

Pagamentos de Serviços Ambientais de APP'S: conceitos fundamentais e geotecnologias como aporte inicial para implantação de projetos PSA em áreas de preservação permanente de nascentes do alto curso da bacia hidrográfica do Rio Cravo

Payments for environmental services in riparian protection areas: fundamental concepts and geotechnologies as an initial contribution to the implementation of PES Projects in headwater Riparian Protection Areas of the Rio Cravo Watershed

Pagos por servicios ambientales en áreas de protección permanente: conceptos fundamentales y geotecnologías como contribución inicial para la implementación de proyectos de PES en Áreas de Preservación Permanente de nacientes en la Cuenca Alta del Río Cravo

João Paulo Peres Bezerra

Professor Adjunto, UFFS-Erechim/RS, Brasil
joao.bezerra@uffs.edu.br

Ivanor Oliviecki

Bacharel em Direito, Esp. em Gestão Ambiental e Mestrando do PPG-ICH / UFFS-Erechim.
ivanoroliviecki@gmail.com

Roberto Serena Fontaneli

Professor Adjunto, UERGS-Erechim /RS
roberto-fontaneli@uergs.edu.br

Saionara Elaine Salomini

Professora Adjunta, UERGS-Erechim/RS
saionara-salomoni@uergs.edu.br

RESUMO

Os programas de Pagamento por Serviços Ambientais (PSA) constituem-se em situações onde os proprietários de áreas que contribuem para a preservação de recursos naturais são compensados financeiramente por agentes públicos ou privados com interesse na preservação destes recursos. Programas assim viabilizam a preservação do meio ambiente com geração de renda para os proprietários rurais com a manutenção dessas áreas preservadas. O presente artigo analisa o potencial de implantação de projetos de PSA em áreas de preservação permanente de nascentes do alto curso da bacia hidrográfica do Rio Cravo, onde a Corsan (Companhia Estadual de Saneamento) opera no Rio Cravo um ponto de captação - transposição, a fim de suprir a necessidade de abastecimento de água do município de Erechim. O estudo focou na mensuração das nascentes, APPs e canais fluviais da área de drenagem do alto curso da bacia do Cravo, distribuídas pelo território de quatro municípios, no debate conceitual sobre valoração dos serviços ambientais e na identificação do tipo de projeto mais adequado para a região. Para tanto foi realizada uma pesquisa bibliográfica, a fim de identificar as formas mais recorrentes de valoração dos serviços ambientais. Também foi elaborado um macro diagnóstico quantitativo das nascentes do alto curso do Rio Cravo e, por fim, apresentado um modelo preliminar para implementação de PSA para APPs de área de nascentes.

PALAVRAS-CHAVE: Pagamento por Serviços Ambientais. Preservação de APPs. Rio Cravo RS. Transposição de água bruta.

SUMMARY

Payments for Environmental Services (PES) programs are situations in which landowners who contribute to the preservation of natural resources receive financial compensation from public or private entities interested in preserving these resources. These programs make it possible to preserve the environment while generating income for rural landowners through the maintenance of these protected areas. This article analyzes the potential for implementing PES projects in permanent preservation areas (PPAs) of headwater springs in the upper course of the Rio Cravo watershed, where Corsan (State Sanitation Company) operates a collection and transposition point in the Rio Cravo to meet the water supply needs of the city of Erechim. The study focused on the measurement of springs, PPAs, and river channels in the drainage area of the upper course of the Cravo watershed, distributed across four municipalities. Furthermore, it addressed the conceptual debate on the valuation of environmental services and identified the most suitable type of project for the region. To do this, a bibliographical research was conducted to identify the most common forms of valuing environmental services. A quantitative diagnosis of the headwater springs in the upper course of the Rio Cravo was also carried out, and, finally, a preliminary model for the implementation of PES in the PPAs of the spring areas was presented.

KEYWORDS: *Payments for Environmental Services. Preservation of Riparian Protection Areas. Rio Cravo, RS. Raw Water Transposition.*

RESUMEN

Los programas de Pagamento por Serviços Ambientais (PSA) son situaciones en las cuales los propietarios de áreas que contribuyen a la preservación de recursos naturales reciben una compensación financiera por parte de agentes públicos o privados interesados en la preservación de estos recursos. Estos programas hacen posible la preservación del medio ambiente al mismo tiempo que generan ingresos para los propietarios rurales mediante el mantenimiento de estas áreas protegidas. Este artículo analiza el potencial de implementar proyectos de PSA en áreas de preservación permanente de nacientes en la parte alta de la cuenca del Río Cravo, donde la Corsan (Compañía Estatal de Saneamiento) opera un punto de captación y transposición en el Río Cravo para satisfacer las necesidades de suministro de agua de la ciudad de Erechim. El estudio se centró en la medición de las nacientes, las áreas de preservación permanente (APPs) y los cauces fluviales en la zona de drenaje de la parte alta de la cuenca del Cravo, distribuida en cuatro municipios. Además, se abordó el debate conceptual sobre la valoración de los servicios ambientales y se identificó el tipo de proyecto más adecuado para la región. Para ello, se realizó una investigación bibliográfica para identificar las formas más comunes de valoración de los servicios ambientales. También se llevó a cabo un diagnóstico cuantitativo general de las nacientes en la parte alta del Río Cravo y, finalmente, se presentó un modelo preliminar para la implementación de PSA en las APPs de las áreas de nacientes.

