

# **Análise multitemporal com sensores orbitais da atividade de mineração e garimpo na FLONA do Jamari**

Humberto N. de Mesquita Jr. & Ronaldo B. G. de Almeida

1- Núcleo de Geoprocessamento da Diretoria de Florestas do Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais, SCEN Trecho 2, Ed. Sede IBAMA, Bloco "E", 70818-900  
humberto.mesquita-junior@ibama.gov.br

## **Resumo**

Este trabalho apresenta uma aplicação do Sensoriamento Remoto no monitoramento de atividades de mineração. A análise apresentada foi realizada com a Floresta Nacional do Jamari. Para a análise foram utilizadas 8 imagens multitemporais cobrindo um período de 1976 até 2004. Com a análise foi possível identificar o avanço das áreas de lavra e o aumento da extensão das via de acesso. Estes resultados podem servir para a análise de técnicos na tomada de decisões no gerenciamento de unidades de conservação com atividade de mineração.

## **Introdução**

As Florestas Nacionais (FLONA's) são áreas de domínio público, providas de cobertura vegetal nativa e/ou plantada, estabelecidas com objetivos de promover o manejo dos recursos naturais, com ênfase na produção de madeira e outros produtos vegetais, garantir a proteção dos recursos hídricos, das belezas cênicas e dos sítios históricos e arqueológicos, assim como fomentar o desenvolvimento da pesquisa científica básica e aplicada, da educação ambiental e das atividades de recreação, lazer e turismo. Uma importante atividade desenvolvida em algumas FLONA's é a mineração. Devido ao grande impacto desta atividade, é importante o constante monitoramento das atuais frentes de lavras nestas áreas.

Sistemas de observação da Terra, como por exemplo, sensores a bordo de satélites ou aerotransportados, quando integrados com sistemas de informação geográfica (SIG) e outros dados relevantes relacionados ao ambiente, podem ser utilizados como uma poderosa ferramenta para identificação de impactos causados por atividade de mineração, tanto em escala local como regional. Em particular, estes sistemas integrados podem ser utilizados para produção de mapas de risco de poluição nos arredores da área de mineração, e desenvolvimento de modelos para a compreensão da disseminação de poluentes e localização dos eventos mais impactantes ao ambiente dentro da área útil de exploração. Um exemplo de utilização de sistemas de observação da terra para diagnóstico de impactos ambientais é a iniciativa MINEO da comunidade européia (Cottard, 2001).

Estes sistemas podem servir como auxiliares na tomada de decisões, pois têm a vantagem da espacialização da informação através da representação cartográfica. Os SIG's e os Sistemas de Bancos de Dados permitem considerar muitos parâmetros simultaneamente, melhorando a qualidade do resultado, além do que permitem o processamento destes dados com critérios homogêneos aplicados a toda uma área de estudo, conduzindo a resultados homogêneos e comparáveis. Assim o analista pode, com o conhecimento da gravidade do problema, priorizar ações e realizar previsões de problemas futuros, como parte do planejamento da mineração e processos de recuperação das áreas degradadas.

O trabalho consiste no processamento e interpretação de imagens orbitais obtidas por diferentes satélites (CBERS E LANDSAT), em diferentes datas no período de 1973 a 2004, com o objetivo de diagnosticar a evolução da atividade de mineração na FLONA Jamari. Para realizar a análise foram consideradas as quatro etapas da produção mineral: pesquisa mineral, lavra, beneficiamento e estocagem e transporte. Os resultados obtidos constituirão um cronograma de

indicativos de impacto ambiental dentro da FLONA, com ênfase sobre o solo, sobre a cobertura vegetação e sobre os recursos hídricos. Esta análise servirá para fornecer um histórico da atividade de mineração de modo à oferecer subsídios técnicos à análise e gerenciamento ambiental da unidade de conservação.

## Metodologia

A metodologia adotada compreendeu o monitoramento da supressão da vegetação nas áreas com atividades de mineração e posterior construção de um cronograma com a evolução das áreas desflorestadas. A unidade de conservação utilizada na análise é a floresta nacional do Jamari.

Inicialmente foram adquiridas imagens as imagens de três sensores orbitais em datas diferentes, no período de 1976 até 2004. A imagem ortoretificadas fornecida pela *Global Land Cover Facility* (<http://www.landcover.org>) foi comparada com a base cartográfica da FLONA gerada a partir de dados cartográficos do IBGE. A imagem ortoretificada apresentou deslocamento médio de aproximadamente 100 metros nordeste relação a base do IBGE, deslocamento corrigido sem alterar a geometria da imagem. A **tabela 1** apresenta a relação das imagens utilizadas, com as respectivas datas e fonte de aquisição.

**Tabela 1** – Datas das imagens, com órbita e ponto, tipo de satélite e sensor e a instituição que cedeu as imagens para a análise.

