

2 **Classificação de Imagens de Sensoriamento Remoto**

2.1. **Processamento Digital de Imagens**

Processamento Digital de Imagens entende-se como a manipulação de uma imagem por computador de modo que a entrada e a saída do processo sejam imagens. O objetivo de se usar processamento digital de imagens é melhorar o aspecto visual de certas feições estruturais para o analista humano e fornecer outros subsídios para a sua interpretação, inclusive gerando produtos que possam ser posteriormente submetidos a outros processamentos.

Como resultado dessa evolução, a tecnologia de processamento digital de imagens vem ampliando seus domínios, que incluem as mais diversas áreas, como, por exemplo: análise de recursos naturais e meteorologia por meio de imagens de satélites; análise de imagens biomédicas, incluindo a contagem automática de células e exame de cromossomos; obtenção de imagens médicas por radiação nuclear ou técnicas de tomografia computadorizada; entre outras aplicações.

2.1.1. **Conceitos Básicos**

Qualquer aplicação em processamento de imagens digitais pode ser dividida em passos fundamentais (como mostra o esquema da Figura 1). A solução de um problema inicia-se com a aquisição da imagem, segue por um mecanismo de pré-processamento, uma etapa de segmentação, outra de representação e descrição e, por fim, pelo reconhecimento e pela interpretação [4] [5].

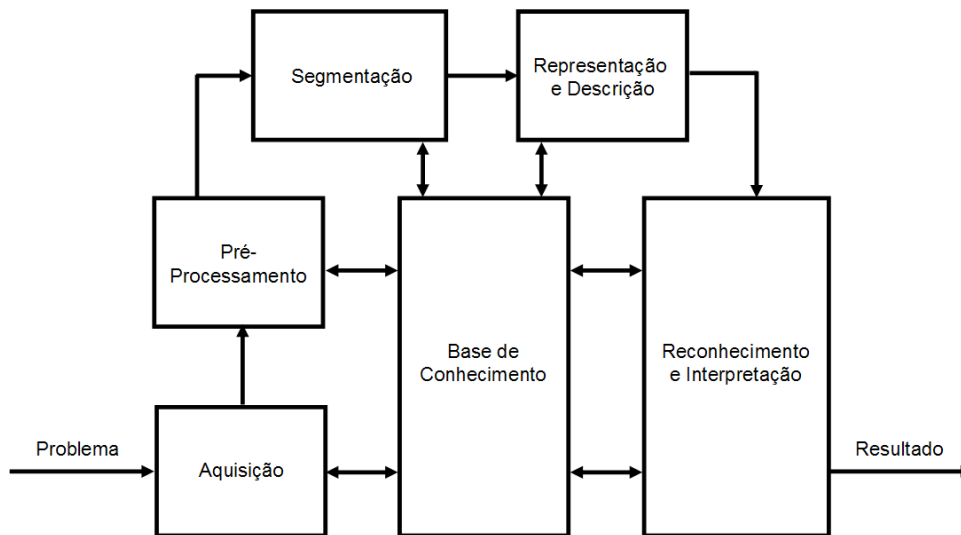


Figura 1 Apresenta o esquema dos passos fundamentais de Processamento de Imagem Digital

Dentro desse esquema de passos fundamentais, destacamos algumas técnicas de PDI a seguir:

- O contraste e a filtragem têm como objetivo melhorar a qualidade das imagens na etapa de pré-processamento;
- A segmentação é a etapa em que a imagem é dividida em regiões que constituem os diversos objetos que nela são representados;
- A classificação, que está inclusa na etapa de reconhecimento, pretende definir o padrão de cada objeto identificado, em comparação com as classes de padrões já conhecidas.

As técnicas de PDI atendem a várias aplicações em diversos ramos da ciência. Por exemplo, na Medicina temos os exames de raios-X e estudo do cérebro [6], em Geologia temos a classificação de pedras ornamentais [7], em Metalurgia temos a categorização de materiais, além de outras aplicações.

Dentre as várias aplicações em que as metodologias de processamento digital de imagens se encaixam, fixaremos essa dissertação apenas na área de sensoriamento remoto. O sensoriamento remoto é uma técnica de obtenção de informações sobre um objeto, uma área, uma feição ou um fenômeno no planeta Terra, sem que haja contato físico. Atualmente, essas informações são obtidas através de imagens captadas pelos sensores presentes em satélites. Para a obtenção dessas informações sobre as imagens, todas as técnicas de processamento digital de imagem podem ser executadas. Um exemplo de

aplicação real é a identificação e mensuração de áreas de queimadas através da segmentação de imagem.

Hoje, vários aplicativos SIG (Sistema de Informações Geográficas) incluem essas técnicas de processamento de imagem (contraste, filtragem, segmentação, eliminação de ruídos e outras) em seu conjunto de operações.

2.1.2. Nomenclatura

Processamento digital de imagem e sensoriamento remoto, como qualquer área de pesquisa, contém uma nomenclatura específica. A seguir, definiremos alguns termos referentes à PDI e ao sensoriamento remoto, os quais serão úteis nessa dissertação.

