

**Delimitação de áreas de preservação permanente em zonas ciliares: estudo de caso em  
Santa Rosa de Lima no sul do Brasil**

**Delimitation of permanent preservation areas in riparian zones: a case study in Santa  
Rosa de Lima southern Brazil**

**Delimitación de áreas de preservación permanente en zonas ribereñas: un estudio de  
caso en Santa Rosa de Lima en el sur de Brasil**

Recebido: 05/11/2020 | Revisado: 09/11/2020 | Aceito: 14/11/2020 | Publicado: 19/11/2020

**Rodrigo de Campos Macedo**

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-5345-7149>

Universidade Federal do Paraná, Brasil

E-mail: [rodrigo.macedo@ufpr.br](mailto:rodrigo.macedo@ufpr.br)

**Abdon Luiz Schmitt Filho\***

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-3553-7727>

Universidade Federal de Santa Catarina, Brasil

E-mail: [abdonfilho@hotmail.com](mailto:abdonfilho@hotmail.com)

**Joshua Farley**

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-5793-5240>

University of Vermont, USA

E-mail: [joshua.farley@uvm.edu](mailto:joshua.farley@uvm.edu)

**Paulo Antônio de Almeida Sinisgalli**

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-7822-3499>

Universidade de São Paulo, Brasil

E-mail: [psinisgalli@usp.br](mailto:psinisgalli@usp.br)

**Resumo**

A delimitação das APPs é um requisito fundamental em diversos processos, tais como o Cadastro Ambiental Rural, o diagnóstico ambiental, o zoneamento ambiental e o Plano de Recuperação Ambiental. Porém, a implementação das definições legais das APPs não é tarefa trivial, dependendo principalmente da representação detalhada da malha hidrográfica. Este artigo aborda a integração de dados e a utilização de métodos de geoprocessamento para obtenção semi-automatizada de Áreas de Preservação Permanentes (APPs). para o município

de Santa Rosa de Lima-SC.. Para delimitar as APPs ciliares através de Sistemas de Informações Geográficas, foi necessário realizar um mapa de distância para cada feição hidrográfica. A especificação da largura do buffer é dependente do tipo, largura e tamanho das feições da rede de drenagem. As APPs de nascentes foram definidas a partir 50 m, tendo como ponto central a própria nascente ou olho d'água. Para os cursos d'água, as APPs são delimitadas na faixa marginal a partir da calha regular, em projeção horizontal com larguras mínimas que variam de 30 a 500 m de largura. Ao considerar a junção de todas APPs delimitadas – nascentes/olhos d'água, cursos d'água, corpos d'água e áreas úmidas – há muitas áreas sobrepostas. Ao unir todas estas áreas, considerando-se adequadamente todas as sobreposições, a área resultante é de 10.125,04 ha, representando 50,12% da área total do município. Cerca de 76% da APP ciliar delimitada neste trabalho está devidamente coberta por vegetação florestal.

**Palavras-chave:** Código florestal; Geoprocessamento; Sistema de informações geográficas.

### **Abstract**

The delimitation of PPAs is a fundamental requirement in several processes, such as the rural environmental registration, the environmental diagnosis, the environmental zoning and the environmental recovery plan. However, the implementation of legal definitions of PPAs is not a trivial task, depending on the detailed representation of the hydrographic network. This work deals with the data integration and the use of geoprocessing to obtain semi-automated Permanent Preservation Areas (PPAs) for the municipality of Santa Rosa de Lima-SC.. In order to delimit the hydrographic PPAs through Geographic Information Systems, it was necessary to generate a distance map (buffer) for each hydrographic feature. The specification of the buffer width is dependent on the type, width and size of drainage network features. The PPAs of springs were defined from 50 m, with the central point being the source. For the water courses, the PPAs are delimited in the marginal range from the regular channel, in horizontal projection with minimum widths ranging from 30 to 500 m wide. In considering the joining of all delimited PPAs - springs, watercourses, water bodies and wetlands - there are many overlapping areas. By joining all these areas, taking into account all overlaps, the resulting area is 10,125.04 ha, representing 50.12% of the area of the municipality. 76% of the hydrographic PPA delimited in this work is properly covered by forest vegetation.

**Keywords:** Preservation areas; Forest code; Watercourses; Waterbodies; Geoprocessing; Geographic information system.

## Resumen

La delimitación de las APP es requisito fundamental en varios procesos, como el Registro Ambiental Rural, el diagnóstico ambiental, la zonificación ambiental y el Plan de Recuperación Ambiental. Sin embargo, la implementación de las definiciones legales de las APP no es una tarea baladí, dependiendo principalmente de la representación detallada de la red hidrográfica. Este artículo aborda la integración de datos y el uso de métodos de geoprocésamiento para la obtención semiautomatizada de Áreas de Preservación Permanente (APP) para el municipio de Santa Rosa de Lima-SC. Para definir las APPs ribereñas a través de Sistemas de Información Geográfica, fue necesario realizar un mapa de distancias para cada elemento hidrográfico. La especificación del ancho de la zona de amortiguamiento depende del tipo, ancho y tamaño de las características de la red de drenaje. Las APP de manantiales se definieron a partir de 50 m, con la fuente u ojo de agua como punto central. Para los cursos de agua, las APP se delimitan en el rango marginal del canalón regular, en proyección horizontal con anchos mínimos que van desde los 30 a los 500 m de ancho. Al considerar la unión de todas las APP delimitadas (manantiales / ojos de agua, cursos de agua, cuerpos de agua y áreas húmedas), hay muchas áreas superpuestas. Al combinar todas estas áreas, considerando adecuadamente todas las superposiciones, el área resultante es de 10.125,04 ha, lo que representa el 50,12% del área total del municipio. Cerca de 76% de la APP hidrográfica delimitada en este trabajo está debidamente cubierta por vegetación forestal.

**Palabras clave:** APP; Código forestal; Geoprocésamiento; Sistema de información geográfica.

## 1. Introdução

Este artigo aborda a integração de dados e a utilização de métodos de geoprocésamento para obtenção semi-automatizada de Áreas de Preservação Permanentes - APPs, com posterior aplicação em gestão ambiental e territorial, principalmente no contexto das Leis nº 12.651, 12.727 e Decreto nº 7.830, todos de 2012, que subsidiam o diagnóstico ambiental como pré-requisito ao Plano de Recuperação Ambiental - PRA (Brasil, 2012a.; 2012b; 2012c).

O quadro legal acerca da delimitação de APPs encontra-se nas seguintes práxis:

- Lei 12.651, de 25 de maio de 2012. Dispôs sobre a proteção da vegetação nativa e alterou a Lei 4.771/1965 (Código Florestal);

- Lei 12.727, de 17 de outubro de 2012. Alterou alguns conceitos presentes na Lei 12.651/2012.

De acordo com tais normativos, APP é “uma área protegida, coberta ou não por vegetação nativa, com a função ambiental de preservar os recursos hídricos, a paisagem, a estabilidade geológica e a biodiversidade, facilitar o fluxo gênico de fauna e flora, proteger o solo e assegurar o bem-estar das populações humanas” (Brasil, 2012a). Ela pode ser classificada em APP topográfica e APP hidrográfica ou ciliar. A primeira apresenta critérios de demarcação relacionados à altitude e relevo, enquanto a segunda apresenta critérios de demarcação relacionados aos cursos d’água, corpos d’água e nascentes (Borges, 2008).

A presença de matas ciliares nas áreas ribeirinhas constitui condição básica para garantir a manutenção da integridade dos processos hidrológicos e ecológicos. Assim, devido a sua importância para a proteção dos recursos hídricos regionais, a recuperação das APPs é extremamente necessária (Absaber, 2001; Giampietro, 2005).

Momoli (2011) confirma as funções supracitadas e estima que cerca de 70% do impacto da gota de chuva são atenuados por APP vegetada, além de aumentar sensivelmente o tempo entre a precipitação e escoamento/infiltração, características que previnem a erosão e o assoreamento, respectivamente.

Embora tenha havido avanços na agricultura conservacionista, o reconhecimento dos benefícios das APPs às propriedades rurais e a pressão (nacional e internacional) para a utilização de práticas que garantam a sustentabilidade na produção, as APPs, juntamente com as Reservas Legais, continuam sendo os principais passivos ambientais nas propriedades rurais brasileiras (Silva et al., 2011).

