

Aplicações do sensoriamento remoto nos meios civil e militar

Applications of remote sensing environments in civil and military

RESUMO

Em virtude da evolução tecnológica e a crescente utilização de técnicas de sensoriamento remoto em ambientes civis e militares, o presente artigo busca ressaltar a importância dessa ferramenta na análise e monitoramento da qualidade da água. Foi realizada revisão de literatura a fim de levantar dados que utilizaram o sensoriamento remoto como ferramenta para mensurar o impacto ambiental dos efluentes domésticos em rios e lagos, bem como destacar os trabalhos realizados a partir da metodologia de aerolevanteamento por radar de abertura sintética (SAR) com uso das bandas X e P. Desta forma, é possível afirmar que o uso de imagens orbitais, terrestres e suborbitais representam uma ferramenta de suma importância na realização de estudos de impacto ambientais devido à qualidade dos dados gerados, assim como servem de base para o monitoramento e controle de efluentes domésticos em massas d'água.

Palavras-chave: Sensoriamento remoto, Impacto ambiental, Qualidade da água, Amazônia, Mapeamento Topográfico.

Anderson Henrique Magalhães de Souza

Exército Brasileiro, Rio de Janeiro, RJ, Brasil.
Email: anderson0689@gmail.com

Luiz Daniel Vilanova do Nascimento

Exército Brasileiro, Rio de Janeiro, RJ, Brasil.
Email: luizdanielvilanova@gmail.com

Paulo Henrique Pires

Exército Brasileiro, Rio de Janeiro, RJ, Brasil.
Email: paulosports90@hotmail.com

Patrick Oliveira Machado Alegranzi

Exército Brasileiro, Rio de Janeiro, RJ, Brasil.
Email: p_alegranzi@hotmail.com

Thiago Oliveira Silva

Exército Brasileiro, Rio de Janeiro, RJ, Brasil.
Email: thiago.oliveira_silva@hotmail.com

ABSTRACT

Due to technological evolution and the increasing use of remote sensing techniques in civil and military environments, this article seeks to emphasize the importance of this tool in the analysis and monitoring of water quality. A literature review was performed out in order to collect data that used remote sensing as a tool to measure the environmental impact of domestic effluents in rivers and lakes, as well as to highlight the work carried out based on the methodology of aerial survey by synthetic aperture radar (SAR) using the X and P bands. In this way, it is possible to state that the use of orbital, terrestrial and suborbital images represent a very important tool in carrying out environmental impact studies due to the quality of the data generated, as well as serving as a basis for the monitoring and control of domestic effluents in water bodies.

Keywords: Remote sensing, Environmental impact, Water quality, Amazon, Topographic mapping.



1 Introdução

O sensoriamento remoto, bem como suas aplicações, tem sido foco de muitos estudos, tanto em âmbito civil quanto em âmbito militar devido à sua significativa contribuição para trabalhos de mapeamento e monitoramento de recursos naturais. Uma vez que a crescente industrialização e consequente expansão de centros urbanos acarretam ações antrópicas que resultam no despejo irregular de efluentes industriais, sobretudo o de esgoto doméstico sem tratamento em rios e lagos de todo o globo terrestre.

Lazzaretti (2012) e Oliveira (2018) afirmam que em todo o planeta, cerca de 2,4 bilhões de pessoas despejam esgotos produzidos a céu aberto, ou seja, sem nenhum tipo de tratamento e o principal motivo para que isso ocorra é simplesmente a falta de um serviço adequado de coleta. Em relação ao Brasil, o percentual de coleta de resíduos e tratamento ainda é inadequado. Somando-se a isso, a ausência de saneamento básico em algumas localidades e a consequente destinação incorreta torna o problema ainda maior.

Para que a situação não se agrave, é notória a necessidade do monitoramento da qualidade da água de abastecimento desde as grandes cidades até as comunidades mais remotas, assim como das massas d'águas integrantes dos mais diversos ecossistemas do planeta.

