



APLICAÇÕES DE IMAGENS DE SATÉLITE PARA O MONITORAMENTO DE ÁREA DE PRESERVAÇÃO PERMANENTE: UMA REVISÃO DA LITERATURA

SATELLITE IMAGE APPLICATIONS FOR MONITORING PERMANENT PRESERVATION AREAS: A REVIEW OF THE LITERATURE

Wallysson Miranda SANTOS

Instituto Educacional Santa Catarina – Faculdade Guarai (IESC/FAG)

E-mail: webercruz123@gmail.com

ORCID: <http://orcid.org/0009-0002-8898-638X>

Fernando Gomes LIMA

Instituto Educacional Santa Catarina – Faculdade Guarai (IESC/FAG)

E-mail:fernandogomeslima@outlook.com

ORCID: <http://orcid.org/0009-0002-0265-3788>

Rosangela Aparecida Pereira DE OLIVEIRA

Instituto Educacional Santa Catarina – Faculdade Guarai (IESC/FAG)

E-mail: rosangela.oliveira@iescfag.edu.br

ORCID: <http://orcid.org//0000-0002-0047-7242>

RESUMO

Este estudo aborda o uso de imagens de satélite no monitoramento de Áreas de Preservação Permanente (APPs), considerando a relevância dessas áreas para a conservação ambiental. O problema da pesquisa se concentra em como as imagens de satélite podem ser efetivamente utilizadas no monitoramento de APPs e quais desafios e oportunidades estão associados a essa abordagem. O objetivo geral é fornecer uma revisão abrangente do estado atual do uso de imagens de satélite no monitoramento de APPs, destacando abordagens, desafios e tendências. Para isso, uma metodologia envolve uma revisão bibliográfica multidisciplinar, incluindo ecologia, geoinformática e ciência da terra. Os resultados desenvolveram a evolução tecnológica significativa no sensoriamento remoto, possibilitando imagens de alta resolução espacial e espectral, fundamentais para um monitoramento eficaz das APPs. A integração com Sistemas de Informações Geográficas (SIG) também se mostrou crucial. Conclui-se que o uso de imagens de satélite é fundamental para a conservação das APPs, contribuindo para a mitigação de desastres naturais e a tomada de decisões informadas. Os resultados são relevantes tanto para a ciência quanto para a sociedade, oferecendo oportunidades

para pesquisas futuras, como o aprimoramento da precisão do monitoramento e a investigação de impactos das atividades industriais. Portanto, esta pesquisa fornece uma base sólida para o desenvolvimento contínuo de práticas de gestão e conservação dessas áreas críticas para o meio ambiente e para as futuras gerações.

Palavras-chave: Imagens de Satélite. Áreas de Preservação Permanente (APPs); Monitoramento Ambiental. Sensoriamento Remoto.

ABSTRACT

This study addresses the use of satellite images in monitoring Permanent Preservation Areas (APPs), considering the relevance of these areas for environmental conservation. The research problem focuses on how satellite images can be effectively used in monitoring APPs and what challenges and opportunities are associated with this approach. The overall objective is to provide a comprehensive review of the current state of the use of satellite imagery in monitoring APPs, highlighting approaches, challenges and trends. For this, a methodology involves a multidisciplinary bibliographic review, including ecology, geoinformatics and earth science. The results developed significant technological evolution in remote sensing, enabling high spatial and spectral resolution images, essential for effective monitoring of APPs. Integration with Geographic Information Systems (GIS) also proved to be crucial. It is concluded that the use of satellite images is fundamental for the conservation of APPs, contributing to the mitigation of natural disasters and informed decision-making. The results are relevant to both science and society, offering opportunities for future research, such as improving monitoring accuracy and investigating the impacts of industrial activities. Therefore, this research provides a solid foundation for the continued development of management and conservation practices in these critical areas for the environment and future generations.

Keywords: Satellite Images. Permanent Preservation Areas (APPs). Environmental monitoring; Remote sensing.

