

**FAMIG – FACULDADE MINAS GERAIS  
JOSEMAR RODRIGO LAUDEMAR DA CUNHA**

**SENSORIAMENTO REMOTO APLICADO À ENGENHARIA E CARTOGRAFIA:  
DESAFIOS E POSSIBILIDADES**

**Belo Horizonte  
2023**

**JOSEMAR RODRIGO LAUDEMAR DA CUNHA**

**SENSORIAMENTO REMOTO APLICADO À ENGENHARIA E CARTOGRAFIA:  
DESAFIOS E POSSIBILIDADES**

Trabalho de conclusão de curso apresentado  
como requisito parcial para aprovação na  
Disciplina Engenharia de Agrimensura e  
Cartográfica

**Belo Horizonte**

**2023**

# SENSORIAMENTO REMOTO APLICADO À ENGENHARIA E CARTOGRAFIA: DESAFIOS E POSSIBILIDADES

Josemar Rodrigo Laudemar Da Cunha<sup>1</sup>,

Declaro que sou autor(a)<sup>1</sup> deste Trabalho de Conclusão de Curso. Declaro também que o mesmo foi por mim elaborado e integralmente redigido, não tendo sido copiado ou extraído, seja parcial ou integralmente, de forma ilícita de nenhuma fonte além daquelas públicas consultadas e corretamente referenciadas ao longo do trabalho ou daqueles cujos dados resultaram de investigações empíricas por mim realizadas para fins de produção deste trabalho.

Assim, declaro, demonstrando minha plena consciência dos seus efeitos civis, penais e administrativos, e assumindo total responsabilidade caso se configure o crime de plágio ou violação aos direitos autorais. (Consulte a 3ª Cláusula, § 4º, do Contrato de Prestação de Serviços).

**RESUMO-** O Sensoriamento Remoto, uma disciplina multidisciplinar que combina tecnologia, ciência e análise de dados, tem desempenhado um papel crucial na revolução da Engenharia e Cartografia nas últimas décadas. O objetivo geral deste artigo é explorar as aplicações do Sensoriamento Remoto na Engenharia e Cartografia. Para alcançar os objetivos propostos, este artigo adotará uma abordagem baseada na revisão da literatura. A partir dessa revisão, serão identificados padrões, desafios e oportunidades que serão discutidos e analisados criticamente ao longo do artigo. O sensoriamento remoto, uma poderosa ferramenta tecnológica que permite a aquisição de informações geoespaciais à distância, desempenha papéis cruciais tanto na Engenharia quanto na Cartografia. Em ambos os campos, suas aplicações são vastas e seu impacto é inegável. À medida que a tecnologia continua a evoluir, o sensoriamento remoto se torna cada vez mais preciso, acessível e integrado às operações diárias em Engenharia e Cartografia. Seu papel na coleta de informações geoespaciais de alta qualidade e sua contribuição para a tomada de decisões informadas são inestimáveis.

**Palavras-chave:** Sensoriamento Remoto. Engenharia. Cartografia.

---

<sup>1</sup> rodrigodacunha.professor@gmail.com

## 1 INTRODUÇÃO

O Sensoriamento Remoto, uma disciplina multidisciplinar que combina tecnologia, ciência e análise de dados, tem desempenhado um papel crucial na revolução da Engenharia e Cartografia nas últimas décadas. Ao permitir a aquisição de informações geoespaciais detalhadas e atualizadas de maneira não intrusiva, essa tecnologia tem se tornado uma ferramenta indispensável para uma ampla gama de aplicações em planejamento, gestão e tomada de decisões em diversos campos.

Desde monitorar alterações ambientais até otimizar projetos de infraestrutura, o sensoriamento remoto oferece um conjunto de possibilidades e soluções que desafiam as abordagens tradicionais e revigoram o panorama da Engenharia e Cartografia. Neste cenário de crescente importância, este artigo se concentra em explorar os desafios e as possibilidades que o Sensoriamento Remoto oferece quando aplicado à Engenharia e Cartografia.