PALABRAS CLAVE: *Pagos por Servicios Ambientales. Preservación de Áreas de Protección de Cauces. Río Cravo, RS. Trasposición de Agua Cruda.*

1 INTRODUÇÃO

O Pagamento por Serviços Ambientais representa um importante instrumento para a preservação e recuperação ambiental, e tem se tornado uma tendência global. Conforme Godecke, Hupffer e Cchaves (2014) já em 2002 Landell-Mills e Porras identificavam 287 programas de pagamentos por serviços florestais em todo o mundo, que envolviam proteção de mananciais hídricos, sequestro de carbono, proteção da biodiversidade e da beleza paisagística. No Brasil, desde 2005 os programas PSA estão ganhando força, a partir da iniciativa pioneira do município de Extrema (Minas Gerais) e do programa Produtor de Águas, promovido pela Agência Nacional das Águas (GODECKE, HUPFFER e CHAVES, 2014).

Conforme Melo (2017) houve a criação de muitos programas e projetos de PSA no país, principalmente a partir da segunda metade da última década. Antes da existência da Lei 14.119 de 2021 (BRASIL, 2021), que passou a regulamentar o Pagamento por Serviços Ambientais o processo ocorreu sem o conhecimento de experiências prévias com o PSA, com a existência de muitas variações (MELO, 2017).

A motivação para trabalhar a questão da transposição de água da bacia do Rio Cravo se deve ao histórico do abastecimento de água em Erechim. O município está localizado na região do Alto Uruguai rio-grandense e apesar de contar com diversas nascentes na sua área urbana, não conta com nenhum rio de volume hídrico expressivo. Logo a captação de água para consumo humano ocorre em um lago para o qual convergem dois cursos: Arroio Ligeirinho e Rio Leãozinho, afluentes da sub-bacia do Arroio Tigre. Em períodos de estiagem/seca faz-se necessária a transposição das águas da sub-bacia do Rio Cravo.

O lago de captação de água para o abastecimento municipal tem capacidade de 790.000 m³ metros cúbicos que deve atender a população erechinense de 107.368 habitantes (IBGE, 2021), com consumo diário de 340 litros por segundo. Em períodos normais o volume captado é suficiente, porém, em períodos de estiagem/seca o volume de água disponível nos três rios da bacia de captação de água do Ligeirinho e Leãozinho é de apenas 133 litros por segundo (ERECHIM, 2015). A partir de 2004, em um período de oito anos, a cidade de Erechim teve de submeter sua população a frequentes períodos de racionamento, em função de estiagens mais prolongadas que reduziam o volume de água que chega ao lago de captação da Corsan, sendo realizados racionamentos em 2004, 2005, 2009 e 2012.

Conforme o Plano Municipal de Saneamento (ERECHIM, 2015) em períodos como na estiagem de 2005, medições de campo realizadas pela Corsan identificaram valores de apenas 20l/s e 25l/s para o sistema Ligeirinho/Leãozinho e Rio Campo, respectivamente, o que representava apenas 13% do consumo diário. Esta breve descrição sintetiza, em linhas gerais, a conjuntura sazonal de insegurança hídrica vivenciada pela população urbana de Erechim/RS, fato que pode se agravar devida às condições de mudanças climáticas do Antropoceno.

1.1 Objetivos

O presente trabalho tem como objetivo principal apresentar uma proposta metodológica para implementação de processos de Pagamento por Serviços Ambientais para áreas de preservação permanente de nascentes e canais fluviais. Estruturado para atingir os seguintes objetivos específicos: a) levantamento bibliográfico a partir da análise de fontes secundárias, obtidas em livros, artigos, teses e dissertações, disponíveis em periódicos, em sites

que são referências no assunto, bem como nas legislações ambientais em vigor; b) diagnóstico quantitativo das áreas de preservação permanente-APP's de nascentes e canais fluviais do alto curso da bacia do Rio Cravo-RS; c) valoração preliminar dos serviços ambientais prestados pelas APP's identificadas. A fim de atingir esses objetivos apresentamos a seguir o referencial teórico com uma reflexão e conceitos sobre os Pagamentos por Serviços Ambientais e a utilização de geotecnologias, além da descrição metodológica e os resultados obtidos.

2 METODOLOGIA

2.1 Estrutura teórica e conceitual

Observando os escritos de Gil (2008), a pesquisa em questão pode ser classificada como pesquisa bibliográfica, quando se propõe a levantar os debates fundamentais sobre PSA bem como se posicionar e explicitar definições e meios a serem adotados em projetos de PSA. Seguimos para as questões relacionadas à pesquisa descritiva quando quantificamos as áreas de preservação permanentes e sua valoração, cuja etapa tem, também, elementos de pesquisa exploratória; haja vistas que oferta aos interessados os conhecimentos fundamentais sobre a questão estudada, os PSA' das APP's do alto curso do Rio Cravo-RS.

