

# Aula 17 – Fundamentos do Sensoriamento Remoto



Imagine poder observar a saúde de uma floresta inteira, detectar o avanço do desmatamento ou planejar o manejo de uma área agrícola sem precisar estar fisicamente em cada canto dela. Parece ficção científica, mas é a realidade que o Sensoriamento Remoto nos proporciona. Em um mundo onde a informação é poder, ter a capacidade de "ver" a Terra de cima, com detalhes que o olho humano jamais alcançaria, é uma ferramenta revolucionária para a gestão de nossos recursos naturais.

Nesta aula, vamos desvendar os segredos por trás dessa tecnologia fascinante. Você já se perguntou como os satélites conseguem diferenciar uma árvore saudável de uma doente, ou como eles medem a extensão de uma área queimada? A chave está em entender como a luz interage com a superfície terrestre e como os sensores captam essa informação. Ao final deste encontro, você será capaz de compreender os princípios que regem essa "visão remota", identificar os principais satélites que orbitam nosso planeta e aplicar conceitos essenciais para interpretar as imagens que eles nos enviam.

Nosso percurso começará explorando os diferentes tipos de "lentes" que os satélites utilizam, as chamadas resoluções, que definem a qualidade e o tipo de informação que podemos extrair. Em seguida, conheceremos os "olhos no céu", os satélites e sensores mais importantes para o monitoramento florestal. Depois, mergulharemos na "linguagem" da vegetação, aprendendo como ela se comunica com a luz, e como podemos traduzir essa comunicação em índices valiosos para a tomada de decisão. Prepare-se para uma jornada que transformará sua percepção sobre a Terra e as ferramentas que temos para protegê-la.

# Desvendando a Visão Remota: O Que É e Para Que Serve?



## Evolução Histórica

De árvores altas a balões e aviões, até satélites sofisticados



## Tecnologia Atual

Captação de energia eletromagnética sem contato físico direto



## Visão Ampliada

Além do espectro visível: infravermelho e micro-ondas

Desde os primórdios, a humanidade sempre buscou formas de observar o mundo de uma perspectiva mais ampla. De subir em árvores altas a balões e aviões, a curiosidade de ver "de cima" nos impulsionou a desenvolver tecnologias cada vez mais sofisticadas. O Sensoriamento Remoto é a culminação dessa busca, permitindo-nos coletar informações sobre a superfície da Terra sem ter contato físico direto com ela. É como ter um superpoder que nos permite espiar o planeta a partir de uma distância segura, mas com uma riqueza de detalhes impressionante.

Em sua essência, o Sensoriamento Remoto funciona captando a energia eletromagnética que é refletida ou emitida pelos objetos na superfície terrestre. Pense nisso como tirar uma fotografia, mas não apenas com a luz visível que nossos olhos enxergam. Os sensores dos satélites são como câmeras especiais que conseguem "ver" em diferentes comprimentos de onda, desde o infravermelho até as micro-ondas, revelando características que seriam invisíveis para nós. Essa capacidade de ir além do que o olho humano percebe é o que torna o sensoriamento remoto uma ferramenta tão poderosa para o monitoramento ambiental e florestal.

## Aplicações Práticas no Contexto Florestal

- Monitorar o desmatamento em tempo real
- Avaliar a saúde da vegetação
- Mapear áreas de queimadas
- Estimar a biomassa
- Planejar o manejo sustentável de grandes extensões de floresta

A aplicação prática dessa tecnologia é vasta e impactante. No contexto florestal, o sensoriamento remoto nos permite monitorar o desmatamento em tempo real, avaliar a saúde da vegetação, mapear áreas de queimadas, estimar a biomassa e até mesmo planejar o manejo sustentável de grandes extensões de floresta. É a base para a tomada de decisões estratégicas, desde a formulação de políticas públicas até a gestão de propriedades rurais, oferecendo uma visão abrangente e atualizada do nosso planeta.

