

CAPÍTULO 1

INTRODUÇÃO AO SENSORIAMENTO REMOTO

1.0. Introdução

Existem diversas definições referentes à tecnologia de sensoriamento remoto. Algumas são mais apropriadas que outras quando se olha do ponto de vista do usuário de imagens de satélite. Considerando que o sensoriamento remoto tem suas origens ligada à época de Galileu, em princípio pode-se definir sensoriamento remoto como:

“Tecnologia que permite a aquisição de informações sobre objetos, sem contato físico com eles”

Esta definição peca pela amplitude, abrangendo um vasto campo de tecnologias. Por exemplo, um **telescópio** permite a aquisição de informações sobre objetos (ex: astros) sem que haja qualquer espécie de contato físico com eles. Por conseguinte, um telescópio seria um **sensor remoto**. Esta definição está muito apegada às origens do sensoriamento remoto, que deve boa parte de sua evolução aos avanços verificados na Astronomia. É interessante reparar, que seguindo a definição proposta, o **olho humano** também pode ser considerado um sensor remoto.

Entretanto, deseja-se vincular o termo sensoriamento remoto à aquisição de medidas nas quais o ser humano não é parte essencial do processo de detecção e registro dos dados. Neste caso, um telescópio não poderia ser considerado um instrumento sensor, visto que sua função é apenas ampliar a acuidade do observador através de sistemas ópticos. É óbvio concluir que o olho humano também deixa de ser considerado um sensor remoto. No entanto, diversos avanços tecnológicos verificados na óptica dos telescópios permitiram progressos consideráveis nos componentes ópticos dos modernos instrumentos

sensores. Deve-se destacar que telescópios espaciais como “**Hubble**” pertencem à categoria de sensores remotos. Considerando a restrição apresentada anteriormente, tem-se uma nova proposta para definição:

“Tecnologia que utiliza sensores para extrair informações sobre objetos ou fenômenos, sem que haja contato direto entre eles, e sem que o homem seja parte essencial do processo de aquisição de dados”

Esta definição, mais restritiva, caracteriza-se como **instrumento sensor** os equipamentos capazes de **coletar** energia proveniente do objeto, converte-la em sinal passível de registro e apresenta-lo em forma adequada ao seu processamento. Tal definição permite, ainda, que se observe que a aquisição da informação se dá através da transferência de energia.

Embora mais restritiva, a definição continua ampla no sentido do tipo de informação que se deseja registrar. É necessário especificar melhor o tipo de energia utilizada na transferência de informação do objeto ao sensor. Sem esta restrição, sismógrafos e sonares (energia acústica) e gravímetros (energia gravitacional) podem ser considerados instrumentos sensores.

Tendo em vista que a energia eletromagnética se propaga no vácuo com a velocidade de **3×10^8 m/s** em direção ao sensor, ela se constitui num dos mais importantes campos de força para a atividade de sensoriamento remoto, permitindo um meio de transferência de informação entre objeto e sensor de alta velocidade. Dessa forma, acrescenta-se mais uma restrição à definição de sensoriamento remoto:

“Tecnologia que utiliza sensores para extrair informações sobre objetos ou fenômenos, a partir da radiação eletromagnética sem que haja contato direto entre eles, e sem que o homem seja parte essencial do processo de aquisição de dados”

Ainda assim, existem numerosas fontes de energia eletromagnética no Universo, mas, em função das aplicações abordadas no curso, limita-se o estudo às interações processadas na superfície terrestre. A utilização de sensores visando a observação e interpretação da radiação recebida das diversas partes componentes do Universo fica a cargo da Astronomia. Tais equipamentos, embora operem com energia eletromagnética, não serão objeto de estudo neste curso.

Mais que uma definição, o texto a seguir engloba todo o conceito que deve ser entendido sobre o que é sensoriamento remoto, quando do ponto de vista do usuário de imagens de satélite:

“Sensoriamento remoto consiste na utilização conjunta de modernos instrumentos (sensores), equipamentos para processamento e transmissão de dados e plataformas (aéreas ou espaciais) para carregar tais instrumentos e equipamentos, 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, 1989)

1.1. Origem e evolução do sensoriamento remoto

A história do sensoriamento remoto é assunto tão controverso quanto à sua definição. E não poderia ser diferente, pois dependendo de como se veja o sensoriamento remoto, ver-se-á a história e a evolução do mesmo.

Diversos autores, escudados pela American Society of Photogrametry e seu “Manual of Remote Sensing” (1975), associam a origem do sensoriamento remoto com o surgimento dos **sensores (câmeras) fotográficos**. Dessa forma, a história pode ser dividida em dois períodos principais: o **primeiro, que se inicia em 1860 e se estende**

até 1960, é totalmente dominado pelas **fotografias áreas** (inicialmente em balões e posteriormente em aviões), enquanto que o segundo, que se estende até os dias de hoje, é caracterizado pela **multiplicidade de sistemas sensores**.

