

**UNIVERSIDADE DO EXTREMO SUL CATARINENSE - UNESC  
CURSO DE CIÊNCIAS BIOLÓGICAS - BACHARELADO**

**JONAS HEERDT DA SILVA**

**CARACTERIZAÇÃO DA COBERTURA E USO DA TERRA EM ÁREA DE  
RECARGA DE NASCENTES SITUADAS NO PERÍMETRO URBANO DO  
MUNICÍPIO DE FORQUILHINHA - SC**

**CRICIÚMA**

**2019**

**JONAS HEERDT DA SILVA**

**CARACTERIZAÇÃO DA COBERTURA E USO DA TERRA EM ÁREA DE  
RECARGA DE NASCENTES SITUADAS NO PERÍMETRO URBANO DO  
MUNICÍPIO DE FORQUILHINHA - SC**

Trabalho de Conclusão de Curso, apresentado para obtenção do grau de Bacharel no curso de Ciências Biológicas da Universidade do Extremo Sul Catarinense, UNESC.

Orientador: Prof.<sup>o</sup> M. Sc. Gustavo Simão

**CRICIÚMA**

**2019**

**JONAS HEERDT DA SILVA**

**CARACTERIZAÇÃO DA COBERTURA E USO DA TERRA EM ÁREA DE  
RECARGA DE NASCENTES SITUADAS NO PERÍMETRO URBANO DO  
MUNICÍPIO DE FORQUILHINHA - SC**

Trabalho de Conclusão de Curso aprovado pela Banca Examinadora para obtenção do Grau de Bacharel, no Curso de Ciências Biológicas da Universidade do Extremo Sul Catarinense, UNESC, com Linha de Pesquisa em meio ambiente e recursos hídricos.

Criciúma, 28 de novembro de 2019.

**BANCA EXAMINADORA**

Prof. M. Sc. Gustavo Simão - (UNESC) - Orientador

Prof. Dr. Jairo José Zocche - (UNESC)

Prof. M. Sc. Jóri Ramos Pereira - (UNESC)

## **AGRADECIMENTOS**

Primeiramente por existir, e ser rodeado de pessoas maravilhosas que me ajudam a cada dia buscar ser uma pessoa melhor e evoluir.

Aos meus pais, pois eles são o meu alicerce para toda a minha vida, e por sempre terem lutado por mim e pelo meu irmão.

Agradeço ao meu orientado Prof. Gustavo Simão pela atenção, incentivo, e disponibilidade, além de todos os conhecimentos adquiridos durante as aulas de Conservação e Manejo de Solo, e no decorrer deste trabalho.

Aos professores que durante a graduação foram importantes para a minha formação, e também a universidade.

Ao Murilo Motta, Andressa Lima, Karoline de Costa, Deise Viana, Bruna Marques, Patrick Aurélio e Cristian Lima pela parceria de sempre, e por estarem sempre do meu lado. Obrigado pela paciência.

Aos meus colegas da graduação, Bruna Ghislandi, Natália Oliveira, Danielle Rampinelli, Debora Ferreira, Ariadne Watywarawan, Daniéla Gonçalves, Gabriel Gonzaga, por todo o companheirismo, apoio e incentivo durante esses anos. Obrigado pelo encorajamento de seguir a carreira de biólogo. E que tornemos agentes da transformação, para buscar proteger, preservar e cuidar do meio ambiente.

“O maior erro de noventa e nove por cento das pessoas é ter vergonha de serem quem são, é mentir a esse respeito, fingindo ser alguém diferente”.

J.K. Rowling

## RESUMO

As nascentes são ambientes extremamente sensíveis aos processos de antropização proveniente do uso da terra pela urbanização e atividades agrícolas. A caracterização e o manejo da terra são considerados parâmetros muito importantes para avaliar e promover a qualidade ambiental. A área de estudo engloba as nascentes da área urbana do município de Forquilha, Santa Catarina. O objetivo do estudo foi classificar os usos da terra em áreas de recarga de nascentes, em quatro nascentes e propor o manejo destas áreas. A classificação das áreas de recargas foi realizada por meio de fotointerpretação, com o auxílio do *software* ArcMAP e as imagens aéreas foram obtidas pelo *software* Google Earth Pro. As análises em campo das áreas de recargas foram realizadas no mês de novembro de 2019. O mapeamento das áreas de recarga permitiu a identificação de seis classes de uso da terra em: vegetação arbórea, uso agrícola, gramíneas, urbanização, vias de acesso e espelho d'água. A classe com maior representatividade na área de recarga da nascente 1 foi as gramíneas, utilizada para a criação de bovinos, na área da nascente 2 o maior uso foi da urbanização, e as nascentes 3 e 4 tiveram maior uso na classe de uso agrícola. Uma nascente apresentou APP protegida, dentre as nascentes analisadas, e foi proposto a recomposição da vegetação para a APP das nascentes que não se encontravam protegidas. Além da recomposição vegetal, outras medidas foram propostas, como terraceamento, o modelo agropastoril, pavimentos permeáveis, arborização urbana, entre outras medidas de manejo do uso da terra. Os resultados demonstraram que apesar das alterações antrópicas, promovidas pela urbanização, nas áreas de recarga das nascentes, os afloramentos continuam fornecendo água para o ambiente. Porém as ações humanas de ocupação e impermeabilização da terra, práticas não conservacionistas de atividades agrícolas, entre outras ações, podem acarretar na redução da qualidade ambiental destes ecossistemas.

**Palavras-chave:** Água. Antropização. Geoprocessamento. Infiltração. Urbanização.

## LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1: Mapa da área de estudo e localização geográfica do município de Forquilha, SC.....	17
Figura 2: Localização das nascentes em estudo do município de Forquilha.....	20
Figura 3: A esquerda, foto da nascente 1 situada ao final de uma estrada particular, e a direita, campo com gramíneas para a pastagem de animais, e presença de mata ao fundo da imagem.....	22
Figura 4: Representação do uso da terra da nascente 1, situada fora do zoneamento urbano de Forquilha. ....	23
Figura 5: Modelo de manejo adequado para uma área com diversas atividades agrícolas.....	24
Figura 6: Área de recarga da nascente 2 com a classificação de uso da terra. ....	26
Figura 7: A esquerda uma foto da plantação de milho situada na porção mais superior do terreno e a direita o córrego da área intitulada nascente 2. ....	27
Figura 8: Uso da terra das áreas de recarga das nascentes 3 e 4.....	28
Figura 9: A esquerda culturas de arroz e milho presentes na área de recarga da nascente, e a direita a nascente 3. ....	29
Figura 10: Área de recarga da nascente 4, a esquerda representação do uso agrícola e a direita localização da APP. ....	30

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1: Nascentes em estudo, coordenadas locacionais no sistema UTM, <i>datum</i> SIRGAS 2000, meridiano 22 e contexto locacional ante o plano diretor. ....	21
Tabela 2: Classificação das áreas de uso da terra, e suas respectivas porcentagens em relação a cada nascente. ....	22



## LISTA DE QUADROS

Quadro 1: Classes de uso e cobertura da terra.....	19
--	----

## LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

<b>AMREC</b>	Associação dos Municípios da Região Carbonífera
<b>APP</b>	Área de Preservação Permanente
<b>Cfa</b>	Clima subtropical constantemente úmido e sem estação seca definida
<b>GPS</b>	Global Positioning System
<b>IBGE</b>	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
<b>SDS</b>	Secretaria de Desenvolvimento Sustentável de Santa Catarina
<b>SIG</b>	Sistema de Informação Geográfica
<b>SIGSC</b>	Sistema de Informação Geográfica de Santa Catarina
<b>SUS</b>	Sistema Único de Saúde
<b>UNESC</b>	Universidade do Extremo Sul Catarinense
<b>UNESCO</b>	Organização das Nações Unidas para a Educação, a Ciência e a Cultura

## SUMÁRIO

<b>1 INTRODUÇÃO</b> .....	<b>11</b>
<b>2 OBJETIVOS</b> .....	<b>16</b>
2.1 OBJETIVO GERAL .....	16
2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS .....	16
<b>3 MATERIAL E MÉTODOS</b> .....	<b>17</b>
3.1 LOCALIZAÇÃO E DESCRIÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO .....	17
3.2 GEOPROCESSAMENTO.....	18
3.3 CLASSIFICAÇÃO E USO E COBERTURA DA TERRA.....	19
<b>4 RESULTADOS E DISCUSSÃO</b> .....	<b>20</b>
4.1 USO DA TERRA DA ÁREA DE RECARGA DA NASCENTE 1 .....	21
4.2 USO DA TERRA DA ÁREA DE RECARGA DA NASCENTE 2.....	25
4.3 USO DA TERRA DA ÁREA DE RECARGA DAS NASCENTES 3 E 4.....	28
<b>5 CONCLUSÃO</b> .....	<b>32</b>
<b>REFERÊNCIAS</b> .....	<b>34</b>
<b>APÊNDICE</b> .....	<b>37</b>

## 1 INTRODUÇÃO

Todo ser vivo é formado de água e necessita dela para sobreviver e este elemento, desempenha papel importante para a manutenção da vida, sendo que não poderia existir vida sem água (BRUNI, 1993). Mas com o passar do tempo, a água começou a ser tratada como um recurso hídrico, e não um bem natural para a existência dos seres vivos (BACCI; PATACA, 2008). Segundo UNESCO (2019), a partir de 1980, houve um aumento do uso da água a uma taxa de 1% ao ano, devido ao crescimento populacional, desenvolvimento econômico e aumento dos padrões de consumo.

