



PALAVRAS CHAVES/KEY WORDS
IMAGENS LANDSAT-TM
DESMATAMENTO, AMAZÔNIA LEGAL

AUTORIZADA POR/AUTHORIZED BY

Roberto P. da Cunha
Diretor Sens. Remoto

AUTOR RESPONSÁVEL
RESPONSIBLE AUTHOR

Antonio T. Tardin

DISTRIBUIÇÃO/DISTRIBUTION
 INTERNA / INTERNAL
 EXTERNA / EXTERNAL
 RESTRITA / RESTRICTED

REVISADA POR / REVISED BY

Pedro Hernandez Filho

CDU/UDC
528.711.7:634.0.32 (811.3)

DATA / DATE
Dezembro de 1989

TÍTULO/TITLE	<p>PUBLICAÇÃO Nº PUBLICATION NO INPE-5010-RPE/607</p> <p>AVALIAÇÃO DA ALTERAÇÃO DA COBERTURA FLORESTAL NA AMAZÔNIA LEGAL UTILIZANDO SENSORIAMENTO REMOTO ORBITAL.</p>
	<p>AUTORES/AUTHORSHIP Antonio Tebaldi Tardin Roberto Pereira da Cunha</p>

ORIGEM ORIGIN
DPA

PROJETO PROJECT
PRODES

Nº DE PAG. NO OF PAGES 43	ULTIMA PAG. LAST PAGE A.5
VERSÃO VERSION	Nº DE MAPAS NO OF MAPS

RESUMO - NOTAS / ABSTRACT - NOTES

Este trabalho teve como objetivo utilizar as imagens mais recentes obtidas pelo satélite LANDSAT-TM na avaliação da alteração da cobertura florestal da Amazônia Legal, cuja superfície corresponde a 57,6% do território brasileiro. Foi utilizada técnica de interpretação visual de composições coloridas obtidas dos canais 3, 4 e 5 do TM na escala de 1:250.000. Foram levadas em consideração as alterações em áreas sob domínio da vegetação com fisionomia florestal. Dados quantitativos da cobertura florestal são apresentados por Unidade Federativa e para a Amazônia Legal na forma de tabelas e gráficos. As composições coloridas utilizadas neste trabalho permitiram a caracterização dos diferentes tipos de alteração da cobertura florestal. Até 1988, Rondônia foi a Unidade Federativa da Amazônia que apresentou o maior índice percentual de desmatamento (12,6%). A Amazônia como um todo apresenta uma superfície florestal alterada de 251.426km² o que equivale a 5,12% da área física da Amazônia Legal desde sua criação em 1953.

OBSERVAÇÕES/REMARKS

Trabalho realizado com a cooperação técnica de pesquisadores e especialistas em sensoriamento remoto do Instituto de Pesquisas Espaciais.

ABSTRACT

Results of measurements on the deforestation of the Brazilian Amazonian forest (Legal Amazonia) are presented. The study was based on most recent satellite remote sensing data acquired by the LANDSAT-5 satellite, Thematic Mapper sensor (TM). The study area comprises the limits of the Legal Amazonia (i.e. 4,906,785 sq km) which corresponds to almost 60% of the Brazilian territory. Visual interpretation techniques were applied in the analysis of color composites, obtained from LANDSAT-TM bands in the channels 3, 4 and 5, at a scale of 1:250,000 in order to obtain the deforestation measurements. Only the deforestation for the forest domain was taken into account in this work. Data of acreage measurements are presented on a state by state basis and total for the whole Legal Amazonia. LANDSAT color composites resulted in an efficient tool in the discrimination of the different types of forest cover alteration. Percentually, Rondonia was the most deforested area of the Amazonia region (12.6%). The total deforested area of the Legal Amazonia points to a value of 251,426 sq km which is equivalent to 5.12% of the physical area of the Legal Amazonia since its establishment in 1953.

SUMÁRIO

	<u>Pág.</u>
LISTA DE FIGURAS	<i>vii</i>
<u>CAPÍTULO 1 - INTRODUÇÃO</u>	1
<u>CAPÍTULO 2 - MATERIAL E MÉTODOS</u>	5
2.1 - Área de estudo	5
2.2 - Material	7
2.3 - Métodos	7
<u>CAPÍTULO 3 - RESULTADOS E DISCUSSÃO</u>	11
3.1 - Imagens orbitais	11
3.2 - Interpretação de imagens	13
3.3 - Dados quantitativos e valores relativos de áreas florestais alteradas	15
<u>CAPÍTULO 4 - CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES</u>	25
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	26
APÊNDICE A - ÓRBITA, PONTO E DATA DAS IMAGENS DO LANDSAT-TM UTILIZADAS NESTE TRABALHO	

LISTA DE FIGURAS

	<u>Pág.</u>
2.1 - Amazônia Legal - Estados e Territórios componentes	6
3.1 - Mapa com localização das imagens	12
3.2 - Dados quantitativos de alteração da cobertura vegetal até 1975 e 1978 (Tardin et al., 1980) e florestal até 1988 das Unidades Federativas do Acre, Amapá e Amazonas	21
3.3 - Dados quantitativos de alteração da cobertura vegetal até 1975 e 1978 (Tardin et al., 1980) e florestal até 1988 das Unidades Federativas do Pará, Rondônia e Roraima	22
3.4 - Dados quantitativos de alteração da cobertura vegetal até 1975 e 1978 (Tardin et al., 1980) e florestal até 1988 das Unidades Federativas do Tocantins-Goiás, Maranhão e Mato Grosso	23
3.5 - Dados quantitativos de alteração da cobertura vegetal até 1975 e 1978 (Tardin et al., 1980) e florestal até 1988 da Amazônia Legal	24

• •

CAPÍTULO 1

INTRODUÇÃO

Em meados da década de 70, a Superintendência do Desenvolvimento da Amazônia (SUDAM) solicitou ao Instituto de Pesquisas Espaciais (INPE) um estudo da utilização de imagens orbitais para a avaliação de projetos agropecuários, os quais estavam sendo implantados na Amazônia com incentivos fiscais. A justificativa fundamentava-se nas dificuldades encontradas pela SUDAM na fiscalização destes projetos utilizando métodos convencionais.

