

Gestão ambiental e as inferências nos recursos hídricos: um diagnóstico do Rio Espraiado em Soledade/RS

Environmental management and inferences in hydrological resources: a diagnosis of the Rio Espraiado in Soledade/RS

Fabiano Ezequiel dos Santos¹, ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-6009-3382>; Antônio Agnaldo Rodrigues de Moraes², ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-7739-6010>; Patricia Inês Schwantz³, ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-1110-7490>; Daniela Mueller de Lara⁴, ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-2244-1793>

1. Graduando de Gestão Ambiental (Universidade Estadual do Rio Grande do Sul – UERGS, Soledade/Rio Grande do Sul – Brasil). E-mail: fabiano-santos@uergs.edu.br
2. Graduando de Gestão Ambiental (Universidade Estadual do Rio Grande do Sul – UERGS, Soledade/Rio Grande do Sul – Brasil). E-mail: antonio-morais@uergs.edu.br
3. Mestra em Administração Pública pela UFSM; Especialista em Estatística e Modelagem Quantitativa pela UFSM e em Gestão Empresarial pela UNISC. (Universidade Federal de Santa Maria - UFSM - Santa Maria - RS – Brasil). E-mail: patyschwantz1991@hotmail.com
4. Doutora em Ambiente e Desenvolvimento; Professora permanente no Mestrado em Ambiente e Sustentabilidade (PPGAS). (Universidade Estadual do Rio Grande do Sul – UERGS, Soledade/Rio Grande do Sul – Brasil). E-mail: daniela-lara@uergs.edu.br

Resumo

Buscou-se analisar as inferências do desenvolvimento regional e gestão ambiental, a partir do mapeamento e diagnóstico ambiental, na qualidade do Rio Espraiado em Soledade/RS. A pesquisa é descritiva e a metodologia utilizada foi a pesquisa-ação. Para o diagnóstico ambiental, foram avaliados dados sobre a característica do município. Para o mapeamento hidrográfico, utilizou-se o *software* ArcGis junto ao Sistema de Informações Geográficas, para obter mapas e informações geográficas. Foi possível observar a ausência parcial da circunferência de vegetação nativa, ausência de sub-bosque e processos erosivos, presença de resíduos e rejeitos nas margens do afluente, mata ciliar densa de difícil acesso, posição crítica ambientalmente pela ocupação nas margens do rio e, as margens apresentam-se fortemente degradadas. Sugerem-se ações de restabelecimento da APP para manter a qualidade e o fluxo hídrico, assim como, investimento em políticas públicas para preservação das áreas que margeiam o rio.

Palavras-chave: Gestão Ambiental; Mapeamento Hidrográfico; Recursos Hídricos.

Abstract

We sought to analyze the inferences of regional development and environmental management, based on the mapping and environmental diagnosis, in the quality of Rio Espraiado in Soledade/RS. The research is descriptive and the methodology used was research-action. For the environmental diagnosis, data on the characteristics of the municipality were evaluated. For hydrographic mapping, the Arcgis software was used with the Geographic Information System to obtain maps and geographic information. It was possible to observe the partial absence of the circumference of native vegetation, absence of undergrowth and erosive processes, presence of waste and tailings on the banks of the tributary, dense ciliary forest of difficult access, critical position environmentally for the occupation on the banks of the river and the margins are severely degraded. Actions to reestablish the PPA are suggested to maintain quality and water flow, as well as investment in public policies to preserve the areas bordering the river.

Keywords: Environmental management; Hydrographic mapping; Water Resources.

Citation: SANTOS, F.E.; MORAES, A.A.R.; SCHWANTZ, P.I.; LARA, D.M. Gestão ambiental e as inferências nos recursos hídricos: um diagnóstico do Rio Espraiado em Soledade/RS. *Gestão & Regionalidade*, v.39, e20237926, 2023. DOI: <https://doi.org/10.13037/gr.vol39.e20237926>



1 Introdução

A água é um bem natural de uso comum e fundamental à vida, sendo indispensável em praticamente todas as atividades do ser humano. Um dos maiores desafios da população nos próximos anos será conciliar a escassez hídrica, pois, com as atividades antrópicas que influenciam na qualidade da água, como: o crescimento populacional desordenado, a falta de saneamento básico e o aumento no consumo de água nas mais variadas atividades humanas e industriais, agrava-se a situação e tais ações podem ocasionar grandes impactos aos recursos hídricos (OLIVEIRA; CARVALHO, 2018).

Outrossim, os processos contínuos de crescimento e urbanização da população humana e a pressão constante em áreas fragmentadas de vegetação natural para práticas agrícolas levam diretamente à degradação dos ambientes naturais. Essas áreas são evidenciadas na área de estudo e fortalecem ainda mais a sua relevância.

Conforme Rebouças, Braga e Tundisi (2006) e Santos, Dias e Balestieri (2021), a superfície do planeta possui 71 % de seu território reconhecido como água, sendo que 97 % não está propício para consumo restando, assim, apenas 3% de água doce. Todavia, Mukate *et al.* (2020) destaca que cerca de 2,5% da água doce da Terra não está disponível para consumo por encontrar-se: presa em geleiras, calotas polares, atmosfera, solo; altamente poluído ou está muito abaixo da superfície da terra para ser extraído a um custo acessível. Desse modo, menos de um terço está disponível para destinação humana, industrial, agrícola, irrigação, entre outros.

Com o intuito de proteger esse recurso natural raro, muitos países possuem legislação ambiental para assegurar a preservação. No Brasil, o Código Florestal Brasileiro determina áreas específicas a serem mantidas com cobertura vegetal natural, conhecidas como áreas de preservação permanente (SANTOS *et al.*, 2016).

As Áreas de Preservação Permanentes (APPs) são as responsáveis por manter a qualidade e quantidade dos recursos hídricos e classificadas de acordo com a lei 12.651/2012, na qual são denominadas faixas marginais de qualquer curso d'água natural, sendo estas perenes ou intermitentes, havendo cobertura ou não da vegetação nativa (BRASIL, 2012).

Os recursos hídricos possuem papel social muito relevante, tendo em vista que a falta de potabilidade pode ser um meio de proliferação de doenças. Diante dessa anomalia, pretende-se demonstrar em dimensão real ou aproximada a realidade de como se apresenta o nível de preservação, degradação e a importância desse corpo hídrico para a população Soledadense e região, em razão do percurso hídrico ser responsável pelo abastecimento de água desse município.

Diante dos fatos, a preocupação com a proteção de nascentes e mananciais tem se ampliado nos últimos anos, sendo alvo de muitas pesquisas visando garantir a qualidade da água (BASTOS *et al.*, 2018; BORGES *et al.*, 2011; FIORE *et al.*, 2017; FOLETO, 2018; MARMONTEL *et al.*, 2018; MORAES *et al.*, 2018), conservação de áreas de preservação permanente e a proteção dos recursos hídricos no Brasil (BRASIL; FERREIRA; CARDOSO, 2020; OLIVEIRA; BORGES; ACERBI JUNIOR, 2018; SCHWANTZ *et al.*, 2019; SANTOS *et al.*, 2021).

Nessa perspectiva, este estudo tem como objetivo analisar as inferências do desenvolvimento regional e da gestão ambiental na qualidade dos recursos hídricos a partir de um diagnóstico ambiental da situação do Rio Espreado (Soledade, Rio Grande do Sul), fornecendo dados para a tomada de decisões e definição de metas que permitam garantir a melhoria da qualidade e a preservação hídrica para a região. As motivações para a realização



desta pesquisa surgiram mediante a preocupação com a conservação da qualidade desse recurso hídrico, uma vez que o Rio Espraiado é o único que abastece o município de Soledade.

Ademais, a Lei Municipal nº 4.078/2019 define a macrozona de proteção dos mananciais correspondente à porção da bacia hidrográfica do Rio Espraiado situada à montante do ponto de captação de água para o abastecimento da cidade de Soledade. Amparada nesta lei, a delimitação da macrozona de proteção dos mananciais visa à preservação dos mananciais da bacia do Rio Espraiado por ser fonte de abastecimento de água da cidade de Soledade, à proteção dos recursos naturais e à adequação das atividades produtivas rurais com as condições de preservação ambiental hídrica e, ainda, o fomento das atividades rurais de forma a contribuir com o desenvolvimento sustentável do município (PREFEITURA MUNICIPAL DE SOLEDADA, 2019). Todos esses objetivos corroboram para a Agenda 2030, em especial, para o sexto Objetivo de Desenvolvimento Sustentável (ODS), que trata da garantia da disponibilidade e manejo sustentável da água e saneamento para todos. Para o Brasil, até 2030, a meta é alcançar o acesso universal e equitativo à água para consumo humano, segura e acessível para todas e todos. Tais pontos justificam a relevância da pesquisa, a qual segue em desenvolvimento e busca analisar parâmetros e indicadores complementares a fim de monitorar as condições ambientais desse recurso hídrico.

Para isso, buscou-se desenvolver mecanismos que fossem eficazes e capazes de minimizar os impactos ambientais das ações antrópicas nas áreas que margeiam o Rio Espraiado. Atrelado a isso, o mapeamento e o diagnóstico ambiental foram as primeiras etapas do estudo e basearam-se no levantamento fotográfico e em localização de coordenadas geográficas das nascentes. Ainda, foram planilhados dados como altitude, tipo de nascente, grau de conservação da vegetação do entorno, proximidades com residências, grau de dificuldade de acesso ao local, assim como a presença de resíduos e rejeitos em seus arredores. O uso das geotecnologias torna-se uma ferramenta indispensável no auxílio da localização, do mapeamento e da verificação do uso e cobertura das áreas de APPs das propriedades ribeirinhas, evidenciando quais atividades antrópicas desenvolvidas na região podem influenciar na degradação do manancial.

Posto isso, este artigo está organizado em seções. A seção de fundamentação teórica apresenta uma breve discussão com embasamento sobre o tema da pesquisa. Posteriormente, é apresentada a metodologia empregada para levantamento de dados sendo esta subdividida em duas etapas. A primeira etapa descreve os métodos para realização do mapeamento hidrográfico com produção de imagens geradas em mapas, e a segunda etapa consiste nos passos para a realização do diagnóstico ambiental. Por fim, são elencados os resultados obtidos e a discussão dos mesmos, para, posteriormente, serem apresentadas as considerações finais do trabalho.