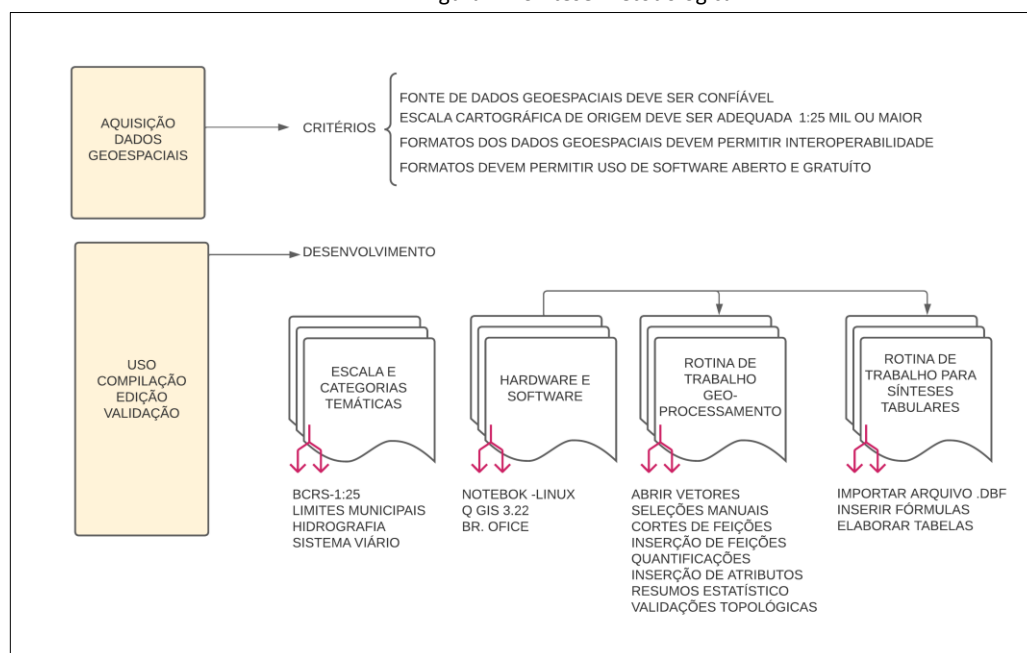
A busca pelo material bibliográfico foi realizada utilizando as seguintes palavras chaves: mapeamento de áreas de preservação permanente, pagamentos por serviços ambientais (PSA), valoração ambiental de nascentes. Em síntese deixamos a seguir a lista dos materiais usados: BASTOS (2007); BASTOS, L. C.; LOMBARDI, D. (2015); CHAVES, H. M. L.; BRAGA Jr., B.; DOMINGUES, A. F.; DOS SANTOS, D. G. (2006); FITZ, P. R. (2008); GODECKE, M. V.; HUPFFER, H. V.; CHAVES, I. R. (2014); GUEDES, F. B., & SEEHUSEN, S. E. (Org). (2011); HUPFFER, H. M.; WEYERMULLER, A. R.; WACLAWOVSKY, W. G. (2011); JARDIM, M. H.; BURSZTYN, M. A. (2015); KFOURI, A. e FAVERO, F., (2011); LANDELMILLS, N.; PORRAS, I. (2002); MELO, M. E. (2017); MOTTA, R. S. (1997); OLIVEIRA, M. M.; NOGUEIRA, C. M.; AMORIM, G. S.; MOREIRA, S. L. (2019); PAGIOLA, S.; VON GLEHN, H. C.; TAFFARELLO, D.(2013); RICKLEFS (2011); SANTOS, D.G. dos; DOMINGUES, A.F.; GISLER, C.V.T.(2010); SANTOS, D. G., (2009); SEEHUSEN, S. E.; PREM, I. (2011); SILVA, T. B.; SANTOS, R. M. dos; AHNERT, F.; MACHADO JÚNIOR, J. d. A. (2008); TEIXEIRA, C. G., (2011); TOSO, A (2016); WUNDER, (2008); WUNDER, S. (2005). Com os textos selecionados foram elaborados um conjunto de leituras, fichamentos e diálogos que redundaram na avaliação crítica dos textos estudados, gerando opções conceituais expressas nos resultados.

2.3 O Recorte Espacial

Neste trabalho tivemos como recorte espacial o alto curso da bacia hidrográfica do Rio Cravo; com suas nascentes principais na área municipal de Erechim, e tributários nas cidades de: Erebang, Quatro Irmãos e Paulo Bento todas no Rio Grande do Sul/BR. Este recorte se justifica pela objetivação do trabalho, buscando quantificar as APP's a montante da área de captação de água da CORSAN Erechim. Dessa forma elaboramos o fluxo metodológico referente ao uso de geotecnologias para este recorte espacial, haja vista as limitações de diagramação do formato artigo, apresentaremos as figuras a seguir que buscam sintetizar os fluxos metodológicos no

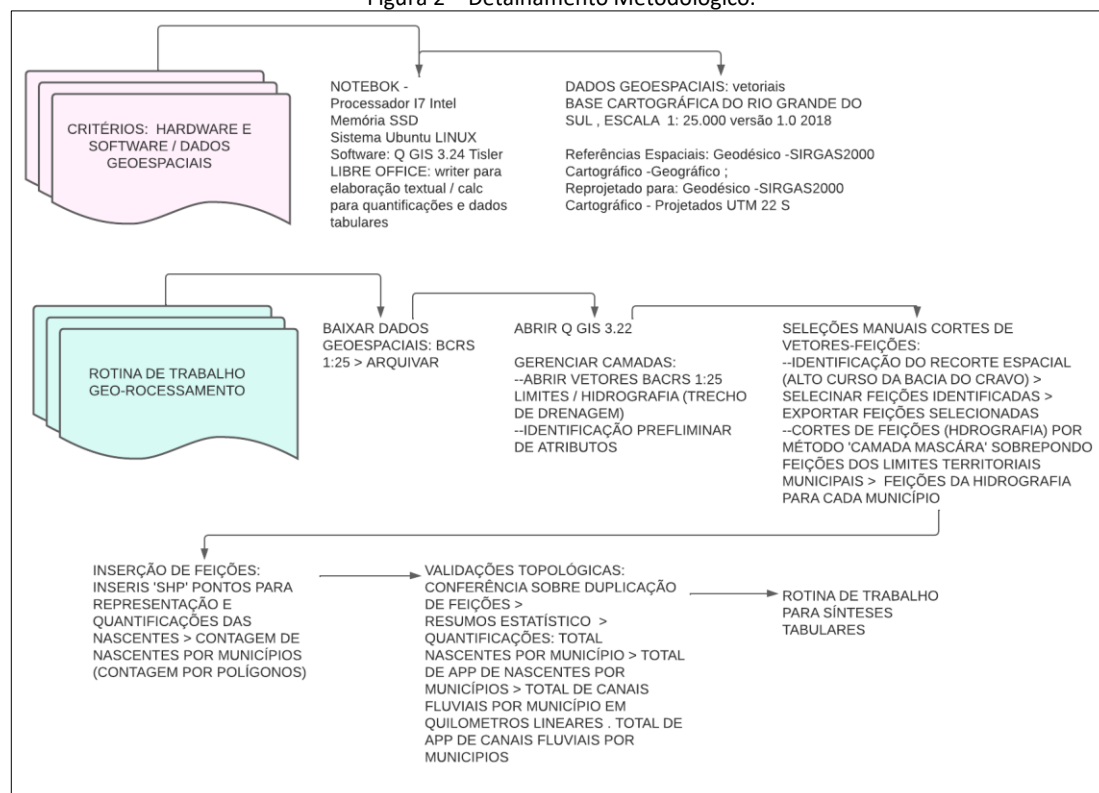
software QGIS. Ofertando ao público especializado os caminhos elementares para a replicação deste fluxo de trabalho e assim, fomentar a inclusão geotecnológica. Vejamos as figuras 1 e 2.

