

IMPLANTAÇÃO DO SISTEMA DE MONITORAMENTO DA COBERTURA VEGETAL E DO USO DO SOLO DO ESTADO DE MINAS GERAIS, BRASIL, UTILIZANDO TÉCNICAS DE SENSORIAMENTO REMOTO E SISTEMA DE INFORMAÇÕES GEOGRÁFICAS (SIG)

MANOEL JIMENEZ ORTIZ²
DAVID MARCIO SANTOS RODRIGUES¹
MÁRCIO MARQUES MACHADO¹
MARCOS COVRE²
EVAIR APARECIDO BRAGA²
CARLA COTTINI SOARES²
KLEBER DE FARIA³

¹INSTITUTO ESTADUAL DE FLORESTAS DE MINAS GERAIS
Rua Paracatú, 304, Barro Preto
Belo Horizonte, MG, Brasil

²IMAGEM SENSORIAMENTO REMOTO
Rua Varsóvia, 37 Jd. Augusta, 12216-730
São José dos Campos, SP, Brasil
E-mail: manoel@ltd.inpe.br

³FUNDAÇÃO DE CIÊNCIAS E APLICAÇÕES E TECNOLOGIA ESPACIAL
Rua João Guilhermino, Ed. Vip Center, 11º andar.
São José dos Campos, SP, Brasil

Abstract. Instituto Estadual de Florestas - IEF/MG with IMAGEM/FUNCATE, were responsables for Minas Gerais State land use and Vegetation Survey and System Implementation to Monitoring remained Vegetation coverage and land use. The total time spent in the project was 03 (three) years (1993 - 1995) with Pró Floresta Program's (World Bank.) funds. Ins this project was employed Remote Sensing Technics and Geographic Information System . The results obtained were a complete land use and Vegetation coverage data base as well as the IEF's Human resourses development.

Keywords: Remote Sensing, GIS, Monitoring

1. Introdução

Cada vez mais, torna-se evidente a necessidade da definição de uma política eficiente de controle das ações do homem sobre os recursos naturais de uma região, sobretudo em relação à cobertura vegetal nativa, que é um elemento de fundamental importância para a qualidade de vida da população, bem como para a sua economia. No entanto, para a adoção de tal política, se torna necessário o conhecimento da distribuição espacial deste recurso, obtido através de seu mapeamento, bem como o monitoramento de possíveis

alterações na cobertura vegetal devido a ações antrópicas.

Para viabilizar a implementação de um programa desta natureza em uma região com as dimensões do Estado de Minas Gerais, com uma área aproximada de 588.383,6 km², torna-se evidente a necessidade de se utilizar outras técnicas de mapeamento além das tradicionais, que permitam, de forma ágil e eficiente, a produção de mapas temáticos de vegetação e uso do solo, fundamentais para o estabelecimento de um

sistema de monitoramento. Tais técnicas são: o Sensoriamento Remoto e o Geoprocessamento.

Utilizando estas técnicas torna-se possível extrair informações provenientes de imagens de satélites e integrá-las às informações existentes na bibliografia sobre a área de estudo, em um banco de dados georreferenciados, conhecido como Sistema de Informações Geográficas (SIG). Com o auxílio deste instrumento, torna-se mais simples a tarefa de acompanhamento da ação do homem sobre a cobertura vegetal nativa, agilizando o monitoramento bem como a adoção de medidas que controlem tais ações.

1.1. Objetivos

O principal objetivo do presente trabalho foi a elaboração do mapeamento e implantação de um sistema de monitoramento dos remanescentes da vegetação nativa e do uso do solo do Estado de Minas Gerais, a partir do ano de 1993.

Este projeto está inserido no Programa Prófloresta, do Instituto Estadual de Florestas de Minas Gerais IEF/MG, sendo executado pelas empresas Imagem Sensoriamento Remoto e Funcate. Utilizando técnicas de Sensoriamento Remoto e SIG's, realizando também a capacitação da equipe técnica do IEF/MG, nas referidas técnicas.

2. Materiais

2.1. Técnicas Empregadas

Para a realização dos trabalhos foram utilizados além dos procedimentos de coleta de dados convencional e com GPS, análises "in situ", revisões bibliográficas, etc., duas inovações tecnológicas relacionadas com a aquisição e o tratamento de informações dos recursos naturais. Correspondendo estas técnicas ao Sensoriamento Remoto e Sistemas de Informações Geográficas.

2.2. Área de Estudo

O trabalho abrangeu a área correspondente ao Estado de Minas Gerais, totalizando 255 cartas na escala 1:100.000 do corte sistemático.

Basicamente a área mapeada se subdivide em três grandes domínios de vegetação^(1,2): Cerrado, Caatinga, Mata Atlântica. Estes domínios possuem várias tipologias florestais que foram mapeadas, seguindo as possibilidades da escala utilizada.