2 Fundamentação teórica

A degradação dos recursos hídricos contribui para o desequilíbrio ambiental, provoca extinção de espécies e proliferação de doenças, além da escassez de água que já atinge várias regiões do mundo (COUTO, 2005). A supressão da vegetação nativa para expansão agropecuária e substituição por outros tipos de uso da terra agravam o processo de fragmentação florestal e, conseqüentemente, afetam a natureza e diversas espécies da fauna e flora; influenciando, por conseguinte, negativamente na conservação das fontes de água (MARCHESAN *et al.*, 2017).

Brasil *et al.* (2020) enfatizam o aspecto conceitual em que as APPs são espaços especialmente protegidos, coberto ou não por vegetação nativa, com múltiplas funções



socioambientais para proteger os recursos hídricos, a paisagem, a estabilidade geológica, a biodiversidade, o fluxo gênico de fauna e flora, o solo e assegurar o bem-estar das populações humanas. Além disso, enquadram-se os ambientes ao redor de corpos hídricos (rios, lagos, lagoas, nascentes ou reservatórios), topos de morro, serras, mangues, entre outros ambientes frágeis.

De acordo com Oliveira e Francisco (2018), as Áreas de Preservação Permanente (APPs) foram criadas pelo Código Florestal de 1965, e representaram uma importante evolução das atividades florestais, entre outras normas instituídas por esse código. Nesse sentido, a preservação de áreas próximas aos recursos hídricos e nascentes é de extrema importância para a conservação da biodiversidade local. Essas áreas servem como corredores ecológicos, tendo a função de trânsito de espécies, proporcionando melhor disponibilidade de alimentos e manutenção do ciclo da cadeia alimentar. Contribuem também para a conservação do solo, evitando a erosão e assoreamento dos rios proporcionando melhor qualidade da água, um bem natural essencial à vida de todos os seres vivos.

Estudos realizados por Brasil *et al.* (2020) e Pereira *et al.* (2017) descrevem situações dos cursos de água mediante as exigências de órgãos governamentais e de gestão de recursos hídricos quanto à necessidade de preservação de matas ciliares e em termos de qualidade dos recursos hídricos. Brasil *et al.* (2020) avaliaram a situação das APP da Região Metropolitana de Goiânia, a partir da análise do texto legal e com auxílio dos produtos de sensoriamento remoto e bases cartográficas. O estudo evidenciou o descumprimento da normativa estabelecida no Código Florestal Brasileiro em toda a região estudada com percentuais de degradação superiores a 40% das APPs e, por meio dos produtos cartográficos, identificaram o grau de conservação das áreas no entorno de zonas fluviais, nascentes, lagos e lagoas.

Da mesma forma, Pereira *et al.* (2017) caracterizaram as alterações no uso da terra entre os anos de 2002 e 2011 e as condições das APPs e reservas legais na bacia hidrográfica do Córrego Bebedouro (Frutal, Minas Gerais). De acordo com os dados geomorfológicos e a área de APP apresentados como resultado dos autores, o córrego Bebedouro possuía condições naturais adequadas para a destinação de suas águas ao abastecimento humano, principalmente por ser uma bacia de rios com baixa ordem, por ter grande parte da sua extensão ribeirinha vegetada, e por estar em local de baixa vulnerabilidade natural aos processos erosivos. Entretanto, devido à substituição de pastagens por canavial próximo ao córrego Bebedouro, evidencia-se a necessidade de medidas para a conservação da qualidade da água, assim como para o estabelecimento de políticas de controle do uso de insumos agrícolas, e a qualificação técnica dos trabalhadores rurais. Destaca-se que, em ambos os estudos (BRASIL *et al.*, 2020; PEREIRA *et al.* 2017), os aspectos metodológicos abrangeram o uso de mapeamento hidrográfico e informações geográficas para obtenção dos resultados apresentados.

Em relação ao município de Soledade (RS), cabe salientar que a avaliação dos aspectos normativos que regem a gestão hídrica é fundamental pois, as mesmas regulamentam o uso e parcelamento do solo urbano e o planejamento municipal, que se estabelecem por meio do Plano Diretor (PD), segundo previsto na Lei 4.078/2019, do Estatuto municipal (PREFEITURA MUNICIPAL DE SOLEDADE, 2019). Para além disso, no Quadro 1, apresentam-se as principais normativas referentes à gestão dos recursos hídricos, conceitos de APP e as alterações do código florestal vigente, as quais são parâmetros para nortear a legislação municipal citada.



Quadro 1 - Principais normativas de APPs, gestão de recursos hídricos e saneamento básico nas esferas nacional, estadual (RS) e do município de Soledade.

Esfera	Normativas	Diretrizes
Nacional	Lei nº 14.026, de 15 de julho de 2020 – Lei do Marco do Saneamento Básico.	Estabelece a Política Nacional de Saneamento Básico através da atualização do marco legal do saneamento básico e altera a Lei nº 9.984, de 17 de julho de 2000, para atribuir à Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico
Nacional	Lei 12.651/2012 - Código Florestal Brasileiro	Revoga o Código Florestal Brasileiro de 1965 e define que a proteção do meio ambiente natural é obrigação do proprietário mediante a manutenção de espaços protegidos de propriedade privada, divididos entre APPs e Reserva Legal (RL).
Nacional	Lei nº 12.727, de 17 de outubro de 2012 - Proteção da vegetação	Esta Lei estabelece normas gerais sobre a proteção da vegetação, áreas de Preservação Permanente e as áreas de Reserva Legal; a exploração florestal, o suprimento de matéria-prima florestal, o controle da origem dos produtos florestais e o controle e prevenção dos incêndios florestais, e prevê instrumentos econômicos e financeiros para o alcance de seus objetivos.
Nacional	Lei nº 11.284/2006 - Lei da Mata Atlântica	Essa norma regulamenta a proteção e uso dos recursos dessa floresta, tendo como objetivo assegurar direitos e deveres dos cidadãos e de órgãos públicos no que se refere à exploração consciente desse bioma. A lei visa a salvaguarda da biodiversidade, da saúde humana, dos valores paisagísticos, do regime hídrico e da estabilidade social.
Nacional	Lei nº 9.984, de 17 de julho de 2000 - Lei de criação da Agência Nacional das Águas (ANA).	Essa lei cria e regulamenta a ANA. Ela é a entidade responsável pela implementação da Política Nacional dos Recursos Hídricos e pelo gerenciamento do Saneamento.
Nacional	Lei 9.985/2000 – Lei do Sistema Nacional de Unidades de Conservação da Natureza	Estabelecem objetivos que estão a conservação de variedades de espécies biológicas e dos recursos genéticos, a preservação e restauração da diversidade de ecossistemas naturais e a promoção do desenvolvimento sustentável a partir dos recursos naturais.



Esfera	Normativas	Diretrizes
Nacional	Lei nº 9.433, de 8 de janeiro de 1997 - Lei das águas.	Institui a Política Nacional de Recursos Hídricos, cria o Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos, regulamenta o inciso XIX do art. 21 da Constituição Federal, e altera o art. 1º da Lei nº 8.001, de 13 de março de 1990, que modificou a Lei nº 7.990, de 28 de dezembro de 1989.
Nacional	Lei 6.766/1979 - Lei do Parcelamento do Solo	Estabelece regras para loteamentos urbanos, proibidos em áreas de preservação ecológicas, naquelas onde a poluição representa perigo à saúde e em terrenos alagadiços.
Nacional	Resolução CONAMA nº 429/2011	Dispõe sobre a metodologia de recuperação das Áreas de Preservação Permanente - APPs
Nacional	Resolução CONAMA nº 369/2006	Dispõe sobre os casos excepcionais, de utilidade pública, interesse social ou baixo impacto ambiental, que possibilitam a intervenção ou supressão de vegetação em APPs
Nacional	Resolução CONAMA nº 302, de 20 de março de 2002	Complementa a Resolução CONAMA no 303/02 e dispõe sobre os parâmetros, definições e limites de APPs de reservatórios artificiais e o regime de uso do entorno
Estadual	Resolução CONSEMA nº 309/2016	Reconhece atividade de baixo impacto ambiental em que é permitida a intervenção ou supressão de vegetação nativa em APPs
Estadual	Resolução CONSEMA nº 314/2016	Define outras atividades eventuais ou de baixo impacto ambiental em que é permitida a intervenção ou supressão de vegetação nativa em APPs
Estadual	Resolução CONSEMA nº 360/2017	Estabelece diretrizes ambientais para a prática da atividade pastoril sustentável sobre remanescentes de vegetação nativa campestre em APPs e de Reserva Legal no Bioma Pampa
Estadual	Resolução CONSEMA nº 361/2017	Altera a Resolução 314/2016, que define outras atividades eventuais ou de baixo impacto ambiental em que é permitida a intervenção ou a supressão de vegetação nativa em APPs
Estadual	Lei nº 11.685, de 08 de novembro de 2001 - Sistema Estadual de Recursos hídricos	Institui o Sistema Estadual de Recursos Hídricos, regulamentando o artigo 171 da Constituição do Estado do Rio Grande do Sul.
Municipal - Soledade/RS	Lei Municipal nº 4.078/2019 - Plano Diretor de Soledade	Institui o plano diretor inovador sustentável do município de soledade.

Fonte: Autores (2022).



