

UFRRJ

PRÓ-REITORIA DE EXTENSÃO
CURSO DE ESPECIALIZAÇÃO EM GEOPROCESSAMENTO,
LEVANTAMENTO E INTERPRETAÇÃO DE SOLOS

TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO

**Uso de ferramentas de sensoriamento remoto na observação das
consequências da supressão de vegetação ciliar em curso d'água
urbano: estudo de caso do arroio Passo dos Ramos em Santo
Antônio da Patrulha - RS**

Gabriel Pellegrini Comerlato

2025



**UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DO RIO DE JANEIRO PRÓ-
REITORIA DE EXTENSÃO
CURSO DE ESPECIALIZAÇÃO EM GEOPROCESSAMENTO,
LEVANTAMENTO E INTERPRETAÇÃO DE SOLOS**

**Uso de ferramentas de sensoriamento remoto na observação das
consequências da supressão de vegetação ciliar em curso d'água
urbano: estudo de caso do arroio Passo dos Ramos em Santo
Antônio da Patrulha - RS**

Gabriel Pellegrini Comerlato

Sob a Supervisão do(a) Professor(a)
Edileuza Dias de Queiroz

Trabalho de Conclusão de Curso
submetido como requisito parcial para
obtenção do título de **Especialista** em
Geoprocessamento, Levantamento e
Interpretação de Solos.

Seropédica, RJ julho de 2025



ESPECIALIZAÇÃO
Geoprocessamento, levantamento e
interpretação de solos
UFRRJ - UFMG - UFV - UFPA



Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro
Biblioteca Central / Seção de Processamento Técnico

Ficha catalográfica elaborada
com os dados fornecidos pelo(a) autor(a)

C732u Comerlato, Gabriel, 1998-
Uso de ferramentas de sensoriamento remoto na
observação das consequências da supressão de vegetação
ciliar em curso d'água urbano: estudo de caso do
arroyo Passo dos Ramos em Santo Antônio da Patrulha -
RS / Gabriel Comerlato. - Porto Alegre, 2025.
24 f.: il.

Orientadora: Edileuza Dias de Queiroz.
Monografia(Especialização). -- Universidade Federal
Rural do Rio de Janeiro, Geoprocessamento,
Levantamento e Interpretação de Solos, 2025.

1. Solos. 2. Sensoriamento Remoto. 3. Vegetação
Ciliar. 4. Geoprocessamento. I. Dias de Queiroz,
Edileuza, 1980-, orient. II Universidade Federal
Rural do Rio de Janeiro. Geoprocessamento,
Levantamento e Interpretação de Solos III. Título.

**UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DO RIO DE JANEIRO
PRÓ-REITORIA DE EXTENSÃO
CURSO DE ESPECIALIZAÇÃO EM GEOPROCESSAMENTO, LEVANTAMENTO E
INTERPRETAÇÃO DE SOLOS**

Folha de aprovação

Gabriel Pellegrini Comerlato

Este Trabalho de Conclusão de Curso (TCC) foi submetido como requisito parcial para obtenção do título de Especialista em Geoprocessamento, Levantamento e Interpretação de Solos.

TCC APROVADO EM 18 de JULHO de 2025.

Prof.(a) Edileuza Dias de Queiroz Supervisor(a)

Prof.(a) Patrícia de Oliveira Plácido Instituição UFRRJ

Prof.(a) Luana de Almeida Rangel Instituição UFRRJ

DEDICATÓRIA

Dedico este trabalho ao município de Santo Antônio da Patrulha, à sua população, ao Departamento de Meio Ambiente e aos amigos que fiz quando atuei no município.

AGRADECIMENTOS

Primeiramente, agradeço imensamente, e mais uma vez, à minha irmã, Luísa Pellegrini, atuando novamente como uma segunda orientadora em mais um TCC meu.

Agradeço a minha Prima, Isadora Pellegrini, também por atuar na orientação e revisão deste trabalho e, principalmente, pela parceria de vida, sendo mais uma irmã que uma prima.

Agradeço aos meus pais, que sempre me apoiaram nas minhas decisões e, em especial, à minha mãe, Aa, que sempre me ajudou nas dificuldades e quando necessitei.

Ao Departamento de Meio Ambiente de Santo Antônio da Patrulha e a todos os seus integrantes, onde tive a oportunidade de crescer como profissional. Saí de lá melhor do que entrei, graças à convivência com profissionais que hoje tenho como referência.

À SEMAM e ao Departamento de Resíduos sólidos de Santo Antônio, por todo apoio durante minha atuação no município.

À minha orientadora, professora Edileuza, e ao mestrando Lucas Gabriel, agradeço pelo apoio, incentivo e atenção durante a elaboração deste trabalho. Suas contribuições foram essenciais.

Agradeço à Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro (UFRRJ), que assim como a UFRGS, me proporcionou o privilégio de fazer parte de uma instituição pública, gratuita e de excelência. Estendo esse agradecimento a todos os professores e colegas vinculados à UFRRJ, com menção especial à professora Lúcia Helena Cunha dos Anjos, cuja dedicação à universidade e ao curso é perceptível e inspiradora.

Agradeço ao professor Paulo César do Nascimento, uma das maiores referências na pedologia brasileira, que se dispôs a ministrar uma aula praticamente individual em um perfil de solo na faculdade de agronomia da UFRGS. E sem ela, não teria tido a oportunidade de continuar nesta pós-graduação

Por fim, agradeço ao programa do curso de Especialização em Geoprocessamento, Levantamento e Interpretação de solos. Conforme mencionei na minha pequena biografia, o programa tem meu agradecimento eterno, pois foi transformador na minha trajetória. Talvez por um detalhe, mas que, ainda assim, mudou tudo.

BIOGRAFIA

Escolhi minha graduação por uma conversa que tive com minha mãe, Ana Pellegrini, ela abriu os cursos disponíveis na UFRGS (não sabia o curso, mas sabia que queria um nessa universidade) e, entrando nos diferentes cursos, eventualmente veio agronomia na conversa. Ela leu as cadeiras que fazem parte da grade curricular do curso, nomes que me pareciam interessantes e, assim, decidi por este curso para realizar. Não sabia ainda que me identificaria tanto com a área e a própria graduação, a qual concluí na UFRGS em maio de 2023. Após minha colação de grau, apesar dos diversos envios de currículo para a área, não obtive nenhum retorno das vagas em empresas privadas. Ainda durante a graduação e após a sua conclusão, realizava todos os concursos que haviam para a área de agronomia, como o do município de Parobé, Gravataí, Mariana Pimentel, Porto Alegre, Encruzilhada do Sul, Santo Antônio da Patrulha e vários outros. Em uma manhã durante este período em que estive desempregado, recebi um e-mail do município de Santo Antônio da Patrulha questionando se tinha interesse em assumir o cargo de Eng. Agrônomo do município de forma temporária. Mais tarde descobri que seria para substituir a agrônoma que assumiu o cargo no mesmo concurso que realizei, pois ela saiu em licença maternidade.

Como não possuía nenhuma ocupação, com exceção desta pós-graduação, que acabei me inscrevendo também por este motivo, aceitei a vaga em Santo Antônio. Já no primeiro momento que conheci a cidade, soube que a vaga era para trabalhar no Departamento de Meio Ambiente do município, principalmente com licenciamento ambiental, área que possuí quase que nenhum conhecimento prévio. Acredito que tive bastante sorte de poder ter trabalhado neste departamento, conhecendo profissionais de referência dentro da prefeitura e que agiam em conjunto para as tomadas de decisão do próprio departamento, nunca de forma arbitrária. Com o tempo, houve a ocorrência da intervenção no arroio Passo dos Ramos que, apesar de grave e

de ter promovido a indignação do departamento, não houveram medidas possíveis além de memorandos para as secretarias envolvidas e ao prefeito do município com indicações técnicas.

A saída do município ocorreu um pouco antes do fim da licença maternidade da agrônoma efetiva, fui chamado para uma vaga de residência em agronomia no município de Porto Alegre, onde estou atualmente. Como ainda não possuía qualquer estabilidade ou perspectiva de longo prazo em uma ocupação profissional, além de ser vinculado a uma bolsa, sem FGTS, Décimo Terceiro, adicional de férias ou, até mesmo, a possibilidade de marcar as minhas férias, mantive o ritmo da realização dos concursos e envio de currículos, apesar deste último com resultados efêmeros, com a marcação de duas entrevistas.

Acredito que novamente tive bastante sorte, desta vez, por ter me inscrito nesta pós-graduação ainda quando estava desempregado. Essa minha percepção vem pelo tema da redação de um concurso que fiz, extremamente específico para a área de geoprocessamento (apesar de ser vinculado com a área ambiental) e considerada uma das provas mais difíceis já feitas para este órgão. Com a aprovação neste concurso, o que antes desta pós-graduação, seria extremamente improvável, me torno eternamente grato pela existência do programa e pelos profissionais vinculados à ele pois serei, eventualmente, parte do quadro de servidores federais do Brasil.