As APPs ciliares destinam uma parte do território para um determinado uso específico, que reduza impactos ambientais e proteja as funções ecológicas desempenhadas pelos cursos d’água (rede de drenagem) e pelos corpos d’água (desde reservatórios artificiais até lagos e lagoas naturais). As geotecnologias têm sido crescentemente utilizadas para delimitar tais áreas (Soares Filho et al., 2002; Ribeiro et al., 2002; Ribeiro et al., 2004).

A delimitação das APPs é um requisito fundamental em diversos processos, tais como o Cadastro Ambiental Rural (CAR), o diagnóstico ambiental, o zoneamento ambiental e o PRA (Back et al., 2009; Brasil, 2012c). Porém, a implementação das definições legais das APPs não é tarefa trivial, dependendo principalmente da representação detalhada da malha hidrográfica (MMA, 2011; Montgomery et al., 1995).

Ribeiro et al. (2010); Leonardi (2010) e Sparoveck et al. (2011) ressaltam que o a falta

de precisão nos limites das APPs tem afetado negativamente a proteção das áreas de vegetação natural e a expansão de áreas agrícolas no Brasil. Fatores como a falta de informação e a falta de levantamentos topográficos precisos, a indisponibilidade de dados de hidrografia e de cobertura e uso da terra em escala adequada, a demora e o alto custo na aquisição desses dados em campo, a falta de operacionalização e de métodos automáticos e a dificuldade na interpretação da definição e dos parâmetros que definem as APPs na legislação brasileira, têm negligenciado o planejamento da ocupação das terras e a delimitação/fiscalização das APPs, resultando em licenciamentos equivocados ou na limitação inadequada de áreas para cultivos agrícolas. A obtenção de um método semi-automatizado pode reduzir a subjetividade inerente do processo, causa de muitos conflitos (Rudorff et al., 2012; Matiello et al., 2017).

O objetivo do presente artigo é integrar os dados hidrográficos e os métodos de geoprocessamento para obtenção semi-automatizada de Áreas de Preservação Permanentes (APPs) ciliares a partir das feições existentes na malha hidrográfica de Santa Catarina.

## **2. Fundamentação**

A terminologia referente à tipologia florestal, tais como “aluviais”, “ribeirinhas”, “beiradeiras”, “de galeria” ou “ciliares”, segue o disposto em Rodrigues (2001). Neste artigo, tal terminologia será generalizada sob o termo de APPs ciliares, APPs hidrográficas ou somente APPs, visando manter padronização em relação ao texto legal.

As APPs ciliares compreendem os elementos mais importantes dos ecossistemas ou zonas ripárias. Esses ecossistemas estão sob constante influência do lençol freático e caracterizam-se pela localização imediata e adjacente aos cursos d’água, lagos e águas superficiais, apresentando limite gradual e pouco definido (Rodrigues e Leitão Filho, 2004). Tais ecossistemas podem reduzir os impactos das fontes não pontuais de poluição, filtrando o escoamento superficial desde o campo de cultivo até os cursos de água (Klapproth e Johnson, 2000; Monoli, 2011). Ações conjuntas de manejo do solo são necessárias para controlar o processo erosivo desde o início, pois se deve interceptar a enxurrada em diferentes pontos de uma dada área, evitando assim que ganhe velocidade. Práticas como construção de terraços de infiltração e drenagem, instalação de faixas de vegetação nos pontos críticos de aceleração da enxurrada, cobertura do solo e, por fim, a preservação e recuperação da mata ciliar compõem um pacote conservacionista que deve ser executado (Louzada et al., 2012).

A vegetação contida nas APPs atua como um filtro ou agente tampão. Os sedimentos e

poluentes ligados aos sedimentos carregados durante a enxurrada podem ser depositados tanto nas florestas ripárias como na vegetação herbácea existente ao longo dos canais de drenagem. Quando esta vegetação é composta por alta diversidade de espécies florestais nativas adquire, além da função de filtro, o caráter multifuncional, visto que beneficia também a fauna e a flora desempenhando a importante função de corredor ecológico (Naiman e Décamps, 1997).

As APPs ciliares desempenham a função de proteger a água e o solo como reguladoras do regime hídrico por interceptar a água da chuva, aumentar a retenção e infiltração da água no solo e interferir no processo de evaporação, escoamento superficial e subsuperficial e manter a estabilidade das margens dos rios, evitando a erosão, e consequentemente o assoreamento dos cursos d'água. Dessa forma, beneficiam também a fauna e a flora, porque passam a ter a função de corredores ecológicos. Estes se caracterizam como elementos que facilitam o fluxo de indivíduos ao longo da paisagem aumentando a sua conectividade e possibilitando o uso de vários pequenos fragmentos remanescentes de habitat que isoladamente não sustentariam as populações (Metzger, 2010; Momoli, 2011).

As APPs possibilitam ainda, a conservação de fragmentos florestais e outros tipos de vegetação nativa em propriedades privadas e são fundamentais para a proteção, mesmo que mínima, da fauna e da flora originais de cada região. Essas áreas oferecem diversos serviços ecossistêmicos às propriedades rurais, e entre outras vantagens, protegem os rios e os mananciais, ajudam na contenção de processos erosivos e permitem a reabilitação de processos ecológicos, além de conservar a biodiversidade, sendo talvez os únicos sistemas potenciais capazes de garantir a conservação de muitas áreas de vegetação natural (Metzger et al., 2010; Silva et al., 2011).

Alterações na mata ciliar causam modificações na abundância e volume de troncos no canal, afetando principalmente a complexidade estrutural desses ecossistemas, reduzindo o número e as características estruturais das drenagens (Paula et al., 2011).

Silva et al. (2011) destacam que o planejamento da ocupação do território em função da aptidão, da capacidade de sustentação e da produtividade econômica das áreas, é a melhor alternativa para garantir o uso adequado das terras e a adequação ambiental da produtividade rural.

A delimitação das APPs hidrográficas segue as definições constantes à legislação pertinente (Brasil, 2012a; 2012b).

- Nascente: afloramento natural do lençol freático que apresenta perenidade e dá início a um curso d'água;

- Olho d'água: afloramento natural do lençol freático, mesmo que intermitente;
- Leito regular: a calha por onde correm regularmente as águas do curso d'água durante o ano;
- Áreas úmidas: pantanais e superfícies terrestres cobertas de forma periódica por águas, cobertas originalmente por florestas ou outras formas de vegetação adaptadas à inundação;
- Reservatórios artificiais: a acumulação não natural de água destinada a quaisquer de seus múltiplos usos a partir do nível máximo normal (cota máxima normal de operação do reservatório);
- Área urbana consolidada: área que tem definição legal pelo poder público e existência de no mínimo quatro dos equipamentos de infraestrutura urbana: malha viária com canalização de águas pluviais, rede de abastecimento de água, rede de esgoto, distribuição de energia elétrica e iluminação pública, recolhimento de resíduos sólidos urbanos, tratamento de resíduos sólidos urbanos e densidade demográfica superior a cinco mil habitantes por km<sup>2</sup>.

Os parâmetros especificados para delimitar as APPs hidrográficas em função da largura do curso d'água adjacente têm como objetivo a proteção do espaço físico e das características que diferenciam esses ecossistemas das demais regiões adjacentes aos cursos e corpos d'água e que atribuem a essas áreas uma composição particular de fauna e flora e dos diversos serviços ecossistêmicos oferecidos.

De acordo com a legislação em questão, cursos d'água de largura menor que 10 m devem ter faixa estipulada de 30 m para APPs; para cursos de 10 a 50 m de largura, faixa de 50 m; para cursos de 50 a 200 m de largura, faixa de 100 m; para cursos de 200 a 600 m de largura, faixa de 200 m; para cursos com mais de 600 m de largura, faixa de 500 m. Ao redor de nascentes ou olhos d'água mesmo que intermitentes, a faixa das APPs ciliares corresponde a um raio mínimo de 50 m, a qual, dependendo do caso, garante a proteção da bacia hidrográfica contribuinte.

Para corpos d'água naturais com mais de 1 ha e menos de 20 ha, a faixa mínima das APPs é de 30 m em áreas urbanas consolidadas, e de 50 m para áreas rurais. Para corpos d'água naturais com mais de 20 ha, a faixa mínima das APPs é de 100 m. Para reservatórios artificiais será considerado o regulamento em seu licenciamento.