Ademais, segundo o Atlas Pluviométrico da CPRM (Serviço Geológico do Brasil), os índices pluviométricos na região norte do Rio Grande do Sul, onde está localizada a microbacia de captação, são considerados bons ou muito bons quando comparados a outras regiões do país. As médias anuais entre os anos de 1977 e 2006 apontam uma média de cerca de 1.700 mm de precipitação na região onde está fixada a microbacia, um número considerado muito bom (CPRM, 2006). Tal índice contribui para os parâmetros de qualidade da água, aumentando a solubilidade e capacidade de depuração dos compostos orgânicos e inorgânicos, bem como são responsáveis por manterem os reservatórios naturais de água com níveis considerados muito bons quando comparados com a média pluviométrica anual do RS. Segundo o Atlas Socioeconômico do Rio Grande do Sul, o regime de chuvas varia de região para região, chovendo cerca de 1200 a 1500mm anualmente na metade sul e de 1500 a 1800mm na metade norte do estado do RS (RIO GRANDE DO SUL, 2020). Cabe destacar que a crise hídrica tem afetado a região sudeste e sul, inclusive o Rio Grande do Sul. Em 2020 e 2021, uma das causas da falta de chuvas nas regiões supracitadas foram decorrentes do efeito *La Niña*, um fenômeno natural e periódico que ocorre devido a mudanças de temperatura das águas no Oceano Pacífico, ocasionando uma mudança nas temperaturas e nas chuvas que ocorrem no mundo todo (MACKEIZIE, 2022).

Silva *et al.* (2020) salientam que conhecer o perfil de consumo de uma população torna-se uma ferramenta de gestão imprescindível no atual cenário ambiental, e que estudos sobre o consumo de água são extremamente eficazes para o fomento das políticas públicas ambientais. A partir de uma perspectiva social, Schwantz *et al.* (2019) e Araldi *et al.* (2021) salientam que existem incentivos na preservação do meio ambiente, como, por exemplo, o pagamento por serviços ambientais (PSA), que corrobora com medidas eficazes na preservação dos recursos naturais e um retorno financeiro dos atores participantes das ações do PSA.

Adicionalmente, Aparecido *et al.* (2016) complementam que visando à disponibilidade e qualidade de água, o manejo das bacias hidrográficas deve garantir a conservação de matas nativas, uso de técnicas conservacionistas do solo e técnicas para diminuir o transporte difuso com origem nas áreas urbanas. Além disso, a literatura evidencia vários estudos que analisam a preservação de áreas permanentes no Brasil. Autores como Gurgel, Farias e Oliveira (2017) apresentam uma análise de uso indevido em APPs, no município de Tailândia – PA, a partir do cruzamento de dados de uso e cobertura da terra com APPs. Segundo os dados obtidos nessa pesquisa, 53% do município (2.347,64 km²) estão ocupados por atividades antrópicas, sendo que a pastagem é a maior transgressora, ocupando 26,65% das APPs.

Por outro lado, para Leite *et al.* (2020), as bacias hidrográficas com forte presença de pequenas propriedades rurais são as mais afetadas com a flexibilidade trazida pelo artigo 61-A, da Lei de Proteção à Vegetação Nativa (Lei n.12.651 / 2012), que pode comprometer a funcionalidade dos CAE ao longo de cursos de água. No estudo feito por Oliveira, Borges e Acerbi Junior (2020), sobre Áreas de Preservação Permanente de Rio Grande no Estado de Minas Gerais, constatou-se a necessidade de aumentar as inspeções e fornecer informações sobre essas determinações e os benefícios de preservação. Cabe esclarecer que a baixa porcentagem com áreas naturais remanescentes de vegetação (40,19%) e o alto uso conflitante da terra (58,89%) mostram que a Lei 12.651 não está sendo cumprida na localidade analisada.

Adicionalmente, Brasil, Ferreira e Cardoso (2020) realizaram uma avaliação sobre a situação das APPs que compreendem Região Metropolitana de Goiânia, a partir do uso de dados de sensoriamento remoto e geoprocessamento. Os produtos cartográficos (mapas de uso e ocupação, APPs e conflito de uso em APPs) gerados permitiram identificar a predominância de pastos cultivados em quase 45% de todas as APPs mapeadas.



Vale destacar, ainda, que Vivian *et al.* (2019) reforçam o uso de Sistema de Informações Geográficas (SIGs) e o software de geoprocessamento ArcGis objetivando mapear e analisar a situação ambiental de nascentes no perímetro urbano de Soledade (Rio Grande do Sul, Brasil). Os autores ainda recomendam que os dados avaliados se tornam subsídios para o planejamento da expansão urbana por meio da definição de áreas passíveis de ocupação e delimitação das áreas de preservação ambiental. Bianchini e Oliveira (2019) determinaram as áreas mais indicadas para a implantação de Unidades de Conservação (UCs) no Vale do Taquari, RS, Brasil, utilizando ferramentas de geoprocessamento. Utilizando-se a base de remanescentes da Mata Atlântica, extrairam-se os fragmentos vegetais com área igual ou maior que 100 ha e como resultados obteve-se um mapa de ordenamento contendo os fragmentos com maior aptidão para implantação de UCs.

3 Metodologia

A pesquisa realizada é classificada como descritiva e a metodologia utilizada para investigação foi a pesquisa-ação. Conforme Barros e Lehfeld (2007), na pesquisa descritiva realiza-se o estudo, a análise, o registro e a interpretação dos fatos do mundo físico sem a interferência do pesquisador. Por outro lado, para Thiollent (1997), a pesquisa-ação descreve uma situação problema “com base em verbalizações dos diferentes autores em suas linguagens próprias”, sendo o conhecimento das inferências inseridos na elaboração de estratégias ou ações para o desenvolvimento do trabalho.

Este estudo foi realizado em duas etapas. A primeira etapa corresponde ao mapeamento hidrográfico e, a segunda etapa corresponde ao diagnóstico ambiental. As etapas são descritas a seguir.

3.1 Mapeamento hidrográfico

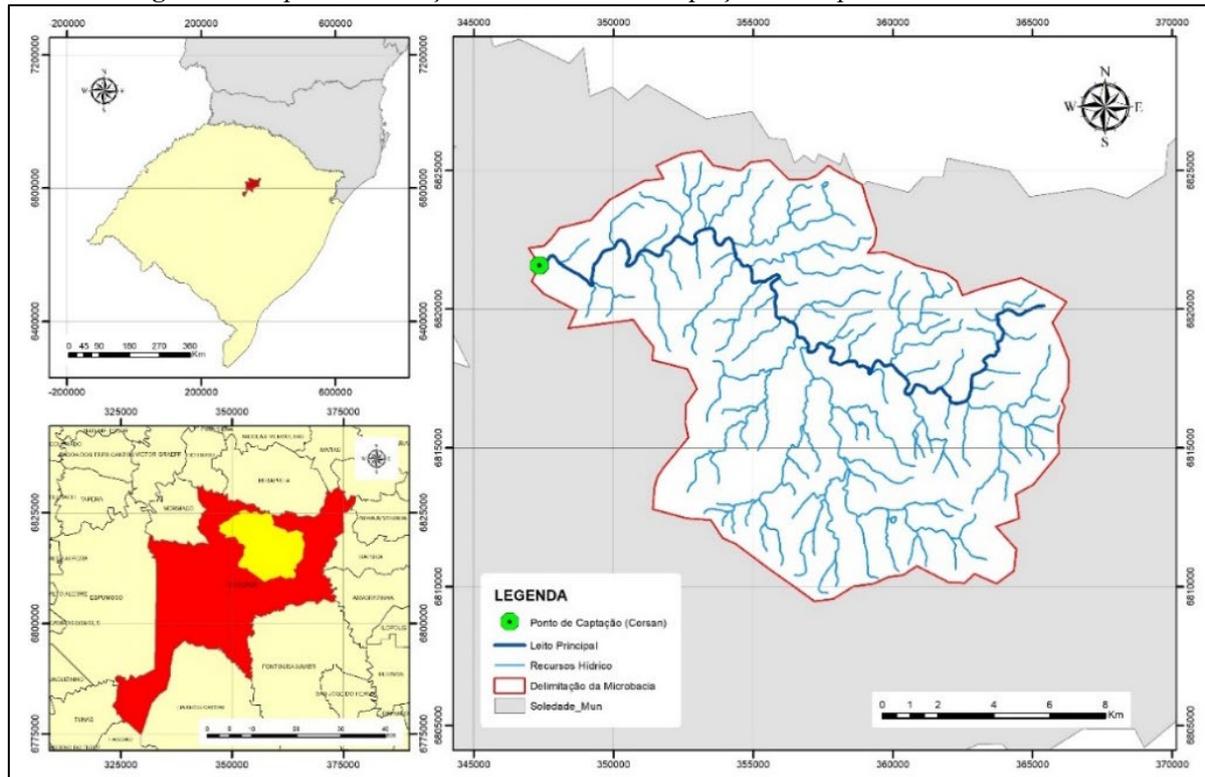
O mapeamento hidrográfico foi realizado com a obtenção de mapas e informações geográficas utilizando o software ArcGis junto ao Sistema de Informações Geográfica (SIG). Posteriormente, através do acesso ao acervo digital gratuito do INPE (Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais), buscaram-se imagens de satélite Landsat 8 atualizadas da superfície terrestre, assim como, acesso do acervo digital da EMBRAPA (Empresa Brasileira de Pesquisas Agropecuárias) com imagens SRTM para geração de mapas de altimetria estereoscópica da superfície terrestre do local em estudo. Posteriormente realizou-se a delimitação da microbacia de captação do Rio Espriado e a subdivisão da microbacia em três seções para posterior análise e comparação.

O uso de imagens de satélite como o Landsat 8 e SRTM, juntamente aos *shapefiles* (arquivos vetoriais georreferenciados), aliados ao cruzamento dos dados, contribuem de forma valorosa nos estudos de avaliação de impacto ambiental nas inúmeras atividades antrópicas atuais. Além disso, quando o local analisado é importante para alguma atividade, instrumentos de cartografia, sensoriamento remoto e geoprocessamento são as ferramentas necessárias e básicas para execução desse trabalho.

A microbacia de captação (Figura 1) que é o foco do estudo, encontra-se na região mais ao norte/nordeste do município, próxima às divisas com os municípios de Mormaço e Ibirapuitã.



Figura 1 - Mapa de localização da microbacia de captação Rio Espraiado – Soledade/RS.



Fonte: Autores (2022).

3.2 Diagnóstico ambiental

Visando georreferenciar os pontos para coletas de amostras de água para realização de análises físicas, químicas e biológicas utilizou-se GPS Garmin, e Trex 30, e posteriormente realizou-se a classificação do uso do solo e cobertura vegetal na área de delimitação da microbacia de captação. Por fim, foram gerados mapas com dados referentes ao tipo de solo localizado.