# As Lentes do Satélite: Tipos de Resolução

## Resolução Espacial

Quando você tira uma foto com seu celular, a qualidade da imagem depende de vários fatores: quantos megapixels a câmera tem, se você usou o zoom, se a foto foi tirada em um dia ensolarado ou nublado. No sensoriamento remoto, a "qualidade" e o tipo de informação que uma imagem de satélite oferece são definidos por suas **resoluções**. Elas são como as diferentes lentes e configurações de uma câmera, cada uma revelando um aspecto distinto do que está sendo observado. Compreender esses tipos de resolução é fundamental para escolher a imagem certa para cada aplicação e para interpretar corretamente os dados.



A primeira e talvez mais intuitiva delas é a **resolução espacial**. Ela se refere ao tamanho do menor objeto que pode ser distinguido em uma imagem. Imagine que cada pixel da imagem de satélite representa uma área específica no solo. Se um pixel mede 30x30 metros, significa que qualquer objeto menor que 30 metros de lado não será visível individualmente, mas sim "misturado" com o que está ao redor. É como o zoom da sua câmera: com um zoom baixo (baixa resolução espacial), você vê uma área grande, mas com poucos detalhes; com um zoom alto (alta resolução espacial), você vê uma área menor, mas com riqueza de detalhes, podendo distinguir árvores individuais, estradas estreitas ou até mesmo pequenas construções.

### Alta Resolução Espacial (1m ou menos)

Ideal para identificar espécies de árvores, mapear trilhas ou avaliar danos pontuais

### Baixa Resolução Espacial (30m ou 100m)

Suficiente para monitorar grandes áreas de desmatamento ou mudanças na cobertura florestal em escala regional

Para o inventário florestal, por exemplo, uma alta resolução espacial (como 1 metro ou menos) permite identificar espécies de árvores, mapear trilhas ou avaliar danos pontuais. Já para monitorar grandes áreas de desmatamento ou mudanças na cobertura florestal em escala regional, resoluções espaciais mais baixas (como 30 metros ou 100 metros) podem ser suficientes e mais eficientes em termos de processamento de dados. A escolha da resolução espacial ideal sempre dependerá da escala e do detalhe que sua análise exige, equilibrando a necessidade de informação com a capacidade de processamento.

# As Lentes do Satélite: Resolução Temporal e Espectral

01

## Resolução Temporal

Frequência com que um satélite revisita a mesma área

A floresta não é estática; ela respira, cresce, muda com as estações e reage a eventos como secas ou incêndios. Para capturar essa dinâmica, precisamos de mais do que uma única "foto" de alta qualidade. É aí que entra a **resolução temporal**, que se refere à frequência com que um satélite revisita a mesma área na superfície da Terra. Pense nisso como a diferença entre tirar uma foto da sua planta uma vez por ano e tirar uma foto todos os dias. Quanto maior a resolução temporal (ou seja, menor o intervalo entre as revisitas), mais rapidamente podemos detectar mudanças, como o início de um desmatamento ou a recuperação de uma área após um distúrbio.

Além de ver os objetos em detalhes e acompanhar suas mudanças ao longo do tempo, os satélites também precisam "enxergar" em diferentes "cores" que nossos olhos não percebem. Essa é a função da **resolução espectral**, que descreve o número e a largura das bandas do espectro eletromagnético que um sensor é capaz de captar. Nossos olhos veem apenas o espectro visível (vermelho, verde, azul), mas os sensores de satélite podem registrar a energia refletida em bandas como o infravermelho próximo (NIR) ou o infravermelho de ondas curtas (SWIR), que são cruciais para entender a saúde da vegetação. É como ter um conjunto de filtros coloridos especiais, cada um revelando uma informação diferente sobre o objeto.

**Exemplo prático:** A vegetação saudável reflete fortemente no infravermelho próximo e absorve no vermelho. Ao combinar essas informações, podemos criar índices que nos dizem muito sobre a vitalidade da planta.