O desenvolvimento econômico trouxe inúmeros benefícios para a população, porém, produziu alterações no ciclo hidrológico e conseqüentemente na qualidade da água (BACCI; PATACA, 2008). Nos últimos anos os ambientes aquáticos têm sofrido alterações, devido as conseqüências negativas de atividades antrópicas (CALLISTO *et al.*, 2001). Como conseqüência, tem se notado a diminuição da qualidade da água, e desarranjo do ambiente físico e químico, e desaparecimento da biodiversidade local (GOULART; CALLISTO, 2003).

As alterações de ambientes aquáticos são agravadas onde existem áreas urbanas, quando a densidade populacional é elevada ou onde os ecossistemas aquáticos recebem efluentes industriais e domésticos sem tratamento (MORENO, 2005). Deveria existir uma maior preocupação ecológica por parte da população, pois, ao despejarmos efluentes industriais e domésticos sem um tratamento adequado, podemos contaminar mananciais e bacias hídricas de grande importância local e regional (ALVIM *et al.*, 2011).

A qualidade da água afeta diretamente a saúde da população, segundo números do Sistema Único de Saúde (SUS), cerca de 80% das internações hospitalares no Brasil, são provenientes de doenças que ocorrem devido à má qualidade da água para utilização humana (MERTEN; MINELLA, 2002). A água é um importante recurso para a população há séculos, pois as principais civilizações já se estabeleciam próximo a corpos d'água, para utilizar na produção de alimentos e nas atividades diárias (MOSCHINI-CARLOS *et al.*, 2004).

Na região de Forquilha, a qualidade dos recursos hídricos superficiais se encontra alterada, dada a influência negativa de atividades de mineração e o beneficiamento de carvão, desenvolvidas atualmente e no passado a montante da

sede do município (GALATTO *et al.*, 2011). Em áreas que ocorreram mineração, se faz necessário o controle e o monitoramento do uso da água e das áreas próximas, para poder se manter a qualidade do ambiente local (MOSCHINI-CARLOS *et al.*, 2004).

Em 1980, a região sul de Santa Catarina foi considerada a 14ª Área Crítica Nacional, devido à exploração do carvão mineral que ocorreu na região (SANTOS, 2008). Para Moschini-carlos *et al.* (2004), a situação ambiental da região é grave, devido a forma com que foi realizada a extração do carvão, e como ocorreu o descarte, o beneficiamento e transporte durante o processo.

A mineração pode influenciar a qualidade das águas das nascentes, pois em muitos casos, o afloramento do lençol freático está interligado, as águas armazenadas nas galerias subterrâneas da mineração (GALATTO, 2011). As ações antrópicas próximo a áreas de recarga de nascentes, influenciam na qualidade e quantidade da água, e conseqüentemente nos cursos da água subsequentes (RESENDE *et al.*, 2009).

Devido ao contexto de impacto regional, o município de Forquilha encontra-se privado de uso do seu principal manancial superficial, o rio Mãe Luzia, que singra a cidade e outrora foi uma fonte de água importante para a cidade, desde pelo menos a década de 1950 encontra-se profundamente impactado pelas atividades relacionadas a cadeia produtiva do carvão realizadas à montante do município (GALATTO, 2011). Segundo BRASIL (2018), o rio Mãe Luzia apresenta nas proximidades da porção urbana de Forquilha pH da ordem de 3, altas concentrações de ferro, sulfato e manganês. Mediante este cenário a proteção e potencialização dos mananciais hídricos não impactos no município reveste-se de fundamental interesse, haja vista que estes podem ser mananciais de garantia a população de Forquilha no futuro.

A proteção das áreas de recarga se faz necessário para manter as nascentes protegidas, e ajuda a manter a qualidade e o fluxo contínuo da água, além de ser fundamental para a recarga do lençol freático (FELIPPE, 2009). Diferentes fatores podem influenciar a qualidade da água de uma nascente, como o clima, ações antrópicas, topografia, cobertura vegetal e o manejo da terra (JARDIM, 2010). Já a quantidade de água de uma nascente, está diretamente associada à quantidade de chuva que infiltra no solo, assim, reabastecendo os lençóis freáticos e aflorando através das nascentes (CALHEIROS *et al.*, 2009).

O manejo adequado da terra, o isolamento das áreas próximas as nascentes, e a adequação das APPs seguindo a Lei se fazem necessário para impedir que perturbações possam contaminar as nascentes (RESENDE *et al.*, 2009). Devem ser restabelecidas as faixas de mata ciliar, evitando o escoamento superficial da água, para manter a produção de água e garantir a manutenção do ciclo hidrológico, e uma vazão mais estável das nascentes (PRIMAVESI; DE CAMARGO; PRIMAVESI.; 1997). Adotar medidas de manejo da terra, para evitar a diminuição da vazão das nascentes e dos rios, são importantes para manter ecossistemas inalterados, protegidos e preservados (GOMES *et al.*, 2011)

O primeiro filósofo da antiga Grécia, Tales de Mileto, já dizia que “tudo é água”, esta foi considerada a primeira frase filosófica do Ocidente, considerando a água uma substância primordial para a origem das coisas (BRUNI, 1993). A água é o principal componente dos seres vivos, como o corpo humano que tem aproximadamente 65% de água, e um elefante ou uma espiga de milho tem cerca de 70% de água (SINECGEO, 2014). Por precisarmos tanto de água para sobreviver, sempre estabelecemos onde existe água em abundância, como próximos a rios e lagos.

Porém, apenas 0,01% de toda a água doce disponível no planeta se encontra nos rios e 22,40% se trata de água subterrânea, 0,04% se encontra na atmosfera, e para entender melhor a interação da água com os ambientes, devemos conhecer o ciclo hidrológico (PARANHOS, 2012). O ciclo hidrológico é o fenômeno global de circulação fechada da água entre a superfície terrestre e a atmosfera, impulsionado principalmente pela energia solar, associado à gravidade e a rotação da Terra (TUCCI, 1993).

A água pode chegar à superfície da Terra através da atmosfera, quando ganha massa e precipita na forma líquida por meio da chuva, ou na forma sólida (neve ou gelo) (SOARES, 2005). Parte da precipitação atinge a flora e a fauna, outra parte fica na superfície da terra, sendo absorvida pelo solo pelo processo de infiltração, onde as características do terreno e pedologia do solo, podem interferir no processo de infiltração (FELIPPE, 2009). A água pode evaporar pelo excesso de umidade do solo, ou se deslocar em fluxos superficiais através de rios e outros canais de água, ou também, percolar até atingir um aquífero (SOARES, 2005).

Toda a água de origem subterrânea passa pelo ciclo hidrológico, por onde a água movimentada, do oceano para a atmosfera, e posteriormente para o continente,

retornando ao oceano de forma superficial ou subterrânea (FEITOSA et al., 2008). Cerca de 1,5 bilhões de pessoas que residem em áreas urbanas e rurais, utilizam de mananciais subterrâneos para obter água, devido ao baixo custo de captação da água e a sua boa qualidade (PARANHOS, 2012). A água subterrânea alimenta nascentes, lagos, fontes, rios, oceanos, e acelera o fluxo da superfície (SOARES, 2005).

As nascentes são consideradas fluxos ou descargas concentradas de água subterrânea que surgem na superfície do solo (FELIPPE, 2009). Alterações no solo aceleram os processos de fluxo da água na superfície, e mudam a infiltração, a absorção e a qualidade e quantidade da água (SOARES, 2005). A conservação ambiental e a proteção das áreas de nascentes, são exigências legais, contudo nem toda a sociedade tem interesses em comum (FELIPPE, 2009).

O manejo inadequado da terra, como a prática de agricultura não conservacionista e a retirada da mata nativa, próximo a áreas de nascentes, diminui a infiltração da água, e aumenta a erosão do solo (SOARES, 2005). A preservação das nascentes e rios, através de formações florestais, são essenciais para a proteção dos cursos de água, reduzindo assim a possibilidade de contaminação dos recursos hídricos (RESENDE, 2009). O desempenho das nascentes está relacionado a área de infiltração, conhecida como área de recarga, e não apenas a área de preservação permanente, pois hidrologicamente, a água que infiltra na APP, contribui pouco para a vazão da nascente (CALHEIROS, 2009).

Segundo o estudo de (RESENDE, 2009) as nascentes com maior grau de degradadas, estão localizadas em áreas com ausência de cobertura florestal, ou com presença de pastagem ou de algum tipo de cultivo. E para garantir a qualidade e quantidade da água e da biodiversidade, deve se fazer o manejo adequado das nascentes em conjunto com práticas conservacionistas (PINTO, 2003).