Os resultados obtidos em trabalhos conjuntos entre o INPE e a SUDAM mostraram a eficiência de imagens orbitais na detecção e avaliação de desmatamentos, mesmo aqueles antigos. Consideram-se como desmatamentos antigos, grandes alterações da cobertura florestal verificadas de forma contínua nos Estados do Pará e Maranhão, as quais ocorreram muito antes da pressão antrópica causada, inicialmente, pelos incentivos fiscais concedidos a partir da década de 60 para implantação de projetos agropecuários. Foi também possível avaliar a qualidade de pastagens (Santos e Novo, 1977). Em nível de pesquisa, procurou-se estudar a relação entre a degradação de solos da Amazônia

e as respostas espectrais de imagens LANDSAT como também a relação entre a qualidade de pastagens e o tempo de ocupação (Santos et al., 1979a).

Em 1977 foi firmado convênio de cooperação técnica entre o INPE e o Instituto Brasileiro de Desenvolvimento Florestal (IBDF) com o objetivo de utilizar técnicas de sensoriamento remoto orbital no levantamento de recursos florestais e, em 1978, foi realizado o Subprojeto Desmatamento, tendo como área de estudo o Território Federal de Rondônia, atualmente Estado de Rondônia (Santos et al., 1979b). Os resultados encorajadores alcançados naquele ano motivaram a continuação do projeto em 1979 para toda a Amazônia Legal, utilizando imagens de dois períodos diferentes (Tardin et al., 1980).

Levantamentos sobre desmatamentos foram realizados posteriormente em algumas unidades federativas daquela região, mas não na Amazônia Legal como um todo (IBDF, 1983, 1988).

Na década de 80 iniciou-se o estabelecimento de estimativas de dados de desmatamentos da Amazônia, baseadas em projeções matemáticas (Fearnside, 1982, 1989;

Mahar, 1989), sem a utilização de dados de sensoriamento remoto. Essas projeções matemáticas

representam hipóteses diferentes do presente trabalho o qual utiliza-se de valores medidos.

O presente trabalho apresenta um estudo de utilização de imagens mais recentes, obtidas pelo satélite LANDSAT-TM, na avaliação da alteração da cobertura florestal da Amazônia Legal.

•
•

CAPÍTULO 2

MATERIAL E MÉTODOS

2.1 - ÁREA DE ESTUDO

A área de estudo corresponde à divisão política denominada Amazônia Legal (AML), criada pelo Decreto Lei número 1806 de 06 de janeiro de 1953, que abrange os Estados do Acre, Amazonas, Pará e Rondônia, os Territórios Federais do Amapá e Roraima, a uma parte dos Estados do Mato Grosso, ao norte do paralelo 16° , o Tocantins, ao norte do paralelo 13° , e do Maranhão a oeste do meridiano 44° , (Figura 2.1), perfazendo um total de $4.906.785\text{km}^2$, ou 57,6% do território brasileiro.



Fig. 2.1 - Amazônia Legal - Estados e Territórios componentes.

2.2 - MATERIAL

Foram utilizados mosaicos confeccionados com imagens do LANDSAT-TM, canal 3, na escala de 1:1.000.000, de toda a AML; composições coloridas em papel na escala de 1:250.000, obtidas dos canais 3, 4 e 5 do LANDSAT-TM, com filtros azul, verde e vermelho, respectivamente; além de mapas fitoecológicos do Projeto RADAMBRASIL, na escala de 1:1.000.000; grade milimetrada; planímetro; papel acetato transparente e outros materiais de escritório.

2.3 - MÉTODOS

No presente relatório foram adotados os seguintes procedimentos metodológicos:

- a) Análise visual de um mosaico LANDSAT de 234 imagens, na escala de 1:1.000.000, que permitiu a seleção de imagens que apresentavam padrões de alteração da cobertura florestal. Neste trabalho foram consideradas como formações florestais aquelas situadas na Amazônia Legal e classificadas, segundo o projeto RADAMBRASIL, em: Floresta Ombrófila Densa, Floresta Ombrófila Aberta, Floresta Estacional Decidual,

Área das Formações Pioneiras de Influência Fluvial (Vegetação Aluvial), Vegetação Lenhosa Oligotrófica dos Pântanos e das Acumulações Arenosas (Campinarana), Floresta Estacional Decidual e Áreas de Tensão Ecológica com Predominância de Fisionomia Florestal.

- b) Interpretação visual de composições coloridas do LANDSAT-TM dos canais 3, 4 e 5, na escala de 1:250.000. Estes canais foram selecionados em função da sensibilidade da banda 4 (infravermelho próximo) a variações na estrutura interna da folha; à baixa resposta da vegetação na banda 3 (vermelho), devido à absorção pela clorofila e grande sensibilidade do canal 5 (infravermelho médio) ao teor de água contido na massa foliar. Esta composição colorida permite a discriminação entre a cobertura florestal primitiva e áreas alteradas, mesmo aquelas de desmatamentos muito antigos, os quais foram considerados em separado, seguindo o mesmo critério adotado pelo Projeto INPE-IBDF (Tardin et al., 1980), que não os considerou, dado que o maior problema referia-se aos desmatamentos que tiveram início a partir da década de 60.

Neste trabalho foram levadas em consideração as alterações em áreas sob domínio da vegetação com fisionomia florestal, incluindo, particularmente neste caso, o cerrado. Os mapas fitoecológicos do Projeto RADAMBRASIL serviram de base para a delimitação do contato floresta/cerrado.

Na avaliação de área foi utilizada grade milimetrada sobreposta aos respectivos "overlays" que contêm a interpretação. Onde existiam grandes áreas desmatadas de forma contínua optou-se, em alguns casos, pelo uso de planímetro para sua medição.

Dados quantitativos da cobertura florestal alterada são apresentados por Unidade Federativa e para a AML na forma de gráficos e tabelas.

CAPÍTULO 3

RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1 - IMAGENS ORBITAIS

A Figura 3.1 mostra a localização das imagens utilizadas neste trabalho. De um total de 101 imagens selecionadas, 73 correspondem ao ano de 1988, 19 foram adquiridas em 1987 sendo que 4 delas eram de áreas de cerrado ou seja, não foram utilizadas dado que o trabalho visou avaliar a alteração da cobertura florestal. Das 9 imagens obtidas em 86 (4), 85 (4) e 84 (1), 4 localizavam-se ao norte da Amazônia Legal, onde a ação antrópica ainda é muito incipiente. Das quatro imagens localizadas a nordeste, duas continham pequena parte da cena dentro da área de interesse e uma outra imagem foi obtida de áreas de cerrado que não foram consideradas neste trabalho. Se as cinco imagens coincidentes com áreas de cerrado não fossem consideradas para efeito de cálculo, verifica-se que 76% são imagens de 1988. As imagens de 1988 e 1987 correspondem a 91,7% do total utilizado. Este era o estado da arte existente até março de 1989.