Ressalta-se que o mapa de uso do solo e cobertura vegetal foi obtido após classificação das bandas espectrais 4, 5 e 6 do satélite Landsat 8, com uma imagem obtida no catálogo do INPE, a qual gerou uma imagem RGB do tipo (*.tiff) de alta resolução, que seguiu para a classificação de 4 principais elementos ou atividades. Para a classificação, priorizou-se o levantamento de áreas de campo, lavoura, matas e água. Após a classificação, gerou-se uma imagem vetorial para que fosse possível medir em área (hectares) cada uma das atividades.

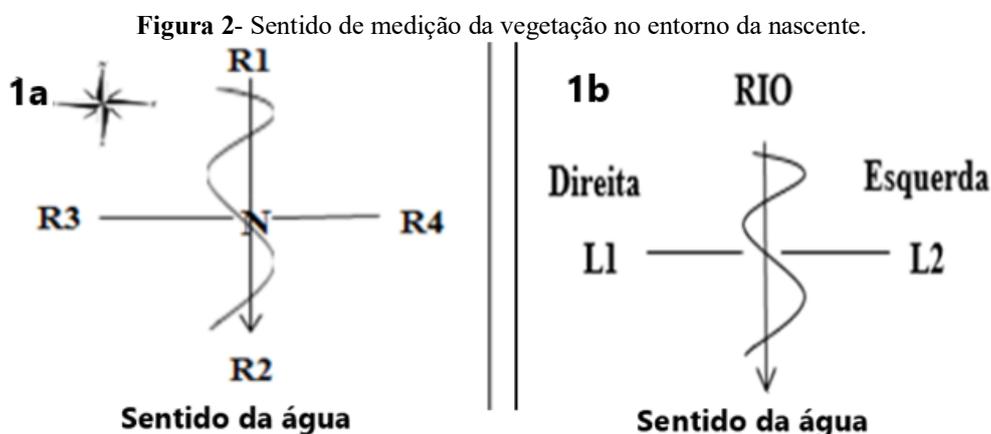
Além disso, aplicou-se o mapeamento e diagnóstico ambiental das APP's do Rio Espraiado em pontos pré-definidos, através do uso de SIGs (Sistemas de informações geográficas), assim como a visitação *in loco*. O método de análise dos pontos foi realizado conforme a descrição abaixo.

No diagnóstico da situação ambiental das APP's do Rio Espraiado, no ponto 1 (que se refere à nascente), foi realizado um levantamento fotográfico da mesma, e em uma planilha adicionaram-se as informações da localização em coordenadas geográficas, altitude, tipo de nascente, grau de conservação da vegetação do entorno, proximidades com residências, grau de dificuldade de acesso ao local, assim como a presença de resíduos e rejeitos em seus arredores.

A localização em coordenadas geográficas e a altitude da nascente foi verificada através do uso de GPS.

A nascente também foi qualificada de acordo com o tipo de reservatório a qual está associada, sendo caracterizada em pontual ou difusa. As nascentes pontuais são aquelas que apresentam a ocorrência do fluxo d'água em uma única parte do terreno, sendo geralmente encontradas no alto de morros em grotas. As nascentes são classificadas em difusas quando não há um ponto determinado no local, ou seja, havendo vários olhos d'água, esse tipo de nascente se apresenta em matas planas, brejos, voçorocas, e em áreas de altitudes mais baixas (PINTO, 2003).

Para avaliação do grau de conservação da nascente, a vegetação em seu entorno (APP) foi medida com trena até um raio de 50 metros, sendo considerada como (R1) a vegetação acima da nascente no sentido norte, (R2) a vegetação abaixo seguindo o sentido de escoamento da água no sentido sul, (R3) à direita sentido oeste e (R4) à esquerda no sentido leste conforme ilustra a Figura 2.



Fonte: Adaptado de Pinto (2003).

De acordo com as medidas obtidas, a nascente pode ser classificada em uma das três categorias abaixo:

Preservadas: Quando a vegetação em seu entorno apresenta pelo menos 50 metros e bom estado de conservação.

Perturbadas: Quando a vegetação em seu entorno não apresenta 50 metros, mas mesmo assim apresenta bom estado de conservação.

Degradadas: Quando não havia nenhum tipo de vegetação no entorno, alto grau de perturbação, sendo identificado presença de moradia, animais domésticos, solo compactado e lixo (PINTO, 2003).

Para o diagnóstico dos pontos 2, 3, 4, 5 e 6 os quais são localizados ao longo das margens do Rio Espriado e seus afluentes, observou-se a região que compreende a área destinada legalmente para APPs, para essa classificação adotou-se a mesma metodologia usada por Pinto (2003). Em resumo, os parâmetros objetos do estudo são elencados no Quadro 2.

Quadro 2 - Síntese dos parâmetros analisados em cada um dos seis pontos do Rio Espriado.

CARACTERÍSTICAS AMBIENTAIS/IMPACTOS AMBIENTAIS	
PONTO ANALISADO:	
Coordenadas geográficas	
Altitude:	

Tipo de nascente/Rio	<input type="checkbox"/> Pontual <input type="checkbox"/> Difusa
Conservação da Nascente/Rio (Conforme Figura 2)	Metragem das áreas de preservação R1: _____ R2: _____ R3: _____ R4: _____ Observações:
ANÁLISES AMBIENTAIS	
1) Existem resíduos dispostos na área avaliada:	<input type="checkbox"/> Sim Observações:
	<input type="checkbox"/> Não Observações:
2) Existem animais que circulam na área avaliada:	<input type="checkbox"/> Sim Observações:
	<input type="checkbox"/> Não Observações:
3) Existem lavouras na área avaliada:	<input type="checkbox"/> Sim Observações:
	<input type="checkbox"/> Não Observações:
4) Existem residências próximas ao ponto avaliado:	<input type="checkbox"/> Sim Observações:
	<input type="checkbox"/> Não Observações:
5) Características do dia de campo	<input type="checkbox"/> Temperatura Observações:
	<input type="checkbox"/> Pluviosidade
	<input type="checkbox"/> Umidade relativa do ar
Observações:	
De acordo com os dados apresentados acima, o local é considerado?	<input type="checkbox"/> Preservado <input type="checkbox"/> Perturbado <input type="checkbox"/> Degradado

Fonte: Autores (2022).

A seguir, apresentam-se os resultados e discussão da pesquisa.

4 Resultados e discussões

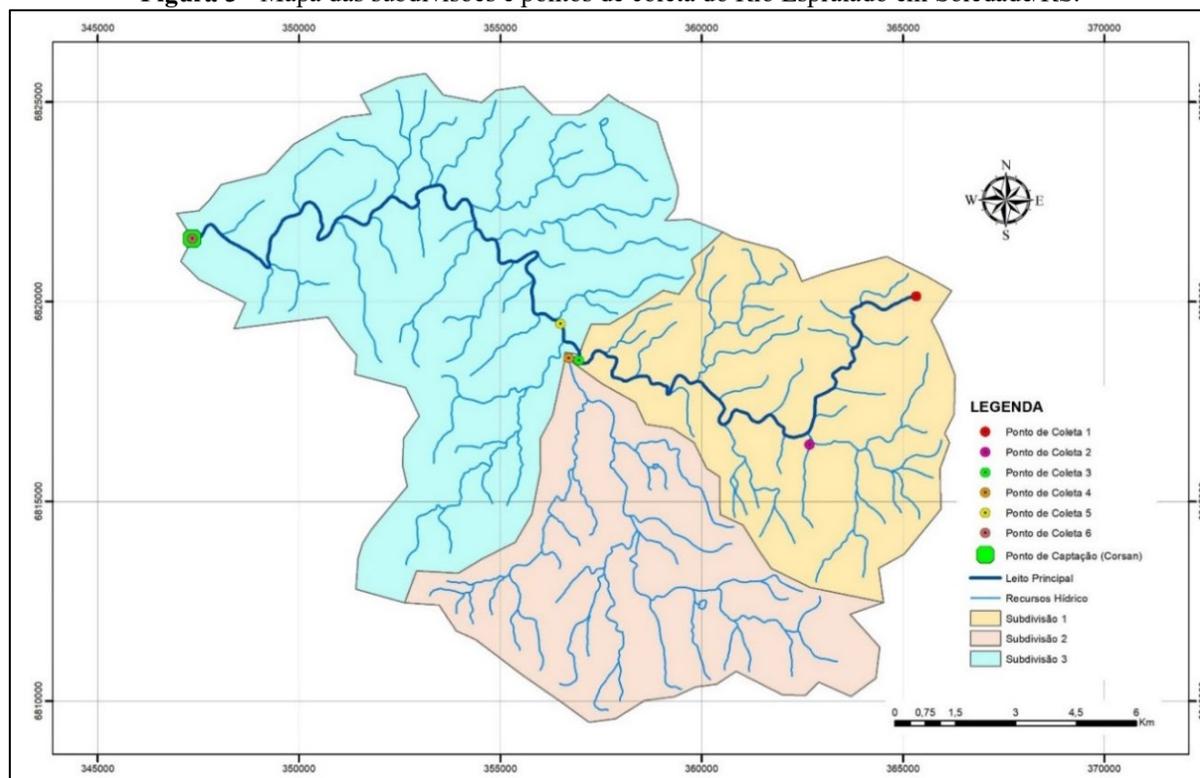
Neste tópico é apresentado um breve relato referente as duas etapas da pesquisa. Inicialmente se apresentam os dados em relação ao mapeamento hidrográfico, e posteriormente, apresentam-se os dados do diagnóstico ambiental. Cabe ressaltar ainda que o recurso hídrico objeto deste estudo localiza-se em sua totalidade na extensão territorial do município de Soledade-RS, aproximadamente 32 km de extensão, não extrapolando suas divisas.

4.1 Mapeamento hidrográfico

A subdivisão da microbacia e a localização dos pontos de coleta foram organizados de maneira estratégica para que os resultados viessem a contribuir no entendimento e funcionamento das atividades humanas que envolvem os recursos hídricos, bem como suas influências. Os pontos de coleta foram dispostos em locais estratégicos, como nas nascentes, afluentes ao leito principal e ponto de captação, mostrado na Figura 3.