Figura 1 – Síntese Metodológica.



Fonte: DOS AUTORES, 2022.

Figura 2 – Detalhamento Metodológico.



Fonte: DOS AUTORES, 2022.

2.2 Métodos de análise

2.2.1 A Valoração da Área Preservada

No caso da bacia do Rio Cravo parece claro que deve-se retribuir pelos serviços ambientais aos proprietários rurais que tenham em suas áreas nascentes e cursos d'água, valorando a área preservada no entorno desses cursos d'água. A maior dificuldade é estabelecer quanto monetariamente e como fazer essa retribuição. Bastos e Lombardi (2014) consideram que o modelo de valoração ambiental envolve delimitar a quem se pretende retribuir pelos serviços ambientais, o que se pretende valorar e quanto monetariamente se espera retribuir. Esse fator pode ser determinante no sucesso do PSA, pois é necessário tornar mais vantajosa a preservação ao cultivo dessas áreas, ou ao menos que a retribuição financeira fique próxima da vantagem econômica com seu cultivo. Estabelecer um custo de oportunidade, que é a definição do valor que o produtor deixaria de contar para abrir mão do cultivo em determinada área, parece ser a alternativa mais adequada.

Segundo Wunder (2008) O valor recebido pelo protetor dos serviços ambientais deve ser superior ao custo de oportunidade, que consiste no lucro perdido ao abandonar o melhor plano para uso da terra. “O método do custo de oportunidade não valora diretamente o recurso ambiental, mas, sim, o custo de oportunidade de mantê-lo” (MOTTA, 1997, p. 31). Conforme Santos (2009) a conservação dos recursos hídricos é uma preocupação que assumiu caráter prioritário e vital na atualidade devido à escassez de água observada em várias regiões do mundo com projeções pouco animadoras de crescentes conflitos pelo seu uso. Para este autor a permanência dos recursos hídricos, em termos de regime de vazão dos córregos, ribeirões e rios, e a qualidade da água das sub-bacias hidrográficas, é resultado de mecanismos naturais de controle desenvolvidos a partir de processos evolutivos da paisagem, que constituem os chamados serviços proporcionados pelo ecossistema. Um destes mecanismos é a cobertura florestal, principalmente nas regiões de cabeceiras, onde estão as nascentes dos rios. E os serviços de suporte e regulação estão relacionados com o uso e manejo das áreas naturais, sendo a floresta importante provedora da proteção das bacias hidrográficas. Os serviços ambientais desses sistemas são a regulação do fluxo de água (controle de enchentes e aumento da vazão na época seca), manutenção da qualidade da água, regulação do lençol freático, controle de erosão e sedimentação e redução da salinidade de terras, além da manutenção do habitat aquático (LANDELL-MILLS; PORRAS, 2002).

Wunder (2005) defende que a melhor forma de se definir os valores ambientais é por meio dos custos de oportunidade, isto é, o valor perdido por deixar de optar por uma atividade econômica considerada lucrativa em função de garantir um serviço ambiental. Um levantamento dos custos de oportunidade dos potenciais provedores dos serviços ambientais se torna bem mais prático e simples do que desenvolver estudos complexos de valoração dos serviços ambientais (WUNDER2005). Nesse aspecto o Custo de Oportunidade da Terra permite mensurar inclusive custos variáveis da produção, não sendo considerados seus custos fixos, pois a atividade continuará a existir independentemente do PSA. O PSA de fato se torna um adicional à renda do produtor e não uma substituição da atividade desenvolvida.

[...]o custo de oportunidade ajuda a balizar os níveis de pagamento que tornam as atividades de conservação almejadas mais interessantes financeiramente do que os

usos tradicionais da terra, estimulando os produtores rurais a adotar alternativas que produzam serviços ambientais em detrimento de outros usos. Geralmente o custo de oportunidade é usado para definir o valor mínimo a se pagar para compensar o produtor pela abdicação ao uso que comumente faz de sua terra. (MMA, 2013, p 37).

Desta forma os valores recebidos pelos agricultores devem ser superiores ao uso alternativo da terra, porém inferiores aos benefícios identificados pelos usuários da água, por exemplo, pois estes não estariam dispostos a pagar por isso. Conforme Seehusen e Prem (2011) muitos serviços ambientais são essenciais à vida humana e, portanto, tem alto valor, porém não são reconhecidos como tal pelo mercado, o que, muitas vezes, leva à destruição do capital natural e à redução no provimento de serviços ambientais, resultando em consequências graves para toda sociedade. O instrumento PSA segue uma perspectiva econômica com relação ao direito e ao meio ambiente (BASTOS, 2007). O PSA requer, segundo a autora, uma menor complexidade institucional e custos mais baixos para implementação, o que o caracteriza com um eficiente instrumento de promoção da sustentabilidade ambiental.

