INSTITUTO DE PESQUISAS ESPACIAIS
DIRETORIA DE SENSORIAMENTO REMOTO

AVALIAÇÃO DA FLORESTA AMAZÔNICA

1989

VALDETE DUARTE - ATUS

INSTITUTO DE PESQUISAS ESPACIAIS

DIRETORIA DE SENSORIAMENTO REMOTO

AVALIAÇÃO DA ALTERAÇÃO DA COBERTURA FLORESTAL NA AMAZÔNIA LEGAL UTILIZANDO SENSORIAMENTO REMOTO ORBITAL

CONTRIBUIÇÃO AO PROGRAMA " *NOSSA NATUREZA* "

SECRETARIA DE ASSESSORAMENTO DA DEFESA NACIONAL - SADEN

São José dos Campos - Cachoeira Paulista, 06 de abril de 1989

APRESENTAÇÃO

No ano de 1988 o Instituto de Pesquisas Espaciais - INPE comemorou vinte anos de atividades em Sensoriamento Remoto no Brasil. Foram vinte anos de experiência em pesquisas, desenvolvimento, aplicações e operações em Sensoriamento Remoto, substanciada por uma sólida política de formação de recursos humanos. O INPE durante estes anos propiciou treinamento e educação a seus próprios profissionais e a profissionais de diferentes instituições governamentais e privadas brasileiras, incluíndo também especialistas internacionais. Foram firmados durante estes vinte anos mais de uma centena de convênios de cooperação técnica e realizados inúmeros projetos e atividades conjuntas com várias instituições. O INPE trabalhou com todos os ministérios já existentes, diversos governos estaduais, secretarias, prefeituras, empresas estatais e privadas. O INPE transformou tecnologia em benefícios e serviços transferindo resultados e informações para os órgãos e instituições interessados.

O INPE em 1972 já acreditava que uma das formas mais eficazes de monitoramento da Amazônia seria através de satélites, e para isso no ano de 1975 começou a receber e processar imagens de satélite da Amazônia e do resto do país. Em janeiro de 1980 o INPE publicou seu primeiro relatório em convênio com o IBDF sobre os resultados de desmatamento da Amazônia para o período 1975-1978. Até hoje, este estudo manteve-se insuperável, e tem sido utilizado como fonte para projeção de estimativas do desmatamento da Amazônia.

Em 1989 o Instituto de Pesquisas Espaciais decidiu superar a si mesmo, e trazer à sua contribuição ao Programa Nossa Natureza e a comunidade nacional e internacional, através da apresentação dos melhores e mais recentes resultados sobre a alteração da cobertura florestal na Amazônia Legal, existentes no Planeta Terra.

INSTITUTO DE PESQUISAS ESPACIAIS - INPE

Diretor-Geral:	MARCIO NOGUEIRA BARBOSA
Vice-Diretor Geral de Pesquisa Desenvolvimento e Operações:	MUCIO ROBERTO DIAS
Vice-Diretor Geral de Administração:	ADAIL CARLOS PEREIRA
Diretor de Ciências Espaciais e Atmosféricas:	VOLKER W.J.H. KIRCHHOFF
Diretor de Engenharia e Tecnologia Espacial:	CLÓVIS SOLANO PEREIRA
Diretor de Meteorologia:	LUIZ GYLVAN MEIRA FILHO
Diretor de Sensoriamento Remoto:	ROBERTO PEREIRA DA CUNHA
Chefe do Centro de Geração de Imagens de Satélite:	MIGUEL DRAGOMIR ZANIC CUELLAR
Chefe do Departamento de Desenvolvimento de Sistemas e Instrumentação:	JOSÉ LUIZ DE BARROS AGUIRRE
Chefe do Centro de Orientação Técnica em Sensoriamento Remoto:	PAULO ROBERTO MARTINI
Chefe do Departamento de Pesquisas e Aplicações:	VITOR CELSO CARVALHO
Chefe do Departamento de Processamento de Imagens:	RICARDO CARTAXO MODESTO DE SOUZA
Chefe da Divisão de Aplicação e Operações:	RENE ANTONIO NOVAES

RECONHECIMENTO

As atividades de elaboração deste trabalho implicaram na mobilização da Diretoria de Sensoriamento Remoto e outras unidades do INPE com a finalidade de apresentação dos resultados deste relatório no seu prazo. Esta tarefa envolveu atividades de geração de imagens de satélite, interpretação, quantificação, tabulação, elaboração de gráficos, textos etc e a preparação de uma exibição técnica. As atividades desenvolvidas receberam o apoio de diversas unidades do INPE e da Sociedade de Especialistas Latino-Americanos de Sensoriamento Remoto - SELPER. Foram utilizados neste relatório informações da Diretoria de Geociências do IBGE e do Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e Recursos Renováveis (ex-IBDF).

Roberto Pereira da Cunha

Coordenador da Operação

EQUIPE TÉCNICA

ANTONIO ROBERTO FORMAGGIO
ANTONIO TEBALDI TARDIN
ATHOS RIBEIRO DOS SANTOS
BERNARDO FRIDRICH THEODOR RUDORFF
CHAN CHIANG LIU
CLAUDIA ZUCCARI FERNADES BRAGA
DALTON MORISSON VALERIANO
DAVID CHUNG LIANG LEE
FLÁVIO SÉRGIO REIS
FRANCISCO JOSÉ MENDONÇA
GETÚLIO VARGAS ASSUNÇÃO
JOÃO ROBERTO DOS SANTOS
JOSÉ CARLOS NEVES EPIPHANIO
JUÉRCIO TAVARES DE MATTOS
KLEBER DE FARIA
MARCOS COVRE
MARIO LOPES CROSSETTI
MATHILDE APARECIDA BERTOLDO
MAURÍCIO ALVES MOREIRA
MIGUEL DRAGOMIR ZANIC CUELLAR
PAULO ROBERTO MARTINI
PEDRO HERNANDEZ FILHO
RAIMUNDO DE ALMEIDA FILHO
RENATO ZORZENON DOS SANTOS
RENÉ ANTONIO NOVAES
RICARDO LEONARDO VIANA RODRIGUES
SÉRGIO DOS ANJOS FERREIRA PINTO
SHERRY CHOU CHEN
TANIA MARIA SAUSEN
TEREZA FLORENZANO GALLOTTI
VALDETE DUARTE
YOSIO EDEMIR SHIMABUKURO

ATIVIDADES DO INPE NA AMAZÔNIA

A região amazônica é importante parte do território nacional (58%) e possuidora de vastos recursos naturais. Por sua extensão e pela dinâmica de seus processos, a Floresta Amazônica é um componente importante da biosfera, com interações potencialmente significativas com o clima e a quimica da atmosfera.

MONITORAMENTO DA COBERTURA VEGETAL E DO MEIO AMBIENTE AMAZÔNICO.

O Sensoriamento Remoto a nível orbital, por dispor de informações com características sinóptica, espectral e repetitiva, tem sido considerado uma técnica efetiva no processo de monitoramento de regiões com grande extensão e de difícil acesso. O programa de sensoriamento remoto para a Amazônia objetiva basicamente o monitoramento desta vasta região, tomando-se como base as ações de pesquisa e desenvolvimento voltadas a: avaliação de impacto ambiental aplicável aos programas energéticos e minerais; acompanhamento da expansão da fronteira agrícola, da dinâmica e uso do solo, acompanhamento dos processos de erosão e transporte de sedimentos de interesse ao estudo de ecossistemas aquáticos; controle periódico de parques nacionais e reservas equivalentes.

O projeto PRODES, por exemplo, da Diretoria de Sensoriamento Remoto do INPE tem como objetivo, em sua primeira fase, detectar e quantificar a alteração da cobertura florestal da Amazônia Legal, ano de 1988. A razão principal da criação do referido projeto deve-se ao fato da grande preocupação demonstrada pela comunidade, a nível nacional e internacional, sobre a real situação dos desmatamentos na floresta Amazônica. Em sua continuidade, este projeto deve enfocar ações direcionadas a um levantamento de informações temáticas e cartográficas, oriundas de dados de sensoriamento remoto, para a montagem de um banco de dados que através de um Sistema de Informações Geográficas (SIG) permita estabelecer um processo automatizado de monitoramento dos recursos da Amazônia.

QUIMICA DA ATMOSFERA

A Floresta Amazônica realiza uma ação poderosa sobre a constituição gasosa da baixa atmosfera. A vegetação abundante emite para a atmosfera uma série de substâncias químicas que reagem quimicamente na atmosfera e imprimem a esta características próprias que as distinguem, por exemplo, da de ambientes marinhos. Estas interações naturais entre gases da atmosfera e a vegetação ainda não são bem conhecidos.

O efeito mais forte sobre a atmosfera ocorre por ação antropogênica, principalmente pelas queimadas. As queimadas produzem diretamente os gases CO, CO_2, NO, NO_2, N_2O, além de outros. Eventualmente, com a ajuda da luz solar, produz-se também ozônio, O_3. A literatura especializada estima que a contribuição de produção destes gases, pelas queimadas é muito grande. Os números mais citados são que 640 milhões de toneladas por ano (MTA) de CO são produzidos pelas atividades industriais, e que 800 MTA são produzidas pelas queimadas das regiões tropicais, na época seca.

VIGILÂNCIA DE QUEIMADAS E MODELAGEM DO CLIMA

Os satélites ambientais, e em particular os satélites da série NOAA, projetados para uso em meteorologia, representam uma ferramenta extremamente útil para a vigilância de queimadas no território nacional. Similares em conceito aos satélites de sensoriamento remoto, são capazes de produzir imagens diárias no espectro visível (durante o dia) e no infra-vermelho termal (durante o dia e à noite). Embora a resolução de 1km não permita a avaliação precisa de áreas desmatadas, a alta frequência de cobertura e a abrangência das imagens, permitiram ao INPE a operacionalização de um sistema de vigilância de queimadas com acompanhamento semanal em todo o território nacional.

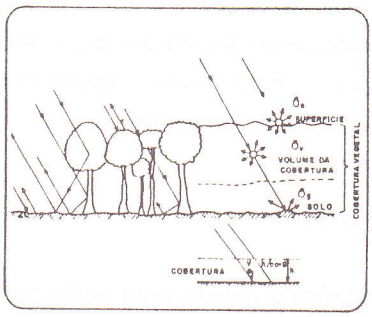
Os efeitos do desmatamento sobre o clima podem ser determinados através de modêlos numéricos. São essencialmente os mesmos modelos utilizados para a previsão de tempo de médio prazo, operados com menor resolução e por prazos mais longos. O INPE vem utilizando esta técnica através de facilidades no exterior, e está implantando o Centro de Previsão de Tempo e Estudos Climáticos - CPTEC - em Cachoeira Paulista, SP, dotado de supercomputador dedicado, bases de dados e enlaces de telecomunicações capazes para permitir, em breve, a produção de previsões de tempo confiáveis até com cinco dias de antecedência, a modelagem dos efeitos da temperatura da água do mar, inclusive devidas ao fenômeno do El Niño/Oscilação Sul, e a simulação dos efeitos sobre o clima de diferentes cenários de cobertura vegetal na Amazônia.

ATIVIDADES DO INPE NA AMAZONIA

OBJETIVOS

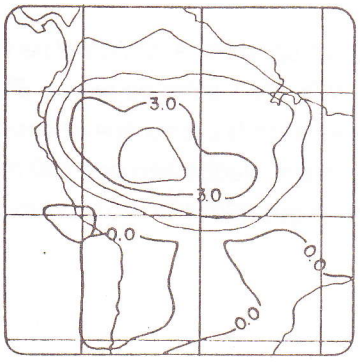
- MONITORAMENTO DA COBERTURA VEGETAL AMBIENTE
- SISTEMA DE INFORMAÇÕES GEOGRÁFICAS
- VIGILÂNCIA DE QUEIMADAS
- CICLO HIDROLÓGICO
- QUÍMICA DA ATMOSFERA
- MODELAGEM CLIMÁTICA
- MICROMETEOROLOGIA
- EXPERIMENTOS CIENTÍFICOS
- COOPERAÇÃO INTERINSTITUCIONAL

ENERGIA – VEGETAÇÃO – MODELOS



O ENTENDIMENTO DAS INTERAÇÕES DA ENERGIA COM A VEGETAÇÃO PERMITE OBTER INFORMAÇÕES DA COBERTURA VEGETAL

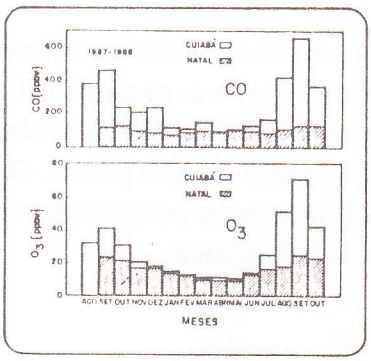
CPTEC – CENTRO DE PREVISÃO DO TEMPO E ESTUDOS CLIMÁTICOS – PROJETO PRIORITÁRIO DO GOVERNO EM IMPLANTAÇÃO EM CACHOEIRA PAULISTA



EFEITO DO DESMATAMENTO SOBRE O CLIMA

SUPER COMPUTADOR E MODELOS ATMOSFÉRICOS PERMITEM A SIMULAÇÃO DOS EFEITOS DO DESMATAMENTO SOBRE O CLIMA.