Simultaneamente à necessidade de aliar a conservação dos recursos naturais ao crescimento do setor agropecuário, surge a busca por dados e informações que sirvam de subsídio ao planejamento e a ordenação adequada do uso da terra, e que possibilitem a

identificação e a delimitação eficiente das APPs. As geotecnologias disponíveis atualmente possibilitam esta delimitação de maneira precisa e relativamente rápida (Martinelli et al., 2010; Sparoveck et al., 2011).

Com o propósito de disponibilizar essas informações, diversos métodos vêm sendo desenvolvidos a partir de dados de sensoriamento remoto e técnicas de geoprocessamento para identificar e delimitar as APPs (Miranda, 2008; Nobre et al., 2011). A utilização de imagens e de dados altimétricos derivados de sensores orbitais e das ferramentas disponíveis em sistemas de informação geográfica (SIGs) têm promovido avanços na identificação dessas áreas, principalmente em regiões do Brasil que não dispõem de levantamentos topográficos ou que estes não estejam em escala cartográfica adequada. A disponibilidade gratuita e a possibilidade de adquirir dados sobre grandes extensões geográficas permitem que a utilização dessas geotecnologias seja proposta para delimitar as APPs (Costa et al., 1996; Ribeiro et al., 2004).

Nobre et al. (2011), Sparoveck et al. (2011) e Silva et al. (2011) destacam que a utilização dessas geotecnologias são essenciais para obter maior eficiência na fiscalização das APPs. O sensoriamento remoto, as técnicas de geoprocessamento e a utilização de SIGs vêm sendo utilizados de maneira crescente para a delimitação das APPs (Narumalani et al., 1997; Xiang, 1996). Goetz (2006), utilizando sensoriamento remoto e geoprocessamento, mapeou a vegetação ripária e localizou áreas de restauração. Gu e Liu (2010) geraram mapas de mudanças sazonais em zonas ripárias a partir de imagens de satélites.

Em uma revisão de estudos de delimitação de áreas ripárias, foi destacado o papel dos SIGs na parametrização e visualização de modelagem hidrológica na restauração de áreas degradadas por atividades agropecuárias (Shearer e Xiang, 2007; Makkeasorn et al., 2009; Matiello et al., 2017).

São diversos os métodos de identificação das APPs ciliares a partir de sensoriamento remoto. A feição básica a ser identificada é a rede de drenagem. Entretanto, as principais dificuldades na delimitação das APPs é a indisponibilidade de dados em escala cartográfica adequada para a identificação eficiente das feições da paisagem. A utilização de métodos automáticos a partir de dados em escala cartográfica generalizada e que não contemplam características locais, tem resultado em generalizações grosseiras dessas feições e em estimativas errôneas dessas áreas (Ribeiro et al., 2005; Nobre et al., 2011).



### **3. Material e Métodos**

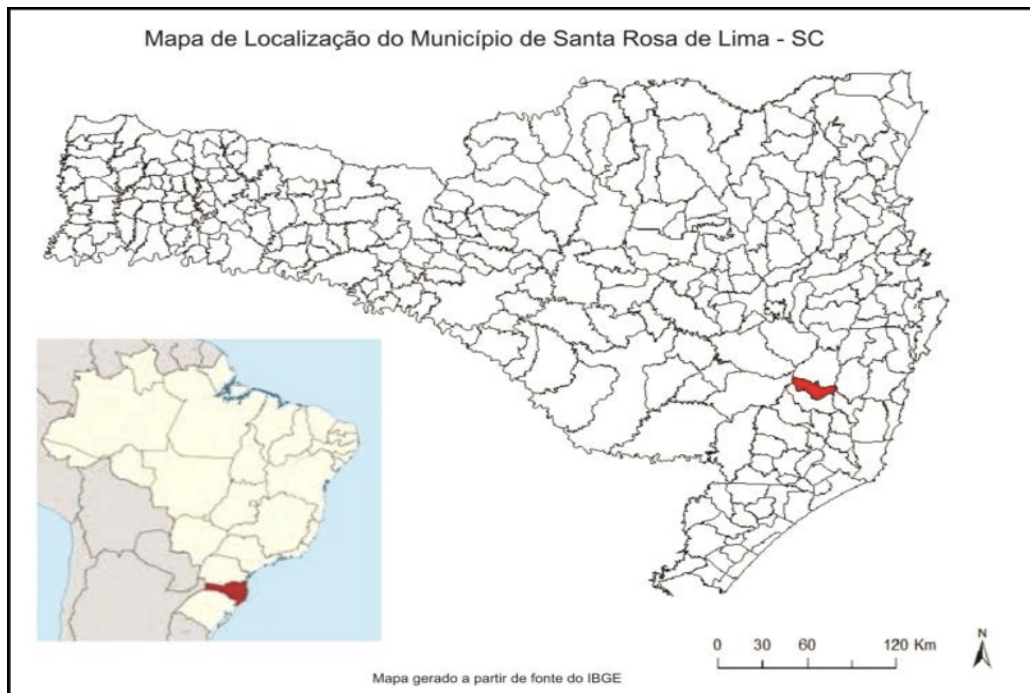
#### **3.1 Área de Estudo**

O estudo foi desenvolvido no município de Santa Rosa de Lima (Figura 1), localizado nas Encostas da Serra Geral Catarinense, região Sul do estado de Santa Catarina, Brasil a 28° 02' 27" Sul, 49° 07' 44" Oeste (Schmitt Filho et al, 2013). O município possui uma área de 23.000 hectares, com relevo predominantemente muito acidentado (Battisti et al. 2018). A média de altitude é de a 235 metros com uma variação em suas cotas altimétricas de 200 a 1.200 metros. O clima da região é subtropical úmido com verão quente (Cfa), segundo a classificação de Köppen, com temperaturas acima de 22°C no verão e precipitação superior a 30 mm no mês mais seco. A precipitação total anual é 1.400 a 1.600 mm (Amazonas et al., 2016, Deniz et al. 2019).

A cobertura vegetal original é a Floresta Ombrófila Densa com algumas áreas de transição para a Floresta Ombrófila Mista. Todavia, as florestas secundárias prevalecem no município (Ibá 2019). Já os remanescentes de floresta primária existentes encontram-se juntos das escarpas da Serra Geral, em locais de difícil acesso (Uberty, 2005, Trevisan et al., 2016).

O município possui uma população pequena (2.065 habitantes) e suas principais atividades econômicas incluem a agricultura e a pecuária, realizada em pequenas propriedades (Alvez et al. 2014; IBGE, 2018) (Figura 1). As propriedades orgânicas certificadas representam cerca de 20% do total das propriedades rurais do município, sendo considerada a capital catarinense da agroecologia (Schröter et al., 2015, Schmitt Filho e Farley, 2020).

**Figura 1.** Localização de Santa Rosa de Lima em Santa Catarina. Na parte inferior à esquerda há a localização de Santa Catarina em relação ao Brasil. Em destaque (maior) está a localização de Santa Rosa de Lima em relação à malha municipal de Santa Catarina.



Fonte: adaptado de IBGE (2018).

Há um programa de pagamento por serviços agroecológicos em formação neste município. Tal programa está relacionado às APPs, principalmente no que tange ao PRA. Uma delimitação criteriosa e de acordo com o texto legal é necessária para a implementação deste programa (Schmitt Filho et al. 2018; Farley et al., 2018; Schmitt Filho e Farley, 2020).

### 3.2 Base e processamento dos dados

- Malha Hidrográfica, contendo nascentes/olhos d'água, corpos d'água (lagos, lagoas, reservatórios) e cursos d'água (rios, riachos, córregos, ribeirões, sangas), incluindo toponímias (Secretaria de Desenvolvimento Econômico Sustentável - SDS);
- Ortofotomosaico Red Green Blue (RGB) e Color Infra Red (CIR), com resolução espacial de 0,39 m, de 2010/2011 (Secretaria de Desenvolvimento Econômico Sustentável - SDS);
- Malha setorial censitária, contendo os setores censitários e suas diversas tipologias urbanas e rurais (IBGE) - utilizada para a demarcação entre as áreas urbana e rural.

Os dados hidrográficos contemplam os cursos d'água perenes e intermitentes em sua calha regular. Tais características estão em acordo com a legislação em questão (BRASIL, 2012a; 2012b).

Os aplicativos utilizados foram:

- QGIS v. 2.14 (Essen) – geração de buffers, análise da largura do curso d'água através de fotointerpretação;
- Google Earth Pro v. 7 – Auxílio no reconhecimento de reservatórios, barragens etc.

