foram observados 13 parâmetros, sendo eles:

1. Coloração aparente da água: com uso de recipiente transparente e verificação da cor
2. Odor da água: com uso de recipiente transparente e verificação do odor
3. Lixo no entorno: presença de lixo na região da nascente (dentro da área de APP da nascente e não do curso d'água).
4. Materiais flutuantes: presença de objetos na superfície da água.
5. Espumas e Óleos: presença na superfície da água.
6. Esgoto: presença de emissários ou qualquer tubulação/respiro dentro da área de APP.
7. Vegetação: classificação da vegetação e classificação da mesma enquanto à preservação
8. Uso por animais: evidências de uso por animais e/ou presença.
9. Uso antrópico: evidências de uso da nascente por humanos.
10. Proteção: existência de algum tipo de proteção a nascente.
11. Identificação: presença de placa ou similar indicando a existência da nascente naquele local.
12. Residências: quantificação aproximada da distância, em metros, até as residências ou estabelecimentos/indústria.
13. Tipo de área de inserção: classificação em relação ao local inserido, em propriedade privada, APP ou ausente.

Para a quantificação de todos os parâmetros utilizados, será utilizado valores para cada categoria, para determinar o grau de preservação e a classe em que a nascente está enquadrada. Esta classificação foi adaptada por GOMES, et al. 2005, da Classificação do Grau de Impactos de Nascentes (2004) e do Guia de Avaliação da Qualidade das Águas (2004).

QUANTIFICAÇÃO DA ANÁLISE DE PARÂMETROS MACROSCÓPICOS

VALOR	1	2	3
COR DA ÁGUA	ESCURA	CLARA	TRANSPARENTE
ODOR	FORTE	FRACO	SEM ODOR
LIXO AO REDOR	MUITO	POUCO	NENHUM
MATERIAIS FLUTUANTES	MUITO	POUCO	NENHUM
ESPUMAS	MUITO	POUCO	NENHUM
ÓLEOS	MUITO	POUCO	NENHUM
ESGOTO	MUITO	POUCO	NENHUM
VEGETAÇÃO	ALTA DEGRADAÇÃO	BAIXA DEGRADAÇÃO	PRESERVADA
USO POR ANIMAIS	PRESENÇA	APENAS MARCAS/VESTÍGIOS	SEM USO
USO POR HUMANOS	PRESENÇA	APENAS MARCAS/VESTÍGIOS	SEM USO
PROTEÇÃO DO LOCAL	SEM PROTEÇÃO	C/ PROTEÇÃO E C/ ACESSO	COM PROTEÇÃO E S/ ACESSO
PRÓX. C/ RESIDÊNCIAS	MENOS DE 50M	ENTRE 50M-100M	MAIS DE 100M
TIPO DE ÁREA DE INSERÇÃO	AUSENTE	PROPRIEDADE PRIVADA	APP

A soma dos valores de cada um dos parâmetros, foi utilizado para determinar a classificação das nascentes em relação ao grau de preservação, conforme a tabela:

CLASSIFICAÇÃO DAS NASCENTES QUANTO AO GRAU DE PRESERVAÇÃO

CLASSE	GRAU DE PRESERVAÇÃO	PONTUAÇÃO FINAL
A	ÓTIMA	ENTRE 37 E 39
B	BOA	ENTRE 34 E 36
C	RAZOÁVEL	ENTRE 31 E 33
D	RUIM	ENTRE 28 E 30
E	PÉSSIMO	ABAIXO DE 28

5.2.3 TRABALHO DE CAMPO

A fase de campo consistiu na checagem da posição das nascentes e no preenchimento do Índice de Impacto Ambiental Macroscópico e na averiguação da situação atual das nascentes.

Num total de 31 pontos de nascentes, apenas 16 foram possíveis a aplicação o IIAM, as nascentes que não foram avaliadas, teve como impedimento fatores como: difícil acesso ao local; locais de propriedade privada; a não localização do olho d'água; e a não autorização para entrar no local (mapa 1).

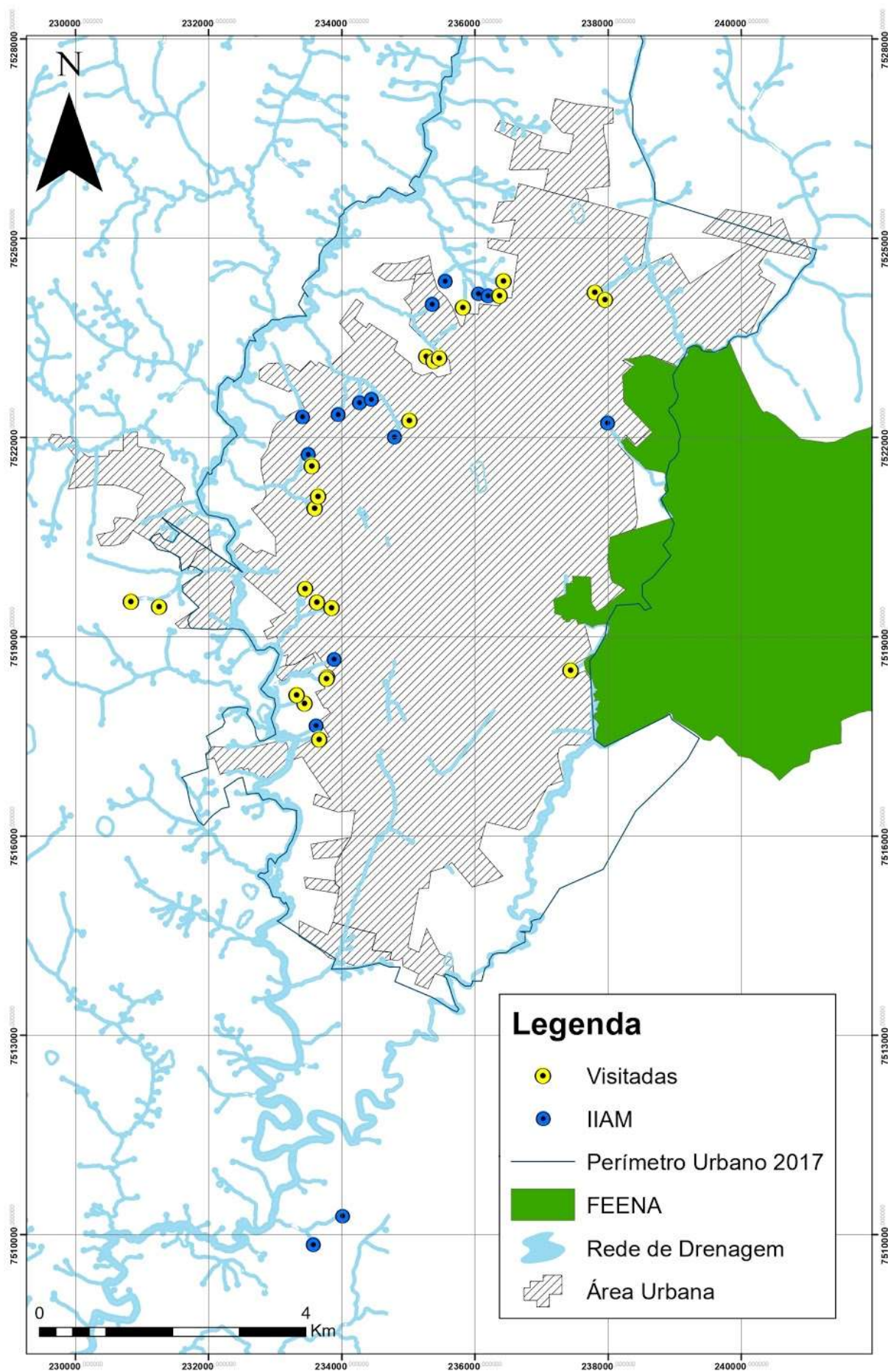
Na checagem da posição das nascentes, partiu-se de um conhecimento prévio da área, com a ajuda do software Maps.me, para orientação e plotagem do sistema de coordenadas das nascentes para um gps de bordo. O uso do gps Garmin. eTrex 20, para a retirada de pontos das nascentes, usando como sistema de coordenadas UTM.

Para a avaliação do IIAM, utilizou-se da ficha técnica, previamente impressa para o estudo em campo, conforme os anexos 1 ao 16, ocorrendo o preenchimento dos índices descritos no tópico **5.2.2**.

Como procedimento, foi utilizada uma garrafa de plástico, no volume de 500ml, para a coleta da água e a averiguação dos índices de: coloração; odor; espumas; e óleos.

Para registro, foi fotografado os olhos d'água e a situação atual do seu entorno, como a presença de lixo, entulho, marcas de uso por humanos e animais, e a proximidade de residências perto da área de APP, conforme os anexo 17 ao 25.

As nascentes coletadas foram, conforme registro no Diagnóstico Ambiental e Desenvolvimento de Sistemas de Implementação de Projetos de Recuperação da Qualidade dos Corpos D'Água (2014) e sua posição geográfica, as registradas nos números: **789** (X: 0235537 Y: 7524372); **592** (X:0235357 Y: 7524012); **839** (X:0237994 Y:7522665); **792** (X:0236150 Y:7524156); **381** (X:0238007 Y:7522172); **791** (X:0236008 Y:7524186); **1064** (X:0233563 Y:7510130); **1131** (X:0233919 Y:7510262); **07** (X:0233402 Y:7522356); **436** (X:0233905 X:7518650); **440** (X:0233633 Y:7517640); **811** (X:0233949 Y:7522353); **813** (X:0234863 Y:7522028); **815** (X:0233458 Y:7521751); **06** (X:0234261 Y:7522526); **810** (X:0234360 Y:7522608).



6. RESULTADOS OBTIDOS E DISCUSSÃO

6.1 ÍNDICE DE IMPACTOS AMBIENTAIS MACROSCÓPICOS

Considerados como um conjunto de modificações no meio promovidas pelas atividades humanas, com efeitos ecológicos, econômico e social (SINGER, 1985 *apud* GENRICH, 2002), os impactos ambientais foram avaliados também a partir da interpretação visual das nascentes, utilizando o índice de impactos ambientais macroscópicos, adaptado do trabalho de Gomes *et. al.* (2005).

A aplicação do IIAM deu-se no trabalho de campo, e num total de 16 nascentes, dentro do perímetro urbano, utilizando-se de 13 parâmetros, descritos no item 5.2.2.

Pela presença das nascentes dentro da malha urbana, e conseqüentemente, uma maior facilidade para o acesso, foram observadas um alto grau de deposição de lixo e/ou entulho (FIGURA 5); uso por animais (FIGURA 6); uso antrópico (FIGURA 7).



FIGURA 5 - Descarte inadequado de lixo ao lado da nascente



FIGURA 6 - Marcas de presença de animais dentro da área de APP.

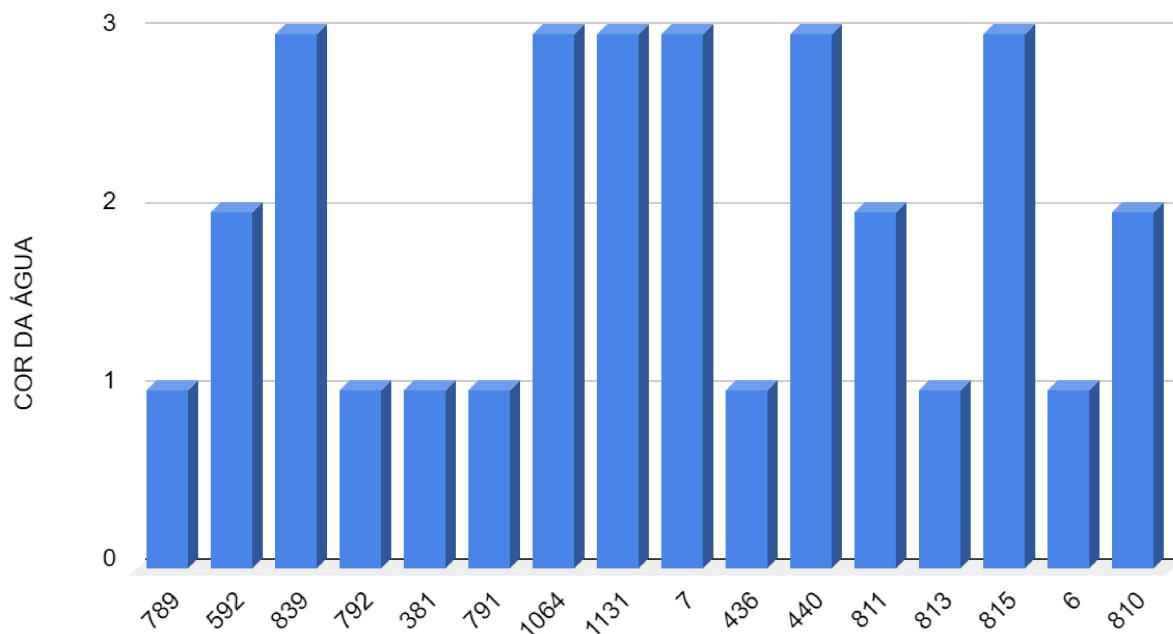


Figura 7 - Nascente com alteração antrópica, com estruturas feitas pela vizinhança.

É possível observar que, em cada parâmetro, ocorreu com as seguintes frequências:

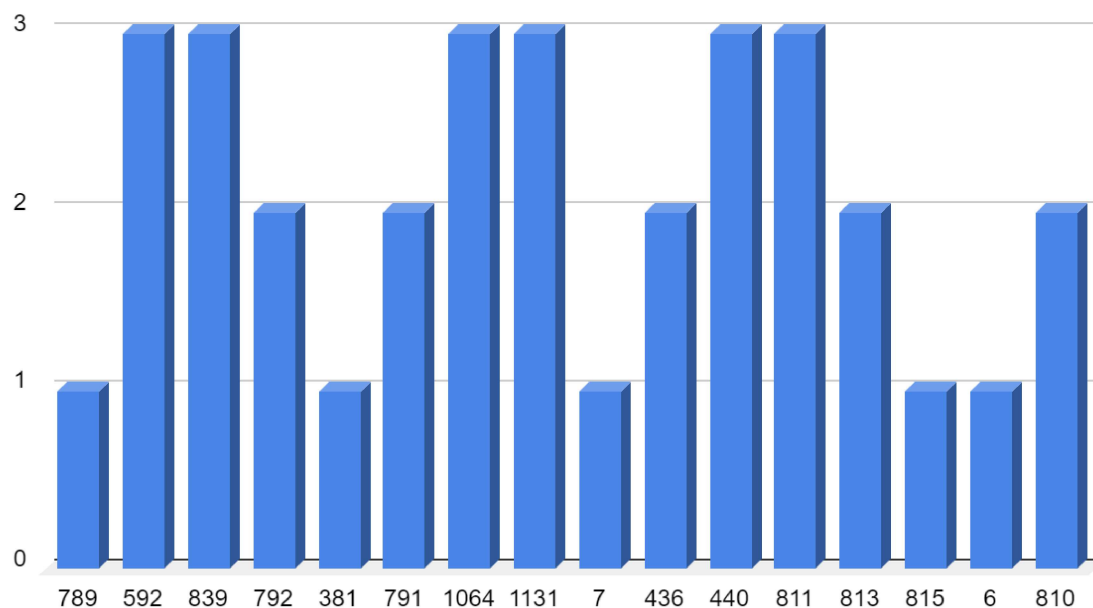
1. Coloração aparente da água: aproximadamente 40% apresentaram coloração escura (7 nascentes).

COR DA ÁGUA



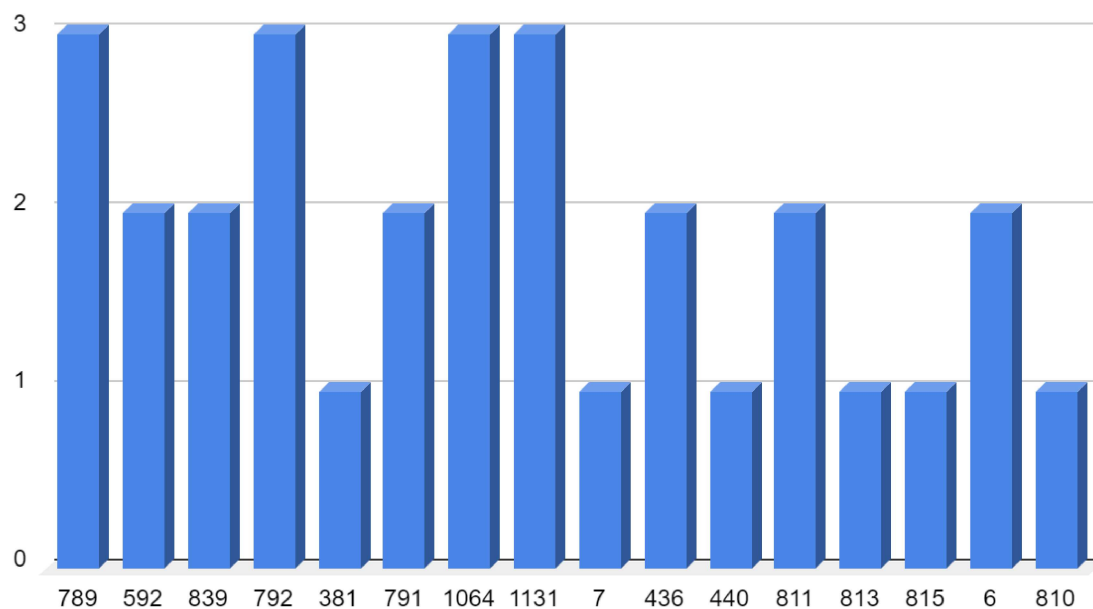
2. Odor da água: 37,5% apresentaram nenhum odor (6 nascentes).

ODOR



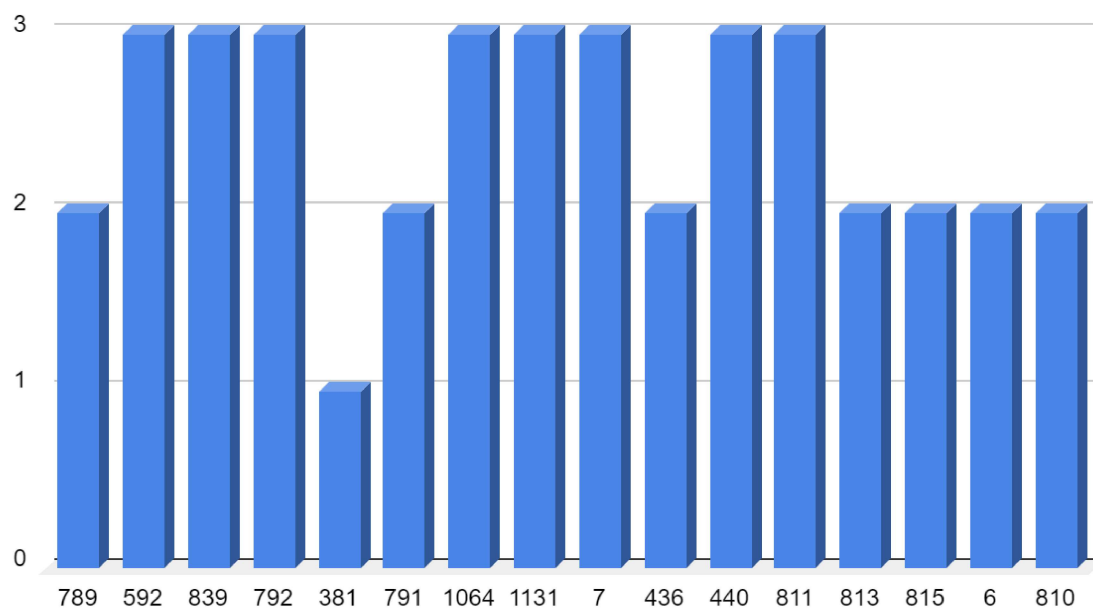
3. Lixo no entorno: 37,5% apresentaram muito lixo ao redor, e 37,5% apresentaram pouco lixo ao redor (12 nascentes).