OZÔNIO (O_3) – MONÓXIDO DE CARBONO (CO)



PICOS DE PRODUÇÃO DE OZÔNIO E MONÓXIDO DE CARBONO

GRANDES PICOS DE PRODUÇÃO SÃO OBSERVADOS NA ESTAÇÃO SÊCA PERTO DE CUIABÁ (MT). MEDIÇÕES EM NATAL (RN), LONGE DA REGIÃO DE QUEIMADAS, MOSTRAM VALORES MENORES. EM SETEMBRO (QUEIMADAS) A CONCENTRAÇÃO DE CO E O_3 É SEIS VEZES MAIOR QUE EM OUTRAS ÉPOCAS DO ANO

METODOLOGIA

A primeira parte deste relatório apresenta uma retrospectiva histórica da avaliação da cobertura vegetal da Amazônia Legal. Os resultados apresentados são de estudos realizados pelo INPE em conjunto com IBDF e, posteriormente pelo próprio IBDF que já tinha assimilado a metodologia de análise de imagens orbitais na avaliação de áreas alteradas. Nestes estudos foram utilizadas técnicas de sensoriamento remoto para obtenção dos seus resultados (satélites da série LANDSAT).

A segunda parte deste relatório traz os resultados recentemente obtidos até o ano de 1988, cujo procedimento metodológico é apresentado de forma sintetizada:

1 - Exame exaustivo de mosaicos das imagens de satélite em torno na escala de 1:1.000.000 para toda a região norte e toda a Amazônia Legal. A partir deste estudo foram selecionadas áreas para detalhamento.

2 - O detalhamento constitui na interpretação de imagens de satélite em composições coloridas (Bandas 3,4 e 5) na escala 1:250.000 (cópias fotográficas de 1 metro por 1 metro) com as quais obteve-se a avaliação das áreas com alteração da cobertura florestal.

A metodologia empregada usa a técnica do duplo infravermelho (bandas 4 e 5) combinadas com a banda vermelha no visível. Com isso obtem-se a alta resposta da vegetação fornecida pela Banda 4 (platô infravermelho) e às baixas respostas da banda 3 devido a absorção dos pigmentos clorofilianos e da banda 5 devido à absorção pelo conteúdo de água na massa foliar. Ressalta-se que esta composição permite a discriminação entre áreas alteradas mesmo aquelas com desmatamentos antigos.

USO DA TERRA E DESMATAMENTO NA AMAZÔNIA LEGAL

Deve-se distinguir claramente a diferença entre uso da terra e desmatamento. Todo desmatamento é uma forma de uso da terra, mas nem todo uso da terra é um desmatamento. Deve-se portanto, quantificar separadamente uso da terra e desmatamento. As áreas agrícolas (uso da terra) fora da região do domínio de floresta tropical úmida que ocorre nas regiões de savana (cerrado, campos cerrados) dos estados periféricos da Amazônia Legal (Mato Grosso, Tocantins, Pará, Maranhão) não devem ser consideradas como áreas desmatadas e não o foram neste relatório. Projetos futuros examinarão especificamente as áreas de cerrado.

ÁREA DE ESTUDO - AMAZÔNIA LEGAL

A Amazônia Legal é uma divisão política e não fisiográfica. Ela inclui áreas de vegetação tipo cerrado, campos, campos cerrados ("savanas"), cerradão, floresta tropical úmida, rios, cidades, etc. Portanto, a área da Amazônia Legal não corresponde sómente a área de floresta tropical úmida.

A Amazônia Legal é uma área definida pelo Decreto-Lei n° 1806 de 06.08.1953, e que abrange os estados do Acre, do Amazonas, Pará e Rondônia, os territórios federais do Amapá e Roraima, além de uma parte do Estado do Mato Grosso ao norte do paralelo 16°, a do estado do Tocantins ao norte do paralelo 13° e parte do Estado do Maranhão a oeste do Meridiano 44°.

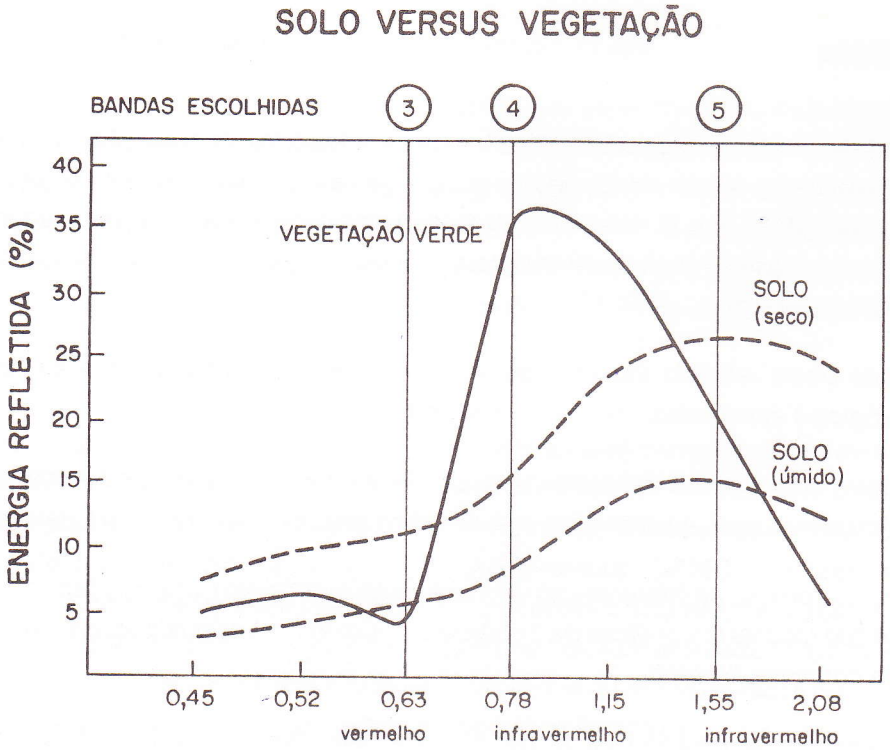


FIGURA 2 - ILUSTRAÇÃO DA SELEÇÃO DE BANDAS DO SATÉLITE LANDSAT UTILIZADAS NESTE TRABALHO

AMAZÔNIA LEGAL

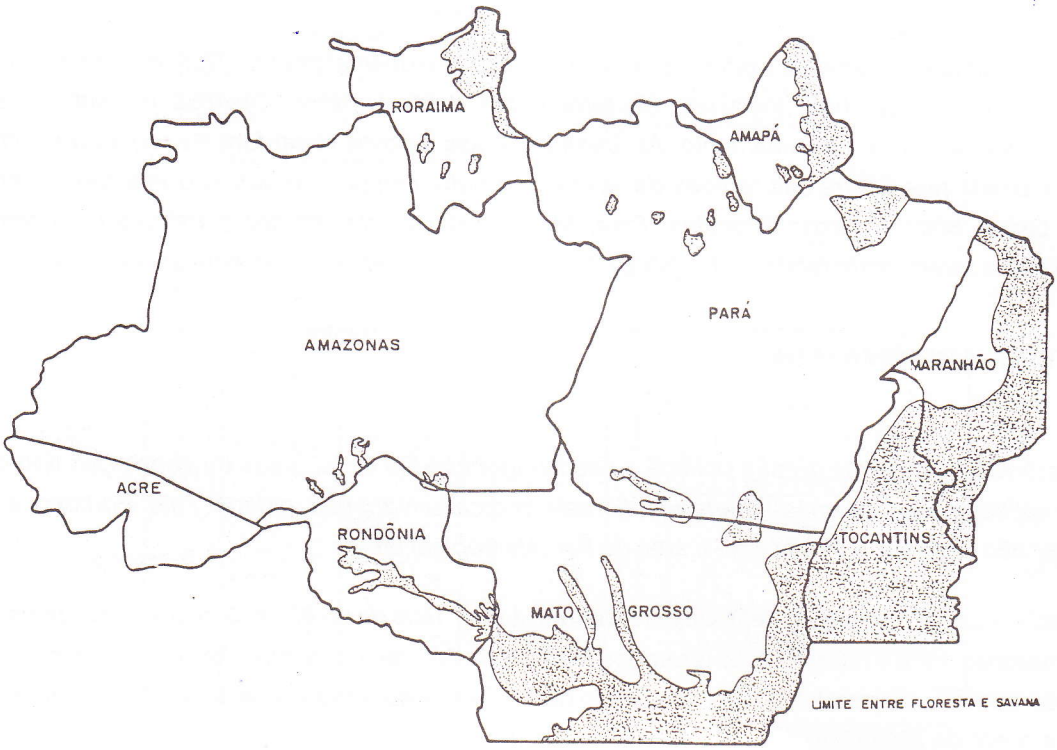


FIGURA 3 - ILUSTRAÇÃO DA DISTRIBUIÇÃO DE FLORESTAS E SAVANAS NA AMAZÔNIA LEGAL

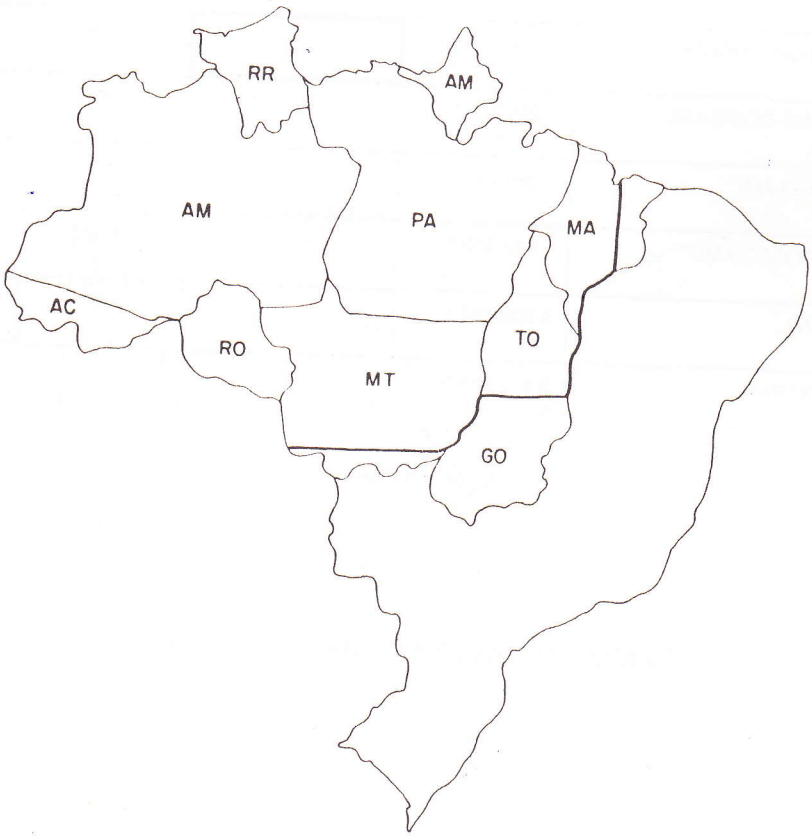
ÁREAS DOS ESTADOS, DOS TERRITÓRIOS, E AMAZÔNIA LEGAL

Os dados referentes as unidades federativas constantes neste relatório referem-se a informações fornecidas pela Diretoria de Geociências do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística - IBGE (1989) o qual calculou as áreas das U.Fs. a partir de folhas topográficas nas escalas 1:250.000, 1:100.000 e 1:50.000. Para as áreas dos estados do:

Maranhão (329.555,8km2 - 69.323.8km2 = 260.232,7km2),
Mato Grosso (901.420,7km2 - 99.018km2 = 802.402,7km2) e
Tocantins (277.321,9km2 - 7.411,4km2 = 269.910,5km2),

foram subtraídas aquelas porções excluídas da Amazônia Legal. Através destes dados calculou-se a área da Amazônia Legal, a qual é definida pelo Decreto-Lei no 1806 de 06.08.1953 e abrange os Estados do Acre, Amazonas, Pará e Rondônia, os territórios Federais de Roraima e Amapá, além de uma parte do estado do Mato Grosso ao norte do paralelo 16°, do Tocantins e norte do paralelo 13° e do estado do Maranhão ao oeste do Meridiano 44°.