A erosão do solo é um dos principais problemas gerados pela atividade agrícola, sendo que são comprometidos, cerca de 6 milhões de hectares de solos considerados produtivos (PARANHOS, 2012). A vegetação auxilia na dinâmica da água, reduzindo a evaporação, aumentando a capacidade de infiltração, diminuindo a sedimentação do solo e o protegendo do carregamento para cursos da água (KLEIN; KLEIN, 2014).

O planejamento e o ordenamento do uso da terra, tanto em áreas urbanas quanto em áreas rurais, são imprescindíveis para manutenção da água no lençol

freático da área de recarga de nascentes, resultando conseqüentemente na qualidade da água de córregos e rios (PINTO, 2003). Existe evidências que o manejo inadequado esteja afetando a recarga das reservas de água subterrânea, devido a infiltração da água de forma ineficaz, e ao afetar a recarga, afeta diretamente a qualidade das nascentes (KLEIN; KLEIN, 2014).

O planejamento e gestão da terra e do uso da água estão se tornando a cada dia mais usuais nos programas de expansão agrícola e da pecuária (PINTO, 2003). Modelos de manejo mais eficientes da atividade agrícola são importantes para a redução dos impactos da expansão agrícola, permitem a proteção das maiores riquezas do nosso país: a nossa biodiversidade (KLEIN; KLEIN, 2014).

Por isso, caracterizar o uso da terra de área de recarga de nascentes, é importante para entender como esses locais estão organizados, e assim promover o manejo da terra de forma adequada para preservar e cuidar da qualidade das nascentes e da água.



## 2 OBJETIVOS

### 2.1 OBJETIVO GERAL

Mapear o uso e cobertura da terra no entorno das nascentes localizadas no perímetro urbano no município de Forquilha, sul de Santa Catarina, Brasil.

### 2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Localizar as nascentes no perímetro do município de Forquilha e comparar com a zona urbana definido no plano diretor.
- Mapear as classes de uso e cobertura da terra no entorno das nascentes e em suas áreas de recarga.
- Propor o manejo e implantação de medidas de proteção adequadas as áreas de recarga de nascentes estudadas.

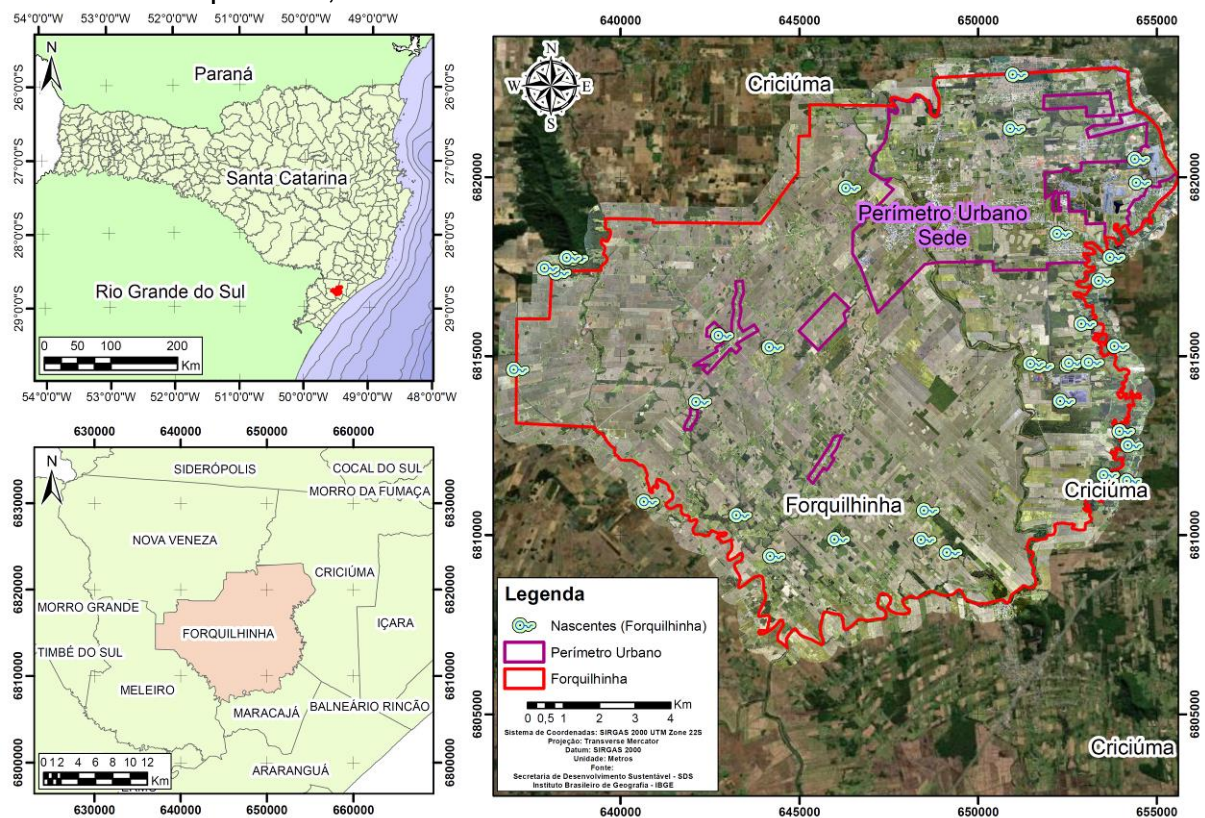
### 3 MATERIAL E MÉTODOS

#### 3.1 LOCALIZAÇÃO E DESCRIÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO

O município de Forquilha, localiza se na microrregião Sul do Estado de Santa Catarina, no sul do Brasil, e ocupa uma área de 183,134 km<sup>2</sup>, com altitude de 25 metros e uma população estimada de 26.793 habitantes, situando se na bacia do rio Araranguá (IBGE, 2019). Suas coordenadas são: latitude 28° 44' 49" (S); longitude 49° 28' 19" (N), pertence a Microrregião de Criciúma e da AMREC - Associação dos Municípios da Região Carbonífera. Na Figura 1 os limites municipais encontram se apresentados em vermelho e os limites do perímetro urbano obtidos a partir do plano diretor (FORQUILHINHA, 2011).

A região possui clima caracterizado como Cfa, subtropical mesotérmico úmido sem estação seca, segundo a classificação de Koppen Geiger (ALVARES *et al.*, 2013).

Figura 1: Mapa da área de estudo e localização geográfica do município de Forquilha, SC.



Fonte: Do autor, 2019.

A identificação das nascentes foi realizada, utilizando o arquivo shapefile de nascentes, obtido pelo SIGSC (Sistema de Informação Geográfica de Santa Catarina), disponibilizado pela Secretaria de Desenvolvimento Sustentável de Santa Catarina (SDS) datado de 12/06/2019. Para constatar se as nascentes encontravam em perímetro urbano, foi utilizado Mapa de Zoneamento Urbano do município, que está disponível na lei complementar de número 015, de 11 de agosto de 2011.

As análises das nascentes em campo foram realizadas no mês de novembro de 2019, e os pontos foram demarcados com GPS da marca Garmin, modelo eTrex 20, e observadas as características da terra e seus usos. Para a análise, visualização e classificação do uso da terra em ambiente SIG, utilizando-se do software de geoprocessamento ArcMAP versão 10.2.

### 3.2 GEOPROCESSAMENTO

O geoprocessamento é uma tecnologia que consiste em manipular, analisar, e visualizar dados georreferenciados, proporcionando a confecção de mapas temáticos que representam os fenômenos existentes presentes no solo (FITZ, 2008). As técnicas de geoprocessamento têm sido ao longo dos anos, utilizadas em diversos estudos ambientais, sobretudo, àqueles voltados à gestão de bacias hidrográficas e planejamento do território (ROSA, 2005). A utilização do geoprocessamento em estudos complexos, como os sistemas ambientais, é fundamental, visto que permite a verificação da dinâmica da natureza no espaço e no tempo (ROCKETT *et al.*, 2014).

As geotecnologias podem ser definidas como o agrupamento de ferramentas e técnicas que auxiliam na extração, processamento e, análise de dados, através de softwares de sistemas de informações geográficas (SIG), que integram a cartografia digital, o sensoriamento remoto, fotointerpretação, sistema de posicionamento global e a topografia (ROSA, 2005). Pela capacidade de processamento de dados, essas ferramentas podem ser amplamente utilizadas para tomada de decisão, controle e manutenção dos recursos hídricos.

### 3.3 CLASSIFICAÇÃO E USO E COBERTURA DA TERRA

Para a realização da análise, classificação e uso da terra, foram elaborados os *buffers* (mapas de distância) de 300 m em torno das nascentes, para a definição das áreas a serem classificadas. A classificação foi realizada seguindo os parâmetros: área agrícola, gramíneas, vias de acesso, vegetação arbórea, urbanização e espelho d'água, totalizando seis classes para uso e ocupação da terra de cada nascente, conforme Quadro 1.

Quadro 1: Classes de uso e cobertura da terra.