Figura 3 - Mapa das subdivisões e pontos de coleta do Rio Espraiado em Soledade/RS.

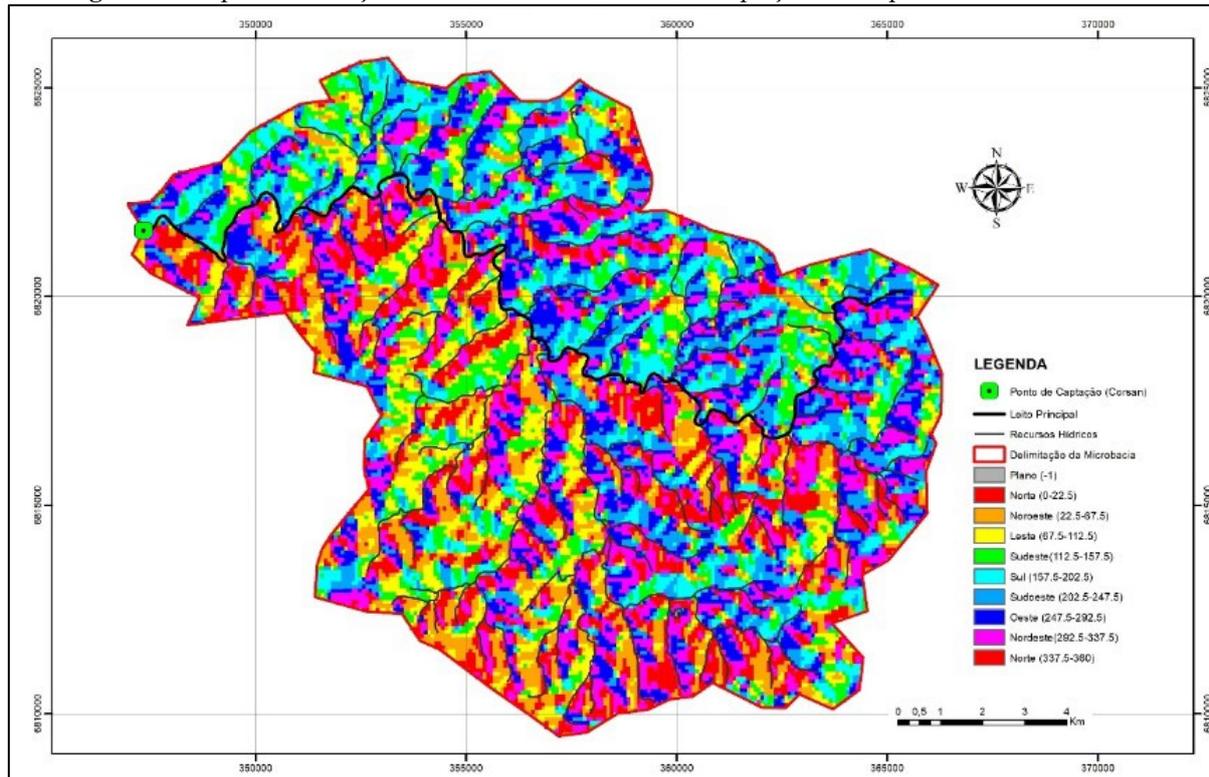


Fonte: Autores (2022).

A “subdivisão 1” em amarelo, compreende as águas advindas das nascentes principais do Rio Espraiado a leste; a “subdivisão 2” em rosa, compreende as nascentes e contribuições fluviais da área urbana do município de Soledade/RS ao sul, e a “subdivisão 3” em azul compreende a parte final do recurso hídrico anterior ao ponto de captação da CORSAN à noroeste. Subdividir a microbacia em pontos estratégicos possibilitará uma posterior organização de pontos de coleta de água por amostragem para possível classificação das sessões e, também, desenvolver ações mitigatórias que venham a melhorar a qualidade da água caso algum problema relacionado seja detectado.

Posteriormente, foi gerado um terceiro mapa de imagens SRTM, com a orientação das vertentes (Figura 4) na área do estudo, estas identificadas por cores vivas que indicam cada uma a orientação daquela face do morro.

Figura 4 - Mapa de inclinação de vertente da microbacia de captação Rio Espriado em Soledade/RS.



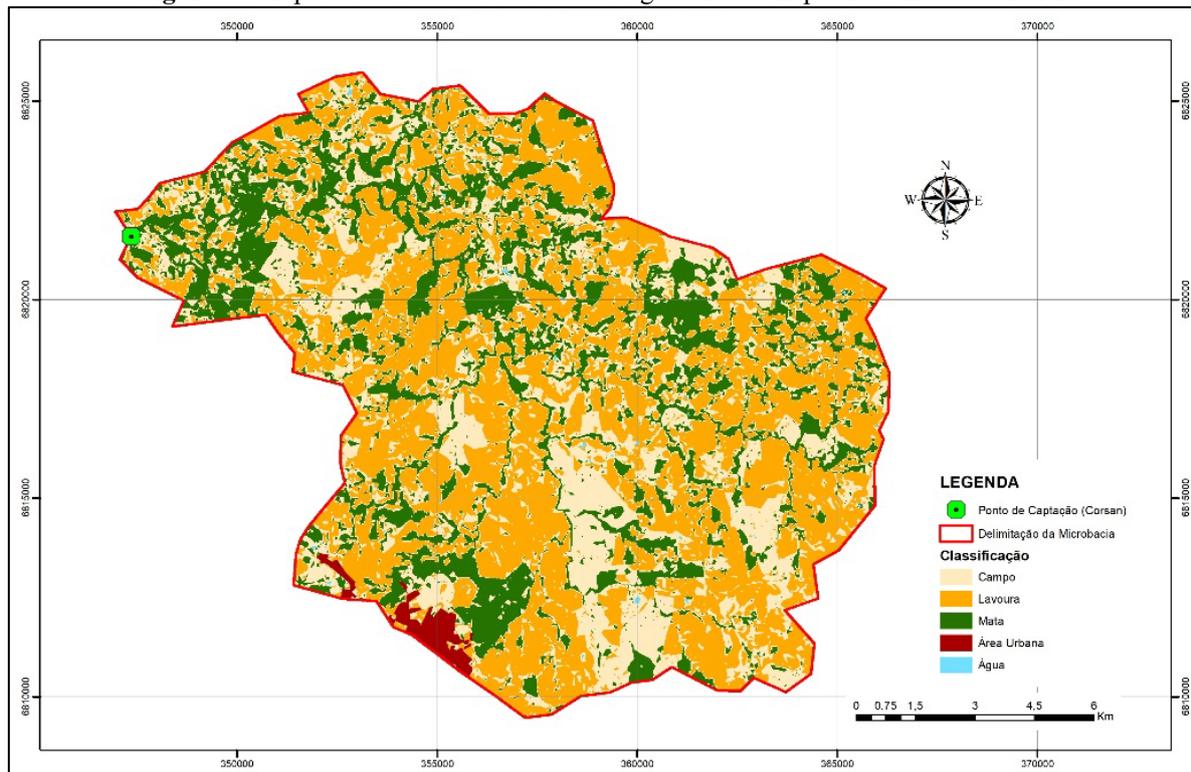
Fonte: Autores (2022).

Ao analisar o leito principal do arroio como referência, percebe-se uma mudança substancial no esquema das cores, ou seja, ambos os lados apontam indiretamente para o leito. Acima do leito principal há principalmente vertentes que apontam para o sul, sudeste e sudoeste, enquanto abaixo do leito principal, há predomínio de vertentes que apontam para o norte, nordeste e noroeste.

Estas áreas quando associadas a declividades mais acentuadas, configuram pontos de instabilidade potencial da superfície por ocasião da ocorrência de eventos pluviométricos mais significativos, e podem deflagrar a instalação de processos erosivos, que eventualmente viriam a promover uma maior velocidade no assoreamento natural nos recursos hídricos (ROSA; TEIXEIRA, 2012).

Para verificação de uso do solo e cobertura vegetal foi gerado o mapa representado na Figura 5, após classificação das bandas espectrais 4, 5 e 6 do satélite Landsat 8, com imagem obtida no catálogo do INPE (Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais), a qual gerou uma imagem RGB do tipo (*.tiff) de alta resolução, que seguiu para a classificação de 5 principais elementos ou atividades. Para a classificação considerou-se o levantamento de áreas de campo, lavoura, matas nativas ou reflorestamento, água ou áreas úmidas e mancha urbana incidente sobre a área de delimitação da microbacia. Após a classificação, gerou-se uma imagem vetorial que pudesse ser medida em área (hectares), em cada uma das atividades.

Figura 5 - Mapa do uso do solo e cobertura vegetal no Rio Espraiado em Soledade/RS.



