

PROJETO MATA ATLÂNTICA - MINAS GERAIS

BRITALDO SILVEIRA SOARES FILHO¹

PHILIPPE MAILLARD¹

FABIANA RIBEIRO¹

REGINA GUIMARÃES²

¹IGC- Universidade Federal de Minas Gerais
Av. Antônio Carlos, 6627, Belo Horizonte, MG, 31.270

²FEAM - Fundação Estadual do Meio Ambiente/ MG
Av. Prudente de Moraes, 1671, Belo Horizonte, MG, 30.000

Abstract. The "Mata Atlântica - Minas Gerais" Project aimed at the mapping of the forest remnants in the principal occurrence areas of the Atlantic Forest in Minas Gerais State. The methodology approach used to generate the thematic maps, at scale 1:100,000, was based in Orbital Remote Sensing and Digital Cartography. This paper describes the remote sensing and cartography techniques involved, the limitations and problems in the identification of the forest remnants and their regeneration areas on the images and the results obtained. The quantification of the forest remnants and their regeneration areas showed a total of 10475 km², which represents 16.8% of the mapped region.

Introdução

Hoje, há uma crescente preocupação com a preservação das florestas tropicais do Planeta devido à sua importância no tocante à manutenção da biodiversidade e pela sua capacidade estabilizadora dos ciclos bioquímicos e climáticos a nível global.

Por isso, os atuais estágios de preservação ambiental e da pressão sobre a cobertura vegetal necessitam ser estudados, para se evitar que um já previsível colapso ambiental futuro venha a ocorrer.

Para tal, os remanescentes florestais existentes devem ser avaliados objetivamente, tanto em termos qualitativos quanto em termos quantitativos. Este conhecimento consolida-se através do mapeamento temático, primeiro passo para o indispensável monitoramento que necessariamente deverá segui-lo.

Desse modo, o mapeamento das extensões remanescentes de Mata Atlântica no Estado de Minas Gerais é de suma importância, considerando

o baixo conhecimento do seu estado atual de preservação e a extensão que ela ocupa nas regiões do Estado.

Dentro deste contexto, foi desenvolvido o PROJETO MATA ATLÂNTICA - MINAS GERAIS pelo CENTRO DE SENSORIAMENTO REMOTO DE MINAS GERAIS, CSRMG, através de um convênio de cooperação técnico-científica entre a FEAM/MG e a UFMG.

O projeto teve por objetivo a cartografia na escala 1:100.000 dos remanescentes florestais de Mata Atlântica em suas principais áreas de ocorrência no Estado de Minas Gerais, tendo como base a utilização de Sensoriamento Remoto Orbital e técnicas de Cartografia Digital.

A área referente ao levantamento foi definida visando cobrir uma região contínua do Estado que fosse mais significativa no tocante à expressão espacial dos remanescentes florestais. Desse modo, foi selecionada uma extensão abrangendo o Sul de Minas, Quadrilátero Ferrífero, Região Metropolitana de Belo Horizonte e o Alto Vale do Rio Doce. Assim, foram assegurados a cartografia

e o detalhamento de importantes remanescentes florestais da Serra Mantiqueira, do Campo das Vertentes, da região de Belo Horizonte e Ouro Preto e da região do Parque do Rio Doce e entorno.

A área coberta pelo projeto abrange o total de 25 cartas na escala 1:100.000 (fig.1), correspondendo a extensão de 62.374,31 Km², ou o equivalente a 10,6% do território mineiro.

O Conceito "Mata Atlântica"

O conceito de Mata Atlântica adotado por este projeto segue a proposta de BRAGA E STEHMANN (1990), definida de acordo com a nomenclatura internacional de classificação da vegetação da UNESCO (1973).

Segundo esta definição o domínio da Floresta Atlântica no Estado de Minas Gerais seria composto pelas seguintes tipologias vegetacionais: Floresta Ombrófila Densa, Floresta Ombrófila Mista, Floresta Ombrófila Aberta e Floresta Estacional Semidecidual.

BRAGA E STEHMANN (1990) incluem também como domínio da Mata Atlântica as áreas de contatos/enclaves ou tensão ecológica entre as seguintes formações: Floresta Ombrófila Densa/ Floresta Ombrófila Mista; Floresta Ombrófila/ Floresta Estacional Semidecidual; Floresta Estacional/ Floresta Ombrófila Mista; Savana/ Floresta Ombrófila Mista; Savana/ Floresta Ombrófila Aberta e Savana/ Floresta Estacional Semidecidual.