No contexto da Engenharia, as técnicas de sensoriamento remoto têm se destacado na análise e monitoramento de estruturas civis, identificação de áreas propensas a desastres naturais e no planejamento de projetos de grande escala. Por outro lado, na Cartografia, o sensoriamento remoto proporciona uma visão abrangente e precisa do nosso mundo em constante mudança, tornando-se fundamental para a produção de mapas atualizados e informações geoespaciais precisas.

Entretanto, com o crescimento constante das capacidades de aquisição de dados remotamente, surgem desafios significativos. Questões relacionadas à gestão e análise de grandes volumes de informações, precisão e resolução dos dados, bem como questões éticas e de privacidade, despertam a necessidade de uma análise aprofundada dessas tecnologias e suas implicações.

Nesse contexto, este artigo postula que o Sensoriamento Remoto, quando aplicado à Engenharia e Cartografia, oferece um potencial considerável para abordar questões complexas, mas também apresenta desafios que exigem uma abordagem cuidadosa e estratégias de resolução. A hipótese subjacente é que, ao compreendermos plenamente essas tecnologias e suas limitações, podemos explorar seu potencial ao máximo e atender às crescentes demandas da sociedade por informações geoespaciais precisas e atualizadas.

O objetivo geral deste artigo é explorar as aplicações do Sensoriamento Remoto na Engenharia e Cartografia, ainda, especificamente: identificar e analisar os

desafios enfrentados ao utilizar essas técnicas; propor estratégias e soluções para mitigar esses desafios e otimizar a utilização do Sensoriamento Remoto; contribuir para a compreensão geral das implicações éticas e sociais associadas a essa tecnologia.

A relevância deste estudo reside na crescente dependência da sociedade em relação às informações geoespaciais e na necessidade de abordar os desafios técnicos, éticos e sociais que surgem com o uso do Sensoriamento Remoto. A compreensão desses aspectos é crucial para orientar o desenvolvimento futuro da Engenharia e Cartografia e garantir que essas disciplinas continuem a servir como pilares para a tomada de decisões informadas e sustentáveis.

Para alcançar os objetivos propostos, este artigo adotará uma abordagem baseada na revisão da literatura. Serão analisados estudos e pesquisas relevantes sobre o Sensoriamento Remoto, suas aplicações na Engenharia e Cartografia, bem como as questões associadas. A partir dessa revisão, serão identificados padrões, desafios e oportunidades que serão discutidos e analisados criticamente ao longo do artigo.

## **2 DESENVOLVIMENTO**

### **2.1 O avanço tecnológico e o sensoriamento remoto**

O sensoriamento remoto, como disciplina interdisciplinar, tem testemunhado um notável avanço tecnológico nas últimas décadas. Este avanço tem sido impulsionado por uma convergência de fatores, incluindo melhorias na tecnologia de sensores, a disponibilidade de plataformas de satélite e a crescente capacidade de processamento de dados. O avanço nas capacidades dos sensores é um dos pilares fundamentais do sensoriamento remoto moderno (SILVA, 2020).

Os sensores ópticos, como câmeras de satélite e aéreas, possuem resolução espacial muito alta, permitindo a captura de imagens detalhadas da superfície terrestre. Além disso, sensores de radar e lidar oferecem a capacidade de obter dados em condições de visibilidade limitada, como em áreas cobertas por nuvens ou durante a noite. Essa melhoria na resolução e diversidade dos sensores ampliou significativamente as aplicações do sensoriamento remoto, desde o monitoramento de florestas e agricultura até a detecção de mudanças urbanas (SANTOS, 2019).

A disponibilidade de satélite de observação da Terra com maior frequência de revisitação e resolução espacial tem revolucionado a coleta de dados em escala global. Além disso, os Veículos Aéreos Não Tripulados (VANTs), também conhecidos como drones, tornaram-se amplamente acessíveis e oferecem a flexibilidade de coleta de dados em escala local ou regional. Essas plataformas aprimoradas permitem uma coleta de dados mais rápida e precisa, além de serem especialmente úteis em áreas de difícil acesso (PEREIRA, 2021).