INTRODUÇÃO

As Áreas de Preservação Permanente (APP's) estão descritas na Lei Federal nº 12.651/2012 do Código Florestal Brasileiro como regiões que devem ser protegidas, independentemente de estarem cobertas por vegetação ou não. Estas áreas desempenham um papel fundamental no contexto ambiental, pois têm como objetivo principal a preservação dos recursos hídricos, da paisagem, da estabilidade geológica e da biodiversidade. Além disso, também facilitam a troca genética entre a fauna e a flora, protegem o solo e garantem o bem-estar das comunidades humanas, conforme estabelecido pela legislação brasileira em 2012 (BRASIL, 2012).

Diante disso, pode-se dizer que o uso de imagens de satélite tem desempenhado um papel fundamental nas últimas décadas no monitoramento e na gestão de APP's em todo o mundo. A pressão crescente sobre essas áreas devido ao desenvolvimento humano, à agricultura intensiva e à expansão urbana torna o monitoramento contínuo uma necessidade urgente para garantir sua preservação a longo prazo.

Neste contexto, o presente artigo busca realizar uma revisão bibliográfica abrangente sobre o uso de imagens de satélite para o monitoramento de APP's. A análise é conduzida a partir de um ponto de vista multidisciplinar, incorporando perspectivas da ecologia, da geoinformática, da gestão ambiental e da ciência da terra. Considerando os custos envolvidos na demarcação das APP's diretamente no local, devido à necessidade de pessoal capacitado e equipamento especializado, o uso de técnicas de sensoriamento remoto para identificar e monitorar o crescimento das APP's é uma ferramenta altamente eficaz na supervisão dessas áreas. Isso deve ser um fato que proporcione eficiência e economia significativa na execução desse serviço (MACHADO, 2018).

Sobre isso os autores Tagliari e Baptista (2020) enfatizam que o uso do sensoriamento remoto por satélite tem sido destacado como uma ferramenta fundamental para avaliar, gerenciar e gerenciar de forma mais eficaz os impactos nos recursos naturais, incluindo água, solo e florestas. Isso ocorre porque oferece uma capacidade aprimorada de monitoramento e gestão desses recursos, facilitando a compreensão e o acompanhamento das mudanças e impactos.

Nos últimos anos, houve um aumento significativo no interesse e na aplicação de tecnologias de sensoriamento remoto, em conjunto com sistemas de informação geográfica (SIG), para monitorar APP's. Essas tecnologias oferecem uma visão abrangente e em tempo real nessas áreas, permitindo a detecção de mudanças ambientais, a avaliação de riscos e a implementação de estratégias de conservação preventivas.

A justificativa para este estudo baseia-se na necessidade de consolidar o conhecimento existente sobre o tema, identificar lacunas na literatura e fornecer uma base sólida para futuras pesquisas e práticas de gestão. O crescente desenvolvimento de novos sensores de satélite, o acesso mais amplo a dados de sensoriamento remoto e o avanço das técnicas de processamento de imagens oferecem oportunidades sem precedentes para o monitoramento e a conservação de APP's.

O problema de pesquisa que direciona este trabalho é: Como as imagens de satélite podem ser eficazes utilizadas no monitoramento de APP's e quais são os desafios e as oportunidades associadas a essa abordagem?

O objetivo geral deste estudo é fornecer uma revisão abrangente do estado atual do uso de imagens de satélite no monitoramento de APP's, destacando as principais abordagens, desafios e tendências emergentes. Para atingir o objetivo, os seguintes objetivos específicos foram definidos: identificar as tecnologias de sensoriamento remoto mais relevantes para o monitoramento de APP's; analisar as principais aplicações das imagens de satélite na gestão de áreas de preservação permanente; avaliar os desafios técnicos e metodológicos associados ao uso de imagens de satélite para o monitoramento de APPs e explorar as tendências futuras e as oportunidades de pesquisa nesse campo.

Compreender a eficácia das imagens de satélite no monitoramento de APP's é crucial para promover práticas de conservação mais eficazes e informadas, visando a proteção dessas áreas críticas para o equilíbrio ambiental e a qualidade de vida das gerações futuras.