AMAZÔNIA LEGAL



ÁREA : 4.906.784,4 km2

FIGURA 4 - AMAZÔNIA LEGAL - AML - ESTADOS E TERRITÓRIOS COMPONENTES

TABELA 1

ÁREAS DAS UNIDADES FEDERATIVAS, REGIÃO NORTE E AMAZÔNIA LEGAL - AML (FONTE: ANUÁRIO ESTATÍSTICO DO BRASIL - 1987/1988 - IBGE 1988, DIRETORIA DE GEOCIÊNCIAS - IBGE 1989)

UNIDADE FEDERATIVA UF	ÁREA EM Km^2	% R.NORTE	% AML	% PAÍS
ACRE	153.697,5	4,300	3,132	1,806
AMAPÁ	142.358,5	3,983	2,901	1,672
AMAZONAS	1.567.953,7	43,868	31,956	18,421
PARÁ	1.246.833,1	34,884	25,410	14,648
RONDÔNIA	238.378,7	6,669	4,858	2,801
RORAIMA	225.017,0	6,296	4,586	2,644
TOTAL REGIÃO NORTE	3.574.238,5	100	72,843	41,991
TOCANTINS-GOIÁS-AML	269.910,5	--	5,501	3,171
MARANHÃO-AML	260.232,7	--	5,304	3,057
MATO GROSSO-AML	802.402,7	--	16,352	9,427
TOTAL AML	4.906.784,4	--	100	57,646
TOTAL DO PAÍS	8.511.965,0	--	--	100

AMAZÔNIA LEGAL - COMPARAÇÃO

FIGURA 5 - ILUSTRAÇÃO COMPARATIVA DA AMAZÔNIA LEGAL

AVALIAÇÃO DA ALTERAÇÃO DA COBERTURA VEGETAL NA AMAZÔNIA LEGAL

1975

Os dados referentes a avaliação de 1975 são resultados obtidos de um projeto entre o INPE e o IBDF (Relatório INPE-1649-RPE.103, de 1980). Estes dados de 1975 são utilizados neste relatório, para fins comparativos e a obtenção de curvas de crescimento anual. Para estes fins os dados de 1975, foram normalizados para as áreas físicas das unidades federativas fornecidas pelo IBGE (Diretoria de Geociências, 1989).

TABELA 2

ALTERAÇÃO DA COBERTURA VEGETAL ATÉ O ANO DE 1975
FONTE: INPE 1980 - RELATÓRIO INPE-1649-RPE/103

UNIDADE FEDERATIVA UF	ÁREA EM KM^2	ALTERAÇÃO ATÉ 1975(KM^2)	% UF	% R.NORTE	% AML	% PAÍS
ACRE	153.697,5	1.165,50	0,758	0,033	0,024	0,014
AMAPÁ	142.358,5	152,50	0,107	0,004	0,003	0,002
AMAZONAS	1.567.953,7	779,50	0,050	0,022	0,016	0,009
PARÁ	1.246.833,1	8.654,00	0,694	0,242	0,176	0,102
RONDÔNIA	238.378,7	1.216,50	0,510	0,034	0,025	0,014
RORAIMA	225.017,0	55,00	0,024	0,002	0,001	0,001
TOTAL REGIÃO NORTE	3.574.238,5	12.023,00	--	0,336	0,245	0,141
TOCANTINS-GOIÁS-AML	269.910,5	3.507,25	1,299	--	0,071	0,041
MARANHÃO-AML	260.232,7	2.940,75	1,130	--	0,060	0,035
MATO GROSSO-AML	802.402,7	9.227,63	1,150	--	0,188	0,108
TOTAL AML	4.906.784,4	27.698,63	--	--	0,564	0,325

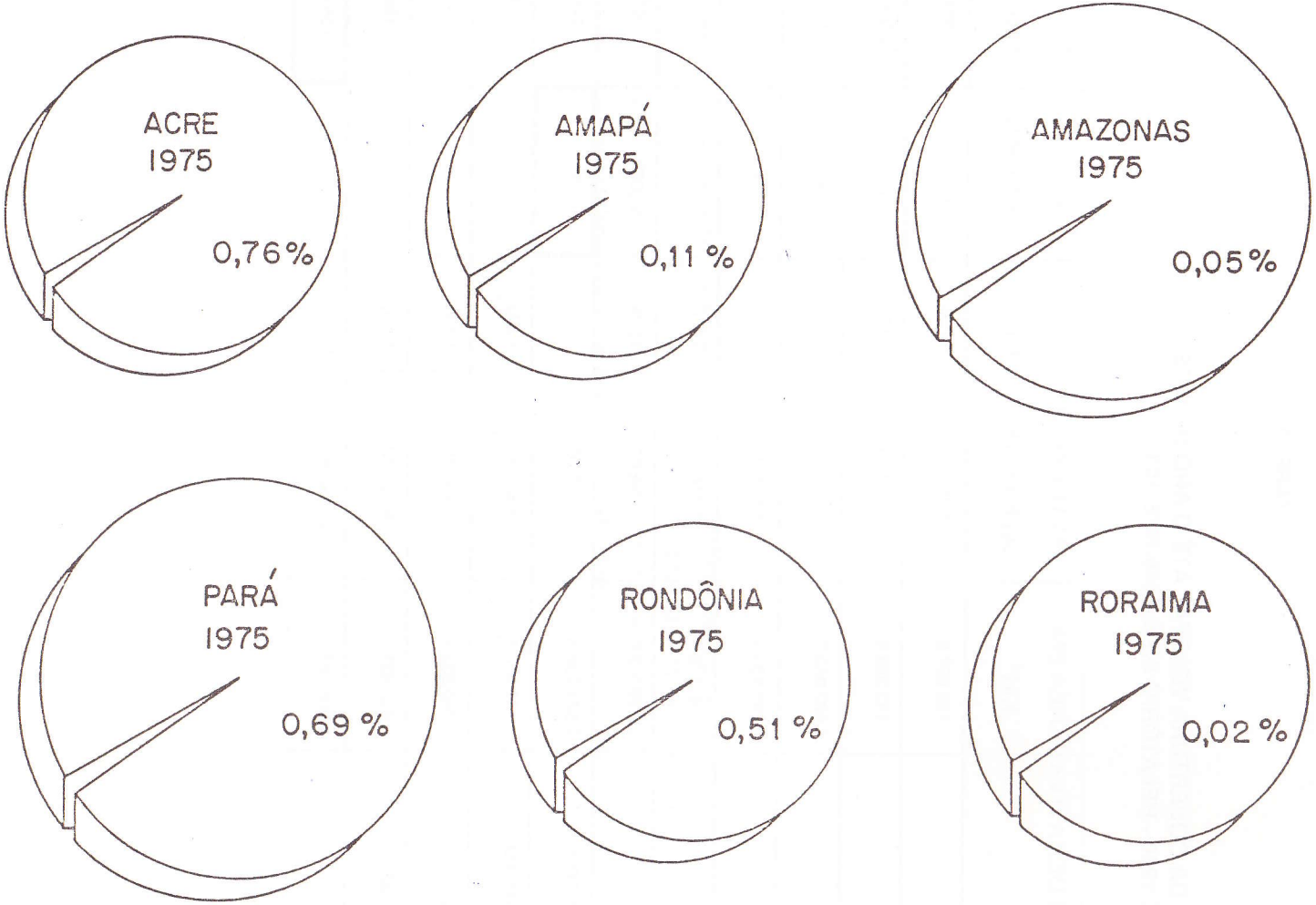


FIGURA 6 - REGIÃO NORTE 1975 - PERCENTUAIS DE DESMATAMENTO ATÉ 1975 (INPE, 1980)

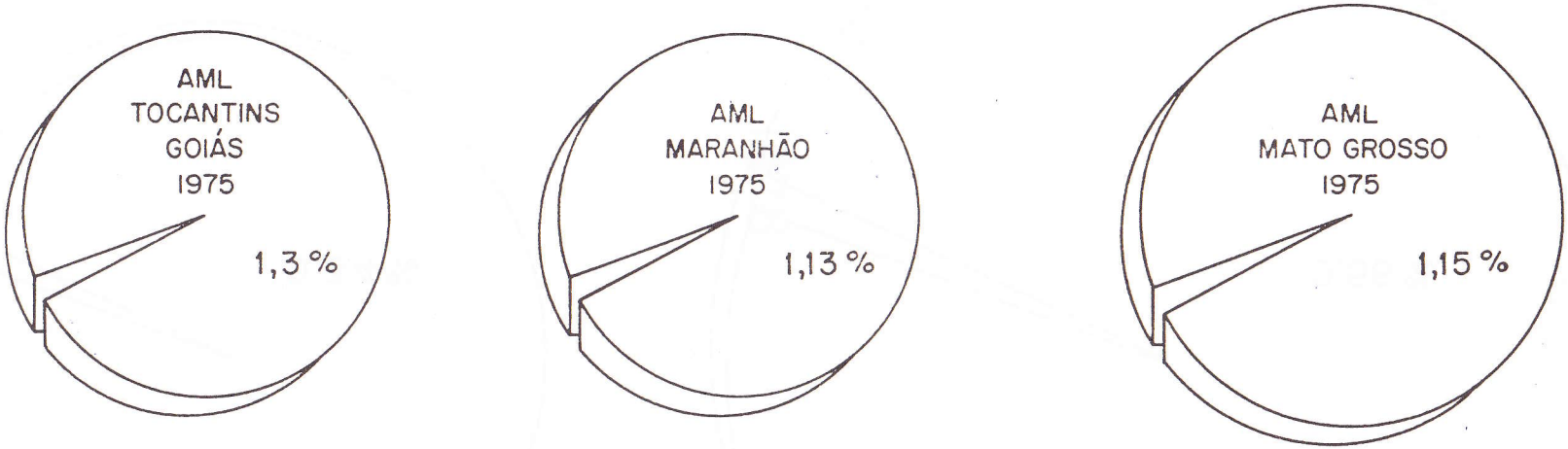


FIGURA 7 - AMAZÔNIA LEGAL - AML - ESTADOS DE TOCANTINS-GOIÁS, MARANHÃO E MATO GROSSO. PERCENTUAIS DE DESMATAMENTO ATÉ 1975.

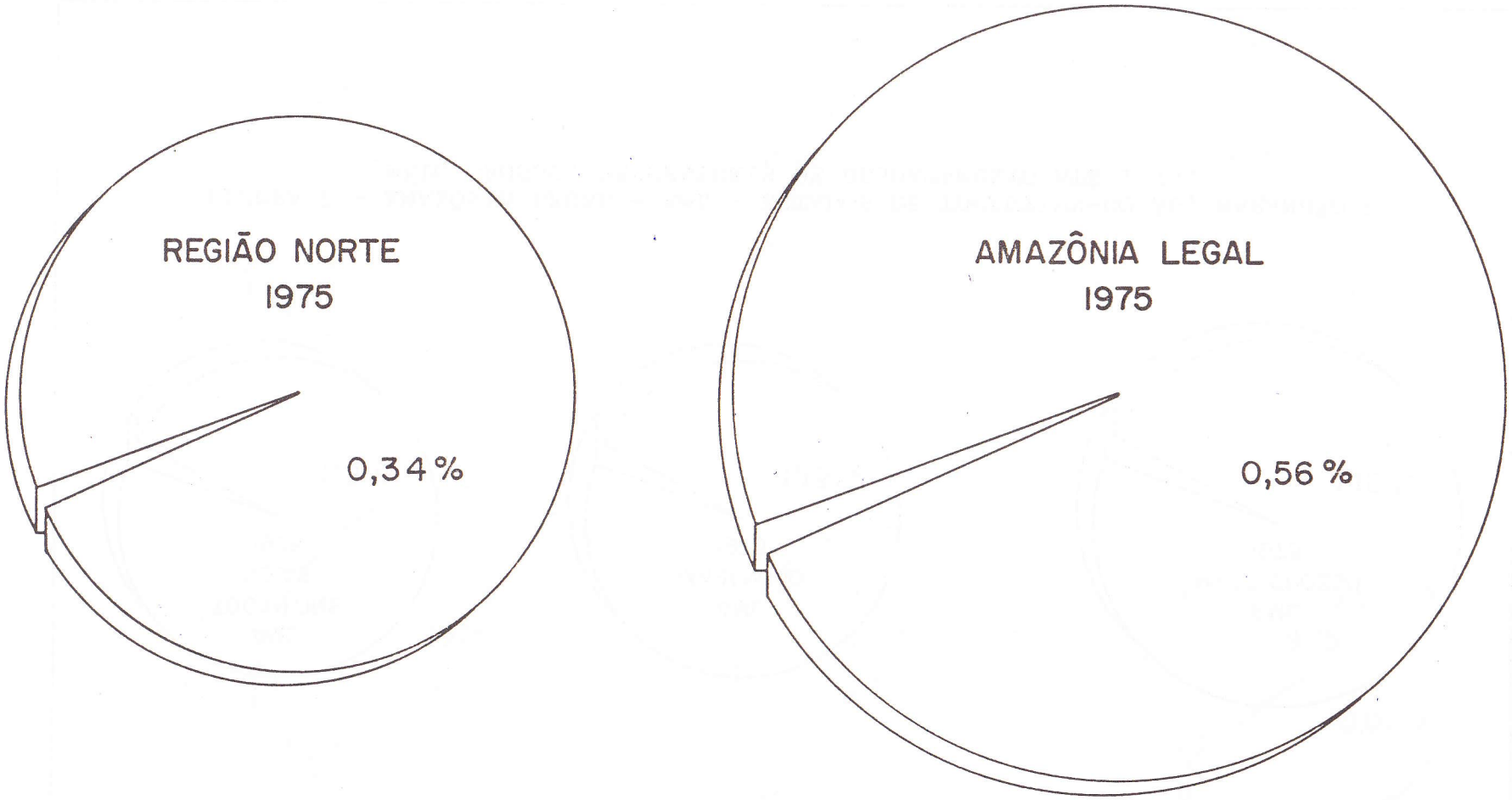


FIGURA 8 - REGIÃO NORTE E AMAZÔNIA LEGAL - PERCENTUAIS DE DESMATAMENTO ATÉ 1975

1978

Os dados referentes a avaliação de 1978 são resultados obtidos de um projeto entre o INPE e o IBDF (Relatório-INPE- 1649-RPE-103 de 1980). Estes dados de 1978 são utilizados neste relatório para fins comparativos e obtenção de curvas de crescimento anual. Para estes fins os dados de 1978 foram normalizados para as áreas físicas das unidades federativas fornecidas pelo IBGE (Diretoria de Geociências, 1989).