2.3. Base Cartográfica e Imagens Orbitais

Para a elaboração da base digital, primeira etapa do trabalho (documento zero), foram digitalizadas cartas

topográficas na projeção UTM, na escala 1:100.000 e 1:50.000, produzidas pelo IBGE, DSG e SUDENE, sendo as cartas 1:50.000 generalizadas para a escala 1:100.000, num total de 190 cartas 1:100.000 e 360 cartas 1:50.000.

Já o mapeamento das tipologias vegetais e os usos, foi realizado utilizando-se as imagens do sensor TM, que está a bordo do satélite LANDSAT-5, sob forma de produtos fotográficos coloridos, resultado da combinação de três bandas espectrais (TM3-B, TM4-G e TM5-R), num total de 129 quadrantes na escala 1:100.000.

2.4. Material Auxiliar e Equipamentos Utilizados

Como material cartográfico auxiliar foram utilizadas as informações temáticas das cartas topográficas, o mapeamento realizado pelo RadamBrasil⁽³⁾, CETEC/IEF, os mapas do Estado de Minas Gerais na escala de 1:1.000.000 1:2.500.000 e o mapa de vegetação⁽⁴⁾ na escala 1:5.000.000.

Para a elaboração do documento zero foram utilizados os seguintes equipamentos:

- * 15 Estações de Trabalho SITIM/SGI, completas;
- * 10 Mesas de Luz;
- * 01 Scanner com resolução de 600 dpi;
- * 02 Traçadores Gráficos de precisão;
- * 04 Pares de GPS

3. Métodos

Por se tratar de um projeto de ampla duração (36 meses) e bastante complexo na sua execução, o trabalho foi dividido em etapas logicamente dispostas no tempo, permitindo desta forma, a execução de todas as tarefas do trabalho. Portanto, apresentaremos a seguir, as principais etapas do trabalho.

3.1. Capacitação dos Recursos Humanos

Nesta etapa implementou-se uma sistemática de treinamento de todo corpo técnico do IEF/MG nas técnicas envolvidas no trabalho, já que estes técnicos são os responsáveis pela continuação do programa, habilitando-os a operar as técnicas de sensoriamento remoto, SIG's e GPS, tal sistemática consistiu das seguintes fases:

- * Seminários de discussão da Metodologia;
- * Treinamento em Técnicas de Sensoriamento Remoto;
- * Treinamento em Técnicas de Geoprocessamento;
- * Treinamento em Técnicas de GPS;
- * Treinamento para Campanhas de Campo.

3.1. Digitalização da Base Cartográfica

Como o trabalho teve por definição, que a manipulação de todos os dados, seria por meio digital, a conversão para meio magnético, das cartas topográficas do estado, fez-se necessária, portanto, foram executadas utilizando-se o sistema SITIM/SGI⁽⁵⁾, compondo as seguintes fases:

- * Scannerização dos "Layers" da Base Cartográfica;
- * Vetorização dos "Layers" da Base Cartográfica;
- * Edição dos "Layers" da Base Cartográfica;
- * Identificação dos "Layers" da Base Cartográfica;
- * Plotagem da Base Cartográfica;

3.2. Execução do Mapeamento "Documento Zero"

Para a obtenção do mapeamento mencionado nos itens anteriores foram realizadas várias etapas de desenvolvimento que serão apresentadas a seguir:

- * Definição da Legenda de Mapeamento (Seminários);
- * Seleção e Aquisição das Imagens de Satélite;
- * Reconhecimento Preliminar de Campo;
- * Interpretação Preliminar da Imagens de Satélites⁽⁶⁾;
- * Verificação de Campo;
- * Interpretação Final das imagens;
- * Implantação da Base de Dados no SGI-INPE;
- * Scannerização do "Overlay" Mapeado;
- * Vetorização dos "Overlay" Mapeado;
- * Edição dos "Overlay" Mapeado;
- * Identificação das classes "Overlay" Mapeado;
- * Plotagem da Carta Mapeada;

3.3. Implantação da Sistemática de Monitoramento

Para realizar a implantação da sistemática de monitoramento, objetivo fim do trabalho, era necessário que todas as outras etapas já estivessem concluídas. Portanto, com o término das fases de treinamento e elaboração do documento Zero, realizou-se a etapa do monitoramento com as seguintes fases:

- * Elaboração da Metodologia do Monitoramento⁽⁷⁾;
- * Seleção e Aquisição das Imagens de Satélite;
- * Treinamento Avançado em Técnicas de Tratamento de Imagem e Geoprocessamento;
- * Definição da Legenda do Monitoramento;
- * Monitoramento de Área Piloto;
- * Trabalho de Campo para Verificar Metodologia;
- * Ajuste da Metodologia Aplicada;
- * Implantação do Monitoramento em Todo o Estado.

4. Resultados⁽⁸⁾

Por se tratar de um trabalho com várias fases de desenvolvimento, podemos considerar a existência de vários resultados no decorrer da execução do mesmo,

serão listados a seguir os principais resultados obtidos com este trabalho:

- * Capacitação dos Recursos Humanos;

Foram treinados nas técnicas de Sensoriamento Remoto, Geoprocessamento e GPS, cento e cinquenta técnicos do IEF.