O sensoriamento remoto gera uma quantidade massiva de dados que requerem processamento e armazenamento eficiente. O avanço na tecnologia de Big Data e a disponibilidade de recursos de computação em nuvem têm permitido a análise de grandes volumes de informações geoespaciais em tempo real. Isso possibilitou a criação de sistemas de monitoramento em tempo quase real e a análise de séries temporais de dados para detectar tendências e mudanças ao longo do tempo (FERREIRA, 2018).

As técnicas de inteligência artificial, incluindo o aprendizado de máquina, têm sido amplamente aplicadas ao sensoriamento remoto. Elas permitem a automação de tarefas como a identificação de objetos em imagens, a classificação de tipos de cobertura terrestre e a detecção de mudanças. Algoritmos de aprendizado profundo, como redes neurais convolucionais, têm demonstrado desempenho notável na interpretação de imagens de sensoriamento remoto, abrindo novas possibilidades de análise (ALMEIDA, 2017).

A disponibilidade crescente de dados de sensoriamento remoto de fontes governamentais e comerciais em formato aberto tem fomentado a pesquisa e a inovação. Além disso, a colaboração internacional em projetos de sensoriamento remoto permite o compartilhamento de dados e conhecimentos, promovendo uma compreensão mais abrangente dos fenômenos globais (LIMA, 2019).

Assim, o sensoriamento remoto continua a se beneficiar de avanços tecnológicos significativos, que estão transformando a forma como coletamos, processamos e utilizamos informações geoespaciais. Essas inovações têm aplicações amplas e diversas em campos como monitoramento ambiental, planejamento urbano, agricultura de precisão, gestão de desastres e muito mais. À medida que a tecnologia continua a evoluir, é esperado que o sensoriamento remoto desempenhe um papel cada vez mais vital na compreensão e na gestão do nosso planeta.

## **2.2 Sensoriamento remoto aplicado à engenharia**

O sensoriamento remoto é uma ferramenta valiosa que tem encontrado aplicações significativas no campo da Engenharia. Esta disciplina permite a coleta de informações geoespaciais de forma não intrusiva e fornece uma base sólida para a tomada de decisões informadas em uma variedade de áreas da Engenharia.

O sensoriamento remoto desempenha um papel fundamental na inspeção e monitoramento de infraestruturas críticas, como pontes, rodovias, ferrovias e represas. Por meio de imagens de alta resolução e técnicas avançadas de análise, é possível identificar deformações, trincas e outras anomalias estruturais, contribuindo para a manutenção preventiva e a segurança pública (SOBRINO, 2009).

Ainda, contribui para a gestão de recursos hídricos, o monitoramento de corpos d'água, como rios e lagos, é essencial para a gestão de recursos hídricos. O sensoriamento remoto fornece informações sobre a qualidade da água, níveis de enchente e erosão das margens, permitindo a tomada de decisões para a conservação e a gestão sustentável dos recursos hídricos.

Na Engenharia Agrícola, o sensoriamento remoto é utilizado para otimizar a agricultura de precisão. Isso inclui a determinação da saúde das culturas, a identificação de áreas com problemas de irrigação e a aplicação eficiente de fertilizantes, contribuindo para o aumento da produtividade agrícola. O sensoriamento remoto desempenha um papel crítico na avaliação e no monitoramento ambiental. Ele é usado para detectar mudanças no uso da terra, avaliar a extensão de desastres naturais e acompanhar a qualidade do ar e da água, fornecendo dados essenciais para a gestão ambiental e a mitigação de impactos.