RESUMO

COMERLATO, Gabriel. **Uso de ferramentas de sensoriamento remoto na observação das consequências da supressão de vegetação ciliar em curso d'água urbano: estudo de caso do arroio Passo dos Ramos em Santo Antônio da Patrulha - RS.** 2025. Especialização. Trabalho de Conclusão de Curso (Especialização em Geoprocessamento, Levantamento e Interpretação de Solos). Pró-reitoria de Extensão, Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica, RJ, 2025.

Este trabalho apresenta um estudo de caso sobre a supressão de vegetação ciliar no arroio Passo dos Ramos, localizado no município de Santo Antônio da Patrulha - RS, com o objetivo de registrar e analisar suas consequências, especialmente no que se refere à qualidade ambiental do curso d'água. A pesquisa utilizou ferramentas de sensoriamento remoto e análise comparativa das imagens geradas, trabalhadas com as imagens obtidas do satélite CBERS-4A. Foram utilizadas as técnicas de composição colorida e *Pansharpening*. Inicialmente também foi proposto a utilização da técnica de classificação supervisionada, entretanto, sua utilização mostrou-se ineficaz neste caso específico devido à baixa largura do curso d'água e à resolução final das imagens. Como alternativa, foi realizada a análise visual das imagens fundidas, que demonstraram a remoção da vegetação ciliar e o subsequente aumento da turbidez da água, possivelmente provocado pelo aumento do aporte de sedimentos decorrentes da erosão das margens e ausência de vegetação ciliar. Os resultados indicam que a intervenção realizada pela prefeitura, que apesar de ter como objetivo inicial o desassoreamento, teve efeitos que favoreceram a ocorrência deste processo. O estudo evidencia a importância da vegetação ciliar no combate dos processos erosivos e reforça o potencial do sensoriamento remoto como ferramenta de diagnóstico ambiental. Conclui-se que a intervenção realizada foi executada de forma incompatível com a norma técnica e legislação ambiental vigente, agravando os processos de degradação ambiental.

Palavras-chave: Arroio Passo dos Ramos. Assoreamento. Supressão de Vegetação Ciliar. Sensoriamento Remoto.

ABSTRACT

COMERLATO, Gabriel. **Use of remote sensing tools to observe the consequences of riparian vegetation suppression in an urban watercourse: case study of the Passo dos Ramos stream in Santo Antônio da Patrulha – RS.** 2025. Specialization. Trabalho de Conclusão de Curso (Specialization in Geoprocessing, Soil Survey and Interpretation) Pró- reitoria de Extensão, Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica, RJ, 2025.

This study presents a case analysis of riparian vegetation suppression along the Passo dos Ramos stream, located in the municipality of Santo Antônio da Patrulha – RS, with the objective of recording and analyzing its consequences, especially regarding the environmental quality of the watercourse. The research employed remote sensing tools and comparative analysis of satellite imagery obtained from the CBERS-4A satellite. Color composition and pansharpening techniques were applied. The initial methodological proposal included the use of supervised classification; however, its application proved ineffective in this specific case due to the narrow width of the stream and the final resolution of the images. As an alternative, a visual analysis of the fused images was carried out, which showed the removal of riparian vegetation and a subsequent increase in water turbidity, possibly caused by an increased sediment load resulting from margin erosion and the absence of riparian cover. The results indicate that the intervention carried out by the local government, although initially aimed at desilting the stream, produced effects that actually favored this process. The study highlights the importance of riparian vegetation in controlling erosive processes and reinforces the potential of remote sensing as a tool for environmental diagnosis. It is concluded that the intervention was conducted in a manner inconsistent with technical standards and current environmental legislation, thereby contributing to the worsening of environmental degradation processes.

Keywords: Passo dos Ramos stream. Siltation. Riparian vegetation suppression. Remote sensing.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – mapa de localização do município de Santo Antônio da Patrulha.....	3
Figura 2 – localização do município de Santo Antônio da Patrulha, com identificação da sua malha pluvial e das bacias que dividem o município.....	3
Figura 3 – município de Santo Antônio da Patrulha com identificação dos dois cursos d’água que cruzam a cidade.....	4
Figura 4 – imagem obtida <i>in loco</i> da área de estudo onde é possível observar o início do processo de erosão. Localizada na rua Lottar Machado dos Reis, nas margens do arroio Passo dos Ramos em Santo Antônio da Patrulha (RS). Foto de 2024.....	6
Figura 5 – imagem obtida <i>in loco</i> da área de estudo onde é possível observar o agravamento do processo de erosão. Localizada na rua Lottar Machado dos Reis, nas margens do arroio Passo dos Ramos em Santo Antônio da Patrulha (RS). Foto de 2024.....	7
Figura 6 – imagem das condições anteriores à intervenção na área de estudo nas coordenadas -29°50’00.8”, -50°30’36.9”, identificando a presença de vegetação no local.....	8
Figura 7 – imagem das condições posteriores à intervenção na área de estudo nas coordenadas aproximadas -29°50’00.8”, -50°30’36.9”, identificando a ausência de vegetação no local. Localizada na rua Lottar Machado dos Reis, nas margens do arroio Passo dos Ramos em Santo Antônio da Patrulha (RS). Foto de 2024.....	8
Figura 8 – composição colorida inicial do dia 02/06/2024.....	14
Figura 9 – imagem resultante da junção da composição colorida com a banda pancromática.....	14
Figura 10 – Imagem de parte da área de interesse antes da intervenção realizada (06/01/2024), com visão do curso d’água, vegetação existente, acompanhando a rua Lottar Machado dos Reis. Fonte: adaptado de INPE, 2025.....	15
Figura 11 – Imagem de parte da área de interesse após a intervenção realizada (09/05/2024), com visão do curso d’água, solo descoberto, vegetação remanescente, acompanhando a rua Lottar Machado dos Reis.....	16
Figura 12 – imagem de parte da área de interesse antes da intervenção realizada (06/01/2024), próximo ao limite urbanizado da cidade.....	17
Figura 13 – imagem de parte da área de interesse após a intervenção realizada (09/05/2024), próximo ao limite urbanizado da cidade.....	17
Figura 14 – imagem de área de desembocadura do curso d’água estudado antes da intervenção (06/01/2024).....	18
Figura 15 – imagem de área de desembocadura do curso d’água estudado após a intervenção	

(09/06/2024).....19

Figura 16 – imagem de área de desembocadura do curso d’água estudado antes da intervenção

(06/02/2024).....19

SUMÁRIO

1.	INTRODUÇÃO.....	1
2.	OBJETIVOS.....	2
3.	CARACTERIZAÇÃO REGIONAL.....	2
4.	JUSTIFICATIVA.....	5
5.	REVISÃO DE LITERATURA.....	9
5.1.	Legislação Ambiental... ..	9
5.2.	Vegetação Ciliar	10
5.3.	Erosão e Assoreamento... ..	10
5.4.	Imagens de Satélite e Junção de Bandas	11
5.5.	Classificação Supervisionada.....	12
6.	PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS	12
7.	RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	13
8.	CONSIDERAÇÕES FINAIS	21
9.	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	22

1. INTRODUÇÃO

O ambiente urbano, muitas vezes, apresenta conflitos em relação à preservação e qualidade ambiental, especialmente quando há o avanço urbano e ocupação de áreas ambientalmente sensíveis sem o devido planejamento. Neste contexto, o saneamento básico é uma espécie de mediador entre a qualidade de vida, a saúde pública e a proteção do meio ambiente, sendo necessário pensar a seu respeito para o desenvolvimento adequado do ambiente urbano. Entre os componentes do saneamento básico, conforme estabelecido pela Lei Federal nº 11.445/2007 (BRASIL, 2007), destaca-se a drenagem e o manejo das águas pluviais urbanas, aspecto especialmente relevante para o Brasil, onde ocorrem precipitações intensas em grande parte do território.

O manejo adequado das águas pluviais é fundamental para evitar alagamentos, reduzir processos erosivos e na própria proteção dos recursos hídricos, inclusive, os urbanos. Em muitas cidades, os cursos d'águas naturais inseridos no ambiente urbano, são utilizados como elementos na infraestrutura de drenagem, sendo, muitas vezes, submetidos a intervenções como canalizações, dragagens e desassoreamento. Essas ações, quando realizadas sem os devidos critérios técnicos e desconsiderando os aspectos ambientais, podem gerar impactos significativos, comprometendo a qualidade ambiental e a eficácia das soluções, agravando os problemas existentes.