<b>Classes</b>	<b>Descrição</b>
<b>1 – Vegetação arbórea</b>	Presença de árvores com altura superior a 2 m.
<b>2 – Uso agrícola</b>	Área de cultivo de diferentes tipos de agricultura, ou preparadas para o cultivo.
<b>3 – Gramíneas</b>	Área de pastagem, geralmente destinada a criação de bovinos ou outros herbívoros ruminantes, ou área em desuso, apenas com vegetação rasteira.
<b>4 – Urbanização</b>	Presença de algum tipo de construção de alvenaria ou madeira.
<b>5 – Vias de acesso</b>	Vias onde transitam veículos e pessoas, podendo ser pavimentada ou não.
<b>6 – Espelho d'água</b>	Rios, lagos, açudes, ou qualquer outro elemento que represe ou tenha água corrente.

Fonte: Do autor, 2019.

Durante a classificação não foram levados em consideração se a vegetação arbórea ou demais vegetação, era de origem nativa ou exótica. Pois o objetivo do estudo era classificar os usos da terra.

A partir das imagens de satélite, obtida do *software* Google Earth Pro, foi determinar as classes e a sua abrangência, e posteriormente fazendo a medição de cada classe pertencente a cada nascente. Após a caracterização e análise dos usos da terra de cada área, foi possível propor manejos e possíveis ações para melhor a qualidade da água e do entorno das nascentes e conseqüentemente da qualidade da população e do ambiente.

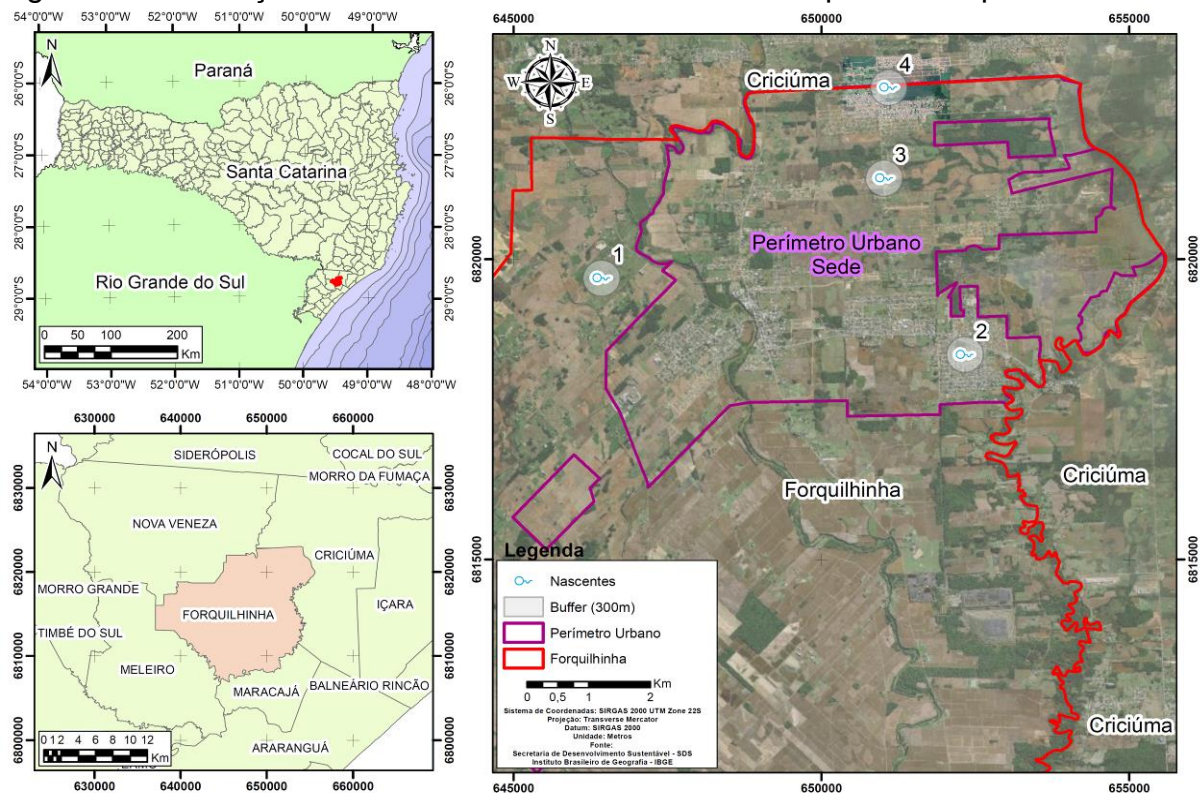
## 4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Ao todo, o município de Forquilha tem 24 nascentes (Figura 1) em seu território, segundo dados do arquivo shapefile do site SIGSC. Destas, três nascentes se encontram em área determinada urbana, definido no mapa de zoneamento, pela Lei do Perímetro Urbano do Município de Forquilha, N°. 014, de 11 de agosto de 2011.

A lei de zoneamento urbano do município de Forquilha determina que, “O Zoneamento, Uso e Ocupação do Solo Municipal divide o território em zonas; definem a distribuição da população neste espaço em função da infraestrutura e das condicionantes socioambientais” (FORQUILHINHA, 2011, p. 1).

As quatro nascentes em estudo que se encontram no município de Forquilha, estão localizadas em quatro propriedades privadas. Três nascentes então localizadas dentro do perímetro urbano municipal e uma encontra se fora do perímetro urbano, podendo ser observadas na localização da Figura 2 e sob as coordenadas presente na Tabela 1.

Figura 2: Localização das nascentes em estudo do município de Forquilha.



Fonte: Do autor, 2019.

Tabela 1: Nascentes em estudo, coordenadas locacionais no sistema UTM, *datum* SIRGAS 2000, meridiano 22 e contexto locacional ante o plano diretor.

<b>Nascente</b>	<b>Coordenadas Geográficas</b>	<b>Zona</b>
<b>1</b>	E 646426.84 m N 6819688.25 m	Não Urbana
<b>2</b>	E 652329.38 m N 6818416.41 m	Residencial 1
<b>3</b>	E 651018.43 m N 6821353.19 m	Residencial 1
<b>4</b>	E 651091.67 m N 6822861.96 m	Residencial 1

Fonte: Do autor, 2019.

As três nascentes que encontram-se em área urbana, estão situadas na zona residencial 1. Segundo a lei complementar N°. 015, de zoneamento, uso e ocupação do solo municipal de Forquilha, destaca que a zona residencial 1:

Corresponde às áreas urbanas de uso misto destinadas ao uso predominantemente residencial, de média densidade, também sendo possível o uso de comércios e serviços de pequeno e médio portes. β 1º Esta zona tem como objetivo intensificar e consolidar a ocupação existente, priorizando melhorias no atendimento de infraestrutura e oferta de serviços públicos. β 2º Esta zona deve respeitar a vocação das vias classificadas como Arteriais e Coletoras, pela Lei do Sistema Viário e Mobilidade Municipal, como sendo importantes vias de ligação e passagem de veículos pelo tecido. (FORQUILHINHA, 2011, p. 10)

É importante destacar que a zona residencial 1 é destinada a uma densidade populacional média, como citado na lei complementar de zoneamento, e que a zona residencial 2 se destina para uma densidade populacional alta. A localização das nascentes dentro da zona residencial 1, diminuiu o risco de antropização das nascentes, caso as mesmas estivessem localizadas na zona residencial com alta densidade.

#### 4.1 USO DA TERRA DA ÁREA DE RECARGA DA NASCENTE 1

A nascente 1 se encontra fora da área urbana, porém, próximo ao zoneamento urbano, e foi escolhida fora deste zoneamento, para observar se existe diferença entre as nascentes de área urbana e não urbana. Notou-se que a área de recarga da nascente 1 tem a maior área de gramíneas, com 74,3% do total da área do *buffer* (Tabela 2) e a menor área de urbanização, com apenas 3,8% de urbanização, comparando entre as 4 áreas em estudo. Esta maior quantidade de áreas de gramíneas, se destina à criação de bovinos, e menor área de urbanização se deve ao fato de a nascente se encontrar fora da zona urbana municipal.



Tabela 2: Classificação das áreas de uso da terra, e suas respectivas porcentagens em relação a cada nascente.

Classes de Uso e Cobertura	Nascente 1		Nascente 2		Nascente 3		Nascente 4	
	Área (m <sup>2</sup> )	%	Área (m <sup>2</sup> )	%	Área (m <sup>2</sup> )	%	Área (m <sup>2</sup> )	%
Vegetação arbórea	31.938	11,3	34.224	12,1	33.130	11,7	19.586	6,9
Uso agrícola	15.711	5,6	4.999	1,8	157.477	55,7	73.674	26,1
Gramíneas	209.914	74,3	29.259	10,4	30.829	10,9	26.522	9,4
Urbanização	10.819	3,8	170.179	60,2	41.226	14,6	128.194	45,4
Vias de acesso	12.737	4,5	43.775	15,5	19.593	6,9	34.624	12,3
Espelho d'água	1.480	0,5	163	0,1	345	0,1	0	0,0

Fonte: Do autor, 2019.

O Conselho Nacional do Meio Ambiente - CONAMA na resolução 303 de 20 de março de 2002 (BRASIL, 2002), define que: “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”. Porém muito diferente do que do que é previsto na resolução do CONAMA, a nascente 1, tem alto grau de degradação, pois se encontra no caminho de uma estrada particular e não possui APP protegida.