O Apêndice A apresenta as datas de aquisição das imagens utilizadas neste trabalho.

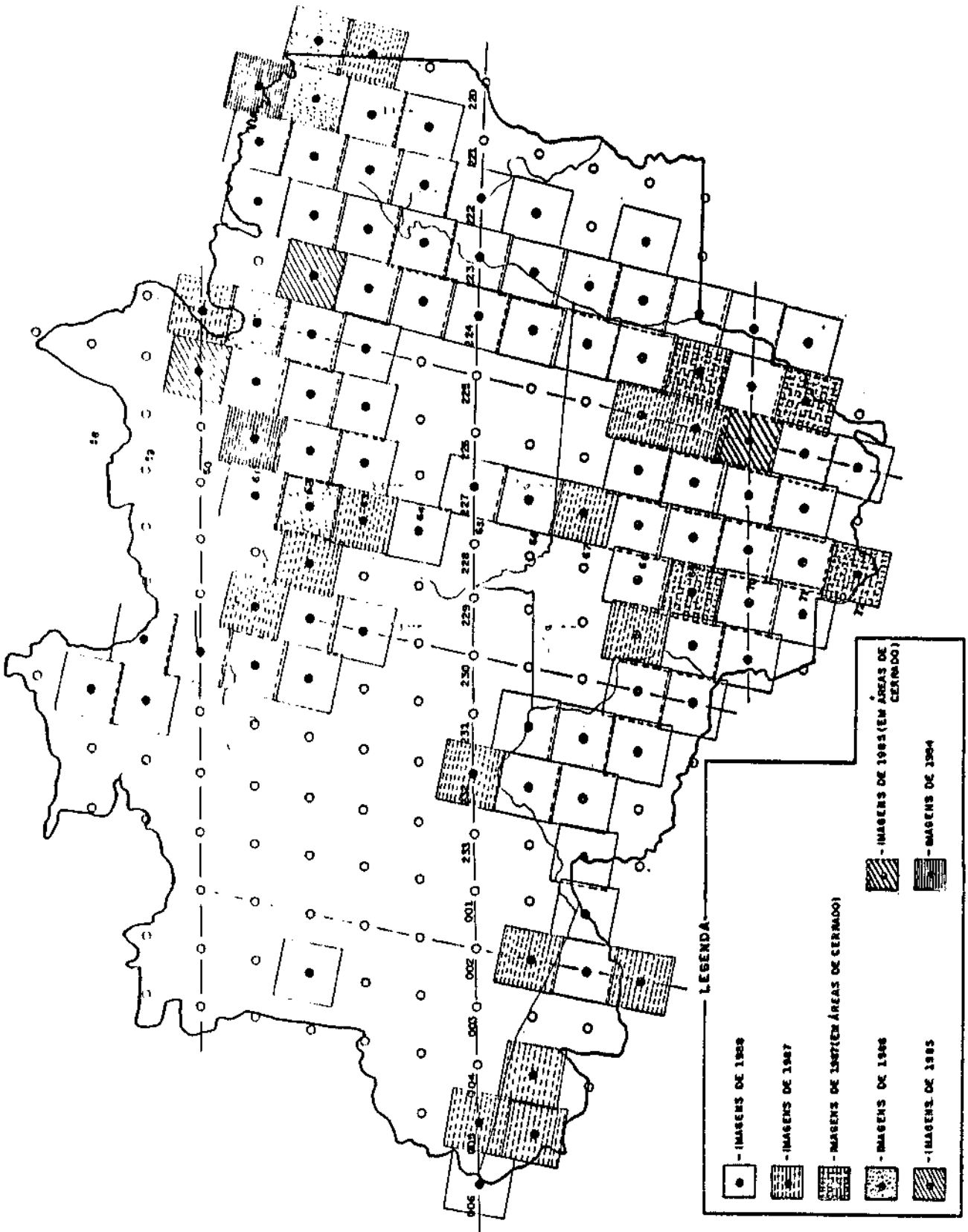


Fig. 3.1 - Mapa com localização das imagens.

Ressalta-se também que 1988 foi um ano excelente para a Amazônia Legal em termos de disponibilidade de imagens livres de nuvens, ou seja, baixa intensidade de nuvens, o que possibilitou mostrar uma situação bastante realística daquela região com relação à sua cobertura florestal em um ano recente (1988).

3.2 - INTERPRETAÇÃO DE IMAGENS

Foram utilizadas composições coloridas, obtidas de imagens dos canais 3, 4 e 5 do LANDSAT-TM, que apresentam qualidade muito superior às selecionadas para o trabalho de Tardin et al. (1980). Naquela ocasião, optou-se pela escala de 1:500.000 e pelo produto em preto e branco dos canais 5 e 7 do MSS. Outra dificuldade encontrada foi a utilização de imagens de duas épocas distintas, o que implicou a interpretação de 4 imagens por órbita/ponto, enquanto em 1989 todos os dados de sensoria-mento remoto estavam contidos em uma única imagem colorida na escala de 1:250.000 e de melhor resolução espacial (30m para o TM e 80m para o MSS).

As imagens foram interpretadas observando os aspectos espectrais e espaciais (tonalidade e forma) das áreas com fisionomia florestal da Amazônia Legal.

Desmatamentos com baixa ou nenhuma cobertura de vegetação apresentam-se em tons róseos nas imagens. Áreas desmatadas e queimadas recentemente têm tonalidade escura. Nas imagens analisadas, estas queimadas foram muito pouco freqüentes no domínio florestal. A lâmina d'água dos reservatórios artificiais constitui também uma forma de alteração da cobertura florestal, a qual se apresenta em tonalidade escura. A diferenciação entre queimada e lâmina d'água é feita analisando a característica espacial, pois queimada em áreas florestais apresenta forma mais regular, enquanto o perímetro dos reservatórios segue a orientação da rede de drenagem.