Segundo Wadt et. al. (2003), a cobertura vegetal viva ou morta desempenha papel crucial na manutenção e conservação dos solos, havendo a aceleração de processos erosivos. Sob esta ótica, a vegetação ciliar, mesmo em cursos d'água urbano, desempenha papel fundamental na conservação dos solos presentes em suas margens. Além disso, a vegetação ciliar tem um papel estratégico como barreira natural, atuando como uma zona de amortecimento e impedindo o carregamento de sedimentos para o interior dos cursos d'águas.

Nesse sentido, observar os impactos causados pela supressão destas áreas sensíveis no ambiente urbano torna-se essencial para reforçar a importância da sua preservação, além do aperfeiçoamento de mecanismos para a sua observação. O objetivo geral deste trabalho é analisar, por meio de ferramentas de sensoriamento remoto, os efeitos da supressão de vegetação ciliar em parte considerável das margens do arroio Passo dos Ramos, em Santo Antônio da Patrulha (RS), fato observado *in loco* no ano de 2024 pelo autor.

2. OBJETIVOS

O objetivo geral é realizar um estudo de caso da supressão da vegetação ciliar no arroio Passo dos Ramos, localizado na cidade de Santo Antônio da Patrulha no estado do Rio Grande do Sul, identificando e registrando a ocorrência dessa intervenção e as suas consequências à jusante do curso d'água, principalmente em relação à qualidade da água. Portanto, com o trabalho, espera-se demonstrar a influência da supressão da vegetação ciliar no aporte de sedimentos no curso d'água por meio de ferramentas de sensoriamento.

3. CARACTERIZAÇÃO REGIONAL

O município em que o local de estudo se localiza, Santo Antônio da Patrulha (SAP), é uma das cidades mais antigas do estado do Rio Grande do Sul, estando entre as quatro primeiras criadas após a separação da Província de São Pedro em 1809, conforme o Atlas Socioeconômico do Rio Grande do Sul (1908-2013). O município é bastante peculiar com relação a sua localização geográfica, estando próximo ao litoral norte gaúcho, à capital, Porto Alegre, e à Serra gaúcha. O município se encontra no estado do Rio Grande do Sul na porção nordeste do estado, conforme Figura 1. Além de ser dividido pelos biomas Mata Atlântica, na metade Norte, e pelo Pampa, na metade Sul, o que confere paisagens e ecossistemas bastante distintos nas diferentes regiões do município.

Conforme Figura 2, o município está contido na abrangência das bacias do Sinos, do Gravataí e do Litoral Médio, além de haver a presença de duas Unidades de Conservação (UC), a Área de Preservação Ambiental do Banhado Grande (APABG) e o Parque Natural Municipal Manoel de Barros Pereira. O meio urbano em si está localizado dentro da UC da APABG e possui dois cursos d'água que o cruzam, o arroio Pitangueiras e o arroio Passo dos Ramos, sendo o último a área de estudo deste trabalho.

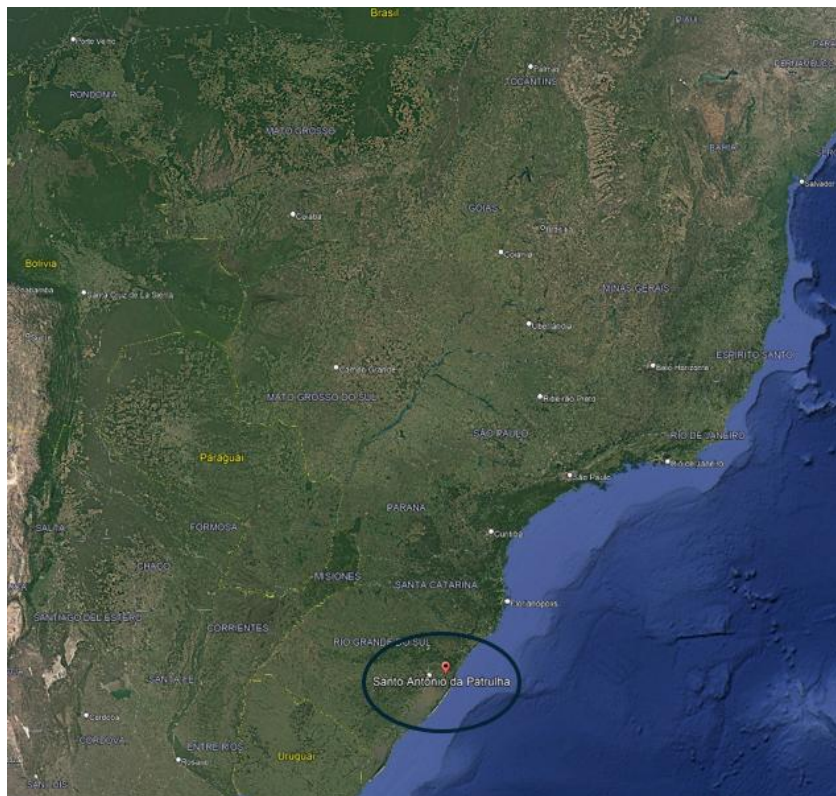


Figura 1 – mapa de localização do município de Santo Antônio da Patrulha

Fonte: elaboração própria a partir de *Google Earth* (2025)

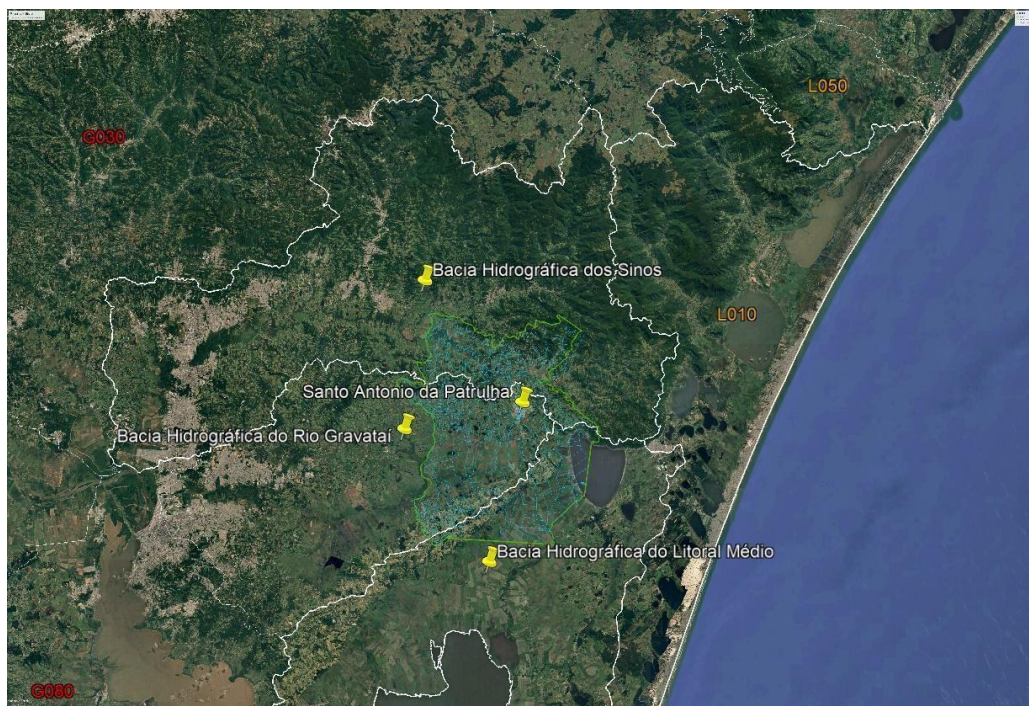


Figura 2 - localização do município de Santo Antônio da Patrulha, com identificação da sua malha pluvial e das bacias que dividem o município

Fonte: elaboração própria a partir de *Google Earth* (2025), IBGE (2023) e FEPAM (2022)

Apesar de não ser abordado diretamente no presente trabalho, o arroio Pitangueiras é um dos dois cursos d'água que cruza o município, conforme identificado na Figura 3 abaixo, e também possui questões quanto a sua qualidade ambiental e intervenções realizadas pela prefeitura. Houve uma obra de canalização do curso d'água na região central da cidade, a mesma ocorreu sem a emissão das devidas licenças ambientais e gerou um auto de infração à prefeitura e um processo de regularização que tramita no Departamento de Meio Ambiente do município.