A aerofotogrametria que reinou absoluta no primeiro período, experimentou grandes avanços por ocasião das duas grandes guerras mundiais. Mas durante os cem anos correspondentes ao período inicial do sensoriamento remoto, os produtos, os meios de obtenção e a forma de interpretação e análise destes produtos evoluíram de forma gradativa.

A corrida espacial foi um dos fatores relacionados ao início da segunda fase, o qual, apesar de ter cerca de quarenta anos, apresenta uma grande dinâmica quanto aos instrumentos, produtos, meios de obtenção e forma de interpretação e análise destes. Os significativos avanços obtidos nas áreas de **telecomunicações, ciência da computação, mecânica fina de precisão, óptica de precisão**, etc., são automaticamente incorporadas às tecnologias ligadas ao sensoriamento remoto. Exemplos podem ser vistos com sensores **hiper-espectrais, sensores de alto poder resolutivo, sistemas especialistas para interpretação e análise de dados, comunicação via satélite a taxas de centenas de megabits por segundo**.

Na verdade, a evolução do sensoriamento remoto se deve a um esforço multidisciplinar que envolveu e envolve avanços, entre outras áreas, na **Física, Físico-Química, Biociências e Geociências**, além das já citadas anteriormente. A complexidade das atuais técnicas de sensoriamento remoto faz com que, cada vez mais, um maior número de pessoas de áreas diferentes participem do processo de transformação da energia registrada pelo sensor em informação.

1.2. O sensoriamento remoto como sistema de aquisição de informações

O sensoriamento remoto pode ser visto como um sistema de aquisição de informações, que pode ser dividido em dois grandes sub-sistemas:

- Sub-sistema de coleta de dados de sensoriamento remoto;
- Sub-sistema de análise de dados de sensoriamento remoto./

O sub-sistema de coleta de dados, por sua vez, tem duas funções principais:

- a) Detecção da radiação proveniente da superfície;
- b) Transformação da radiação (energia), para posterior transmissão e registro.

A detecção da radiação depende de certos requisitos. Em primeiro lugar, deve haver uma **fonte de radiação** eletromagnética. Essa radiação deve ser **propagar pela atmosfera** (ou pelo meio físico entre a fonte e o objeto observado) até atingir a superfície terrestre (ou o **objeto observado**). Ao atingir a superfície terrestre sofrerá interações, produzindo uma **radiação de retorno**. Tal radiação propaga-se-á pela atmosfera (ou pelo meio físico entre o objeto observado e o sensor), atingindo o sensor. O que chega até o **“sensor”** é um certa intensidade de energia eletromagnética (radiação) que será posteriormente transformada em um sinal passível de interpretação.

O sub-sistema de análise de dados encerra um sem número de funções, das quais pode-se destacar:

- a) Pré-processamento (correções radiométricas e geométricas);
- b) Processamento de realce (filtros e manipulações de histogramas);
- c) Fotointerpretação;
- d) Interpretação automática;
- e) Modelagem.

Tabela 1. Componentes de um sistema de aquisição de informações.

Componente	Função
Fonte	Gerar energia eletromagnética
Meio 1	Permitir a propagação da energia
Alvo	Receber, interagir e refletir a energia
Meio 2	Permitir a propagação da energia refletida
Sensor	Receber a energia refletida
Processador	Transformar a energia recebida em dados
Analista	Transformar os dados em informação

A título de exemplo, apresenta-se um paralelo com uma **máquina fotográfica**. O sensor é a máquina fotográfica e o detector é a emulsão fotográfica. A fonte de energia pode ser o Sol (ou uma lâmpada) e o alvo pode ser uma pessoa (ou uma região da superfície da Terra). O meio de propagação entre a fonte e o alvo é o ar (atmosfera), bem como é o meio de propagação entre o alvo e o sensor. Para que a energia captada pelo sensor se transforme num sinal passível de interpretação é necessário que o filme seja revelado, e deve-se gerar cópias em papel que serão interpretadas para obtenção de informações sobre o alvo (objeto de estudo). A Tabela 2 sintetiza o exemplo apresentado.

Tabela 2 Exemplo da máquina fotográfica como sistema de aquisição de informações.

Componente	Função
Fonte	Sol (ou qualquer fonte luminosa)
Meio 1	Ar (atmosfera)
Alvo	Pessoa (ou região da superfície da terra)
Meio 2	Ar (atmosfera)
Sensor	Máquina fotográfica
Processador	Aparelhos do laboratório de revelação
Analista	Pessoa que observa (analista) a foto