Foram também incluídas por este projeto de mapeamento como "remanescentes florestais" as formações secundárias das tipologias descritas acima, onde estas se apresentavam em alto grau de regeneração - *capoeiras* -.

Isto se deve à importância dessas áreas como repositórias da vegetação original e também devido à impossibilidade de sua diferenciação em relação às matas primárias nos produtos de Sensoriamento Remoto utilizados.

Metodologia

Foram utilizadas no mapeamento imagens TM/Landsat-5, reproduzidas pelo INPE em composições coloridas, na escala 1:100.000, das

bandas 4, 5, 3, associadas, respectivamente, às cores vermelho, verde e azul.

A seleção das datas de aquisição das imagens obedeceu a critérios ótimos, em função da variação sazonal e ausência de cobertura de nuvens. Imagens obtidas ao término da estação seca foram preferidas, devido ao maior contraste espectral nessa época do ano entre as formações florestais com as áreas de cobertura arbustiva ou herbácea.

A identificação das áreas florestadas em imagens obtidas nessa época é também facilitada pela ausência ou inexpressiva presença de padrões espectrais de culturas anuais ou temporárias.

As datas das imagens adquiridas variam de 1988 a 1991, estando distribuídas em: 6,6% em 1988, 31,6% em 1989, 48,7% em 1990 e 13,1% em 1991.

Para a identificação dos remanescentes florestais foi definida uma chave de interpretação baseada nos seguintes elementos de fotointerpretação:

Cor - a cor é descrita em função dos seus três componentes:

- **Intensidade (tonalidade)** - A intensidade dos remanescentes florestais equivale a uma tonalidade média, sendo mais clara que as áreas sombreadas, mas mais escura que as áreas de cultura irrigada, reflorestamentos de eucalipto e áreas de campo verde.

- **Matiz** - Na composição colorida escolhida, o matiz representativo dos remanescentes florestais é o vermelho, com uma leve tendência para o laranja. Isto é função da forte absorção da vegetação florestal nas bandas 3 e 5, representadas pelas cores azul e verde, e forte reflectância na banda 4, representada pelo vermelho.

Ainda, nessa composição o cerrado aparece representado por matiz marrom, os campos secos em azul, a caatinga em matizes de marrom a preto, a mata seca em preto, as capoeiras em laranja, as culturas em rosa e os cafezais em laranja a laranja-avermelhado. Os reflorestamentos de eucalipto aparecem também em matiz vermelho, confundindo-se com os remanescentes florestais.

- **Saturação** - A saturação dos remanescentes florestais é em geral alta, apresentando um vermelho bem intenso, tipo "mancha de sangue". A saturação dos reflorestamentos de eucalipto é

proporcional a sua idade e por conseguinte à densidade de biomassa.

Textura - Pode ser classificada de acordo com a granulação em: fina, média ou grosseira. Quando maior é o porte arbóreo da vegetação mais grosseira é a textura.

Estrutura - os remanescentes florestais não apresentam orientação textural, já os reflorestamentos, quando na fase inicial, podem apresentar uma estrutura linear.

Forma - As manchas de vegetação nativa mostram formas irregulares, com exceção de alguns remanescentes que tiveram sua forma lapidada em função da ocupação do entorno. Já, os reflorestamentos aparecem em formas geométricas ou regulares.

Relações de contexto - os remanescentes florestais aparecem, em geral, em pequenas manchas descontínuas ou parcialmente conectadas, enquanto os reflorestamentos ocupam grandes áreas, a exceção de pequenos reflorestamentos, típicos de mini a médias propriedades rurais. Este são impossíveis de serem discriminados sem auxílio de dados ancilares. Os grandes reflorestamentos, em geral, ocupam regiões planas, como os topos de chapadas, estando cercados por aceros e estradas vicinais, enquanto as manchas de vegetação nativa aparecem preservadas em função do relevo, ocorrendo com maior frequência nas regiões íngremes e de difícil acesso.

A respeito da chave acima, deve-se dizer, que sua confiabilidade varia em função da complexidade das diversas regiões mapeadas no Estado, sendo também afetada pela variação de cores e tonalidades observadas entre imagens, decorrente da não uniformidade de processamento e das diferentes datas de aquisição.

A unidade mínima de mapeamento equivaleu-se a $6,25 \text{ mm}^2$, ou seja, correspondente a uma área de 6,25 hectares.

Para efeito de mapeamento, as áreas sombreadas com ocorrência de remanescentes de Mata Atlântica somente foram incluídas, onde as manchas florestadas extrapolavam ou circunscreviam as vertentes sombreadas.

A interpretação das imagens foi auxiliada pelo uso de cartas topográficas, empregadas principalmente no levantamento dos principais e antigos reflorestamentos.