TABELA 3

ALTERAÇÃO DA COBERTURA VEGETAL ATÉ O ANO DE 1978
FONTE: INPE 1980 - RELATÓRIO INPE-1649-RPE/103

UNIDADE FEDERATIVA UF	ÁREA EM KM^2	ALTERAÇÃO ATÉ 1978(KM^2)	% UF	% R.NORTE	% AML	% PAÍS
ACRE	153.697,5	2.464,50	1,603	0,069	0,050	0,029
AMAPÁ	142.358,5	170,50	0,120	0,005	0,003	0,002
AMAZONAS	1.567.953,7	1.785,75	0,114	0,050	0,036	0,021
PARÁ	1.246.833,1	22.445,25	1,800	0,628	0,457	0,264
RONDÔNIA	238.378,7	4.184,50	1,755	0,117	0,085	0,049
RORAIMA	225.017,0	143,75	0,064	0,004	0,003	0,002
TOTAL REGIÃO NORTE	3.574.238,5	31.194,25	--	0,873	0,636	0,366
TOCANTINS-GOIÁS-AML	269.910,5	10.288,50	3,812	--	0,210	0,121
MARANHÃO-AML	260.232,7	7.344,00	2,822	--	0,150	0,086
MATO GROSSO-AML	802.402,7	25.821,32	3,218	--	0,526	0,303
TOTAL AML	4.906.784,4	74.648,07	--	--	1,521	0,877

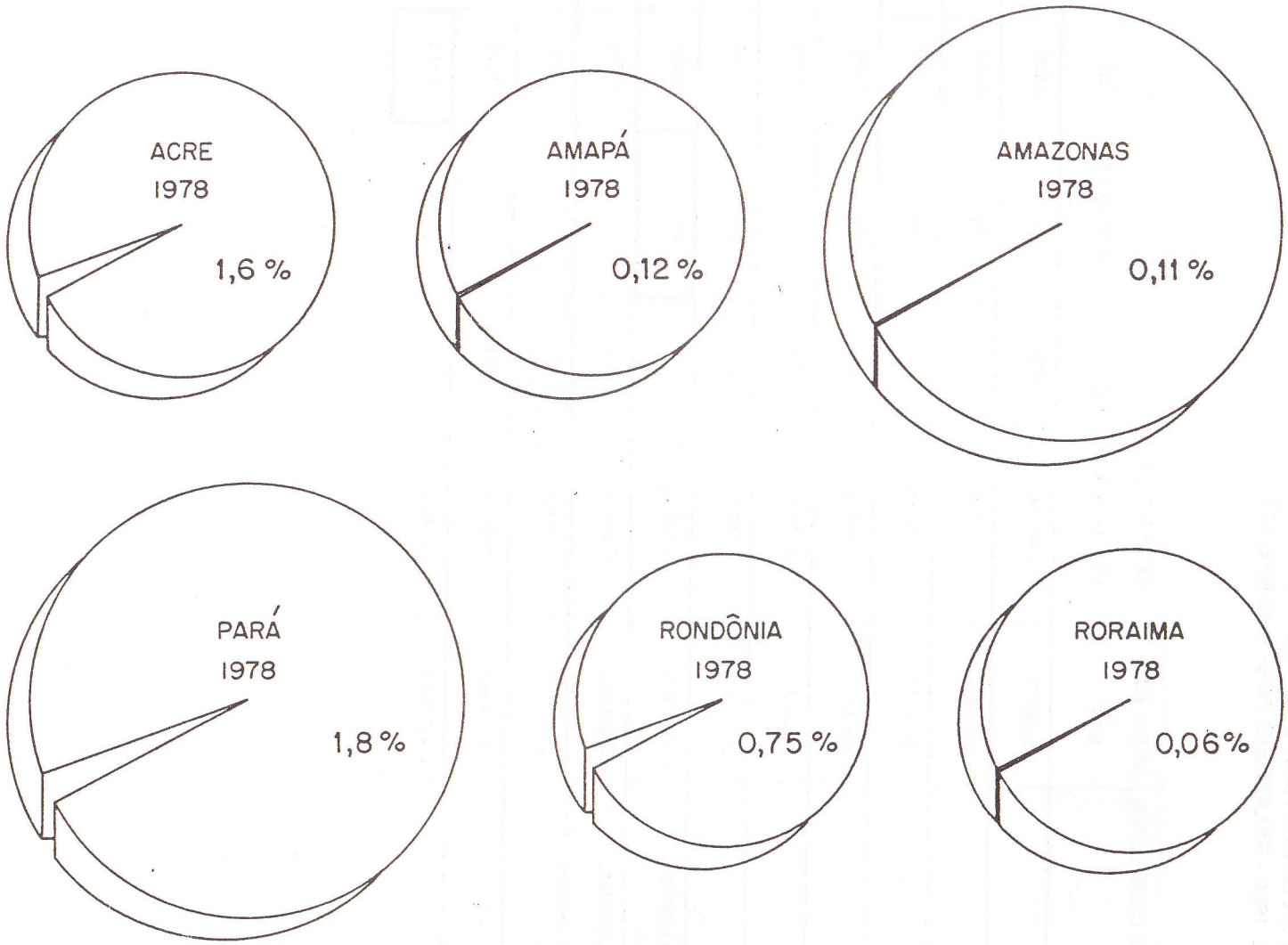


FIGURA 9 - REGIÃO NORTE 1978 - PERCENTUAIS DE DESMATAMENTO ATÉ 1978 (INPE, 1980)

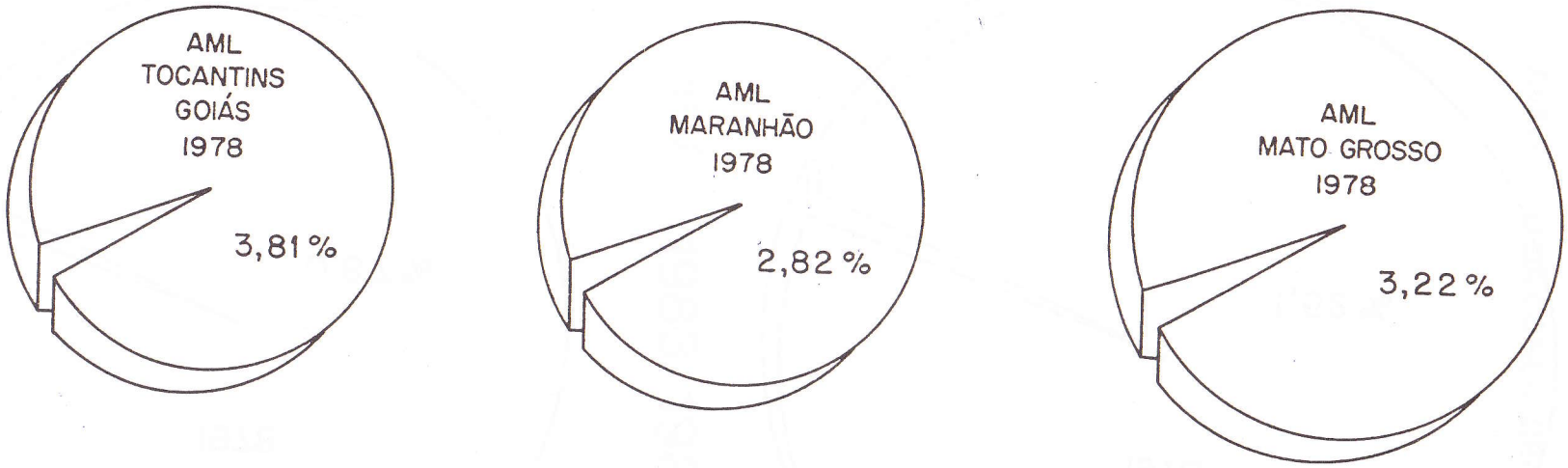


FIGURA 10 - AMAZÔNIA LEGAL - AML - ESTADOS DE TOCANTINS - GOIÁS, MARANHÃO E MATO GROSSO - PERCENTUAIS DE DESMATAMENTO ATÉ 1978

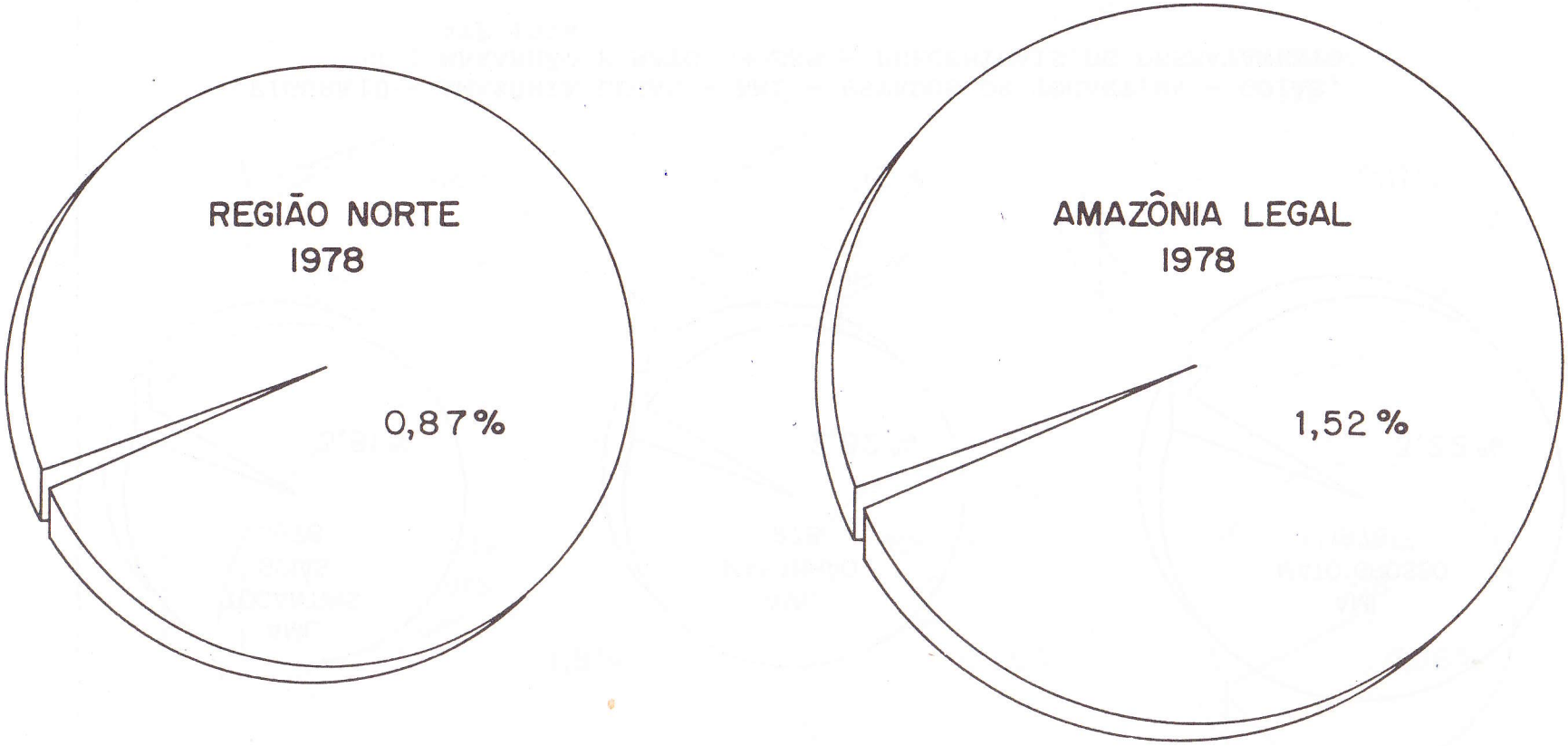


FIGURA 11 - REGIÃO NORTE E AMAZÔNIA LEGAL - PERCENTUAIS DE DESMATAMENTO ATÉ 1978 (INPE, 1980)

AVALIAÇÃO DA COBERTURA VEGETAL

1980, 1983, 1986

Os dados apresentados a seguir são para efeitos comparativos e a obtenção de curvas de crescimento anual. Os resultados de 1980, 1983, 1986 incluem valores obtidos a partir dos dados de 1989 e dados do IBDF (1983,1985) e do IBMARN (1989).