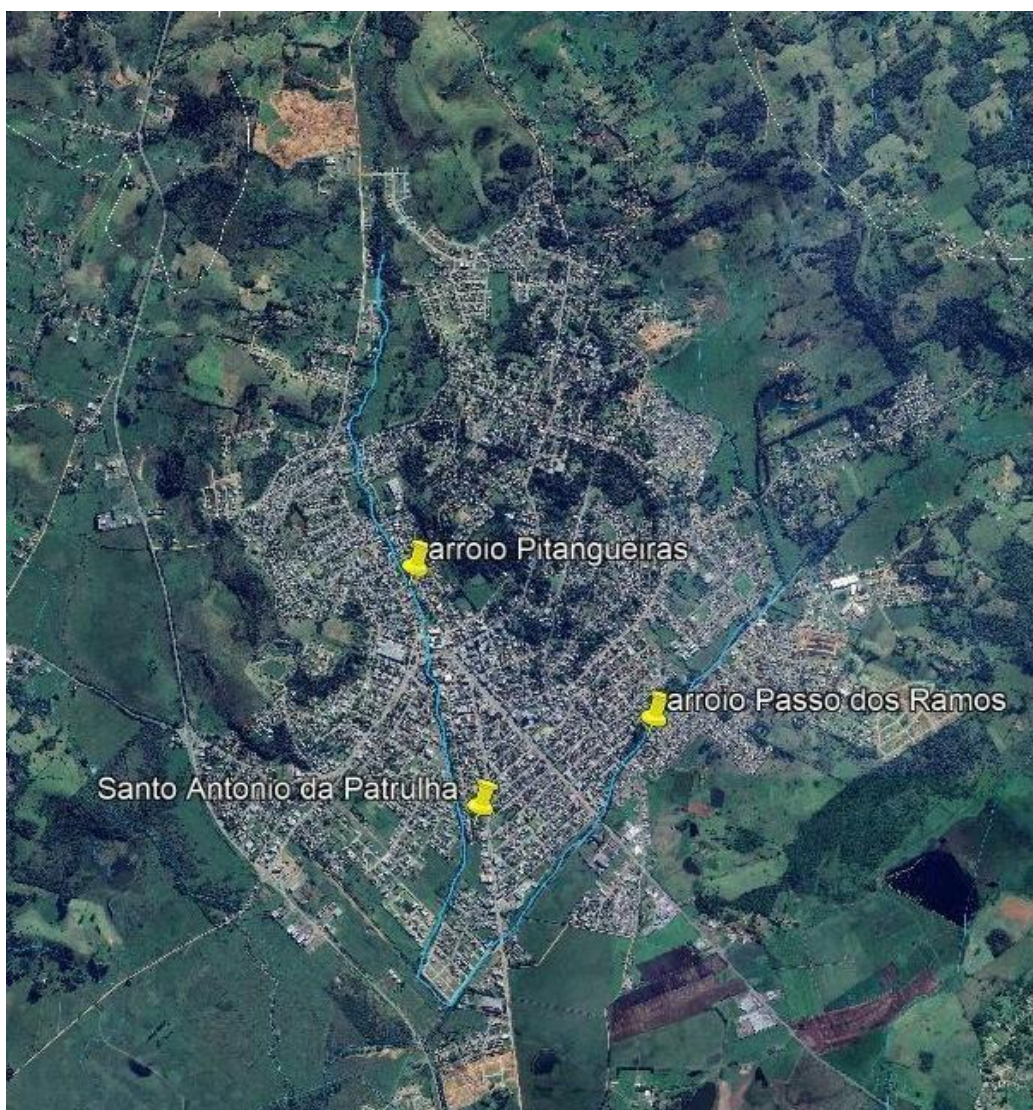


Figura 3 - município de Santo Antônio da Patrulha com identificação dos dois cursos d'água que cruzam a cidade

Fonte: elaboração própria a partir de *Google Earth* (2025), IBGE (2023) e FEPAM (2022)

4. JUSTIFICATIVA

Os serviços de saneamento básico são fundamentais para garantir a qualidade de vida da população, principalmente em aglomerados urbanos, onde os problemas relacionados a estes se amplificam de forma considerável. O saneamento básico é composto de cinco conjuntos de serviços públicos que objetivam o abastecimento de água potável, o esgotamento sanitário, o manejo de resíduos sólidos e a drenagem e o manejo de águas pluviais urbanas (BRASIL, 2007). Dentre estas atividades, será abordado com maior profundidade no presente trabalho a drenagem e o manejo das águas pluviais urbanas e, tangencialmente, o abastecimento de água potável. A fim de garantir o escoamento da água superficial e evitar possíveis problemas, como alagamentos, é habitual a realização de projetos envolvendo a drenagem por meio de cursos d'água naturais que cruzam os municípios. Estes projetos, muitas vezes, envolvem a realização de obras civis como a canalização e a construção de reservatórios de retenção, além do próprio desassoreamento.

Mesquita, Assis e Souza (2010) destacam que o assoreamento é um processo que ocorre naturalmente, mas pode ser influenciado pela ação antrópica. Áreas com alta antropização podem levar a uma influência relevante em processos de assoreamento, mesmo não representando uma área significativa em extensão, por processos decorrentes da retirada da vegetação (MESQUITA, ASSIS e SOUZA, 2010). Apesar dos processos de erosão pela ausência/supressão de vegetação sejam associados ao meio rural, principalmente à atividade agrícola, estes também ocorrem no meio urbano, intensificando-se pelo aumento do volume do fluxo superficial, considerando a baixa taxa de infiltração existente no meio urbano.

O município alvo deste trabalho é Santo Antônio da Patrulha, um dos primeiros municípios do Rio Grande do Sul e que foi afetado pela passagem de um ciclone extratropical em setembro de 2023, o que provocou a queda de uma ponta de acesso à cidade e alagamentos no meio urbano e rural (MILMAN, 2023). Neste contexto, houve mobilização por parte da prefeitura para a realização da limpeza dos arroios Pitangueiras e Passo dos Ramos, o chamado desassoreamento, a fim de evitar novas enchentes e buscando ser referência para outros municípios do estado (MACHADO, 2024).

O arroio Passo dos Ramos passou pelo processo de desassoreamento em trecho que cruza a cidade, mais especificamente na rua Lothar Machado dos Reis. Apesar da necessidade da intervenção e da obtenção de outorga junto ao órgão estadual responsável, Departamento de Recursos Hídricos (DRH), ela foi realizada em desacordo com as boas práticas e com a própria

licença expedida. Com a justificativa de se realizar o acesso ao interior do curso d'água, houve a supressão de quase a totalidade da vegetação, em maioria arbórea, mas também com a presença de espécies herbáceas rasteiras, das margens do referido arroio. O processo de desassoreamento deve ser feito com apenas uma ou poucas entradas ao curso d'água, de forma a preservar a vegetação e garantir a estrutura das margens (RIO GRANDE DO SUL, 2015).

Após a supressão da vegetação neste caso específico, foi possível a observação de um processo erosivo intenso nas margens do arroio, conforme Figura 4, e o agravamento deste processo, conforme Figura 5. Parte considerável do solo das margens foi perdido e carregado para o interior do curso d'água que se pretendia desassorear. Portanto, a medida de suprimir a vegetação para acesso ao local de intervenção e de efetiva limpeza, pode ter contribuído no agravamento do problema inicial, o assoreamento. Considerando, ainda, que a visão comum no município seja positiva quanto à intervenção realizada (MACHADO, 2024), justifica-se a necessidade deste trabalho para informar a população do risco socioambiental advindo de intervenções em áreas críticas, como as Áreas de Preservação Permanente (APPs), e para, possivelmente, prevenir novas intervenções que se pretendam realizar de forma não ambientalmente adequadas e em desacordo com a legislação atual.



Figura 4 - imagem obtida *in loco* da área de estudo onde é possível observar o início do processo de erosão. Localizada na rua Lottar Machado dos Reis, nas margens do arroio Passo dos Ramos em Santo Antônio da Patrulha (RS). Foto de 2024.

Fonte: COMERLATO, G. P., 2024



Figura 5 - imagem obtida *in loco* da área de estudo onde é possível observar o agravamento do processo de erosão. Localizada na rua Lottar Machado dos Reis, nas margens do arroio Passo dos Ramos em Santo Antônio da Patrulha (RS). Foto de 2024.

Fonte: COMERLATO, G. P., 2024

Ainda, cabe destacar que anteriormente à intervenção havia vegetação em estágio inicial e médio nas margens do arroio Passo dos Ramos. Apesar desta vegetação desempenhar o papel de vegetação ciliar, ela estava em largura inferior ao estipulado pela legislação na maior parte de sua extensão. Essa vegetação pode ser observada na Figura 6, em contraste às condições após a intervenção no mesmo ponto observado na Figura 7.