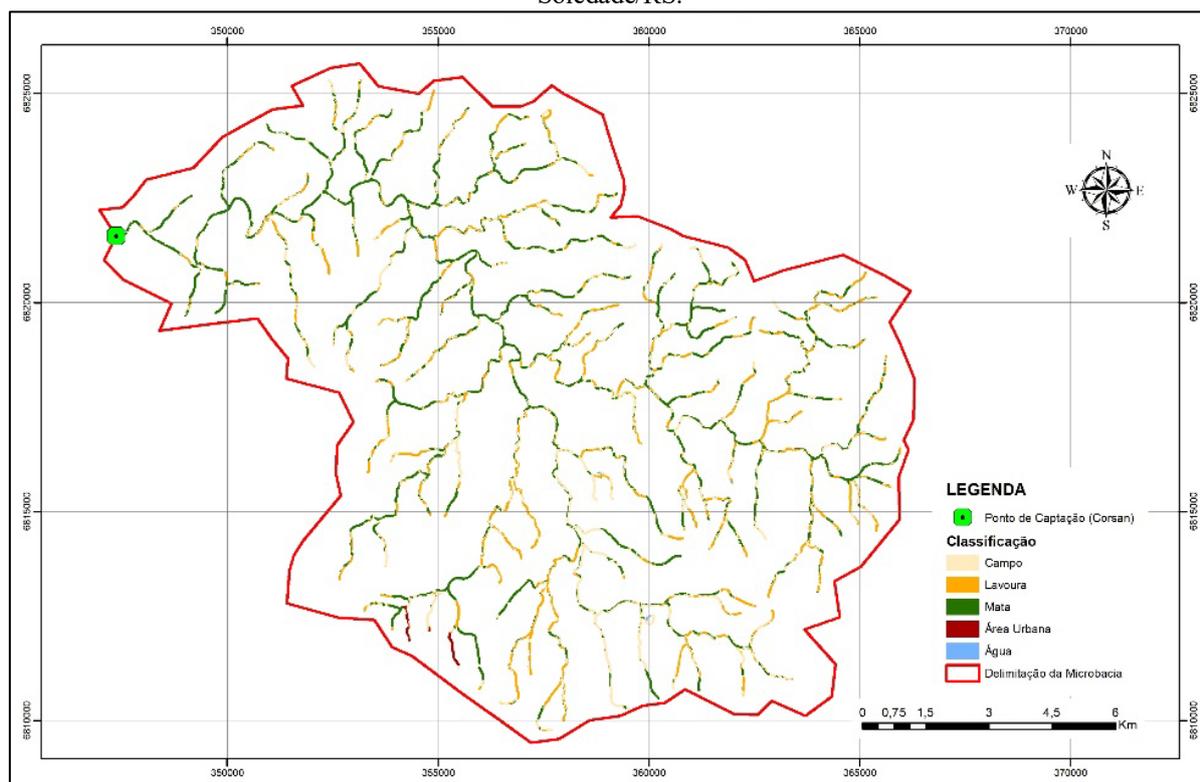
Fonte: Autores (2022).

A partir destes dados, quantificou-se as áreas de cada elemento ou atividade, conforme a delimitação da microbacia de captação do Rio Espraiado. Para a quantificação, totalizou-se uma área de 18.909,02 hectares, e as atividades elencadas no processo de classificação resultaram nos seguintes números: as superfícies classificadas como água ou áreas úmidas somaram 0,15% ou 28,96 hectares, áreas de campo somaram 29,13% ou 5.509,09 hectares, áreas de lavoura somaram 46,42% ou 8.776,75 hectares, áreas de matas nativas e reflorestadas, somaram 23,29% ou 4.403,35 hectares e, por fim, a área urbana do município que encontra-se dentro da delimitação da microbacia somou 1,01% ou 190,87 hectares.

A análise de uso do solo e cobertura vegetal foi realizada seguindo a legislação vigente na Lei n. 12.651/2012, reafirmando que os corpos hídricos entre 0 e 10 metros, devem possuir vegetação ciliar maior ou igual a 30 metros de APP. É possível perceber nitidamente o predomínio da agricultura, que dizimou as áreas de campo nativo e suprimiu grande parte da mata atlântica nativa, bem como passou a ameaçar os corpos hídricos com o desmatamento das APPs em prol do desenvolvimento econômico. A grande fragmentação das matas nativas também é ressaltada como um entrave ao fluxo gênico das espécies, sejam elas pertencentes à fauna ou flora (MARCHESAN *et al.* 2017).

A Figura 6 mostra o grande número de nascentes desprotegidas, APPs suprimidas pelas atividades humanas como a agricultura e pecuária nas regiões mais ao sul, centro, leste e nordeste, no entanto, a região mais ao noroeste, onde encontra-se um terreno mais escarpado, sem muita mecanização agrícola, as APPs apresentam-se mais preservadas.

Figura 6 - Mapa do uso do solo e cobertura vegetal da APP na microbacia de captação Arroio Espriado – Soledade/RS.



Fonte: Autores (2022).

A intersecção das APPs com o uso do solo e cobertura vegetal dentro da microbacia de captação do Rio Espriado, totalizou uma área de 1.534,70 hectares. Assim, foi possível realizar a quantificação das áreas de cada elemento ou atividades ocorrentes dentro da APP.

A partir das atividades elencadas no processo de classificação, foi possível constatar que as superfícies classificadas como água ou áreas úmidas correspondem a 0,20% equivalente a 3,07 hectares. Já, as áreas de campo somaram 33,15% equivalentes a 508,73 hectares. As áreas de lavoura somaram 25,69% equivalentes a 394,34 hectares e as áreas de matas nativas e reflorestadas somaram 40,32% equivalentes a 618,74 hectares. E, por fim, a área urbana do município que se encontra dentro das áreas de APP somou 0,64%, equivalente a 9,82 hectares.

4.2 Diagnóstico ambiental

O diagnóstico ambiental foi analisado em seis pontos diferentes ao longo do rio. No Ponto 01, encontra-se a nascente identificada pela CORSAN e está localizada na comunidade conhecida como Boa União no município de Soledade/RS.

Constatou-se que o Ponto 01 está entre as coordenadas geográficas 28°44'20,9" e 52°22'44,7, com altitude de 724 metros acima do nível do mar. A nascente foi enquadrada como sendo difusa em decorrência da sua formação estar dentro de um fragmento de mata em terreno plano, o grau de conservação avaliado está a nível perturbado, apresentando vegetação na direção do R1 acima de 50 metros, R2 apresenta aproximadamente 30 metros de vegetação confrontando com reservatório artificial de água, R3 no sentido oeste da nascente apresentou mata com 28 metros de extensão e R4 com extensão acima de 50 metros.

Considera-se que o acesso ao ponto de localização da nascente é difícil devido à conservação do sobosque, mas o acesso até a borda é fácil, visto que o mesmo é cercado por lavouras. Observou-se a dispersão de alguns resíduos sólidos no entorno da nascente.

O Ponto 02, mostrado na Figura 7a, foi identificado ao longo do corpo hídrico situado junto a um dos afluentes do Espraiado, na localidade de Pontão, interior de Soledade, estando entre as coordenadas geográficas 28°46'22,2" e 52°24'24,4, a uma altitude de 634 metros. O corpo hídrico apresentou nesse ponto largura de uma margem a outra de 3,80 metros, com margens L1 apresentando 17 metros de mata ciliar e L2 de 28 metros de vegetação. Embora a extensão de APP atenda valores estabelecidos no código florestal, seu enquadramento deu-se como degradado em decorrência de apresentar ausência de sobosque, assoreamento nas margens do riacho, fácil acesso ao local e presença de bovinos com livre passagem pelo corpo hídrico.

Ainda na Ponto 02, foi possível observar a presença de lavouras nas bordas da mata e encontrou-se, ainda, resíduos sólidos, mostrados na Figura 7b, decorrentes de aplicações químicas nas lavouras. O uso e a ocupação do solo nesse ponto são predominantes por lavouras, pastagens e áreas destinadas à silvicultura.

Figura 7 - Ponto de análise 02.



Fonte: Autores (2022).

O Ponto 03 está localizado entre as coordenadas geográficas 28°45'06" e 52°28'01,3, a uma altitude de 565 metros acima do nível do mar. O corpo hídrico apresentou nesse ponto 5,30 metros de largura de uma margem a outra, com margens L1 apresentando 30 metros de mata ciliar e L2 acima de 30 metros de vegetação. De difícil acesso ao local de avaliação, com presença de sobosque florestal denso, vasta quantidade de vegetação arbórea e forte presença de espécies nativas de araucárias, líquens e outras.

O Ponto 04 (Figura 8) está localizado entre as coordenadas geográficas 28°45'04,6" e 52°27'55,2, a uma altitude de 558 metros. O corpo hídrico apresentou nesse ponto largura de 12 metros de uma margem a outra, com margens L1 apresentando 15 metros de mata ciliar e L2 com 30 metros de vegetação. A área é considerada de difícil acesso, com mata ciliar densa. A área foi classificada com grau de preservação perturbado, uma vez que há presença de residências em cerca de 100 metros.

Figura 8 - Ponto de análise 04.



Fonte: Autores (2022).

O Ponto 05 está localizado entre as coordenadas geográficas 28°44'40,0" e 52°28'11,6, a uma altitude de 549 metros acima do nível do mar e está ilustrado na Figura 9.

Figura 9 - Ponto de análise 05.



Fonte: Autores (2022).

O corpo hídrico apresentou nesse ponto 34 metros de largura de uma margem a outra. Em relação às margens, L1 apresenta 30 metros de mata ciliar e L2 apresenta 33 metros de vegetação, área extremamente sem sobosque florestal e composta por árvores dispostas de forma dispersa. O grau de conservação enquadra-se em degradado, em decorrência da existência de residências a menos de 50 metros da margem do rio e possui acesso fácil perpassando uma estrada com ponte sobre o recurso hídrico de baixa movimentação. Foram verificados poucos resíduos encontrados nesse ambiente, embora o mesmo seja próximo à área de *camping*.

Por fim, no Ponto 06, localizado entre as coordenadas geográficas 28°43'27,6" e 52°33'42,7, em altitude de 487 metros acima do nível do mar, o corpo hídrico apresentou 17 metros de largura de uma margem a outra. Em relação às margens, L1 apresenta 8 metros de mata ciliar e L2 não apresenta mata ciliar. O Ponto 6 pode ser visualizado na Figura 10.

Figura 10 - Ponto de análise 06 – captação.



Fonte: Autores (2022).

O Ponto 6 apresenta fácil acesso, com presença de residências a menos de 50 metros das margens e há ocorrência de animais domésticos no entorno, sem presença de resíduos sólidos na área. A vegetação do bosque apresenta-se fortemente perturbada e alterada, e foi possível verificar a ocorrência de poluição sonora no local de avaliação, resultante das bombas de captação d'água da CORSAN.

Em suma, a partir do diagnóstico ambiental realizado, no ponto 01, onde encontra-se a nascente do Rio Espraiado observou-se a ausência parcial da circunferência de vegetação nativa necessária, segundo estabelecido pelo código florestal. Portanto, o restabelecimento de todo o raio de vegetação é imprescindível para a conservação da nascente ali presente, bem como a adoção de práticas sustentáveis e ambientalmente corretas na área ao entorno da borda do fragmento de APP, visando preservar e manter a qualidade e disponibilidade do fluxo hídrico.