Os procedimentos utilizados foram:

Os parâmetros adotados para o mapeamento foram:

- datum: SIRGAS 2000;
- projeção: UTM<sup>1</sup> Zona 22S.

Na Tabela 1 é possível visualizar as feições hidrográficas, tipo de representação vetorial e as medidas de distâncias a partir das feições.

---

<sup>1</sup> *Universal Transverse Mercator*

**Tabela 1.** Feições hidrográficas, tipos de representação vetorial e medidas de distância.

Feições hidrográficas	Representação vetorial	Largura ou Área	Distância (m)
Nascentes e/ou olhos d'água	Ponto	-	50
Cursos d'água	Linha	Até 10m	30
	Linha e Polígono	Entre 10 e 50m	50
	Linha e Polígono	Entre 50 e 200m	100
	Linha e Polígono	Entre 200 e 600m	200
	Linha e Polígono	Mais de 600m	500
Corpos d'água (contidos no perímetro urbano) <sup>2</sup>	Polígono	-	30
Corpos d'água naturais (fora do perímetro urbano) <sup>3</sup>	Polígono	Entre 1 e 20ha	50
	Polígono	Acima de 20ha	100

Fonte: Autores.

Antes da delimitação propriamente dita, foram comparadas as feições hidrográficas dos dados utilizados com o mapeamento de cobertura e uso da terra de Santa Rosa de Lima (Macedo et al., 2016), visando realizar uma avaliação qualitativa das feições que originarão as APPs.

A Figura 2 (A-F) expressa o esquema metodológico adotado:

2 Se o corpo d'água se destinar à geração de energia ou abastecimento de água, considera-se o disposto em seu licenciamento, que, em geral, será de 15 a 30 m.

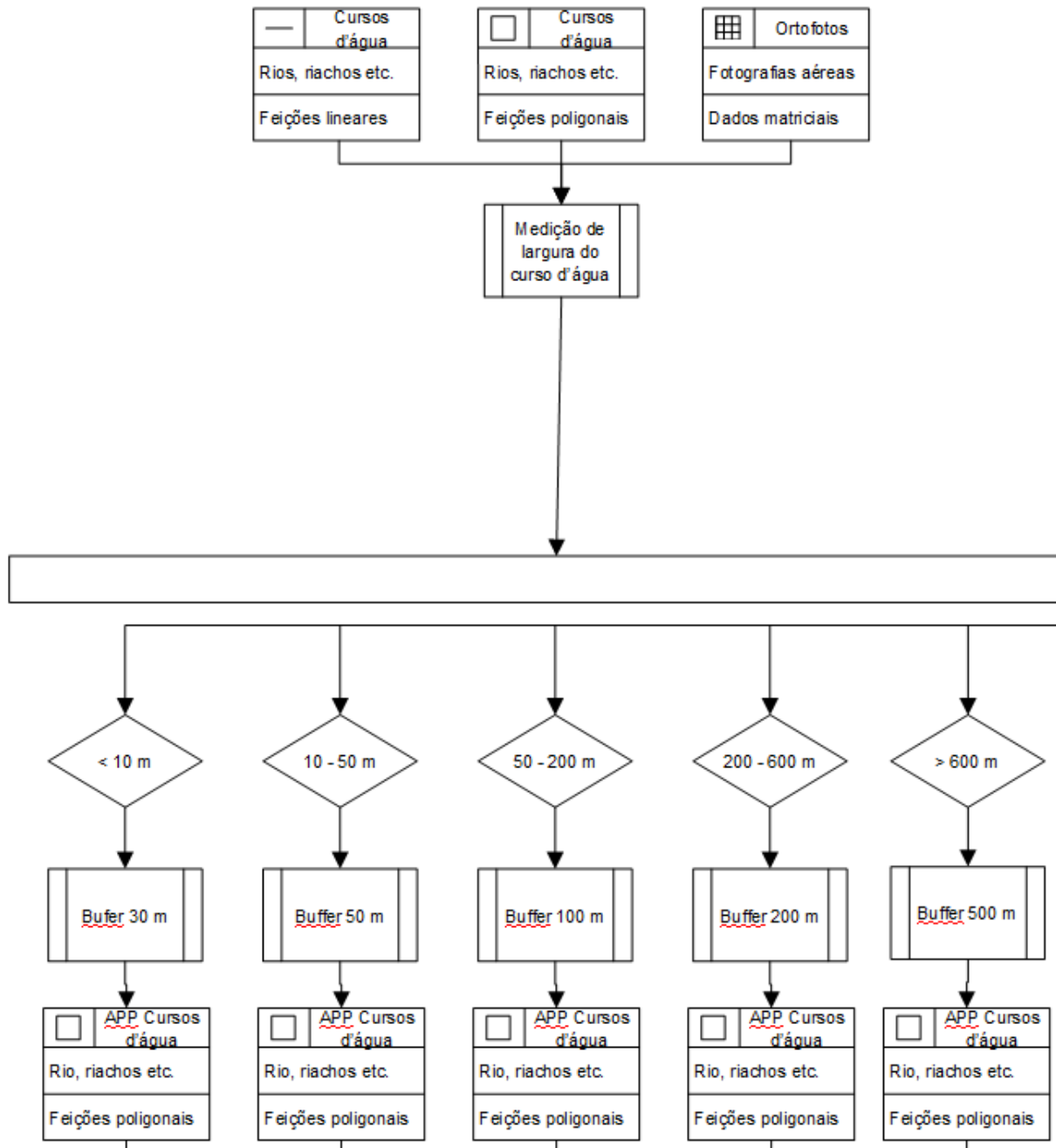
3 Se o corpo d'água se destinar à geração de energia ou abastecimento de água, considera-se o disposto em seu licenciamento, que, em geral, será de 30 a 100 m.

**Figura 2.** Esquema metodológico adotado. Parte A: Delimitação das APPs de corpos d'água e áreas úmidas.



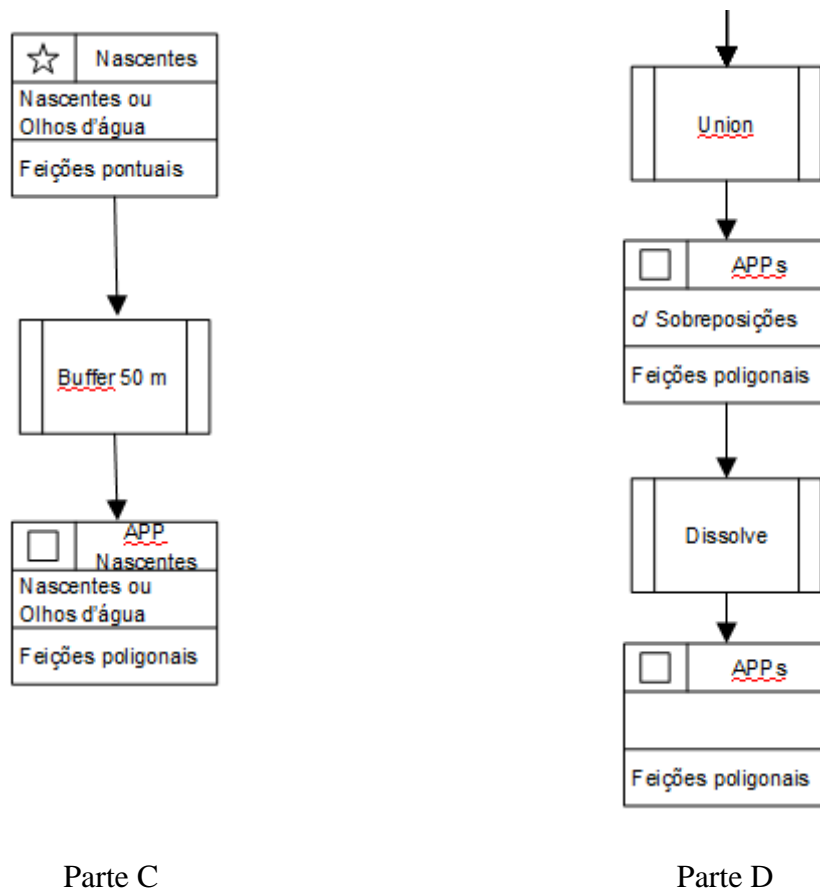
Fonte: Autores.