Espaço de cores: um modelo abstrato matemático para formalizar a descrição de cores através de tuplas de números, tipicamente formadas por três ou quatro elementos, em que RGB e HSB são espaços de cores.

O modelo RGB é a abreviatura do sistema de cores aditivas formado por Vermelho (Red), Verde (Green) e Azul (Blue), no qual os canais de cores são combinados de várias maneiras para reproduzir diversas cores. Esse modelo é baseado na teoria de visão colorida tricromática de Young-Helmholtz. A figura abaixo representa a mistura de cores do modelo RGB.

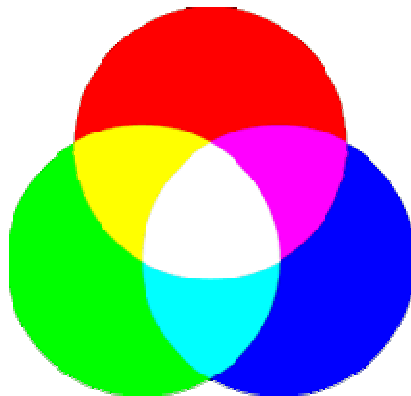


Figura 2 Apresenta a mistura de cores do modelo RGB

O modelo HSB é a abreviatura para o sistema de cores, formado pelas componentes Hue (Tonalidade), Saturation (Saturação) e Brightness (Brilho). Esse modelo é caracterizado por ser uma transformação não linear do espaço de cor RGB, inventado por Alvy Ray Smith.

A componente Tonalidade é responsável por definir a cor variando entre o intervalo de 0 a 360, a Saturação define o nível de cinza e o Brilho, como já diz,

define o brilho da cor. A figura abaixo representa as componentes do espaço de cores HSB.

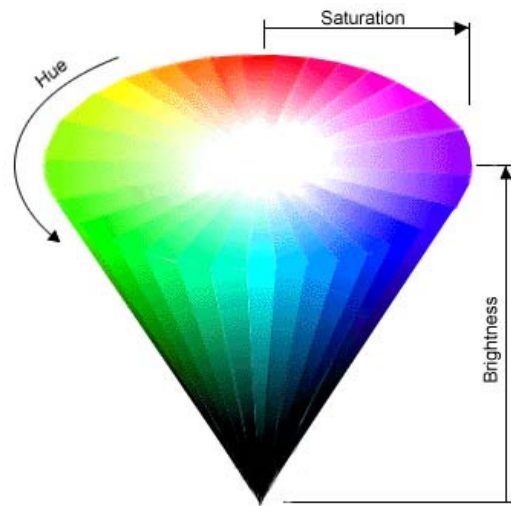


Figura 3 Apresenta as componentes do modelo de cor HSB

Pixel: menor elemento em um dispositivo de exibição (como, por exemplo, um monitor, uma imagem), no qual é possível atribuir um valor de um espaço de cores. De uma forma mais simples, um pixel é o menor ponto que forma uma imagem digital; portanto, um conjunto de pixels forma uma imagem inteira.

Resolução Gráfica: quantidade de pixels existentes em uma polegada quadrada de uma imagem, descrevendo o nível de detalhe de uma imagem. Abaixo, ilustraremos como a mesma imagem pode aparecer em diferentes resoluções de pixels.

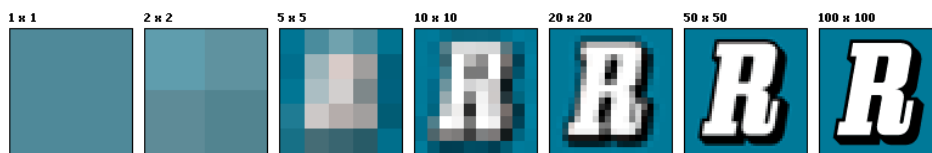


Figura 4 Apresentação de uma mesma imagem com resoluções diferentes

Resolução Espacial: determina o tamanho do menor objeto que é possível representar na imagem digital, seja imagem de satélite ou fotografia aérea. Ou seja, se a resolução espacial de uma imagem possui 15 metros, então, podemos afirmar que um pixel corresponde a uma área de 15x15 metros quadrados. Atualmente, o satélite GeoEye-1 possui a maior resolução espacial, com apenas 41 centímetros.

Modelo Numérico de Terreno: uma representação matemática computacional da distribuição de um fenômeno espacial que ocorre dentro de

uma região da superfície terrestre. Dados de relevo, informação geológicas, levantamentos de profundidades do mar e informações meteorológicas são exemplos típicos de fenômenos representados por um MNT.

Para a dissertação utilizaremos o MNT apenas com dados altimétricos, informações referentes ao relevo de uma região, conseguimos esse *corpus* de relevo através do SRTM (*Missão Topográfica Radar Shuttle*), que disponibiliza gratuitamente essas informações em formato de imagem. Abaixo, apresentamos uma figura contendo o relevo de uma região.