LIXO AO REDOR



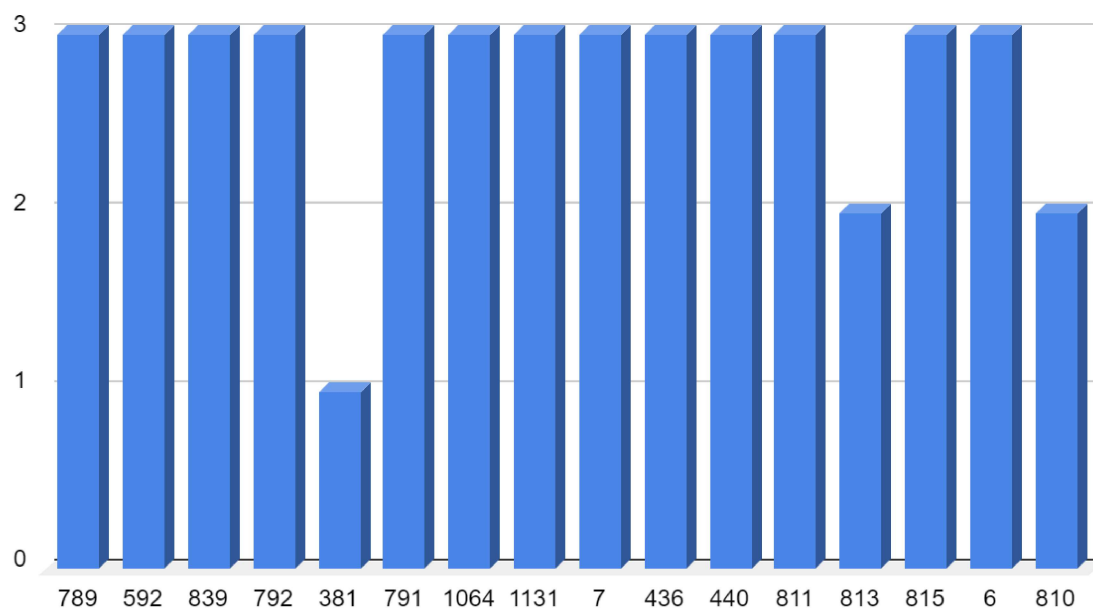
4. Materiais flutuantes: 50% não apresentaram nenhum material flutuante (8 nascentes).

MATERIAIS FLUTUANTES



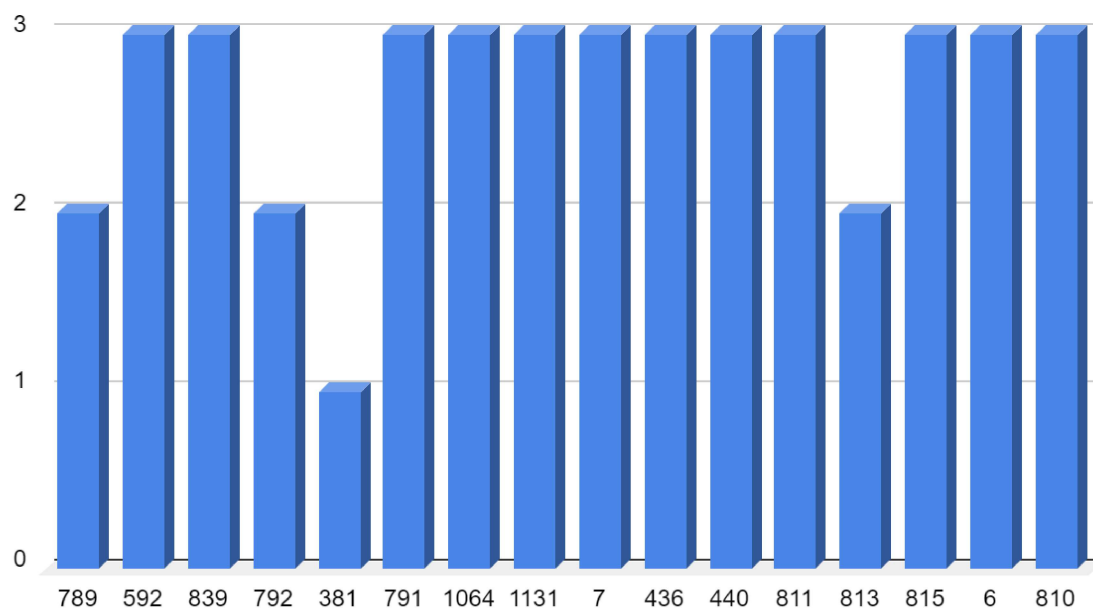
5. Espumas: aproximadamente 80% não apresentaram espumas na camada superficial (13 nascentes).

ESPUMAS



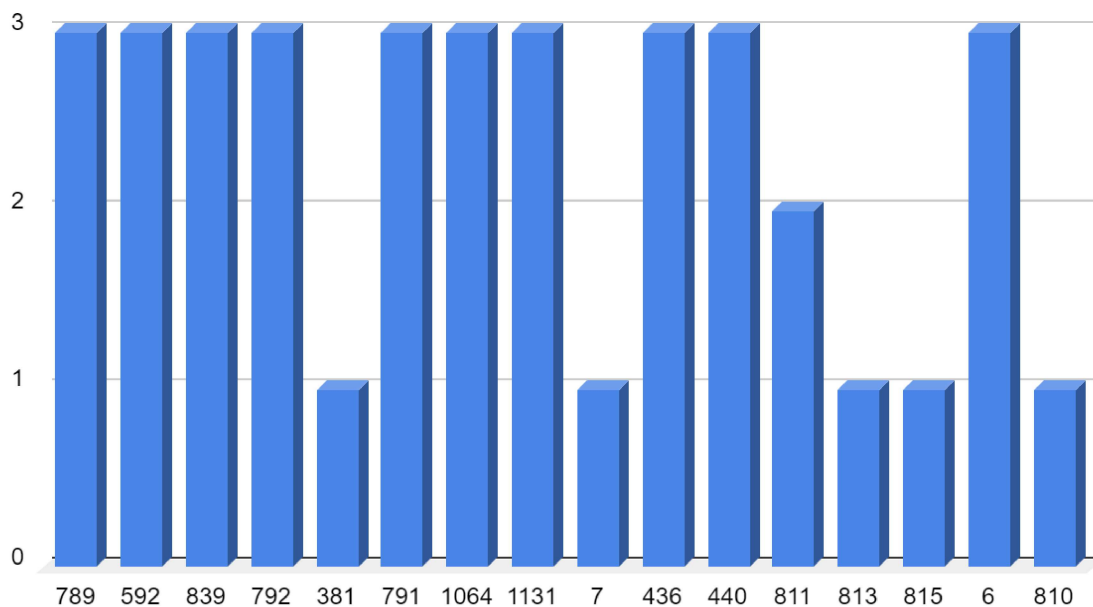
6. Óleos: 75% não apresentaram nenhum óleo na camada superficial (12 nascentes).

ÓLEOS



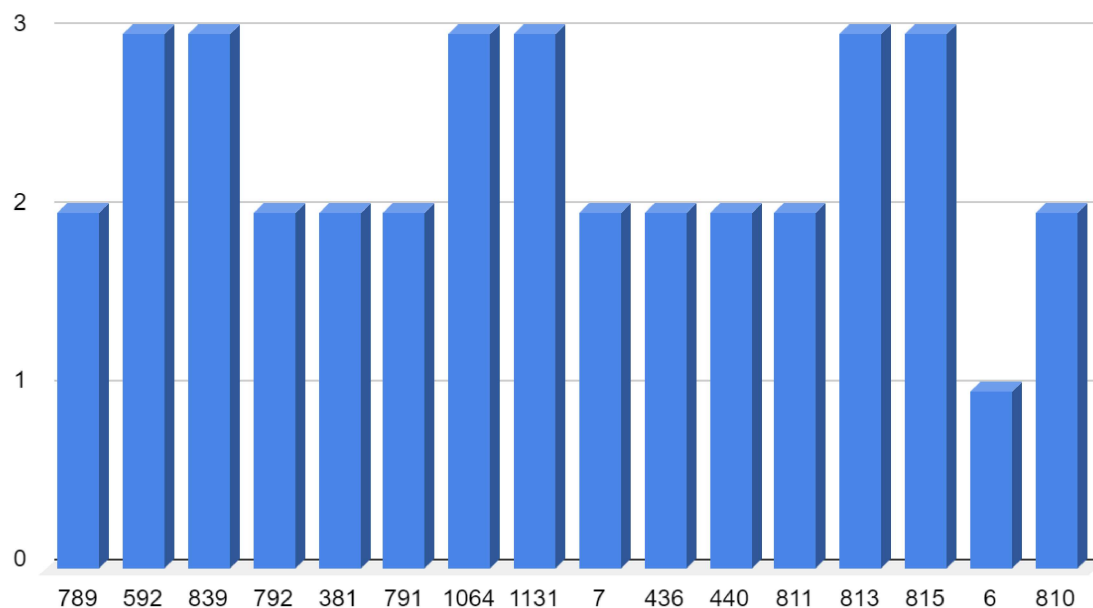
7. Esgoto: 62,% não apresentaram nenhum tipo de esgoto doméstico dentro de sua APP (10 nascentes).

ESGOTOS



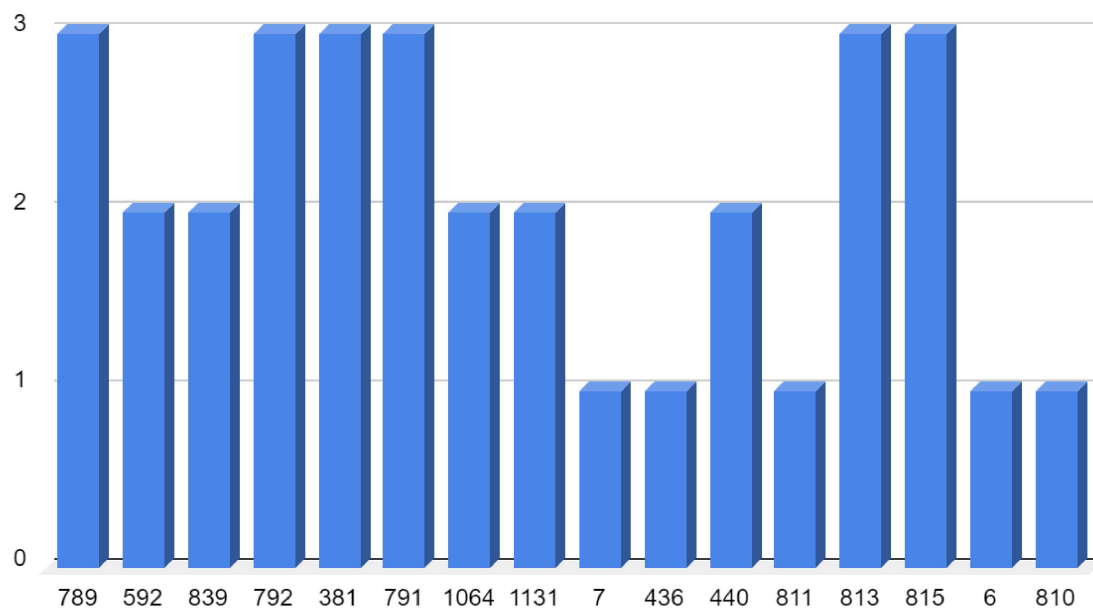
8. Vegetação: 50% apresentaram baixa degradação em sua vegetação.

VEGETAÇÃO



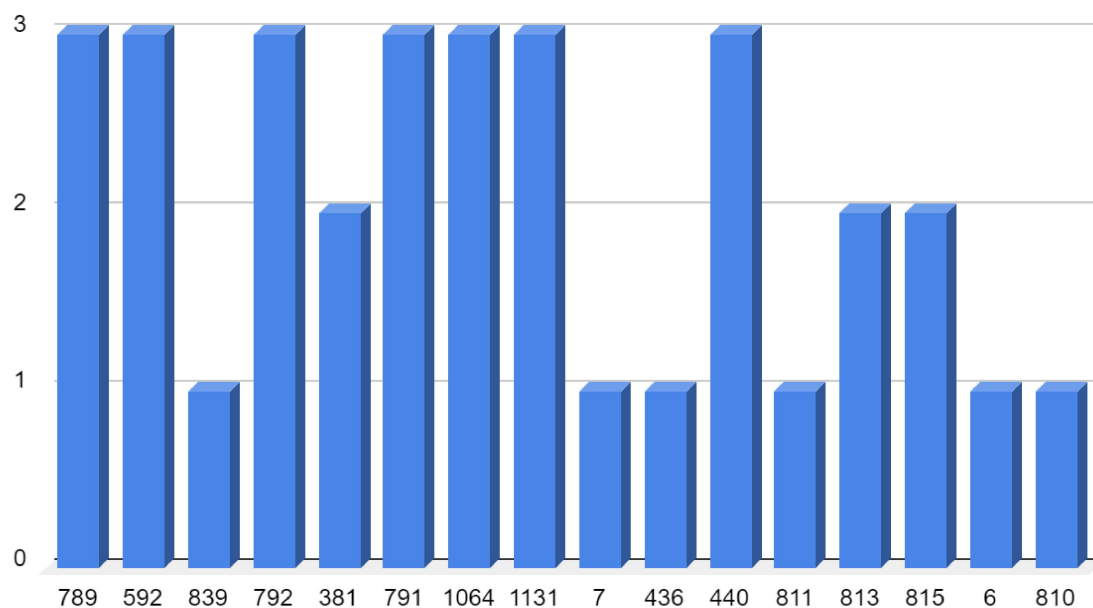
9. Uso por animais: 37,5% não apresentaram marcas de animais (6 nascentes).

USO POR ANIMAIS



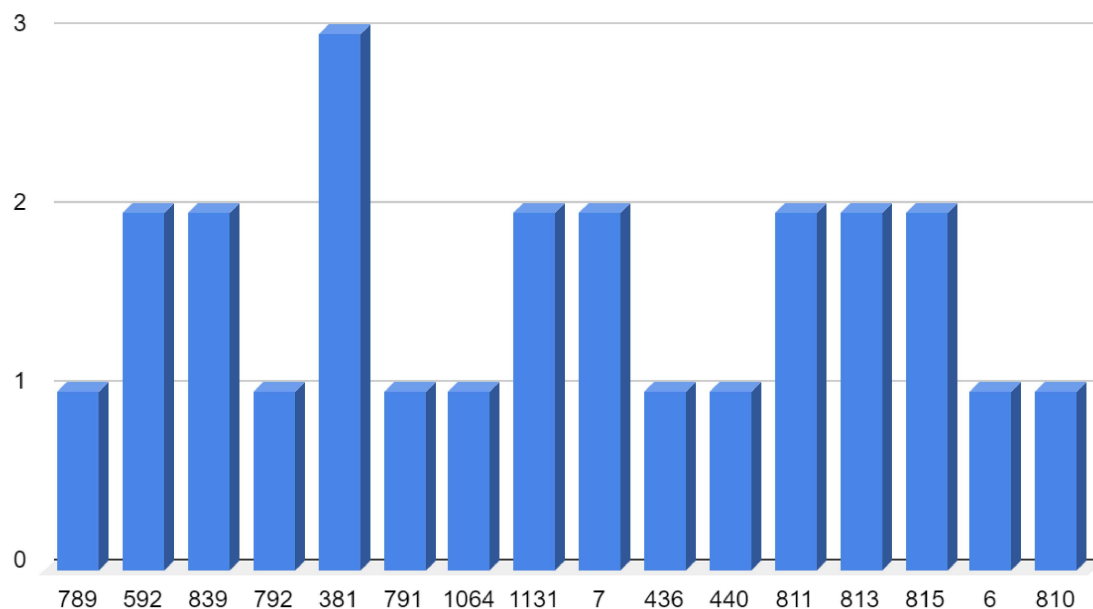
10. Uso antrópico: aproximadamente 40% não apresentaram marcas de uso antrópico.

USO POR HUMANOS



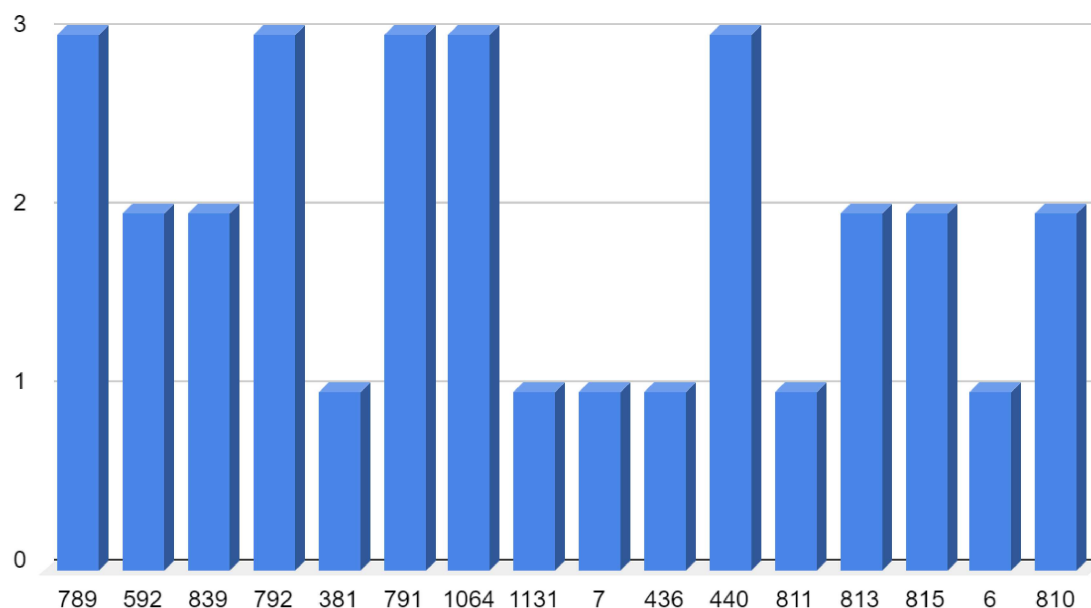
11. Proteção: 50% apresentaram nenhuma proteção (8 nascentes).