**Figura 2.** Esquema metodológico adotado. Parte B: Delimitação das APPs de cursos d'água.



Fonte: Autores.

**Figura 2.** Esquema metodológico adotado. Parte C: Delimitação das APPs de nascentes e olhos d'água. Parte D: União das APPs de todas as feições hidrográficas e dissolução dos polígonos.



Fonte: Autores.

Para delimitar as APPs ciliares através de Sistemas de Informações Geográficas (SIGs) foi necessário realizar um mapa de distância para cada feição hidrográfica. Comumente, esses mapas são chamados de *buffers* e correspondem a uma análise de proximidade na qual são geradas zonas com distâncias pré-definidas em torno das feições hidrográficas (Boin, 2005; Almeida e Vieira, 2014). Os mapas de distância podem ser definidos como uma área de extensão regular ao redor de um ou mais elementos vetoriais como pontos, linhas e polígonos, especialmente definidos (Burrough e McDonnel, 1998).

A especificação da largura do *buffer* é dependente do tipo, largura e tamanho das feições da rede de drenagem. As APPs de nascentes foram definidas a partir 50 m, tendo como ponto central a própria nascente ou olho d'água (Oliveira e Nunes Francisco, 2018).

Para os cursos d'água, as APPs são delimitadas na faixa marginal a partir da calha regular, em projeção horizontal com larguras mínimas que variam de 30 a 500 m de largura,

considerando que a delimitação das APPs deve considerar cursos d'água perenes e intermitentes, ignorando os efêmeros. Para isto, a largura dos cursos d'água foi medida manualmente, em diversas seções, utilizando-se ferramenta de operações métricas em SIG, tendo como referência a ortofoto, tal como Fernandes e Francisco (2011). Assim, essa delimitação foi feita a partir dos cursos d'água com largura de 10, 10 à 50, 50 à 200, 200 à 600 e maior que 600 metros.

Os corpos d'água têm tratamentos diferenciados, de acordo com o tamanho e com sua localização. Para isto, foram calculadas as áreas dos corpos d'água, desconsiderando-se os menores que 1 ha e separando os compreendidas entre 1 e 20 ha e os maiores que 20 ha. Além disso, foram separados os corpos d'água localizadas em áreas urbana e rural, e por último foram separados os reservatórios utilizados como Pequenas Centrais Hidrelétricas (PCHs), os quais tiveram suas APPs delimitadas com base em seus respectivos termos de licenciamento (Haas et al., 2018).

Para a separação entre urbano e rural, considerou-se os agrupamentos dos setores censitários tipificados como 1, 2 ou 3<sup>4</sup> como área urbana e os setores tipificados como 4, 5, 6, 7 e 8<sup>5</sup> como área rural.

Após a delimitação de todas as APPs ciliares foi necessário uni-las<sup>6</sup> e, na sequência, dissolver<sup>7</sup> as áreas de sobreposições. A Figura 3 ilustra a importância da utilização do comando *Dissolve*, no processo de delimitação das APPs. Como pode ser visto no lado esquerdo, há sobreposições de polígonos, gerando-se superestimativa de APPs. Ao lado direito, já devidamente dissolvido, o cálculo de área fica correto.

---

<sup>4</sup> 1 é área urbana urbanizada; 2 é área urbana não-urbanizada e 3 é área urbana isolada.

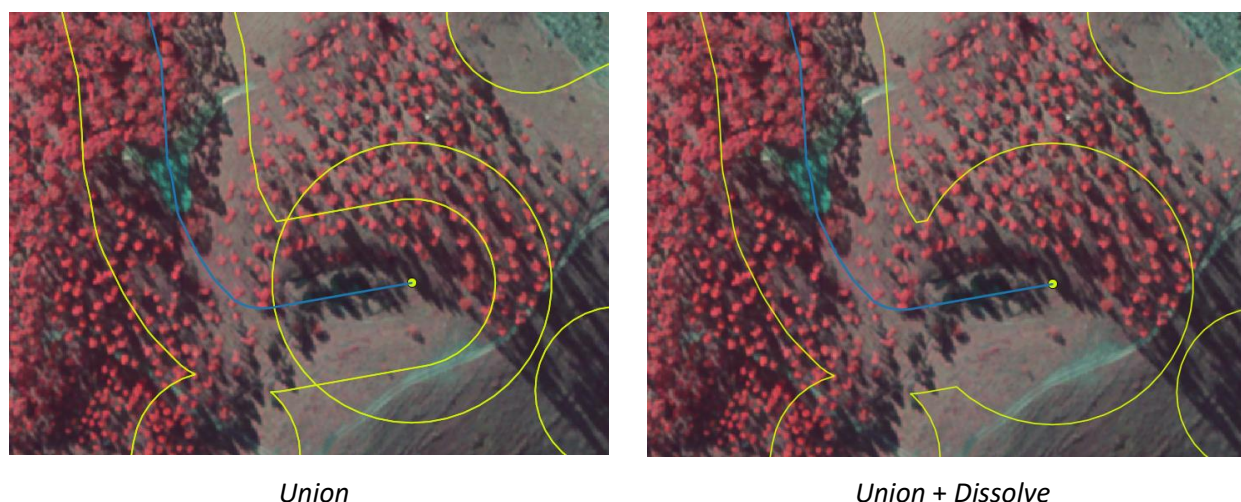
<sup>5</sup> 4 é área rural urbanizada; 5 é povoado rural; 6 é aglomerado rural; 7 é núcleo rural e 8 é área rural não-urbanizada.

<sup>6</sup> *Union* ou *Merge*.

<sup>7</sup> *Dissolve*.



**Figura 3.** Exemplo da função do algoritmo *Dissolve*, na delimitação de APPs.



Fonte: Autores.

Todas as APPs que seriam alocadas fora do perímetro municipal de Santa Rosa de Lima foram mapeadas, mas não contabilizadas. As áreas expressas neste artigo referem-se exclusivamente ao domínio territorial do município em questão.

#### 4. Resultados e Discussão

A avaliação das feições hidrográficas em relação ao mapa de cobertura e uso de Santa Rosa de Lima/SC (Macedo et al., 2016) gerou um resultado de 76,08% de cobertura vegetal florestal nativa em APPs. Tal resultado é considerado como “bom” por Hudson e Ramm (1987).

Em Santa Rosa de Lima, não foram encontrados cursos d’água com mais de 50m de largura. Também não há a presença significativa de corpos d’água em área urbana (Figura 4), dispensando-se qualquer tratamento diferenciado na delimitação de suas respectivas APPs. As três PCHs existentes no município - PCH Santa Rosa, PCH Barra do Rio Chapéu e PCH Nova Fátima - possuem licença de operação, com faixa de APP definida em 30m além da margem do reservatório. Além disso, não há APP comprometida com áreas de interesse social formalmente constituídas. É importante destacar que os corpos d’água (Totalizam 105,67 ha sem APP) e áreas úmidas (Totalizam 15,45 ha sem APP) com menos de 1 ha foram ignorados, já que não há a obrigação legal de se delimitar APP nestas áreas.

A Tabela 2 exhibe os quantitativos de elementos hidrográficos na área de estudo.

**Tabela 2.** Quantitativos de elementos hidrográficos e a área ocupada pela área de preservação permanente.

Elemento hidrográfico	Quantidade (un)	Área do elemento hidrográfico (ha)	Área da APP ciliar (ha)	Área total da APP (ha)
Nascentes/Olhos d'água	1.088	- <sup>8</sup>	835,28	835,28
Cursos d'água	xx	- <sup>9</sup>	10.440,46 <sup>10</sup>	10.558,46
Corpos d'água	xx	9,35	20,20	29,55
Áreas Úmidas	xx	13,14	18,47	31,61

Fonte: Autores.

**Figura 4.** Perímetro urbano de Santa Rosa de Lima.



Fonte: Autores.

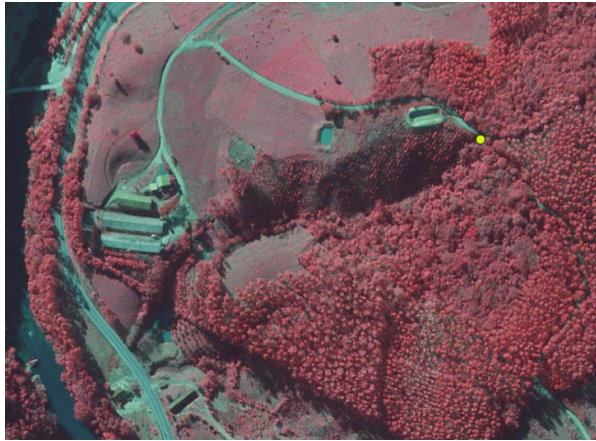
<sup>8</sup> A área da nascente e/ou olho d'água é negligenciável. Por isto sua representação vetorial é pontual.