A presente pesquisa consiste em uma revisão da literatura, cujo objetivo é analisar e sintetizar os estudos científicos relacionados ao uso de imagens de satélite para o monitoramento de Áreas de Preservação Permanente (APP's). Portanto, a natureza da pesquisa é eminentemente documental, baseada na análise de artigos

científicos, livros, capítulos de livros, documentos técnicos, relatórios de instituições de pesquisa e sites especializados.

Para a seleção dos materiais de pesquisa, foram utilizadas palavras-chave relevantes para o tema, tais como "imagens de satélite", "monitoramento", "Áreas de Preservação Permanente", "sensoriamento remoto", "conservação ambiental", entre outras. As bases de dados eletrônicas, como Google Acadêmico, Scielo, Google Scholar e as bibliotecas digitais de instituições acadêmicas, foram consultadas para recuperar os materiais relevantes.

O período de abrangência dos materiais considerados compreendeu os últimos 10 anos, ou seja, de 2013 a 2023, garantindo a inclusão de estudos recentes que refletem as tendências e avanços mais atuais na área. Além disso, houve restrições quanto ao idioma dos materiais, onde foram selecionados apenas estudos na língua portuguesa. A revisão bibliográfica foi realizada em várias etapas. Inicialmente, fizemos uma triagem dos materiais com base nos títulos e resumos, excluindo aqueles que não estavam diretamente relacionados ao uso de imagens de satélite para o monitoramento de APP's. Em seguida, os trabalhos selecionados foram lidos na íntegra, permitindo uma análise mais detalhada de seu conteúdo.

Durante a leitura dos trabalhos, foram identificadas as principais abordagens, metodologias, resultados e conclusões de cada estudo. Essas informações foram registradas em um banco de dados para facilitar a análise comparativa e a síntese posterior. Como este trabalho se concentra na revisão de estudos existentes, não envolve coletas de campo ou áreas amostrais específicas. Portanto, não há inserção de mapas ou regiões geográficas neste contexto.

A análise dos dados consiste na síntese e na organização das informações extraídas dos materiais de pesquisa selecionados. Foi realizada uma análise qualitativa para identificar padrões, tendências e lacunas na literatura relacionada ao tema. Os resultados e conclusões dos estudos revisados foram pensados e contextualizados dentro do escopo deste trabalho.

REVISÃO DA LITERATURA

Evolução da Tecnologia de Sensoriamento Remoto

O uso de imagens de satélite para a observação da Terra remonta às primeiras missões de satélites artificiais, como o Landsat 1, lançado em 1972. Desde então, houve uma evolução significativa na tecnologia de sensoriamento remoto, com o desenvolvimento de sensores cada vez mais avançado, capaz de capturar imagens de alta resolução espectral e espacial.

Esses avanços têm sido fundamentais para aprimorar a capacidade de monitoramento das APP's. Vejamos uma definição clássica de sensoriamento remoto “a aquisição de informação sobre um objeto sem que se entre em contato físico com ele” (ELACHI; ZYL, 2006, p.317).

Na atualidade pode-se definir o sensoriamento remoto como sendo a combinação de sensores e dispositivos de comunicação instalados em aeronaves, espaçonaves ou outras plataformas é utilizada para investigar eventos, especificações e processos que acontecem na superfície da Terra. Esse estudo envolve a captura e análise das interações entre a radiação eletromagnética e as diversas substâncias presentes, em suas diversas formas, na superfície terrestre (NOVO, 2010).