Todo o processo de interpretação de imagens levou cerca de 3 meses.

Trabalhos de campo foram realizados com objetivo de levantar padrões amostrais e verificar a exatidão do mapeamento. A partir da interpretação das imagens foi estabelecida uma rede de amostragem segundo os critérios de confiabilidade da interpretação.

O curto tempo disponível para a execução do projeto impôs a utilização de vários intérpretes. Para que com isso não se ampliasse a subjetividade da análise, toda interpretação passou por vários processos de revisão.

Em primeiro, foi realizado um acompanhamento do processo de interpretação por supervisores, que buscaram padronizar o grau de detalhamento entre os vários intérpretes.

A partir dos resultados de campo, realizou-se uma correção dos dados, com a exclusão ou inclusão de áreas de Mata Atlântica.

Por último, as primeiras provas das cartas temáticas produzidas foram confrontadas com as imagens interpretadas, objetivando o refinamento final e a avaliação da qualidade do produto confeccionado.

As cartas temáticas do Projeto Mata Atlântica foram geradas, utilizando-se um sistema de Cartografia Digital (vide fig.2).

O software utilizado nesse sistema foi o Microstation - PC da INTERGRAPH.

No processo de digitalização, as transparências da interpretação foram corregistradas às cartas topográficas através de pontos de controle, usados para definir uma função de mapeamento polinomial. O erro médio do registro espacial das transparências situou-se em torno de 0,2%, atendendo assim a precisão cartográfica.

A etapa de digitalização e elaboração das cartas tomou cerca de três meses do projeto, gerando um massa de dados digitais equivalente a cerca de 40 Megabytes.

A produção das 25 cartas temáticas pelo projeto levou cerca de 8 meses, sendo dois meses para a seleção e recebimento das imagens, 3 meses para interpretação e campo e 3 meses para a revisão, digitalização e realização cartográfica.

Resultados

Em toda a área do projeto, evidencia-se uma antiga, profunda e ininterrupta intervenção antrópica sobre a cobertura vegetal natural.

Tanto pelas observações de campo ou pela interpretação das imagens, fica patente o alto grau de fragmentação das formações florestais de Mata Atlântica. Em toda a extensão mapeada os remanescentes aparecem, com raras exceções, representados por uma miríade de pequenas manchas isoladas, que são mapeáveis somente em escalas de detalhe. Por isso, é natural que qualquer projeto de mapeamento por Sensoriamento Remoto, em escala inferior a 1:100.000, subestime a quantificação desses remanescentes.

Uma outra questão refere-se a diferenciação entre as formações primárias de Mata Atlântica e suas áreas de regeneração. A separação entre as formações primárias dos seus estágios mais avançados de regeneração por meio de imagens convencionais é impraticável, o que faz que ambas as classes sejam agrupadas como remanescentes florestais.

Como observado em campo, grande parte das áreas mapeadas como Mata Atlântica consiste em formações secundárias, oriundas de áreas abandonadas, principalmente em regiões tradicionalmente cafeeiras.

Considerando ambas as formações primárias e as suas áreas de regeneração, chega-se ao valor de 10.475,8 km² em área de remanescentes florestais, o que representa 16,8% do total da região mapeada. Esta taxa de remanescentes deve ser considerada como um valor máximo obtido para Minas Gerais, tendo em vista que a área coberta pelo projeto abrange as maiores e principais manchas de Mata Atlântica do Estado.

A quantificação dos remanescentes florestais por carta é apresentada em seguida. A distribuição percentual está também ilustrada na fig. 3. Não foram consideradas, para efeito de quantificação, as áreas nas imagens cobertas por nuvens, devido ao baixíssimo índice de cobertura de nuvens obtido na seleção das imagens.

CÁLCULO DAS ÁREAS DE MATA ATLÂNTICA POR CARTA

Nº	área R. F.	área carta	percent.
1	83.44	1820.19	26.56%
2	311.17	1337.52	23.26%
3	440.95	2851.85	15.46%
4	827.78	2821.09	29.34%
5	895.67	2208.57	40.55%
6	514.49	1324.22	38.85%
7	98.99	522.11	18.96%
8	252.54	2861.48	8.82%
9	265.38	2861.68	9.27%
10	563.42	2862.60	9.68%
31	147.71	402.64	36.68%
14	478.52	2882.93	16.60%
21	382.49	2893.49	13.22%
26	351.19	2900.66	12.11%
27	626.47	2902.61	21.58%
28	261.73	2904.34	9.01%
29	307.19	2911.32	10.55%
30	79.34	2913.31	2.72%
11	167.26	2871.00	5.82%
12	301.26	2872.43	10.49%
13	417.61	2881.57	14.49%
15	435.49	2884.23	15.09%
19	881.51	2890.83	30.49%
20	558.26	2891.94	19.30%
25	425.94	2899.70	14.69%