<sup>9</sup> Visando evitar distorções na interpretação da tabela, 118 ha referentes à representação poligonal dos cursos d'água foram ignorados. A maior parte (quase a totalidade) dos cursos d'água está representada linearmente. Isto explica o número tão baixo. Tal valor foi devidamente somado na coluna intitulada "Área total da APP".

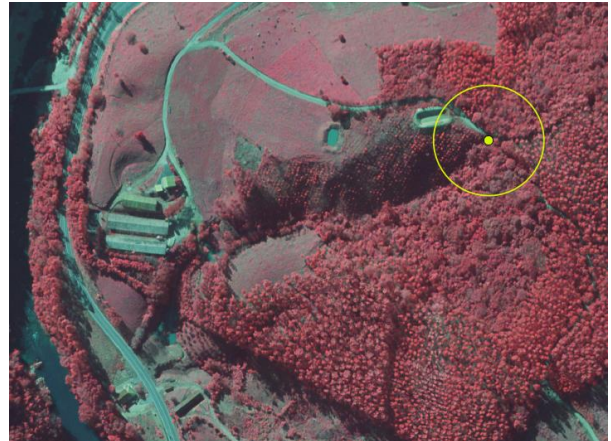
<sup>10</sup> Nesta delimitação, mesmo para as feições lineares, foi considerada a largura média do trecho do rio, medida em ortofotomosaico, tal como exposto na seção de procedimentos metodológicos. Os cursos d'água denominados "Rio dos Bugres", "Rio do Meio" e "Rio Braço do Norte" são os exemplos típicos em que a medição da largura por trechos do rio, ampliou significativamente a APP, ao invés de considerá-los como rios de largura homogênea ao longo de seu comprimento.

A Figura 5 ilustra as principais feições hidrográficas e suas respectivas APPs delimitadas.

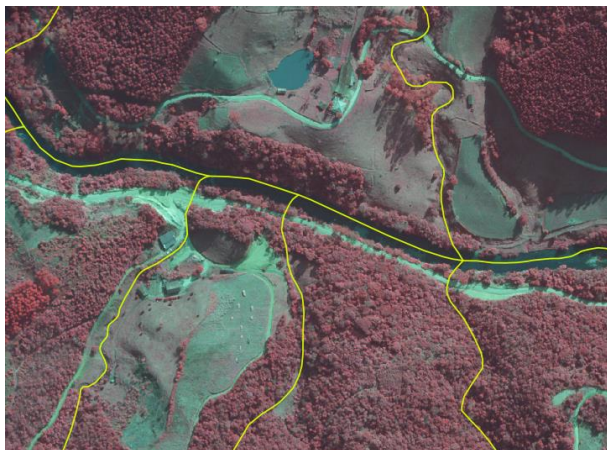
**Figura 5.** Feições hidrográficas e suas respectivas APPs.



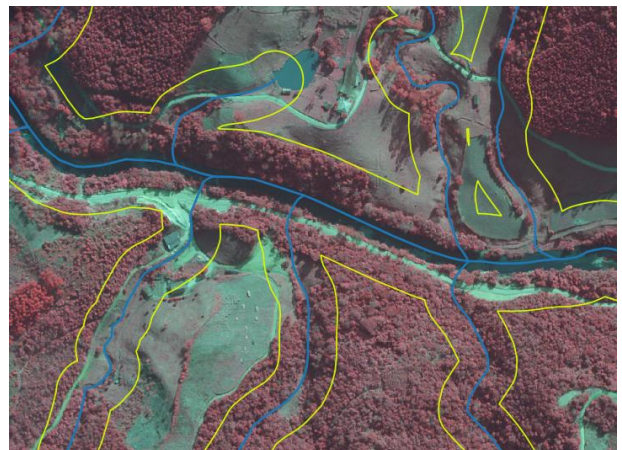
A



B



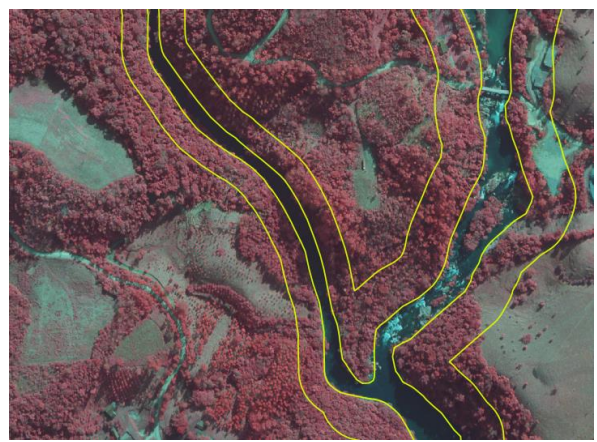
C



D



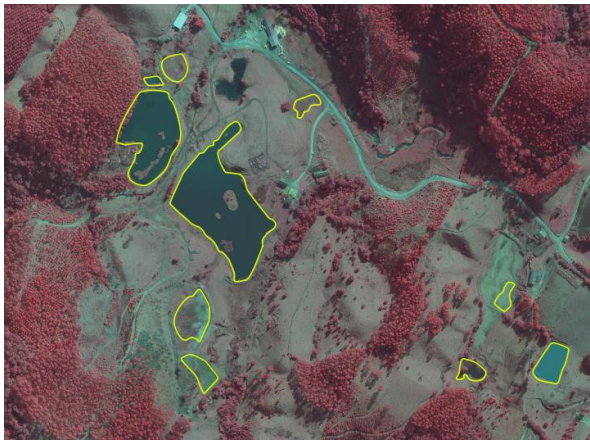
E



F

*Continua*

Continuação da Figura 5



G



H



I



J

A - Nascente (em amarelo); B – APP da nascente (ambos em amarelo); C - Cursos d'água menores, representados linearmente (em amarelo); D - APP (em amarelo) dos cursos d'água (em azul); E - Cursos d'água maiores, representados poligonalmente (em amarelo); F - APP dos cursos d'água (ambos em amarelo); G - Corpos d'água (em amarelo); H - APP do corpo d'água (ambos em amarelo). Note que os corpos d'água menores não tiveram delimitação de APP; I - Área úmida (em amarelo); J - APP da área úmida (ambas em amarelo). Fonte: Autores.

Ao considerar a junção de todas as APPs delimitadas – nascentes/olhos d'água, cursos d'água, corpos d'água e áreas úmidas – há muitas áreas sobrepostas. Ao unir todas estas áreas, considerando-se adequadamente todas as sobreposições, a área resultante é de 10.125,04 ha, representando 50,12% da área total do município. É necessário ressaltar que não foram consideradas as chamadas APPs topográficas nem as áreas de Reserva Florestal Legal. A área coberta por vegetal florestal nativa neste município é de 10.339,17 ha (Macedo et al., 2016).

A descon sideração da necessidade de APP em corpos d'água e áreas úmidas menores que 1 ha colocam em risco porções consideráveis do território, principalmente na região sul,

onde há uma incidência significativa de propriedades pequenas e agricultura familiar (SBPC, 2011; Soares Filho et al., 2014).

## **5. Considerações Finais**

O objetivo foi atingido, ou seja, foi realizada a delimitação semi-automatizadas das APPs ciliares de Santa Rosa de Lima-SC. Parte da APP hidrográfica delimitada neste trabalho está devidamente coberta por vegetação florestal. Nos casos em que houver a necessidade de recomposição florística, recomenda-se considerar as seguintes variáveis: área da propriedade; tipo de propriedade (agricultura familiar) e se há ou não área consolidada. Considerando-se que grande parte das propriedades rurais de Santa Rosa de Lima são da agricultura familiar, a área a ser recuperada em APPs ciliares será menor que a prevista neste trabalho. Visando complementar o mapeamento e realizar uma gestão ambiental adequada, recomenda-se o mapeamento cadastral do tamanho das propriedades e se é agricultura familiar ou não. Além disso, recomenda-se a delimitação das APPs topográficas e o mapeamento de cobertura e uso da terra nas APPs. Tais levantamentos poderão subsidiar um plano de readequação ambiental.