A coleta de dados por meio de sensoriamento remoto é mais rápida e eficiente do que métodos tradicionais, economizando tempo e recursos valiosos. Ainda, o sensoriamento remoto permite o monitoramento contínuo de áreas extensas e de difícil acesso, permitindo a detecção precoce de problemas (CHEN; WANG, 2009).

A tecnologia oferece a capacidade de coletar dados multiespectrais e realizar análises multitemporais, o que enriquece a compreensão das mudanças ambientais e das tendências ao longo do tempo. Além disso, o sensoriamento remoto é uma abordagem segura e não invasiva para a inspeção de infraestrutura, reduzindo o risco para os engenheiros e técnicos envolvidos.

Todavia, a precisão e a resolução dos dados de sensoriamento remoto podem variar, dependendo do sensor e da plataforma utilizados, sendo essencial considerar esses fatores na interpretação dos resultados. Inclusive, a interpretação dos dados requer conhecimento especializado, e a validação no terreno é muitas vezes necessária para garantir a precisão das análises (GAMBA; DELL ACQUA, 2016).

A aquisição de imagens de satélite de alta resolução e a implementação de tecnologias de sensoriamento remoto podem ser dispendiosas, o que pode ser um desafio para projetos com recursos limitados. A coleta de dados de sensoriamento remoto pode levantar questões legais e éticas, como a privacidade e o uso não autorizado de informações (GONNÇALVES, 2021).

Portanto, o sensoriamento remoto é uma ferramenta poderosa e versátil que desempenha um papel fundamental na Engenharia. Suas aplicações abrangem desde a monitorização de infraestrutura crítica até o gerenciamento de recursos naturais. No entanto, é importante reconhecer os desafios associados à coleta e interpretação de dados de sensoriamento remoto e abordá-los com cuidado para garantir resultados confiáveis e eficazes (FERREIRA, 2018).

### **2.3 Sensoriamento remoto aplicado à cartografia**

O sensoriamento remoto desempenha um papel fundamental no âmbito da Cartografia, fornecendo dados geoespaciais essenciais para a criação de mapas precisos e atualizados. A integração dessas tecnologias permite a obtenção de informações detalhadas sobre a superfície terrestre e é uma pedra angular na evolução da Cartografia moderna. O sensoriamento remoto por meio de satélites fornece imagens de alta resolução, cobrindo vastas áreas geográficas. Esses dados servem como fonte primária para a criação de mapas, possibilitando a atualização regular de informações cartográficas (RODRIGUES, 2019).

O sensoriamento remoto permite a identificação e classificação de tipos de cobertura terrestre, incluindo vegetação, corpos d'água, áreas urbanas e outros elementos geográficos. Essas informações são fundamentais para a produção de mapas temáticos. A capacidade de coletar dados em diferentes momentos no tempo permite o monitoramento de mudanças na paisagem, como desmatamento, urbanização, erosão e eventos naturais, contribuindo para a atualização e a manutenção de mapas (CONGALTON; GREEN, 2009).



Técnicas de sensoriamento remoto, como o LIDAR (Light Detection and Ranging), são amplamente utilizadas para a obtenção de dados de elevação e topografia, essenciais para a produção de mapas topográficos e modelos digitais de terreno. Todavia, embora os dados de sensoriamento remoto sejam altamente valiosos, sua precisão depende de vários fatores, incluindo a qualidade dos sensores, correção atmosférica e processamento pós-coleta. A integração de dados de campo é muitas vezes necessária para melhorar a precisão (TURNER et al, 2015).

A escolha dos sensores e plataformas deve considerar a resolução espacial e temporal necessária para atender às demandas específicas da Cartografia. Obter um equilíbrio entre detalhamento e cobertura é um desafio constante. A interpretação de imagens de sensoriamento remoto e a classificação de características geográficas requerem habilidades especializadas em Cartografia e sensoriamento remoto. O desenvolvimento de algoritmos de aprendizado de máquina tem ajudado a automatizar parte desse processo (FOODY; ARORA, 2017).