Deste modo, um sistema de sensoriamento remoto é composto por quatro componentes básicos conforme ilustra a tabela a seguir:

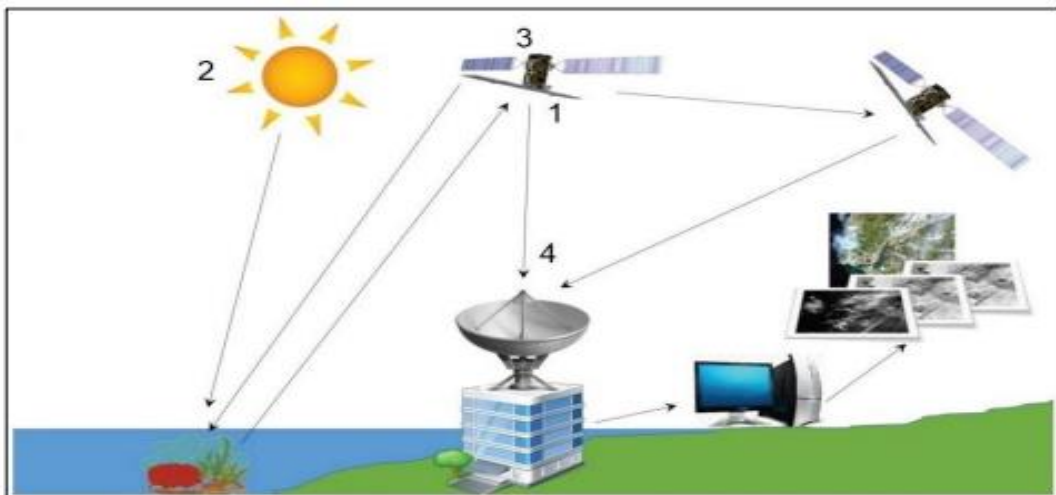
Tabela 1 - Componentes de um Sistema de Sensoriamento Remoto:

COMPONENTES BÁSICOS DE UM SISTEMA DE SENSORIAMENTO REMOTO	
1- Sensores	Seu objetivo principal é documentar a interação de objetos com as diferentes faixas do espectro eletromagnético.
2- Fonte de energia	Irradia uma forma de energia que estabelece uma interação com o objeto alvo, sendo então bloqueada pelo sensor.
3- Plataforma	Uma estrutura responsável pelo transporte do sensor.
4- Centro de coleta de dados	A organização encarregada de reunir e analisar os dados, bem como de distribuí-los a diversos assuntos, como entidades governamentais, instituições de pesquisa e ensino, entre outros.

Fonte: Machado (2018), adaptado.

A figura a seguir, evidencia a estrutura de um sistema de sensoriamento remoto.

Figura 1 - Componentes de um Sistema de Sensoriamento Remoto:



Fonte: adaptação de Lira et al. (2016, p.30).

Assim, pode-se ponderar que esse sistema pode ser comumente usado para o monitoramento de APP's.

Aplicações em Monitoramento Ambiental

A literatura demonstra que o uso de imagens de satélite tem sido amplamente aplicado no monitoramento ambiental de APP's. Essas aplicações incluem a detecção de mudanças na cobertura vegetal, a análise de desmatamento, o mapeamento de áreas de risco ambiental e a avaliação da qualidade da água. Estudos como os de Turner et al. (2015) e Silva et al. (2019) destacam a importância dessas tecnologias no contexto da conservação ambiental.

Além disso, as imagens de satélite desempenham um papel crucial na avaliação de áreas de risco ambiental. Assim, podemos destacar que por meio do monitoramento contínuo dessas áreas por meio de imagens de satélite pode auxiliar na previsão e mitigação de desastres naturais, como enchentes, penetração de terra e incêndios florestais. A capacidade de capturar informações em tempo quase real torna essas tecnologias inovadoras para a tomada de decisões em situações de emergência.

As imagens de satélite também são cruciais na detecção e monitoramento ambiental, de acordo com os resultados do estudo de Gregório e Ferreira (2018), é possível constatar que a utilização do sensoriamento remoto desempenha um papel crucial na criação de dados e no apoio às análises ambientais.

Além de que, o uso de imagens de satélite desempenha um papel crucial na avaliação dos impactos ambientais gerados por empreendimentos industriais de grande porte. Essas imagens permitem acompanhar a extensão da área afetada pelo projeto e evitar possíveis danos ao meio ambiente. Essa abordagem é essencial para garantir que atividades como mineração e outras operações industriais sejam devidamente regulamentadas, preservando ecossistemas delicados e promovendo a sustentabilidade futura do nosso planeta.