Diversos grupos de pesquisas e de extensão estão atuando no município, oportunizando uma situação de sinergia, potencializando a integração dos resultados e facilitando a aplicação dos métodos desenvolvidos (Santa Catarina, 2000; Schmitt Filho et al., 2013; Schröter et al. 2015; Schmitt Filho e Farley, 2020).

## **Agradecimentos**

Este estudo foi financiado pelo Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico-CNPq através do “Projeto Sinergias entre Serviços Ecológicos e Agroecologia na Mata Atlântica (PVE / CNPq 71/2013)” no âmbito do Laboratório de Sistemas Silvopastoris e Restauração Ecológica LASSre/PPGA do Programa de Pós-graduação em Agroecossistemas da Universidade Federal de Santa Catarina PPGA/UFSC. Esta pesquisa contou com o apoio da Secretaria de Desenvolvimento Sustentável do Estado de Santa Catarina (SDS/SC), da Coordenação Brasileira de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior CAPES, do Instituto de Energia e Meio Ambiente da Universidade de São Paulo IEE/USP, e do Gund Institute for Environment da University of Vermont GUND IE/UVM EUA.

## Referências

Absaber, A. N. (2001). O suporte geocológico das florestas beiradeiras (ciliares). In: R. R. Rodrigues, H. de F. Leitão Filho (eds.) *Matas ciliares: conservação e recuperação*. (2a ed.) Editora USP, Fapesp, São Paulo.

Almeida, A. S., Vieira, I. C. G. (2014). Conflitos no uso da terra em Áreas de Preservação Permanente em um polo de produção de biodiesel no Estado do Pará. *Revista Ambiente Água*, V. 9 n. 3.

Alvez, J. P., Schmitt, A. L., Farley, J. C., Erickson, J. D., & Méndez, V. E. (2014) - Transition from semi-confinement to pasture-based dairy in Brazil: farmers' view of economic and environmental performances. *Agroecology and sustainable food systems*, 9(38), 995-1014. DOI: 10.1080/21683565.2013.859222

Amazonas, I., Zanetti, V., Schmitt Filho, A.L., Sinisgali, P., Farley, J., Fantini A., Cazella A.A. Dynamics of land use change in southern Brazil: A case study of Santa Catarina's Capital of Agroecology In: 4th Convención Internacional AGRODESARROLLO 2016 & 11th International Workshop 'Trees and Shrubs in Livestock Production', Varadero Cuba, 23-30 outubro, 2016. v.1.

Battisti, L. F. Z.; Schmitt Filho, A. L.; Loss, A.; Sinisgalli, P. A. A. (2018) - Soil chemical attributes in a high biodiversity silvopastoral system. *Acta Agronômica*, 3(67), 451-458. <https://doi.org/10.15446/acag.v67n3.70180>

Beck, F., Schmitt F. A., Alvez, G., Felipe F., Surdi, J., Busnardo, F. & Farley, J. (2009). Programa de Fortalecimento da Agricultura Familiar através da Produção Ecológica inserida nos Processos de Recuperação Ambiental e Gestão da Paisagem. *Revista Brasileira de Agroecologia*, 4, 1926-1930.

Boin, M. N. (2005). *Manual prático da promotoria de justiça do meio ambiente. Áreas de Preservação Permanente: uma visão prática*. (3a ed.), São Paulo, SP: Ministério Público do Estado de São Paulo, 849-861.

Borges, L. A. C. (2008). Aspectos técnicos e legais que fundamentam o estabelecimento das áreas de preservação permanente (APP). *Tese* (Doutorado em Ciências Florestais) - UFLA, Lavras/MG, 210 p.

Brasil (2012a). *Lei n. 12.651*, de 25 de maio de 2012. Dispôs sobre a proteção da vegetação nativa e alterou a Lei n. 4.771/1965.

Brasil (2012b). *Lei n. 12.727*, de 17 de outubro de 2012. Alterou alguns conceitos da Lei n. 12.651/2012.

Brasil (2012c). *Decreto n° 7.830/2012*. Institui o Programas de Regularização Ambiental (PRA).

Burrough, P. A., McDonnell, R. A. (1998). *Principles of Geographical Information Systems*. Oxford University Press.

Costa, T. C. C., Souza, M .G., Brites, & R. S. (1996). Delimitação e caracterização de áreas de preservação permanente, por meio de um sistema de informações geográficas (SIG). In: Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto, 8. 1996, Salvador. *Anais...* São José dos Campos: INPE. Artigos, 121-127.

Deniz, M., Schmitt Filho, A. L., Hoetzel, M. J., Farley, J., Quadros, S. F. High Biodiversity High biodiversity silvopastoral system as an alternative to improve the thermal environment in the dairy farms. *International Journal of Biometeorology*, 63: 83-92 (2019). DOI: 10.1007/s00484-018-1638-8.

Farley, J., Schmitt Filho, A. L., Sinisgalli, P., & Fantini, A. (2018). PSE Santa Rosa: Leveraging social change and ecological restoration in a family farmer dominated landscape. Book of Abstract from Ecosystem Service Partnership *Regional Conference - Latin America 2018 /ESP LAC2018*, Campinas-SP, Brazil. October 22-26. Recuperado de [www.esconference.org/latinamerica2018/wiki/385098/book-of-abstracts#.W-GgHpNKhPY](http://www.esconference.org/latinamerica2018/wiki/385098/book-of-abstracts#.W-GgHpNKhPY)

Fernandes, P. J. F., Francisco, C. N. (2011). SIG aplicado ao mapeamento de Áreas de Preservação Permanente em São José de Ubá/RJ utilizando diferentes fontes de dados. In:

Simpósio Brasileiro De Sensoriamento Remoto, 15. (SBSR), 2011, Curitiba. *Anais...* São José dos Campos: INPE, 4655-4662.

Giampietro, R. L. (2016). Modificações na estrutura e composição florística de matas ciliares na região do médio Paranapanema (1992-2004). *Dissertação* (mestrado em Ciências da Engenharia Ambiental) - Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Carlos.

Goetz, S. J. (2006). Remote sensing of riparian buffers: past progress and future prospects. *Journal of the American Water Resources Association*, 42(1), 133-143.

Gu, F., Liu, W. (2010). Applications of remote sensing and GIS to the assessment of riparian zones for environmental restoration in agricultural watersheds. *Geo-spatial Information Science*, 13(4), 263-268.

Haas, A., Conceição, S. R. Descovi Filho, L. & Henkes, J. A. (2018). Delimitação e caracterização de APP através do uso de um sistema de informação geográfica (SIG): o caso das APP's nos cursos de água da sub-bacia do lajeado pardo, noroeste do RS. *R. Gest. Sust. Ambient.*, Florianópolis, 7(3), 640-649.

Hudson, W. D., Ramm, C. W. (1987). Correct formulation of the kappa coefficient of agreement. *Photogrammetric Engineering & Remote Sensing*, 53(4), 421-422.

IBÁ- Indústria Brasileira de Árvores (2019). *Relatório 2019*. Recuperado de <https://iba.org/datafiles/publicacoes/relatorios/iba-relatorioanual2019.pdf>

Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), *Santa Rosa de Lima, Santa Catarina, Brasil*, 2018. <https://cidades.ibge.gov.br/brasil/sc/santa-rosa-de-lima/panorama>.

Klapproth J. C., Johnson, J. E. (2000). *Understanding the science behind riparian forest buffers: effects on water quality*. Virgínia: Virginia Cooperative Extension, Publication Virginia Polytechnic Institute and State University, 420-451.



Louzada, F. L. R. de O., Archanjo, K. M. P. de A., Scárdua, M. D., Quinto, V. M., Carmo, F. C. de A. do & Santos, A. R. (2012). Delimitação das áreas de preservação permanente de acordo com o projeto do novo código florestal no entorno dos parques estaduais de Forno Grande e Pedra Azul/ES. 11, 177-190. In: Santos, A. R. dos; Peluzio, J. B. E.; Peluzio, T. M. de O., Santos, G. M. A. D. A. dos. *Geotecnologias aplicadas aos recursos florestais*. Alegre/ES. 250 p.