Embora os sistemas de pagamento por serviços ambientais (PSA) sejam relativamente recentes, eles estão cada vez mais difundidos no Brasil e no mundo. Sistemas de PSA têm por objetivo principal promover a conservação e/ou recuperação da provisão de serviços ambientais por meio de pagamentos ou compensações repassadas a indivíduos ou coletividades responsáveis por garantir tal provisão. (MMA, 2013, p 25). A fim de valorar os serviços ambientais, torna-se fundamental quantificar a área preservada, neste caso as Áreas de Preservação Permanente previstas nas Lei 12.651 e decretos.

2.2.2 As Geotecnologias

As dinâmicas geoecológicas presentes nas nascentes fluviais e nos canais fluviais são, irrefutavelmente, importantes para o manutenção do ciclo das águas e, consequentemente, para a manutenção da Vida nesta aldeia global chamada Terra. As geotecnologias podem ser entendidas como um conjunto de conhecimentos pautados na representação computacional de dados geográficos/geoespaciais cuja informação espacial (onde) é estruturante em sua definição. Tais conhecimentos ocorrem por meio de técnicas-tecnologias-fluxos metodológicos viabilizados por instrumentos, hardware e software dedicados à representação, sistematização, quantificação, processamentos de dados e informações geoespaciais em formatos tabulares, vetoriais ou matricial-raster.

Em síntese, atualmente podemos dizer que as geotecnologias precedem do sensoriamento remoto, do geoprocessamento, da geomática, dos sistemas de navegação e posicionamento, da cartografia digital e do sistema de informações geográficas. Os autores (BEZERRA; LEAL; SILVA, 2020, p. 132) ressaltam que os dados geoespaciais podem fomentar a gestão ambiental participativa, lembrando, e que é “fundamental refletir sobre a democratização de dados geoespaciais pois a busca pela equidade social passa pela conquista da equidade digital”. E continuam: Ao pensar o termo ‘Democratização Geotecnológica’, deve-se elencar algumas considerações. Em uma tentativa de significação conceitual a ser construída, pode-se afirmar que a democratização geotecnológica é um processo em pleno andamento. Vejam-se os aprendizados sobre Google Earth, Bing Maps, Waze e outros aplicativos, que

ocorrem no cotidiano dos munícipes de forma geral. Porém, é fundamental que se faça a efetiva articulação entre a academia e os setores da gestão ambiental municipal.

Focada na ampla capacitação técnica dos envolvidos, esta articulação promove democratização, a partir do uso de softwares aplicados e da produção e divulgação de dados geoespaciais, o que alavancaria a utilização das Geotec's nos nichos específicos da gestão ambiental municipal. (BEZERRA, LEAL, SILVA, 2020. p. 132). Neste sentido acreditamos que os processos de pagamentos por serviços ambientais, especialmente aqueles focados nos serviços ofertados por áreas de preservação permanente de nascentes e canais fluviais, devam contemplar em seu escopo metodológico a etapa de 'mapeamento e quantificação' das áreas objetivadas. Dessa forma importa ressaltar que há um conjunto de possibilidades em softwares para tal procedimento metodológico.

Atualmente, quando se pensa em SIG, Geoprocessamento e Sensoriamento Remoto, os softwares mais utilizados e consolidados no Brasil são: Arc GIS® 11. ESRI; SPRING 5.2.6 -INPE; QuantunGis3.- OS GEO; IDRISE® - Clark Labs; ERDAS®-ExagonGeospatial, MAP INFO®- PitneyBowes e o Gv SIG-Conselleria d'Infraestructure i Transports (CIT -Valencia), entre outros. E mais recentemente, a Google passou a oferecer soluções em geomática/geoprocessamento a partir de ferramentas personalizadas. (BEZERRA, LEAL, SILVA, 2020. p. 133)

Nesta pesquisa os trabalhos foram conduzidos com o software, amplamente conhecido QGIS versão 3.24® que oferta aos usuários um amplo campo ferramental, além de ser um produto gratuito, fato que corrobora com a perspectiva da inclusão geotecnológica tanto para os atores da gestão ambiental pública, como para setores da sociedade civil e outros envolvidos nos casos de pagamentos por serviços ambientais. Há uma grande variedade de trabalhos publicados que comunicam resultados de pesquisas focadas na quantificação de áreas de preservação permanente. Não é nosso objetivo explicitar a literatura específica, uma vez que as características desta pesquisa são especialmente particulares, na medida em que propõem um fluxo metodológico para a implementação de PSA em áreas de preservação permanente pautada a partir da Base Cartográfica do Rio Grande do Sul escala 1:25.000 e com aporte teórico previamente trabalhado.

Neste contexto a base cartográfica vetorial do Rio Grande do Sul 1:25.000 (BCRS25) está disponível em servidores web do Estado do Rio Grande do Sul – importa ressaltar que a “[...] modelagem conceitual da Especificação Técnica para a Estruturação de Dados Geoespaciais Vetoriais (ET-EDGV) foi elaborada seguindo metodologia orientada a objetos” (FEPAM, 2018, p. 2). Vale ressaltar que atualmente a BCRS25 disponibiliza seis categorias de informação. São elas: hidrografia, sistema de transporte, estrutura econômica, localidades, pontos de referência e limites (BEZERRA, J.P.P., 2020). Desta base cartográfica nasce o potencial metodológico explorado nesta pesquisa, uma vez que a base atende a critérios mínimos de detalhamento cartográfico, é um dado geoespacial oficial e está disponível gratuitamente. Tal potencial precisa ser considerado para o correto dimensionamento preliminar da valoração de serviços ambientais advindos das áreas de preservação permanentes. Com estes elementos explicitados, vejamos os resultados atingidos.