Por exemplo, a vegetação saudável reflete fortemente no infravermelho próximo e absorve no vermelho. Ao combinar essas informações, podemos criar índices que nos dizem muito sobre a vitalidade da planta. A escolha da resolução temporal e espectral é crucial para o monitoramento florestal. Para detectar desmatamento ilegal, uma alta resolução temporal é essencial. Para diferenciar tipos de vegetação ou identificar estresse hídrico, a resolução espectral com bandas específicas de infravermelho é indispensável.

Conceito	Âmbito/Aplicação	Base/Origem	Exemplo
<b>Resolução Espacial</b>	Detalhe dos objetos na imagem	Tamanho do pixel no solo	Distinguir árvores individuais (alta) ou grandes massas florestais (baixa)
<b>Resolução Temporal</b>	Frequência de atualização da imagem	Intervalo de revisita do satélite	Monitorar o avanço do desmatamento semanalmente ou anualmente
<b>Resolução Espectral</b>	Capacidade de distinguir diferentes "cores"	Número e largura das bandas eletromagnéticas	Identificar saúde da vegetação usando bandas de infravermelho

02

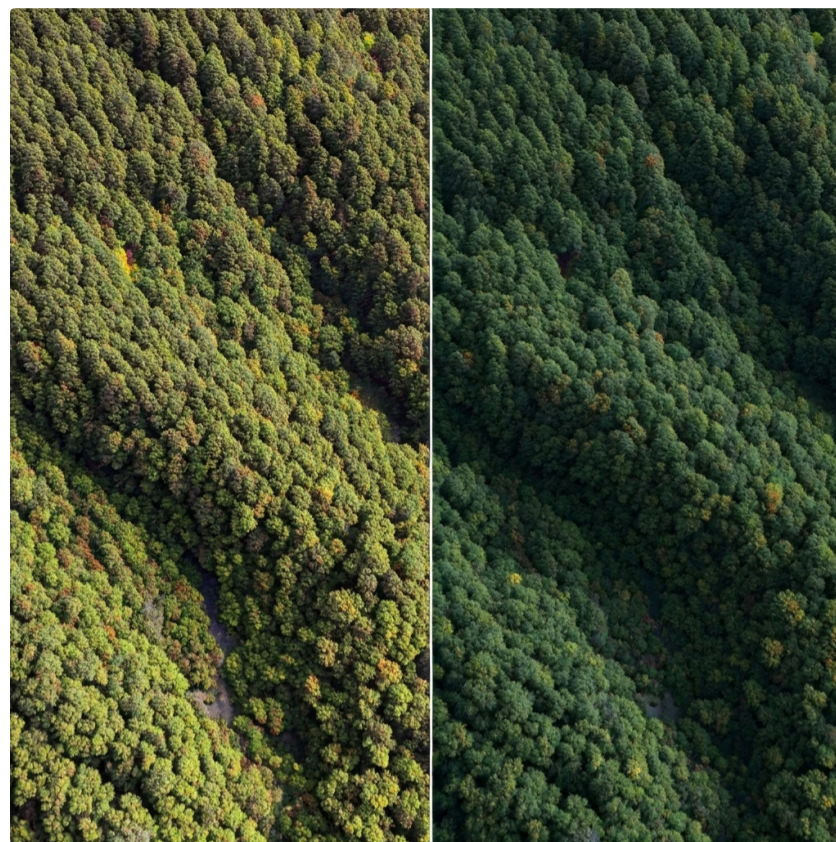
## Resolução Espectral

Número e largura das bandas do espectro eletromagnético captadas

# As Lentes do Satélite: Resolução Radiométrica

Além de ver os detalhes espaciais, acompanhar as mudanças no tempo e distinguir diferentes "cores" espectrais, há uma sutileza na forma como os satélites captam a intensidade da luz. Essa capacidade é o que chamamos de **resolução radiométrica**. Ela se refere à sensibilidade do sensor em registrar as variações na intensidade da energia eletromagnética refletida ou emitida pela superfície. Em termos mais simples, é a capacidade de distinguir entre diferentes tons de uma mesma cor, ou entre diferentes níveis de brilho.