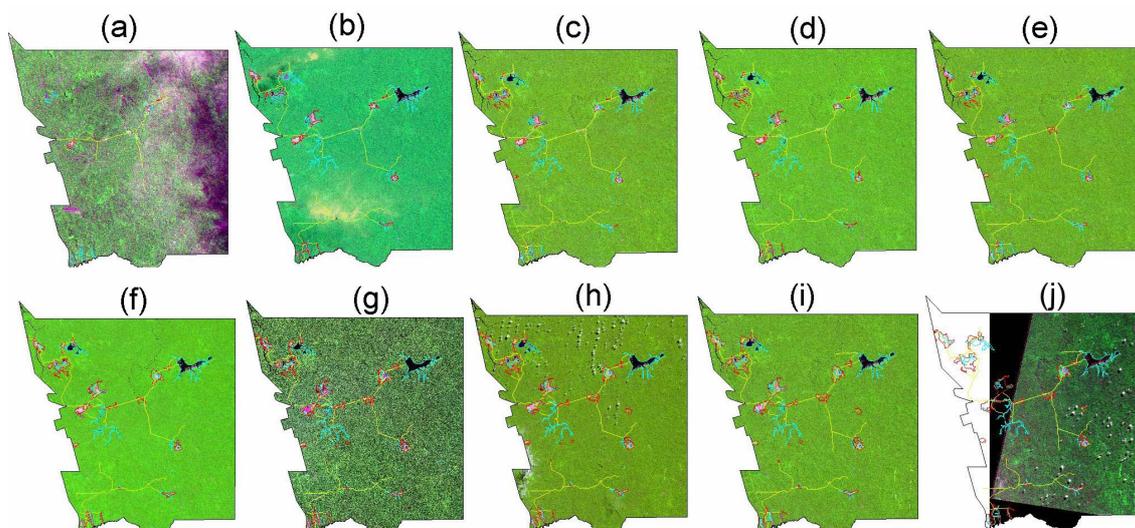
Satélite/sensor	Órbita	Ponto	Data	Fonte
Landsat-MSS	249	066	17/05/1976	INPE
Landsat-TM	232	066	27/07/1996	IBAMA
Landsat-TM	232	066	17/07/1997	IBAMA
Landsat-TM	232	066	17/07/1998	IBAMA
Landsat-TM	232	066	20/07/1999	IBAMA
Landsat-TM	232	066	22/08/2000	IBAMA
Landsat-ETM+	232	066	02/08/2001	GLCF
Landsat-TM	232	066	18/06/2002	IBAMA
Landsat-TM	232	066	15/06/2003	IBAMA
CBERS-CCD	174	110	19/07/2004	INPE

As imagens retificadas, ou seja, coincidentes geograficamente, foram realizadas composições coloridas tipo falsa cor. Para a imagem CBERS-CCD foi realizada a composição RGB-243, para as imagens Landsat-TM e ETM+ a composição RGB-543 e para as imagens Landsat-MSS a composição RGB-475.

A partir dos dados atualizados fornecidos pelo DNPM foram identificadas às áreas de mineração e quantificadas as respectivas áreas com supressão da vegetação. A delimitação das áreas com supressão de vegetação foram feitas por digitalização na tela sobre as composições coloridas. Também foram identificadas as principais mudanças nos corpos d' água e estimativa aproximada das áreas inundadas.

## Resultados Parciais

Todos as imagens registradas foram analisadas no programa Arc-View/ESRI por meio da digitalização do vetores em tela. A **figura 1** apresenta a representação das dos vetores sobrepostas nas imagens analisadas.



**Figura 1** – Imagens de satélite com os vetores digitalizados. (a) Landsat\_MSS de 1976, (b) Landsat-TM 1996, (c) Landsat-TM 1997, (d) Landsat-TM 1998, (e) Landsat-TM 1999, (f) Landsat-TM 2000, (g) Landsat-ETM+ 2001, (h) Landsat-TM 2002, (i) Landsat-TM 2003, (j) CBERS 2004.

A **tabela 2** apresenta os resultados parciais da análise com a área de lavra, a área inundada e a extensão das vias de acesso.

**Tabela 2** – Resultados da análise temporal das imagens de satélite.

Ano	Área de Lavra (ha)	Área Inundada (ha)	Vias de Acesso (km)
1976	563,19	605,326	56,79
1996	1935,31	3692,93	156,93
1997	2487,59	3692,93	156,93
1998	2550,58	3692,93	156,93
1999	3236,52	3692,93	156,93
2000	4455,62	3692,93	166,97
2001	5351,58	3692,93	166,97
2002	5788,53	3697,43	169,11
2003	6926,63	3697,43	179,64
2004	6926,63	3697,43	179,64

### Agradecimentos

Agradecemos ao Instituto do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis que forneceu o material e apoio logístico para a execução deste trabalho. Ao Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais pelas imagens fornecidas através do banco de imagens. E ao Global Land Cover Facility (<http://www.landcover.org>) e USGS/NASA por fornecer e permitir a utilização das imagens ortoretificadas.

### Referências Bibliográficas

Cottard, F. (2001), *1st MINEO Workshop 25-27 October 2001*, GBA, Vienna, Austria, <http://www.brgm.fr/mineo/first1.htm>.