TABELA 4

TABELA PARA EFEITO COMPARATIVO DA ALTERAÇÃO DA COBERTURA VEGETAL ATÉ O ANO DE 1980
FONTE: IBDF (1983)

UNIDADE FEDERATIVA UF	ÁREA EM KM^2	ALTERAÇÃO ATÉ 1980(KM^2)	% UF	% R.NORTE	% AML	% PAÍS
ACRE	153.697,5	(3.073,52)	2,000	0,086	0,063	0,036
AMAPÁ	142.358,5	(304,85)	0,214	0,009	0,006	0,004
AMAZONAS	1.567.953,7	(3.995,91)	0,255	0,112	0,081	0,047
PARÁ	1.246.833,1	33.913,83	2,720	0,949	0,691	0,398
RONDÔNIA	238.378,7	7.579,27	3,180	0,212	0,154	0,089
RORAIMA	225.017,0	(552,48)	0,246	0,015	0,011	0,006
TOTAL REGIÃO NORTE	3.574.238,5	49.419,86	--	1,383	1,007	0,580
TOCANTINS-GOIÁS-AML	269.910,5	11.456,00	4,244	--	0,233	0,135
MARANHÃO-AML	260.232,7	10.671,60	4,101	--	0,217	0,125
MATO GROSSO-AML	802.402,7	48.534,83	6,049	--	0,989	0,570
TOTAL AML	4.906.784,4	120.082,29	--	--	2,447	1,410

VALORES ENTRE PARÊNTESES OBTIDOS A PARTIR DOS DADOS DE 1988.

TABELA 5

ALTERAÇÃO DA COBERTURA VEGETAL ATÉ O ANO DE 1983
FONTE: IBDF (1988)

UNIDADE FEDERATIVA UF	ÁREA EM KM^2	ALTERAÇÃO ATÉ 1983(KM^2)	% UF	% R.NORTE	% AML	% PAÍS
ACRE	153.697,5	(3.986,07)	2,593	0,112	0,081	0,047
AMAPÁ	142.358,5	(506,37)	0,356	0,014	0,010	0,006
AMAZONAS	1.567.953,7	(7.311,16)	0,466	0,205	0,149	0,086
PARÁ	1.246.833,1	42.913,83	3,442	1,201	0,875	0,504
RONDÔNIA	238.378,7	13.955,21	5,854	0,390	0,284	0,164
RORAIMA	225.017,0	1.169,56	0,520	0,033	0,024	0,014
TOTAL REGIÃO NORTE	3.574.238,5	69.842,20	-	1,954	1,423	0,821
TOCANTINS-GOIÁS-AML	269.910,5	(14.764,67)	5,470	-	0,301	0,173
MARANHÃO-AML	260.232,7	(15.583,89)	5,988	-	0,318	0,183
MATO GROSSO-AML	802.402,7	59.182,82	7,376	-	1,206	0,695
TOTAL AML	4.906.784,4	159.373,58	--	--	3,248	1,872

VALORES ENTRE PARENTESES OBTIDOS A PARTIR DOS DADOS DE 1988

TABELA 6

ALTERAÇÃO DA COBERTURA VEGETAL ATÉ O ANO DE 1986
FONTE: IBDF (1988), IBMARN (1989)

UNIDADE FEDERATIVA UF	ÁREA EM KM^2	ALTERAÇÃO ATÉ 1986(KM^2)	% UF	% R.NORTE	% AML	% PAÍS
ACRE	153.697,5	(4.900,21)	3,188	0,137	0,100	0,058
AMAPÁ	142.358,5	(707,90)	0,497	0,020	0,014	0,008
AMAZONAS	1.567.953,7	(10.626,41)	0,678	0,297	0,217	0,125
PARÁ	1.246.833,1	70.410,40	5,647	1,970	1,435	0,827
RONDÔNIA	238.378,7	22.912,94	9,612	0,641	0,467	0,269
RORAIMA	225.017,0	(1.778,67)	0,790	0,050	0,036	0,021
TOTAL REGIÃO NORTE	3.574.238,5	111.336,53	-	3,115	2,269	1,308
TOCANTINS-GOIÁS-AML	269.910,5	(18.073,34)	6,696	-	0,368	0,212
MARANHÃO-AML	260.232,7	(20.496,18)	7,876	-	0,418	0,241
MATO GROSSO-AML	802.402,7	(64.002,51)	7,976	-	1,304	0,752
TOTAL AML	4.906.784,4	213.908,56	-	-	4,359	2,513

VALORES ENTRE PARENTESES OBTIDOS A PARTIR DOS DADOS DE 1988

AVALIAÇÃO DA ALTERAÇÃO DA COBERTURA VEGETAL NA AMAZÔNIA LEGAL

1988

Os resultados apresentados nas páginas seguintes foram obtidos através de avaliação de imagens do LANDSAT MAPEADOR TEMÁTICO conforme metodologia descrita anteriormente, e constituem os principais resultados deste trabalho. Estes resultados são inéditos a nível mundial para Amazônia Legal.

TABELA 7

ALTERAÇÃO DA COBERTURA VEGETAL ATÉ O ANO DE 1988

UNIDADE FEDERATIVA UF	ÁREA EM KM^2	ALTERAÇÃO ATÉ 1988(KM^2)	% UF	% R.NORTE	% AML	% PAÍS
ACRE	153.697,5	5.509,64	3,585	0,154	0,112	0,065
AMAPÁ	142.358,5	842,25	0,592	0,024	0,017	0,010
AMAZONAS	1.567.953,7	12.836,58	0,819	0,359	0,262	0,151
PARÁ	1.246.833,1	88.741,45	7,117	2,483	1,809	1,043
RONDÔNIA	238.378,7	30.046,40	12,604	0,841	0,612	0,353
RORAIMA	225.017,0	2.187,40	0,972	0,061	0,045	0,026
TOTAL REGIÃO NORTE	3.574.238,5	140.163,72	-	3,921	2,856	1,647
TOCANTINS-GOIÁS-AML	269.910,5	20.279,12	7,513	-	0,413	0,238
MARANHÃO-AML	260.232,7	23.771,07	9,135	-	0,484	0,279
MATO GROSSO-AML	802.402,7	67.215,64	8,377	-	1,370	0,790
TOTAL AML	4.906.784,4	251.429,55	-	-	5,124	2,954

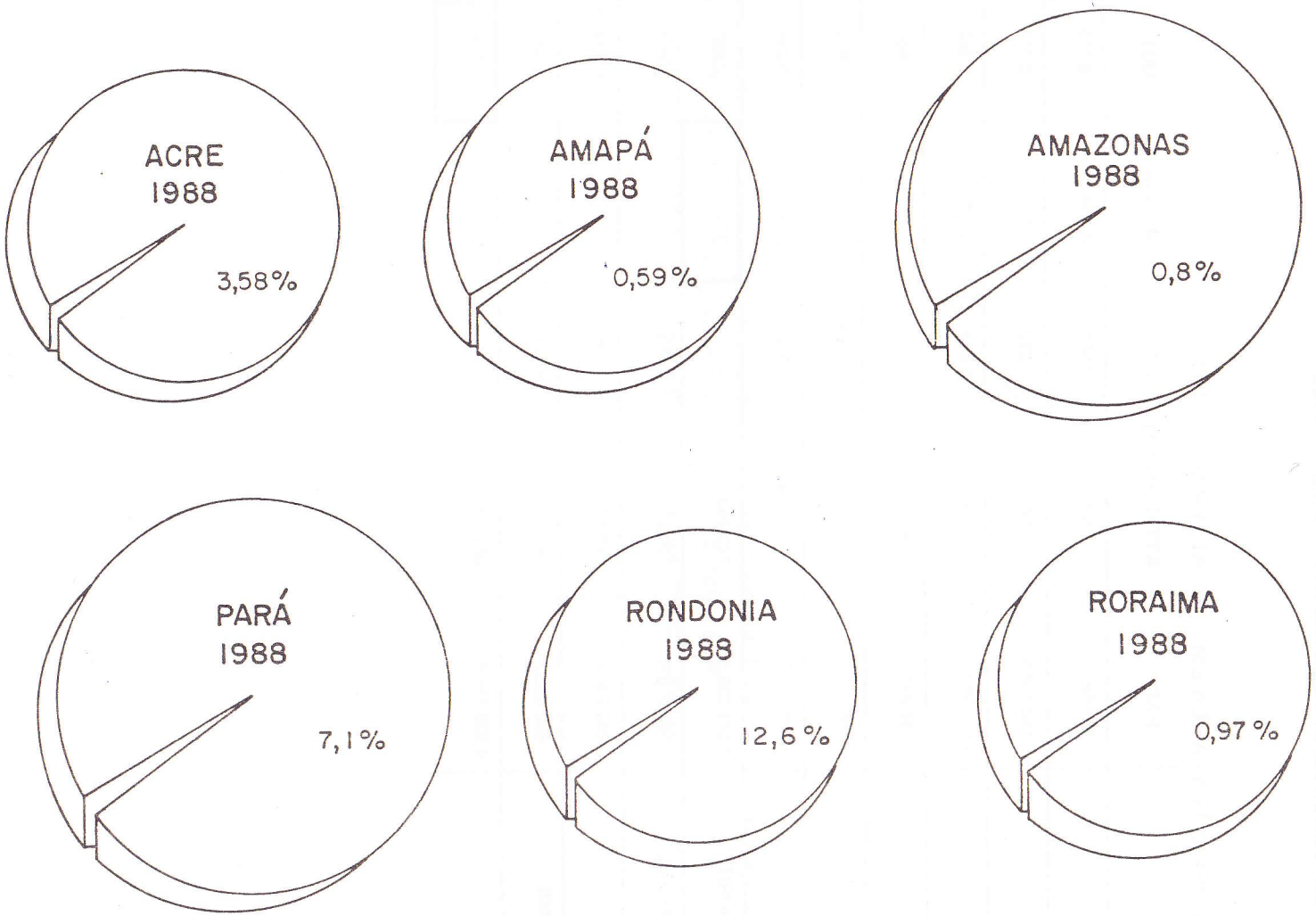


FIGURA 12 - REGIÃO NORTE 1988 - PERCENTUAIS DE DESMATAMENTO ATÉ 1988

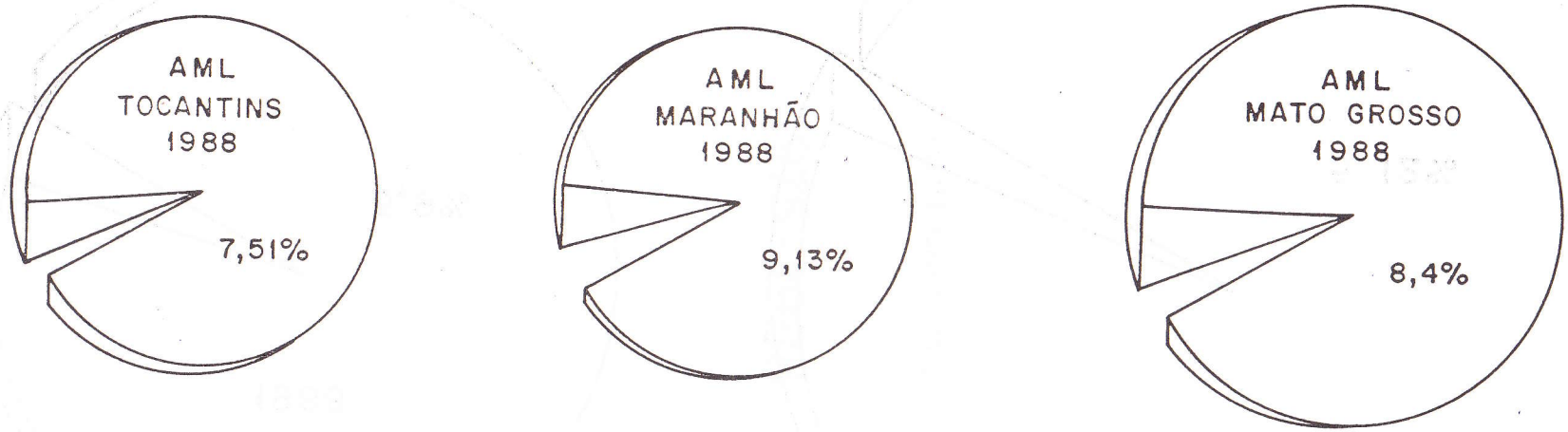


FIGURA 13 - AMAZÔNIA LEGAL - AML - ESTADOS DE TOCANTINS-GOIÁS, MARANHÃO E MATO GROSSO. PERCENTUAIS DE DESMATAMENTO ATÉ 1988