Imagine uma fotografia em preto e branco. Se ela tiver apenas dois tons (preto e branco puro), a informação será limitada. Mas se ela tiver 256 tons de cinza, a riqueza de detalhes e a capacidade de distinguir nuances serão muito maiores.



## 256

**Níveis em 8-bit**

Sensor de 8 bits registra  $2^8$  níveis de intensidade

## 65.5K

**Níveis em 16-bit**

Sensor de 16 bits registra  $2^{16} = 65.536$  níveis

No sensoriamento remoto, a resolução radiométrica é expressa em bits (8-bit, 10-bit, 12-bit, 16-bit, etc.). Um sensor de 8 bits, por exemplo, pode registrar  $2^8 = 256$  níveis de intensidade para cada banda espectral. Já um sensor de 16 bits pode registrar  $2^{16} = 65.536$  níveis. Quanto maior o número de bits, maior a capacidade de diferenciar pequenas variações na reflectância, o que é crucial para análises mais precisas.

### Por que isso é importante para o monitoramento florestal?

Pequenas variações na intensidade da luz refletida pela vegetação podem indicar diferenças sutis na sua saúde, no teor de água, na presença de pigmentos ou até mesmo no tipo de espécie. Uma alta resolução radiométrica permite que os algoritmos de processamento de imagem detectem essas nuances, tornando possível identificar áreas de estresse hídrico antes que se tornem visíveis a olho nu, ou diferenciar tipos de solo com maior precisão.

Por que isso é importante para o monitoramento florestal? Pequenas variações na intensidade da luz refletida pela vegetação podem indicar diferenças sutis na sua saúde, no teor de água, na presença de pigmentos ou até mesmo no tipo de espécie. Uma alta resolução radiométrica permite que os algoritmos de processamento de imagem detectem essas nuances, tornando possível identificar áreas de estresse hídrico antes que se tornem visíveis a olho nu, ou diferenciar tipos de solo com maior precisão. É a capacidade de "ler nas entrelinhas" da imagem, extraindo informações que seriam perdidas com uma resolução radiométrica mais baixa.

# Os Olhos no Céu: Principais Sensores e Satélites

Compreender as resoluções é o primeiro passo; agora, vamos conhecer os "fotógrafos" que as utilizam. Diversos satélites orbitam a Terra, cada um com suas características e missões específicas, mas alguns se destacam pela relevância de seus dados para o monitoramento ambiental e florestal. Eles são os nossos olhos no céu, fornecendo um fluxo contínuo de informações que moldam nossa compreensão do planeta.



## Landsat

Um dos pioneiros e mais duradouros é o programa **Landsat**, da NASA e USGS. Desde 1972, as missões Landsat têm fornecido um registro contínuo da superfície terrestre, criando um arquivo histórico inestimável. Com resolução espacial de 30 metros para a maioria das bandas e uma revisita de 16 dias, os dados Landsat são ideais para estudos de longo prazo sobre mudanças na cobertura do solo, desmatamento e expansão urbana. É como ter um álbum de fotos da Terra que se atualiza há mais de 50 anos.



## Sentinel

Mais recentemente, o programa **Sentinel**, da Agência Espacial Europeia (ESA) no âmbito do programa Copernicus, revolucionou o acesso a dados de sensoriamento remoto. Com satélites como o Sentinel-2, que oferece resoluções espaciais de 10, 20 e 60 metros e uma impressionante revisita de 5 dias (ou menos com múltiplos satélites), os dados Sentinel são amplamente utilizados para monitoramento agrícola, florestal e hídrico, sendo totalmente gratuitos e de acesso aberto. É a nova geração de observadores, com maior agilidade e detalhe.