PROTEÇÃO DO LOCAL



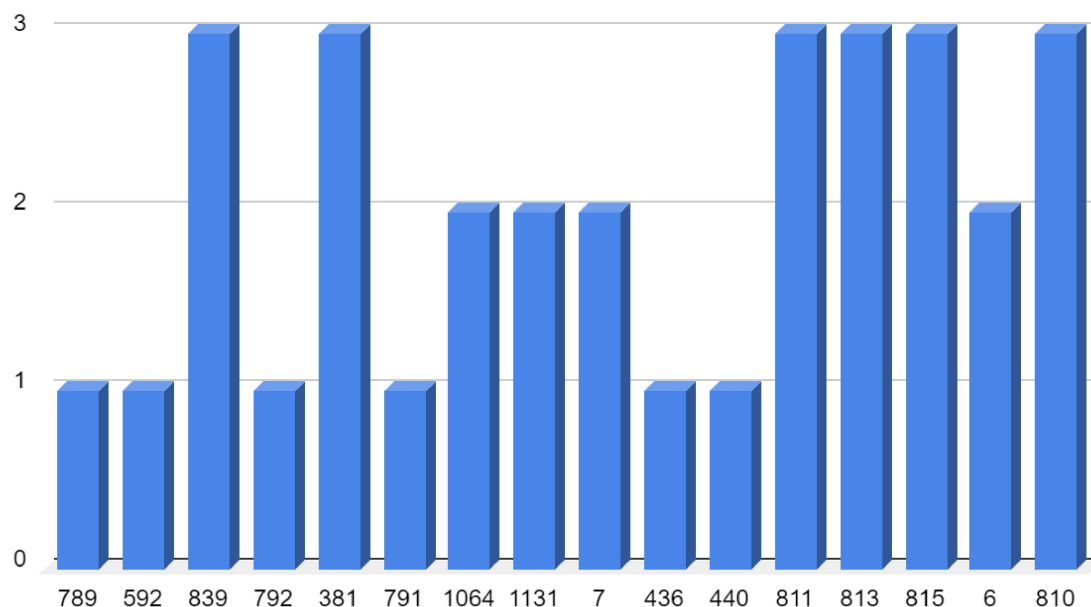
12. Residências: 37,5% apresentaram residências próximas, com no máximo de 50 metros de distância (6 nascentes).

PROXIMIDADE C/ RESIDÊNCIAS



13. Tipo de área de inserção: 37,5% estão inseridas em uma área sem identificação (6 nascentes); 25% estão inseridas em propriedades privadas (4 nascentes); e 37,% estão inseridas em APP ou áreas protegidas (6 nascentes).

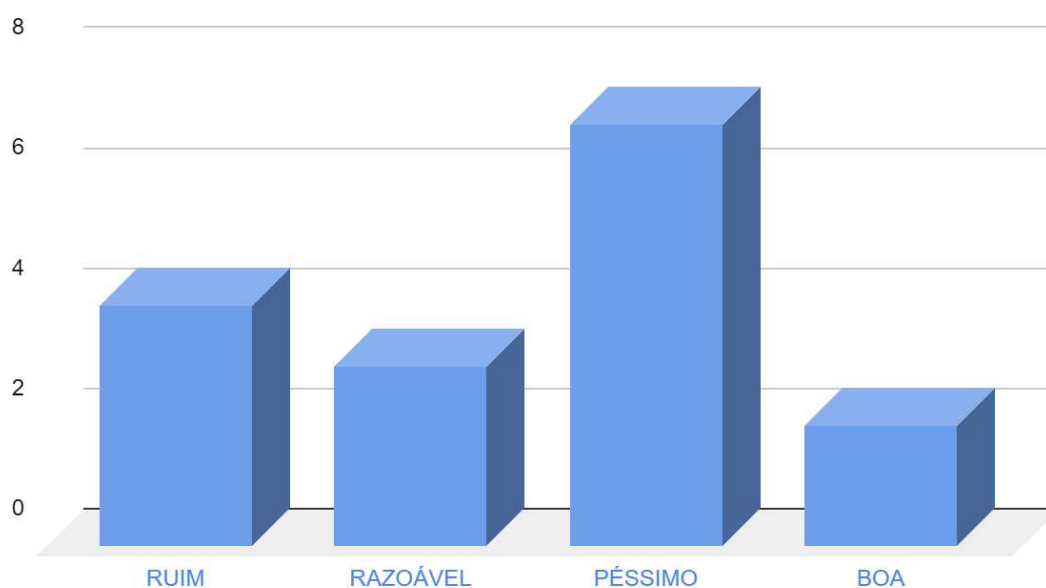
TIPO DE ÁREA DE INSERÇÃO



Ao analisar as porcentagens, foi observado que os principais parâmetros, que influenciam o aumento do impacto ambiental nas nascentes, estão relacionados com sua localização, como a falta de identificação, declarada como ausente, e a sua falta de proteção. Sendo os parâmetros como lixo ao redor, uso por animais, uso por humanos se eleve, já que possui uma maior facilidade para que haja esta ação.

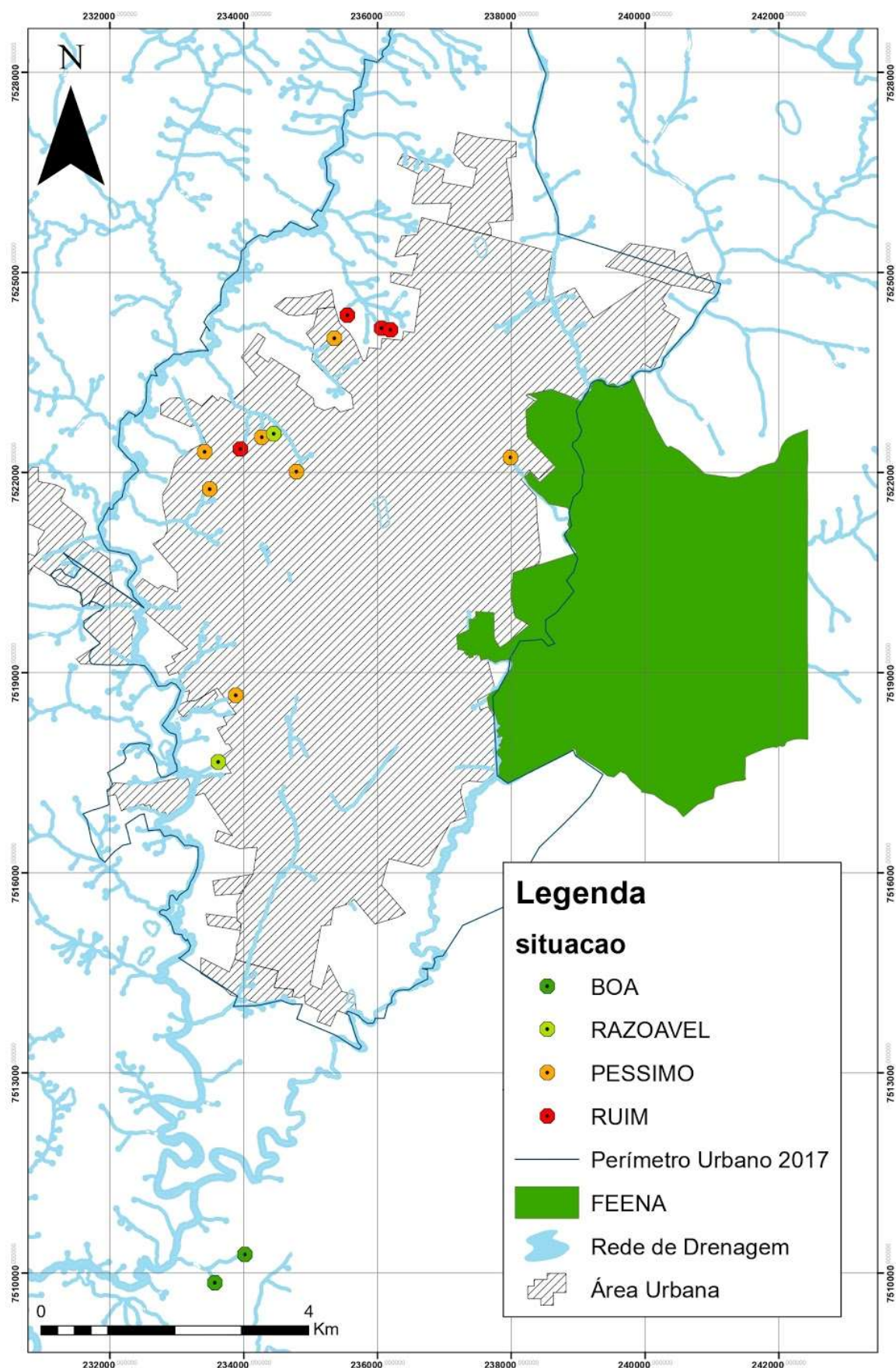
Após a utilização do IIAM, o enquadramento deu-se a partir da soma dos parâmetros, conforme descrito na metodologia, e verificou-se a quantidade de nascentes conforme a classificação a seguir. Apenas 5 nascentes foram enquadradas como Boa e Razoável, e 11 nascentes foram enquadradas como Ruim ou Péssimo, conforme mostra o gráfico abaixo.

Estado de Conservação das Nascentes



A partir da metodologia aplicada, juntamente como trabalho de campo, e a quantificação dos parâmetros macroscópicos, obteve o mapa de Classificação das Nascente conforme IIAM.

CLASSIFICAÇÃO DAS NASCENTES CONFORME IIAM



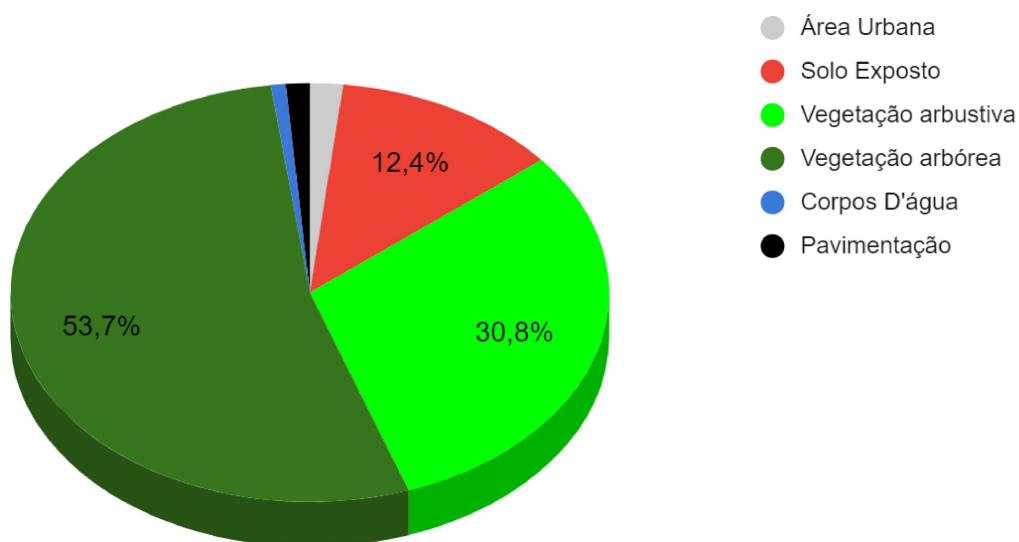
6.2 ANÁLISE DO USO DA TERRA NAS ÁREAS DE PRESERVAÇÃO PERMANENTE

Analisando os cenários de 2010/11 e de 2018/19, nota-se que houve uma considerável redução do solo exposto nas APP das nascentes, em frente a um crescimento da classe de arbustos, ou seja, gramíneas, arbustos e/ou árvores isoladas, evidenciando um crescimento da vegetação, no qual é visível, através da comparação das nascentes ao norte do município, dos mapas: Uso das Terras em Área de Preservação Permanente das Nascentes de Rio Claro-SP - 2010 S1 e Uso das Terras em Área de Preservação Permanente das Nascentes de Rio Claro-SP - 2018 S1, havendo uma redução de 7% para a classificação de solo exposto, e um aumento de quase 3% para a classificação de arbustos.

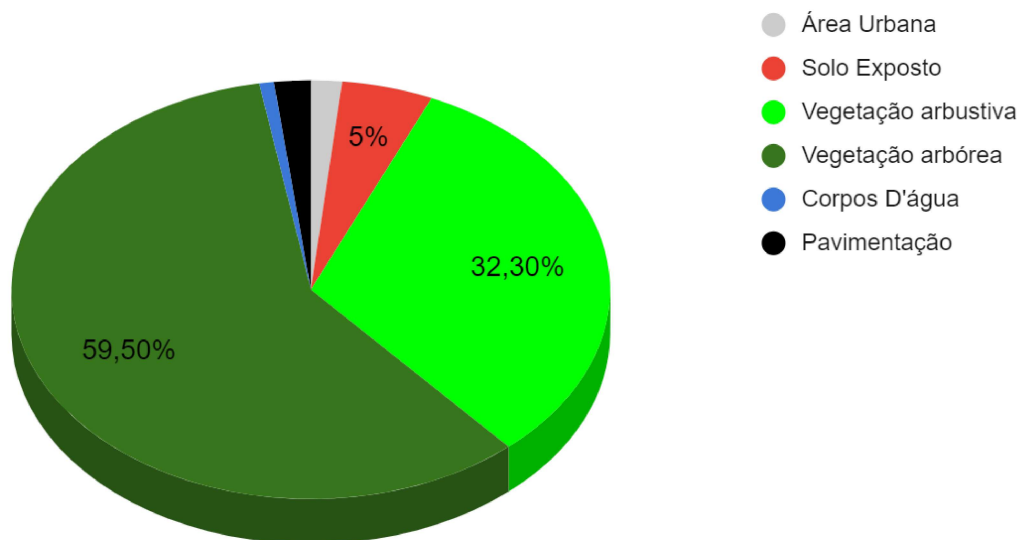
Houve uma ligeira recomposição da vegetação arbórea, com um aumento de 6% em relação ao ano de 2010/11, enquanto a área urbana reduziu apenas 0,1% da sua ocupação nas áreas de proteção, conforme os gráficos a seguir.

Os corpos d'águas, como tanques e/ou lagos, tiveram menos de 1% da área total das nascentes, sendo encontrado em apenas duas áreas de proteção, enquanto que a área pavimentada, obteve um aumento de 1,3% para 2%.

USO DA TERRA - 2010

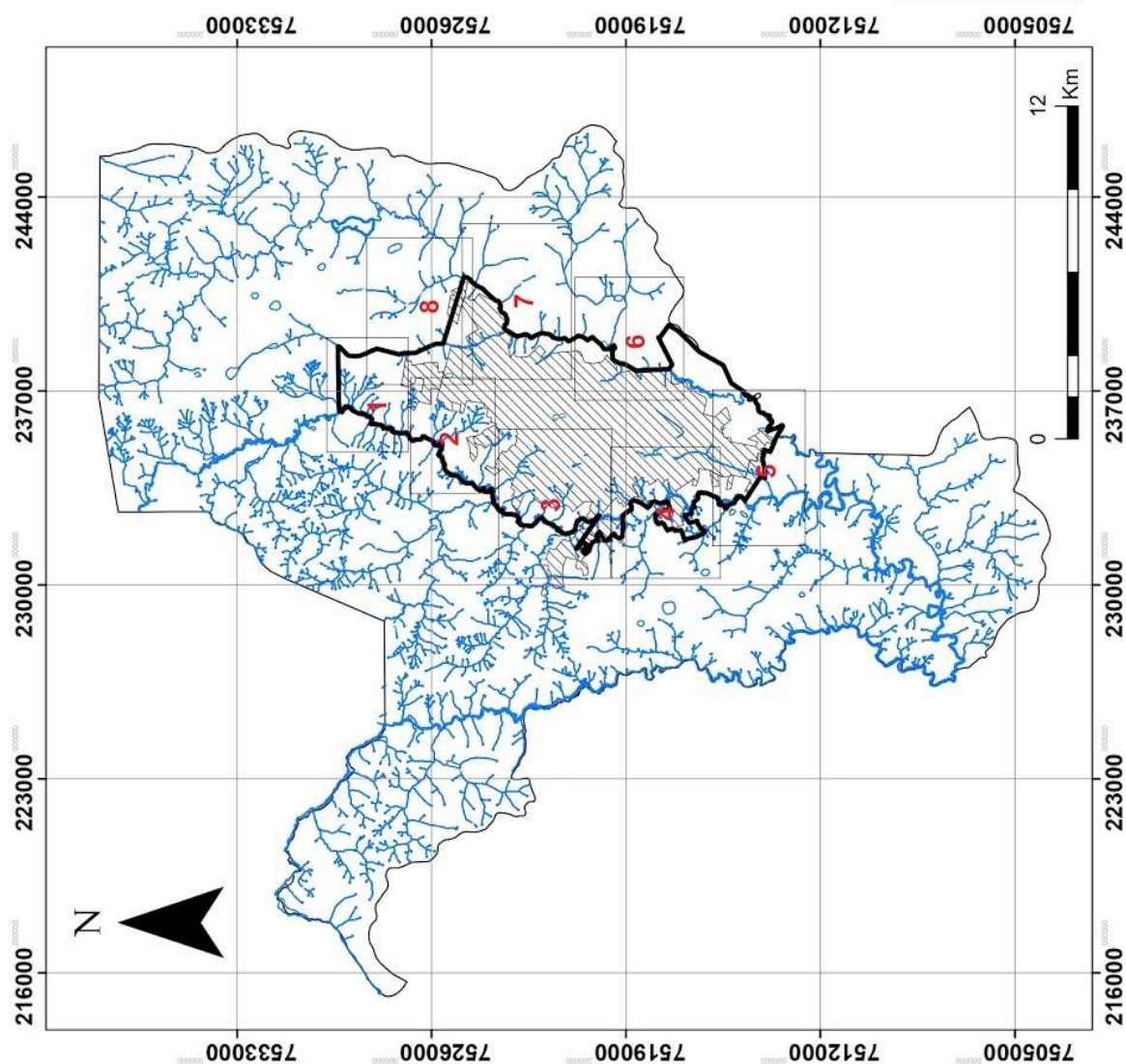


USO DA TERRA - 2018



A análise comparativa dos mapeamentos de uso da terra nas áreas de preservação permanente, apontam um processo de estagnação, já que estas nascentes estão protegidas pela Resolução CONAMA nº 303 de 20 de março de 2002 e sob o Novo Código Florestal de 2012, os mapas a seguir, compõem a área de estudo e o uso da terra nas áreas de APP, nos cenários 2010/11 e 2017/18.

