

# 1 Introdução

As técnicas de sensoriamento remoto estão em constante processo de evolução permitindo acurácia cada vez melhor na discriminação de classes de uso e cobertura do solo [1].

Uma grande gama de novos sensores comerciais vem sendo desenvolvida com resolução espacial de poucos metros, em alguns casos até mesmo com menos de 1 metro. Sensores como o IKONOS com resolução de 1m na banda pancromática ou o QUICKBIRD com 60cm, permitem um desenvolvimento sem precedentes na área de sensoriamento remoto em imagens de alta resolução.

Além da resolução espacial observa-se uma grande evolução nos sensores orbitais também em termos de resolução espectral e radiométrica. Sensores com centenas de bandas espectrais permitem a captura de imagens em diferentes faixas do espectro eletromagnético com elevada resolução radiométrica em cada uma de suas bandas.

Isso tudo implica em um enorme aumento da complexidade e do volume de dados disponível em escala mundial, o que faz aumentar a demanda por ferramentas automáticas capazes de interpretar a massa de dados produzida.

Uma das aplicações mais importantes de sensores remotos são atividades de planejamento ligadas a preservação ambiental. Monitoramento de queimadas, acompanhamento de áreas de risco e planejamento de expansão urbana sobre áreas de florestas são alguns exemplos dessas aplicações.

Nesse contexto tem crescido o interesse mundial por métodos ou sistemas baseados no conhecimento [2, 3, 4, 5, 6 e 7]. Esses sistemas buscam reproduzir em um ambiente computacional o raciocínio, muitas vezes subjetivo, do foto-interprete. Ainda não existem métodos que consigam realizar toda a tarefa de interpretação independente da interação do ser humano, ou seja, completamente automáticos. Contudo, pesquisas vêm apontando para um aumento significativo dos níveis de automatização de vários passos envolvidos no processo de interpretação.

O presente trabalho se insere nesta linha de pesquisa que procura desenvolver novos métodos automáticos de interpretação de imagens de sensores remotos, especialmente sensores de alta resolução espacial. Mais especificamente este trabalho investiga métodos automáticos de classificação com ênfase nos métodos baseados em conhecimento.

Para avaliar as técnicas estudadas no âmbito desta pesquisa, foi escolhido como sítio alvo uma área representativa da Mata Atlântica no Estado do Rio de Janeiro. Inúmeras são as razões que justificam esta escolha. Primeiramente a Mata Atlântica é o bioma brasileiro mais devastado. Inicialmente esta mata ocupava a região costeira do país do Ceará ao Rio Grande do Sul em área aproximada de 1.000.000 km<sup>2</sup>. Atualmente está restrita a manchas distribuídas por vários Estados, ocupando área aproximada de 91.000 km<sup>2</sup>. No Estado do Rio de Janeiro encontramos atualmente 19.000 km<sup>2</sup> ocupados com a Mata Atlântica<sup>1</sup>. Este nível de devastação pode ser explicado tanto pelo valor econômico de suas espécies florestais, como pela intensa ocupação humana já que aproximadamente 70% da população brasileira vive em seu entorno, o que implica em todo tipo de pressão antrópica [8, 9].

A Mata Atlântica, definida pela UNESCO como uma Reserva da Biosfera<sup>2</sup>, é uma das florestas mais ricas do mundo em termos de diversidade biológica, com elevados índices de endemismo: 30% das espécies arbóreas, 150 tipos de pássaros e 50 tipos de pequenos animais, entre outros. É responsável pela manutenção de nascentes de rios que abastecem cerca de 10.000.000 pessoas. Além de ter efeito muito positivo sobre a sustentação e estabilidade de encostas íngremes. Sua existência também contribui para a qualidade de vida da população que vive em seu entorno, principalmente, por seu valor estético, criando uma paisagem equilibrada e saudável. O Rio de Janeiro, juntamente com os estados do Espírito Santo e da Bahia, são apontados como centros de endemismo de flora e fauna Atlântica [10].

A preservação deste bioma necessariamente envolve o conhecimento da distribuição espacial destes remanescentes (*land-cover*), assim como a dinâmica de sua transformação temporal (*land-cover change*). As tecnologias orbitais são reconhecidamente capazes de produzir este tipo de mapeamento e vêm sendo utilizadas para este fim com resultados práticos como, por exemplo, a série de mapeamentos desenvolvidos pela Fundação SOS Mata Atlântica<sup>3</sup> e pelo Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais - INPE.