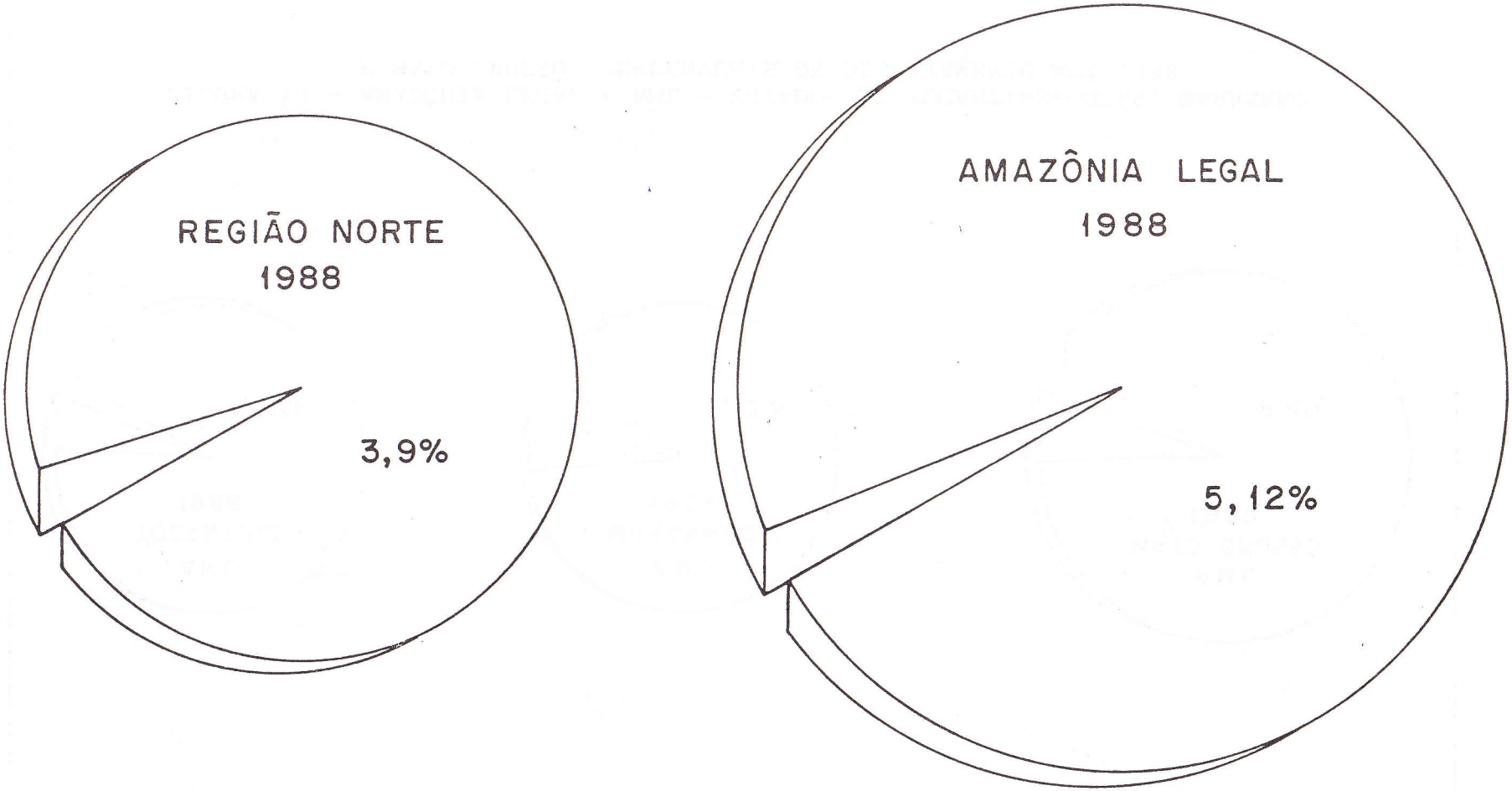


FIGURA 14 - REGIÃO NORTE E AMAZÔNIA LEGAL - PERCENTUAIS DE DESMATAMENTO ATÉ 1988

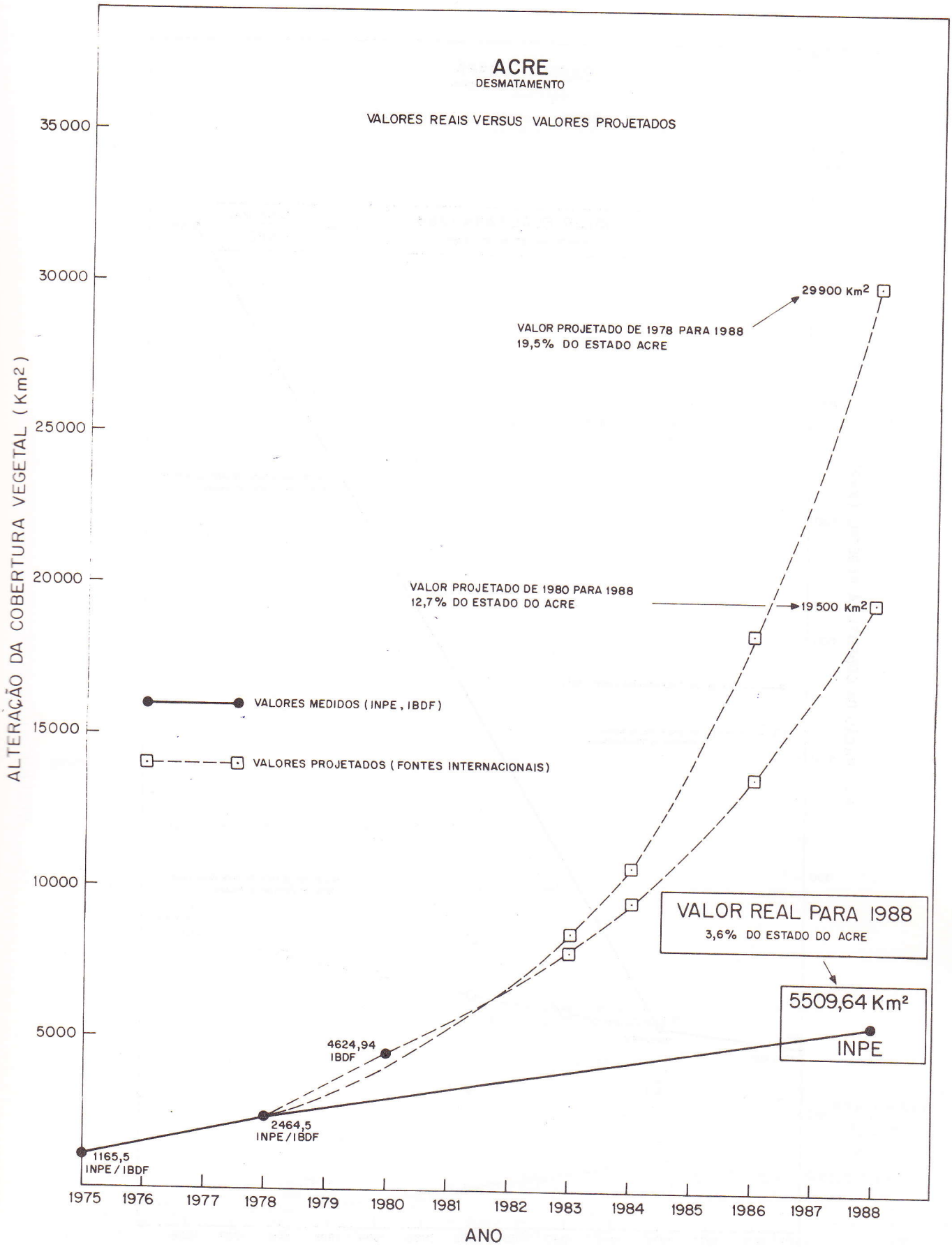
"CURVAS DE CRESCIMENTO"