ÁREA DE ESTUDO: RIO CLARO-SP



Legenda



Área Urbana



Perímetro Urbano 2017



Rede de Drenagem



Limite Municipal

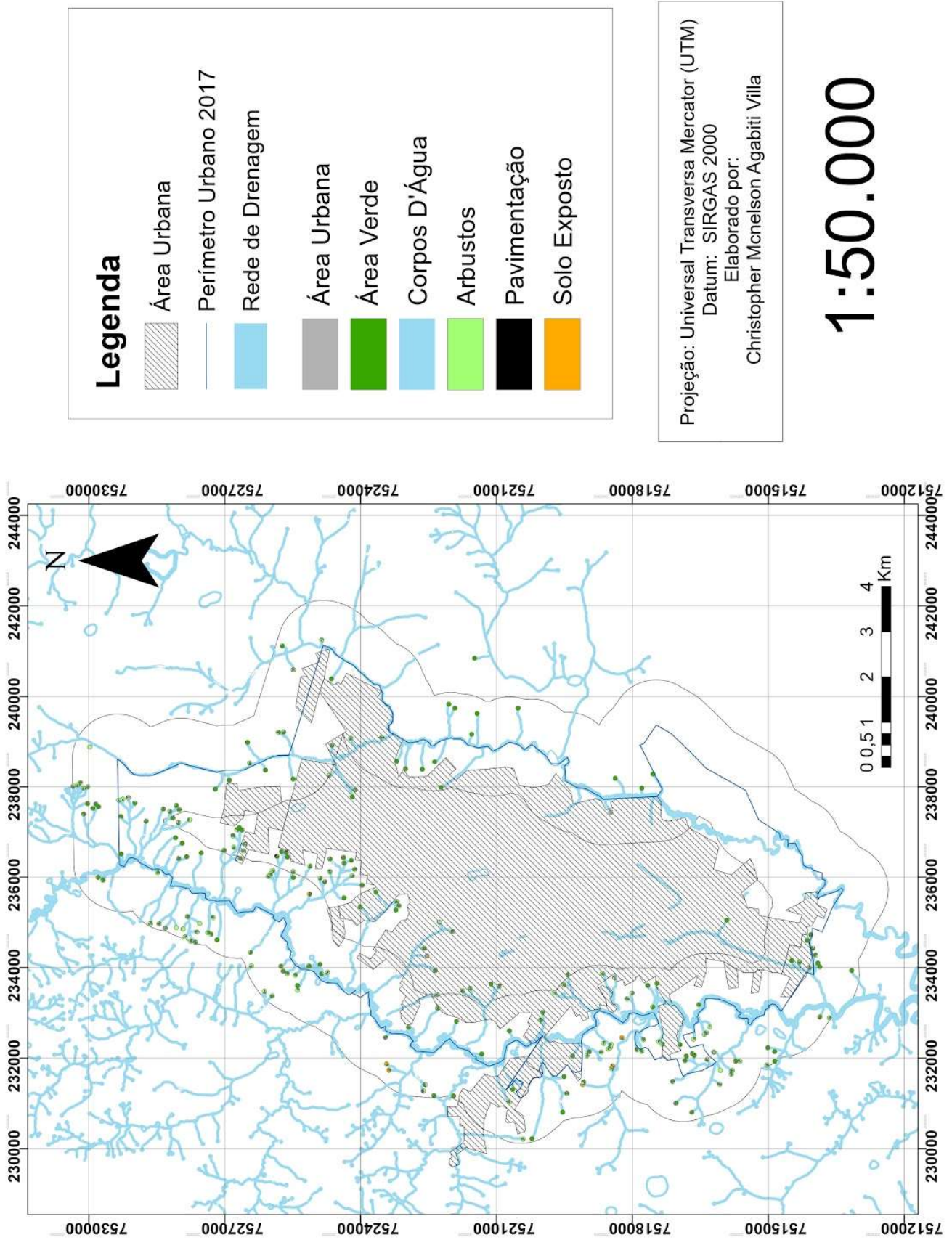
Projeção: Universal Transversa de Mercator (UTM)

Datum: SIRGAS 2000

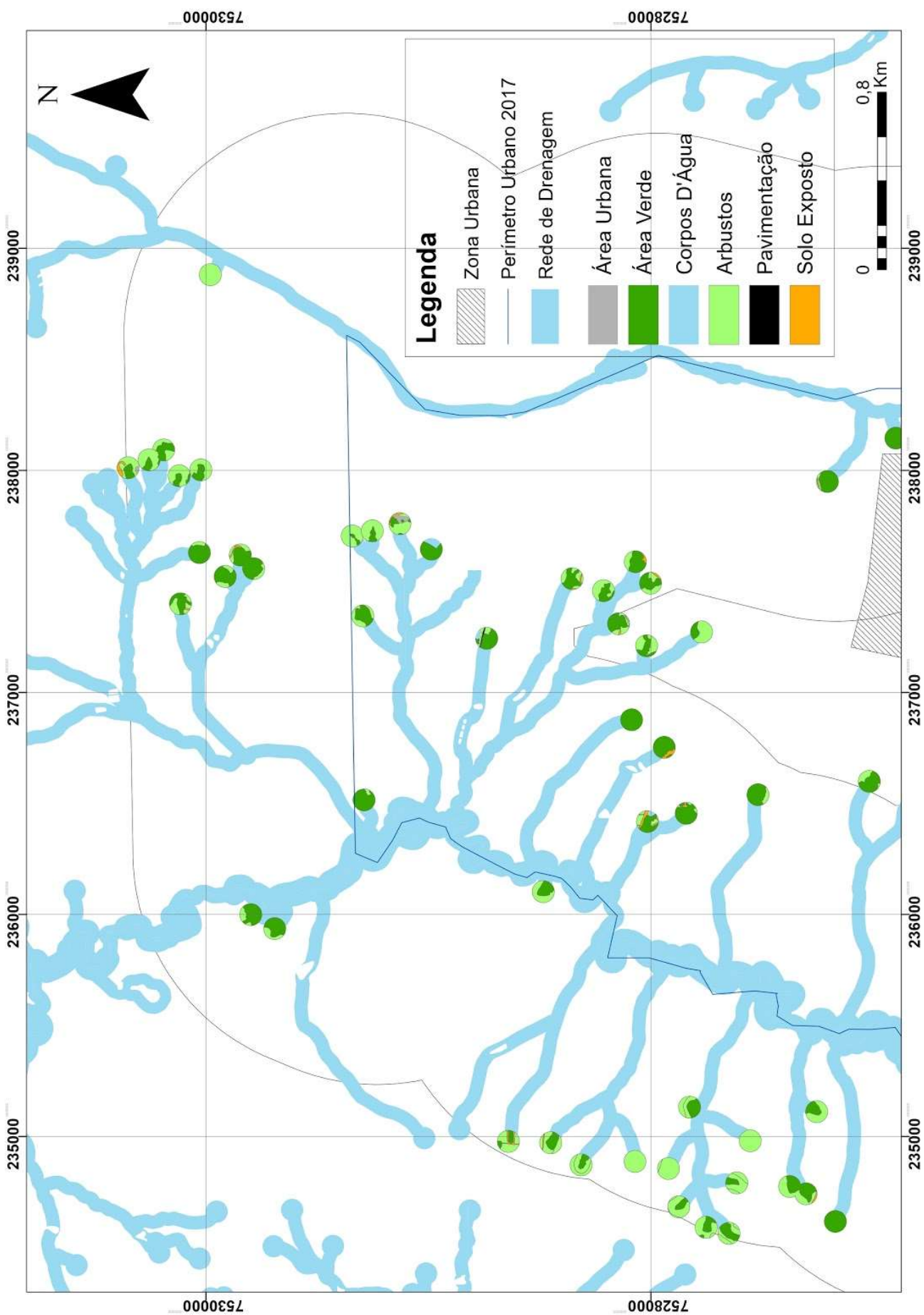
Elaborado por:

Christopher Mcnelson Agabiti Villa

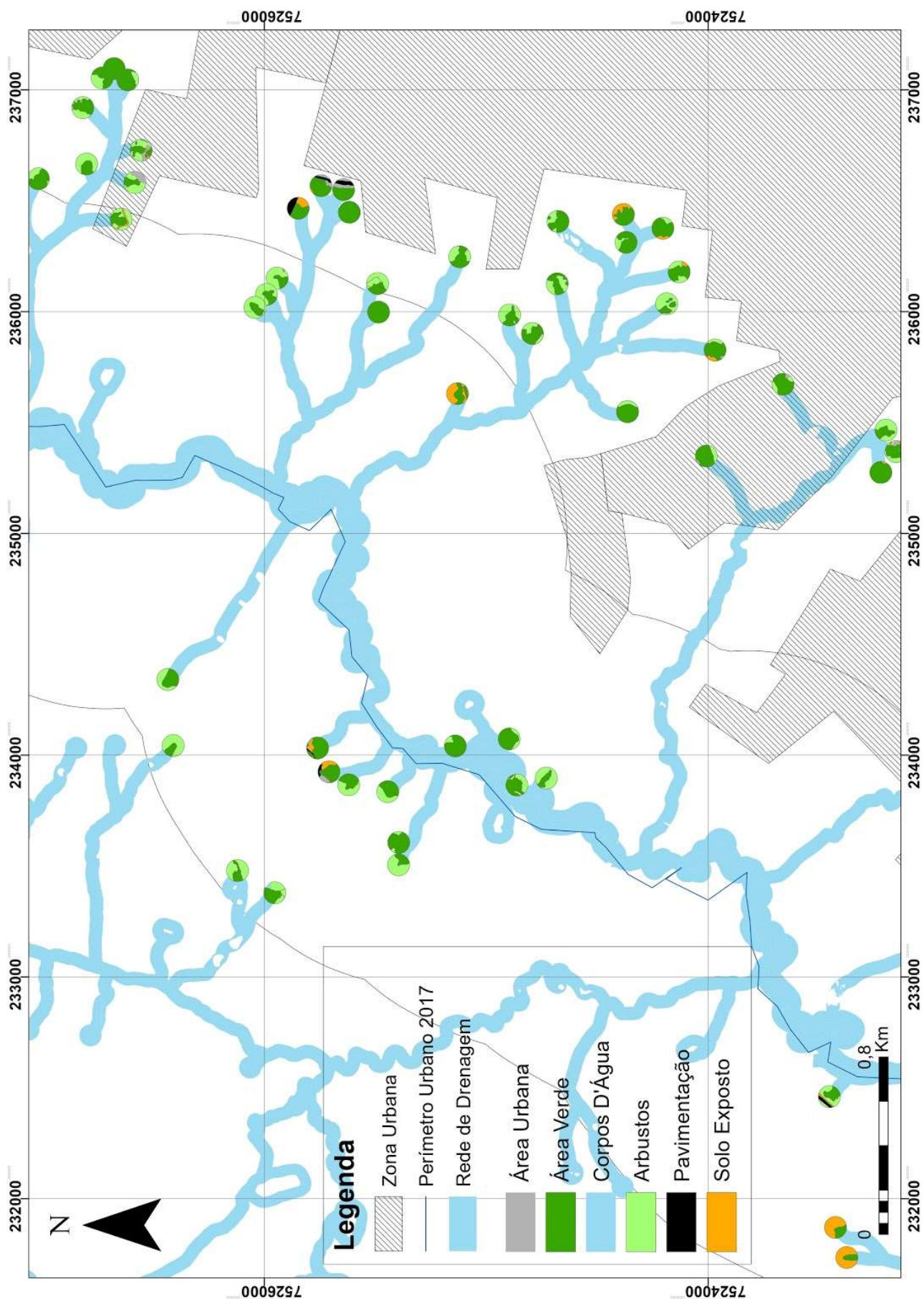
Uso das Terras em Áreas de Preservação Permanente das Nascentes de Rio Claro-SP - 2018



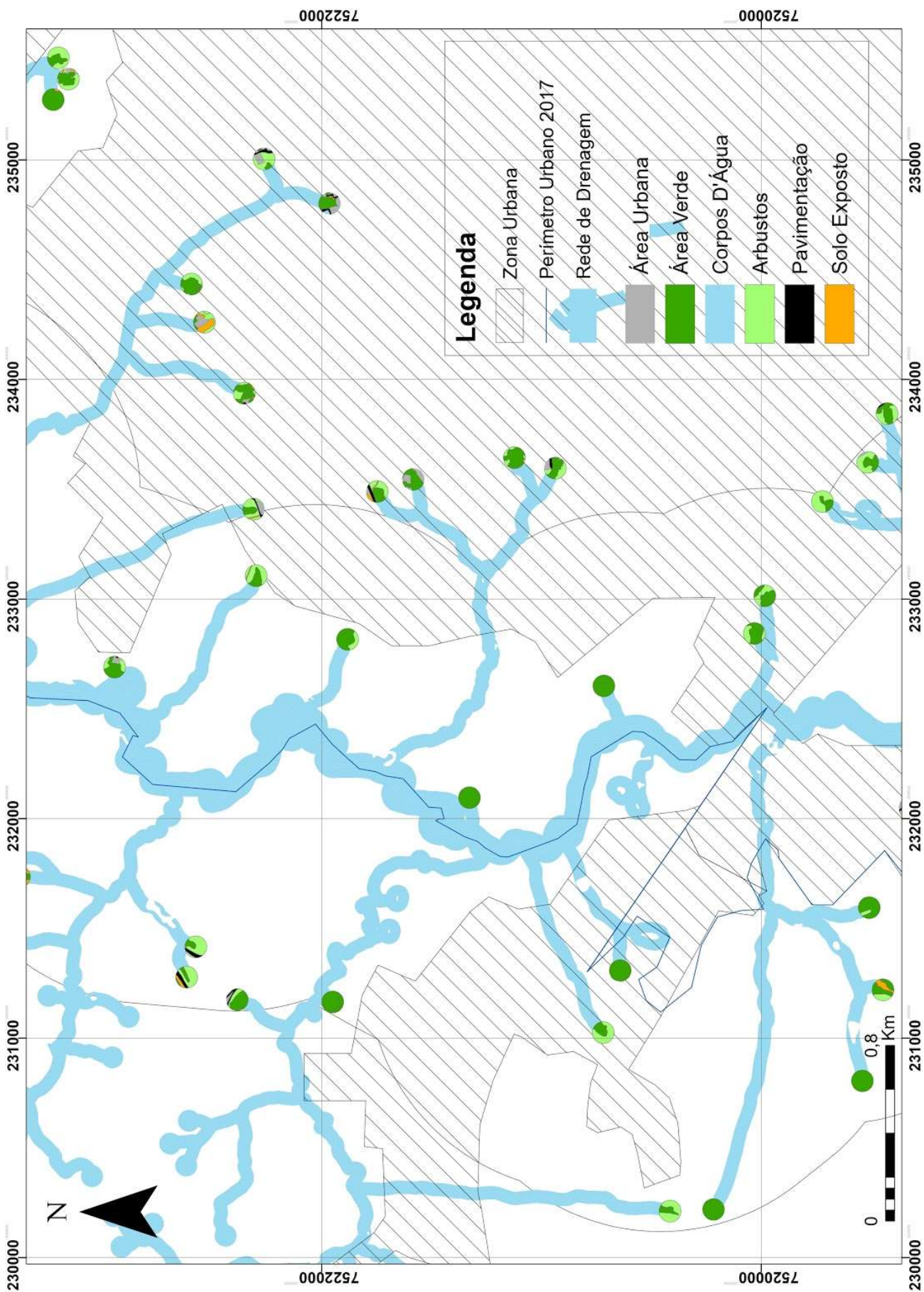
Uso das Terras em Áreas de Preservação Permanente das Nascentes de Rio Claro-SP - 2018 S1



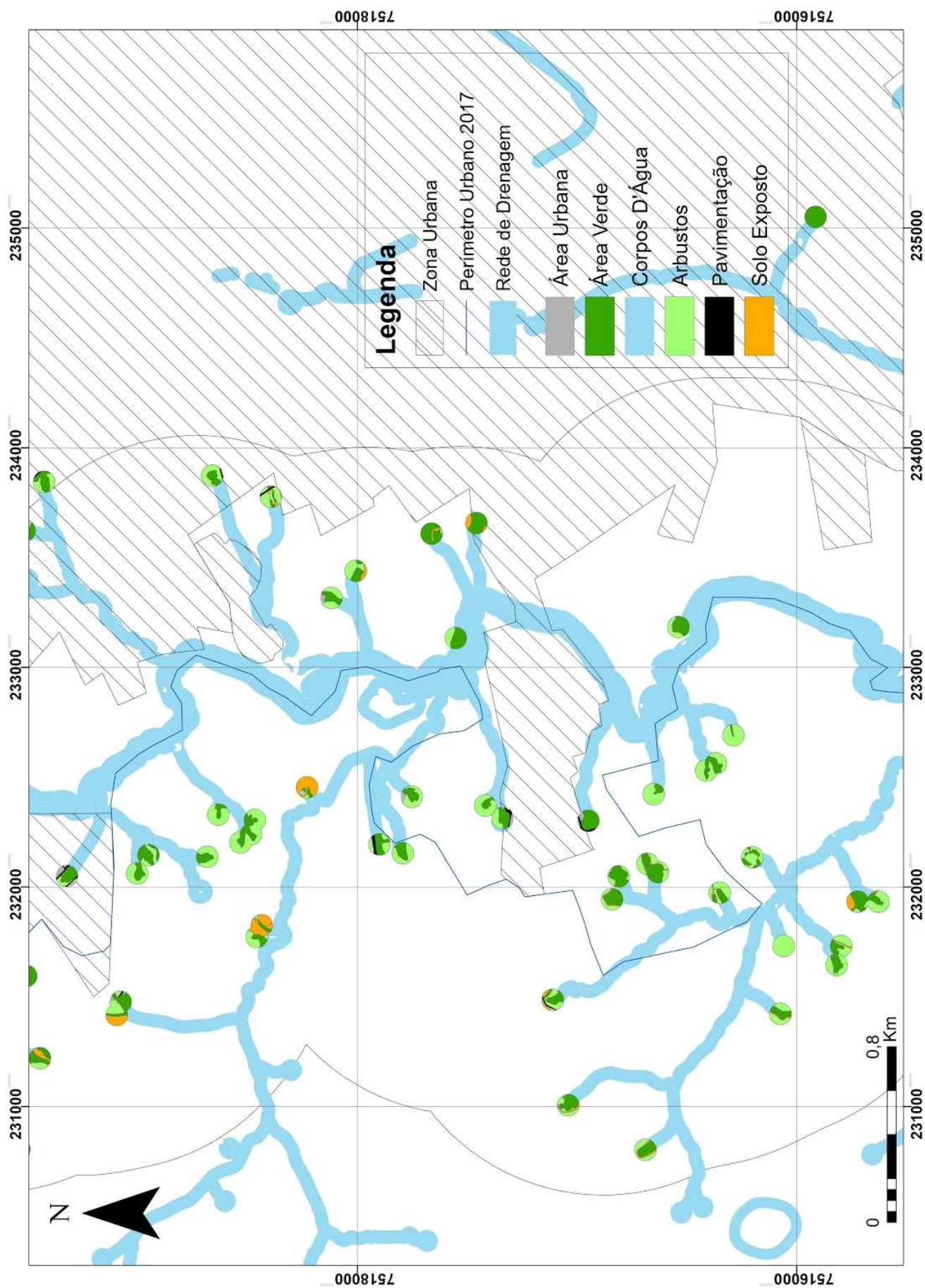
Uso das Terras em Áreas de Preservação Permanente das Nascentes de Rio Claro-SP - 2018 S2