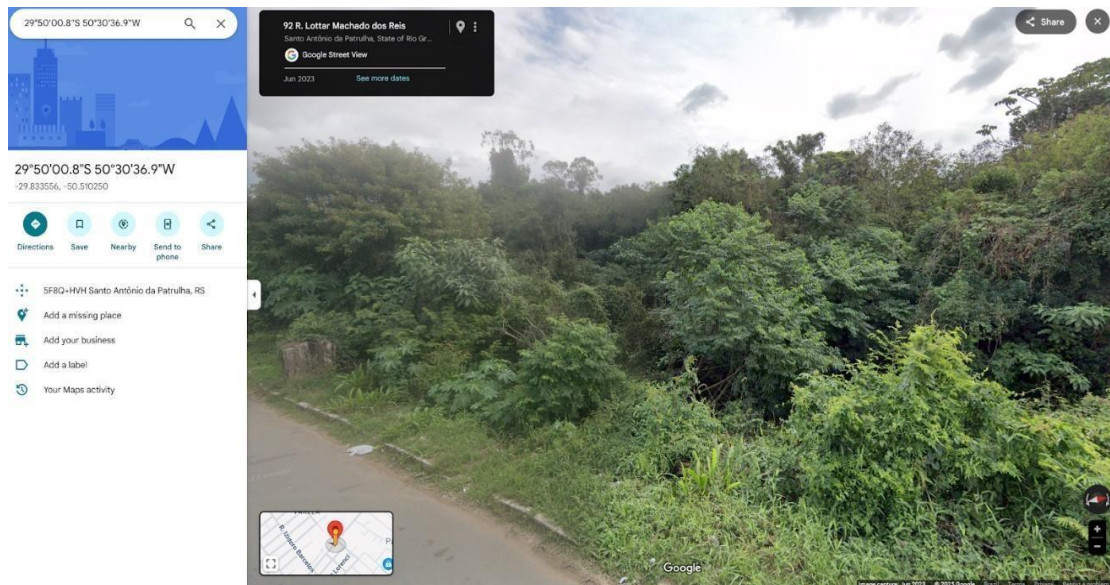


Figura 6 - imagem das condições anteriores à intervenção na área de estudo nas coordenadas - $29^{\circ}50'00.8''$, $-50^{\circ}30'36.9''$, identificando a presença de vegetação no local

Fonte: GOOGLE, 2023



Figura 7 - imagem das condições posteriores à intervenção na área de estudo nas coordenadas aproximadas - $29^{\circ}50'00.8''$, $-50^{\circ}30'36.9''$, identificando a ausência de vegetação no local. Localizada na rua Lottar Machado dos Reis, nas margens do arroio Passo dos Ramos em Santo Antônio da Patrulha (RS). Foto de 2024.

Fonte: COMERLATO, G. P., 2024

5. REVISÃO DE LITERATURA

5.1. Legislação Ambiental

A vegetação ciliar tem sua preservação ou reconstituição obrigatória pela legislação ambiental brasileira, principalmente para a melhora da qualidade ambiental e controle da erosão (HINKEL, 2003). O Código Florestal Brasileiro, Lei Federal nº 12.651 de 2012, estabelece em seu art. 4 as áreas consideradas de Preservação Permanente, tanto na zona rural como em zona urbana. Especificamente, o parágrafo I dispõe sobre as relações das faixas necessárias de preservação e a largura do curso d'água em questão, conforme indicado abaixo. (BRASIL, 2012):

“Art. 4 I - as faixas marginais de qualquer curso d'água natural perene e intermitente, excluídos os efêmeros, desde a borda da calha do leito regular, em largura mínima de:

- a) 30 (trinta) metros, para os cursos d'água de menos de 10 (dez) metros de largura;*
- b) 50 (cinquenta) metros, para os cursos d'água que tenham de 10 (dez) a 50 (cinquenta) metros de largura;*
- c) 100 (cem) metros, para os cursos d'água que tenham de 50 (cinquenta) a 200 (duzentos) metros de largura;*
- d) 200 (duzentos) metros, para os cursos d'água que tenham de 200 (duzentos) a 600 (seiscentos) metros de largura;*
- e) 500 (quinhentos) metros, para os cursos d'água que tenham largura superior a 600 (seiscentos) metros;”*

A vegetação que se encontra na margem dos cursos d'água é considerada a mata ciliar ou ripária, desempenhando papel fundamental na proteção e preservação do curso, sendo esta uma das causas da obrigação da sua preservação e/ou recuperação imposta pela legislação vigente. Especificamente, a vegetação ciliar tem um papel de barreira, impedindo a chegada de parte dos sedimentos e poluentes carregados pelo escoamento superficial da água (VOGEL, ZAWADZKI e METRI, 2009).

Apesar do exposto, o código florestal prevê casos em que é possível a intervenção ou supressão de vegetação nativa nas APPs, sendo em caso de utilidade pública, de interesse social ou de baixo impacto ambiental, desde que previstas na referida lei. De forma similar, o Decreto estadual nº 52.701 de novembro de 2015, que institui o Programa Estadual de Estímulo à Limpeza e Desassoreamento dos corpos hídricos superficiais de dominialidade do estado do Rio Grande do Sul, prevê a intervenção nas Áreas de Preservação Permanente dos cursos hídricos em seu artigo 6, parágrafo I. Ainda, o referido parágrafo condiciona à intervenção de forma a minimizar o impacto advindo da atividade, priorizando o acesso por margem já degradada (RIO

GRANDE DO SUL, 2015).

3.2. Vegetação Ciliar

A vegetação ciliar ou vegetação ripária é aquela que se encontra nas margens das nascentes e cursos d'água (CHAVES, 2009) Seu funcionamento pode ser comparado aos dos cílios, com a função indispensável de proteção dos olhos de sujidades, servindo como uma espécie de barreira. Segundo Castro et al., (2017), as matas ciliares desempenham papel fundamental na retenção de sedimentos, evitando o carregamento desses para o interior dos cursos d'água, o que ocasiona o processo de assoreamento. Esse fator é essencial para a manutenção da qualidade ambiental dos recursos hídricos, sendo que a presença da vegetação ripária influencia diretamente na qualidade de vida da população e no equilíbrio do meio ambiente.

Cicco e Arcova (1999) destacam que a vegetação ciliar também desempenha importantes funções hidrológicas, como o menor aquecimento das águas, maior concentração de oxigênio dissolvido e menor turbidez, quando nos meses chuvosos. Além disso, também possui funções ecológicas, abrigando animais, plantas e microrganismos, sendo fundamental para a biodiversidade, promovendo a estabilidade das margens, tornando o solo menos suscetível à erosão. Cabe destacar que sua recomposição deve ser eficientemente planejada, principalmente na escolha das espécies, visto que as condições ambientais nestes locais são bastante específicas, com excesso de água e umidade nas diferentes épocas do ano. Ou seja, são inúmeros os benefícios trazidos pela preservação das matas ciliares (WADT et. al., 2003).

3.3. Erosão e Assoreamento

O tipo de erosão mais comumente associada à perda de solo propriamente dita é a erosão hídrica, consistindo pela perda da camada superficial do solo pelo escoamento superficial da água. Com a ausência de plantas de cobertura, como a vegetação ciliar, há a intensificação deste processo, ou seja, a intensificação da perda de solo. O solo é um dos recursos naturais mais importantes para a humanidade, atuando no ciclo da água, na ciclagem de nutrientes e na própria sustentabilidade dos sistemas naturais, sendo um recurso não renovável. Além da exposição do solo, há uma relação direta da perda de solos com a ocorrência de chuvas de grande intensidade (WADT et. al., 2003).

A erosão é um dos processos que mais avança a degradação dos solos, ocorrendo a perda rápida da camada inicial do solo, onde há maior concentração de nutrientes e matéria orgânica. Essa perda também promove a degradação biológica dos solos, também pela maior concentração

da biota do solo na camada superficial, e a consequente perda da sua capacidade produtiva. A perda da camada superficial não apenas se limita à degradação do solo, mas ao destino destes sedimentos, muitas vezes favorecendo o processo de eutrofização pelo aumento excessivo de nutrientes nos cursos d'águas que venham a receber essa carga de material (WADT et. al., 2003).

O assoreamento é um dos principais problemas para cursos e corpos d'água, afetando a sua capacidade volumétrica e, portanto, a quantidade de água que estes comportam. Esse processo tem como causa principal o transporte de sedimentos pela água da chuva e posterior decantação no leito dos corpos d'água. É essencial o conhecimento da origem dos sedimentos para a tomada de medidas preventivas à ocorrência do assoreamento, sendo estes sedimentos principalmente vinculados às áreas de ocorrência de erosão (CABRAL, 2004). Portanto, o processo de assoreamento está diretamente ligado à ocorrência de erosão, quando há a perda de solo, este solo é carregado para algum lugar, seguindo o caminho natural das águas superficiais, como um provável curso d'água, podendo haver a deposição em seu leito.