Os desmatamentos muito antigos caracterizam-se por apresentarem padrões de forma contínua, não obedecendo a nenhum critério de ocupação. Apresentam-se em dois distintos padrões tonais: róseo, quando há uma nova e recente ocupação e conseqüentemente baixa cobertura do solo, e amarelo significando a presença de capoeiras, consideradas como um tipo de vegetação secundária. As florestas nativas apresentam-se em tons de verde muito intenso, misturando-se com tonalidades de marrom em certas áreas da Amazônia. Áreas urbanas têm tonalidade semelhante a áreas desmatadas com predominância de solo exposto, enquanto colônias agrícolas têm um padrão espacial típico, denominado "espinha de peixe", com uma rodovia principal e estradas vicinais implantadas no sentido perpendicular e de ambos os lados da

principal. Com relação aos projetos agropecuários, há a predominância de grandes áreas desmatadas com formas regulares de perímetro reto. A ocorrência de campos cerrados incrustados na floresta apresenta também padrões tonais de áreas desmatadas, mas podem ser discriminados considerando o aspecto espacial (formas irregulares) assim como também utilizando os mapas fitoecológicos do Projeto RADAMBRASIL.

3.3 - DADOS QUANTITATIVOS E VALORES RELATIVOS DE ÁREAS FLORESTAIS ALTERADAS

A Tabela 3.1 mostra os dados quantitativos dos desmatamentos por Unidade Federativa e para a Amazônia Legal até o ano de 1988, bem como seus valores relativos correspondentes. Observa-se que os maiores índices de alteração da cobertura florestal ocorrem nos Estados de Rondônia, Tocantins-Goiás, Maranhão e Mato Grosso, Estados estes que possuem uma maior rede rodoviária que facilita a penetração do homem.

O Estado de Rondônia tem sido intensamente colonizado nesta década, sendo, até 1988, o mais desmatado da Amazônia em termos relativos, não considerando os desmatamentos muito antigos do Pará (31.822km²) e Maranhão (60.724km²).

TABELA 3.1

ALTERAÇÃO DA COBERTURA FLORESTAL POR UNIDADE FEDERATIVA E
PARA A AMAZÔNIA LEGAL ATÉ O ANO DE 1988

UNIDADE FEDERATIVA UF	ÁREA DA UF (km ²)	ALTERAÇÃO ATÉ 1988 (km ²)	EQUIVA- LENTE DA UF (%)	EQUIVA- LENTE DA AML (%)
Acre	153.698	5.509	3,58	0,11
Amapá	142.358	842	0,59	0,02
Amazonas	1.567.954	12.836	0,82	0,26
Pará	1.246.833	88.741*	7,12	1,81
Rondônia	238.379	30.046	12,60	0,61
Roraima	225.017	2.187	0,97	0,04
Tocantins - Goiás	269.910	20.279	7,51	0,41
Maranhão	260.233	23.771*	9,13	0,48
Mato Grosso	802.403	67.215	8,38	1,37
AMAZÔNIA LEGAL	4.906.785	251.426	-	5,12

* Não estão incluídos valores de desmatamentos muito antigos
(Ver explicação no texto).

No presente trabalho foram realizadas medi-
das objetivas de área com base nas imagens LANDSAT-TM, na
escala de 1:250.000. Foi obtido o valor de desmatamento
para a Amazônia Legal de 251.426km², valor este muito con-
fiável devido à qualidade do produto analisado e à avalia-
ção da área propriamente dita, pois, segundo Tardin et al.
(1984), trabalhando na região canavieira do norte do Estado
do Rio de Janeiro e utilizando imagens LANDSAT-TM na mesma
escala, pôde-se chegar à conclusão que o erro que se comete
ao avaliar áreas maiores do que 30 hectares está abaixo de
5%. Considerando que a maioria das áreas desmatadas da Ama-
zônia Legal excede em muito este valor, fica fácil perceber
que os valores medidos de áreas florestais alteradas nesta
região atingem precisão acima de 95%.

Através de projeções matemáticas, Fearnside
(1982) fez estimativas para as Unidades Federativas da Ama-
zônia Legal e chegou a resultados surpreendentes, tais como
aqueles obtidos para os Estados de Goiás e Rondônia, que
estariam totalmente desmatados até 1988. Em publicação mais
recente, Fearnside (1989) estimou matematicamente em
399.252km² (8,1%) o total de área desmatada na Amazônia Le-
gal.

Mahar (1989), também empregando projeções
matemáticas, fez uma estimativa de 598.921km², ou 12% de
desmatamento, na Amazônia Legal até 1988.

Estas estimativas apresentam inconsistências devido, provavelmente, à pouca quantidade de dados disponíveis para a região no período compreendido entre 1975 e 1988, os quais não permitiram obter projeções mais próximas da realidade. Além disto, as Unidades Federativas que compõem a Amazônia Legal possuem programas distintos de ocupação de seus espaços territoriais, o que significa que se deve adotar abordagem diferente para cada caso.

Existem várias formas de alteração da cobertura florestal da Amazônia (Mahar, 1989), incluindo atividades agrossilvopastoris, de mineração, construção de barragens e rodovias, urbanização, entre as principais. Para o caso da Amazônia Legal, a atividade pecuária é a que mais contribui com a taxa de desmatamento, a qual teve a sua grande expansão a partir da década de 60, devido aos incentivos fiscais concedidos pelo Governo Federal.

A construção de barragens para fins energéticos é uma outra atividade que deverá se intensificar, na região, nos próximos anos, o que implicará mais áreas florestais alteradas. No entanto, a grande causa dos desmatamentos está na implantação de rodovias, que tem sido conduzida de forma acelerada na região.

A Tabela 3.2 apresenta as taxas de incremento de desmatamento no período de 1978 a 1988 por Unidade Federativa e para a Amazônia Legal. Em valores absolutos, o maior incremento médio anual foi no Estado do Pará (6.630km²), enquanto o maior incremento no período, em números relativos, foi em Roraima, que atingiu o índice de 1.429%, seguidos dos Estados do Amazonas e Rondônia (619% e 618%, respectivamente), o que é explicado pela pequena alteração verificada nestas Unidades Federativas até o final da década de 70.

O incremento médio anual para a Amazônia Legal foi de 17.435km², e neste período de 10 anos foi atingido o incremento de desmatamento da ordem de 226% para esta região.