Sistemas de Informações Geográficas (SIG)

Conforme a definição de Chrisman (1997), um Sistema de Informações Geográficas (SIG) é um sistema amplo que abrange componentes como computadores, programas, dados, indivíduos, organizações e instituições. Seu objetivo fundamental é reunir, armazenar, examinar e compartilhar informações relacionadas a diferentes regiões da Terra. Essa abordagem busca englobar todos os elementos e atores envolvidos no contexto de um SIG, acompanhando sua abrangência e interconexão.

De acordo com Machado (2018) esse sistema é caracterizado por sua capacidade diversificada, que permite a realização de diversas ações, incluindo: aquisição, edição, armazenamento e gestão de dados geoespaciais de forma geral; análise de dados, que pode variar de consultas simples à criação de modelos complexos, permitindo a busca por informações específicas e uma visão geral dos componentes temáticos; geração de resultados, tais como mapas, gráficos, índices e outros produtos que sintetizam as informações obtidas a partir da análise dos dados espaciais.

Assim, eles desempenham um papel central nas aplicações de monitoramento ambiental baseado em imagens de satélite. Estes sistemas são ferramentas poderosas que integram dados geoespaciais, incluindo imagens de satélite, informações cartográficas e atributos geográficos, para análise e tomada de decisões em um contexto espacial. Neste tópico, exploraremos como o SIG significativamente para a eficácia do monitoramento ambiental, permitindo a visualização, análise e interpretação de dados de forma georreferenciada.

Uma das principais vantagens do SIG é a sua capacidade de unir informações de diferentes fontes em um único ambiente, permitindo a sobreposição e análise conjunta

de dados. Isso é particularmente útil no contexto de monitoramento de APPs, onde informações de sensoriamento remoto, como imagens de satélite, podem ser combinadas com dados geográficos detalhados, como limites de áreas protegidas, cursos de água e infraestrutura humana. Isso possibilita uma compreensão mais completa das mudanças ambientais e dos fatores que influenciam.

Além disso, o SIG oferece uma variedade de ferramentas de processamento e análise espacial que permitem a detecção de mudanças, a identificação de tendências e a modelagem de padrões espaciais. Essas capacidades são particularmente relevantes no monitoramento de desmatamento, expansão urbana e avaliação de riscos ambientais, onde a análise espacial é essencial para tomar decisões informadas.

A integração do SIG com imagens de satélite também desempenha um papel fundamental na comunicação de informações para o público e para as autoridades responsáveis. A visualização de dados georreferenciados em mapas interativos facilita a compreensão e a divulgação de resultados de monitoramento ambiental. Além disso, o SIG permite a criação de modelos e simulações que auxiliam na avaliação de planos futuros e na elaboração de estratégias de conservação.

Existem diversas opções de software disponíveis para a manipulação e análise de dados espaciais, atendendo às necessidades de diferentes tipos de usuários e projetos. Alguns dos softwares mais utilizados incluem o ArcGIS, desenvolvido pela Esri, que é uma referência na indústria da SIG, oferecendo uma ampla gama de ferramentas para análise espacial. O QGIS, uma alternativa de código aberto, é uma escolha popular devido às suas atrações e comunidade de desenvolvedores ativos. Além disso, o GRASS GIS é uma plataforma de código aberto especializada em análise geoespacial avançada. Para aplicações de sensoriamento remoto, o ENVI e o Erdas Imagine são conhecidos por suas capacidades de processamento de imagens. Também vale mencionar o GeoServer e o MapServer, que são usados para publicar dados geoespaciais na web.

Áreas de Preservação Permanente (APPs) e Classificação de Faixas de Acordo com o Código Florestal

A definição e a classificação das Áreas de Preservação Permanente (APPs) são aspectos cruciais no contexto do monitoramento ambiental e da gestão sustentável.

