

## ANÁLISE DAS ÁREAS DE NASCENTES NO MUNICÍPIO DE RONDA ALTA/RS

Odirvan Gritti

Universidade Federal de Santa Maria, Departamento de Geociências, Santa Maria, RS, Brasil  
[odirvangritti@gmail.com](mailto:odirvangritti@gmail.com)

Romário Trentin

Universidade Federal de Santa Maria, Departamento de Geociências, Santa Maria, RS, Brasil  
[romario.trentin@gmail.com](mailto:romario.trentin@gmail.com)

### RESUMO

As nascentes são componentes do sistema hidrológico e promovem a exfiltração da água subterrânea para a superfície. Por serem consideradas sistemas complexos, elas carecem de cuidados especiais para promover a sua manutenção e o uso sustentável. O presente trabalho tem por objetivo localizar, classificar e mensurar as classes de uso do solo presentes nas Áreas de Preservação Permanente de nascentes constantes no município de Ronda Alta/RS. Foram utilizadas ferramentas de geotecnologias para obter a localização das nascentes, voos com *drones* para a avaliação *in loco* e recorte das áreas de preservação permanente no mapa de uso do solo do ano de 2022. Foram identificadas 1.628 nascentes, das quais apenas 557 apresentavam alguma espécie de vegetação dentro da área de preservação; 27 com preservação acima de 75%, representando 1,66% do total, e apenas 12 com 100% de preservação, 0,74% do total de nascentes. A partir da expansão das atividades antrópicas, as nascentes estão sendo removidas da paisagem por meio de processos de drenagem ou até mesmo canalização. Cabe ressaltar o seu importante papel no meio ambiente, para a fauna e flora, o abastecimento de água, a formação de córregos e a necessidade de ações para a conscientização e a sua preservação.

**Palavras-chave:** Áreas de preservação permanentes. Atividades antrópicas. Preservação.

### ANALYSIS OF WATER SOURCE AREAS IN THE MUNICIPALITY OF RONDA ALTA, RS

#### ABSTRACT

Water sources (springs) are components of the hydrological system that enable the exfiltration of groundwater to the surface. As complex systems, they require careful management to ensure their preservation and sustainable use. This study aims to locate, classify, and measure the land use classes within Permanent Preservation Areas surrounding perennial springs in the municipality of Ronda Alta, Rio Grande do Sul. To achieve this, geotechnological tools were used to identify spring locations, complemented by drone flights for on-site assessment, and the selection of Permanent Preservation Areas based on the land use map for the year 2022. A total of 1,628 springs were identified, of which only 557 had some kind of vegetation within the preservation area. Among these, 27 springs had preservation above 75%, representing 1.66% of the total, and only 12 springs (0.74%) were fully preserved. The expansion of human activities has led to the removal of springs from the landscape through drainage processes or even canalization. This study highlights the ecological importance of springs for fauna, flora, water supply, and formation of streams, and underscores the needs for actions to raise awareness and promote their preservation efforts.

**Keywords:** Preservation areas. Human activities. Preservation.

### INTRODUÇÃO

A degradação dos recursos naturais tem sido frequentemente discutida e gerado preocupação em diversos segmentos da sociedade, uma vez que suas reduções podem colocar em risco a sobrevivência de todas as espécies (Crispin, *et al.* 2021). A água é considerada um dos recursos naturais de maior importância e, embora não esteja amplamente disponível em quantidade e qualidade satisfatórias, as atividades desenvolvidas dentro de uma bacia hidrográfica influenciam de forma direta a sua disponibilidade (Crispin, *et al.* 2021).

Diante dos recentes desafios para garantir a disponibilidade de água para gerações atuais e futuras, o uso racional e a proteção dos recursos hídricos devem ser pensados dentro dos princípios da sustentabilidade, buscando garantir o abastecimento de água para as populações do presente e do futuro, bem como preservar a quantidade e a qualidade de água em reservatórios superficiais e futuros (Pieroni *et al.*, 2019).

As nascentes, segundo Calheiros *et al.* (2004), são afloramentos do lençol freático que originam fontes de água acumulada, represadas ou que alimentam cursos d'água, regatos, ribeirões e rios. Partindo do ponto que cada curso d'água surge de uma nascente, pode-se afirmar que o número de cursos d'água em uma bacia hidrográfica seja semelhante ao de nascentes (Valente; Gomes, 2015). Por permitirem a passagem de água subterrânea para a superfície, as nascentes são consideradas ambientes ímpares e complexos, tornando-se elementos hidrológicos de primeira importância para a dinâmica das águas (Ferra; Lago; Bargas, 2017).

As nascentes devem ser preservadas conforme o disposto no Novo Código Florestal (Lei nº 12.651/12), que define as áreas no entorno das nascentes como Áreas de Preservação Permanente. O Artigo 4º, Inciso IV, estabelece a proteção de um raio de 50 metros ao redor das nascentes e olhos d'água perenes, independentemente da situação topográfica (BRASIL, 2012; Crispin, *et al.* 2021).

Os principais impactos relacionados com nascentes, segundo Hass, (2010), incluem soterramentos pelo pastoreio, erosão oriunda de práticas agrícolas inadequadas, desmatamento do entorno, e contaminação por dejetos ou agroquímicos mal utilizados. A degradação das nascentes compromete tanto a quantidade quanto a qualidade da água, afetando os seres vivos que dependem dela (Ferraz; Lago; Bargas, 2017).

Este estudo teve como objetivo localizar, classificar e mensurar as classes de uso do solo presentes nas Áreas de Preservação Permanente (Apps) ao redor das nascentes constantes dentro no território do município de Ronda Alta, RS, além de identificar alguns impactos ambientais que as afetam. Para tanto, foram utilizadas ferramentas de geotecnologias, como geoprocessamento, sensoriamento remoto, cartografia e imagens aéreas de drones, para a classificação e análise de ocupação. A definição de nascentes e sua área de preservação foi extraída do Código Florestal vigente, Lei 12.651/2012. (BRASIL, 2012).

Como justificativa para esta investigação, observam-se muitos estudos realizados concentra-se nos rios e na bacia hidrográfica como um todo, devido à sua importância como unidade de planejamento. No entanto, poucos são os estudos referentes às nascentes, especialmente aqueles que adotam a unidade territorial de um município como recorte e área de análise. Tais ambientes são de grande importância tanto para o abastecimento quanto para a manutenção dos rios e das bacias hidrográficas.

### **Caracterização da área de estudo**

O município de Ronda Alta está localizado na porção norte do Rio Grande do Sul, com altitude média de 450 metros em relação ao nível do mar. Faz divisa com os municípios de Rondinha, Sarandi, Pontão, Campinas do Sul, Três Palmeiras e Engenho Velho, e possui uma área territorial de aproximadamente 418,675 km<sup>2</sup> (IBGE, 2021). A Figura 1 apresenta a localização de Ronda Alta em relação aos municípios vizinhos e ao estado do Rio Grande do Sul.

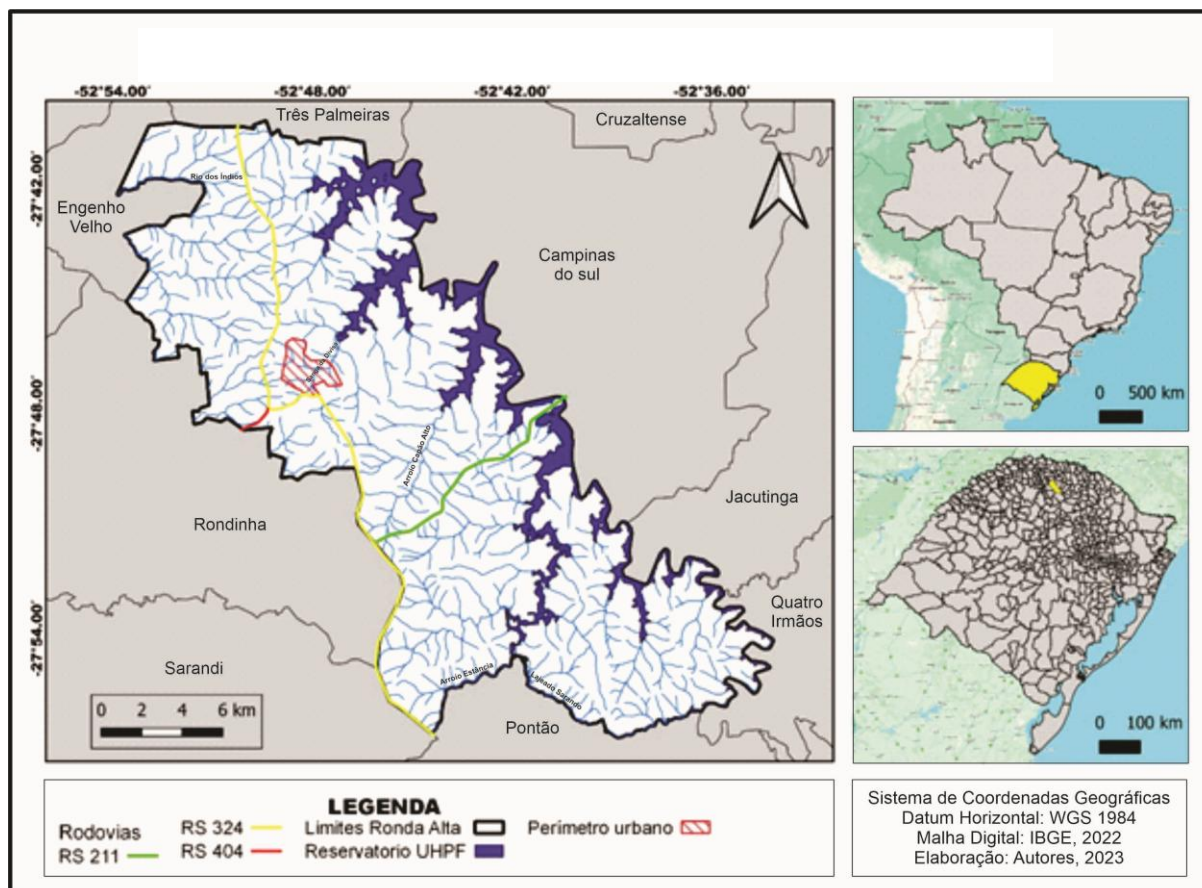
Quanto às características climáticas, segundo a classificação de Rossato (2011), predomina em Ronda Alta o Clima Subtropical IVa: muito úmido, com inverno fresco e verão quente – uma subclassificação do Clima Subtropical IV: muito úmido. Esse tipo climático é encontrado na unidade geomorfológica do Planalto Meridional, nas regiões Norte e Noroeste, no vale do Rio Uruguai (Rossato, 2011).