Estes incrementos, em valores absolutos, são melhor visualizados nas Figuras 3.2, 3.3, 3.4 e 3.5, as quais contêm dados quantitativos de alteração da cobertura vegetal até 1975 e 1978 (Tardin et al., 1980) e florestal (até 1988) das Unidades Federativas e para a Amazônia Legal.

TABELA 3.2

TAXAS DE INCREMENTO DE DESMATAMENTO NO PERÍODO DE 1978 A 1988
POR UNIDADE FEDERATIVA E PARA A AMAZÔNIA LEGAL

UNIDADE FEDERATIVA	DESMATAMENTO (km ²)		INCREMENTO	
	Até 1978 (A) *	Até 1988 (B)	\bar{X} Anual (km ²) (B-A) . 10 ⁻¹	No período (%) (B-A)/A. 100 ⁻¹
Acre	2.464	5.509	304	124
Amapá	170	842	67	395
Amazonas	1.785	12.836	1.105	619
Pará	22.445	88.741	6.630	295
Rondônia	4.184	30.046	2.586	618
Roraima	143	2.187	204	1.429
Tocantins - Goiás	10.288	20.279	999	97
Maranhão	7.334	23.771	1.644	224
Mato Grosso	28.255	67.215	3.896	138
AMAZÔNIA LEGAL	77.068	251.426	17.435	226

* Tardin et al., 1980.

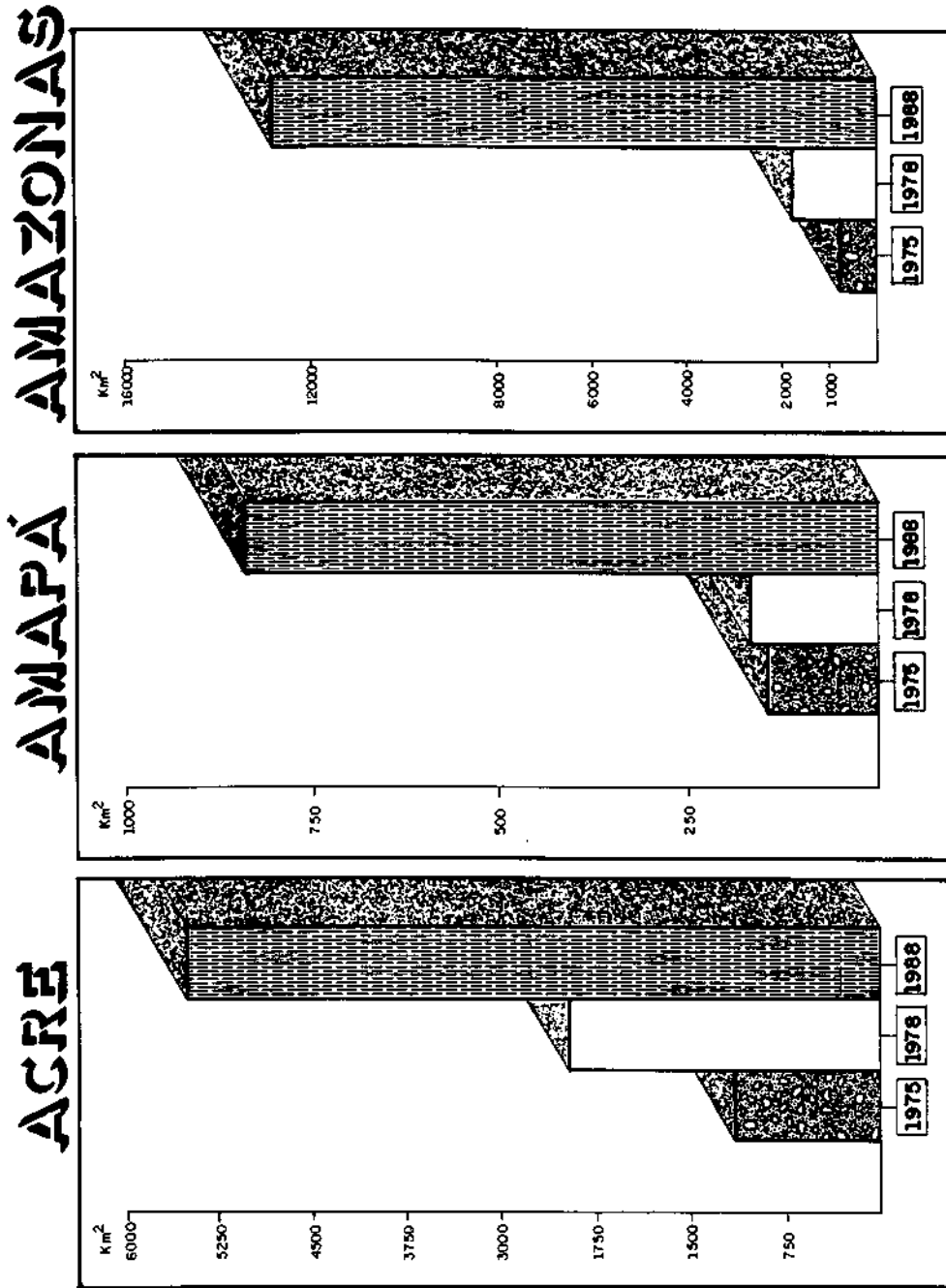


Fig. 3.2 - Dados quantitativos de alteração da cobertura vegetal até 1975 e 1978 (Tardin et al., 1980) e florestal até 1988 das Unidades Federativas do Acre, Amapá e Amazonas (ver texto).