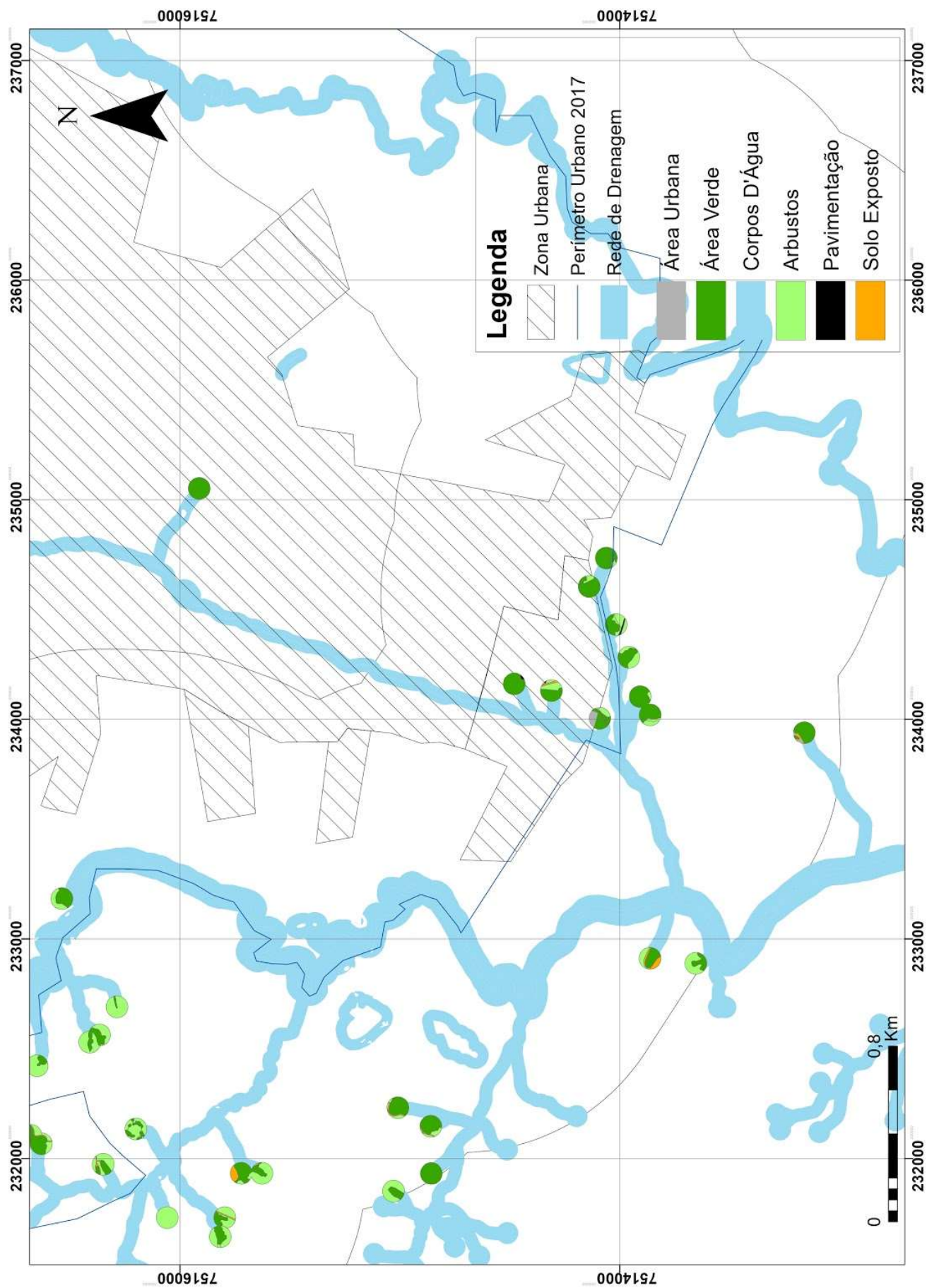
Uso das Terras em Áreas de Preservação Permanente das Nascentes de Rio Claro-SP - 2018 S3



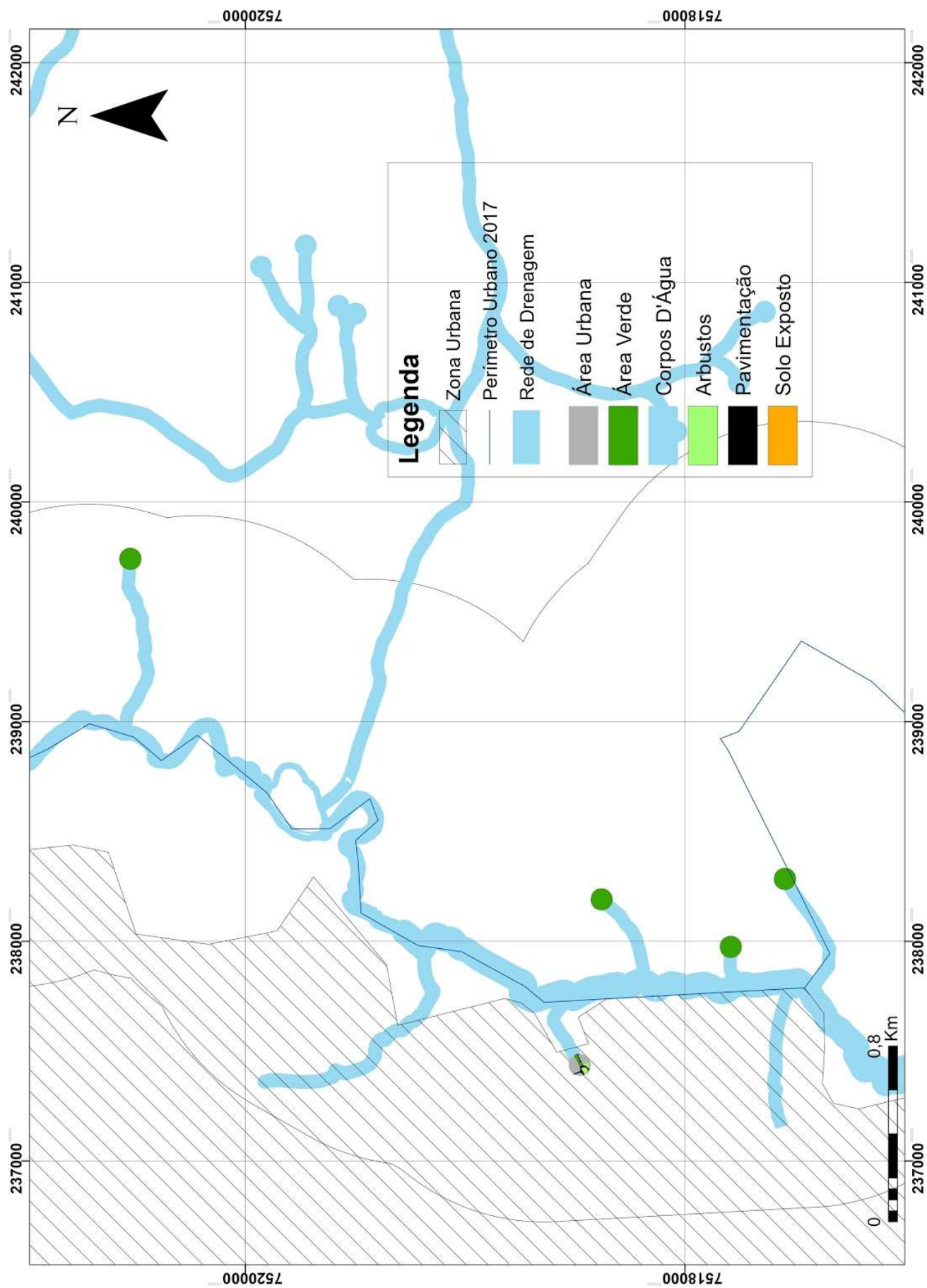
Uso das Terras em Áreas de Preservação Permanente das Nascentes de Rio Claro-SP - 2018 S4



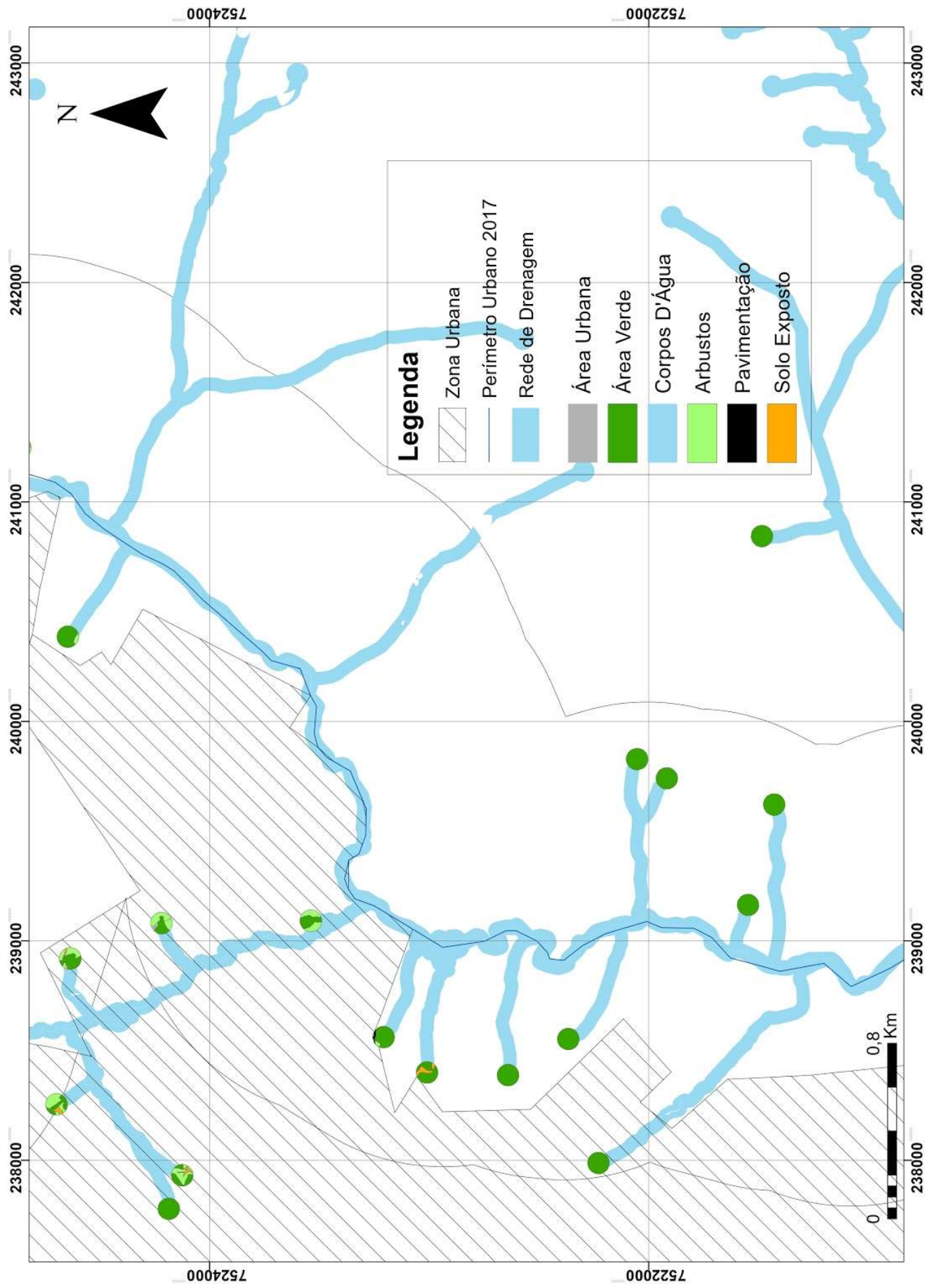
Uso das Terras em Áreas de Preservação Permanente das Nascentes de Rio Claro-SP - 2018 S5



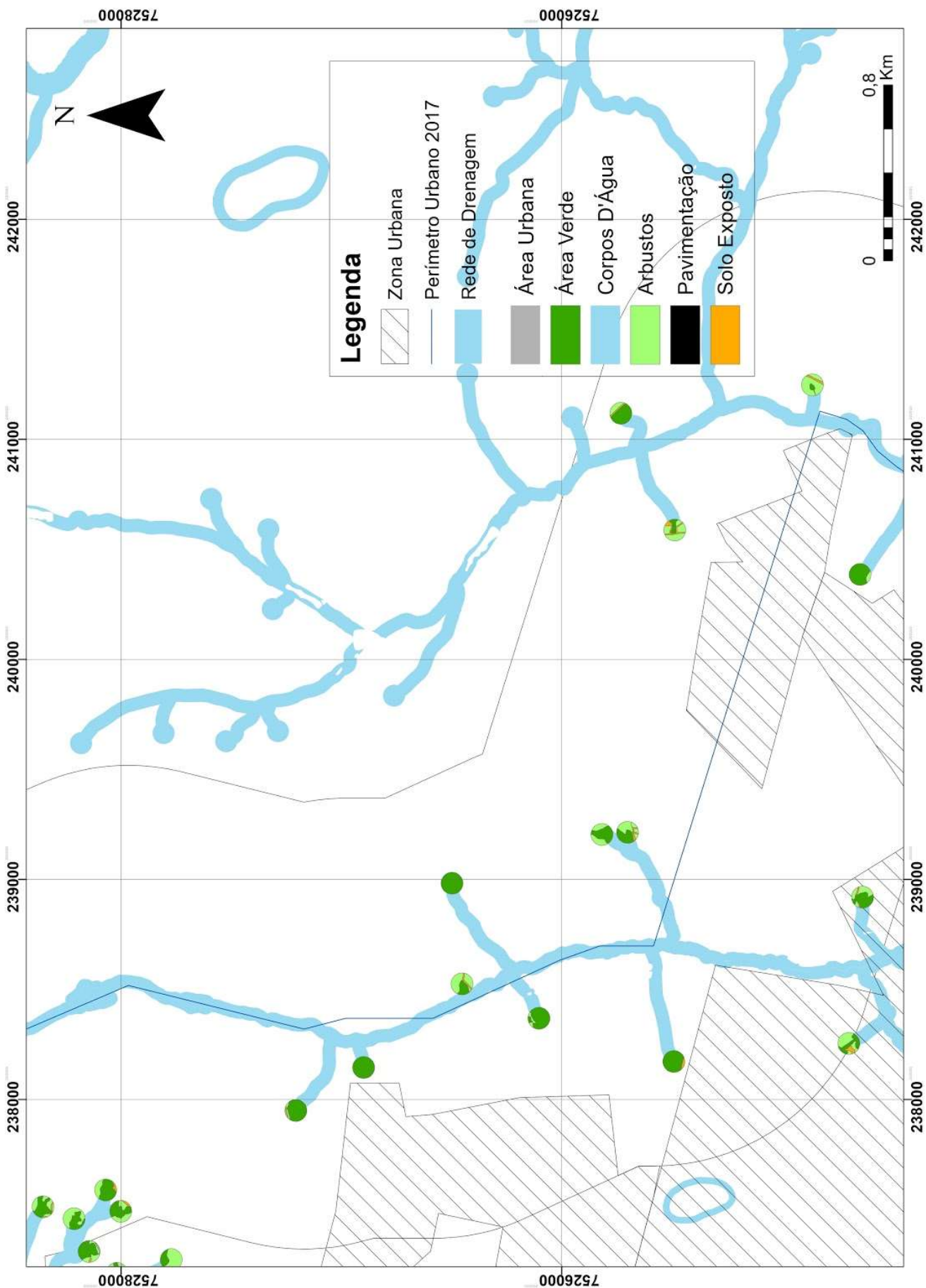
Uso das Terras em Áreas de Preservação Permanente das Nascentes de Rio Claro-SP - 2018 S6



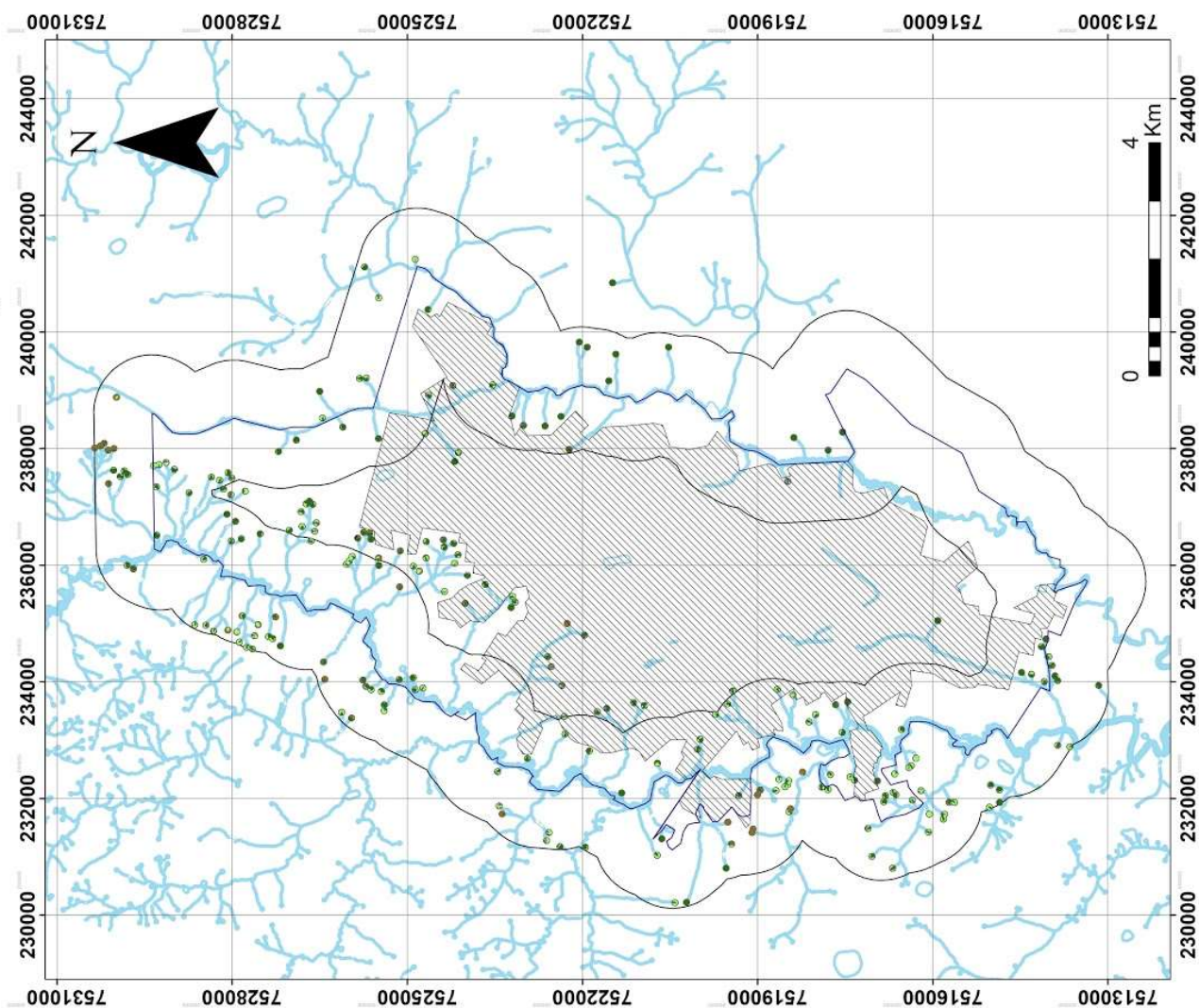
Uso das Terras em Áreas de Preservação Permanente das Nascentes de Rio Claro-SP - 2018 S7