3. RESULTADOS E CONCLUSÃO

3.1 Reflexões como resultados

No caso de Erechim os recursos para retribuir pelos serviços ambientais poderiam vir de parte do pagamento dos consumidores da água. Como exemplo de uma forma de reunir recursos para este fim está o Fundo Municipal de Gestão Compartilhada, mecanismo criado em 2011 e que surgiu a partir de convênio de cooperação com o Estado do Rio Grande do Sul que permitiu estabelecer um contrato de programa com a Companhia Riograndense de Saneamento – Corsan. A esse fundo são destinados 5% (cinco por cento) do faturamento mensal proveniente dos serviços de fornecimento de água e serviço básico gerado no Município além de outros valores relativos a multas a usuários e outros aportes (ERECHIM, 2011). Nos primeiros anos de existência o fundo contava com R\$ 44 milhões, o que representa um valor anual arrecadado superior a R\$ 4 milhões.

Atualmente o Município de Erechim conta com uma lei municipal (Lei nº 7.086 de 31 de maio de 2022) que permite a criação do Programa Municipal de Conservação de Recursos Hídricos e o Pagamento por Serviços Ambientais – PSA(Erechim, 2022). O Programa está sendo implementado por micro-bacias hidrográficas, sendo consideradas prioritárias para o Programa as dos Rios Leãozinho e Ligeirinho, do Rio Campo, do Rio Cravo, do Rio Tigre, do Rio Dourado e do Rio Suzana (ERECHIM, 2022). Ao atingir apenas o território do município o programa, da forma como está formatado, cria duas situações. A primeira, é que não fará a retribuição para a totalidade dos proprietários rurais da sub-bacia do Rio Cravo, pois estes estão em territórios dos municípios gaúchos de Paulo Bento, Erebangó e Quatro Irmãos.

Do total de 148 nascentes identificadas na área de estudo, apenas 63 estão no território de Erechim, o que representa 42,5%. Nesta situação não remunera os proprietários protetores, cujas atividades refletem na qualidade – quantidade de água utilizada pela população de Erechim. Em cujas propriedades estão 85 nascentes, o que representa 57,5% do total da área em estudo. A segunda, é que estaria remunerando proprietários rurais da microbacia do Rio Suzana, que por sua vez tem suas águas a jusante do abastecendo os moradores da cidade de Gaurama. Desta forma, os recursos para recompensar os serviços ambientais não estaria sendo disponibilizado pelos beneficiados por tais serviços.

De acordo com a Lei Municipal 7.086/2022, o Pagamento por Serviços Ambientais se basearia em valores preestabelecidos, sendo o valor de R\$ 500,00 por unidade/ano para nascentes de água conservada e, para as demais Áreas de Preservação Permanentes – APPs o equivalente a 10 sacas de soja por hectare/ano efetivamente preservado. A intenção descrita no projeto de lei versa que os excedentes de mata nativa em estágio secundário médio ou avançado de regeneração, terão direito ao PSA na proporção de 5 sacas de soja por hectare/ano, efetivamente preservado. O projeto prevê ainda que a partir do 14º ano de adesão ao Programa no Eixo de Conservação Ambiental, far-se-á redução de 15% ao ano dos valores ao PSA (ERECHIM, 2022). Conforme Toso (2016) para se estabelecer o custo de oportunidade para determinada região o primeiro passo é o conhecimento sobre os cultivos existentes. Posteriormente deve-se calcular a produção anual em sacas e em toneladas por hectare e a partir do valor de mercado destes produtos se chegar à rentabilidade por hectare com os cultivos. Após aplicar o valor atual de mercado para cada saca das duas principais culturas, estima-se uma margem líquida de 20% sobre esse valor.

As duas principais culturas agrícolas da região de Erechim, segundo a Emater (2022) são soja e milho, ocupando 232.353 hectares e 50.104 hectares, respectivamente, o que representa praticamente toda a área cultivada na safra de verão, que gira em torno de 290 mil

hectares. Conforme a Emater (2022), em anos normais, a produtividade média das lavouras de soja na região é de 64 sacas por hectare. A um preço de R\$ 197,47 por saca em 08 de junho de 2022 (COOPERALFA, 2022) a renda por hectare seria de R\$ 12.638,00, com um lucro líquido de R\$ 2.527,62. No caso do milho, com uma produtividade média de 154 sacas por hectare em anos normais (EMATER, 2022) a um preço de R\$ 85,86 em 08 de junho de 2022 (COOPERALFA, 2022), a renda por hectare seria de aproximadamente R\$ 13.222,44, com um lucro líquido por hectare de R\$ 2.644,89.

Por se tratar de um modelo preliminar, consideramos apenas essas duas opções. A soja por ser a referência utilizada pelo programa que está sendo implantado em Erechim e o milho por ser a segunda cultura com maior área na principal safra do ano. Estudos mais detalhados devem apontar a opção de uso de cada propriedade, como pastagem para produção de leite ou carne, utilização para culturas de inverno, etc.