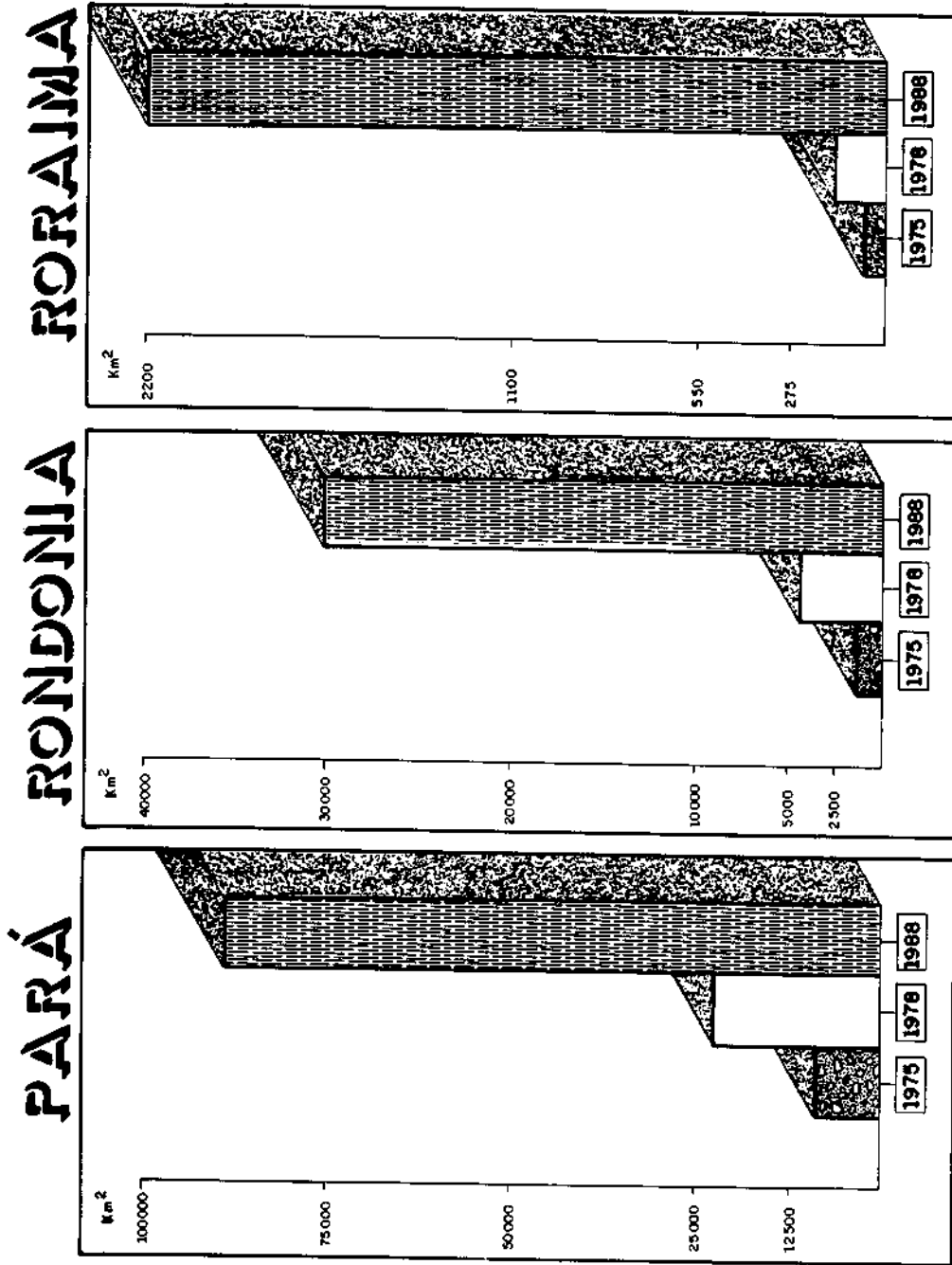


Fig. 3.3 - Dados quantitativos de alteração da cobertura vegetal até 1975 e 1978 (Tardin et al., 1980) e florestal até 1988 das Unidades Federativas do Pará, Rondônia e Roraima (ver texto).