## CBERS

Não podemos esquecer do programa **CBERS (China-Brazil Earth Resources Satellite)**, fruto da cooperação espacial entre Brasil e China. Com diferentes sensores e resoluções, os satélites CBERS são fundamentais para o monitoramento dos recursos naturais brasileiros, incluindo a Amazônia.

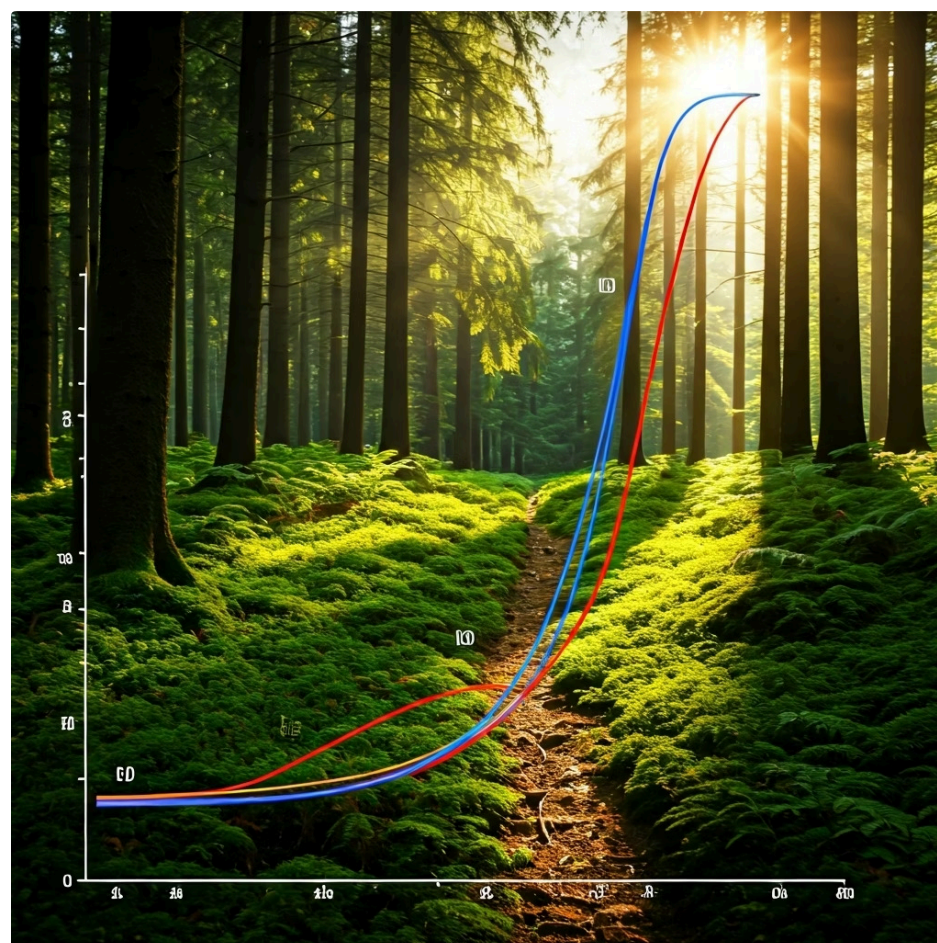
Além desses, a tendência atual inclui satélites de altíssima resolução comercial (como os da Planet Labs), que oferecem imagens diárias com resolução de 3-5 metros, e tecnologias como o **LiDAR (Light Detection and Ranging)**, que usa pulsos de laser para criar modelos 3D precisos da estrutura da floresta, essenciais para estimar biomassa e altura das árvores.