3.4. Imagens de Satélite e Junção de Bandas

O satélite CBERS-4A foi lançado à órbita terrestre por meio de uma parceria Brasil-China em 2019 no centro de lançamento de Taiyuan. Este satélite utiliza as câmeras MUX (Câmera Multiespectral), utilizada para manter a continuidade do imageamento feito pelos CBERS anteriores, a WFI (Câmera de Campo Largo), utilizada para obter imagens em um curto espaço de tempo e a WPM (Câmera Multiespectral e Pancromática de Ampla Varredura), que possui 5 bandas espectrais, sendo 4 bandas com 8 metros de resolução e a banda Pancromática com 2 metros de resolução espacial (EMBRAPA, 2020).

A fusão de imagens tem o objetivo central a formação de uma nova imagem, seja a junção de fotos aéreas de uma área para formação de um ortomosaico, a composição de bandas ou, até, a junção para melhoria da resolução espacial da imagem final. A composição de imagens permite a observação de imagens coloridas, facilitando a diferenciação entre os diferentes elementos das imagens, a alteração da composição também permite destacar e contrastar elementos específicos conforme a necessidade. Já a junção da banda Pancromática com imagens multiespectrais, permite a melhoria da resolução espacial as imagens, obtendo imagens com alta resolução, onde há a preservação da resolução espectral com a incorporação da resolução espacial à imagem final, resultando em imagens com um detalhamento significativamente maior (SCHNEIDER, BELLON e ARAKI, 2003).

Um dos possíveis parâmetros observáveis por meio de imagens de satélite é a qualidade

da água, fator consideravelmente relevante para este trabalho. Os corpos d'água podem ter diversas colorações quando observadas, havendo influência direta da concentração e composição de partículas e substâncias dissolvidas na água, as quais absorvem e espalham a radiação solar, sendo este um processo bastante complexo. Essas substâncias, que interagem com a radiação solar, são denominadas de componentes opticamente ativos (COAs), sendo responsáveis pela absorção e espalhamento da luz. Esses componentes são: a água pura, a matéria orgânica dissolvida colorida e os particulados, sendo estes fitoplânctons e sedimentos de origem orgânica e mineral (BARBOSA, NOVO e MARTINS, 2019). De forma prática, corpos d'água limpos e de considerável profundidade, absorvem a radiação eletromagnética, e tendem a apresentar coloração escura (preta) nas observações de satélite (JENSEN, 2011). Enquanto que, ao haver sedimentos em suspensão, há o aumento da reflexão da radiação, havendo imagens com a água apresentando a coloração do sedimento observado (CALDEIRA et al., 2024).

3.5. Classificação Supervisionada

A classificação supervisionada é uma ferramenta de geoprocessamento utilizada quando o usuário possui informações que permitam a identificação das classes de interesse para que seja realizado o treinamento do software utilizado. Para seu correto funcionamento, é fundamental que as amostras sejam homogêneas dentro de uma mesma classe, ao mesmo tempo em que há a inclusão da variabilidade presente nesta classe (INPE, 2002). Seu uso torna-se interessante para a delimitação das diferentes áreas de interesse estudadas com o auxílio dos algoritmos vinculados aos *softwares* utilizados.

6. PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

A metodologia proposta foi o levantamento do Uso e Ocupação da Terra ao longo de parte do trecho urbano do arroio Passo dos Ramos, em datas posteriores e anteriores à intervenção constatada em campo, com o objetivo de analisar se houve influência da supressão da Mata Ciliar na qualidade ambiental do curso d'água. A fim de quantificar as respectivas áreas, é necessário a elaboração dos mapas de classificação supervisionada.

Inicialmente, foram coletados os recortes da área através das imagens do satélite CBERS4A disponibilizadas pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) das datas 06/01/2024 e 06/02/2024, ambas anteriores à intervenção e 09/05/2024, 09/06/2024 e 15/08/2024, após a intervenção. Todas as imagens foram obtidas com as bandas 0 (Pancromática), 1, 2, 3 e 4, sem presença de nuvens na área de interesse (cobertura de até 30%) (INPE, 2025).

Após a obtenção das imagens, as bandas 1, 2, 3 e 4 foram adicionadas ao programa QGIS e realizada a composição colorida de cada uma das imagens da área de interesse através da ferramenta raster, ou seja, foi realizada a união das bandas para formação de uma única imagem. Com as imagens prontas, foram configuradas com as bandas na ordem 3, 2 e 1 para análise. As imagens resultado desta composição possuem resolução de 8 metros por pixel (QGIS DEVELOPMENT TEAM, 2025).

A fim de aumentar a resolução final da imagem, foi realizada a junção da imagem multispectral gerada com a banda pancromática do satélite em questão, também denominada banda 0. A realização desta união foi através da ferramenta *PanSharpening*¹ disponível no QGIS, gerando imagens com resolução final de 2 metros por pixel.

Com as imagens geradas, foi realizada a classificação supervisionada através da ferramenta *Dezetska*² disponível no QGIS para a observação das áreas de vegetação suprimida e área de alteração da coloração da água à jusante do curso d'água do referido estudo. Foram determinados os parâmetros que seriam classificados conforme a imagem, sendo separados em dois tipos, antes e após a intervenção. Para as imagens anteriores à intervenção foram usadas as classes: vegetação densa, vegetação rasteira, rua pavimentada, zona urbana, água com coloração escura, área agrícola (clara e escura), área de mineração, estrada de terra. Para as imagens após a intervenção foram utilizadas as seguintes classes: vegetação densa, vegetação rasteira, rua pavimentada, zona urbana, água escura, água com sedimentos visíveis, área agrícola (clara e escura), área de mineração, estrada de terra e solo descoberto.

A definição das classes teve como base a análise visual das imagens, o conhecimento prévio da área e as observações realizadas em campo. A proposta da utilização da metodologia classificação supervisionada era para observar com maior clareza as áreas em que ocorreram intervenção e as áreas que foram sofreram influência desta intervenção, estimando em porcentagem. Esta metodologia não se mostrou adequada, como será discutido posteriormente neste trabalho. Com isso, foram feitas análises visuais simplificadas das imagens geradas com a coloração real.

7. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Inicialmente, com a geração das imagens, observou-se que o curso d'água em estudo

¹ Técnica de processamento de imagens que combina uma imagem pancromática de alta resolução com uma imagem multispectral de baixa resolução para criar uma imagem de alta resolução com informações espectrais.

² Complemento utilizado para a realização da classificação supervisionada, é bastante comum seu uso para a classificação de diferentes classes de floresta. Sua utilização é simples e considerada robusta na área do geoprocessamento.



apresenta uma largura bastante reduzida, o que dificultou significativamente sua análise por meio das primeiras imagens geradas pela composição colorida, conforme ilustrado na Figura 8. Essa limitação se deve à baixa resolução espacial nas bandas multiespectrais utilizadas isoladamente (8 m x 8 m cada pixel). No entanto, a escolha pelo uso das imagens do satélite CBERS-4A permitiu a aplicação da técnica de fusão com a banda pancromática, que possui resolução espacial de 2 metros. Com isso, foi possível obter imagens com maior nível de detalhamento, possibilitando a identificação dos alvos e condições de interesse para o estudo, conforme pode ser observado na figura 9.



Figura 8 - composição colorida inicial do dia 02/06/2024

Fonte: adaptado de INPE, 2025



Figura 9 - imagem resultante da junção da composição colorida com a banda pancromática

Fonte: adaptado de INPE, 2025



Apesar de apresentarem resolução consideravelmente maior que a primeira imagem gerada, a geração de classificação supervisionada com base nestas imagens não teve um resultado satisfatório para a correta demarcação das áreas de interesse. Isso ocorreu, provavelmente, pela baixa largura do curso d'água e das áreas de interesse, sendo que há a representação de toda largura do curso em apenas um pixel. As imagens geradas na classificação supervisionada tiveram as áreas de interesse sobrepostas entre si, sem a sua correta demarcação, principalmente, na área de interesse. Com isso, optou-se pela análise visual das imagens geradas, sem estimativas do percentual de mudança de uso de solo e trecho alagado com coloração alterada.

A análise visual das imagens deixa clara a ocorrência da supressão de vegetação em trecho considerável do curso d'água, além da alteração na coloração da água para tons de marrom, indicando, provavelmente, a presença de sedimentos decorrentes do processo de erosão, conforme diferenças observadas nas Figuras 10 e 11. Essas alterações são coerentes com efeitos do processo erosivo na literatura, especialmente em áreas sensíveis, como as APPs.



Figura 10 - Imagem de parte da área de interesse antes da intervenção realizada (06/01/2024), com visão do curso d'água, vegetação existente, acompanhando a rua Lottar Machado dos Reis.

Fonte: adaptado de INPE, 2025



Figura 11 - Imagem de parte da área de interesse após a intervenção realizada (09/05/2024), com visão do curso d'água, solo descoberto, vegetação remanescente, acompanhando a rua Lottar Machado dos Reis.