Esse clima sofre menor influência de sistemas polares e maior influência de sistemas tropicais marítimos e continentais. O regime de chuva varia entre 1700 e 1900 mm anuais, distribuídos entre 110 e 140 dias por ano, com uma redução nos índices de precipitação durante o inverno. A altitude é um dos fatores que favorece o volume de precipitações, juntamente aos sistemas atmosféricos associados. Devido ao seu posicionamento, essa região possui as temperaturas médias mais elevadas do estado, com verões quentes e invernos amenos (Rossato, 2011).

Quanto às características físicas e à geomorfologia, Ronda Alta está inserida no denominado Planalto Dissecado do Rio Uruguai, situado ao norte e noroeste do Rio Grande do Sul e em partes do estado de Santa Catarina. A região é constituída majoritariamente por derrames vulcânicos da formação Serra Geral, composta por basaltos e andesitos. Com altitudes médias entre 300 e 700 metros, predominam

as superfícies planálticas desenhadas pela rede de drenagem do Rio Uruguai, destacando-se os rios Apuané, Erechim, Passo Fundo, Ijuí, entre outros (Viero; Silva, 2010).

Figura 1 - Mapa de localização do município de Ronda Alta/RS



Fonte: IBGE, 2020. Elaboração: Os autores, 2022.

No que se refere a tipos e características do solo, o Planalto Dissecado abriga os Latossolos Vermelhos Distroférricos. Também ocorrem Latossolos Vermelhos Distróficos, Argissolos Vermelhos Distróficos, e manchas de solo com boa fertilidade, como Nitossolos Vermelhos Eutróficos (Viero; Silva, 2010).

Os Latossolos, típicos de regiões equatoriais e tropicais, ocorrem também em zonas subtropicais com relevo plano ou suave ondulado, podendo ainda estar presentes em relevos mais acidentados. A sua origem é a partir das mais diversas espécies de rochas e sedimentos em condições de clima e tipos de vegetações dos mais variados (Santos *et al.*, 2018). Os Argissolos, por sua vez, são constituídos por material mineral, cuja característica diferencial é a presença de um incremento no teor de argila do horizonte superficial para o horizonte B. Têm a sua profundidade variável e são de forte a moderadamente ácidos (Santos *et al.*, 2018). Já os Nitossolos distinguem-se por um horizonte B expresso em termos de grau de desenvolvimento estrutural, sendo também de acidez moderada a elevada (Santos *et al.*, 2018).

Uma das características do Planalto Dissecado é ampla incorporação de áreas para as atividades agrícolas, pecuárias e agroindustriais, com destaque para o cultivo e o processamento de milho, trigo e soja (Viero; Silva, 2010). Neste sentido, Ronda Alta destaca-se como importante produtora de grãos na região em que está inserida.

Sua economia é baseada na agricultura, com foco nas culturas de verão – soja e milho – e de inverno – principalmente trigo. Os setores da indústria e de serviços são pouco desenvolvidos, sendo necessária a busca por alguns deles em municípios vizinhos (IBGE, 2021).

## METODOLOGIA

Para a elaboração dos mapas deste estudo, foram utilizados os softwares QGIS 2.16, de plataforma livre, e ArcGIS 10.8, com licença institucional registrada na Universidade Federal de Santa Maria. Para os mapas base, como os de localização e delimitação da área do município, foi utilizada a base cartográfica do IBGE do ano de 2020, uma vez que não houve alteração em Ronda Alta, RS, nem nos demais municípios nos arredores após esse período.

O procedimento para a localização das nascentes foi baseado em Sobrinho et al. (2010), abrangendo as etapas de preenchimento de depressões (*"fill sinks"*), direção de fluxo (*"flow direction"*) e fluxo acumulado (*"flow accumulation"*). Em seguida, realizou-se o recorte pela camada da área municipal e geraram-se os cursos d'água por meio da ferramenta *Con*, utilizando o parâmetro de 250 pixels, que resultou em um adensamento satisfatório. A classificação hierárquica dos cursos foi baseada em Strahler (1957). Os resultados foram convertidos de *raster* para *vetor*, a fim de facilitar a manipulação dos dados. A projeção escolhida foi a Universal Transversa de Mercator (UTM), Datum WGS 1984, Zona 22S, por ter uma alta compatibilidade com o SIRGAS 2000. A localização das nascentes foi determinada pela inserção de pontos no início dos cursos d'água que faziam parte da classe um na hierarquia.

Para a delimitação das Áreas de Preservação Permanente, considerou-se o Novo Código Florestal (Lei 12.651/2012), que estabelece um raio de 50 metros ao redor das nascentes e olhos d'água perenes. Para simular esse cenário, utilizou-se a ferramenta *Buffer*, que gera um polígono de área de influência ao redor de uma outra feição (ponto, linha ou polígono) com a distância especificada pelo autor.

Para o uso do solo, foram definidas seis classes:

- a) Formação florestal: agrupamento das classes "formação florestal" e "silvicultura", composto por árvores de maior porte.
- b) Formação campestre: agrupamento das classes "formação campestre" e "campo alagado", composto por vegetação de pequeno porte e estrato arbustivo-herbáceo rasteiro.
- c) Área urbana: composta pela classe "área urbanizada", abrangendo superfícies não vegetadas, como edificações, estradas, loteamentos para fins turísticos, entre outros, com características semelhantes e considerados perímetro urbano perante a Lei.
- d) Áreas não vegetadas: composta pela classe "não vegetada", incluindo classes mistas, como áreas agrícolas, silos para a armazenagens de grãos, comunidades e ginásios de comunidades de interior, com baixa urbanização, porém fora do perímetro urbano.
- e) Recursos Hídricos: compreendem as classes "rios", "lagos" e "oceano", incluindo reservatórios e represas destinadas à produção de energia elétrica e outros corpos d'água.
- f) Agropecuária: agrupamento das classes "pastagem", "mosaico de usos", "soja" e "outras lavouras temporárias", referentes à produção agrícola e pecuária, de cultivo anual e em grande escala, como milho, soja, trigo, entre outros.

Para a geração das classes de uso de solo referentes ao ano de 2022, foi utilizada uma imagem do satélite SENTINEI-2 (ESA, 2023), sensor MSI, com data de 18 de novembro de 2022, órbita relativa 81, linha de base de processamento 04.00 com resolução espacial de 10 metros para as bandas do visível e infravermelho próximo, nível de processamento 2A. As bandas utilizadas para o mosaico da imagem foram as bandas 2, 3 e 4 (azul, verde e vermelho, respectivamente), além da banda 8 (infravermelho próximo).

Para a elaboração do mapa de uso e cobertura da terra, foi utilizado o processo de classificação supervisionada no ArcGIS. Esse método consiste em treinar o sistema por meio da seleção de amostras na imagem, segundo as classes temáticas pré-definidas (Nascimento *et al.*, 2016). O classificador escolhido foi o supervisionado MAXVER (Máxima Verossimilhança), conforme os estudos de Melloni et al. (2021) e Pessi et al. (2018). A classificação supervisionada é um dos métodos mais comuns e mais utilizados por considerar os valores médios dos pixels de cada classe, empregando métodos de estatística para a distribuição normal de probabilidade para as classes (MELLONI et al., 2021).

Para verificar a qualidade dos dados, foi aplicado o teste de acurácia, tendo como recorte o município de Ronda Alta, RS, e a composição colorida RGB da imagem. A partir disso, foi obtida a matriz de confusão, a qual permite identificar a qualidade da classificação e a confiabilidade da classificação (Melloni *et al.*, 2021). Landis e Koch (1977) associam o índice Kappa à qualidade da classificação, que

varia de péssimo (0) a excelente (1). A Tabela 1 apresenta os graus de confiabilidade associados ao índice Kappa. O índice geral obtido foi de 0,64.

Tabela 1 - Valores de confiabilidade do índice Kappa

<b>Kappa Statistic</b>	<b>Strength of Agreement</b>
< 0.00	<i>Poor</i>
0.00 – 0.20	<i>Slight</i>
0.21 – 0.40	<i>Fair</i>
0.41 – 0.60	<i>Moderate</i>
0.61 – 0.80	<i>Substantial</i>
0.81 – 1.00	<i>Almost Perfect</i>

Fonte: Landis; Koch, 1977. Organização: Os autores, 2022.