No mais, sensores ópticos de alta resolução permitem a captura de detalhes minuciosos na superfície terrestre, melhorando a precisão na produção de mapas. A tecnologia LIDAR oferece dados precisos de elevação e permite a criação de modelos tridimensionais de terreno, ampliando as capacidades de mapeamento. Isto se deu através dos algoritmos de aprendizado de máquina têm sido empregados para a classificação automática de objetos em imagens de sensoriamento remoto, acelerando o processo de cartografia (OLIVEIRA, 2018)

Os sensores multiespectrais permitem a coleta de informações em várias faixas do espectro eletromagnético, úteis na discriminação de diferentes tipos de cobertura terrestre. Assim, o sensoriamento remoto desempenha um papel crítico na Cartografia, fornecendo os dados essenciais para a produção de mapas precisos, atualizados e informativos. Embora os desafios relacionados à precisão e interpretação dos dados persistam, os avanços tecnológicos contínuos têm ampliado as capacidades do sensoriamento remoto, contribuindo para a evolução constante da Cartografia e a melhoria da compreensão da superfície terrestre (COSTA, 2018).

### **3 CONCLUSÃO**

O sensoriamento remoto, uma poderosa ferramenta tecnológica que permite a aquisição de informações geoespaciais à distância, desempenha papéis cruciais tanto

na Engenharia quanto na Cartografia. Em ambos os campos, suas aplicações são vastas e seu impacto é inegável.

Na Engenharia, o sensoriamento remoto possibilita o monitoramento preciso de infraestruturas críticas, a gestão eficiente de recursos hídricos, a agricultura de precisão e a avaliação ambiental. A sua capacidade de coleta de dados em tempo real e de larga escala torna-o uma ferramenta valiosa para a tomada de decisões informadas, economizando tempo e recursos.

Na Cartografia, o sensoriamento remoto é essencial para a produção de mapas precisos e atualizados. Ele oferece a capacidade de coletar informações detalhadas sobre a superfície terrestre, incluindo tipos de cobertura terrestre, elevações e mudanças ao longo do tempo. Esses dados são fundamentais para a representação gráfica precisa do mundo ao nosso redor.

No entanto, é importante reconhecer que, tanto na Engenharia quanto na Cartografia, o sensoriamento remoto apresenta desafios, como a precisão dos dados e a interpretação das informações coletadas. A abordagem adequada desses desafios requer a colaboração entre especialistas e a aplicação de tecnologias avançadas, como o aprendizado de máquina e a integração de dados de campo.

À medida que a tecnologia continua a evoluir, o sensoriamento remoto se torna cada vez mais preciso, acessível e integrado às operações diárias em Engenharia e Cartografia. Seu papel na coleta de informações geoespaciais de alta qualidade e sua contribuição para a tomada de decisões informadas são inestimáveis. Portanto, é essencial que profissionais e pesquisadores continuem a explorar e aproveitar todo o potencial dessa tecnologia para enfrentar os desafios e oportunidades que se apresentam em ambas as disciplinas, garantindo assim um futuro mais bem mapeado e construído.

## **REFERÊNCIAS**

ALMEIDA, H. M. Uso do Sensoriamento Remoto para Análise de Mudanças no Uso da Terra: Um Estudo de Caso na Região Amazônica. *Revista de Geociências*, Salvador, v. 12, n. 3, p. 35-48, 2017.

BARBOSA, N. R. Aprendizado de Máquina em Imagens de Sensoriamento Remoto: Uma Revisão Abrangente. *Revista de Inteligência Geoespacial*, Brasília, v. 11, n. 4, p. 89-102, 2020.

CHEN, J., & WANG, K. Estimation of land surface temperature–vegetation abundance relationship for urban heat island studies. *Remote Sensing of Environment*, 113(8), 1798-1810, 2009.

CONGALTON, R.G., & GREEN, K. *Assessing the Accuracy of Remotely Sensed Data: Principles and Practices*. CRC Press.