Macedo, R. C., Schmitt Filho, A. L., Farley, J., Cazella, A. A., Fantini, A. C. & Sinisgalli, P. A. (2016). Mapeamento de cobertura e uso da terra em escala detalhada: Procedimento de integração de dados de alta resolução espacial com alta resolução temporal para Santa Rosa de Lima-SC. In: 4th International Convention AGRODESARROLLO 2016. *Anais...Varadero*, Cuba.

Makkeasorn, A., Chang, N. B., Li, J. H. (2009). Seasonal change detection of riparian zones with remote sensing images and genetic programming in a semi-arid watershed. *Journal of Environmental Management*, 90(2), 1069-1080.

Martinelli, L. A., Joly, C. A., Nobre, C. A. & Sparoveck, G. (2010). A falsa dicotomia entre a preservação da vegetação natural e a produção agropecuária. *Biota Neotrópica*, 10(4), 324 – 330.

Matiello, S., Cerri, F., Pagani, C. P., Lima, J. S. O uso do geoprocessamento para delimitação e análise das áreas de preservação permanente de um córrego em Nova Mutum Paraná–RO. *RP GEO VI(I)*.

Metzger, J. P, Lewinsohn, T.M., Joly, C. A., Casaty, L., Rodrigues, R. R. & Martinelli, L. A. (2010). *Impactos potenciais das alterações propostas para o Código Florestal Brasileiro na biodiversidade e nos serviços ecossistêmicos*. Biota Fapesp e ABECO, 30, 1 -13.

Metzger, J. P. (2010). O código florestal tem base científica? *Natureza & Conservação*, 8, 1-5.

Ministerio do Meio Ambiente MMA (2011). Áreas de Preservação Permanente e Unidades de Conservação & Áreas de Risco: O que uma coisa tem a ver com a outra? In: *Florestas*. Ministério do Meio Ambiente, Brasília – DF.

Miranda, E. E de. (2008). Terras do Brasil: o alcance da legislação ambiental e territorial. *Revista ECO-21*. Rio de Janeiro.

Momoli, R. S. (2011). Dinâmica da sedimentação em solos sob matas ciliares. 2011. *Tese* (Doutorado em Solos e Nutrição de Plantas) - Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Universidade de São Paulo, Piracicaba.

Montgomery, D. R., Grant, G. E., Sullivan, K. (1995). Watershed analysis as a framework for implementing ecosystem management. *Water Resources Bulletin*, 31(3), 369-386.

Naiman, R. J., Décamps, H. (1997). The ecology of interfaces - riparian zones. *Annual Review of Ecology and Systematics*, v. 28, 621–658.

Narumalani, S., Zhou, Y. C., Jesen, J. R. (1997). Application of remote sensing and geographic information systems to the delineation and analysis of riparian buffer zones. *Aquatic Botany*, 58(3-4), 393-409.

Nobre, A. D., Silveira, A., Rodrigues, G., Valle, R. S. T., Obregón, G.; Augusto, C., Canavesi, V. & Cuartas, L. A. (2011) *Aspectos físicos e geográficos das áreas ripárias no Brasil: análise preliminar da legislação. Ciência para o Código Florestal*. São José dos Campos: Centro de Ciência para o Sistema Terrestre – INPE, 110 p.

Oliveira, T. G., Nunes Francisco, C. (2018). Mapeamento das Áreas de Preservação Permanente e as Mudanças no Código Florestal. *Caderno de Geografia*, 28(53).

Paula, F. R., Ferraz, S. F. B., Gerhard, P., Vettorazzi, C. A. & Ferreira, A. (2011). Large woody debris input and its influence on channel structure in agricultural lands of Southeast Brazil. *Environmental Management*, 48, 750-763.

Ribeiro, C. A. A. S., Soares, V. P., Oliveira, A. M. S. & Gleriani, J. M. (2005). O desafio da delimitação de áreas de preservação permanente. *Revista Árvore*, Viçosa - Minas Gerais, 29(2), 203 -212.

Ribeiro, C. A. A. S., Soares, V.P. (2004). GIS for a greener Brazil: automated delineation of natural preserves. In: Esri International User Conference. San Diego, CA. *Proceedings...* San Diego, 9-13.

Rodrigues, R. R. (2001). “Florestas ciliares? Uma discussão nomenclatural das formações ciliares”. In: R. R. Rodrigues, H. de F. Leitão Filho (Eds.). *Matas ciliares: conservação e recuperação*. (2a ed.) São Paulo: Editora USP: Fapesp, 91-99.

Rodrigues, R. R., Leitão Filho, H. F. (2004). *Matas ciliares: conservação e recuperação*. (2a ed.), São Paulo – SP: editora da Universidade de São Paulo, 320 p.

Rudorff, B. F. T., Crepani, E., Aguiar, D. A., Santos, J. S., Adami, M., Palmeira, A. F., Luz, A. M. S. A., Alves, C. D., Corrêa, D. B., Goltz, E., Risso, J., Paula, J. V., Medeiros, J. S., Silva, J. E. S., Macedo, L. A., Pereira, M. N., Carvalho, M. A., Mello, M. P., Varlez, M. A. S., Souza, R. C. A., Lima, S. F. S. & Aucino, T. L. N. (2012). *Identificação de áreas de preservação permanente ciliares a partir das feições da paisagem e imagens de sensoriamento remoto em regiões produtoras de cana-de-açúcar no estado de São Paulo*. São José dos Campos: INPE, 63.

Santa Catarina (2000). Secretaria de Estado da Agricultura e Desenvolvimento Rural. Programa Santa Catarina Rural. *Microbacias 3: Competitividade da Agricultura Familiar de Santa Catarina*. 2000.

Santa Catarina (2019). *Cadastro Ambiental Rural (CAR) SC*. Recuperado de <<http://www.cadastroambientalrural.sc.gov.br>>. Consultado em março de 2019.

Schmitt Filho A. L, Farley, J., Alvez, J. (2013). Integrating agroecology with payments for ecosystems services in Santa Catarina’s Atlantic Forest. In: Muradian R, Rival L (eds) *Governing the Provision of Ecosystems Services, Studies in Ecological Economics*, 4th ed. Springer Netherlands: Dordrecht, Burlington, 333–355.

Schmitt Filho, A.L., Fantini, A., Sinisgalli, P., Farley, J. & Schmitt, L.M. (2018). Ecological restoration, livelihood, and ecosystem services in a smallholder dominated the rural landscape. Proceedings of 2018 Conference of New England Branch of Society for Ecological Restoration /SER NE, Southern CT State University, New Haven CT USA.

Schmitt Filho, A.L. & Farley, J. 2020. Transdisciplinary case approaches to the ecological restoration of rainforest ecosystems. In: Felix Fuders and Pablo Donoso (Eds.), *Ecological economic and socio ecological strategies for forest conservation: A transdisciplinary approach with special focus on Chile and Brazil*. Springer International Publishing AG. Zug Switzerland. Recuperado de. [https://www.springer.com/us/book/9783030353780?utm\\_medium=display#aboutBook](https://www.springer.com/us/book/9783030353780?utm_medium=display#aboutBook)

Schröter, B., Matzdorf, B., Sattler, C. & Alarcon, G. G. (2015) Intermediaries to foster the implementation of innovative land management practice for ecosystem service provision: A new role for researchers. *Ecosystem Services*. 16, 192–200. doi.org/10.1016/j.ecoser.2015.10.007

Shearer, K. S., Xiang, W. N. (2007). The characteristics of riparian buffer studies. *Journal of Environmental Informatics*, v. 9(11), 41-55.

Silva, J. A. A., Nobre, A.D., Manzatto, C.V., Joly, C. A., Rodrigues, R. R., Skorupa, L. A., Nobre, C. A., Ahrens, S., May, P. H., Sá, T. D. A., Cunha, M. C. & Rech Filho, E. L. O (2011). *Código florestal e a ciência: contribuições para o diálogo*. ISBN 978-85-86957-16-1, São Paulo: Sociedade Brasileira para o Progresso da Ciência, SBPC; Academia Brasileira de Ciências, ABC. 124.

Soares Filho, B. S., Rajão, R., Macedo, M., Carneiro, A., Costa, W. L. S. & Coe, M. (2014). Cracking Brazil's forest Code. *Science*, 344, 363-364.

Sparoveck, G., Barreto, A. G. O. P., Klug, I. L. F, Papp, L. & Lino, J. (2011). A revisão do código florestal brasileiro. *Novos Estudos*, 89, 111- 135.