Nas últimas décadas o mapeamento do padrão de cobertura do espaço geográfico vem sendo produzido a partir de imagens de média resolução como a série LANDSAT. Os mapas de cobertura produzidos a partir dessas imagens geram produtos

---

<sup>1</sup> Atlas dos Remanescentes Florestais da Mata Atlântica – Período 1995/2000 – Fundação SOS Mata Atlântica

<sup>2</sup> <http://www.unicamp.br/nipe/rbma/>

compatíveis com a escala 1:50.000 ou menores em função de sua resolução espacial de 30 m × 30 m. Esses mapas permitem uma visão geral do problema, mas dificultam, pela escala, a definição mais precisa dos limites do processo de mudança, dificultando a definição de parâmetros operacionais que permitam ações objetivas na solução de problema locais [11].

Os novos sensores orbitais com resolução espacial de poucos metros possibilitam a produção de mapeamentos em escalas maiores que permitem uma compreensão detalhada tanto do padrão de cobertura do espaço como, com o passar do tempo, do nível de alteração deste padrão [12]. Em função das resoluções espacial, espectral e radiométrica dessas imagens será possível identificar classes mais finas que as produzidas pelos sistemas orbitais anteriores, o que permitirá, conseqüentemente, uma melhor compreensão dos processos ambientais nas áreas sob risco e uma definição mais direcionada e mais fundamentada das ações que visam a sua preservação.

É, portanto, importante, através de um processo ordenado e sistemático de pesquisa, avaliar a eficiência do processo de classificação de imagens orbitais de alta resolução em termos de acurácia e detalhamento de classes qualitativas de cobertura, visando aumentar o conhecimento do padrão de cobertura dos remanescentes de Mata Atlântica no Estado do Rio de Janeiro e contribuir com tecnologias de ponta para sua conservação.

## **1.1 Objetivos**

### **1.1.1 Objetivo Geral**

O objetivo principal desse trabalho é avaliar um modelo baseado em conhecimento para a interpretação automática de imagens de sensores remotos de alta resolução. Embora o modelo tenha elementos de aplicabilidade geral, o trabalho foi direcionado a fragmentos florestais da Mata Atlântica, mais especificamente ao Parque Nacional da Pedra Branca no Município do Rio de Janeiro, RJ, Brasil.

---

<sup>3</sup> <http://www.sosmatatlantica.org.br/>

### 1.1.2 Específico

São objetivos específicos deste trabalho:

- Construir um modelo de classificação que leve em conta três modalidades de conhecimento: espectral, estrutural (ou contextual) e multitemporal;
- Avaliar a contribuição individual de cada uma das modalidades de conhecimento para o desempenho da classificação de imagens de alta resolução.

## 1.2 Organização

Este trabalho está organizado em seis capítulos descritos mais detalhadamente a seguir.

O capítulo 2 descreve os principais métodos de interpretação baseados em conhecimento pesquisados atualmente, com foco em imagens de alta resolução. Nesse capítulo são abordados assuntos como interpretação baseada em pixels ou objetos, segmentação e multitemporalidade.

O capítulo 3 apresenta de forma introdutória os conceitos teóricos usados neste trabalho. Esse capítulo se divide em duas partes. A primeira introduz conceitos básicos sobre sensoriamento remoto necessários para um bom entendimento do modelo apresentado. A segunda parte trata de métodos computacionais utilizados na implementação dos modelos.

No quarto capítulo é apresentado o modelo de interpretação baseado em conhecimento proposto neste trabalho.

O capítulo 5 descreve os experimentos realizados para avaliar os métodos propostos no trabalho. A área de estudo e a base de dados são descritos, assim como os procedimentos de pré-processamento das imagens. Esse capítulo também apresenta a legenda da aplicação escolhida, os procedimentos de segmentação das imagens e a metodologia de classificação visual realizada por um especialista, que produziu os dados de referência para a avaliação dos métodos propostos no trabalho. O capítulo termina apresentando e discutindo os resultados experimentais.

No sexto e último capítulo é realizada uma análise global dos resultados e são apresentadas conclusões e propostas para trabalhos futuros.