Foi realizada também uma análise do uso atual do solo das Áreas de Preservação Permanente (APPs) das nascentes, com base no cruzamento entre o mapa de uso e cobertura da terra de 2022 e o mapa das APPs (raio de 50 metros no entorno). Esse cruzamento possibilitou a identificação das classes de uso e a quantidade das respectivas áreas.

Como forma de auxiliar no entendimento do processo de uso, foi realizado um trabalho de campo nos dias 20, 21 e 22 de outubro de 2022, percorrendo-se toda a extensão territorial de Ronda Alta, RS. Foram realizadas análises descritivas do local, coleta de pontos com receptor GNSS Garmin e registros fotográficos oblíquos aéreos de baixa altitude com drones DJI Mavic Mini e DJI Mavic 2, a altitudes de 100 e 150 metros em relação ao solo. Essas fotografias proporcionaram uma visão panorâmica do uso e cobertura geral, com o intuito de recobrir o maior número de nascentes na mesma fotografia.

Para a análise quantitativa da ocupação das APPs, estas foram divididas conforme o grau de preservação/conservação: de 0 a 25% - degradada; de 25 a 50% - parcialmente degradada; de 50 a 75% - parcialmente preservada; e acima de 75% - preservada. As áreas com 100% de preservação foram consideradas totalmente preservadas; aquelas com 0%, totalmente degradadas.

Com relação à presença ou ausência de vegetação nas APPs, adotaram-se os seguintes critérios: preservada, com um índice de vegetação acima de 75%; parcialmente preservada, com um nível de vegetação entre 50% e 75%; parcialmente degradada, entre 25% e 50%; e degradada com um nível de vegetação inferior a 25% do total da sua área.

Para fins de análise, apenas a classe “formação florestal” foi considerada como vegetação natural dentro das APPs, uma vez que as outras classes sofreram alguma forma de intervenção humana. Essa classe representa a vegetação florestal natural do bioma Mata Atlântica, no qual o município se insere. Por essa razão, optou-se por usar essa terminologia para a classificação das nascentes, uma vez que áreas de preservação devem manter suas características originais. A Figura 2 exemplifica as características consideradas para classificação.



Figura 2 - Exemplos da classificação das áreas de preservação das nascentes



Fonte: Os autores, 2022.

Por fim, realizou-se uma análise qualitativa dos impactos ambientais relacionados ao regime de águas, à biodiversidade e à vida e o bem-estar humano que a ocupação irregular dessas áreas pode trazer. Também foi discutido o marco regulatório trazido pela Lei de 2012, que prevê a possibilidade dessas áreas serem consideradas como consolidadas, não havendo a necessidade de recomposição nas modificações geradas antes do 2008.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

O município possui uma área de 418,67 km<sup>2</sup>, e sua rede hídrica conta com rios de até quinta ordem, embora a quantidade mais expressiva seja de rios de primeira e segunda ordens. Dessa forma, o total de nascentes contabilizado a partir dos modelos digitais de elevação e geração da rede de drenagem foi de 1.628 no geral, sem diferenciação quanto ao regime de águas.

As nascentes estão distribuídas ao longo de todo o território do município, com uma concentração um pouco maior nas porções mais elevadas das sub-bacias hidrográficas e ao longo do divisor de águas entre as duas maiores bacias. Dessa forma, a classe de uso do solo que predomina nas suas Áreas de Preservação Permanente (APPs) é a agropecuária, seguida pelas formações florestais. A classe urbana tem uma representatividade muito pequena, devido à pequena extensão territorial do perímetro urbano. As classes “formação campestre” e “água” são as que apresentam a menor representatividade, respectivamente.

A classe “formação campestre” está presente em apenas 16 APPs, das quais, em 15, ocupa percentual inferior a 25%, o que indica uma representatividade muito pequena. Apenas uma possui um percentual entre 50% e 75%. Conforme verificado no trabalho de campo, o município de Ronda Alta, RS, não apresenta muitas áreas com formações características daquelas classificadas como “formação campestre”, das quais, algumas são áreas de capoeiras em pousio, aguardando a implantação da cultura de verão.

Ainda dessa mesma classe, há 40 APPs com ocupação inferior a 25%, bem como 51 com ocupação entre 25% e 50%, e 109 com ocupação entre 50% e 75%. Esses dados mostram como a antropização integra o cenário de proteção ambiental das nascentes, trazendo consequências para a sua preservação, uma vez que a cobertura vegetal é fundamental para a recarga do lençol freático e,

quando retirada do seu entorno, a nascente pode desaparecer devido à redução da infiltração (soares; souza; pierangeli, 2010). A Tabela 2 apresenta a área ocupada por cada classe dentro do total de APPs e seus respectivos percentuais.

Tabela 2 - Uso do solo nas APPs das nascentes no município de Ronda Alta/RS

Classe de uso	Área km <sup>2</sup>	Área %
Recursos Hídricos	0,04	0,32
Formação Florestal	0,92	7,29
Área urbana	0,19	1,51
Formação Campestre	0,01	0,08
Agropecuária	11,46	90,80
TOTAL	12,62	100

Fonte: ESA, 2023. Organização: pelos autores, 2023.

Do total de nascentes localizadas dentro do perímetro do município, apenas 557 apresentam a classe “formação florestal” em sua APP. Dentre essas, apenas 27 estão classificadas com um percentual de preservação superior a 75%, o que indica 1,66% do total. Ainda dentro dessa mesma classe, 12 nascentes apresentam sua APP totalmente conservada com a classe “formação florestal”, o que contabiliza 44,44% da classe e 0,74% do total.

Na classificação “parcialmente preservada” – percentual entre 50 e 75% - foram identificadas 40 nascentes que possuíam a classe “formação florestal” inseridas em suas APPs, contabilizando 2,46% do total. Já a classe “parcialmente degradada” – cobertura florestal entre 25 e 50% - inclui 97 nascentes, o que corresponde a 5,96%. A Tabela 3 sintetiza os resultados da classificação das nascentes.

Tabela 3 - Síntese da classificação das nascentes quanto a presença de vegetação

Classificação	Quantidade de nascentes	Percentual (%)
Degradada (abaixo de 25%)	1464	89,92
Parcialmente degradada (25 à 50%)	97	5,96
Parcialmente preservada (50 à 75%)	40	2,46
Preservada (acima de 75%)	27	1,66
Total	1.628	100

Fonte: Os autores, 2023

Na classe degradada – que abrange os piores índices de preservação das APPs (0 a 25%) – foi encontrado o número mais significativo de nascentes: 1.464 de um total de 1.628. Nessa classificação, apenas 393 possuem algum fragmento da classe “formação florestal”, representando 24,14% do total. As demais, 1.071, não possuem a presença de vegetação florestal, contabilizando 65,78%. Não se verificou um padrão de localização associado a essas áreas. As quatro categorias estão distribuídas

uniformemente dentro do perímetro do município, onde não foram constatadas concentrações em nenhuma porção específica.

Algumas nascentes estão situadas dentro do perímetro urbano – 33 ao todo –, um número relativamente baixo, considerando a pequena extensão do perímetro urbano. Essas nascentes estão inseridas em áreas com características de entorno, com residências, arruamentos e toda a infraestrutura urbana existente no local. Desse total, 10 compartilharam ocupação com outra classe, uma vez que, por estarem localizadas nas periferias do perímetro urbano, apresentam características de áreas agrícolas.

Pieron et al. (2019) avaliaram as nascentes do Córrego Ibitinga, no município de Rio Claro, estado de São Paulo, a partir de uma abordagem integrada dos impactos físicos, biológicos e socioeconômicos. As nascentes foram classificadas em cinco níveis, conforme o grau de preservação. Das 39 avaliadas, 75% ficaram concentradas nos três piores índices, sendo a ausência de proteção vegetal o impacto mais frequente.

Ferraz, Lago e Bargas (2017) mapearam e classificou o nível de degradação das nascentes da microbacia do Ribeirão dos Passos, em Lorena, estado de São Paulo. Nesse trabalho, utilizaram ferramentas de geotecnologias para o mapeamento das nascentes e das formas de uso das APPs, além do seu grau de degradação. Os resultados indicaram que 91,6% das nascentes apresentavam algum estado de degradação ou perturbação. As APPs apresentavam ocupação por pastagens, com presença de gado e compactação do solo, comprometendo a infiltração de água e influenciando as reservas subterrâneas, mas com apenas alguns impactos negativos.

Gomes, Melo e Vale (2006) realizaram um estudo na bacia do Rio Uberabinha, em Uberlândia/MG, englobando 16 nascentes. A partir de trabalhos de campo e um índice de impacto ambiental, os autores identificaram degradação, principalmente por presença de lixo, utilização por animais e humanos e ausência de proteção. Entre os critérios avaliados, um deles era a vegetação (preservação), a alta degradação, a baixa degradação e a preservação. Como resultado, as nascentes enquadraram-se na classificação “péssimo” ou “ruim”, indicando o elevado grau de impacto ambiental ocorrido nas APPs. Apenas cinco nascentes apresentaram condições adequadas de preservação.