No ponto 02 e 04 observa-se a presença considerável de mata ciliar. No entanto, recomenda-se o cercamento no ponto 02, para evitar o acesso de bovinos ao corpo hídrico, diminuindo significativamente as modificações sofridas na vegetação e minimizando os efeitos de assoreamento das margens. Já no ponto 03, sugere-se uma ação de recolhimento de resíduos e rejeitos que se depositaram nas margens do afluente.

Em relação ao ponto 05, pode-se afirmar que o mesmo se enquadra em uma posição crítica ambientalmente, devido ao uso e ocupação dados às margens do rio. Portanto, sugere-se o uso de ferramentas metodológicas para diagnosticar e avaliar os impactos ambientais e, a partir disso, elaborar planos de uso de forma sustentável. No ponto 06, onde encontra-se a captação da água, as margens apresentam-se fortemente degradadas.

Diante dos resultados apresentados, verifica-se que, apesar de existir um plano diretor no município de Soledade, ainda se evidenciam alguns fatores impactantes que se referem a ações antrópicas ao longo das margens de todo o Rio Espraiado. Soma-se a isso, algumas fragilidades ambientais como, por exemplo, o baixo índice pluviométrico ocasionando crise hídrica proveniente do fenômeno *La Niña*, agravando ainda mais o diagnóstico realizado. Estudos realizados por Nunes (2017), Pereira *et al.* (2017), Gass *et al.* (2016), Lima, Ferreira e Ferreira (2018) e Brasil *et al.* (2020) reforçam os fatores de impactos ambientais descritos e, ainda, evidenciam a importância da preservação de APPs, a fim de atender a legislação vigente em esfera municipal, estadual e nacional.

5 Considerações finais

Este estudo objetivou analisar as inferências do desenvolvimento regional e da gestão ambiental na qualidade dos recursos hídricos a partir de um diagnóstico ambiental da situação do Rio Espiraiado (Soledade, Rio Grande do Sul) fornecendo dados para a tomada de decisões e definição de metas que permitam garantir a melhoria da qualidade e a preservação hídrica para a região. Alinhado ao objetivo estabelecido, o uso das geotecnologias torna-se uma ferramenta indispensável no auxílio da localização, do mapeamento e da verificação do uso e cobertura das áreas de APPs das propriedades ribeirinhas, evidenciando quais atividades antrópicas desenvolvidas na região podem influenciar na degradação ambiental.

Ao final do estudo apresentou-se o diagnóstico da situação de cada ponto avaliado ao longo das margens do Rio Espiraiado, evidenciando o grau de conservação ambiental e questões pertinentes à existência de cumprimento da regulamentação de APPs. Ainda, as evidências apresentadas permitem que ações de médio e longo prazo sejam implementadas no único rio responsável pelo abastecimento da zona urbana de Soledade. Concomitantemente, salienta-se a importância de atender a legislação vigente no âmbito nacional, estadual e municipal, bem como manter o plano diretor municipal atualizado.

Por fim, com os dados mapeados em cada ponto estratégico do rio, somando-se as ações legais supracitadas, se propõem atividades de sensibilização e educação ambiental das comunidades próximas ao recurso hídrico. Salienta-se que o desenvolvimento do projeto está sendo de grande relevância para o desenvolvimento ambiental do município de Soledade, bem como para sua população, através da identificação dos impactos ambientais e da preservação dos recursos hídricos.

A partir do desenvolvimento do projeto na sua íntegra, o município de Soledade assume estar comprometido com uma gestão sustentável, em consonância com a Lei municipal 4.078/2019. Este projeto tem um horizonte de 5 anos de atuação juntamente com os parceiros deste projeto (Corsan, Sindicato dos Trabalhadores Rurais e Prefeitura Municipal de Soledade).

AGRADECIMENTOS: Agradecemos à Corsan e às demais instituições parceiras pela contribuição no desenvolvimento deste projeto. De forma especial, os autores agradecem à Turma de Avaliação de Impactos Ambientais da Universidade Estadual do Rio Grande do Sul (Uergs) por iniciar o projeto em 2018/2. Este estudo é financiado com bolsas INICIE/Uergs, FAPERGS e CNPq.

Referências

APARECIDO, C. F. F.; VANZELA, L. S.; VAZQUEZ, G. H.; LIMA, R. C. Manejo de bacias hidrográficas e sua influência sobre os recursos hídricos. **Revista Irriga**, v. 21, n. 2, p. 239-256, 2016. DOI: 10.15809/irriga.2016v21n2p239-256.

ARALDI, R.; LAGUE, G. M.; COSTA, C. M.; SCHWANTZ, P. I.; LARA, D. M. Inovação e desenvolvimento sustentável: Um estudo de caso sobre os efeitos do uso do aplicativo para gestão de resíduos sólidos em São José do Herval-RS. **Desenvolve Revista de Gestão do Unilasalle**, v. 10, n. 3, p. 1-14, 2021.



BARROS, A. J. S.; LEHFELD, N. A. de S. **Fundamentos de metodologia científica**. 3. ed. São Paulo: Pearson Prentice Hall, 2007.

BASTOS, S. Q. *et al.* Evidências entre a qualidade das bacias hidrográficas e as características dos municípios de Minas Gerais. **Revista de Economia e Sociologia Rural**, v. 56, n. 1, 2018. DOI: [10.1590/1234-56781806-94790560109](https://doi.org/10.1590/1234-56781806-94790560109).

BIANCHINI, C. D.; OLIVEIRA, G. G. DE. Geoprocessamento aplicado à identificação de áreas aptas para a implantação de unidades de conservação no Vale do Taquari, RS. **Revista Brasileira de Cartografia**, v.71, n.2, p.513-541, 2019. DOI: [10.14393/rbcv71n2-48357](https://doi.org/10.14393/rbcv71n2-48357).

BORGES, L. A. C. et al. Áreas de preservação permanente na legislação ambiental brasileira. *Ciência Rural*, v. 41, n. 7, p. 1202-1210, 2011. DOI: [10.1590/S0103-84782011000700016](https://doi.org/10.1590/S0103-84782011000700016).

BRASIL, J.; FERREIRA, M. E.; CARDOSO, M. R. D. Avaliação das áreas de preservação permanente da região metropolitana de Goiânia a partir da análise legal e de sistema de informação geográfica. **Revista Franco-Brasileira de Geografia**, n.45, 2020. DOI: [10.4000/confins.29242](https://doi.org/10.4000/confins.29242).

BRASIL. **Lei nº 9.433 de 8 de janeiro de 1997**. Institui a política nacional de recursos hídricos [...]. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/L9433.htm. Acesso em: 08 mai. 2020.

BRASIL. **Lei nº 12.651, de 25 de maio de 2012**. Dispõe sobre a proteção da vegetação nativa e dá outras providências. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2011-2014/2012/lei/12651.htm. Acesso em: 12 set. 2020.

CONAMA. **Resolução N° 357/2005**. Publicação DOU n° 053, de 18/03/2005, págs. 58-63.

CONAMA. **Resolução CONAMA N° 429/2011**. Dispõe sobre a metodologia de recuperação das Áreas de Preservação Permanente-APPs. Publicação DOU n° 43, de 02/03/2011, pág. 76.

CONAMA. **Resolução CONAMA N° 369/2006**. Dispõe sobre os casos excepcionais, de utilidade pública, interesse social ou baixo impacto ambiental, que possibilitam a intervenção ou supressão de vegetação em Área de Preservação Permanente-APP - Data da legislação: 28/03/2006 - Publicação DOU n° 061, de 29/03/2006, págs. 150-151.

CONAMA. **Resolução CONAMA n° 302/2002**. Dispõe sobre os parâmetros, definições e limites de Áreas de Preservação Permanente de reservatórios artificiais e o regime de uso do entorno. Correlações: · Complementa a Resolução CONAMA no 303/02. Publicada no DOU no 90, de 13 de maio de 2002, Seção 1, págs. 67-68.

COUTO, M. S. **Avaliação dos riscos potenciais à qualidade das águas superficiais da bacia do arroio Sapucaia utilizando técnicas integradas de SIG e sensoriamento remoto**. 2005.150 f. Dissertação (Mestrado) - Programa de Pós-Graduação em Sensoriamento Remoto. Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Porto Alegre, RS, 150p., 2005.

CPRM. Serviço Geológico do Brasil. **Levantamento da geodiversidade projeto atlas pluviométrico do Brasil Isoietas anuais médias no período de 1977-2006**. 2006. Disponível



em:

http://www.cprm.gov.br/publique/media/hidrologia/mapas_publicacoes/atlas_pluviometrico_brasil/isoietas_totais_anuais_1977_2006.pdf. Acesso em: 24 de setembro de 2022.

IORE, F. A.; BARDINI, V. S. S.; NOVAES, R. C. Monitoramento da qualidade de águas em programas de pagamento por serviços ambientais hídricos: estudo de caso no município de São José dos Campos/SP. **Engenharia Sanitária e Ambiental**, v. 22, n. 6, 2017. DOI: [10.1590/s1413-41522017165072](https://doi.org/10.1590/s1413-41522017165072).

FOLETO, E.M. O contexto dos instrumentos de gerenciamento dos recursos hídricos no Brasil. **Revista Eletrônica do Curso de Geografia (Geo Ambiente)**, n. 30, 2018. DOI: [10.5216/revgeoamb.v0i30.52823](https://doi.org/10.5216/revgeoamb.v0i30.52823).

FRANCO, R. A. M. Qualidade da água para irrigação na micro bacia do Coqueiro, Estado de São Paulo. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, p. 772-780, 2009. DOI: [10.1590/S1415-43662009000600016](https://doi.org/10.1590/S1415-43662009000600016).

GASS, S. L. B.; VERDUM, R.; CORBONNOIS, J.; LAURENT, F. Áreas de preservação permanente (APPs) no Brasil e na França: um comparativo. **Revista Confins**, n. 27, 2016. DOI: [10.4000/confins.10829](https://doi.org/10.4000/confins.10829)

GURGEL, R.S.; FARIAS, P.R.S; OLIVEIRA, S.N da. Land use and land cover mapping and identification of misuse in the permanent preservation areas in the Tailândia Municipality – PA. **Semina: Ciências Agrárias**, Londrina, v. 38, n. 3, p. 1145-1160, 2017. DOI: [10.5433/1679-0359.2017v38n3p1145](https://doi.org/10.5433/1679-0359.2017v38n3p1145).