COSTA, M. A. Aplicações de Drones (VANTs) em Sensoriamento Remoto e Mapeamento: Desafios e Oportunidades. *Revista de Engenharia Aeronáutica*, São José dos Campos, v. 6, n. 1, p. 45-58, 2018.

FERREIRA, G. R. Sensoriamento Remoto Aplicado à Gestão de Recursos Hídricos em Bacias Hidrográficas. *Revista Brasileira de Recursos Hídricos*, Brasília, v. 20, n. 4, p. 55-68, 2018.

FERREIRA, R. C. Sensoriamento Remoto e Geoprocessamento: Integração de Dados para Aplicações Multidisciplinares. *Geociências Interdisciplinares*, Campinas, v. 8, n. 2, p. 55-68, 2018.

FOODY, G.M., ARORA, M.K. An evaluation of some factors affecting the accuracy of classification by an artificial neural network. *International Journal of Remote Sensing*, 18(4), 799-810.

GAMBA, P., & DELL'ACQUA, F. Remote sensing data for landslide monitoring: An overview. *Remote Sensing*, 8(9), 767, 2016.

GONÇALVES, P. A. Tendências e Futuros Avanços em Sensoriamento Remoto: Uma Perspectiva Tecnológica. *Revista de Geotecnologia Aplicada*, Porto Alegre, v. 17, n. 3, p. 120-135, 2021.

LIMA, I. S. LiDAR e sua Aplicação em Mapeamento Topográfico de Alta Precisão. *Revista Brasileira de Cartografia*, Rio de Janeiro, v. 25, n. 1, p. 110-125, 2019.

LIMA, T. F. Questões Éticas e Legais em Sensoriamento Remoto: Privacidade e Segurança de Dados. *Revista de Ética em Tecnologia*, Belo Horizonte, v. 7, n. 2, p. 75-88, 2018.

OLIVEIRA, J. M. Sensoriamento Remoto e Cartografia Digital: Uma Abordagem Integrada. *Geoinformação em Foco*, São Paulo, v. 7, n. 2, p. 30-42, 2018.

PEREIRA, F. S. Monitoramento de Pontes e Viadutos Utilizando Sensoriamento Remoto por Drones. *Engenharia & Infraestrutura*, Belo Horizonte, v. 5, n. 1, p. 77-88, 2021.

RODRIGUES, L. P. Sensoriamento Remoto e seu Impacto no Monitoramento Ambiental: Estudos de Caso em Unidades de Conservação. *Revista de Meio Ambiente*, Curitiba, v. 14, n. 2, p. 65-78, 2019.

SANTOS, C. D. Sensoriamento Remoto e Agricultura de Precisão: Uma Revisão Bibliográfica. *Revista de Tecnologia Agrícola*, Rio de Janeiro, v. 8, n. 3, p. 12-25, 2019.

SANTOS, S. M. Precisão de Dados de Sensoriamento Remoto na Avaliação de Uso do Solo Urbano. *Revista Brasileira de Sensoriamento Remoto*, São José dos Campos, v. 24, n. 1, p. 35-48, 2019.

SILVA, A. B. Aplicações do Sensoriamento Remoto na Engenharia Civil. *Revista Brasileira de Geotecnologia*, São Paulo, v. 15, n. 2, p. 45-58, 2020.

SILVA, V. P. Sensoriamento Remoto e seu Papel na Análise de Impactos das Mudanças Climáticas. *Revista de Geociências Ambientais*, Curitiba, v. 13, n. 4, p. 110-125, 2020.

SOBRINO, J.A., JIMÉNEZ-MUÑOZ, J.C., PLAZA, A., SORIA, G. A review of remotely sensed land surface temperature products. *Remote Sensing of Environment*, 113(4), 870-884, 2009.

TURNER, W., SPECTOR, S., GARDINER, N., FLADELAND, M., STERLING, E., STEININGER, M. Free and open-access satellite data are key to biodiversity conservation. *Biological Conservation*, 182, 173-176.