Como se pode observar, as concentrações de remanescentes florestais variam de 2,72% a 40,55%. As principais áreas de ocorrência de Mata Atlântica são: a Serra da Mantiqueira - cartas 1,2,31,4,5 e 6 -, o Quadrilátero Ferrífero, a sul de Belo Horizonte, e o Parque do Rio Doce. As duas primeiras regiões caracterizam-se por um relevo extremamente acidentado, o que possibilitou a preservação de importantes manchas da Mata Atlântica, como por exemplo a região da Estação Ecológica do Papagaio, APA das Andorinhas e Região do Caraça. No restante da região mapeada os remanescentes florestais aparecem representados por pequenas manchas que se concentram em função da movimentação do relevo. Na região do Rio Doce a grande expressão de Mata Atlântica deve-se, praticamente, à área do Parque do Rio Doce. As regiões de entorno do Parque aparecem bastante devastadas, chegando às situações extremas de quase ausência de áreas florestadas, como no exemplo dos municípios de Dom Cavati, Fernandes Tourinho e Governador Valadares - cartas 28 e 30 -. Somente na direção da região de Açucena ocorre um incremento significativo de áreas florestadas.

No Sul de Minas, a fisiografia extremamente acidentada da serra da Mantiqueira foi, sem dúvida, o grande responsável pela preservação de extensas manchas de Mata Atlântica. Já, a baixa concentração de áreas florestadas nas regiões entre São João del Rei e Luminárias deve-se mais à distribuição da vegetação original - campo das vertentes - do que ao desmatamento. Nessa região, os maiores remanescentes florestais aparecem nos sopés das principais serras, como nas serras de Tiradentes e Carrancas.

A expressão areal das áreas florestadas é também função do modelo econômico de ocupação do solo. A instalação da atividade pecuária extensiva e dos grandes reflorestamentos no Vale do Rio Doce foi muito mais devastadora em termo de desmatamento do que a atividade cafeeira e os pequenos e médios projetos agrícolas, desenvolvidos no Sul de Minas.

Considerações finais

O mapeamento dos remanescentes de Mata Atlântica, ao detectar a sua expressão areal, passa a ser um documento fundamental à realização de prognósticos, que subsidiem planos e programas a médio e longo prazos, com a finalidade de reorganização ambiental do espaço geográfico mineiro. Desse modo, estar-se-á assegurando um desejável uso do solo, manejo da cobertura vegetal e a manutenção da biodiversidade.

A implementação de programas de monitoramento da cobertura vegetal é indicada como um passo a ser seguido. Este monitoramento deve visar não só o acompanhamento da evolução futura, mas também no possível, desvendar a tendência histórica da evolução do desmatamento.

Sugere-se para os futuros trabalhos, a aquisição de dados digitais de Sensoriamento Remoto. A utilização de técnicas de processamento de imagens possibilitará o melhor detalhamento das áreas mapeadas, um registro espacial preciso entre os dados multitemporais e sobretudo a análise da regeneração da vegetação, a qual é muito difícil de ser realizada, usando-se somente de interpretação manual.

Esperam-se também campanhas sistemáticas de campo, visando a coleta de espécies florísticas e a descrição fisionômica e estrutural das diversas formações vegetacionais ocorrentes no domínio da Mata Atlântica. É de extrema importância que a

massa de dados gerada por estes levantamentos seja armazenada em um banco de dados interfaciado a um sistema de informações geográficas. Neste ambiente, as informações disponíveis poderão ser acessadas tanto pelo "valor" de seu atributo como também pela sua posição geográfica.

Agradecimentos

Os autores gostariam de agradecer aos pesquisadores que tornaram possível a realização deste trabalho, a FEAM-MG pela compreensão dos desafios enfrentados pelo projeto, à prestação dos serviços da FUNDEP, ao apoio do INPE, pela rápida geração das imagens e ao Fundo Nacional do Meio Ambiente pelo financiamento ao projeto.