LEITE, Leandro Henrique *et al.* Áreas de preservação permanente na serra da Mantiqueira: perspectivas de regularização ao longo dos cursos d'água. **Rev. Ambient. Água**. v. 15, n. 1, e2422, 2020. DOI: [10.4136/ambi-agua.2422](https://doi.org/10.4136/ambi-agua.2422).

LIMA, G. S. A.; FERREIRA, N. C.; FERREIRA, M. E. Modelagem da Perda Superficial de Solo para Cenários de Agricultura e Pastagem na Região Metropolitana de Goiânia. **Revista Brasileira de Cartografia**, v. 70, n. 4, p. 1510-1536, 2018.

MACKEIZIE. Blog Mackenzie. **Crise hídrica no Brasil: Quais são as causas e os impactos?** 2022. <https://blog.mackenzie.br/vestibular/atualidades/crise-hidrica-no-brasilquais-sao-as-causas-e-os-impactos/>. Acesso em: 20 de setembro de 2022.

MARCHESAN, Juliana *et al.* Análise espacial da fragmentação florestal em áreas do bioma mata atlântica utilizando linguagem R. **Australian Journal of Basic and Applied Sciences**, v. 11, n.1114, p. 9-16, 2017. DOI: [10.22533/at.ed.277211301177](https://doi.org/10.22533/at.ed.277211301177).

MARMONTEL, C. V. F; BORJA, M. E. L.; RODRIGUES, V. A.; ZEMA, D. A. Effects of land use and sampling distance on water quality in tropical headwater springs (Pimenta creel, São Paulo State, Brazil). **Science of the Total Environment**, v. 622-623, p. 690-701, 2018. DOI: [10.1016/j.scitotenv.2017.12.011](https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2017.12.011).

MORAES, L. F.; CABONGO, O.; POLETO, C. Avaliação da rede de monitoramento de uma bacia hidrográfica do Rio Grande do Sul. **Acta Brasiliensis**, v.2, n.2, 2018. DOI: [10.22571/2526-433893](https://doi.org/10.22571/2526-433893).

MUKATE, S. V.; PANASKAR, D. B.; WAGH, V. M.; BAKER, S. J. Understanding the influence of industrial and agricultural land uses on groundwater quality in semiarid region of Solapur, India. **Environment, Development and Sustainability**, v. 22, n. 4, p. 3207-3238, 2020. DOI: [10.1007/s10668-019-00342-3](https://doi.org/10.1007/s10668-019-00342-3).

NUNES, I. T. P. C. C. **Avaliação do crescimento urbano sobre os mananciais superficiais de captação de água e demanda hídrica na Região Metropolitana de Goiânia (RMG)**. 2017. 47 f. Monografia (Graduação em Engenharia Ambiental e Sanitária) – Escola de Engenharia Civil e Ambiental, Universidade Federal de Goiás, Goiânia, 2017.

OLIVEIRA, C.D.C.; BORGES, L.A.C.; ACERBI JUNIOR, F.W. Land use in Permanent Preservation Areas of Grande River (MG). **Floresta e Ambiente**, n.25, v.2, 2018. DOI: [10.1590/2179-8087.023015](https://doi.org/10.1590/2179-8087.023015).

OLIVEIRA, L. M.; CARVALHO, S. L. Atividades antrópicas podem influenciar na concentração de nutrientes na água no córrego do Ipê, Ilha Solteira-SP? **Revista Científica ANAP Brasil**, v. 11, n. 22, 2018. DOI: [10.17271/19843240112220181861](https://doi.org/10.17271/19843240112220181861).

OLIVEIRA, T.G. & FRANCISCO, C.N. Mapeamento das Áreas de Preservação Permanente e as Mudanças no Código Florestal. **Caderno de Geografia**, v.28 n.54, 2018. DOI: [10.5752/P.2318-2962.2018v28n54p574-587](https://doi.org/10.5752/P.2318-2962.2018v28n54p574-587).

PEREIRA, D. G. D. S. P.; PANARELLI, E. A.; PINHEIRO, L. D. S.; GONÇALVES, A. V.; PEREIRA, L. D. P. Área de preservação permanente e reserva legal: estudo de caso na bacia do córrego bebedouro. **Ambiente & Sociedade**, v. 20, p. 105-126, 2017.

PINTO, D. B. F. et al. Qualidade da água do Ribeirão Lavrinha na região Alto Rio Grande – MG. v. 33. Minas Gerais: **Brasil Ciência**. p. 1145-1152, 2009.

PINTO, Lilian Vilela Andrade. **Estudo das nascentes e caracterização física da sub-bacia do Ribeirão Santa Cruz, Lavras, MG, utilizando geoprocessamento**. 2003. Dissertação (Mestrado em Manejo Ambiental) – Curso de Mestrado em Engenharia Florestal, Universidade Federal de Lavras, Minas Gerais. 2003.

PREFEITURA MUNICIPAL DE SOLEDADE. Rio Grande do Sul. **Lei Municipal nº 4.078/2019, de 02 de outubro de 2019**. Institui o plano diretor inovador sustentável do município de Soledade. Disponível em: <https://bit.ly/3LMI0pp>. Acesso em: 24 set. 2022.

REBOUÇAS, A. C.; BRAGA, B.; TUNDISI, J. G. **Águas doces no Brasil: capital ecológico, uso e conservação**. 3. ed. São Paulo: Escritura Editora, 2006.

RIO GRANDE DO SUL. **Resolução CONSEMA nº 309/2016**. nº 050. Reconhece atividade de baixo impacto ambiental em que permitidas a intervenção ou supressão de vegetação nativa em Área de Preservação Permanente



RIO GRANDE DO SUL. **Resolução CONSEMA nº 314/2016**. Define outras atividades eventuais ou de baixo impacto ambiental em que permitidas a intervenção ou supressão de vegetação nativa em Área de Preservação.

RIO GRANDE DO SUL. **Resolução CONSEMA nº 360/2017**. Estabelece diretrizes ambientais para a prática da atividade pastoril sustentável sobre remanescentes de vegetação nativa campestre em Áreas de Preservação Permanente e de Reserva Legal no Bioma Pampa.

RIO GRANDE DO SUL. **Resolução CONSEMA nº 361/2017**. Altera a Resolução 314/2016, que define outras atividades eventuais ou de baixo impacto ambiental em que permitidas a intervenção ou a supressão de vegetação nativa em Área de Preservação Permanente.

RIO GRANDE DO SUL. Secretaria de Planejamento, Governança e Gestão. Departamento de Planejamento Governamental. **Atlas socioeconômico do Rio Grande do Sul**. 5. ed. Porto Alegre, 2020. 125 p. Disponível em: <https://atlassocioeconomico.rs.gov.br/inicial>. Acesso em: 24 de setembro de 2022.

SANTOS, A.R.; CHIMALLI, T.; PELUZIO, J.B.E.; SILVA, A.G.; SANTOS G.M.A.D.A.; LORENZON A.S.; TEIXEIRA, T. R.; CASTRO, N.L.M.C.; RIBEIRO, C.A.A.S. Influence of relief on permanent preservation áreas. **Science of The Total Environment**. v. .541, n. 15, p. 1296-1302, 2016. DOI: [10.1016/j.scitotenv.2015.10.026](https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2015.10.026).

SANTOS, E. C. M.; DIAS, R. A.; BALESTIERI, J. A. P. Groundwater and the water-food-energy nexus: The grants for water resources use and its importance and necessity of integrated management. **Land Use Policy**, v. 109, p. 105585, 2021. DOI: [10.1016/j.landusepol.2021.105585](https://doi.org/10.1016/j.landusepol.2021.105585).

SANTOS, L. B.; SANTOS, E. D. O.; SCHWANTZ, P. I.; BOHRER, R. E. G.; PRESTES, M. M. B.; LARA, D. M. Análise ambiental de nascentes do bairro Fontes no município de Soledade (RS), Brasil. **Revista em Agronegócio e Meio Ambiente**, v. 14, n. Supl. 2, p. 1-19, 2021. DOI: [10.17765/2176-9168.2021v14Supl.2.e8771](https://doi.org/10.17765/2176-9168.2021v14Supl.2.e8771).

SCHWANTZ, P.I.; BECKER, G.A.; ETGES, T.; ROTH, J.C.G.; LARA, D.M. de. Análise da satisfação dos agricultores integrantes do Programa “Protetor das Águas” no município de Vera Cruz/RS. **Revista Gestão & Sustentabilidade Ambiental**, Florianópolis, v.8, n.4, p.552-566, 2019. DOI: [10.19177/rgsa.v8e42019552-566](https://doi.org/10.19177/rgsa.v8e42019552-566).

SILVA, G. M.; SCHWANTZ, P.I.; PRESTES, M.M.B.; QUEVEDO, C.A.; PORN, C.M.; LARA, D.M. de. Análise per capita do abastecimento de água no município de Soledade (Rio Grande do Sul). **Revista Estudo & Debate**, Lajeado, v. 27, n. 2, p.134-148. 2020. DOI: [10.22410/issn.1983-036X.v27i2a2020.2541](https://doi.org/10.22410/issn.1983-036X.v27i2a2020.2541).

THIOLLENT, M. **Metodologia da Pesquisa-Ação**. 6. ed. São Paulo, SP: Cortez. 2007.

VIVIAN, L. A. N.; PRESTES, M. M. B.; RICHTER, M.; COSTA, E. S.; LARA, D. M. Análise ambiental de nascentes no perímetro urbano de Soledade (Rio Grande do Sul, Brasil). **Revista Eletrônica Científica da UERGS**, v.5, n.3, p.302-310, 2019. DOI: [10.21674/2448-0479.53.302-310](https://doi.org/10.21674/2448-0479.53.302-310).

VON SPERLING, M. **Princípios do tratamento biológico de águas residuárias**. Belo Horizonte: Universidade Federal de Minas Gerais, 416 p., 1996.