Conceito	Âmbito/Aplicação	Base/Origem	Exemplo
<b>Landsat</b>	Monitoramento de longo prazo, histórico de uso da terra	NASA/USGS (EUA)	Detecção de desmatamento na Amazônia desde os anos 70
<b>Sentinel</b>	Monitoramento ambiental e agrícola global, dados abertos	ESA (Europa)	Mapeamento de culturas, saúde florestal, detecção de incêndios em tempo quase real
<b>CBERS</b>	Monitoramento de recursos naturais, foco em Brasil/China	China/Brasil	Acompanhamento de áreas agrícolas e florestais no território brasileiro

# A Linguagem da Floresta: Comportamento Espectral da Vegetação

## Como a Vegetação "Fala" com a Luz

Se você já se perguntou como um satélite consegue "saber" que uma área é floresta e outra é água, a resposta está na forma como cada tipo de superfície interage com a luz. A vegetação, em particular, tem um comportamento espectral muito característico, que é como sua "impressão digital" na luz. Entender essa linguagem é a chave para decifrar a saúde e a estrutura das florestas a partir de imagens de satélite.



### Luz Solar Atinge a Folha

Parte é absorvida, parte refletida, parte transmitida



### Clorofila em Ação

Absorve fortemente azul e vermelho para fotossíntese



### Vemos Verde

Luz verde é menos absorvida e mais refletida



### NIR Revela Vitalidade

Estrutura celular reflete intensamente no infravermelho próximo

Quando a luz do sol atinge uma folha, parte dela é absorvida, parte é refletida e parte é transmitida. A clorofila, o pigmento verde responsável pela fotossíntese, absorve fortemente a luz nas bandas do azul e do vermelho para produzir energia. É por isso que vemos as plantas verdes: a luz verde é a que menos é absorvida e, portanto, mais refletida de volta aos nossos olhos. Mas a história não termina no visível. No infravermelho próximo (NIR), a estrutura celular das folhas reflete a luz de forma muito intensa. É como se a planta "gritasse" no NIR, indicando sua vitalidade.

**Assinatura Espectral:** Alta absorção no vermelho + Alta reflectância no NIR = Vegetação Saudável

Essa combinação de alta absorção no vermelho e alta reflectância no infravermelho próximo é a assinatura espectral da vegetação saudável. Uma planta estressada, doente ou seca terá uma absorção de vermelho menor e uma reflectância de NIR também menor, pois sua clorofila e estrutura celular estão comprometidas. É como se a planta mudasse de tom, e os satélites são capazes de captar essas mudanças sutis. Ao analisar a curva de reflectância espectral, que é um gráfico da energia refletida em diferentes comprimentos de onda, podemos diagnosticar a saúde da floresta, diferenciar tipos de vegetação e até mesmo identificar áreas afetadas por pragas ou doenças.

# Decifrando a Saúde da Floresta: Índices de Vegetação

Compreendendo como a vegetação interage com a luz, o próximo passo é transformar essa "linguagem" em informações quantificáveis e fáceis de interpretar. É aqui que entram os **índices de vegetação**. Eles são fórmulas matemáticas que combinam os valores de reflectância de diferentes bandas espectrais para realçar características específicas da vegetação, como sua densidade, vigor ou teor de clorofila. Pense neles como um "termômetro" ou um "medidor de vitalidade" para as plantas, que nos permite monitorar sua saúde em larga escala.

## NDVI

### Normalized Difference Vegetation Index

**Fórmula:**  $NDVI = (NIR - RED) / (NIR + RED)$

O mais conhecido e amplamente utilizado é o **NDVI (Normalized Difference Vegetation Index)**. Ele é calculado a partir da reflectância nas bandas do infravermelho próximo (NIR) e do vermelho (RED), usando a fórmula:  $NDVI = (NIR - RED) / (NIR + RED)$ . Como vimos, a vegetação saudável reflete muito no NIR e absorve muito no RED. Assim, quanto mais verde e vigorosa a vegetação, maior será o valor do NDVI (que varia de -1 a 1). Valores próximos de 1 indicam vegetação densa e saudável, enquanto valores próximos de 0 ou negativos podem indicar solo exposto, água ou áreas urbanas. O NDVI é uma ferramenta poderosa para monitorar o crescimento de culturas, detectar desmatamento e avaliar a recuperação de áreas degradadas.