Uso das Terras em Áreas de Preservação Permanente das Nascentes de Rio Claro-SP - 2018 S8



Uso das Terras em Áreas de Preservação Permanente das Nascentes de Rio Claro-SP - 2010



Legenda

- Área Urbana
- Perímetro Urbano 2017
- Rede de Drenagem
- Área Urbana
- Área Verde
- Corpos D'Água
- Arbustos
- Pavimentação
- Solo Exposto

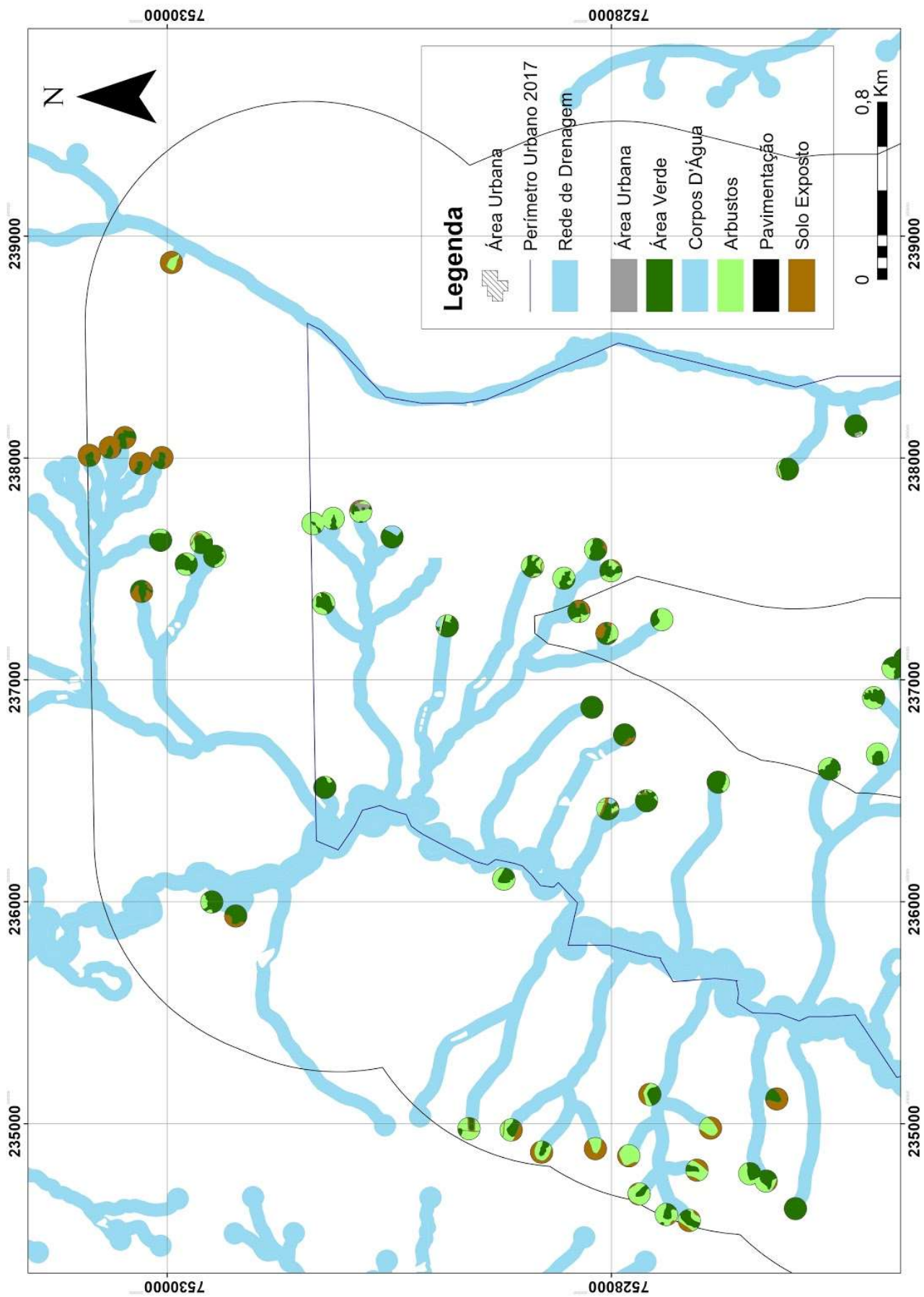
Projeção: Universal Transversa de Mercator (UTM)

Datum: SIRGAS 2000

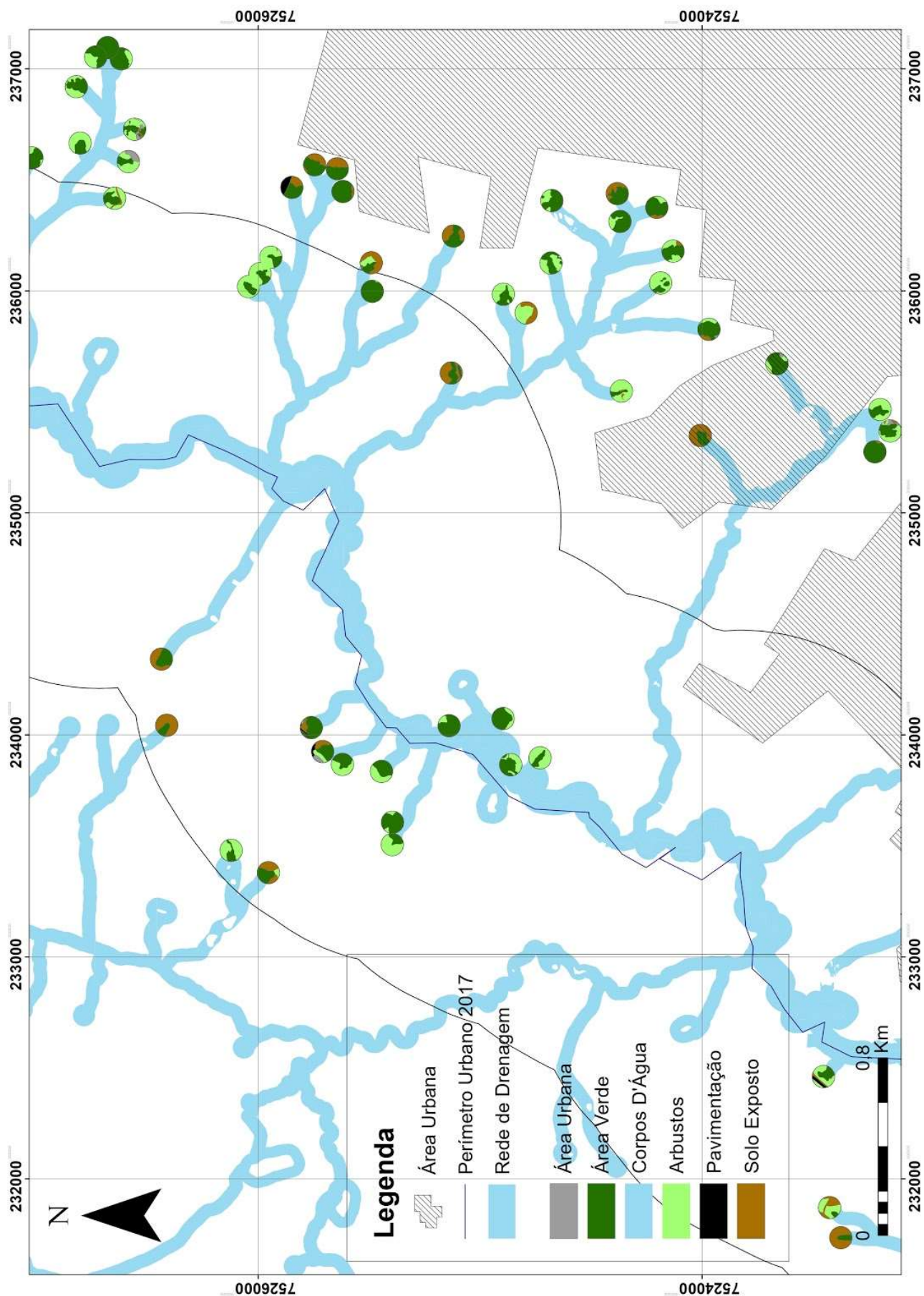
Elaborado por:

Christopher Mcnelson Agabiti Villa

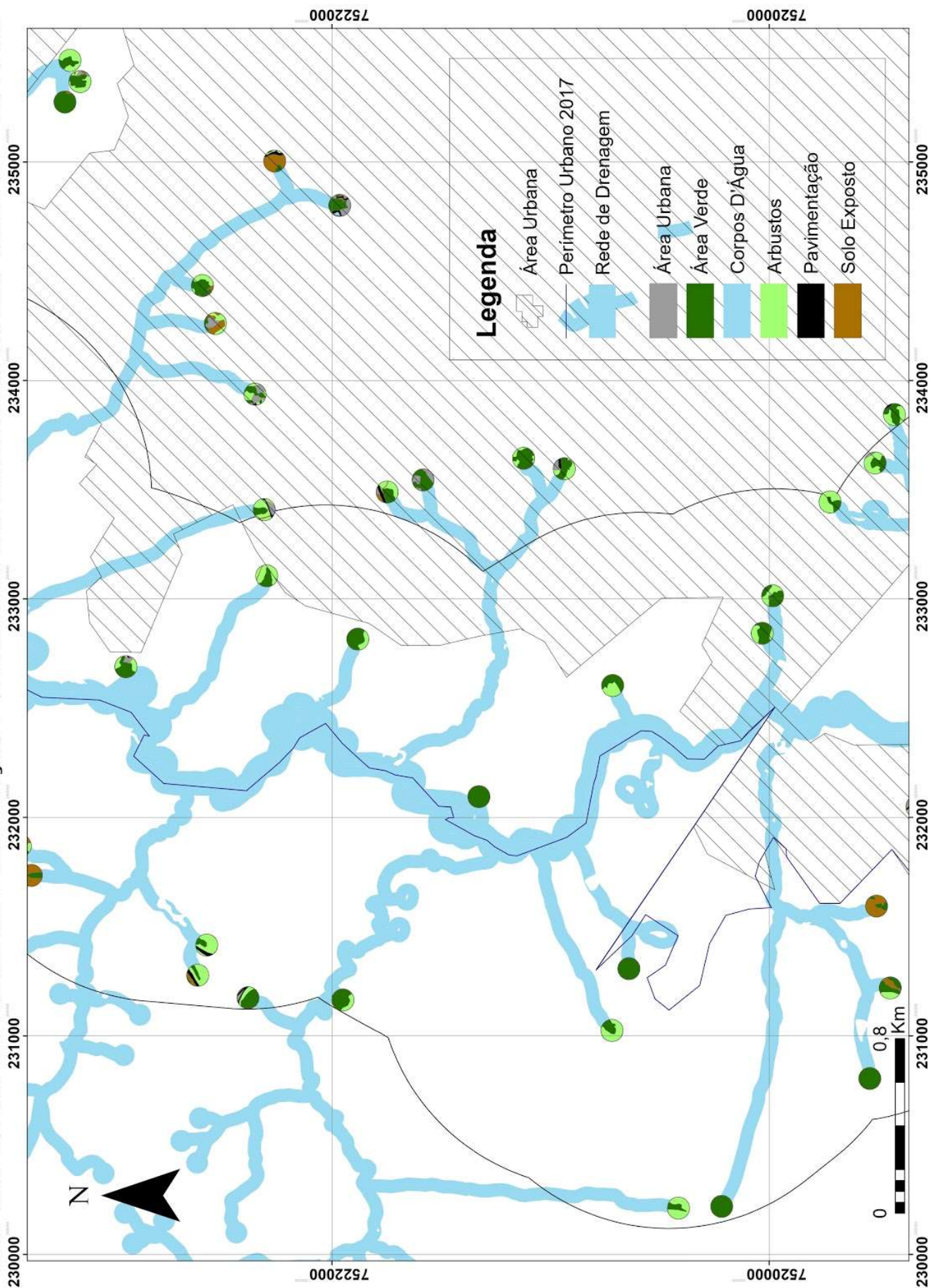
Uso das Terras em Áreas de Preservação Permanente das Nascentes de Rio Claro-SP - 2010 S1



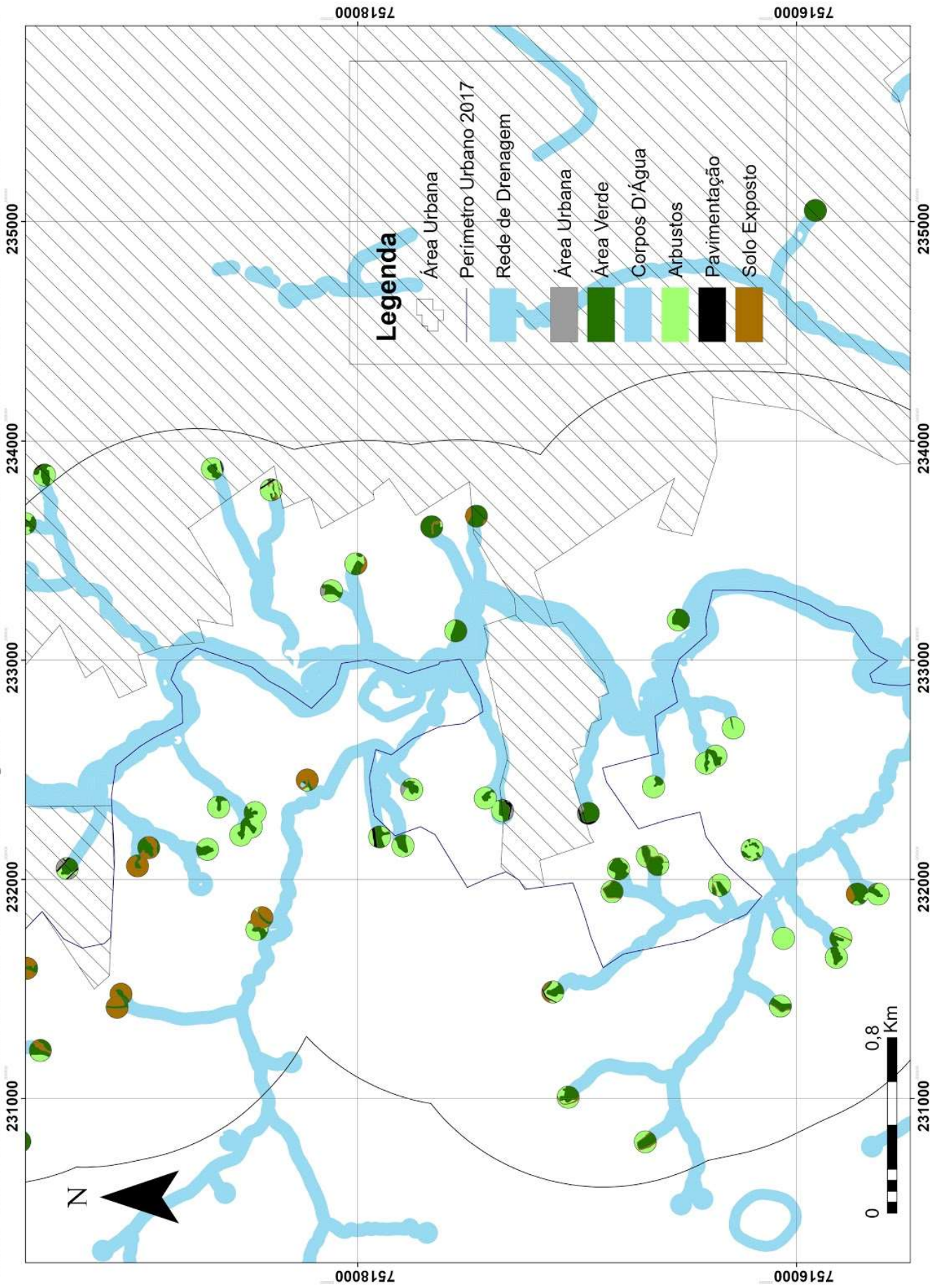
Uso das Terras em Áreas de Preservação Permanente das Nascentes de Rio Claro-SP - 2010 S2