Marciano, Silva e Silva (2016) diagnosticaram o estado de preservação das nascentes na bacia hidrográfica do córrego Vargedo, no município de Santa Rita do Sapucaí, Minas Gerais. Os autores avaliaram o tipo de reservatório, vazão, uso da água e grau de preservação conforme a Lei 12.651/2012. Quanto à preservação, 17 foram classificadas como impactadas e 9 como alteradas. Constatou-se que a maioria das APPs havia sido substituída por cultivo agrícola ou pastagens.

Em todos esses trabalhos, nota-se a preocupação dos autores em avaliar o grau de preservação das APPs no entorno das nascentes. A grande maioria encontra-se em estágio de degradação, umas mais severas e outras menos, mas prejudicando sua manutenção.

A ausência de preservação, junto ao descumprimento da legislação vigente no que tange ao uso do solo das APPs, causa uma série de preocupações quanto aos impactos imediatos sobre a qualidade e a quantidade de água disponível, refletindo diretamente na bacia hidrográfica. Para tanto, é necessário que se tomem medidas para mitigar os impactos existentes e evitar novas degradações dessas áreas, tendo em vista a fragilidade e a importância das nascentes.

### **Validação dos dados e trabalho de campo**

Nos dias 20 e 21 de outubro de 2022, foi realizado trabalho de campo ao longo do território do município de Ronda Alta, RS, com o objetivo de coletar dados e avaliar, *in loco*, os resultados de uso do solo obtidos via *software*, bem como aferir a localização das nascentes. As figuras estão agrupadas conforme a proximidade entre os setores e representam as situações mais recorrentes em cada um deles, com maior representatividade. Ainda cabe ressaltar que, ao norte do município, localiza-se a Reserva Indígena Kaingang da Serrinha, onde não foi possível apresentar dados de campo, uma vez o acesso e a divulgação dessas informações exigem autorização por parte de órgãos governamentais.

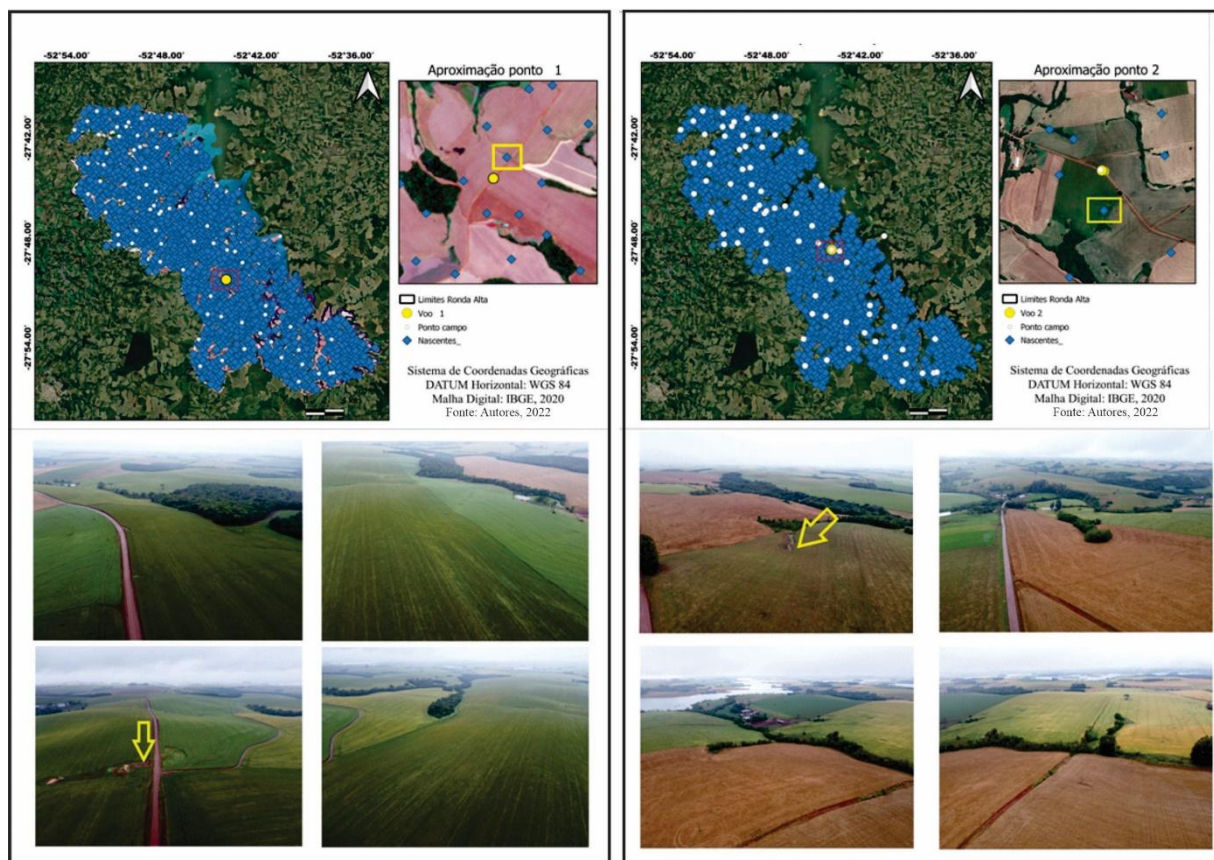
As figuras apresentadas na sequência resultam de voos com drones Mavic Mini e Mavic 2, juntamente ao mapa de localização do ponto de controle dentro do território do município. Elas foram elencadas com o intuito de ilustrar as situações descritas nos resultados e, portanto, foram apresentadas apenas 12 ilustrações. Essas imagens englobam desde a porção mais ao norte do município, percorrendo a parte central até o sul, apresentando uma visão do que foi encontrado *in loco*. Também foi realizada



uma ampliação para realizar a identificação e localização das nascentes, além de apresentar as características físicas do terreno.

A Figura 3 - Ponto 1 refere-se à localização 27° 50' 16.9" S (6919532N) e 52° 44' 06.8" O (329120E), na porção central do município, com altitude de 690 metros. Pelas imagens, fica evidenciado o uso predominante da agropecuária, sendo que, nesse ponto, a cultura do trigo é predominante. Diversas nascentes foram identificadas: algumas desprovidas de cobertura alguma, localizadas em meio a lavouras, e outras com um pequeno índice de proteção, inseridas na porção inicial de fragmentos de vegetação mais densa, caracterizando matas fechadas e remanescentes de vegetação nativa. Cabe ressaltar, também, a presença de construções rurais e a intervenção humana no solo, como pequenas barreiras para diminuir a erosão provocada pelas chuvas, acarretando até um pequeno acúmulo e a formação de pequenas barragens, como indicado na figura.

Figura 3 - Imagens aéreas dos locais indicados



Fonte: Os autores, 2022.

Na Figura 3 – Ponto 2, com coordenadas 27° 48' 34.4" S (6922688N) e 52° 44' 01.9" O (329210E), e altitude de 676 metros, na porção centro-leste do município, próximo ao lago da barragem da Usina Hidrelétrica Passo Fundo (UHPF) observa-se um relevo um pouco mais ondulado, acarretando uma definição maior dos canais. Pode-se também verificar maior presença de vegetação junto ao canal do córrego, enquanto algumas nascentes estão localizadas em meio à lavoura, com a proteção iniciando a jusante. Mais nascentes foram identificadas, com pequeno grau de proteção no seu entorno, e outras situadas em meio à lavoura.

A característica de uso que predomina no entorno é a agropecuária, com áreas recém-colhidas e outras ainda cultivadas com trigo. São áreas de vertentes curtas, próximas ao lago, onde as áreas nas cercanias dos vales são mais preservadas. Em destaque na imagem, observa-se uma nascente em meio a áreas de lavoura, sem nenhuma preservação da APP, com acúmulo de água e formação de um pequeno canal direcionado à área com presença de vegetação.

O ponto com coordenadas 27° 45' 10.7" S (6928852N) e 52° 48' 29.9" O (321783E), e altitude de 678 metros, localiza-se no centro-norte do município, próximo ao divisor de águas das microbacias locais. O solo encontrado nas proximidades é do tipo latossolo profundo e cercado de áreas de agropecuária, com lavouras de trigo. Diversas nascentes estão localizadas em meio às lavouras, sem características de preservação ou a presença de surgência de água. Uma delas demonstra a presença de água correndo pelas áreas côncavas e mais baixas, embora sem preservação alguma e com características de intermitência em períodos de alta pluviosidade. Outras nascentes possuem certa proteção próxima, com remanescentes de vegetação de características nativas.

Na maioria dos casos, as nascentes nessa área apresentam aspecto totalmente descaracterizado, com deslocamento das áreas de surgência ou mesmo com processos de intervenções voltadas à drenagem (canalização). A Figura 4, localizada em região diferente das coordenadas citadas anteriormente, demonstra o processo de drenagem da nascente, com a construção de valas, para fins de extinção e transformação em área de cultivo.

Figura 4 - Área com intervenção humana para drenagem de nascente e banhado



Fonte: Os autores, 2022.

Algumas nascentes foram identificadas como dentro da Reserva Estadual dos Pinheirinhos, (27° 48' 04.3" S / 6923565N e 52° 46' 07.5" O / 325757E), com altitude de 686 metros. Essas áreas apresentam excelente grau de preservação, uma vez que toda essa área é protegida. No entorno, várias nascentes foram localizadas em meio a áreas de lavoura, não sendo possível observar sinais da sua presença, seja por falta de preservação, seja por características de surgência de água. Também podem ser identificadas algumas nascentes em áreas de vegetação fora da reserva e açudes para acúmulo de água, com nascentes em locais próximos.