## EVI

### Enhanced Vegetation Index

**Incorpora:** Bandas NIR, RED e Azul + fatores de correção

Embora o NDVI seja robusto, ele pode saturar em áreas de vegetação muito densa, ou seja, não consegue diferenciar entre níveis muito altos de biomassa. Para superar essa limitação, foi desenvolvido o **EVI (Enhanced Vegetation Index)**. O EVI incorpora as bandas do azul e fatores de correção atmosférica, o que o torna mais sensível em áreas de alta biomassa e menos suscetível a ruídos atmosféricos e do solo. A fórmula do EVI é mais complexa, mas o princípio é o mesmo: fornecer uma medida precisa do vigor da vegetação. Para o monitoramento florestal em regiões tropicais, onde a vegetação é extremamente densa, o EVI muitas vezes oferece uma representação mais fiel da saúde da floresta.

Conceito	Âmbito/Aplicação	Base/Origem	Exemplo
NDVI	Vigor e densidade da vegetação, monitoramento global	Bandas Infravermelho Próximo (NIR) e Vermelho (RED)	Detecção de áreas desmatadas, acompanhamento de safras agrícolas
EVI	Vigor da vegetação em áreas densas, menos sensível a ruídos	Bandas NIR, RED e Azul, com fatores de correção	Monitoramento de florestas tropicais, avaliação de estresse hídrico sutil

# Sensoriamento Remoto na Prática: Tendências e Ferramentas

Até agora, exploramos os fundamentos do sensoriamento remoto, desde as lentes dos satélites até a linguagem da vegetação. Mas como tudo isso se traduz em ações concretas no dia a dia de um profissional? A resposta está na integração dessas tecnologias com ferramentas de **Geoprocessamento**, que nos permitem analisar, visualizar e gerenciar os dados espaciais de forma eficiente. É a ponte entre a coleta de dados e a tomada de decisão inteligente.

## Sistemas de Informação Geográfica (SIG)

O uso intensivo de **Sistemas de Informação Geográfica (SIG)**, como o QGIS (gratuito e de código aberto) e o ArcGIS (comercial), é fundamental. Essas plataformas permitem que os especialistas em florestas importem imagens de satélite, realizem processamentos como o cálculo de índices de vegetação, criem mapas temáticos, e combinem esses dados com outras informações geográficas (como limites de propriedades, hidrografia, estradas). O SIG é o "cérebro" que organiza e interpreta a vasta quantidade de dados que os satélites nos fornecem, transformando pixels em conhecimento acionável.

## Tecnologias Emergentes

As tendências atuais apontam para um **Sensoriamento Remoto Avançado**, que vai além das imagens ópticas tradicionais. A aplicação de dados de satélites de alta resolução, como os da constelação Planet, permite um monitoramento quase diário com detalhes sem precedentes. A tecnologia **LiDAR (Light Detection and Ranging)**, seja embarcada em aviões ou drones, utiliza pulsos de laser para criar modelos 3D extremamente precisos da estrutura do dossel florestal, possibilitando estimativas acuradas de biomassa, altura das árvores e volume de madeira.

## VANTs e Drones

E, claro, o uso crescente de **VANTs (Veículos Aéreos Não Tripulados)**, ou **Drones**, para monitoramento em tempo real e inventários de alta precisão em áreas menores, oferece uma flexibilidade e detalhe que complementam perfeitamente os dados de satélite.

### **Revolução no Monitoramento Florestal**

Essa combinação de satélites, LiDAR, drones e SIG está revolucionando o inventário e monitoramento florestal, permitindo uma gestão mais precisa, sustentável e eficiente dos nossos recursos naturais.