A nascente 1, possui em seu entorno área de gramíneas, e pode se observar presença de mata como mostra mais ao fundo da Figura 3, e no local, foi constada a presença de bovinos soltos nas proximidades da nascente.

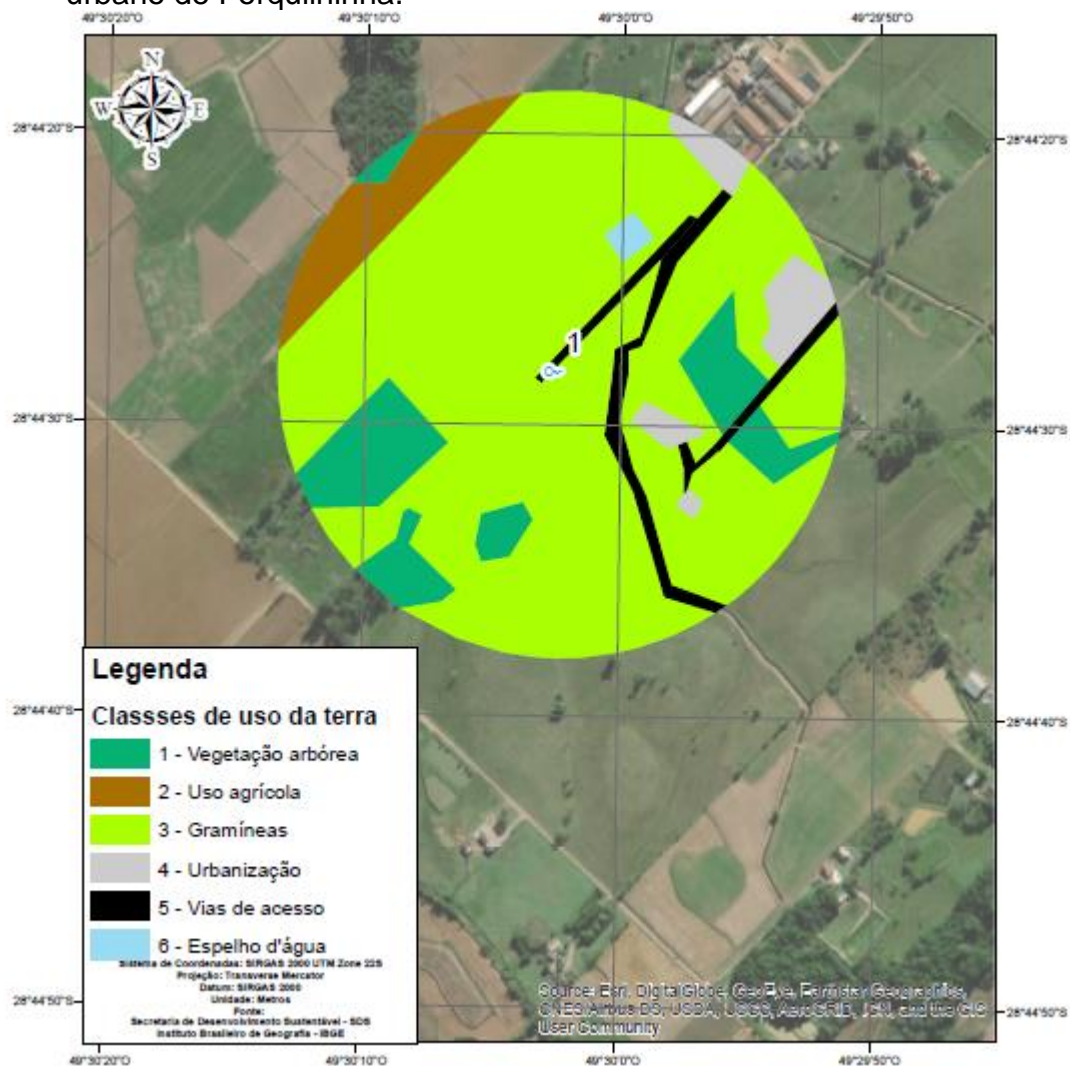
Figura 3: A esquerda, foto da nascente 1 situada ao final de uma estrada particular, e a direita, campo com gramíneas para a pastagem de animais, e presença de mata ao fundo da imagem.



Fonte: Do autor, 2019.

Como a nascente 1 não se encontrava nas mesmas coordenada do arquivo do SIGSC, a mesma teve sua área deslocada 91 metros, para posterior se fazer a classificação da terra (Figura 4).

Figura 4: Representação do uso da terra da nascente 1, situada fora do zoneamento urbano de Forquilha.



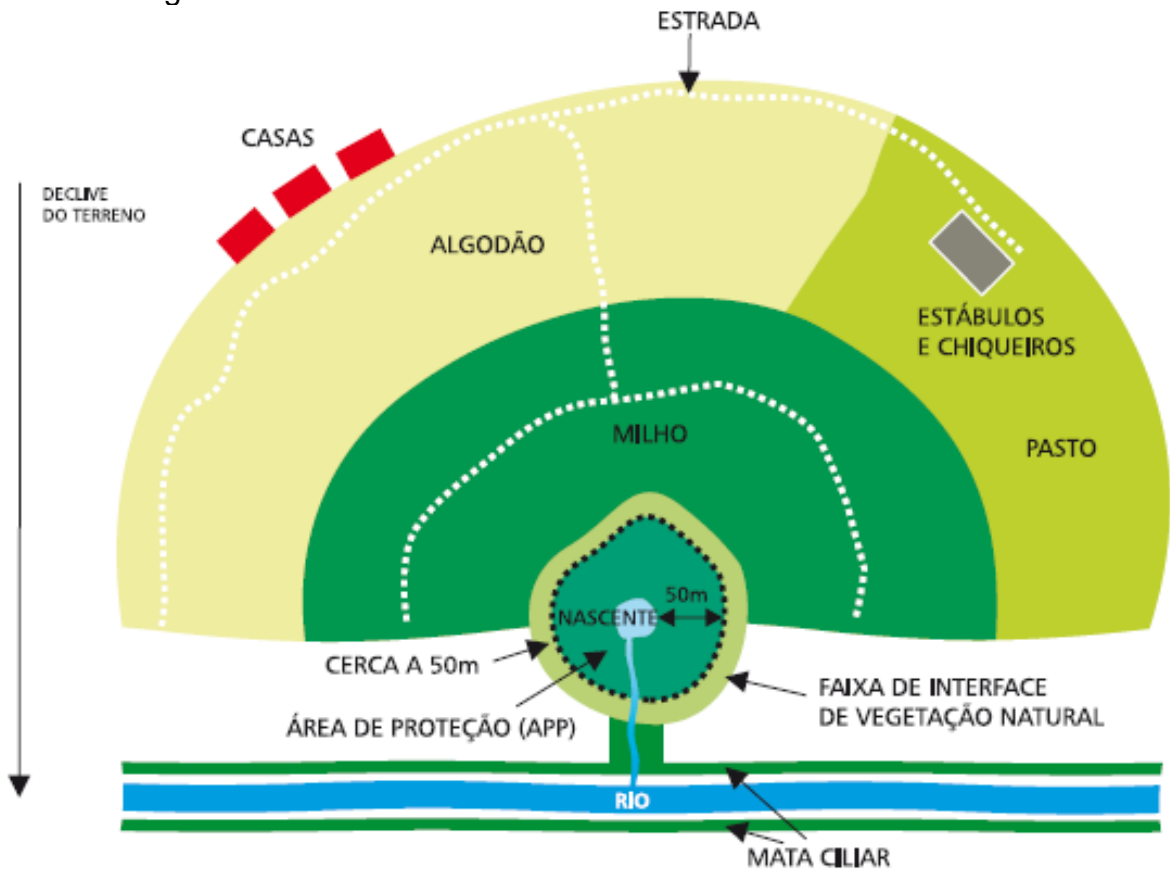
Fonte: Do autor, 2019

O manejo da área de recarga da nascente 1 se faz necessário, pois, a mesma se encontra bastante desprotegida, sem área de APP isolada, com criação e uma estação de tratamento de dejetos de suínos. Segundo Calheiros (2009), a criação de animais e a construção de chiqueiros e fossas, próximas as nascentes, pode favorecer a contaminação da água do solo, e conseqüentemente, contaminar os animais e as pessoas.



O manejo das áreas de criação de bovinos, busca diminuir a compactação do solo, com medidas de rotação dos animais por áreas diferentes (KLEIN; KLEIN, 2014). A utilização do modelo agropastoril no lugar de áreas que tenham apenas gramíneas, ajuda a proteger o solo contra a erosão provocada pela chuva e aumenta a infiltração da água, além de promover sombra para os animais (CALHEIROS, 2009). A Figura 5, demonstra o modelo de manejo da terra, mais apropriado para uma área onde tem criação de animais, presença de pastagem e o desenvolvimento de atividades agrícolas.

Figura 5: Modelo de manejo adequado para uma área com diversas atividades agrícolas.



Fonte: Calheiros, 2009.