O ponto 27° 42' 54.9" S (6932957N) e 52° 51' 33.2" O (316701E), com altitude de 656 metros, identificado como Ponto 22 na figura 5, está localizado próximo à divisa com o município de Engenho Velho. A característica de uso do entorno dessa área é predominantemente agropecuária, com lavouras de trigo e aveia, além de remanescentes de vegetação nativa em pequenos fragmentos, alguns com conexões entre si e outros não. Há também vegetação de porte médio em áreas que não são usadas para a agricultura. O relevo apresenta características onduladas.

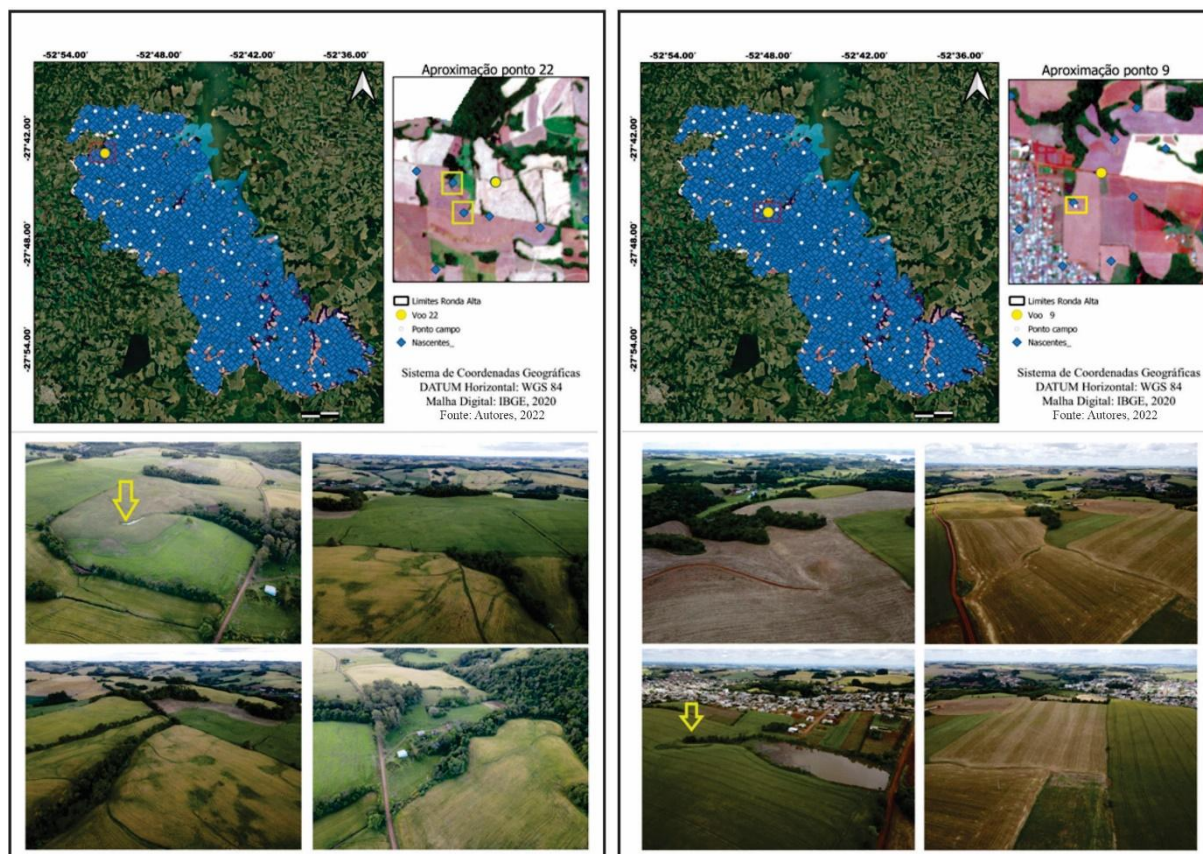
Nesse ponto, poucas nascentes foram identificadas muitas nascentes. Elas estão inseridas, na sua grande maioria, em áreas de lavoura, com pouca ou nenhuma presença de cobertura vegetal, demonstrando o seu alto grau de degradação. Na imagem, ficaram destacadas duas nascentes: uma na parte mais alta e outra na porção mais baixa do relevo. Contudo, nas imagens com drone, não é possível identificá-las de forma clara.

Próximo a essas nascentes, é possível notar um local com acúmulo de água e características de área úmida, principalmente no segmento mais baixo, onde o relevo forma uma concavidade. Essa área não apresenta qualquer tipo de vegetação ou preservação. Nesse ponto, pode ter havido um pequeno



deslocamento da nascente, possivelmente associado a um pequeno barramento, o que justificaria o acúmulo, que, no entanto, desaparece em poucos metros, sem a formação de canal. Cabe salientar, ainda, que não foi possível determinar o regime de águas da nascente, pois o trabalho de campo não foi repetido em outro dia. O período de chuvas que precedeu a atividade de campo também pode ter contribuído para o acúmulo observado.

Figura 5 - Imagens aéreas dos locais indicados



Fonte: Os autores, 2022.

As coordenadas 27° 46' 19.0" S (6926758N) e 52° 48' 10.9" O (322332E), com altitude de 676 metros, estão representadas na Figura 5 – Ponto 9. O relevo possui pouca ondulação, com solos profundos, e alguns topos de morro possuem vegetação arbórea. A principal classe de uso do solo no entorno é a agropecuária, com predominância da cultura do trigo.

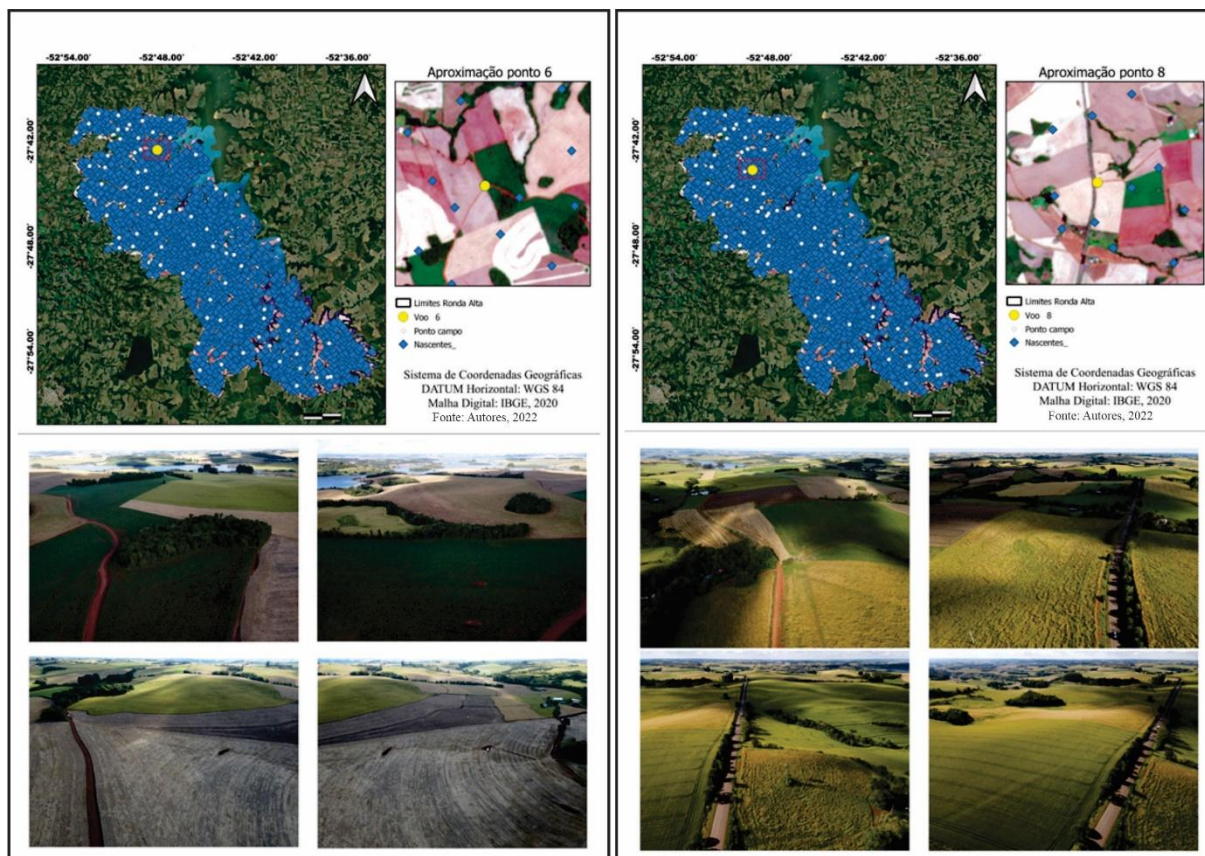
Nesse ponto, em uma das nascentes encontradas, observa-se que, após o seu ponto de surgência, uma quantidade de água é represada devido à estrada, formando um açude, com pouca vegetação no seu entorno, em razão do avanço da área de lavoura. Outros pontos com nascentes possuem remanescentes de vegetação nas suas proximidades, com um pequeno aumento a jusante.