TOCANTINS -GOIÁS MARANHÃO MATO GROSSO

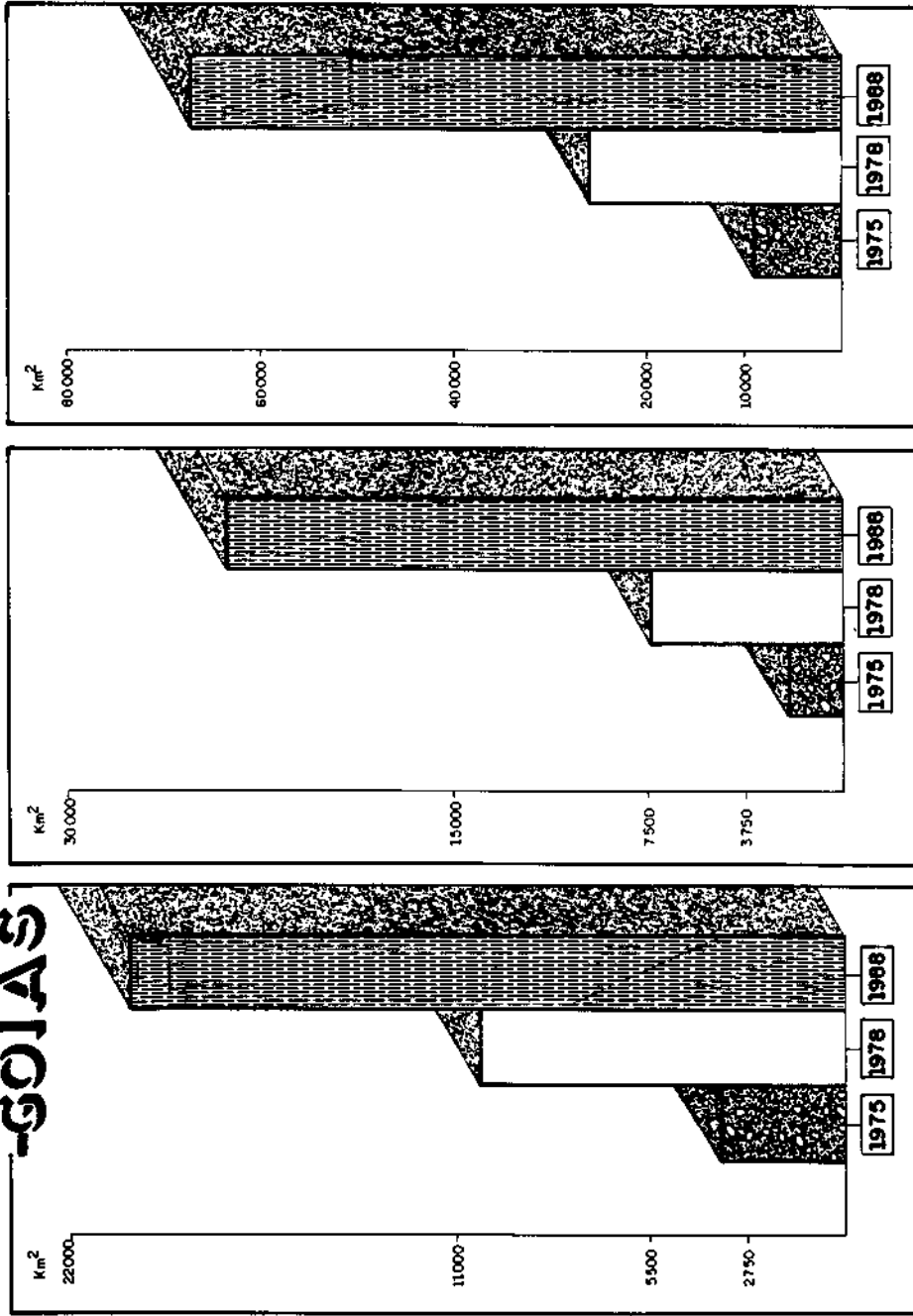


Fig. 3.4 - Dados quantitativos de alteração de cobertura vegetal até 1975 e 1978 (Tardin et al., 1980) e florestal até 1988 das Unidades Federativas do Tocantins-Goiás, Maranhão e Mato Grosso (ver texto).

AMAZÔNIA LEGAL

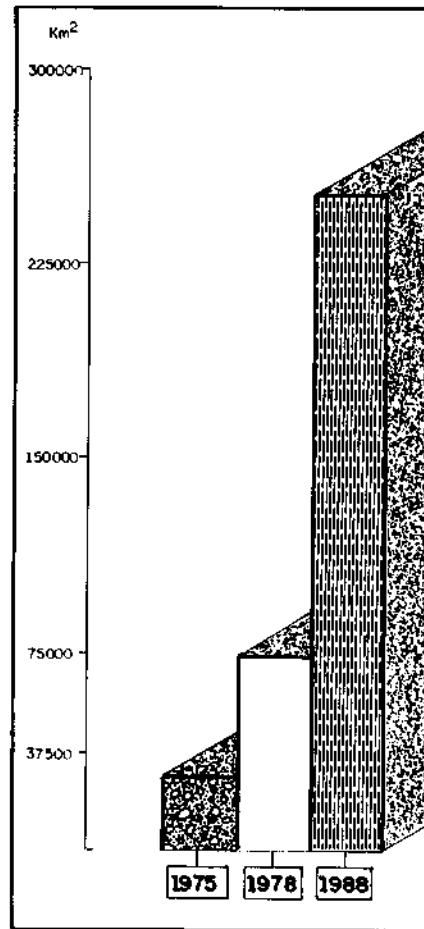


Fig. 3.5 - Dados quantitativos de alteração da cobertura vegetal até 1975 e 1978 (Tardin et al., 1980) e florestal até 1988 da Amazônia Legal (ver texto).

CAPÍTULO 4

CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES

Através da interpretação de composições coloridas das bandas 3,4 e 5, foi possível a avaliação dos diferentes tipos de alteração da cobertura florestal na Amazônia Legal, com exceção de campos cerrados incrustados no domínio florestal. Neste caso eles foram discriminados com o auxílio de mapas fitoecológicos do Projeto RADAMBRASIL e também por apresentarem formas irregulares.

O erro que se comete na medição de área é mínimo, uma vez que a grande maioria das alterações da cobertura florestal na Amazônia ocupa grandes extensões do terreno.

A presença de nuvens em algumas imagens de 1988 não afetou os resultados alcançados dado que a maioria delas está localizada em áreas de baixa atividade antrópica, em região de cerrado ou foram utilizadas imagens de 1987 que também são recentes.

A grande concentração dos desmatamentos ocorre ao longo e próximo às estradas, o que significa que a implantação de rodovia é a causa principal da ação antrópica na Floresta Amazônica.

A percentagem de área desmatada na Amazônia Legal, quando comparada com projeções matemáticas, é menor. Existem situações que o processo de alteração da cobertura florestal foi muito rápido, como é o caso de Rondônia na década de 80.

A prática da queimada em áreas alteradas na floresta foi muito pouco observada nas imagens analisadas no presente trabalho.

É importante que se mantenha um sistema de vigilância permanente através do uso de imagens orbitais, principalmente em áreas consideradas críticas e com altas taxas de desmatamentos, assim como parques nacionais, reservas indígenas, áreas com atividades de mineração, entornos de reservatórios etc.

É necessário que se construa um sistema de monitoramento da Amazônia Legal utilizando dados orbitais na forma digital, tratados em ambientes de sistema de informações geográficas, o que permitiria a integração com outras fontes de dados.

Deve-se estimular pesquisas voltadas à detecção e ao acompanhamento de áreas em processos de ex-

ploração madeireira, estudo de qualidade de pastagens com ênfase nos aspectos relacionados à degradação dos solos.

Sugere-se também uma linha de pesquisa voltada para a avaliação de volume de madeira e estudos relacionados à composição florística, em domínio florestal, através de abordagem em múltiplo estágio.

• •

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

FEARNSIDE, P. Desmatamento na Amazônia Brasileira: com que intensidade vem ocorrendo? Acta Amazônica, 12(3): 579-590, 1982.

_____. Desmatamento na Amazônia: uma revisão crítica da estimativa do programa "Nossa Natureza". Manaus. Instituto de Pesquisas da Amazônia, 1989, 5 p. Manuscrito.

INSTITUTO BRASILEIRO DE DESENVOLVIMENTO FLORESTAL (IBDF). Inventário da Floresta Nacional: Síntese dos Resultados, 1983. 37 p.

INSTITUTO BRASILEIRO DE DESENVOLVIMENTO FLORESTAL (IBDF). Monitoramento da Cobertura Florestal da Amazônia Brasileira: Resenha Geral. Brasília, 1988, 81 p.

MAHAR, D.J. Government Policies and Deforestation in Brazil's Amazon Region. Washington, DC, The World Bank, 1989, 56 p.

SANTOS, A.P.; NOVO, E.M.L.M. Uso de Dados do Landsat-1 na implantação, controle e acompanhamento de projetos agropecuários no Sudoeste da Amazônia Legal. São José dos Campos, INPE, 1977, 183 p. (INPE-1044-TPT/056).