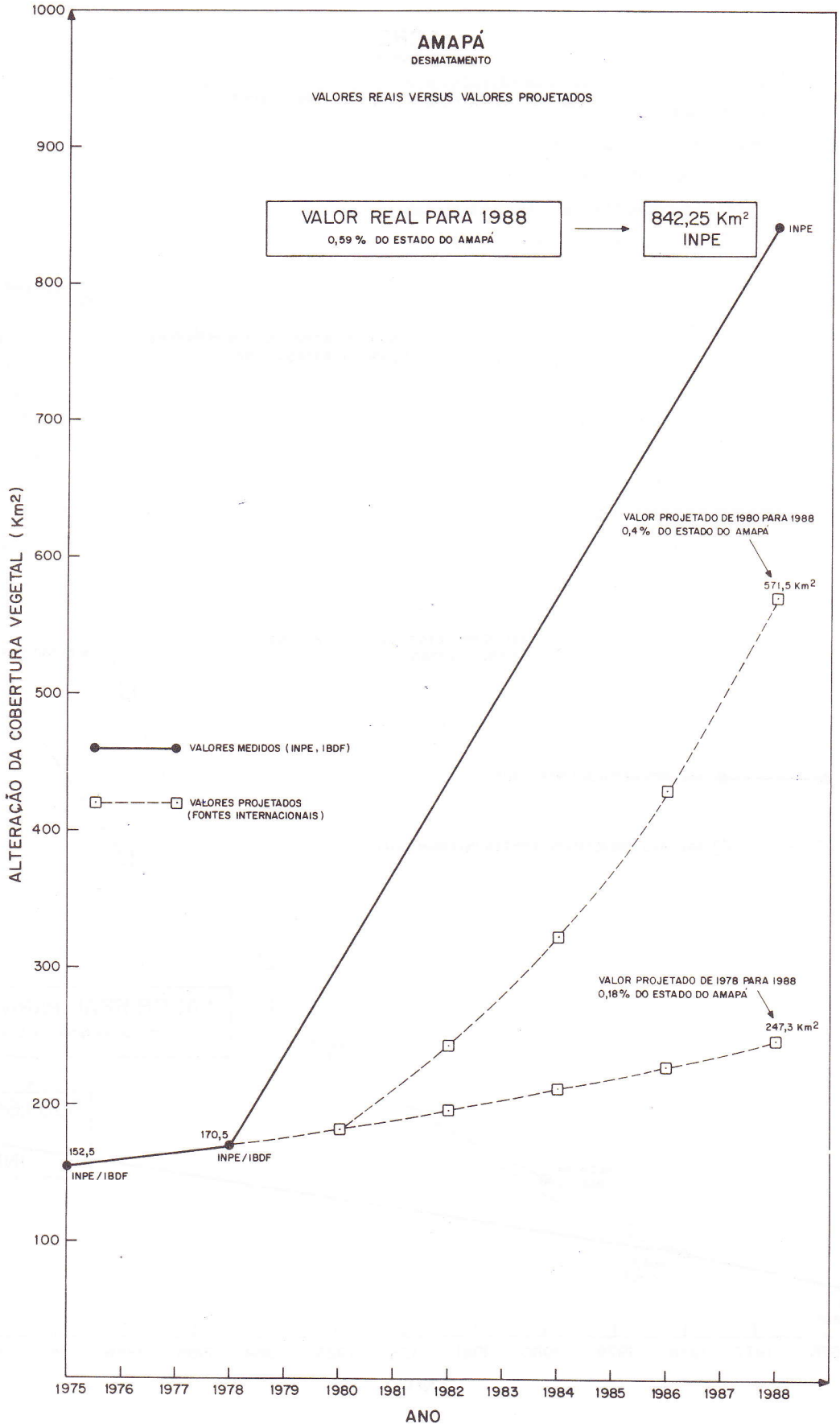
1975 - 1988

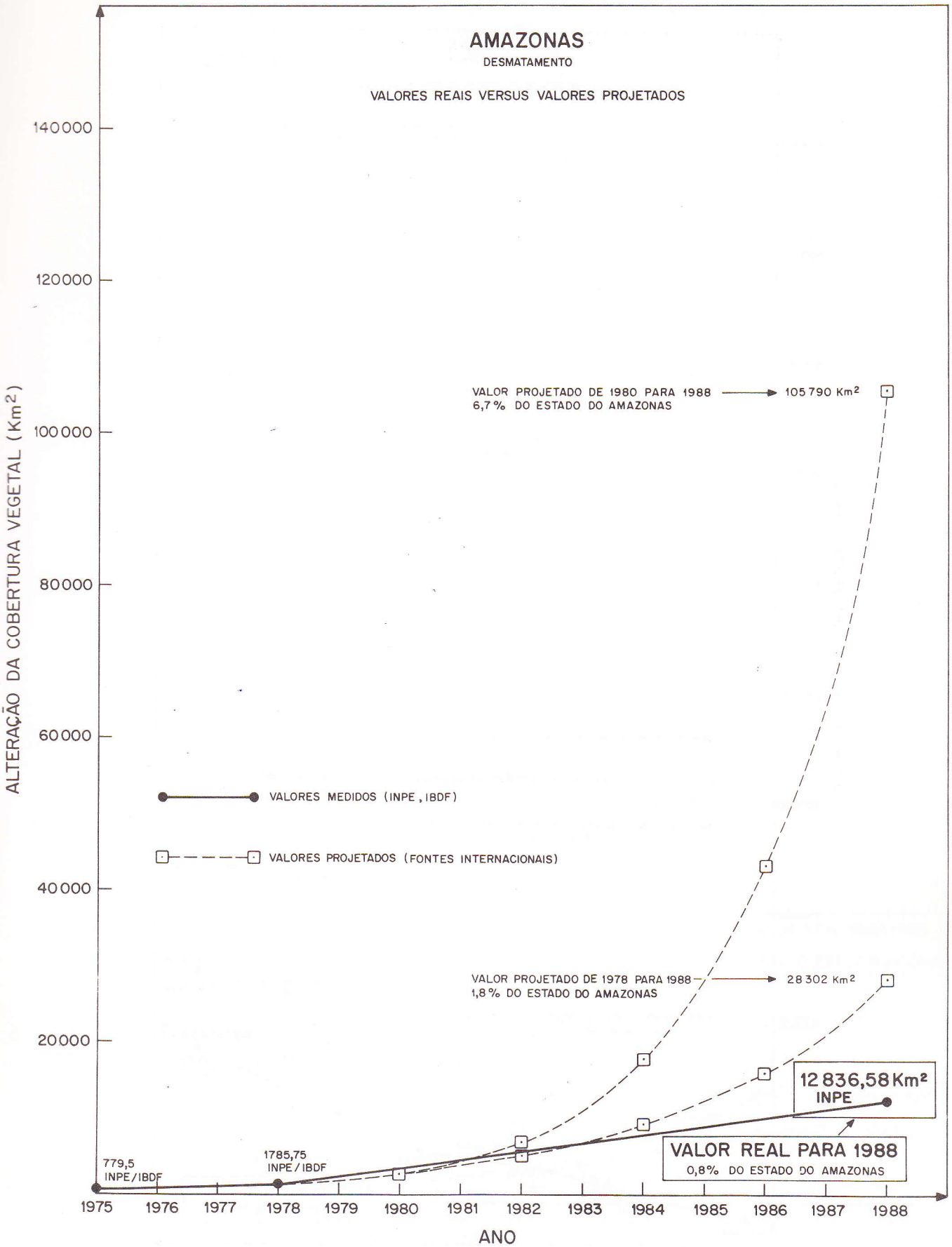
O objetivo principal do trabalho de avaliação da floresta Amazônica foi a otenção de valores medidos de áreas alteradas de floresta (desmatamento) dentro dos limites da Amazônia Legal até o ano de 1988. Usou-se a técnica de sensoriamento remoto, através da análise de imagens de satélite para quantificar os dados de desmatamento. A técnica de sensoriamento remoto orbital (satélites) dentre os métodos disponíveis mundialmente é o método mais eficiente e ágil para tal tarefa. O INPE é a instituição que possui o mais completo conjunto de dados de satélites de sensoriamento remoto para a Amazônia Legal.

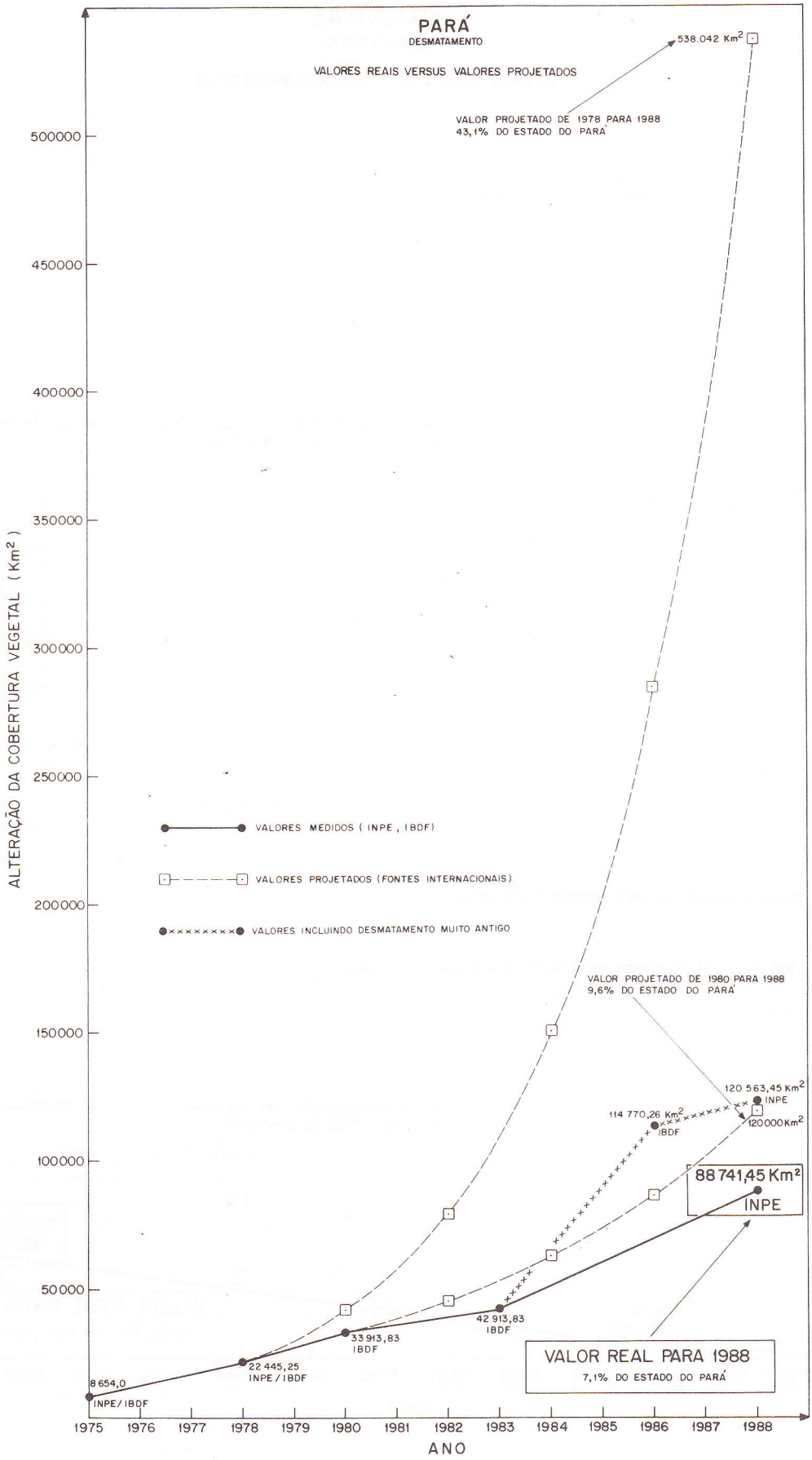
Nos últimos anos a literatura internacional, simpósios, conferências internacionais, imprensa têm publicado e/ou anunciado diferentes valores de percentuais de desmatamento para a Amazônia Legal. Um valor comumente citado é o de 12% de desmatamento para a Amazônia Legal.

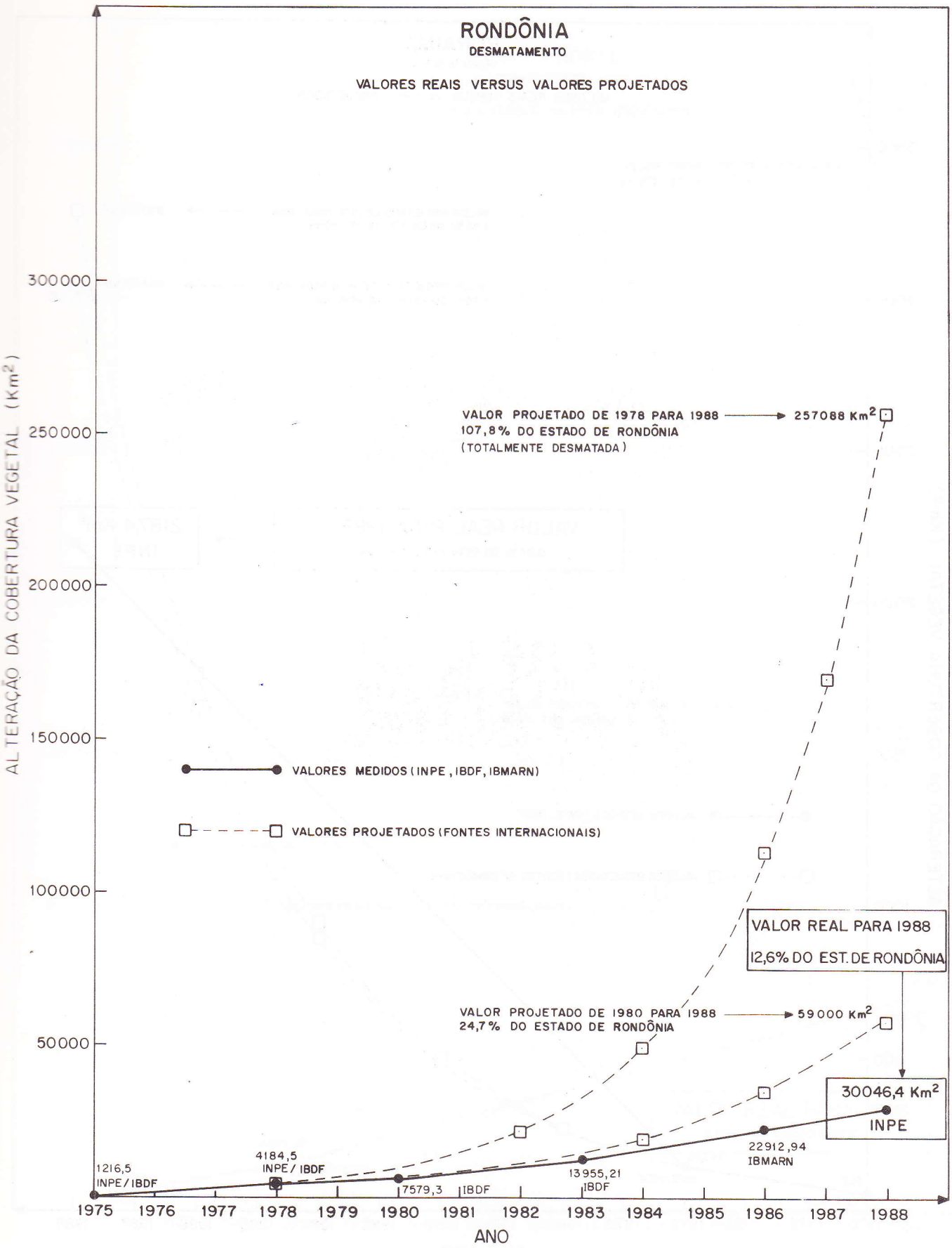
Através da análise histórica comparativa apresentada nas páginas seguintes apresenta-se a evolução do desmatamento na Amazônia Legal do ano de 1975 até 1978, "Curvas de Crescimento". Ao mesmo tempo contrasta-se valores reais (valores medidos pelo INPE em 1989) com curvas de crescimento teóricas obtidas através de projeções matemáticas de taxas de desmatamento (resultado de equações exponenciais). As curvas de crescimento são mostradas estado por estado, território por território, para a Região Norte e a Amazônia Legal.