Nas coordenadas 27° 42' 38.7" S (6933533N) e 52° 48' 22.7" O (321912E), com altitude de 635 metros (Figura 6 – Ponto 6), o relevo é característico ondulado e, em certas áreas, forte ondulado. A vegetação composta de remanescentes nativos, está localizada, principalmente, em áreas com declividade maior. Quanto às nascentes, várias delas são identificadas nessas áreas, sobretudo, em áreas de lavoura, desprovidas de preservação e sem evidências de permanência. Foram observadas, ainda, intervenções humanas para conter a erosão causada pelas chuvas, com a construção de barreiras nos locais de concentração de fluxo, nos locais côncavos.

O ponto localizado nas coordenadas 27° 43' 48.6" S (6931362N) e 52° 49' 09.8" O (320653E), com altitude de 678 metros, Figura 6 - Ponto 8, situa-se próximo ao divisor de águas das bacias hidrográficas do Rio da Várzea e Passo Fundo, junto à Rodovia RS-324. A vegetação predominante é remanescente nativa em áreas mais declivosas, com fragmentos maiores, esparsos entre as áreas de cultivo. Os solos

possuem boa profundidade, de relevo ondulado, predominando o uso agropecuário, com lavouras de aveia e início do cultivo de milho. Os pontos de nascentes encontram-se próximos a remanescentes de vegetação, o que garante certa preservação. Em outros locais, identificam-se açudes artificiais destinadas ao armazenamento de água.

Figura 6 - Imagens aéreas dos locais indicados



Fonte: Os autores, 2022.

Nas coordenadas 27° 56' 11.1" S (6908731N) e 52° 39' 36.4" O (336664E), com altitude de 680 (Figura 7 - Ponto 11), o relevo é suavemente ondulado, com solos profundos. O uso do solo é predominante agropecuário, com lavouras de trigo. Nesse ponto, são observadas várias nascentes em meio a lavouras, sem características de preservação nem presença de água. No entanto, algumas nascentes contam com áreas remanescentes de vegetação nativa, até mesmo formando açudes naturais com pequeno grau de preservação e entorno agrícola. Nessa área, são comuns as intervenções junto aos canais e nascentes, com ações de drenagem e canalização, além da construção de pequenos barramentos para evitar o escoamento superficial.

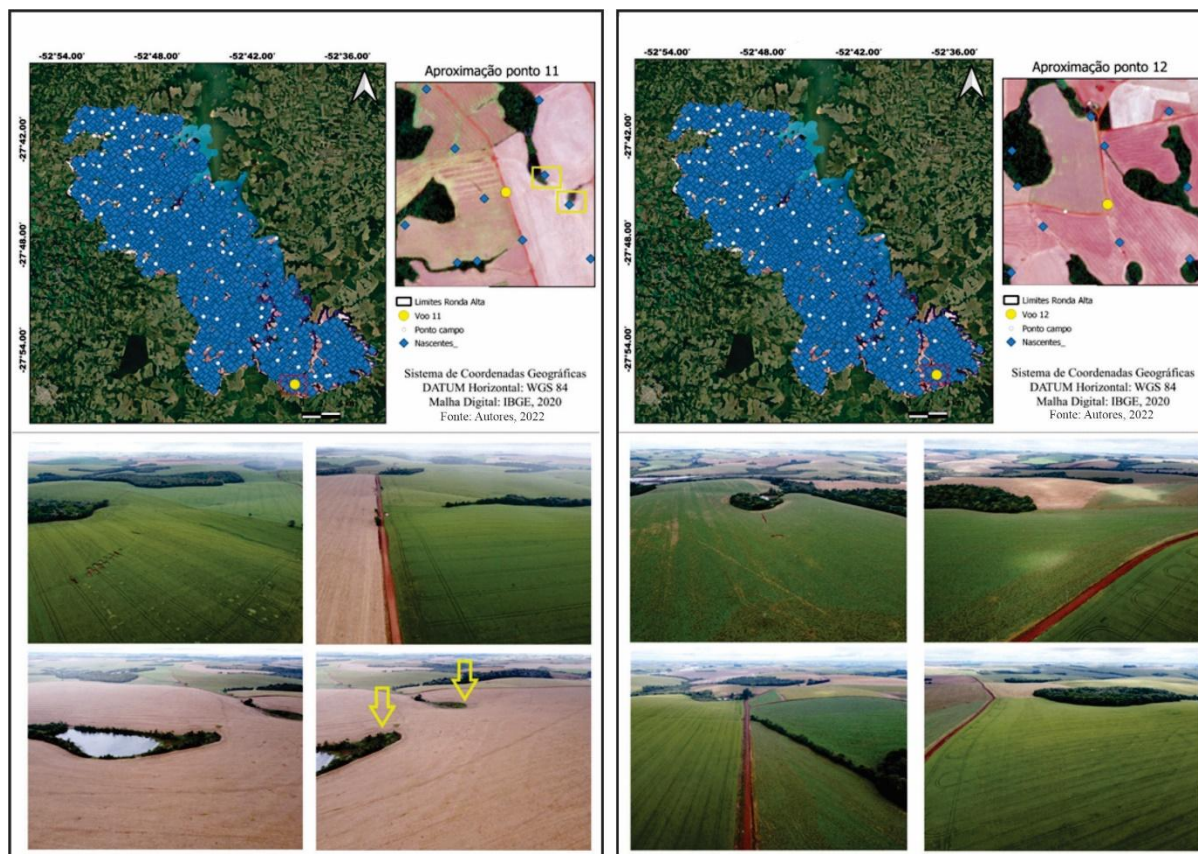
Nas coordenadas 27° 55' 41.9" S (6909680N) e 52° 37' 24" O (340271E), com altitude de 664 metros (Figura 7 - Ponto 12), encontra-se um relevo suavemente ondulado com solo profundo. O entorno é formado pela classe agropecuária, com lavouras de trigo e cultivo de forrageiras para cobertura e proteção do solo. Nesse caso, a maioria das nascentes encontra-se em meio às lavouras, sem qualquer preservação ou sinais de água. Entretanto, há vegetação nativa um pouco abaixo do ponto da nascente, onde o relevo apresenta concavidade, favorecendo o escoamento de água da chuva. Pode-se perceber também a ação do ser humano voltadas à construção de barreiras para diminuir os impactos do escoamento superficial.

A partir do trabalho de campo e das imagens, verificou-se que as regiões norte e leste do município – onde estão localizadas a Reserva Indígena da Serrinha, comunidades como Linha Divisória, Bela Vista, entre outras, e áreas próximas ao lago da UHPF – têm relevo mais ondulado, se comparadas às regiões



central e sul. Nesses locais, as vertentes são mais curtas e com maior número de nascentes, além de apresentarem vegetação um pouco mais preservada.

Figura 7 - Imagens aéreas dos locais indicados



Fonte: Os autores, 2022.

Na Figura 8 (porção noroeste do município), não foi realizada a coleta das coordenadas do local. Nesse ponto, encontram-se solos mais profundos e relevo ondulado. No quesito ocupação, predomina a agropecuária, com florestas esparsas, por vezes interligadas entre si, e outras menores, sem ligação, dispostas em meio às plantações de trigo.

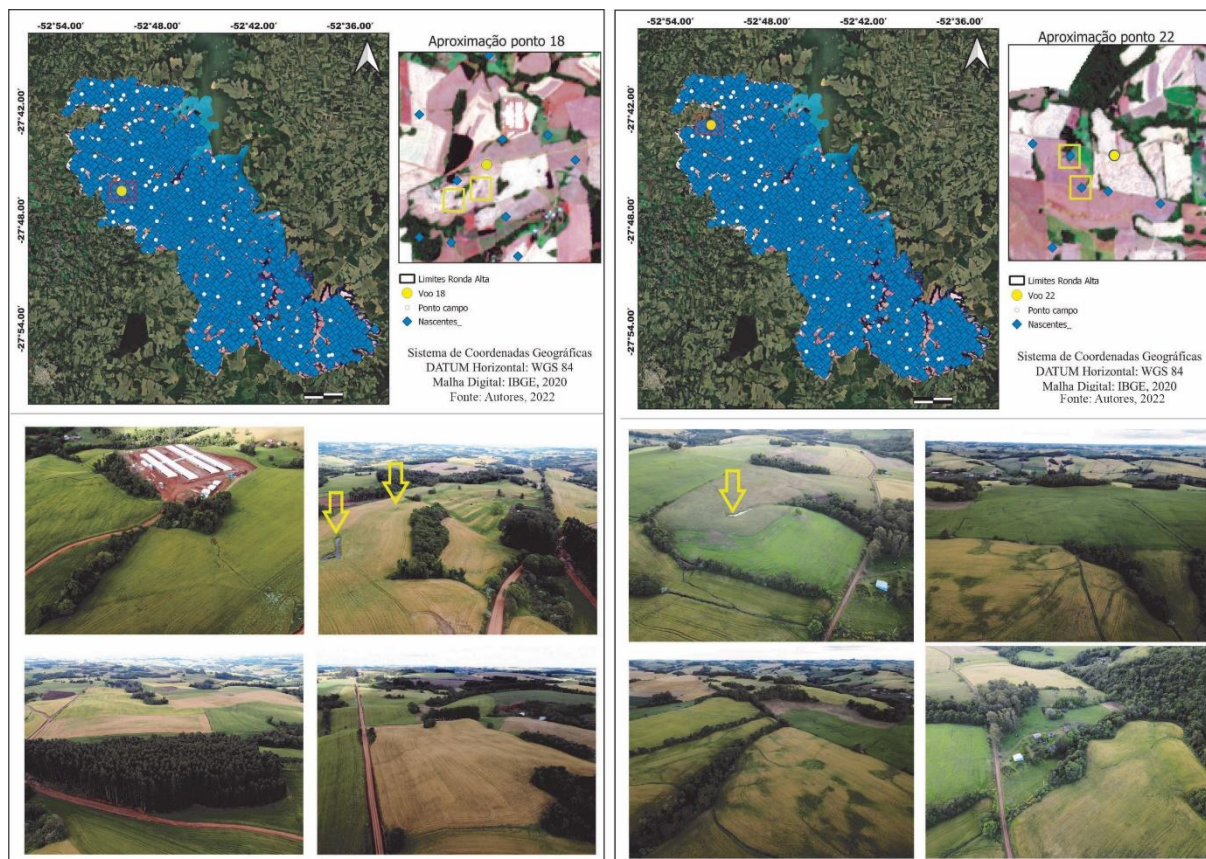
As nascentes existentes estão preservadas por fragmentos remanescentes de vegetação, mas não em quantidades como determina a Lei. Várias estão localizadas em meio às lavouras. Destaca-se na imagem a presença de dois pontos com acúmulo de água – um maior e outro menor – sem vegetação associada, o que pode indicar a existência alguma nascente, mesmo que de regime não contínuo de águas (intermitente ou efêmera), ou, ainda, nascentes que podem ter sofrido alguma intervenção humana ao longo dos anos. Essas nascentes não constam na simulação realizada.