Segundo o Código Florestal Brasileiro (Lei nº 12.651/2012), as APPs são áreas de vegetação protegidas, situadas ao longo de cursos d'água, nascentes, topos de morros, encostas íngremes, restingas, manguezais, entre outros, que desempenham funções ecológicas fundamentais na manutenção da biodiversidade e na proteção de recursos hídricos.

A classificação das faixas de APPs é uma tarefa crucial para sua preservação. A legislação brasileira estabelece critérios específicos para determinar a amplitude das faixas de acordo com o tamanho dos cursos d'água e as características locais. Conforme Câmara et al. (2001), as faixas de APPs são específicas em diferentes categorias, sendo que as faixas marginais, por exemplo, podem variar de acordo com a largura do curso d'água, conforme especificado no Código Florestal.

O Código Florestal Brasileiro, Lei nº 12.651 de 25 de maio de 2012, estabelece normas gerais para a proteção da vegetação nativa, áreas de Preservação Permanente (APP), e áreas de Reserva Legal, bem como regulamenta diversas questões relacionadas ao uso sustentável dos recursos naturais. As faixas de preservação permanente são áreas que devem ser protegidas em virtude de sua importância para o equilíbrio ambiental e a manutenção dos recursos hídricos. De acordo com o Código Florestal, essas faixas são classificadas em diferentes larguras de acordo com as características do ambiente, conforme nos mostra a tabela 2 a seguir.

Tabela 2 - Classificação das faixas de uma APP de acordo com o Código Florestal

Faixas Marginais de Cursos d'Água:	O código estabelece larguras mínimas para as faixas marginais de qualquer curso d'água natural, que variam de acordo com a largura do curso d'água. Por exemplo, cursos d'água com menos de 10 metros de largura desativam uma faixa mínima de 30 metros, enquanto cursos d'água com largura superior a 600 metros requerem uma faixa mínima de 500 metros.
Áreas no Entorno de Lagos e Lagoas Naturais:	Para lagos e lagoas naturais, o código estabelece faixas mínimas de proteção, que variam dependendo da área rural ou urbana. Por exemplo, nas zonas rurais, a faixa mínima é de 100 metros, mas para corpos d'água com até 20 hectares de superfície, a faixa pode ser reduzida para 50 metros. Nas zonas urbanas, a faixa mínima é de 30 metros.
Áreas no Entorno de Reservatórios de Água Artificiais:	A largura das faixas de proteção ao redor de reservatórios artificiais é definida na licença ambiental do empreendimento, observando-se limites mínimos e máximos especificados no código.

Encostas e Áreas com Declividade Elevada:	Encostas com declividade superior a 45° são consideradas áreas de preservação permanente.
Restingas e Manguezais:	O código estabelece proteção permanente para restingas e manguezais.
Bordas de Tabuleiros ou Chapadas:	Essas áreas também possuem faixas de proteção condicionais, com uma largura mínima de 100 metros.
Topo de Morros e Montanhas:	O código estabelece restrições para o uso do topo de morros, montes, montanhas e serras, dependendo de sua altura e correção.
Áreas em Altitude Superior a 1.800 Metros:	Qualquer área em altitude superior a 1.800 metros é considerada de preservação permanente.
Acumulações de Água com Menos de 1 Hectare:	Em acumulações naturais ou artificiais de água com menos de 1 hectare de superfície, uma reserva de faixas de proteção pode ser dispensada, desde que não haja nova supressão de vegetação nativa.

Fonte: Adaptado de (BRASIL, 2012).

Essas faixas de proteção têm como objetivo preservar os recursos naturais, garantir a qualidade ambiental e a manutenção dos ecossistemas, bem como mitigar riscos relacionados a enchentes, penetração da terra e erosão do solo. Eles também visam proteger a biodiversidade e áreas de valor científico, cultural ou histórico, além de promover o uso sustentável dos recursos naturais em conformidade com os princípios do desenvolvimento sustentável estabelecidos no Código Florestal. Portanto, o cumprimento dessas faixas é fundamental para a conservação do meio ambiente no Brasil.