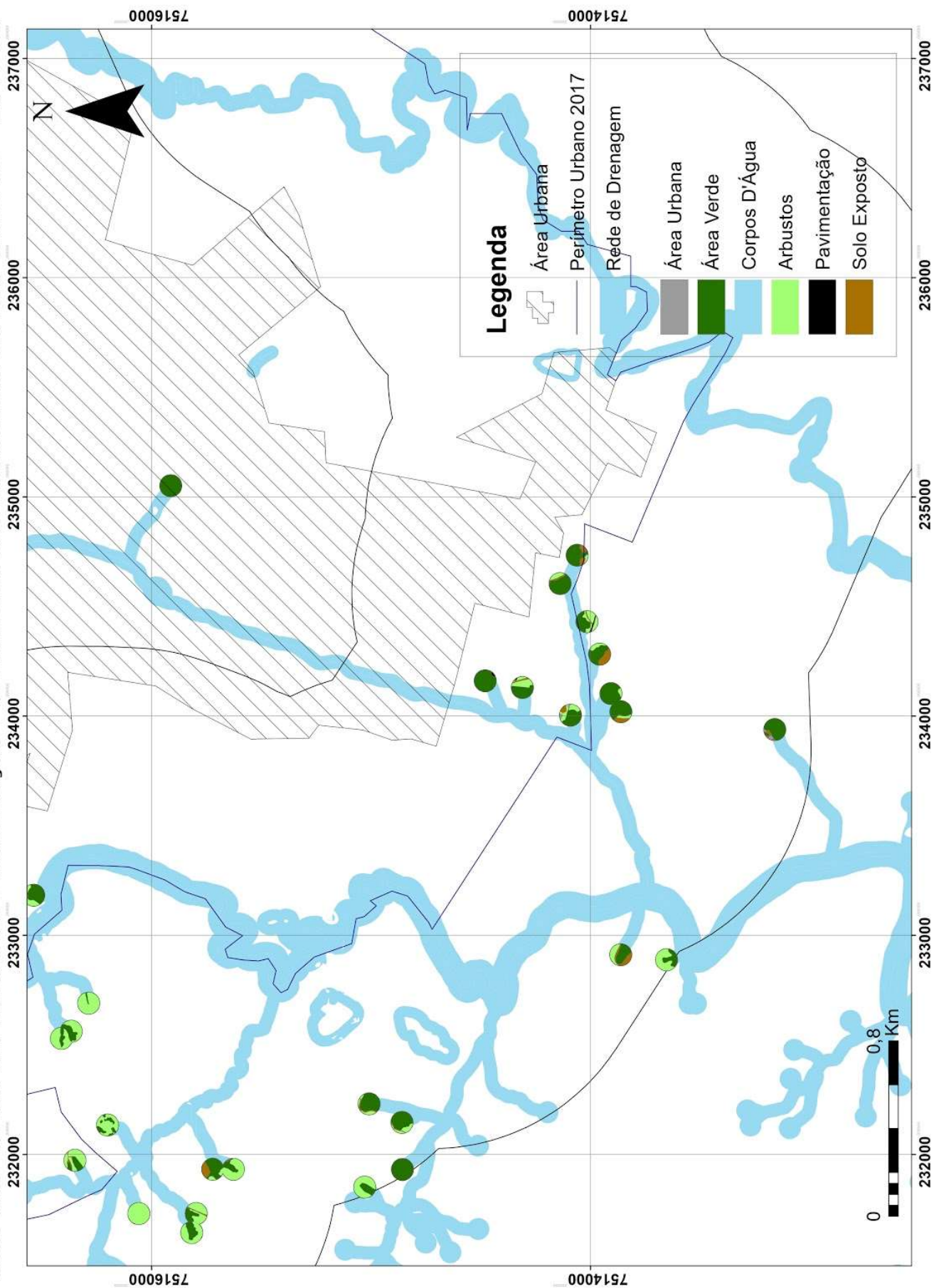
Uso das Terras em Áreas de Preservação Permanente das Nascentes de Rio Claro-SP - 2010 S3



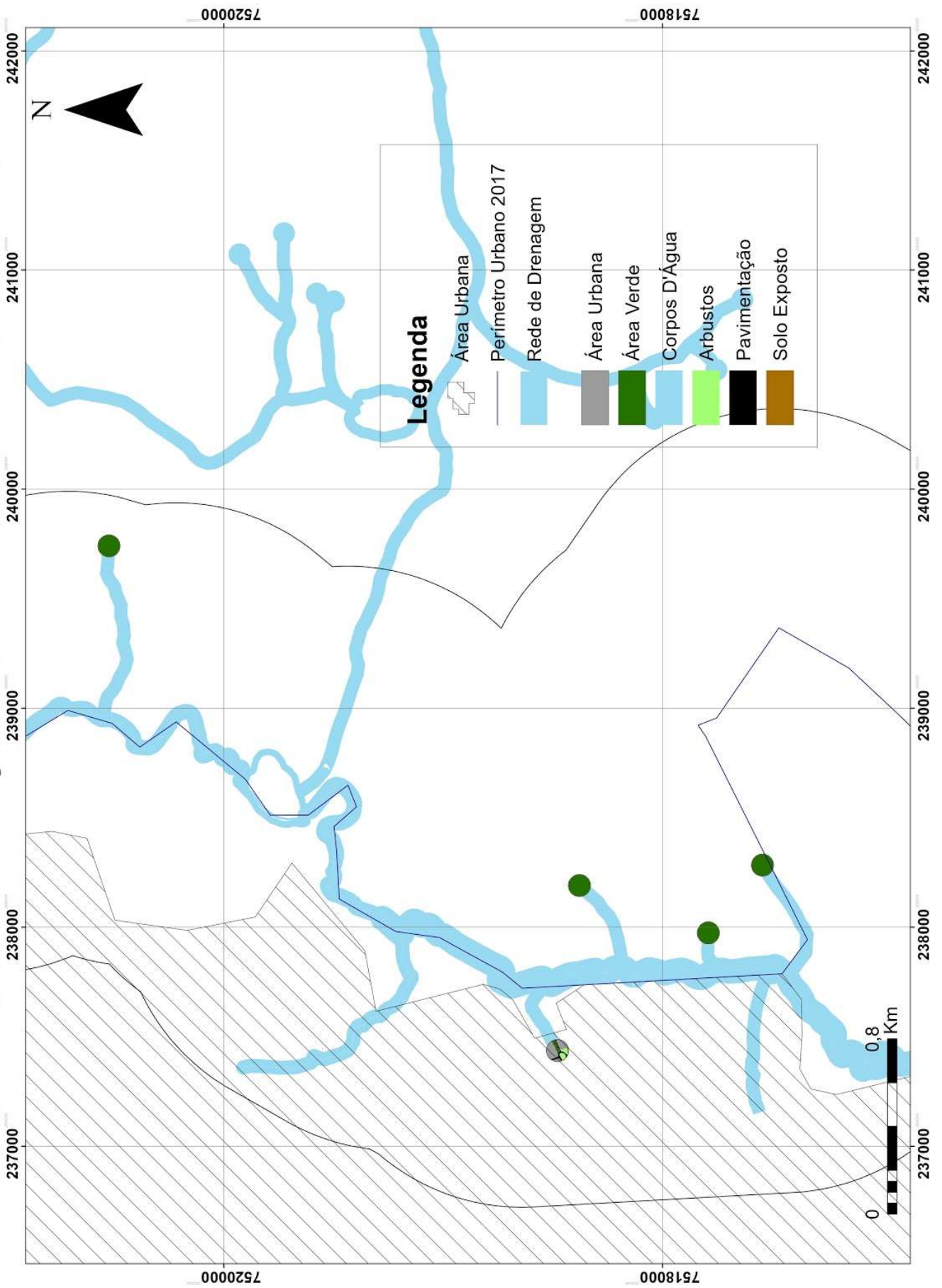
Uso das Terras em Áreas de Preservação Permanente das Nascentes de Rio Claro-SP - 2010 S4



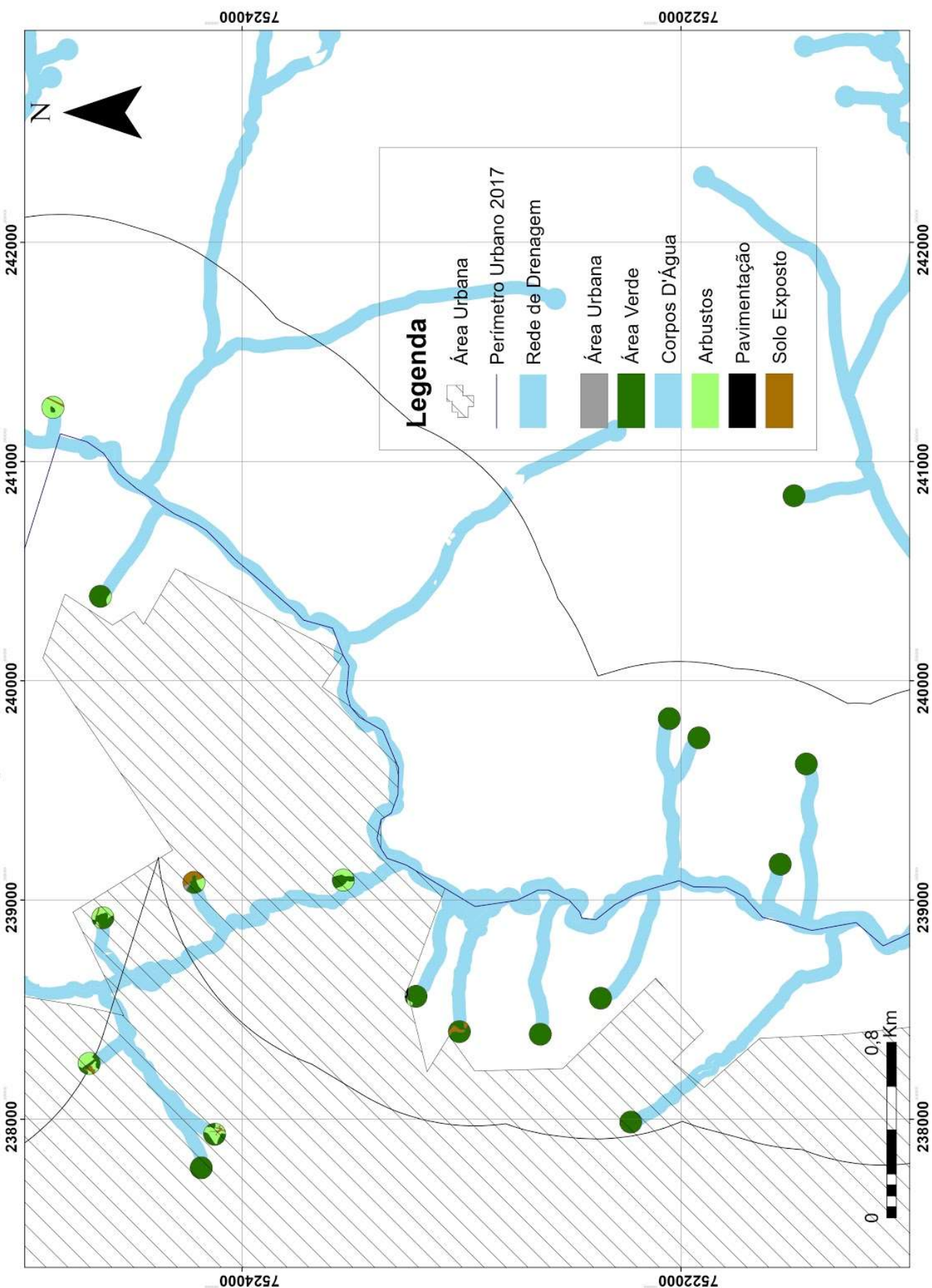
Uso das Terras em Áreas de Preservação Permanente das Nascentes de Rio Claro-SP - 2010 S5



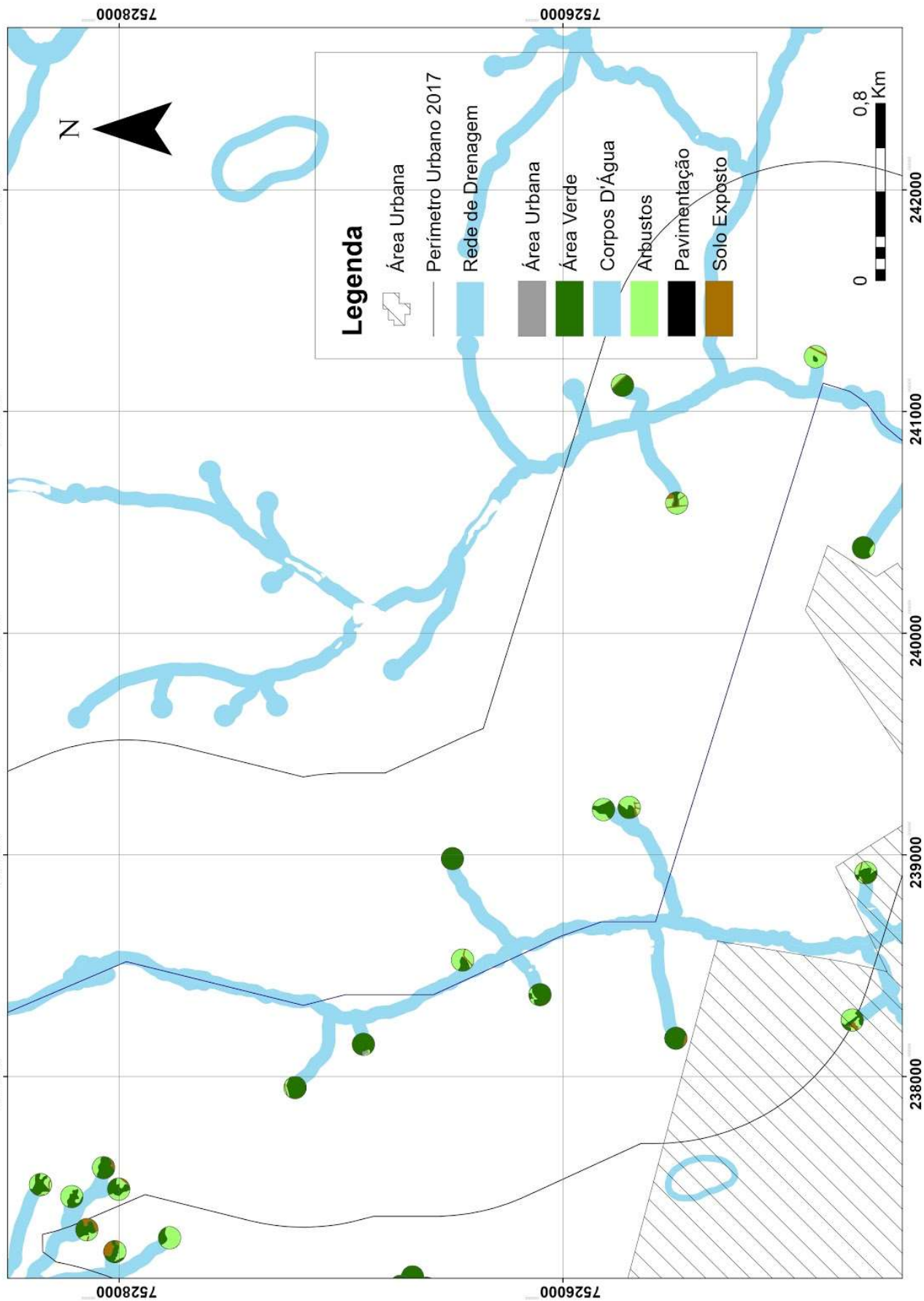
Uso das Terras em Áreas de Preservação Permanente das Nascentes de Rio Claro-SP - 2010 S6



Uso das Terras em Áreas de Preservação Permanente das Nascentes de Rio Claro-SP - 2010 S7



Uso das Terras em Áreas de Preservação Permanente das Nascentes de Rio Claro-SP - 2010 S8

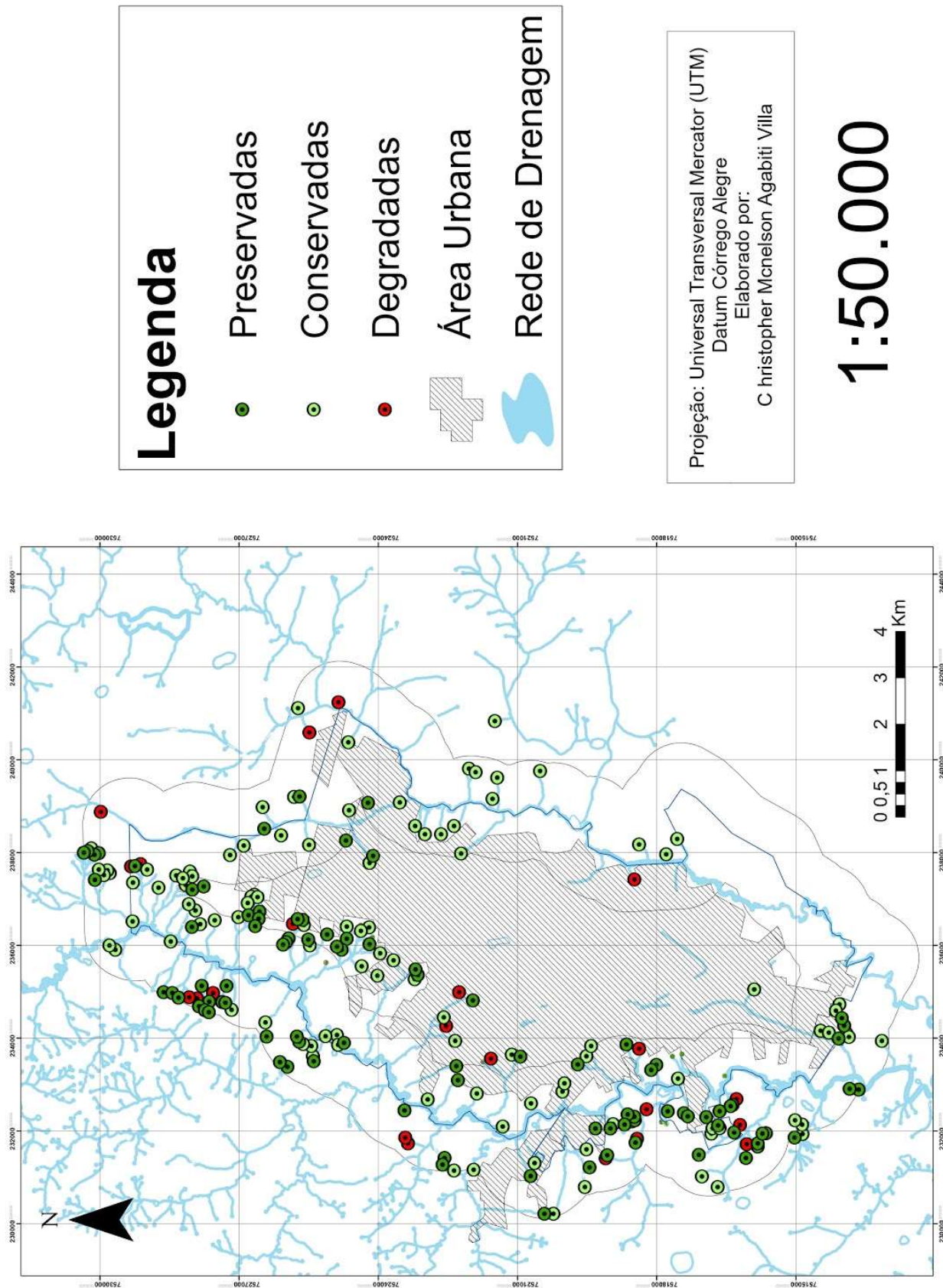


Para a fabricação do mapa de Classificação das Nascentes conforme o seu Uso de Solo, foi utilizado os Mapas de Uso de Terra das Nascentes de Rio Claro-SP - 2018, classificando as nascentes em Conservadas; Preservadas e Degradadas, conforme o percentual de área verde na sua área de proteção, adaptado de Pinto et al. apud Oliveira et al. (2010):

- sendo de < 70% para as nascentes Conservadas;
- entre 70% e 40%, com um limite de 15% para as classificações de solo exposto, para as nascentes Preservadas;
- enquanto que > 40%, com usos de área urbana e/ou pavimentação, para nascentes Degradadas.