Referências

- BRAGA, P.I.S. e STEHMANN, J.R. *Os Domínios Originais da Mata Atlântica e considerações sobre a Conservação dos seus Recursos Naturais em Minas Gerais*. Belo Horizonte, UFMG. 1990. Relatório Técnico, não publicado.
- FUNDAÇÃO MATA ATLÂNTICA, Workshop Mata Atlântica-Problemas, Diretrizes e Estratégias de Conservação. *Anais da Reunião Nacional Sobre a Proteção dos Ecossistemas Naturais da Mata Atlântica*. Março/1990. 3-64.
- FUNDAÇÃO SOS MATA ATLÂNTICA E INPE. *Atlas da evolução dos remanescentes florestais e ecossistemas associados do domínio da Mata Atlântica no Estado de São Paulo no período 1985-1990*. São Paulo, SP, 1992.
- UNESCO. International Classification and Mapping of Vegetation. In: *Ecology and Conservation*, 6. Paris. 1973.

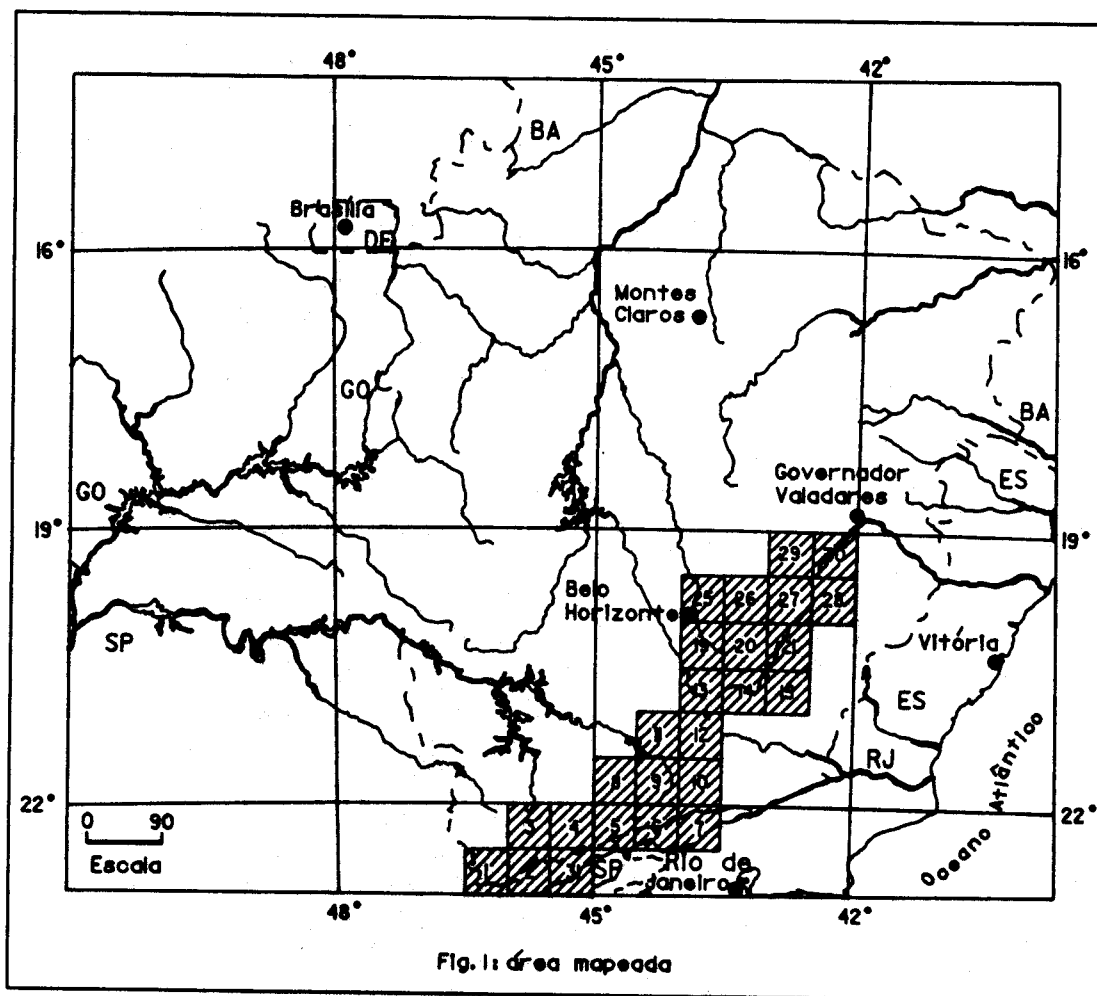


Fig. 1: área mapeada

Fig. 3 - PORCENTAGEM DE ÁREA FLORESTADA POR CARTA
PROJETO MATA ATLÂNTICA

LEGENDA

Porcentagem de área florestada por carta

-  Até 10%
-  10% a 15%
-  15% a 20%
-  20% a 30%
-  30% a 40%