A relação entre a largura dos rios e a largura da faixa de APP é um elemento crítico na demarcação dessas áreas. A legislação estabelece que, em alguns casos, a largura da faixa de vegetação a ser preservada pode variar em função da largura do rio. Essa relação varia conforme as especificações legais e pode afetar diretamente a extensão da área de proteção, conforme especificado por Pereira et al. (2017).

Portanto, compreender a classificação das faixas de APPs de acordo com o Código Florestal e a relação entre a largura dos rios e a largura da faixa de proteção é fundamental para o monitoramento adequado dessas áreas e para garantir a sua preservação, contribuindo para a conservação dos recursos hídricos e da biodiversidade.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

O presente artigo realizou uma revisão abrangente da literatura sobre o uso de imagens de satélite no monitoramento de Áreas de Preservação Permanente (APPs),

destacando sua importância e aplicabilidade em diversas áreas da gestão ambiental. Ao longo desta revisão, foram abordados diversos tópicos relevantes que demonstram o papel fundamental das imagens de satélite nesse contexto.

As APPs desempenham um papel crucial na preservação dos recursos hídricos, da biodiversidade e da estabilidade geológica, conforme previsto na legislação brasileira. No entanto, o aumento da pressão devido ao desenvolvimento humano, à agricultura intensiva e à expansão urbana torna o monitoramento contínuo dessas áreas uma necessidade urgente para garantir sua preservação a longo prazo.

Assim, as imagens de satélite desempenharam um papel fundamental nas últimas décadas no monitoramento e na gestão de APPs em todo o mundo. Essas imagens oferecem uma visão abrangente e em tempo real dessas áreas, permitindo a detecção de mudanças ambientais, a avaliação de riscos e a implementação de estratégias de conservação preventivas. Além disso, o uso de imagens de satélite oferece eficiência e economia significativa em comparação com a demarcação das APPs diretamente no local.

A revisão também destacou a evolução da tecnologia de sensoriamento remoto ao longo dos anos, com o desenvolvimento de sensores cada vez mais avançados, capazes de capturar imagens de alta resolução espectral e espacial. Essa evolução tem sido fundamental para aprimorar a capacidade de monitoramento das APPs.

A integração de Sistemas de Informações Geográficas (SIG) com imagens de satélite desempenha um papel central nas aplicações de monitoramento ambiental. Os SIG permitem a análise e interpretação de dados de forma georreferenciada, facilitando a sobreposição e análise conjunta de dados de sensoriamento remoto e informações geográficas planejadas. Essa integração é essencial para uma compreensão completa das mudanças ambientais e dos fatores que as influenciam.

Outro aspecto importante abordado foi a classificação das faixas de APPs de acordo com o Código Florestal Brasileiro. Compreender a relação entre a largura dos rios e a largura da faixa de proteção é fundamental para o monitoramento adequado dessas áreas e para garantir sua preservação, contribuindo para a conservação dos recursos hídricos e da biodiversidade.

Em relação à relevância dos achados desta pesquisa, podemos afirmar que são importantes tanto para a ciência quanto para a sociedade. A utilização de imagens de

satélite e tecnologias de sensoriamento remoto no monitoramento de APPs contribui diretamente para a conservação do meio ambiente, para a mitigação de desastres naturais, como enchentes e incêndios florestais, e para a tomada de decisões informadas em projetos de grande porte. Além disso, essas ferramentas oferecem eficiência e economia de recursos em comparação com abordagens tradicionais de demarcação no local.

Quanto aos novos rumores das pesquisas futuras, sugere-se que sejam exploradas ainda mais as possibilidades oferecidas pela constante evolução da tecnologia de sensoriamento remoto e pela disponibilidade crescente de dados. Pesquisas adicionais podem se concentrar em aprimorar a precisão do monitoramento, desenvolver modelos preditivos para mudanças ambientais, avaliar o impacto das atividades industriais e investigar como as mudanças climáticas podem afetar as APPs.