Houve um total de 107 nascentes enquadradas como Conservadas; 94 nascentes enquadradas como Preservadas; e 22 nascentes enquadradas como Degradadas.

Estado de Conservação das Nascentes



6.3 IMPACTOS AMBIENTAIS DIRETAMENTE RELACIONADOS E AÇÕES MITIGADORAS.

O município de Rio Claro possui uma área total de 498,422 km² (IBGE, 2018), sendo que uma grande porcentagem do território encontra-se recoberto pela mancha urbana no período de 2018/19. Tal fato implica numa série de problemas ambientais, em especial, na invasão nas APPs das nascentes, dificultando a sua área de recarga e potencialmente extinguindo-as.

Neste contexto, a dinâmica das nascentes fica extremamente comprometidas. Os **mapas 3 e 12** apresentam, os usos da terra nas APP, onde é regido pela Resolução CONAMA nº 303 de 20 de março de 2002, uma área de 50m de raio, a partir do olho d'água, que esta, por sua vez, tem que possuir uma vegetação nativa, que resguarde a integridade do recurso hídrico.

A urbanização acarreta uma série de impactos ambientais no sistema hídrico, sendo resumido em dois processos, segundo Felipe (2009):

- aumento da densidade demográfica, que tende a aumentar a necessidade de recursos hídricos e comprometer a sua qualidade;
- aumento da densidade da malha urbana, tendendo a impermeabilização do solo e modificar o sistema de drenagem, alterando as característica do balanço hidrológico local

Assim, as principais consequências na dinâmica das nascentes, devido a urbanização, são as alterações nas vazões. O quadro 1, apresenta uma série de impactos ambientais urbanos e sua possíveis consequências na dinâmica das nascentes, proposto por Felipe (2009).

QUADRO 1: IMPACTOS AMBIENTAIS URBANOS E SUAS CONSEQUÊNCIAS PARA A DINÂMICA DAS NASCENTES		
IMPACTOS	CONSEQUÊNCIAS GERAIS NO SISTEMA HÍDRICO	CONSEQUÊNCIAS PARA AS NASCENTES
Impermeabilização do solo	Aumento da quantidade e da velocidade do escoamento superficial. Redução da recarga dos aquíferos. Intensificação dos processos erosivos, aumento da carga sedimentar para os cursos d'água, assoreamento e inundações.	Descaracterização. Redução da vazão. Desaparecimento.
Resíduos (combustível, esgoto, lixões, etc.)	Poluição das águas subterrâneas.	Redução na qualidade da água.
Retirada de água subterrânea	Rebaixamento do nível freático.	Redução da vazão. Desaparecimento.
Substituição da cobertura vegetal	Intensificação dos processos erosivos, assoreamento, inundações. Diminuição da retenção de água. Aumento da energia dos fluxos superficiais.	Descaracterização. Redução da vazão. Desaparecimento.
Construções	Drenagem de nascentes. Aterramento.	Descaracterização. Desaparecimento.
Canalização de rios	Aumento da velocidade e da energia dos fluxos. Alteração no padrão de influência/efluência dos rios.	Descaracterização. Redução da vazão.
Ilha de calor	Alteração no padrão de chuvas. Alteração no padrão de recarga.	Alteração da vazão.

Portanto, a partir das análises do uso da terra em APPs de nascentes, notou-se uma recuperação de vegetação, reduzindo os impactos produzidos pela substituição da cobertura vegetal, reduzindo a intensificação dos processos erosivos. Não foi constatado nenhuma canalização nas áreas de nascente, assim, mantendo o fluxo natural.

Ainda que haja impactos consideráveis, através do uso IIAM, ou seja, há a presença de lixos, de tubulação de esgoto doméstico e uso por animais, acarretando em uma diminuição da qualidade da água, ressaltando a presença de óleos e espumas em algumas nascentes visitadas.

Neste caso, podem ser citadas ações para serem aplicadas nas áreas de nascentes:

- Limpeza e cercamento: retirada do lixo presente nas APP e implementação de cercas, para maior proteção. É necessário que

haja uma periodicidade na coleta de lixo em APP, para que não haja acúmulo.

- Intensificar a coleta de lixo nos bairros adjacente, para que amenize e ocorra uma extinção do comportamento de despejo de resíduos.
- Fiscalização e monitoramento dos locais de APP, por funcionários que tenham conhecimento dos aparatos legais relacionados às nascentes.
- Recuperação das vegetações nativas; plantio de árvores que melhor se adaptam ao local.
- Fazer com que se cumpra a lei, da qual, determina a área de preservação permanente.

Algumas das políticas ambientais do município já resguardam e evidenciam a retomada da vegetação nas áreas de app, por parte do DAAE de Rio Claro-SP, ocorrem ações de reflorestamento, através de: Semana do Meio Ambiente; Plano de Reflorestamento; Destinação para quitação de multas ambientais.

A partir das ações propostas, deve-se pensar em projetos de recuperação da qualidade ambiental, envolvendo as nascentes e, principalmente, o seu curso d'água, para que reduza os impactos sofridos pela população e o mal planejamento urbano.

7. CONCLUSÃO

A cobertura vegetal de uma nascente, impede que ocorra processos erosivos, a sedimentação e por fim, o desaparecimento do olho d'água e todo seu curso.

A evolução da vegetação, foi verificada pelo mapeamento do Uso de Terra, ocorrendo uma diminuição no solo exposto, de 12,5% para 5%, mais suscetível a processos erosivos, e um aumento de vegetação rasteira, de 30% para 32%. Destaca-se a integridade das áreas verdes dentro das APP, inclusive nas nascentes encontradas dentro da área urbana, além de possuírem um aumento considerável de 6 percentuais.

Reduzindo e eliminando os impactos ambientais resultantes dos processos erosivos, advindo da substituição do solo exposto por uma vegetação alta e densa.

A partir somente da análise do Uso de Terras dentro das áreas de proteção, encontramos um aumento da vegetação e uma tendência de equilíbrio, onde não há invasão da malha urbana, porém, faz-se necessário o apontamento do IIAM, realizado no trabalho de campo, onde outros parâmetros foram avaliados.

O Índice de Impactos Ambientais Macroscópicos, utilizou-se de uma técnica de visualização, onde está mais perceptível a avaliação dos impactos ambientais, numa escala menor.

Constatou que 11 nascentes, num total de 16 como amostragem, encontram-se em estado Péssimo ou Ruim, devido a presença de lixo; presença de animais e/ou humanos; esgoto doméstico; espumas, óleos e materiais flutuantes, sendo esses aspectos invisíveis a análise por geoprocessamento e classificação manual das classes temáticas.

A classificação do Uso de Terras, nos norteiam para identificação de nascentes mais suscetíveis ao impactos ambientais, porém, com o auxílio do IIAM, pode-se de fato, enquadrar as nascentes com seus devidos graus de preservação.

Os mapas gerados permitem um melhor conhecimento sobre os impactos ambientais gerados pela urbanização, representando tanto pela mudança dos usos de solos das APP, tanto pelo IIAM, detalhando a nascente em seu grau local.

Portanto, as 223 nascentes mapeadas, encontram-se num processo de recuperação da mata nativa e própria para sua APP.

Com esta pesquisa, verifica-se o grau de preservação das nascentes dentro do perímetro urbano, dando subsídio para a gestão municipal, dar enfoque aos trabalhos já realizados do reflorestamento das áreas de preservação permanente do município, além de identificar problemas menores, como a acumulação de entulho em local de afloramento do lençol freático.

8. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ADÃO, Nilton Manoel Lacerda ; POLETTE, Marcus. Sistema de Indicadores de Qualidade Ambiental Urbana para Metrópoles Costeiras (SIMeC): : uma proposta de instrumento de análise territorial. [S.l.]: Rev. Bras. Estud. Urbanos Reg., 2016. 18 .

BRASIL. Lei nº 12.651, de 25 de maio de 2012. Institui o Código Civil. Diário Oficial da União: seção 1, Brasília, DF, 25 mai. 2012.

BRASIL. Resolução CONAMA No 303/2002 n. 303/2002, de 20 de mar. de 2002. RESOLUÇÃO CONAMA no 303, de 20 de março de 2002 Publicada no DOU no 90, de 13 de maio de 2002, Seção 1, página 68. Dispõe sobre parâmetros, definições e limites de Áreas de Preservação Permanente. . [S.l.], p. 87-89, mar. 2002. Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/port/conama/legiabre.cfm?codlegi=299>>. Acesso em: 24 maio 2019.

BECKER, B. K., EGLER, C. A. G. Detalhamento da metodologia para execução do Zoneamento Ecológico-Econômico pelos estados da Amazônia Legal. Secretaria de assuntos Estratégicos/Ministério do Meio Ambiente, Brasília. 1996.

BRITO, Fausto. O deslocamento da população brasileira para as metrópoles. **Estudos Avançados**, Belo Horizonte, v. 57, n. 20, p.221-236, maio 2006

CÂMARA, Gilberto *et al.* CONCEITOS BÁSICOS EM GEOPROCESSAMENTO. *In*: CÂMARA, Gilberto *et al.* Conceitos Básicos em Geoprocessamento. [S. l.: s. n.], 1995. cap. 2, p. 1-34.

CALHEIROS, R. de O.; TABAI, F. C. V.; BOSQUILIA, S. V.; CALAMARI, M. Preservação e recuperação das nascentes (de água e de vida). Comitê das Bacias Hidrográficas dos Rios Piracicaba, Capivari e Jundiá – CTRN. Piracicaba, 2004

Davis and Dewiest (1966) Hydrogeology. John Wiley and Sons, Inc., Hoboken, 463 p.

Farina, A. Principles and methods in landscape ecology. Londres: Chapman e Hall, 1998. 235 p.

FELIPPE, Miguel Fernandes. **Caracterização e tipologia de nascentes em unidades de conservação de Belo Horizonte-MG com base variáveis geomorfológicas, hidrológicas e ambientais.** 2009. 280 f. TCC (Graduação) - Curso de Geografia e Análise Ambiental, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2009.

FELIPPE, Miguel Fernandes; MAGALHÃES JUNIOR, Antônio Pereira. Consequências da ocupação urbana na dinâmica das nascentes em Belo Horizonte-MG. **S.i**, Belo Horizonte,

p.0-19, mar. 2016.

FERREIRA, Leila da Costa *et al.* RISCO, VULNERABILIDADE E ADAPTAÇÃO ÀS MUDANÇAS CLIMÁTICAS: UMA ABORDAGEM INTERDISCIPLINAR. *Ambiente & Sociedade*, São Paulo, v. 19, n. 2, 2016. Disponível em: http://www.scielo.br/scielo.php?pid=S1414-753X2016000200093&script=sci_arttext&tlng=pt. Acesso em: 17 jul. 2019.

FRITZEN, Maycon *et al.* ALTERAÇÕES NO CICLO HIDROLÓGICO EM ÁREAS URBANAS: cidade, hidrologia e impactos no ambiente. *Atêlie Geográfico*, Goiania, v. 5, n. 3, p. 239-254, 2011. Disponível em: <https://www.revistas.ufg.br/atelie/article/view/16703/10155>. Acesso em: 17 jul. 2019.

GOMES, Priscila Moreira; MELO, Celine de; VALE, Vagner Santiago do. Avaliação dos impactos ambientais em nascentes na cidade de Uberlândia-MG: análise macroscópica. **Sociedade & Natureza**. Uberlândia, p. 103-120. jun. 2005.

HIGASHI, A. R. Metodologia de uso e ocupação dos solos de cidades costeiras brasileiras através de SIG com base no comportamento geotécnico e ambiental. Florianópolis, 2006. Tese (Doutorado). Universidade Federal de Santa Catarina. Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil.

LINSLEY, Ray Keyes; FRANZINI, Joseph Bernard. Engenharia de recursos hídricos. São Paulo: USP/McGraw-Hill, 1978. 798 p. v. 5.

MASCARENHAS, Luciane Martins de Araújo; FERREIRA, Manuel Eduardo; FERREIRA, Laerte Guimarães. SENSORIAMENTO REMOTO COMO INSTRUMENTO DE CONTROLE E PROTEÇÃO AMBIENTAL: ANÁLISE DA COBERTURA VEGETAL REMANESCENTE NA BACIA DO RIO ARAGUAIA. **Sociedade & Natureza**, Uberlândia, v. 1, n. 21, p.5-18, abr. 2009. Disponível em: <http://www.scielo.br/pdf/sn/v21n1/v21n1a01>>. Acesso em: 01 ago. 2018.

MALAQUIAS, Gleice Barboza; CÂNDIDO, Brenda Barbosa. Avaliação dos impactos ambientais em nascentes do município de Betim, MG: Análise macroscópica. **Meio Ambiente e Sustentabilidade**. Betim, p. 50-65. jan. 2013.

Matheus Bacani, Vitor; Yoso Sakamoto, Arnaldo; Luchiari, Ailton; QuénoI, Hérve. SENSORIAMENTO REMOTO E SIG APLICADOS À AVALIAÇÃO DA FRAGILIDADE AMBIENTAL DE BACIA HIDROGRÁFICA Mercator - Revista de Geografia da UFC, vol. 14, núm. 2, mayo-agosto, 2015, pp. 119- 135 Universidade Federal do Ceará Fortaleza, Brasil.

PEREIRA, Jader Lima *et al.* DIAGNÓSTICO AMBIENTAL DE NASCENTES NO MUNICÍPIO DE CRICIÚMA, SANTA CATARINA. *Revista de Ciências Ambientais*, Canoas,

v. 5, n. 1, p. 39-56, 2011. Disponível em: <https://revistas.unilasalle.edu.br/index.php/Rbca/article/view/136/153>. Acesso em: 24 jul. 2019.

PINTO, N.L.S. & HOLTZ, A.C.T. - Hidrologia básica. São Paulo, Edgard Blüchen, **1976**

REBOUÇAS, Aldo da Cunha; CUTRIM, Alterêdo Oliveira. ESTUDO DA RECARGA DO AQÜÍFERO FURNAS NA CIDADE DE RONDONÓPOLIS-MT. XIII Congresso Brasileiro de Águas Subterrâneas, São Paulo, 2004. Disponível em: <https://aguassubterraneas.abas.org/asubterraneas/article/view/23284/15376>. Acesso em: 24 jul. 2019.

RIGHETTO, Antonio Marozzi. Hidrologia e recursos hídricos. São Carlos: EESC/USP, 1998. 819 p. Disponível em: <https://bdpi.usp.br/item/001017111>. Acesso em: 27 ago. 2019.

TORRES, Fillipe Tamiozzo Pereira. Mapeamento e análise de impactos ambientais das nascentes do córrego Alfenas, Ubá (MG). Revista de Ciências Agroambientais, Alta Floresta, v. 14, n. 1, p. 45-52, 2016. Disponível em: <https://portal.unemat.br/index.php/rcaa/article/view/1409/1387>. Acesso em: 16 ago. 2019.

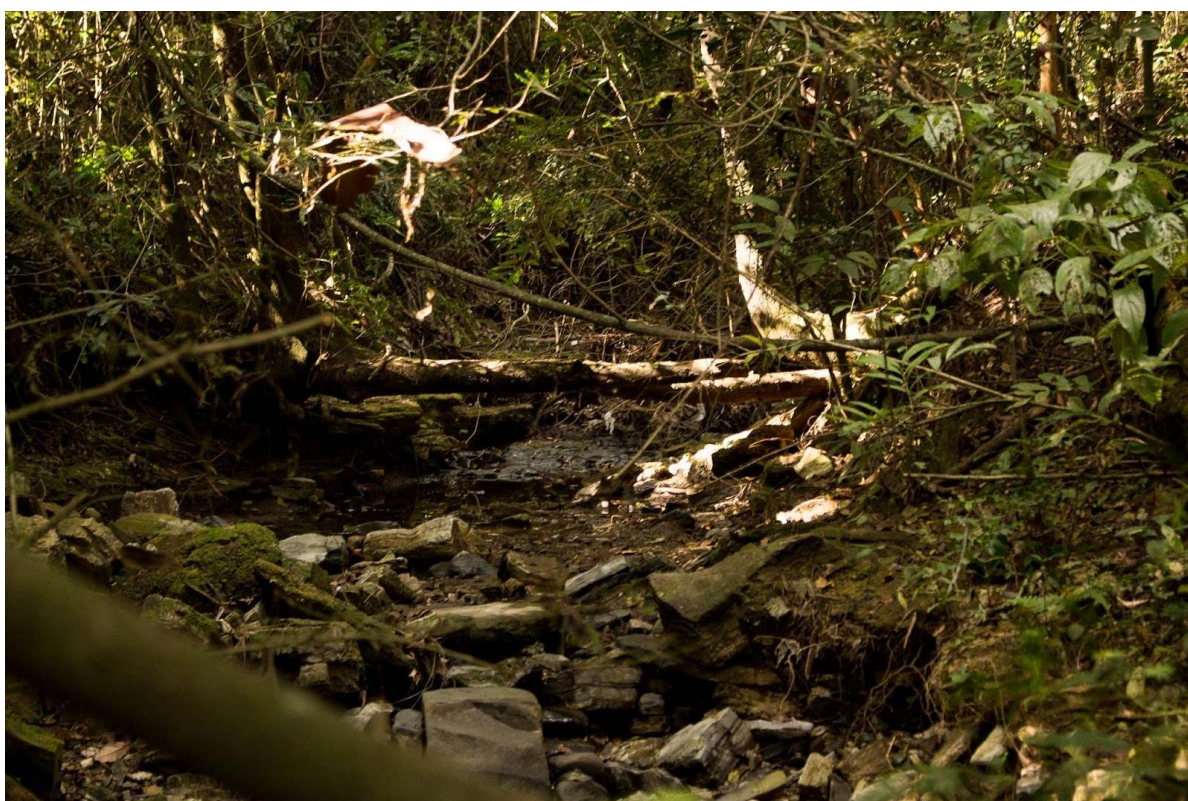
VALENTE, O. f.; GOMES, M. A. Conservação de nascentes; hidrologia e manejo de bacias hidrográficas de cabeceiras. Viçosa: Aprenda Fácil, 1978. 210 p.

ZAINE, José Eduardo. MAPEAMENTO GEOLÓGICO-GEOTÉCNICO POR MEIO DO MÉTODO DO DETALHAMENTO PROGRESSIVO: ENSAIO DE APLICAÇÃO NA ÁREA URBANA DO MUNICÍPIO DE RIO CLARO (SP). Rio Claro: [s. n.], 2000. Disponível em: <https://repositorio.unesp.br/handle/11449/102900>. Acesso em: 23 abr. 2019.

ANEXOS



ANEXO 17 - Nascente 440 - curso d'água



ANEXO 18 - Vegetação da nascente



ANEXO 19 - Nascente com lixo em seu entorno



ANEXO 20 - Nascente com lixo



ANEXO 21 - Nascente degradada com óleo e manchas