Fonte: adaptado de INPE, 2025

No limite da área urbanizada, é possível identificar alguns pontos que indicam prováveis intervenções nas vegetações, sendo evidenciado pela alteração da sua densidade, conforme pode ser observado na comparação entre as Figuras 12 e 13. Além disso, nota-se uma diferença significativa na coloração do curso d'água. Na imagem anterior à intervenção (Figura 12), a água apresenta uma tonalidade mais escura, o que pode indicar uma menor presença de sedimentos suspensos. Já na imagem posterior à supressão (Figura 13), a coloração do curso d'água assume tons amarronzados, indicando o aumento da carga de sedimentos, possivelmente oriundos dos processos erosivos associados à remoção da vegetação ciliar e ao observado em campo.



Figura 12 - imagem de parte da área de interesse antes da intervenção realizada (06/01/2024), próximo ao limite urbanizado da cidade

Fonte: adaptado de INPE, 2025



Figura 13 - imagem de parte da área de interesse após a intervenção realizada (09/05/2024), próximo ao limite urbanizado da cidade

Fonte: adaptado de INPE, 2025

Outro ponto de possível alteração observável é onde o arroio Passo dos Ramos deságua, no qual há uma área alagada de aproximadamente 100 hectares. Assim como nas imagens anteriores, é possível notar uma mudança significativa na tonalidade da água. Na Figura 14, imagem anterior à intervenção, a coloração predominante do corpo d'água é escura, embora existam algumas manchas claras em sua porção central, cuja natureza não pode ser identificada com precisão. Na Figura 15, obtida após a intervenção, observa-se uma extensa mancha amarronzada provavelmente originada do curso d'água em questão, concentrando-se especialmente na região nordeste do corpo d'água, justamente onde há o deságue do arroio. A Figura 16 foi incluída com o intuito de corroborar a tonalidade originalmente escura da água antes da intervenção. Apesar da presença de nuvens e, principalmente, suas sombras que dificultam a correta delimitação das áreas alagadas, é possível identificar a predominância de tons escuros na superfície do corpo d'água.



Figura 14 - imagem de área de desbocadura do curso d'água estudado antes da intervenção (06/01/2024)

Fonte: adaptado de INPE, 2025



Figura 15 - imagem de área de desembocadura do curso d'água estudado após a intervenção (09/06/2024)

Fonte: adaptado de INPE, 2025



Figura 16 - imagem de área de desembocadura do curso d'água estudado antes da intervenção (06/02/2024)

Fonte: adaptado de INPE, 2025



A análise das imagens obtidas confirma a ocorrência da supressão de vegetação ciliar previamente constatada in loco, demonstrando a efetividade do sensoriamento remoto como ferramenta para a identificação de áreas de desmatamento, inclusive no ambiente urbano. Além da redução da cobertura vegetal, as imagens também evidenciam uma alteração significativa na coloração da água, o que sugere uma piora nas condições ambientais do curso d'água, com provável aumento da presença de sedimentos em suspensão.

Como abordado ao longo do trabalho, esses processos estão diretamente interligados, a remoção da vegetação ciliar expõe o solo, reduzindo a estabilidade dos taludes e a própria estrutura do solo, favorecendo a ocorrência de erosão. O solo erodido, por sua vez, é transportado para o interior do curso d'água, sendo depositado em seu leito, ou seja, contribuindo para o seu assoreamento, além do próprio aumento da turbidez da água. Com isso, podemos estimar que a alteração na coloração da água não é apenas um indicativo visual de concentração de sedimentos, mas um indício da degradação ambiental, interferindo na ecologia e hidrológica do arroio em questão.

A intervenção no arroio foi realizada pela Prefeitura Municipal de Santo Antônio da Patrulha, que, como responsável pelo saneamento básico do município (incluindo a drenagem urbana), tem a obrigação de adotar medidas adequadas para a promoção da gestão superficial das águas. Além disso, enquanto Poder Público, a prefeitura tem o dever constitucional de proteger o meio ambiente e assegurar sua preservação, conforme estabelece o art. 225 da Constituição Federal. Estes fatores evidenciam uma contradição entre a ação executada pela gestão municipal e suas responsabilidades legais.

A intervenção realizada teve o objetivo de promover uma maior drenagem urbana, evitar novos alagamentos no município e aumentar a capacidade hidrológica do arroio Passo dos Ramos. Apesar disso, a intervenção realizada provocou processos opostos ao objetivo, favorecendo a entrada de sedimentos por meio da erosão das margens e pela própria falta da vegetação ciliar, que anteriormente servia de barreira à entrada de sólidos no interior do curso. Ou seja, ao mesmo tempo em que as ações da prefeitura visavam o desassoreamento, na prática, causavam o aumento dos processos que intensificam o assoreamento e, portanto, tendem a diminuir a capacidade volumétrica do curso.

A prefeitura, ao realizar a intervenção da forma como se deu, ignorou a norma técnica, os aspectos ambientais e a própria legislação brasileira. A ausência de planejamento baseado em critérios científicos e a não observância das normas ambientais não apenas revelam uma falta

administrativa e, até, de diálogo entre as diferentes organizações dentro da prefeitura, mas uma postura incompatível com os princípios constitucionais da gestão pública e responsabilidade ambiental. Essa atuação contribui com a perpetuação de práticas insustentáveis ao meio ambiente e à segurança ambiental da população.

8. CONSIDERAÇÕES FINAIS

A turbidez e coloração aparente da água tiveram maior concentração aparente de sedimentos nas épocas posteriores à intervenção realizada. A manutenção da vegetação ciliar é um importante fator, mesmo em ambientes urbanos, para a preservação da qualidade ambiental dos recursos hídricos. No caso específico do arroio Passo dos Ramos, apesar da intervenção realizada ter o objetivo adequado de desassoreamento e limpeza do curso d'água, ela foi realizada de forma incoerente com seu objetivo, favorecendo o carregamento de sujidades e sedimentos para o interior do curso, levando ao incremento do processo erosivo e assoreamento do referido curso d'água. Nesse contexto, mostra-se a relevância do presente estudo e da sua continuidade, podendo, inclusive, ter como foco inicial a análise dos municípios e cursos d'água alvo do programa desassorear-RS. A metodologia de classificação supervisionada não se mostrou adequada para este estudo de caso. O restante da metodologia utilizada foi adequado para atingir os objetivos propostos inicialmente e para a elaboração do trabalho.

Apesar de não ter sido abordado no trabalho em si, cabe destacar que houveram tentativas de diálogo por parte do Departamento de Meio Ambiente do município junto com os setores da prefeitura responsáveis pela intervenção. Não ocorreram efeitos práticos com estes diálogos e a maior parte da intervenção foi realizada antes mesmo da possibilidade destes contatos em decorrência da falta de comunicação quanto ao início do desassoreamento.

Desta forma, conclui-se que o presente estudo foi eficaz em registrar e analisar os efeitos da supressão de vegetação ciliar no arroio Passo dos Ramos através de ferramentas de sensoriamento remoto. A utilização das imagens do satélite CBERS-4A, especialmente após a aplicação das técnicas de composição colorida e *Pansharping*, permitiu identificar visualmente as alterações relevantes quanto à mudança de uso na terra e na coloração da água, o que indicou um possível aumento no aporte de sedimentos. Com isso, o trabalho atinge seu propósito de demonstrar a relevância da vegetação ciliar, mesmo em ambientes urbanos, para a manutenção da qualidade ambiental dos cursos d'água, evidenciando o potencial uso de tecnologias de sensoriamento remoto como ferramenta para estas análises.

9. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ATLAS SOCIOECONÔMICO DO RIO GRANDE DO SUL. Evolução administrativa (1809-2013). Disponível em: <https://atlassocioeconomico.rs.gov.br/evolucao-administrativa-1809-a-2013>. Acesso em: 13 jul. 2025.

BARBOSA, C. C. F.; NOVO, E. M. L. M.; MARTINS, V. S. **Sensoriamento remoto de ambientes aquáticos interiores: princípios e aplicações.** São José dos Campos: INPE, 2019. Disponível em: <http://www.dpi.inpe.br/labisa/livro/res/conteudo.pdf>. Acesso em: 6 jul. 2025.

BRASIL. **Lei nº 11.445, de 5 de janeiro de 2007.** Estabelece diretrizes nacionais para o saneamento básico. Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil, Brasília, DF. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2007/lei/L11445compilado.htm. Acesso em: 09 jul. 2025.

BRASIL. **Lei nº 12.651, de 25 de maio de 2012.** Dispõe sobre a proteção da vegetação nativa. Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil, Brasília, DF. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2011-2014/2012/lei/L12651compilado.htm. Acesso em: 29 out. 2024.

CABRAL, J. B. P. Estudo do processo de assoreamento em reservatórios. **Caminhos de Geografia**, v. 6, n. 14, p. 62–69, fev. 2005.