Para Lazzaretti (2012) e Oliveira (2018), uma forma de se examinar a qualidade da água de maneira eficaz e que garante economia nos gastos em relação aos custos de um levantamento de campo é a partir da análise de sua coloração, uma vez que a poluição ocorre tanto em águas superficiais quanto em subterrâneas. Com o auxílio das ferramentas disponíveis do sensoriamento remoto realizar uma é possível realizar análise espectral a partir de imagens orbitais, com aplicações sobre os impactos ambientais, considerando a relação da qualidade da água com sua coloração.

Considerando a aplicação do sensoriamento remoto para fins militares, destaca-se o mapeamento topográfico, a fotogrametria tradicional e a nova metodologia de mapeamento que utilize o radar de abertura sintética (SAR) com as bandas X e P.

Tendo em vista uma melhor compreensão do uso desta nova tecnologia, analisaremos o Projeto Radiografia da Amazônia, com ênfase no uso da tecnologia de radar aerotransportado. Para alcançar o fim aqui proposto foi utilizado como recurso metodológico, a pesquisa bibliográfica de artigos científicos, revistas e manuais divulgados em mídias digitais.



2 Desenvolvimento

Dentro do campo do conhecimento tecnológico, o sensoriamento remoto se destaca como uma das ferramentas de grande valia em pesquisas técnico-científicas. O avanço da tecnologia acerca de sensoriamento remoto garante o maior controle em relação a tudo que se encontra na superfície terrestre e pode ser considerado um grande benefício, dentre os quais podemos destacar: o controle de recursos naturais, ambientes de preservação ambiental, registro populacional, mapeamento topográfico, entre outros. Apesar disso, existem malefícios inerentes ao crescimento, como conflitos relacionados à espionagem, antecipação militar errônea e invasão de privacidade (Oliveira, 2018).

Trata-se de uma técnica para obtenção de informações sobre objetos através de dados coletados por instrumentos que não estejam em contato físico com os objetos investigados. Por não haver contato físico, a forma de transmissão dos dados (do objeto para o sensor) só pode ser realizada pela Radiação Eletromagnética, por ser esta a única forma de energia capaz de se propagar pelo vácuo (AVERY; BERLIN, 1992; MENESES, 2001).

Novo (1995) define o sensoriamento remoto como:

"A utilização conjunta de diversos sensores, equipamentos para processamento de dados, equipamentos de transmissão de dados, aeronaves, espaçonaves, etc., com o objetivo de estudar o ambiente terrestre através do registro e da análise das interações entre a radiação eletromagnética e as substâncias, componentes do planeta Terra em suas mais diversas manifestações"(NOVO, 1995).

De acordo com Jenssen (2009) e Oliveira (2018) o sentido do termo “sensoriamento remoto” remete ao processo de coleta de dados a distância do local ao qual se faz o estudo em que há uma aquisição de imagens digitais. Os graus de coleta de dados espectrais dos alvos da superfície térrea são adquiridos a partir de três tipos de graus: terrestres, orbitais e suborbitais.

Um dos métodos mais utilizados atualmente é o processo feito através de satélites em órbita terrestre. O sensoriamento remoto orbital caracteriza-se como uma técnica de grande comodidade, uma vez que permite, em limitado espaço de tempo, a consumação de grande porção de informações obtidas de qualquer ponto do globo terrestre de forma relativamente rápida e eficaz. As técnicas de processamento digital contribuem para aumentar a qualidade das imagens orbitais, ampliando sua perspectiva de interpretação (MACHADO, 2002). Em nível orbital, são instalados sensores em balões, em satélites não tripulados ou tripulados (neste caso para pesquisas mais específicas);



Todavia o conceito engloba também outros métodos de captação, também chamados de suborbital, onde são usadas aeronaves como palco da coleta de dados. Recentemente com o avanço tecnológico, drones também são utilizados para tais funções e com precisões incríveis, entretanto, suas limitações estão principalmente ligadas à autonomia de seu funcionamento. No nível térreo, os sensores são capazes de ser instalados em mastros de barcos, em torres dentro dos laboratórios ou fixados em boias. A escolha do sensor a ser empregado para coleta de informações espectrais vai sujeitar-se de alguns elementos como: metas do estudo, aplicação do setor imageado, formalização de equipamentos sensores do esforço e da definição dos resultados a serem obtidos.