De acordo com o modelo proposto por Calheiros (2009), se faz necessário, o deslocamento da estação de tratamento dos dejetos suínos para uma outra área mais distante da nascente. Deve se isolar a nascente, pois a mesma se encontra dentro de uma via de passagem de pessoas e maquinários agrícolas, e é importante que se faça a recomposição da cobertura vegetal na área de APP, já que a mesma se encontra desprotegida. O uso agrícola já se encontra bem afastado da

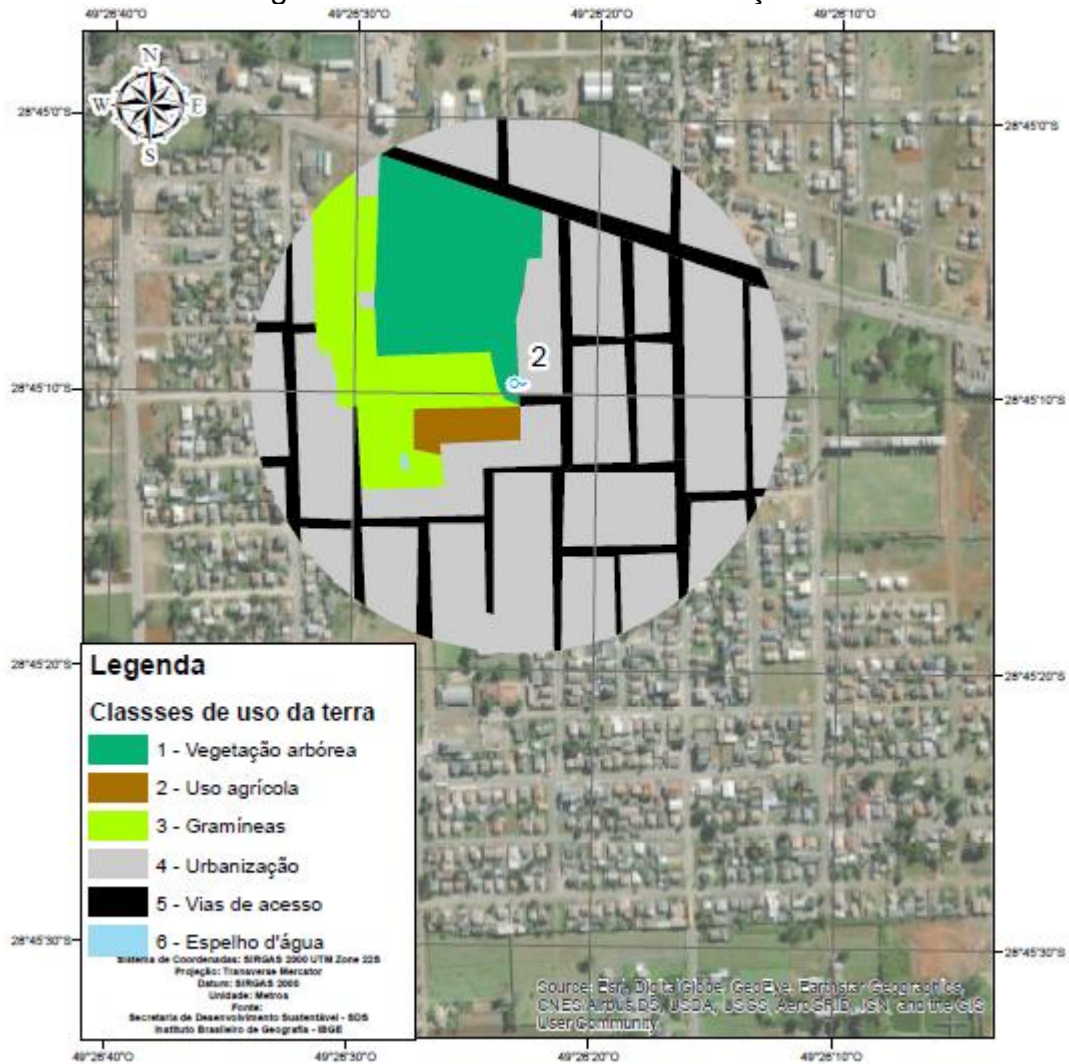
nascente, porém deve se minimizar a utilização de fertilizantes e defensivos agrícolas, além de deslocar as vias de acesso para um novo traçado, beneficiando o isolamento da nascente.

#### 4.2 USO DA TERRA DA ÁREA DE RECARGA DA NASCENTE 2

A nascente 2, foi observada e classificada (Figura 6) a princípio como uma nascente, porém, ao visitar a mesma, observou que se havia um córrego no local, mostrando um erro do arquivo de nascentes. Mesmo não apresentando a nascente, foi proposto o manejo na área, pois observou que o uso da terra não se encontrava de forma adequada, permitindo a proteção do solo contra a erosão causada pela chuva, por exemplo.

O ponto foi mantido no estudo, para além da importância do manejo também em cursos d'água, para ressaltar a importância da conferência de campo mediante a análise remota. A interpretação realizada por meio de geoprocessamento se mostrou diferente da condição de campo. Portanto, no campo, foi possível observar-se que o local indicado como nascente, nada mais era que um ponto de desconfinamento de um curso d'água, que até aquele ponto encontrava-se canalizado.

Figura 6: Área de recarga da nascente 2 com a classificação de uso da terra.



Fonte: Do autor, 2019.

Na Figura 7 observa-se a área agrícola feita sem as técnicas corretas de manejo da terra e da água, além de estar situada muito próximo do córrego. Quando feita de forma desordenada a exploração dos recursos naturais, como: a atividade agrícola sem o manejo correto, desmatamentos, descarte de efluentes industriais e domésticos, tem-se como resultado, alguns problemas para as áreas das nascentes e rios (MALAQUIAS, 2013).

Se faz necessário o uso da técnica de terraceamento de infiltração, do lado da plantação de milho (Figura 7), para diminuir a erosão do solo para dentro do córrego. O terraceamento é uma técnica conservacionista muito utilizada em terras agrícolas para o controle da erosão, o aumento da infiltração e armazenamento da água (SOUZA, 2012). O terraceamento, é caracterizado por barrar de forma

mecânica o escoamento da água, aumentar a retenção de água e os níveis de nutrientes, além de reduzir a enxurrada provocada pela chuva (KLEIN; KLEIN, 2014).

Figura 7: A esquerda uma foto da plantação de milho situada na porção mais superior do terreno e a direita o córrego da área intitulada nascente 2.



Fonte: Do autor, 2019.

É necessário fazer a revegetação da mata ciliar do entorno do córrego (Figura 7), para ajudar a diminuir a erosão do solo e o assoreamento do córrego. A mata ciliar, ajuda a estabilizar as margens dos rios e a manter os cursos d'água preservados, neste sentido, a revegetação das bordas dos rios e córregos tem papel importante para a manutenção destes ambientes (CALHEIROS, 2009).

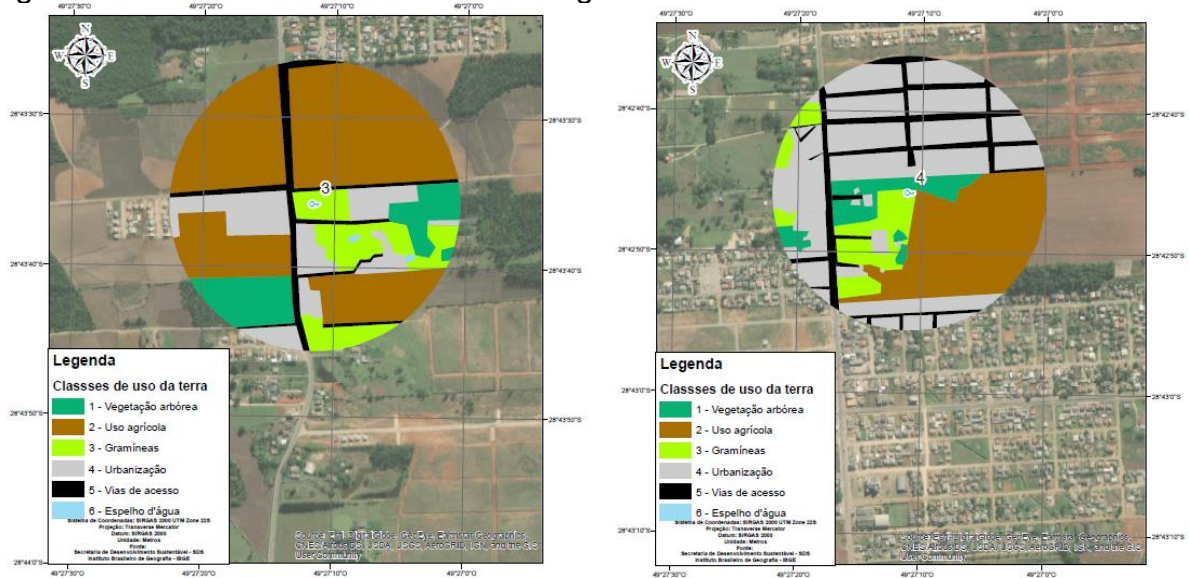
A área intitulada nascente 2 foi a que apresentou, maior área de urbanização, com 60,2%, como mostra na Tabela 2. Esta maior urbanização pode estar associada, a nascente estar localizada dentro de um grande bairro e próximo a uma importante via de acesso do município de Forquilha.