REFERÊNCIAS

- BRASIL. **Lei Federal nº 12.651**: Novo Código Florestal. Brasília: [s.n.], 2012.
- CAMARA, G., SOUZA JR, C., FREITAS, UM, GARRIDO, J. (2001). **SPRING**: Integração de sensoriamento remoto e GIS por meio de modelagem de dados orientada a objetos. *Computadores e Gráficos*, 25(3), 395-403.
- CHRISMAN, N. **Exploring Geographic Information Systems**. New York: Jhon Wiley & Sons, 1997.
- ELACHI, C.; ZYL, J. V. *Introduction to the Physics and Techniques of Remote Sensing*. 2ª ed. New Jersey: John Wiley & Sons, 2006.
- GREGÓRIO, Leandro da Silva; FERREIRA, Marcos Roberto Farias. **Aplicações de monitoramento ambiental por meio de novos sensores de alta resolução**. *Revista Técnica de Biodiversidade e Qualidade Ambiental*, 2018. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/329589240_Aplicacoes_de_monitoramento_ambiental_por_meio_de_novos_sensores_de_alta_resolucao/link/5c112f2d92851c39ebe7de78/download . Acesso em: 07 de setembro de 2023.
- LIRA, C. et al. **Sistemas de Informação Geográfica: Análise de Dados de Satélite**. Lisboa, 2016.
- MACHADO, Anderson Patric Ávila. **Uso de imagens do satélite Sentinel-2 para delimitação de APPs**: estudo de caso município de Feliz-RS. 2018. 57 p. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação) - Universidade Federal do Pampa, Engenharia Agrícola, 2018. Orientação: Adriana Gindri Salbego. Disponível em:
- Wallysson Miranda SANTOS; Fernando Gomes LIMA; Rosangela Aparecida Pereira DE OLIVEIRA. **APLICAÇÕES DE IMAGENS DE SATÉLITE PARA O MONITORAMENTO DE ÁREA DE PRESERVAÇÃO PERMANENTE: UMA REVISÃO DA LITERATURA**. *JNT Facit Business and Technology Journal*. QUALIS B1. 2023. FLUXO CONTÍNUO - MÊS DE OUTUBRO. Ed. 46. VOL. 03. Págs. 680-693. ISSN: 2526-4281 <http://revistas.faculdefacit.edu.br>. E-mail: jnt@faculdefacit.edu.br.

<https://dspace.unipampa.edu.br/bitstream/riu/3720/1/Anderson%20Patric%20%20C3%81vila%20Machado%20-%20202018.pdf>. Acesso em 06 de setembro de 2023.

NOVO, E. M. L. D. M. **Sensoriamento remoto: princípios e aplicações**. 4ª. ed. São Paulo: Blucher, 2010.

PEREIRA, JC, MACHADO, AG, NUNES, WJR, SÁ, IB, & FIGUEIREDO, RO (2017). **Faixas Marginais de Áreas de Preservação Permanente (APP) ao Longo de Cursos d'Água no Estado do Ceará**. Revista de Geografia, 34(2), 75-97.

SILVA, CA, RUDORFF, BFT E MELLO, CR (2019). **Aplicações de sensoriamento remoto para conservação de manguezais: uma revisão**. Ciência Estuarina, Costeira e de Plataforma, 226, 106273.

TAGLIARI, Paula Durante; BAPTISTA, Gustavo Macedo de Mello. Monitoramento de áreas de preservação permanente (APP) interceptadas pela ferrovia norte-sul em um trecho do estado de Goiás/Brasil por meio de dados de sensoriamento remoto. **Revista Brasileira de Geomática**, Curitiba, v. 3, pág. 181-201, jul./set. 2020. Disponível em: <https://revistas.utfpr.edu.br/rbgeo/article/viewFile/9345/7714> . Acesso em: 06 de setembro de 2023.

TURNER, W., RONDININI, C., PETTORELLI, N., MORA, B., LEIDNER, AK, SZANTOI, Z., ... & BURGESS, ND (2015). **Dados de satélite gratuitos e de acesso aberto são fundamentais para a conservação da biodiversidade**. Conservação Biológica, 173, 173-176.