Vale ressaltar que o uso do sensoriamento remoto tem sido de grande contribuição no auxílio à preservação e controle ambiental. Técnicas de sensoriamento remoto, SIG (Sistema de Informações Geográficas) e processamento digital de imagens são essenciais para o processamento de dados espaciais sendo fundamentais para a análise, monitoramento e planejamento de unidades de conservação (LACHOWSKI et al., 1994; OLIVER, 1992).

Desde o lançamento do primeiro satélite de recursos terrestres, o LANDSAT em Junho de 1972, grandes progressos e inúmeras pesquisas foram feitas na área de meio ambiente e levantamento de recursos naturais. Após o advento desses satélites os estudos ambientais deram um salto enorme em termos de qualidade, agilidade e número de informações. Principalmente os países em desenvolvimento foram os grandes beneficiados desta tecnologia (SAUSEN, 2009).

Ainda, conforme preconiza Sausen (2009), os dados gerados pelo uso do sensoriamento remoto têm-se mostrado de grande utilidade para levantamentos de recursos naturais, pelos seguintes motivos:

- Visão sinótica e resolução temporal: permite a coleta de informações em diferentes épocas do ano e em anos distintos, o que facilita os estudos dinâmicos da região;
- Resolução espectral: permite a obtenção de informações sobre um alvo na natureza em distintas regiões do espectro, acrescentando assim uma infinidade de informações sobre o estado dele;
- Resolução espacial: possibilita a obtenção de informações em diferentes escalas, desde as regionais até locais, abrangendo um até quarteirão até escalas continentais.



2.1 Aplicações do Sensoriamento Remoto no Meio Civil

Segundo Liedtke et al (1995), as técnicas de sensoriamento remoto multiespectral têm sido utilizadas para identificar ou medir numerosos parâmetros da qualidade da água. O sensor TM (Thematic Mapper) do satélite Landsat, é um dos exemplos que pode prover uma opção viável em estudos da qualidade da água, porque apresenta três canais discretos sem superposição dentro do espectro visível.

Essas aplicações supracitadas foram observadas por Galo et al (2002), onde as imagens orbitais de períodos distintos foram utilizadas para monitorar a dispersão de plantas aquáticas nos reservatórios do Complexo do Tietê. Apesar da definição das bandas espectrais dos sistemas de sensores utilizados não serem especificamente adequadas para registrar variações na resposta espectral da água, o procedimento adotado mostrou-se eficaz para definir espacialmente os pontos de amostragem para coleta de água ao longo dos reservatórios e para caracterizar a ocorrência de plantas emersas e as regiões de água com cor diferente.

Dias et al (2005), por sua vez, desenvolveram um projeto que utiliza técnicas de sensoriamento remoto terrestre e suborbitais na qual visa criar modelos que permitam correlacionar padrões de comportamento espectral de dados hiperespectrais coletados na represa de Paraibuna-SP, com parâmetros e variáveis limnológicas. Com o avanço das pesquisas, os autores afirmam ser possível a obtenção de espectros consistentes com as características espectrais dos compostos aquáticos óticamente ativos, além do estabelecimento de correlações entre valores espectrais obtidos remotamente e variáveis limnológicas medidas diretamente. Conseqüentemente seria viável a geração de um sistema de monitoramento através da aplicação dos modelos gerados a partir da obtenção de dados hiperespectrais, que por sua vez seria extremamente útil para a análise da qualidade da água em regiões atingidas pelo despejo de esgoto.

Gelain (2018) utilizou-se de imagens de satélite Landsat 5 e Landsat 7 no período entre 1993-2013 para analisar a variação da carga sedimentar nas lagoas do estuário de Tramandaí e compará-las com dados de coletas limnológicas. Os resultados obtidos mostraram que a diferença de sedimentos e turbidez da água não se devem por ações antrópicas ou o aumento populacional, e sim por causas naturais, uma vez que foi encontrada uma correlação entre a variação de sedimentos de maneira sazonal (período chuvoso e período seco) de acordo com o regime hídrico da região do município em questão.