- * Elaboração do Documento Zero;

Foram produzidas um total de duzentas e cinquenta e cinco cartas, contendo a base cartográfica e o levantamento do uso do solo e vegetação do estado, com a seguinte legenda:

- . Floresta Estacional Semidecidual;
- . Floresta Estacional Decidual;
- . Floresta Pluvial Montana;
- . Mata Riparia;
- . Vegetação Secundária;
- . Savana Estépica;
- . Savana Florestada;
- . Savana Arborizada;
- . Savana Arborizada com Floresta de Galeria;
- . Savana Parque;
- . Savana Gramíneo Lenhosa;
- . Savana Parque com Floresta de Galeria;
- . Formações Vegetacionais em Varzea;
- . Campos Úmidos com Palmeiras;
- . Essência Exóticas Plantadas;
- . Vegetação de Campo Natural (sup. à 1200m);
- . Área Agrícola;
- . Pastagem/Campo;
- . Solo Exposto;
- . Área de Queimada;
- . Área Degradada por Mineração;
- . Área Urbanizada;
- . Corpos D'água.

- * Implantação da Sistemática de Monitoramento;

Foi executado o monitoramento de forma assistida, pela equipe técnica da IMAGEM/FUNCATE, em dez por cento da área de estudo, consolidando desta forma a metodologia de monitoramento para o Estado de Minas Gerais.

O restante da área está sendo monitorado pela equipe técnica do IEF, numa operação conjunta de todos os escritórios regionais e a sede do Instituto, utilizando para este fim, um total de quinze estações de trabalho SITIM/SGI.

- * Resultados Quantitativos da Cobertura do Estado;

A partir dos mapas digitais (documento Zero), foi possível realizar uma avaliação quantitativa das tipologias florestais mapeadas por carta, município e/ou por regional. Todas as informações foram

disponibilizadas num banco de dados compatível com o formato "dbf", podendo ser facilmente consultadas através do sistema. As consultas podem ser realizadas recuperando-se os dados por: município, carta, ou tipologia.

Durante o decorrer do trabalho, foram realizadas campanhas de campo, que tiveram como objetivo testar a metodologia do monitoramento e checar a precisão do mapeamento para as áreas já levantadas. Assim, ao final do projeto, além de termos alcançado o envolvimento efetivo de todos os técnicos do IEF/MG, verificamos a qualidade do mapeamento realizado.

É importante ressaltar que para o levantamento das áreas municipais, utilizou-se cartas topográficas, com o traçado dos limites municipais fornecidos pelo IBGE, com data de atualização de março de 1994. As áreas municipais foram obtidas através de um programa de cálculo de área do sistema SITIM/SGI, denominado AREARAS.EXE, que se baseia no cálculo de área por pixel, a resolução utilizada foi de 30x30m, similar a imagem LANDSAT.

Muito embora este método seja preciso, foi observada diferença entre as áreas nominais do IBGE e aquelas encontradas através do processo de digitalização, para alguns municípios do estado. Tal diferença se deu basicamente pela adoção de diferentes projeções utilizadas para realizar o mapeamento analógico (IBGE) e pelo sistema que executou a digitalização e cálculo das áreas digitais.

5. Conclusões

Com os resultados obtidos pelo mapeamento e implantação do monitoramento o Estado de Minas Gerais, através do IEF, dispõe de um instrumento potente para subsidiar ações de controle e fiscalização da cobertura natural do estado, além de possuir subsídios para realizar um planejamento agrícola, florestal, ambiental entre outros. O instituto dispõe também, de um banco de dados digital com informações temáticas e cartográficas atualizadas, geradas pelo projeto.

Referências

- (1) - Veloso, H.P. et al. **Classificação da vegetação brasileira adaptada a um sistema universal**. Rio de Janeiro, IBGE, Departamento de Recursos Naturais e Estudos Ambientais, 123p. 1991.
- (2) - IBGE. **Manual técnico da vegetação brasileira**. Rio de Janeiro, 1992. 92p. (Séries Manuais Técnicos em Geociências).
- (3) - RADAMBRASIL. **Levantamento dos recursos naturais - Vegetação**. Rio de Janeiro, 1983. V.32.

- (4) - IBGE. **Mapa de vegetação do Brasil**. Rio de Janeiro, 1993. escala 1:5.000.000.

- (5) - Hernandez Fo., P. **Metodologia da análise visual dos dados em sensoriamento remoto - Vegetação**. São José dos Campos, INPE, set. 1988 (INPE 4696 - MD/037).

- (6) - Geosistema, I. **Manual do SGI**. São José dos Campos, Imagem Geosistemas, 250p. 1993.

- (7) - Ortiz, M., J. et al. **Implantação da Sistemática de Monitoramento da Cobertura Vegetal e Uso do Solo do Estado de Minas Gerais**. Relatório final apresentado ao Instituto Estadual de Floresta de Minas Gerais - IEF/MG. 1995.

- (8) - IEF. **Sistemática de Monitoramento da Cobertura Vegetal e do Uso do Solo do Estado de Minas Gerais**. Relatório final apresentado ao IEF/MG. 1995.