A Figura 8 - Ponto 22, localizada nas coordenadas 27° 42' 54.9" S (6932957N) e 52° 51' 33.2" O (316701E), com altitude de 656 metros, está próxima ao limite com o município de Engenho Velho. O uso do entorno dessa área é predominantemente agropecuário, com lavouras de trigo e aveia. Há alguns remanescentes de vegetação nativa em pequenos fragmentos, alguns com conexões entre si e outros não. Há também vegetação de porte médio em áreas não cultivadas. O relevo apresenta características onduladas

Nesse ponto, não foram identificadas muitas nascentes. Elas estão inseridas, na sua grande maioria, em áreas de lavoura, com pouca ou nenhuma presença de cobertura vegetal, demonstrando o seu alto grau de degradação. A imagem ampliada destaca duas nascentes, uma na parte mais alta e outra na porção mais baixa do relevo, ambas de difícil visualização nas imagens com drone. Porém, próximo a elas, é possível notar um local com acúmulo de água e características de área úmida, principalmente no segmento mais abaixo, onde o relevo forma uma concavidade. Esse local carece de vegetação ou

preservação. Nesse ponto, pode ter havido um pequeno deslocamento da nascente, possivelmente associado a um pequeno barramento, o que pode ter causado esse acúmulo, uma vez que ele desaparece poucos metros adiante, sem formar canal. Convém assinalar, ainda, que não foi possível identificar o regime de águas da nascente, uma vez não houve novo trabalho de campo. O período de chuvas que precedeu o trabalho de campo também pode ter contribuído para o acúmulo.

Figura 8 - Imagens aéreas dos locais indicados



Fonte: Os autores, 2022.

Na porção central e sul do município, é possível observar um maior número de nascentes presentes em meio a lavouras, totalmente descaracterizadas e, possivelmente, já extintas ou, conforme Marciano, Silva e Silva (2016), em um regime de águas classificado como efêmero - com afloração durante o período de chuvas, com duração de poucos dias ou até mesmo horas. Essa característica foi registrada em diversos pontos de outras regiões, uma vez que o trabalho de campo ocorreu durante o período de chuvas e possibilitou identificar várias áreas assim. Essa situação agrava-se a partir do momento em que a vegetação que protege esses locais é retirada, diminuindo a proteção para a nascente e a capacidade de infiltração de água no solo.

Crispin et al. (2021) afirmam que a proteção de nascentes exige seu isolamento por meio de cercas ou vegetação nativa, para minimizar os impactos externos, proteger a superfície do solo e criar de condições favoráveis para a infiltração da água, garantindo fornecimento contínuo de água em boa qualidade e quantidade.

Conforme Pereira et al. (2011), as nascentes também possuem relação direta com processos de precipitação, evapotranspiração e a infiltração, podendo ter seus pontos de afloramento deslocados de acordo com a variação freática. Isso implica uma movimentação das nascentes durante o ciclo hidrológico, bem como a alteração de sua vazão em função desses fatores. A retirada da vegetação ripária acarreta, como citado anteriormente, a perda de capacidade de infiltração e retenção de água no solo, podendo auxiliar nesse processo de movimentação.



## CONSIDERAÇÕES FINAIS

A cobertura vegetal nas áreas das nascentes e em seu entorno tem um papel fundamental para a recarga do lençol freático e para a própria existência das nascentes. A partir do momento que ela é retirada, a nascente corre o risco até mesmo de desaparecer, uma vez que a infiltração de água no seu entorno diminui de forma considerável. Das 1.628 nascentes apontadas, apenas 557 (aproximadamente 34,21%) apresentaram alguma forma de vegetação no raio de 50 metros. Desse total, 27 apresentaram uma cobertura de 75% ou superior da APP prevista em Lei (aproximadamente 1,66% do total) e apenas 12 (aproximadamente 0,74%) apresentaram uma preservação de 100% da sua APP.

O estudo revelou diversas áreas impactadas por ações humanas, nascentes localizadas em meio a áreas de lavoura, totalmente descaracterizadas e sem qualquer vegetação no entorno. Um número de nascentes que foi apontado nessa situação já não existe mais, devido aos impactos sofridos por drenagem, aterramento, falta de cobertura ou até mesmo poluição advinda das áreas adjacentes.

A ausência da vegetação nativa e a proximidade com áreas de lavoura são os principais aspectos que influenciam negativamente a preservação das nascentes e afetam tanto a qualidade quanto a quantidade de água disponível. Dessa forma, fica clara a necessidade de ações que incentivem a recomposição dessas áreas, reforcem a consequência da não preservação e demonstrem a fragilidade e importância das nascentes para o ambiente e ser humano, como um todo.

Além da proteção direta das nascentes, a vegetação do entorno possui outro papel importante: a manutenção e a conservação da flora local e da fauna. Muitas espécies animais utilizam as nascentes como fonte de água e abrigo, o que reforça a necessidade de adotar medidas que visem à conservação da vegetação, à proteção do solo e da própria nascente.

Nesta pesquisa, foram analisadas apenas as condições de preservação das áreas no entorno das nascentes, como previsto pelo Código Florestal Brasileiro. No entanto, cabe ressaltar que há diversas outras variáveis envolvidas na preservação e na qualidade da água das nascentes, como a contaminação por dejetos de animais ou agroquímicos, a proximidade de áreas urbanas e residenciais – atividades com alto potencial poluidor, a presença de microrganismos biológicos, turbidez, lixo, entre outros.

Dessa forma, abre-se a possibilidade para a realização de outros trabalhos nesse sentido, que contemplem outros aspectos importantes relacionados com as nascentes, a sua preservação, a qualidade da água, além do seu papel para a sub-bacia e bacia hidrográficas nas quais se inserem. Destaca-se, ainda, o papel importante do poder público para a realização de ações que contemplem tanto a conscientização ambiental, a proteção de nascentes, e o incentivo do cuidado e replantio de vegetação entre elas.

## AGRADECIMENTOS

O presente trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – Brasil (CAPES) – Código de Financiamento 001. Os autores também agradecem ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) pela bolsa de produtividade em Pesquisa e à Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado do Rio Grande do Sul (FAPERGS) – Pesquisador Gaúcho, pelos recursos financeiros que auxiliaram o desenvolvimento da pesquisa.

## REFERÊNCIAS

BRASIL. Lei nº 12.651, de 25 de maio de 2012. **Institui o novo Código Florestal Brasileiro.** Disponível em: [http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/\\_ato2011-2014/2012/lei/l12651.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2011-2014/2012/lei/l12651.htm). Acesso em 05 mai. 2022.

BRASIL, b. Lei nº 12.727, de 17 outubro de 2012. **Altera a Lei nº 12.651, de 25 de maio de 2012, que dispõe sobre a proteção da vegetação nativa; altera as Leis nº s 6.938, de 31 de agosto de 1981, 9.393, de 19 de dezembro de 1996, e 11.428, de 22 de dezembro de 2006; e revoga as Leis nº s 4.771, de 15 de setembro de 1965, e 7.754, de 14 de abril de 1989, a Medida Provisória nº 2.166-67, de 24 de agosto de 2001, o item 22 do inciso II do art. 167 da Lei nº 6.015, de 31 de dezembro de 1973, e o § 2º do art. 4º da Lei nº 12.651, de 25 de maio de 2012.** Disponível em: [https://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/\\_ato2011-2014/2012/lei/L12727.htm](https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2011-2014/2012/lei/L12727.htm) . Acesso 05 de mai. 2022.

CALHEIROS, R. de O. *et al.* Preservação e Recuperação das Nascentes. Piracicaba: Comitê das Bacias Hidrográficas dos Rios PCJ - CTRN, 2004. Disponível em: <http://saf.cnpqg.embrapa.br/publicacoes/CartilhaNascentes.pdf> Acesso em 05 de mai. 2022.

CRISPIN, J. de Q. *et al.* **Recuperação e proteção de nascentes em propriedades rurais**. Campo Mourão, PR. Editora Fecilcam, 2021. 37p.