2.2 Aplicações do Sensoriamento Remoto em Ambientes Militares

Para superar as dificuldades relacionadas aos elementos naturais, como clima, nuvens e vegetação densa emprega-se o Radar de Abertura Sintética (SAR), que apresenta as seguintes vantagens em relação aos sensores ópticos: independência do sol como fonte de iluminação dos alvos, capacidade de imageamento sob condições atmosféricas desfavoráveis e a obtenção da topografia do terreno.

De acordo com o Geoportal do Exército Brasileiro, é fundamental para o emprego dos radares no mapeamento topográfico que esses sensores estejam integrados a sistemas de geoposicionamento e de navegação inercial os quais possibilitem a aquisição dos dados, ainda na fase do aerolevanteamento por radar, com acurácia tal que garanta a exatidão posicional no terreno, com a determinação de reduzida quantidade de pontos de controle diretamente no terreno.

O mesmo autor ressalta que o grande interesse apresentado por diversas instituições federais em prol do mapeamento da Amazônia foi decisivo para a celebração, no ano de 2008, de um Acordo de Cooperação Técnica para consecução do “Projeto Cartografia da Amazônia” (CENSIPAM, 2008), com os seguintes partícipes: o Centro Gestor e Operacional do Sistema de Proteção da Amazônia (CENSIPAM), a Diretoria de Serviço Geográfico (DSG), a Força Aérea Brasileira (FAB), a Diretoria de Hidrografia e Navegação da Marinha do Brasil (DHN) e o Serviço Geológico Brasileiro (CPRM). O aludido projeto compõe-se de 3 (três) subprojetos: Cartografia Terrestre, também conhecido por “Projeto Radiografia da Amazônia”, a ser executada pela DSG, com apoio da FAB; Cartografia Geológica, a ser executada pela CPRM; e Cartografia Náutica, a ser executada pela DHN.

O Projeto Radiografia da Amazônia teve por objetivo a elaboração de cartas topográficas, arquivos digitais de estratificação vegetal, ortoimagens SAR, MDS e MDT nas escalas de 1:100.000 e de 1:50.000 da região conhecida como vazão cartográfico da Amazônia Legal.

O projeto foi possível usando a tecnologia de radar aerotransportado que possibilita a obtenção de duas bandas: a banda X, que obtém informações da superfície, e a banda P, que obtém as informações do solo.

O mapeamento plani-altimétrico teve início com os vôos executados pela empresa Orbisat com apoio da Força Aérea Brasileira (FAB). A Diretoria de Serviço Geográfico do Exército (DSG) encarregou-se do apoio de campo e do processamento dos dados coletados



após os voos, a DSG também foi responsável pela confecção das cartas topográficas do projeto.

A integração das tecnologias de sensores SAR aerotransportados, nas bandas X e P, de navegação inercial e de geoposicionamento, tornaram viável o mapeamento topográfico da Amazônia. A opção pelo uso de sensores radar aerotransportado, em detrimento aos sensores radar orbital, para geração de produtos cartográficos na Amazônia, é motivada pelos seguintes aspectos: dificuldades técnicas, não há plataforma orbital com sensor radar na banda P e as plataformas dos sensores radar orbitais, que hoje se encontram operacionais, não dispõem de um acurado sistema de geoposicionamento dos dados adquiridos, necessitando de uma grande quantidade de pontos de apoio no terreno. A consequência dessas limitações tecnológicas é que, os radares orbitais não mapeiam no nível do solo e o custo final, considerando as imagens e o trabalho de campo, é maior, quando comparado aos radares aerotransportados.

Além do desenvolvimento regional, o projeto permitiu a geração de informações estratégicas para monitoramento regional e segurança nacional, com especial ênfase nas áreas de fronteira.

Foram produzidas cartas topográfica na escala 1:50.000 e 1:100.000, além de uma gama de informações digitalizadas que servirão de apoio a projetos de engenharia e também no controle e combate dos desmatamentos na floresta amazônica.