Nas áreas de APP's cujo Código Florestal impede o cultivo, qualquer remuneração recebida pelo proprietário rural servirá de estímulo, uma vez que ele não estaria abrindo mão de cultivar nesses locais. Mesmo assim o agricultor estaria recebendo o equivalente a 10 sacas de soja por hectare, valor inferior ao lucro líquido estimado, que seria de 12 sacas por hectare levando-se em consideração a produtividade média para a região. Por outro lado, no projeto em implantação em Erechim, nas áreas excedentes em que o produtor optar por implantar mata nativa, a remuneração cai para cinco sacas por hectare, ao passo que o custo de oportunidade seria de 12 sacas/ha que ele teria cultivando soja. Além do que, o projeto de lei prevê uma redução de 15% ao ano desse valor a partir do 14º ano. Desta forma fica demonstrado que no modelo em que está formatado, o programa municipal em implementação corre o risco de ter baixa adesão por não atingir o custo de oportunidade dos agricultores.

3.2 A quantificação das APP's

Apresentamos a seguir os quantitativos encontrados por meio dos fluxos metodológicos compartilhados anteriormente. Vejamos as tabelas: 1, 2, 3.

Tabela 1 - Áreas de Preservação Permanente – Nascentes à montante da captação de água bruta, identificadas na BCRS 1-25.

Município	Total de Nascentes	APP Nascentes (50 m) em ha	% da APP encontrada na área tot. Do Município
Erechim	63	49,47	0,11
Quatro Irmãos	16	12,56	0,04
Erebango	65	51,54	0,33
Paulo Bento	4	3,14	0,002
Total	148	116	-

Fonte: DOS AUTORES, 2022.

Tabela 2 - APP's de canais fluviais intramunicipais.

Município	Km de canais fluviais intramunicipais	Modelos APP-canais (30m) em ha	% da APP encontrada na área tot. Do Município
Erechim	74,1	01	1,01
Quatro Irmãos	20,3	01	0,44
Erebango	57,3	01	2,23
Paulo Bento	4,3	01	0,27
Total	156	939	-

Fonte: DOS AUTORES, 2022.

Tabela 1 - Total de Áreas de Preservação Permanente intramunicipais no alto curso do Rio Cravo inseridas as APP intermunicipais em rios de divisa (21 ha).

APP's	Área
APP canais	960 ha
APP nascentes	116 ha
APP de canais + APP de nascentes	1076 ha
Total	04

Fonte: DOS AUTORES, 2022.

4 CONCLUSÃO

A partir dos estudos efetivados e das análises dos quantitativos de APP's encontrados, consideramos que a proposta foi atingida, uma vez que além do levantamento bibliográfico, foram realizados o diagnóstico quantitativo das APP's de nascentes e canais fluviais do alto curso da bacia do Rio Cravo-RS, bem como a valoração preliminar dos serviços ambientais prestados pelas APP's identificadas. Ressaltamos ainda que os resultados ofertam dados preliminares e não substituem levantamentos de campo, tampouco devem ser entendidos como dados consolidados. Nossos resultados apontam para a necessidade de levantamento com maior detalhamento quanto à real vocação e uso e ocupação das terras nestas áreas porém demonstram valores gerais que devem ser considerados pelas gestão pública municipal dos quatro municípios integrantes do alto curso da bacia do Rio Cravo. No processo de estruturação do artigo foram fundamentais todos os passos seguidos na busca dos objetivos propostos, uma vez que a revisão conceitual, além de orientar a pesquisa, permitiu identificar fluxos para a metodologia necessária em processos de PSA. Da mesma forma a utilização das geotecnologias para mapeamento e quantificação das áreas de preservação permanente, com uso de software livre, o Q GIS e uso da Base Cartográfica do Rio Grande do Sul a BCRS 1:5, se mostrou plenamente efetiva e um caminho adequado a baixo custo para os estudos preliminares.

O tema em estudo ganha importância em face do momento propício para implantação de um Programa de Pagamento por Serviços Ambientais na área estudada e pela preocupação que o abastecimento de água gera na população beneficiada com iniciativas nesse sentido. E, principalmente, o artigo explicita um tema ainda não trabalhado, que o Pagamento por Serviços Ambientais em condições de transposição de água entre diferentes bacias hidrográficas. Aponta ainda, possibilidades para se ampliar a pesquisa sobre o tema, seja avaliando as demais sub-bacias que compõe o sistema de captação de água para o abastecimento de Erechim, bem como buscando aplicar as geotecnologias para identificação do total de nascentes que compõem esse sistema.

4. REFERENCIAL BIBLIOGRÁFICO

BASTOS, C. V. R. A. Instrumentos econômicos de proteção do meio ambiente: reflexões sobre a tributação e os pagamentos por serviços ambientais. *Scientia Iuris*, v. 11, 2007, p. 279-293.

BASTOS, L. C.; LOMBARDI, D. Cadastro rural temático de valoração ambiental para programas de pagamento por serviços ambientais em áreas de preservação permanente. *Revista Brasileira de Cartografia* N. 67/2, UFSC, 2005.

BEZERRA, J.P.P. Geotecnologias e Análise Quantitativa de Nascentes na Bacia Hidrográfica do Rio Passo Fundo/RS-Brasil. *Enviromental Forum of Alta Paulista*, v. 16, n. 5, p. 207-2017. Disponível em: https://publicacoes.amigosdanatureza.org.br/index.php/forum_ambiental/article/view/2659/2441. Acesso em: 17 de outubro de 2023.

BEZERRA, J.P.P.; LEAL, A.C.; SILVA, R. Sistemas de Informação Geográfica (SIG's) na análise do entorno de aterros sanitários e a Democratização / Inclusão Geotecnológica. *Revista Científica ANAP Brasil*, v.13, n. 31, p. 126-138. Disponível em: https://publicacoes.amigosdanatureza.org.br/index.php/anap_brasil/article/view/2622/2398. Acesso em: 17 de outubro de 2023.