EUROPEAN SPACE AGENCY (ESA). Sentinel-2: Mission Overview. [S. l.], s.d. Local: Copernicus Open Access Hub, Data: da captura: 18 nov. 2022. Disponível em: <https://browser.dataspace.copernicus.eu> . Acesso em: 29 de jan. 2023.

FERRAZ, F.; LAGO, G. M. T. do; BARGOS, D. C. Mapeamento e classificação do nível de degradação das nascentes da microbacia do Ribeirão dos Passos (MBRP) como subsídio ao planejamento ambiental. **Caminhos de Geografia**, [S.L.], v. 18, n. 64, p. 78-90, 30 dez. 2017. EDUFU - Editora da Universidade Federal de Uberlândia. <http://dx.doi.org/10.14393/rcg186407> . Disponível em: <https://seer.ufu.br/index.php/caminhosdegeografia/article/view/40913> . Acesso em: 19 jan. 2023.

GOMES, P. M.; MELO, C. de; VALE, V. S. do. Avaliação dos impactos ambientais em nascentes na cidade de Uberlândia-MG: análise macroscópica. **Sociedade & Natureza**, [S.L.], v. 17, n. 32, p. 103-120, 18 abr. 2006. EDUFU - Editora da Universidade Federal de Uberlândia. <http://dx.doi.org/10.14393/sn-v17-2005-9169> . Disponível em: <https://seer.ufu.br/index.php/sociedadennatureza/article/view/9169> . Acesso em: 28 jan. 2022.

HASS, M.B. **Definição de parâmetros para a proteção de nascentes em propriedades rurais: município de Rolante/RS, 2010**. 2010. 128 f. Dissertação (Mestrado em Geografia) – Programa de Pós-Graduação em Geografia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2010. Disponível em: <https://lume.ufrgs.br/handle/10183/25555> . Acesso em: 28 jan. 2022.

IBGE - INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Malha municipal do ano de 2020**. Disponível em: <https://www.ibge.gov.br/geociencias/organizacao-do-territorio/malhas-territoriais/15774-malhas.html?=&t=downloads>. Acesso em 23 nov. 2021.

IBGE - INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Cidades@-Município de Ronda Alta**. Disponível em: <https://cidades.ibge.gov.br/brasil/rs/ronda-alta/panorama>. Acessado em 25 de nov. 2021.

LANDIS, J. R.; KOCH, G. G. The Measurement of Observer Agreement for Categorical Data. *Biometrics*, [S.L.], v. 33, n. 1, p. 159-174, mar. 1977. **JSTOR**. <http://dx.doi.org/10.2307/2529310> . Disponível em: <https://www.jstor.org/stable/2529310> . Acesso em: 05 fev. 2022.

MARCIANO, A. G.; SILVA, L. F.; SILVA, A. P. M. Diagnóstico das nascentes da bacia hidrográfica do córrego do Vargedo. **Revista Brasileira de Energias Renováveis**, [S.L.], v. 5, n. 3, p. 330-342, 19 ago. 2016. Universidade Federal do Paraná. <http://dx.doi.org/10.5380/rber.v5i3.48128> . Disponível em: <https://revistas.ufpr.br/rber/article/view/48128> . Acesso em: 28 jan. 2022.

MELLONI, E. G. P.; BARÃO, W. N.; TEIXEIRA, D. L. S.; PONS, N. A. D. Técnicas de geoprocessamento aplicadas ao estudo do conflito de uso do solo em microbacias do município de Senador Amaral – MG. *Revista Brasileira de Geografia Física*, [S.L.], v. 14, n. 1, p. 439-454, 14 abr. 2021. *Revista Brasileira de Geografia Física*. Disponível em: [https://www.researchgate.net/publication/351045207\\_Tecnicas\\_de\\_geoprocessamento\\_aplicadas\\_ao\\_estudo\\_do\\_conflito\\_de\\_uso\\_do\\_solo\\_em\\_microbacias\\_do\\_municipio\\_de\\_Senador\\_Amaral\\_-\\_MG](https://www.researchgate.net/publication/351045207_Tecnicas_de_geoprocessamento_aplicadas_ao_estudo_do_conflito_de_uso_do_solo_em_microbacias_do_municipio_de_Senador_Amaral_-_MG) . Acesso em: 26 jan. 2022. <http://dx.doi.org/10.26848/rbgf.v14.1.p439-454>

NASCIMENTO, I. S. do; CRUZ, C. B. M. C.; NEVES, S. M. A. da S.; GALVANIN, E. A. dos S. Avaliação da Exatidão dos Classificadores MAXVER e ISO Cluster do Software Arcgis for Desktop com Uso de Imagem Landsat 8 do Município de Cáceres/MT. **Revista Continentes**, [s. l.], v. 8, p. 48-62, jan. 2016. Disponível em: <https://www.revistacontinentes.com.br/index.php/continentes/article/view/95> . Acesso em: 26 jan. 2022.

PEREIRA, P. H. V.; PEREIRA, S. Y.; YOSHINAGA, A.; PEREIRA, P. R. B. Nascentes: análise e discussão dos conceitos existentes. **Periódico Eletrônico Fórum Ambiental da Alta Paulista**, [S. l.], v. 7, n. 2, 2011. <https://doi.org/10.17271/19800827722011109> . Disponível em: [https://publicacoes.amigosdanatureza.org.br/index.php/forum\\_ambiental/article/view/109](https://publicacoes.amigosdanatureza.org.br/index.php/forum_ambiental/article/view/109) . Acesso em: 25 jan. 2022.



- PESSI, D. D.; EREIO, P. K. B.; ALVES, G. B. M.; MARTARELLO, A. P.; LOVERDE-OLIVEIRA, S. M. Vegetal Cover Quality in Area of Permanent Preservation of Headsprings. **Anuário do Instituto de Geociências** - Ufrj, [S.L.], v. 41, n. 3, p. 270-280, 4 dez. 2018. Instituto de Geociências - UFRJ. [http://dx.doi.org/10.11137/2018\\_3\\_270\\_280](http://dx.doi.org/10.11137/2018_3_270_280) . Disponível em: <https://revistas.ufrj.br/index.php/aigeo/article/view/29722> . Acesso em: 26 jan. 2022.
- PIERONI, J. P.; BRANCO, K. G. R.; DIAS, G. R. do V.; FERREIRA, G. C. AVALIAÇÃO DO ESTADO DE CONSERVAÇÃO DE NASCENTES EM MICROBACIAS HIDROGRÁFICAS. **Geociências**, [S.L.], v. 38, n. 1, p. 185-193, 6 abr. 2019. UNESP - Universidade Estadual Paulista. <http://dx.doi.org/10.5016/geociencias.v38i1.12477> . Disponível em: <https://www.periodicos.rc.biblioteca.unesp.br/index.php/geociencias/article/view/12477> . Acesso em: 26 jan. 2022.
- ROSSATO, M. S. **Climas do Rio Grande do Sul**: variabilidade, Tendências e tipologia. 2011. 240f. **Tese** (Doutorado em Geografia).- Programa de Pós Graduação em Geografia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2011. Disponível em <https://lume.ufrgs.br/handle/10183/32620> . Acesso em 10 jan. 2023.
- SANTOS, H. G. D. *et al.* **Sistema Brasileiro de Classificação de Solos**. 5ª ed, rev. e ampl. ed. Brasília, DF: Embrapa, 2018.
- SOARES, J. C. de O.; SOUZA, C. A. de; PIERANGELI, M. A. Nascentes da sub-bacia hidrográfica do córrego Caeté/MT: estudo do uso, topografia e solo como subsídio para gestão. **Revista Brasileira de Gestão e Desenvolvimento Regional**, [S. l.], v. 6, n. 1, 2010. Disponível em: <https://www.rbgdr.net/revista/index.php/rbgdr/article/view/260> . Acesso em: 24 out. 2022
- SOBRINHO, T. A.; OLIVEIRA, P. T. S.; RODRIGUES, D. B. B.; AYRES, F. M. Delimitação automática de bacias hidrográficas utilizando dados SRTM. *Engenharia Agrícola*, [S.L.], v. 30, n. 1, p. 46-57, fev. 2010. FapUNIFESP (SciELO). <http://dx.doi.org/10.1590/s0100-69162010000100005> .Disponível em: <https://www.scielo.br/j/eagri/a/BCFw7SYRfd8scZBTt7pKmsG/?lang=pt> . Acesso em 30 jan. 2022.
- STRAHLER, A. N. Quantitative analysis of watershed geomorphology. **Eos, Transactions American Geophysical Union**, [S.L.], v. 38, n. 6, p. 913-920, dez. 1957. American Geophysical Union (AGU). <http://dx.doi.org/10.1029/tr038i006p00913> . Disponível em: <https://agupubs.onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1029/TR038i006p00913> . Acesso em 30 jan. 2022.
- VALIENTE, O. F.; GOMES, M. A. **Conservação de Nascentes**: Produção de Água em Pequenas Bacias Hidrográficas. 2. ed. Viçosa: Aprenda Fácil, 2015. 267 p.
- VIERO, A. C.; SILVA, D. R. A. da (org). **Geodiversidade do Estado do Rio Grande do Sul**. Porto Alegre: CPRM, 2010. 250 p.; 30 cm + 1 DVD-ROM. Disponível em <https://rigeo.cprm.gov.br/xmlui/handle/doc/16774> . Acessado em 12 mar. 2022.

---

Recebido em: 25/10/2024

Aceito para publicação em: 07/05/2025