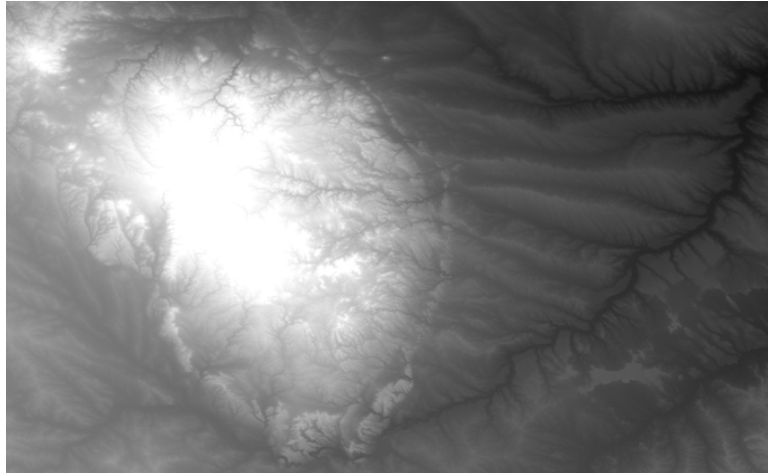


Figura 5 Exemplo de uma imagem SRTM, na qual quanto mais escuro, menor a altitude

2.2. A Tarefa

Nesta dissertação, focaremos em uma técnica de processamento digital de imagem, mesclando-a com a área de sensoriamento remoto, chegando à classificação de imagens de satélite. Através da metodologia de aprendizado de máquina Support Vector Machines, pretendemos gerar uma imagem classificada capaz de auxiliar um especialista na análise da região selecionada.

Os dados de entrada necessários para a operação de classificação de imagens de sensoriamento remoto são imagens, referentes à área de atuação, adquiridas pelo especialista. Os dados escolhidos precisam conter um nível de informação desejado pelo especialista, por exemplo, se a área de atuação for de uma região urbana é necessário imagens de alta resolução espacial.

O especialista, após realizar a classificação de imagens dos seus dados de entrada, obtém uma imagem classificada de acordo com a metodologia de aprendizado de máquina.

A imagem classificada tem como finalidade ajudar o especialista analisar a área de atuação, uma possível aplicação para esse problema é encontrar áreas de desmatamento em floresta. Abaixo, apresentamos uma figura representando o desmatamento da Amazônia.

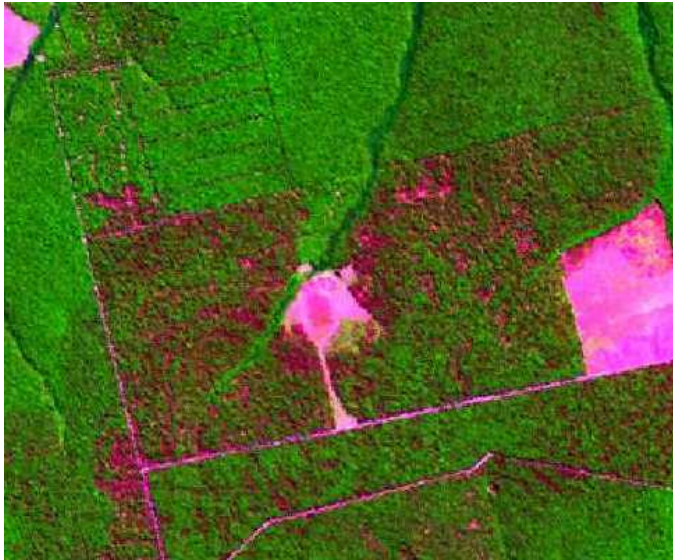


Figura 6 Imagem Classificada informando uma área desmatada, em que o verde simboliza a floresta e o rosa o desmatamento

A classificação de imagens de sensoriamento remoto possui várias aplicações, entre elas, podemos citar o desmatamento e queimadas de florestas, o mapeamento dos solos, o mapeamento de plantações e muitas outras. A figura acima pertence ao projeto PRODES, que faz um monitoramento da floresta Amazônica através da classificação de imagens.

A abordagem de classificação de imagem utilizando a técnica de aprendizado de máquina Support Vector Machines possui referências, dentre elas podemos citar o comitê entre os diferentes tipos de funções de Kernel para fotografias internas e externas [8], que utiliza do histograma dos canais de cores da imagem como feature do classificador e informa a função de Kernel de base radial com a melhor precisão.

Podemos mencionar outra referência que apresenta uma nova metodologia de classificação multiclases para a técnica Support Vector Machine, utilizando imagens hiperspectrais de sensoriamento remoto como conjunto de dados. A estratégia de classificação multiclases de Árvore Binária Hierárquica (BHT - Binary Hierarchical Tree) obtém resultados melhores que as técnicas tradicionais [9].

Além das citações acima, podemos citar um comitê entre as técnicas de aprendizado de máquina Support Vector Machines e ISODATA, que utiliza imagens hiperspectrais como conjunto de dados e apresenta o classificador SVM com uma acurácia de acertos maior que o ISODATA [10].