BRASIL. [Constituição (1988)]. **Constituição da República Federativa do Brasil de 1988**. Brasília, DF: Presidência da República, [2016]. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/Constituicao/Constituicao.htm. Acesso em: 10 dez. 2020.

BRASIL. Lei nº 6.938 de 31 de agosto de 1981 - **Política Nacional do Meio Ambiente**. Disponível em http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/l6938.htm. Acesso em: 15 dez. 2022.

BRASIL. Lei nº 12.651 de 25 de maio de 2012 – **Dispõe sobre a proteção da vegetação nativa**. Disponível em https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2011-2014/2012/lei/l12651.htm. Acesso em 10 dez. 2021.

BRASIL. Lei 14.119 de 13 de janeiro de 2021 – **Política Nacional de Pagamento por Serviços Ambientais**. Disponível em: <https://www.in.gov.br/en/web/dou/-/lei-n-14.119-de-13-de-janeiro-de-2021-298899394>. Acesso em 16 dez. 2022.
COOPERALFA. **Mercado** –Disponível em: <https://www.cooperalfa.com.br/associado-3>. Acesso em 08 mai. 2022.

CHAVES, H. M. L.; BRAGA Jr, B.; Domingues, A. F.; Dos Santos, D. G. **Quantificação dos benefícios e compensações do “Programa do Produtor de Água” (ANA): II. Aplicação da Metodologia**. Agência Nacional de Águas, 2006.

EMATER/RS-ASCAR. **Estimativa da safra de verão 2021/2022**.Disponível em http://www.emater.tche.br/site/arquivos_pdf/safra/safraTabela_08032022.pdf. Acesso em 02 jun. 2022.

ERECHIM. Lei nº 5.100 de 17 de novembro de 2011 – **Cria o Fundo Municipal de Gestão Compartilhada**. Disponível em: <https://uploads.preferechim2.astrusweb.dataware.com.br/uploads/preferechim2.astrusweb.dataware.com.br/uploads/legislations/2985/16a5e66aeacbad4e9ee0ea195138bc03.pdf>. Acesso em 10 jan. 2022.

ERECHIM. Lei nº 7.086 de 31 de maio de 2022. **Autoriza a criação do Programa Municipal de Conservação de Recursos Hídricos e Institui Pagamento por Serviços Ambientais – PSA**. Disponível em: <https://uploads.preferechim2.astrusweb.dataware.com.br/uploads/preferechim2.astrusweb.dataware.com.br/uploads/legislations/6350/c4bbe8747ea2df56c411636ec6b0f1c3.pdf>. Acesso em: 1 jun. 2022.

ERECHIM. **Plano Municipal de Saneamento**, 2015. Disponível em: <https://www.pmerechim.rs.gov.br/pagina/763/plano-de-saneamento-basico>. Acesso em: 10 jan. 2022.

FEPAM. **Base Cartográfica do Estado do Rio Grande do Sul**, escala 1:25.000 – BCRS25.

2018. Disponível em: http://ww2.fepam.rs.gov.br/bcrs25/Documentacao_Tecnica%20_v01_20180810.pdf. Acesso em: 20 mai. 2022.

FITZ, P. R. **Cartografia básica**. São Paulo: Oficina de textos, 2008, 143p.

GUEDES, F. B., & SEEHUSEN, S. E. (Org.). (2011). **Pagamentos por Serviços Ambientais na Mata Atlântica: Lições aprendidas e desafios**. Brasília: Ministério do Meio Ambiente.

HUPFFER, H. M.; WEYERMULLER, A. R.; WACLAWOVSKY, W. G. Uma análise sistêmica do princípio do protetor - receptor na institucionalização de programas de compensação por serviços ambientais. **Ambiente e Sociedade**, v.14, 2011.

IBGE – INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA . **Erechim panorama 2021**. Disponível em: <https://cidades.ibge.gov.br/brasil/rs/erechim/panorama>. Acesso em 11 jun. 2022.

JARDIM, M. H.; BURSZTYN, M. A. Pagamento por serviços ambientais na gestão de recursos hídricos: o caso de Extrema (MG). **Engenharia Sanitária e Ambiental**, N. 3, 353–360, 2015. Disponível em: http://www.scielo.br/scielo.php?frbrVersion=4&script=sci_arttext&pid=S1413-41522015000300353&lng=en&tlng=en. Acesso em: 14 fev. 2022.

KFOURI, A. e FAVERO, F. **Projeto conservador das águas passo a passo: Uma descrição didática sobre o desenvolvimento da primeira experiência de pagamento por serviços ambientais por uma prefeitura municipal no Brasil**. The Nature Conservancy do Brasil, Brasília, 2011, 58p.

LANDEL-MILLS, N.; PORRAS, I. 2002. **Silver buller or fool's gold? A global review of markets for forest environmental services and their impact on the poor**. Instruments for sustainable private sector forestry series. International Institute for Environment and Development, Londres, 2002.

M. M. A. **Lições aprendidas na conservação e recuperação da Mata Atlântica: sistematização de desafios e melhores práticas dos projetos-pilotos de Pagamentos por Serviços Ambientais**. Brasília: Ministério do Meio Ambiente, 2013.

MELO, M. E. Pagamento por Serviços Ambientais (PSA): visão regional dos avanços e limites da experiência brasileira. **REDESG -Revista Direitos Emergentes na Sociedade Global**. v.6, n.1, p. 129 -147, 2017.

MOTTA, R. S. da. **Manual para valoração econômica de recursos ambientais**. Rio de Janeiro: Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada – IPEA; Ministério do Meio Ambiente – MMA; PNUD; CNPq, 1997, 241p.