# Consolidando o Olhar de Satélite

Chegamos ao fim de nossa jornada pelos fundamentos do Sensoriamento Remoto. Vimos que essa tecnologia é muito mais do que apenas "tirar fotos" do espaço; é uma ciência complexa que nos permite desvendar os segredos da superfície terrestre sem contato físico. Exploramos as diferentes "lentes" dos satélites – as resoluções espacial, temporal, espectral e radiométrica – que definem a qualidade e o tipo de informação que podemos extrair. Conhecemos os principais "olhos no céu", como Landsat, Sentinel e CBERS, e entendemos como a vegetação "fala" com a luz através de seu comportamento espectral. Por fim, aprendemos a decifrar essa linguagem com os índices de vegetação, como NDVI e EVI, e vislumbramos as tendências e ferramentas que integram o sensoriamento remoto ao geoprocessamento para aplicações práticas.

## Em prática

O conhecimento adquirido nesta aula é a base para qualquer profissional que deseje atuar com inventário e monitoramento florestal moderno. Você agora compreende como escolher a imagem de satélite mais adequada para sua necessidade, como interpretar os dados de saúde da vegetação e como as tecnologias emergentes estão moldando o futuro da gestão ambiental. Essa capacidade de "ver" e interpretar o mundo de uma perspectiva remota é uma habilidade valiosa e cada vez mais requisitada no mercado de trabalho.

## Autoavaliação

- 1** Qual tipo de resolução de imagem de satélite é mais relevante para identificar o tamanho mínimo de um objeto no solo, como uma árvore individual?
  - a) Resolução temporal
  - b) Resolução espectral
  - c) Resolução radiométrica
  - d) Resolução espacial
- 2** Um profissional precisa monitorar o avanço do desmatamento em uma área da Amazônia com a maior frequência possível para detectar mudanças rápidas. Qual tipo de resolução seria mais crítica para essa tarefa?
  - a) Resolução espacial, para ver os detalhes do desmatamento.
  - b) Resolução temporal, para ter imagens em intervalos curtos.
  - c) Resolução espectral, para diferenciar tipos de vegetação.
  - d) Resolução radiométrica, para captar sutilezas de tons.
- 3** O NDVI (Normalized Difference Vegetation Index) é amplamente utilizado para avaliar a saúde da vegetação. Quais bandas espectrais são primariamente utilizadas em seu cálculo?
  - a) Azul e Verde
  - b) Vermelho e Infravermelho Próximo (NIR)
  - c) Infravermelho de Ondas Curtas (SWIR) e Térmico
  - d) Ultravioleta e Azul
- 4** Qual das seguintes tecnologias é mais adequada para criar modelos 3D precisos da estrutura do dossel florestal e estimar biomassa com alta acurácia?
  - a) Imagens de satélite ópticas de baixa resolução
  - b) Dados de radar de abertura sintética (SAR)
  - c) Tecnologia LiDAR (Light Detection and Ranging)
  - d) Fotografias aéreas convencionais
- 5** Explique a importância da curva de reflectância espectral da vegetação para o sensoriamento remoto e como ela permite diferenciar uma floresta saudável de uma floresta sob estresse.

**Gabarito:** 1. d) 2. b) 3. b) 4. c)

## Próxima Aula

Na Aula 18 – Uso de Imagens de Satélite no Planejamento, aprofundaremos como esses fundamentos se traduzem em aplicações práticas no planejamento e gestão florestal, utilizando as imagens de satélite como ferramenta estratégica.

## Recursos Adicionais

- **Livro:** "Sensoriamento Remoto e Geoprocessamento em Recursos Naturais" – Para aprofundar nos conceitos e aplicações.
- **Artigo Científico:** Pesquise por "Aplicação de NDVI e EVI no monitoramento florestal" – Para ver estudos de caso reais.
- **Software SIG:** QGIS (qgis.org) – Para praticar a visualização e processamento de dados de satélite.

**NOTA IMPORTANTE:** As informações regulatórias/legais/técnicas desta aula estão atualizadas até 2025. Consulte sempre fontes oficiais para verificar alterações.