CALDEIRA, C. R. T.; CALDEIRA, M. C. O.; GONÇALVES, C. da S.; JARDIM, H. L.; GIANASI, L. M.; FRANCELINO, M. R.; MELLO, D. C.. **Sensoriamento remoto e comportamento espectral de solos.** Curso de Especialização em Geoprocessamento, Levantamento e Interpretação de Solos – UniSolos/UAB., 2024.

CASTRO, L. S.; FERNANDES, D. G.; FERREIRA, R. C. C.; TAVARES, E. M.; ANDRADE, G. A. **Mapeamento e caracterização das Áreas de Preservação Permanente (APPs) de nascentes em uma sub-bacia hidrográfica urbana utilizando geotecnologias.** In: Congresso Ibero-Americano de Engenharia Civil, 2017. Anais [...]. Disponível em: <https://www.ibeas.org.br/congresso/Trabalhos2017/XI-016.pdf>. Acesso em: 17 fev. 2025.

CHAVES, Aldair. **Importância da mata ciliar (legislação) na proteção dos cursos hídricos,**



alternativas para sua viabilização em pequenas propriedades rurais. Passo Fundo, Universidade de Passo Fundo (UPF), 2009.

CICCO, V.; ARCOVA, F. C. S. **Importância da vegetação ciliar na proteção dos recursos hídricos.** In: RODRIGUES, R. R.; LEITÃO FILHO, H. F. (Org.). *Matas ciliares: conservação e recuperação.* São Paulo: EDUSP; FAPESP, 1999. p. 235-247. Disponível em: <https://www.ipef.br/publicacoes/scientia/nr56/cap09.pdf>. Acesso em: 17 fev. 2025.

EMBRAPA. **Satélites de monitoramento: missões – CBERS.** Brasília, DF: Embrapa, 2020. Disponível em: <https://www.embrapa.br/satelites-de-monitoramento/missoes/cbers>. Acesso em: 13 jul. 2025.

FEPAM. *Hidrografia do estado do Rio Grande do Sul: bases espaciais.* Fundação Estadual de Proteção Ambiental Henrique Luiz Roessler / Secretaria do Meio Ambiente e Infraestrutura - SEMA, 2022. Disponível em: <https://www.sema.rs.gov.br/si-dados-geoespacias>. Acesso em: 6 jul. 2025.

GOOGLE. Imagem de satélite de Santo Antônio da Patrulha - RS. **Google Earth**, 2025. Disponível em: <https://earth.google.com>. Acesso em: 6 jul. 2025.

GOOGLE. Rua Lothar Machado dos Reis, Santo Antônio da Patrulha – RS. **Google Street View**, imagem de jun. 2023. Disponível em: <https://www.google.com/maps>. Acesso em: 05 jul. 2025.

IBGE. **Malha Municipal Digital do Brasil:** Rio Grande do Sul. Instituto Brasileiro de Geografia e estatística, 2023. Disponível em: <https://www.ibge.gov.br/geociencias/downloads-geociencias.html>. Acesso em: 6 jul. 2025.

INPE – INSTITUTO NACIONAL DE PESQUISAS ESPACIAIS. *Imagens do Satélite CBERS-4A, Sensor WPM, Cenas do dia 06/01/2024, 06/02/2024, 09/05/2024, 09/06/2024 e 15/08/2024, cobrindo a área de Santo Antônio da Patrulha,* 2025. Disponível em: <https://www.dgi.inpe.br/catalogo/>. Acesso em: 17 fev. 2025.

INPE – INSTITUTO NACIONAL DE PESQUISAS ESPACIAIS. **SPRING:** Tutorial de Geoprocessamento. São José dos Campos: INPE, 2002. Disponível em: <http://www.dpi.inpe.br/spring/portugues/tutorial/classific.html>. Acesso em: 10 jul. 2025.

MACHADO, M. Após ciclone em 2023, **Santo Antônio da Patrulha quer ser referência na prevenção de desastres climáticos.** Jornal do Comércio, Porto Alegre, 09 maio 2024.



Disponível em: <https://www.jornaldocomercio.com/jornal-cidades/2024/05/1155497-apos-ciclone-em-2023-santo-antonio-da-patrolha-quer-ser-referencia-na-prevencao-de-desastres-climaticos.html>. Acesso em: 17 fev. 2025.

MILMAN, M. **Ponte provisória na RS-474, em Santo Antônio da Patrulha, é interditada por risco de novo desabamento.** GZH, 14 jul. 2023. Disponível em: <https://gauchazh.clicrbs.com.br/geral/noticia/2023/07/ponte-provisoria-na-rs-474-em-santo-antonio-da-patrolha-e-interditada-por-risco-de-novo-desabamento-cljtj3qx100ja0150cc18lh5w.html>. Acesso em: 17 fev. 2025.

QGIS Development Team, 2025. **QGIS Geographic Information System.** Versão 3.34.11, Open Source Geospatial Foundation Project. Disponível em: <http://qgis.osgeo.org>.

RIO GRANDE DO SUL. **Decreto Estadual nº 52.701, de 12 de dezembro de 2015.** Dispõe sobre o licenciamento ambiental no âmbito do estado. Disponível em: <https://www.al.rs.gov.br/filerepository/repLegis/arquivos/DEC%2052.701.pdf>. Acesso em: 17 fev. 2025.

SCHNEIDER, M. J., BELLON, O. R. P., & ARAKI, H. (2003). EXPERIMENTOS EM FUSÃO DE IMAGENS DE ALTA RESOLUÇÃO. **Boletim De Ciências Geodésicas**, 9(1). Disponível em: <https://doi.org/10.5380/bcg.v9i1.1428>. Acesso em: 17. fev. 2025.

WADT, L. H. O.; BENTES-GAMA, M. M.; NASCIMENTO, R. A.; CARVALHO, J. O. P.; MULLER, A. A. **Uso e cobertura da terra no sul do estado do Acre.** Rio Branco: Embrapa Acre, 2003. (Embrapa Acre. Documentos, 90). Disponível em: <https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/bitstream/doc/498802/1/doc90.pdf>. Acesso em: 09 jul. 2025.



ATA Nº 3700/2025 - CEAD (12.28.01.36)

Nº do Protocolo: 23083.041454/2025-20

Seropédica-RJ, 30 de julho de 2025.

ATA DE DEFESA

Aos dezoito dias do mês de julho do ano de dois mil e vinte e cinco, às oito horas e trinta minutos, através de web conferência, instalou-se a banca examinadora de Trabalho de Conclusão do Curso de Especialização em Geoprocessamento, Levantamento e Interpretação de Solos, do cursista **Gabriel Pellegrini Comerlato** sob a orientação da professora **Edileuza Dias de Queiroz**. A banca examinadora foi composta pelas pesquisadoras **Patrícia de Oliveira Plácido** e **Luana de Almeida Rangel**. A defesa do TCC intitulado “**Uso de ferramentas de sensoriamento remoto na observação das consequências da supressão de vegetação ciliar em curso d’água urbano: estudo de caso do arroio Passo dos Ramos em Santo Antônio da Patrulha - RS**”, foi iniciada oito horas e trinta e cinco minutos teve a duração de quinze minutos de apresentação seguida da avaliação pela banca. O cursista, após avaliado pela banca examinadora obteve o resultado:

(X) APROVADO, devendo o cursista proceder a eventual revisão solicitada pela supervisora e /ou pela banca, e entregar a versão final em até 15 dias à coordenação do Curso.

() NÃO APROVADO.

Seropédica, 18 de julho de 2025.

Patrícia de Oliveira Plácido
Primeira Examinadora

Luana de Almeida Rangel
Segunda Examinadora

Edileuza Dias de Queiroz
Presidente

Gabriel Pellegrini Comerlato
Cursista

(Assinado digitalmente em 30/07/2025 10:39)

EDILEUZA DIAS DE QUEIROZ
PROFESSOR DO MAGISTERIO SUPERIOR
DeGEOIM (12.28.01.00.00.87)
Matrícula: ###65#1

(Assinado digitalmente em 02/08/2025 18:59)

PATRICIA DE OLIVEIRA PLACIDO
ASSINANTE EXTERNO
CPF: ###.###.617-##

(Assinado digitalmente em 30/07/2025 11:24)

GABRIEL PELLEGRINI COMERLATO
DISCENTE
Matrícula: 2024#####9

(Assinado digitalmente em 30/07/2025 11:02)

LUANA DE ALMEIDA RANGEL
ASSINANTE EXTERNO
CPF: ###.###.777-##

Visualize o documento original em <https://sipac.ufrj.br/public/documentos/index.jsp> informando seu número: **3700**, ano: **2025**, tipo: **ATA**, data de emissão: **30/07/2025** e o código de verificação: **536ba02051**