### 4.3 USO DA TERRA DA ÁREA DE RECARGA DAS NASCENTES 3 E 4

As áreas de recarga de nascentes 3 e 4 (figura do uso da terra), foram as que apresentaram maior área de uso agrícola, com 55,7% e 26,1% respectivamente.

Figura 8: Uso da terra das áreas de recarga das nascentes 3 e 4.



Fonte: Do autor, 2019.

O entorno da nascente 3, possui bastante uso agrícola, principalmente pelas culturas de milho e arroz (Figura 9), e pode observar que o relevo da área de recarga é mais plano. Segundo Klein e Klein (2014), a capacidade de infiltração está associada a diferentes fatores, como a porosidade do solo, cobertura vegetal, umidade e a declividade, pois solos com menor declividade, absorvem mais água, por terem um menor escoamento superficial.

A área de preservação permanente da nascente 3 é ocupado por pastagem, destinada a criação de bovinos (Figura 9).

Figura 9: A esquerda culturas de arroz e milho presentes na área de recarga da nascente, e a direita a nascente 3.



Fonte: Do autor, 2019.

Para a nascente 3 deve ser isolada a área de APP para que ocorra a preservação da nascente. A cultura de arroz, permite uma boa infiltração da área de recarga, já que é uma cultura irrigada. Possivelmente a nascente serve para abastecer a lavoura de arroz local, entretanto, a nascente é afetada pela água, quando as canchas de arroz liberam a água, retornando à água para a nascente.

A área de recarga da nascente 4, possui área agrícola, localizada na parte mais alta do *buffer* (Figura 10), e possivelmente esteja enviando água contaminada proveniente de fertilizantes e defensivos agrícolas para a nascente. Dentre as quatro nascentes, a nascente 4 foi a única que apresentou área de APP protegida, conforme resolução do CONAMA, porém, a nascente pode estar sofrendo contaminação devido aos fertilizantes e defensivos agrícolas, que são utilizados na agricultura.

Figura 10: Área de recarga da nascente 4, a esquerda representação do uso agrícola e a direita localização da APP.



Fonte: Do autor, 2019.

Todas as áreas de recarga de nascentes apresentaram degradação da terra, devido a presença de residências e vias de acesso de forma desordenada. O manejo adequado da terra, pode trazer benefícios para a nascente do estudo, e para a população local também. Pois segundo (SOUZA, 2012), o uso de áreas verde e calçadas em apenas um lado da via, ajuda a infiltração da água, além de melhorar o bem-estar da população. Danciguer (2017) cita que os sistemas de pavimento permeáveis são de importante valia para a infiltração da água da chuva, diminuindo o risco de enchentes, e podendo auxiliar na recarga da água no solo, buscando assim, recuperar as características do solo. Além de compensar a perda da infiltração da água nos solos em locais densamente urbanos, os pavimentos permeáveis, ajudam a reduzir os picos de cheias (VIRGILIIS, 2009).

Algumas medidas podem ser feitas para aumentar a infiltração da água, em solos com presença de uso agrícola. Segundo Klein e Klein (2014), o método de mobilizar o solo, conhecido como escarificação, pode aumentar em até quatro vezes a infiltração da água em solos de uso agrícola, pois aumenta a porosidade do solo e auxilia na aeração do mesmo.

A classe 1, seria a mais indicada para se ter na área do *buffer* para o aumento da infiltração e proteção das nascentes, ou no mínimo esta classe estar presente na área de APP de cada nascente. Porém, o mais indicado, não foi encontrado nas áreas de estudo. Muito pelo contrário, foram observadas áreas bem degradadas e ocupadas pelas pela urbanização e agricultura.

A classe de edificações e vias de acesso têm uma parcela importante na infiltração da água da chuva, pois seus pavimentos interrompem a infiltração das águas. Em vias de acesso sem pavimentação, a infiltração ocorre, porém, como o solo está muito compactado pela circulação de veículos pesados e de pessoas, a infiltração não supre a quantidade da chuva, e a água acaba correndo superficialmente.

Uma alternativa para o aumento da infiltração, é a utilização de pavimentos permeáveis, que atuam como reservatórios de detenção, armazenando o volume excedente do escoamento superficial, após a tormenta, possibilitando que água chega até os lençóis freáticos (VIRGILIIS, 2009). Em termos de urbanização os pavimentos permeáveis são viáveis, pois possibilitam minimizar ações climáticas e buscam recuperar propriedades do solo, se tratando de infiltração da água, interrompida pela impermeabilização das superfícies (DANCIGUER, 2017).

Outra medida para aumenta a infiltração da água no solo é a arborização urbana, que contribui para a interceptação da chuva, a evapotranspiração e a dinâmica do escoamento superficial (CADORIN, 2011). Medidas de manejo da terra, como: o aumento da área de infiltração do solo, o aumento da arborização urbana e a utilização de pavimentos permeáveis, poderiam ser incentivadas pelo poder público, com algum tipo desconto de algum imposto ou incentivo fiscal, pois os benefícios são muitos, como além de aumentar a capacidade de infiltração do solo e manutenção das nascentes, diminui o risco de cheias.

Ações humanas como a ocupação e a impermeabilização da terra, o descarte incorreto do saneamento básico, práticas não conservacionistas de atividades agrícolas, entre outros problemas acarretam na redução da qualidade ambiental das nascentes. Deve se fazer o planejamento urbano e o manejo de atividades rurais, para buscar um equilíbrio ambiental com as atividades que tem um retorno econômico e social, buscando diminuir os problemas existente e evitar os do futuro.

O estudo das nascentes deve ser ampliado, mapeando as mesmas e identificando o estado de conservação de cada uma, além de se respeitar a APP e permitir que as áreas de recargas tenham o manejo adequado, afim de assegurar a proteção dos sistemas hidrológicos e garantindo a quantidade e qualidade da água.



## 5 CONCLUSÃO

É indiscutível que a modificação dos espaços urbanos realizada pela ocupação humana, conduza a fragilização ambiental, inclusive sobre as nascentes. A necessidade de diminuir os problemas da falta de planejamento das nossas cidades, e assumir a responsabilidade da degradação, este trabalho buscou soluções para suprimir o estado atual das fontes de água, e medidas para melhorar a qualidade dos afloramentos naturais.

A situação ambiental das nascentes 1, 2 e 3 encontram se bastante impactada pela atividade antrópica, resultado da agricultura e da urbanização não planejada. A nascente 4 foi a única com área de preservação permanente isolada e protegida, porém não recuperada. Deve se conservar as áreas de preservação permanente das nascentes, afim de manter estes locais protegidos e recomenda se medidas para promover a infiltração do solo, como: aumentar a arborização das vias de acesso, utilizar pavimentos permeáveis, construir valas de infiltração nas áreas agrícolas e fazer a rotação das áreas de pastagem para diminuir a compactação do solo. Faz se necessário a redução ou a não utilização de defensivos agrícolas e fertilizantes, nas áreas próximas as nascentes, assim evitando a contaminação da água das nascentes.

Considerando área de preservação permanente, a legislação obriga a proteção de 50 metros no entorno das nascentes. Deve se manter estes 50 metros, e recomenda se que se faça o manejo de uma área de 300 metros entorno das nascentes, para manter a integridade destes ambientes. O raio de 300 metros escolhida para o manejo do solo, no caso específico dos pontos analisados, onde a geomorfologia do terreno era eminentemente plana, foi um valor de área arbitrário. Para o caso de regiões com relevo mais pronunciado, onde a definição de áreas de recarga se dá de forma mais clara, recomenda-se a análise morfológica do terreno, a fim de se definir as áreas alvo de manejo diferenciado do uso da terra. Os 50 metros de APP, são essências para proteger as nascentes, no que tange a erosão, carreamento de material e evaporação, mas quando o alvo é a produtividade de água, se tem a necessidade de manter uma área maior para que ocorra a infiltração da água, assim podendo manter as nascentes abastecidas.

O presente trabalho traz como sugestão aos gestores do município que se adote medidas para aumentar a infiltração do solo nas áreas próximas as nascentes,

podendo considerar uma área de 300 metros no entorno das nascentes para propor práticas que ajudem na infiltração da água. Esta área de infiltração no entorno das nascentes, auxiliaria na produção de água, já que os principais rios do município encontram se contaminados pelo carvão.

É recomendado estudos para avaliar as nascentes que não se encontram em área urbana, afim de se ter um planejamento para a possível expansão urbana do município. Podendo destinar as áreas próximas as nascentes, para usos menos intensivos, como áreas verdes e parques. Este trabalho serve de alento para a aumentar a conservação de ambientes tão importantes, que se encontram em áreas urbanas e rurais, buscando o equilíbrio entre o crescimento da urbanização e as práticas de manejo e conservação.

## REFERÊNCIAS

ALVIM, Luige Biciati et al. Avaliação da citogenotoxicidade de efluentes têxteis utilizando *Allium cepa* L. **Ambiente e Água - An Interdisciplinary Journal Of Applied Science**, [s.l.], v. 6, n. 2, p.255-265, ago. 2011. Instituto de Pesquisas Ambientais em Bacias Hidrograficas (IPABHi).