3 Conclusão

O uso de imagens orbitais, terrestres e suborbitais, representam uma ferramenta de suma importância na realização de estudos de impacto ambientais. A aquisição sistemática de dados dessa natureza permite o mapeamento eficaz da área proposta e a possibilidade de um contínuo monitoramento, além de ser uma ferramenta essencial para o planejamento de unidades de controle de efluentes domésticos em massas d'água.

Já em âmbito militar, destaca-se a utilização do Radar de Abertura Sintética como ferramenta de fundamental importância em regiões como a Amazônica, devido a diversos fatores naturais como: longas distâncias, estradas e rodovias inviáveis, o meio fluvial por vezes limitado, a densidade da floresta, a grande presença de nuvens e o longo período chuvoso.

A combinação das tecnologias de geoposicionamento e navegação com a de sensores radar nas bandas X e P possibilitou a aquisição de imagens SAR com a exatidão posicional



compatível com as escalas de 1:50.000 e 1:100.000, sem a necessidade de levantamento de grande quantidade de pontos de apoio, possibilitando a geração de produtos cartográficos essenciais ao monitoramento de fronteiras e a soberania nacional.



Referências

EVERY, T. E.; BERLIN, G. L. **Fundamentals of remote sensing and airphotointerpretation**. 5. ed. New Jersey: Prentice Hall, 1992. BioMania. Poluição das águas. Disponível em: <<http://www.biomania.com.br/bio/?pg=artigo&cod=3768>>. Acesso em abril de 2023

DIAS, N.W.; BATISTA, G.T.; TARGA, M.S.; NOVO, E.M.L.M.; BARBOSA, C.C. **Sensoriamento Remoto para a Caracterização do Aporte de Sedimentos e Compostos Orgânicos da Represa de Paraibuna**, São Paulo. Ciências Agrárias (Ciências Espaciais): 118. Repositório Eletrônico (<http://www.agro.unitau.br/dspace>). 2005

GALO, M.L.B.T., VELINI, E.D., TRINDADE, M.L.B. e SANTOS, S.C.A. **Uso do sensoriamento remoto orbital no monitoramento da dispersão de macrófitas nos reservatórios do complexo Tietê**. Planta Daninha, Viçosa-MG, v.20, p.7-20, 2002. Edição Especial.

GELAIN, B.P. **Análise sazonal de sedimentos nas lagoas do estuário de Tramandaí – Tramandaí – RS**. Trabalho de conclusão de curso (Graduação) Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Instituto de Geociências, Bacharelado em Geografia, Porto Alegre, BR-RS, 2018

LACHOWSKI, H. M., WIRTH P., MAUS, P. AVERS P. 1994. **Remote Sensing and GIS: their role in ecosystem management**. Journal of Forestry 92(8): 39-40

LIEDTKE, J; ROBERTS, A.; LUTERNAUER, J. **Practical remote sensing of suspended sediment concentration**. In: Photogrammetric Engineering & Remote Sensing. Vol. 61. n. 2. Fevereiro, 1995.

MACHADO, W. **Sistema de manejo e conservação dos solos: análise de imagens orbitais para detecção de áreas com plantio direto**. Paraná: UEL, 2002.

NOVO, M. L. de M. **Sensoriamento Remoto. Princípios e Aplicações**. Editora Edgard Blucher Ltda. APDR. 2. ed. São José dos Campos, 1995.

OLIVEIRA, V.L. **Aplicação de geotecnologias para seleção de áreas urbanas destinadas a implantação de estações de tratamento de esgoto descentralizadas em Mossoró**. Monografia (graduação) - Universidade Federal Rural do Semi-árido, Curso de Engenharia Civil, 2018.

PROJETOS. Disponível em: <http://www.geoportal.eb.mil.br/portal/projetos>. Acesso em: 01 de abril de 2023.

SAUSEN, T. M. **Apostila Inpe: Sensoriamento Remoto e suas Aplicações para Recursos Naturais**. São Paulo: São José dos Campos, 2009. 10p.