SANTOS, A.P.; NOVO, E.M.L.M.; DUARTE, V. Relatório final do projeto INPE/SUDAM. São José dos Campos, INPE, 1979a, 126 p. (INPE-1610-RPE/089).

SANTOS, A. P.; ASSUNÇÃO, G.V.; SANTOS FILHO C.P. Relatório das atividades do projeto IBDF/INPE (Subprojeto Desmatamento) durante o ano de 1978. São José dos Campos, INPE, 1979b. (INPE-1428-RPE/007).

TARDIN, A.T.; BATISTA, G.T.; PALME, U. W.; LIMA, A.M. Avaliação preliminar de dados do TM para identificação e estimativa de área da cultura da cana-de-açúcar. In: REUNIÓN PLENARIA SELPER. Santiago, Chile, 1984, p. 133-143.

TARDIN, A.T.; LEE, D.C.L.; SANTOS, R.J.R.; ASSIS, O.R.; BARBOSA, M.P.S.; MOREIRA, M.L.; PEREIRA, M.T.; SILVA, D.; SANTOS FILHO, C.P. Subprojeto Desmatamento: Convênio IBDF/CNPq - INPE. São José dos Campos, INPE, 1980, 49 p. (INPE-1649-RPE/103).

APÊNDICE A

ÓRBITA, PONTO E DATA DAS IMAGENS DO LANDSAT-TM
UTILIZADAS NESTE TRABALHO

ÓRBITA	PONTO	DATA	OBSERVAÇÕES
220	62	13.08.86	Cobertura parcial de nuvens/88
	63	31.07.87	Cobertura parcial de nuvens/88
221	61	15.09.84	Cobertura parcial de nuvens/88
	62	17.06.86	Cobertura parcial de nuvens/88
	63	24.07.88	
	64	09.08.88	
222	61	03.10.88	
	62	16.08.88	
	63	15.07.88	
	64	16.08.88	
	65	16.08.88	
	66	01.09.88	
	68	01.09.88	
223	61	24.09.88	
	62	24.09.88	
	63	24.09.88	
	64	07.08.88	
	65	23.08.88	
	66	23.08.88	
	67	07.08.88	
	68	08.09.88	
	69	24.09.88	
	70	24.09.88	
	71	08.09.88	
224	62	21.07.85	Cobertura parcial de nuvens/88
	63	14.08.88	
	64	14.08.88	
	65	13.07.88	
	66	13.07.88	
	67	14.08.88	
	68	30.08.88	
	69	15.10.87	Área de cerrado
	70	30.08.88	
	71	28.08.87	Área de cerrado

(continua)

Continuação

ÓRBITA	PONTO	DATA	OBSERVAÇÕES
225	60	02.07.87	Cobertura parcial de nuvens/88
	61	15.07.86	Cobertura parcial de nuvens/88
	62	20.07.88	
	63	06.09.88	
	68	02.07.87	Cobertura parcial de nuvens/88
	69	03.08.87	Cobertura parcial de nuvens/88
	70	26.06.85	Área de cerrado
	71	09.11.88	
	72	09.11.88	
226	60	04.08.85	Cobertura parcial de nuvens/88
	61	13.09.88	
	62	11.07.88	
	63	11.07.88	
	68	27.07.88	
	69	12.08.88	
	70	27.07.88	
	71	28.08.88	
227	61	23.07.84	Cobertura parcial de nuvens/88
	62	03.08.88	
	63	18.07.88	
	65	02.07.88	
	66	02.07.88	
	67	16.07.87	Cobertura parcial de nuvens/88
	68	03.08.88	
	69	20.09.88	
	70	20.09.88	
	71	07.11.88	
	72	17.07.87	Área de cerrado

(continua)

Continuação

ÓRBITA	PONTO	DATA	OBSERVAÇÕES
228	61	27.09.88	
	62	18.06.86	Cobertura parcial de nuvens/88
	63	24.08.87	Cobertura parcial de nuvens/88
	64	23.06.88	
	68	10.08.88	
	69	07.07.87	Área de cerrado
	70	10.08.88	
229	62	15.08.87	Cobertura parcial de nuvens/88
	68	14.07.87	Cobertura parcial de nuvens/88
	69	01.08.88	
	70	01.08.88	
230	61	07.09.87	Cobertura parcial de nuvens/88
	62	25.09.88	
	63	25.09.88	
	68	08.08.88	
	69	08.08.88	
231	59	30.07.88	
	60	15.08.88	
	61	15.08.88	
	62	15.08.88	
	66	30.07.88	
	67	30.07.88	
	68	30.07.88	
232	58	09.10.88	
	59	09.10.88	
	65	03.07.87	Cobertura parcial de nuvens/88
	66	19.06.88	
	67	19.06.88	

(continua)

Conclusão

ÓRBITA	PONTO	DATA	OBSERVAÇÕES
233	67	28.07.88	
001	67	04.08.88	
002	66	10.09.87	Cobertura parcial de nuvens/88
	67	26.07.88	
	68	10.09.87	Cobertura parcial de nuvens/88
003	62	02.08.88	
004	66	20.06.87	Cobertura parcial de nuvens/88
005	65	14.08.87	Cobertura parcial de nuvens/88
	66	14.08.87	Cobertura parcial de nuvens/88
006	65	23.08.88	

TABELA 3.2

TAXAS DE INCREMENTO DE DESMATAMENTO NO PERÍODO DE 1978 A 1988
 POR UNIDADE FEDERATIVA E PARA A AMAZÔNIA LEGAL

UNIDADE FEDERATIVA	DESMATAMENTO (km ²)		INCREMENTO	
	Até 1978 (A) *	Até 1988 (B)	\bar{X} Anual (km ²) (B-A) . 10 ⁻¹	No período (%) (B-A)/A.100 ⁻¹
Acre	2.464	5.509	304	124
Amapá	170	842	67	395
Amazonas	1.785	12.836	1.105	619
Pará	22.445	88.741	6.630	295
Rondônia	4.184	30.046	2.586	618
Roraima	143	2.187	204	1.429
Tocantins - Goiás	10.288	20.279	999	97
Maranhão	7.334	23.771	1.644	224
Mato Grosso	28.255	67.215	3.896	138
AMAZÔNIA LEGAL	77.068	251.426	17.435	226

* Tardin et al., 1980.