(BRASIL) CONAMA. RESOLUÇÃO N° 303. Brasília, 20 de março de 2002. BACCI, Denise de La Corte; PATACA, Ermelinda Moutinho. Educação para a água. **Estudos Avançados**, São Paulo, v. 22, n. 63, p.211-226, jul. 2008.

BRASIL. **12° Relatório de Indicadores Ambientais do Processo de Cumprimento da Sentença no. 2000.72.04.002543-9** (Ação Civil Pública n°. 93.8000.533-4). 2018 Criciúma/SC.

BRUNI, José Carlos. A água e a vida. **Tempo Social**, [s.l.], v. 5, n. 1-2, p.53-65, dez. 1993. FapUNIFESP (SciELO).

CADORIN, Danielle Acco; MELLO, Nilvania Aparecida. Efeitos da impermeabilização dos solos sobre a arborização no município de Pato Branco-PR. **Synergismus scyentifica, Pato Branco**, v. 6, n. 1, 2011.

CALHEIROS, Rinaldo de Oliveira et al. **Cadernos da Mata Ciliar**. São Paulo: Secretaria de Estado do Meio Ambiente, 2009. 35 p.

CALLISTO, M. et al. Macroinvertebrados Bentônicos como Ferramenta para Avaliar a Saúde de Riachos. **Revista Brasileira de Recursos Hídricos**, Belo Horizonte, v. 6, n. 1, p.71-82, mar. 2001.

DANCIGUER, Gabriela MOTTA; DOS REIS, Elton A. PRADO. PAVIMENTO PERMEÁVEL APLICADO EM ÁREA URBANA, COMO MEDIDA DE ESCOAMENTO DA ÁGUA DA CHUVA. **ETIC-ENCONTRO DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA-ISSN 21-76-8498**, v. 13, n. 13, 2017.

FEITOSA, Fernando A. C. et al. **Hidrogeologia Conceitos e Aplicações**. 3. ed. Rio de Janeiro - Rj: Cprm, 2008. 812 p.

FELIPPE, Miguel Fernandes. **CARACTERIZAÇÃO E TIPOLOGIA DE NASCENTES EM UNIDADES DE CONSERVAÇÃO DE BELO HORIZONTE-MG COM BASE EM VARIÁVEIS GEOMORFOLÓGICAS, HIDROLÓGICAS E AMBIENTAIS**. 2009. 275 f.

FITZ, Paulo Roberto. **Geoprocessamento sem complicação**. São Paulo: Oficina de Textos, 2008. 160 p.

FORQUILHINHA (Município). Lei nº 015, de 11 de agosto de 2011. **Lei de Zoneamento, Uso e Ocupação do Solo Municipal de Forquilha**. Forquilha, SC

GALATTO, Sérgio Luciano et al. DIAGNÓSTICO AMBIENTAL DE NASCENTES NOMUNICÍPIO DE CRICIÚMA, SANTA CATARINA. **Revista de Ciências Am**, Canoas, v. 5, n. 1, p.39-56, abr. 2011.

GOMES, Marcos Antonio *et al.* SOLOS, MANEJO E ASPECTOS HIDROLÓGICOS NA BACIA HIDROGRÁFICA DO ARAÚJOS, VIÇOSA - MG. **Revista Árvore**, Viçosa-mg, v. 36, n. 1, p.93-102, nov. 2011.

GOMES, P. M.; MELO C.; VALE, V. S. **Avaliação dos impactos ambientais em nascentes na cidade de Uberlândia – MG: análise macroscópica**. Sociedade & Natureza, Uberlândia, v.1GUIMA, n.32, p.103-120, 2005.

GOULART, Michael Dave C.; CALLISTO, Marcos. Bioindicadores de qualidade de água como ferramenta em estudos de impacto ambiental. **Fapam**, v. 2, n. 1,2003.

JARDIM, Paloma Bibiano. **Qualidade de água de nascentes como reflexo do manejo do uso e ocupação do solo e conservação da mata ciliar, no município de Ouro Branco - MG**. 2010. 116 f. Tese (Doutorado) - Curso de Engenharia Ambiental, Universidade Federal de Ouro Preto, Ouro Preto - MG, 2010.

KLEIN, Claudia; KLEIN, Vilson Antonio. INFLUÊNCIA DO MANEJO DO SOLO NA INFILTRAÇÃO DE ÁGUA. **Revista Monografias Ambientais**, [s.l.], v. 13, n. 5, p.11-25, 16 dez. 2014. Universidad Federal de Santa Maria.

MALAQUIAS, Gleice Barboza. AVALIAÇÃO DOS IMPACTOS AMBIENTAIS EM NASCENTES DO MUNICÍPIO DE BETIM, MG: ANÁLISE ACROSCÓPICA. **Revista Meio Ambiente e Sustentabilidade**, Betim, Minas Gerais, v. 3, n. 2, p.51-65, jun. 2013.

MERTEN, Gustavo H.; MINELLA, Jean P. Qualidade da água em bacias hidrográficas rurais: um desafio atual para a sobrevivência futura. **Agroecol. e Desenvol. Rur. Sustent.**, Porto Alegre, v. 3, n. 4, p.33-38, dez. 2002.

MORENO, Pablo. BIOINDICADORES DE QUALIDADE DE ÁGUA AO LONGO DA BACIA DO RIO DAS VELHAS (MG). In: CALLISTO, Marcos. **Bioindicadores de Qualidade de Água**. 20. ed. Belo Horizonte: Embrapa, 2005. Cap. 5. p. 95-116.

MOSCHINI-CARLOS, Viviane et al. Qualidade da água em região alterada pela mineração de carvão na microbacia do rio Fiorita (Siderópolis, Estado de Santa Catarina, Brasil). **Acta Scientiarum. Biological Sciences**, [s.l.], v. 26, n. 2, p.124-136, 1 abr. 2004. Universidade Estadual de Maringa.

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

PARANHOS, Fernando Rettore da Silva. **PROPOSTA DE RECUPERAÇÃO E MANEJO DE NASCENTE EM ÁREA RURAL DO MUNICÍPIO DE ÁLVARES MACHADO- SP**. 2012. 78 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Engenharia

Ambiental, Faculdade de Ciências e Tecnologia – Unesp, Presidente Prudente, 2012.

PINTO, Lilian Vilela Andrade. **Caracterização Física da Sub-bacia do Ribeirão Santa Cruz, Lavras, MG, e Proposta de Recuperação de suas Nascentes.** 2003. 165 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Engenharia Florestal, Universidade Federal de Lavras, Lavras - Mg, 2003.

PRIMAVESI, O.; DE CAMARGO, A. C.; PRIMAVESI, ACP de A. Recuperação de área desmatada de nascente e mata ciliar, em microbacia hidrográfica ocupada com atividade pecuária, na região de São Carlos, SP: Dificuldades e sugestões. In: **Embrapa Pecuária Sudeste-Artigo em anais de congresso (ALICE)**. In: SIMPÓSIO NACIONAL DE RECUPERAÇÃO DE ÁREAS DEGRADADAS-SINRAD, 3., 1997, Ouro Preto. Anais... Ouro Preto: SOBRADE, 1997. p. 446-451., 1997.

RESENDE, Helder Canto et al. Diagnóstico e ações de conservação e recuperação para as nascentes do Córrego-Feio. **Bioscience Journal**. Patrocínio, Mg, p. 112-119. 30 out. 2009.

SANTOS, Juliana Vamerlati. **UM OLHAR SÓCIO-AMBIENTAL DA HISTÓRIA: A trajetória do movimento ambientalista e seus conflitos com a atividade carbonífera no sul de Santa Catarina (1980-2008).** 2008. 205 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Pós- Graduação em História, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2008.

SINECGEO, 13., 2014, Ceará. **DA ÁGUA AO CONCRETO: INTERSTÍCIOS VÍDEO(GEO)GRÁFICOS.** Ceará: Encontro Cearense de Historiadores da Educação, 2014. 14 p.

SOARES, Paulo V. **As interrelações de elementos do meio físico natural e modificado na definição de áreas potenciais de infiltração na porção paulista da bacia do rio Paraíba do Sul.** Tese (doutorado). Universidade Estadual de Campinas, 2005.

SOUZA, Christopher Freire. Desenvolvimento Urbano de Baixo Impacto: Planejamento e Tecnologias Verdes para a Sustentabilidade das Águas Urbanas. **Revista Brasileira de Recursos Hídricos**, Porto Alegre, v. 17, n. 2, p.9-18, 31 maio 2012.

TUCCI, C. H., & Hidrologia, M. (1993). ciência e aplicação. ABRH e UFRGS, Editora da Universidade, Porto Alegre.

UNESCO (Org.). **Relatório Mundial das Nações Unidas sobre Desenvolvimento dos Recursos Hídricos 2019.** Perúgia, Itália: Wwap, 2019.

# APÊNDICE

## APÊNDICE A – Mapa do zoneamento urbano do Município de Forquilha.