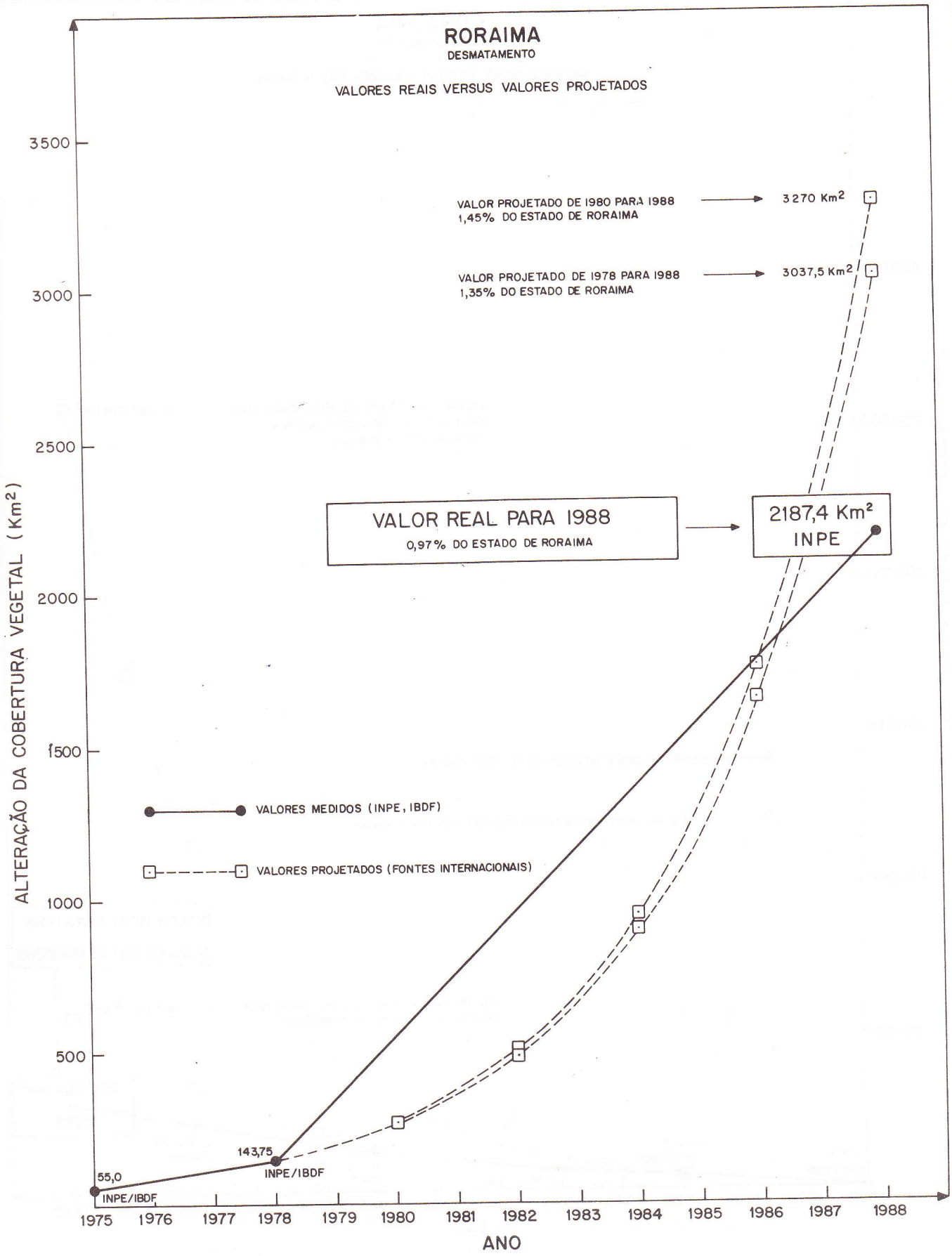

ACRE
DESMATAMENTO
VALORES REAIS VERSUS VALORES PROJETADOS
ALTERAÇÃO DA COBERTURA VEGETAL (Km²)
35000
30000
25000
20000
15000
10000
5000
29900 Km²
VALOR PROJETADO DE 1978 PARA 1988
19,5% DO ESTADO ACRE
VALOR PROJETADO DE 1980 PARA 1988
12,7% DO ESTADO DO ACRE
19500 Km²
VALORES MEDIDOS (INPE, IBDF)
VALORES PROJETADOS (FONTES INTERNACIONAIS)
VALOR REAL PARA 1988
3,6% DO ESTADO DO ACRE
5509,64 Km²
INPE
4624,94
IBDF
2464,5
INPE/IBDF
1165,5
INPE/IBDF
1975
1976
1977
1978
1979
1980
1981
1982
1983
1984
1985
1986
1987
1988
ANO

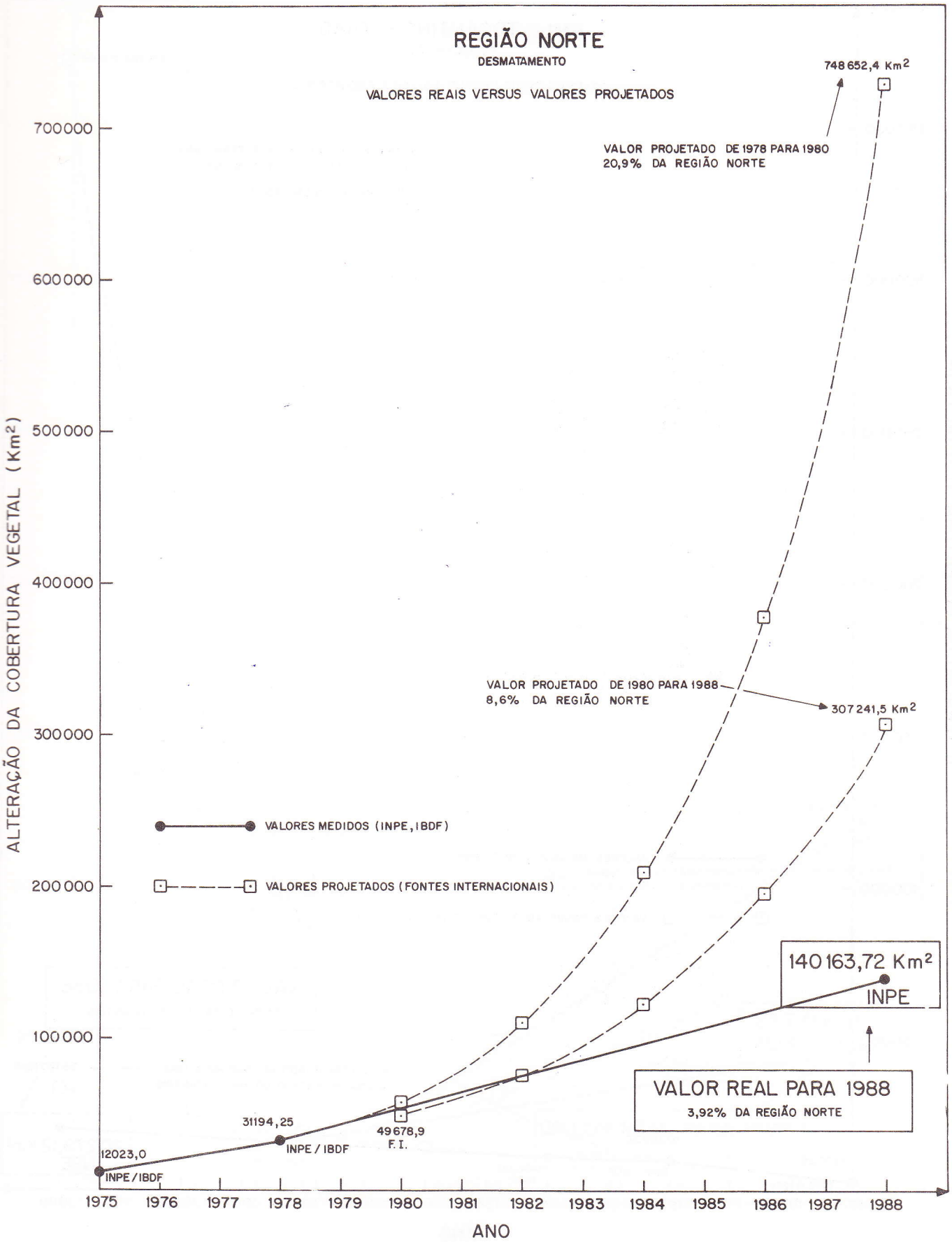

AMAPÁ
DESMATAMENTO
VALORES REAIS VERSUS VALORES PROJETADOS
VALOR REAL PARA 1988
0,59 % DO ESTADO DO AMAPÁ
842,25 Km²
INPE
INPE
VALOR PROJETADO DE 1980 PARA 1988
0,4 % DO ESTADO DO AMAPÁ
571,5 Km²
VALORES MEDIDOS (INPE, IBDF)
VALORES PROJETADOS
(FONTES INTERNACIONAIS)
VALOR PROJETADO DE 1978 PARA 1988
0,18 % DO ESTADO DO AMAPÁ
247,3 Km²
152,5
INPE/IBDF
170,5
INPE/IBDF
ALTERAÇÃO DA COBERTURA VEGETAL (Km²)
1000
900
800
700
600
500
400
300
200
100
1975
1976
1977
1978
1979
1980
1981
1982
1983
1984
1985
1986
1987
1988
ANO

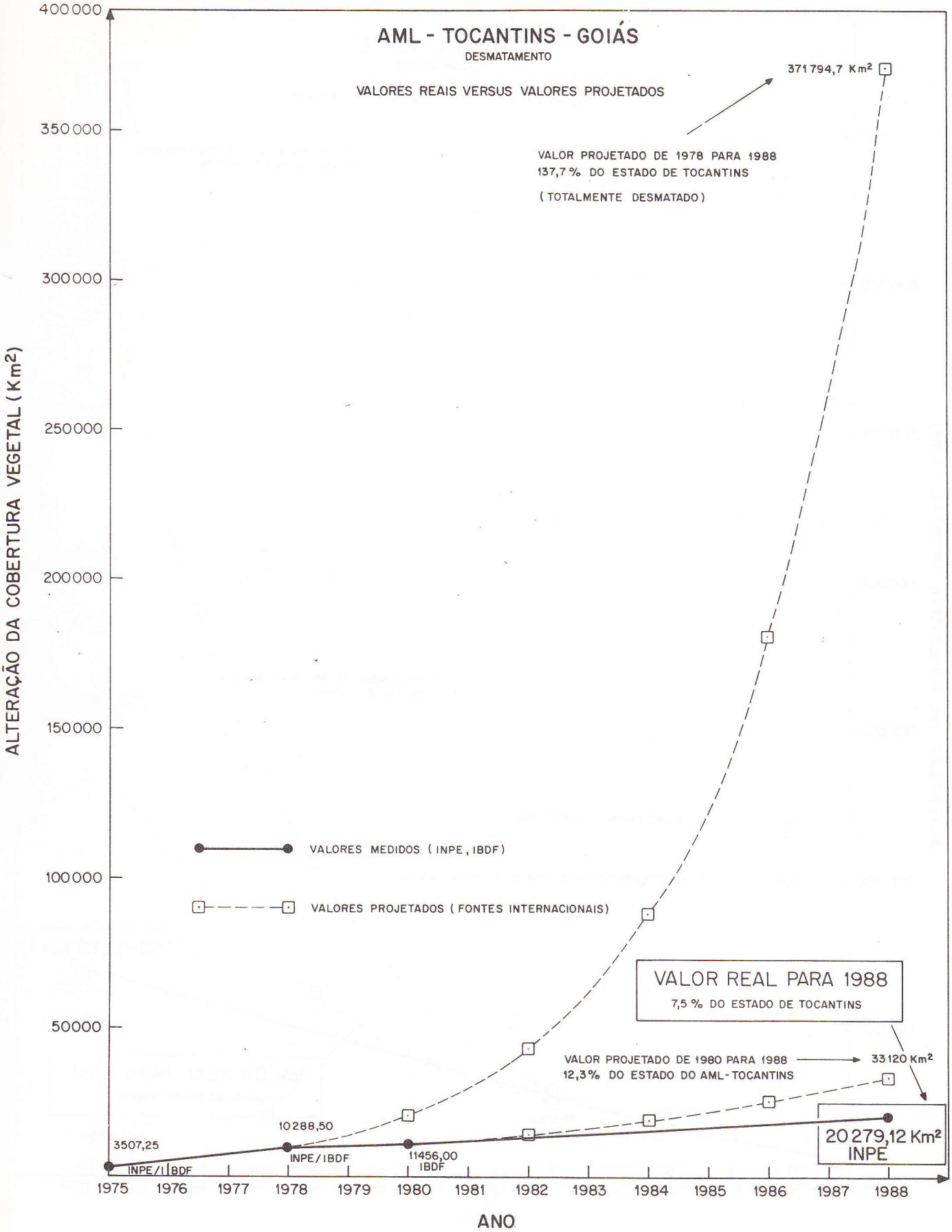

AMAZONAS
DESMATAMENTO
VALORES REAIS VERSUS VALORES PROJETADOS
ALTERAÇÃO DA COBERTURA VEGETAL (Km²)
140000
120000
100000
80000
60000
40000
20000
VALOR PROJETADO DE 1980 PARA 1988
6,7 % DO ESTADO DO AMAZONAS
105 790 Km²
VALORES MEDIDOS (INPE, IBDF)
VALORES PROJETADOS (FONTES INTERNACIONAIS)
VALOR PROJETADO DE 1978 PARA 1988
1,8 % DO ESTADO DO AMAZONAS
28 302 Km²
12 836,58 Km²
INPE
VALOR REAL PARA 1988
0,8% DO ESTADO DO AMAZONAS
779,5
INPE/IBDF
1785,75
INPE/IBDF
1975
1976
1977
1978
1979
1980
1981
1982
1983
1984
1985
1986
1987
1988
ANO

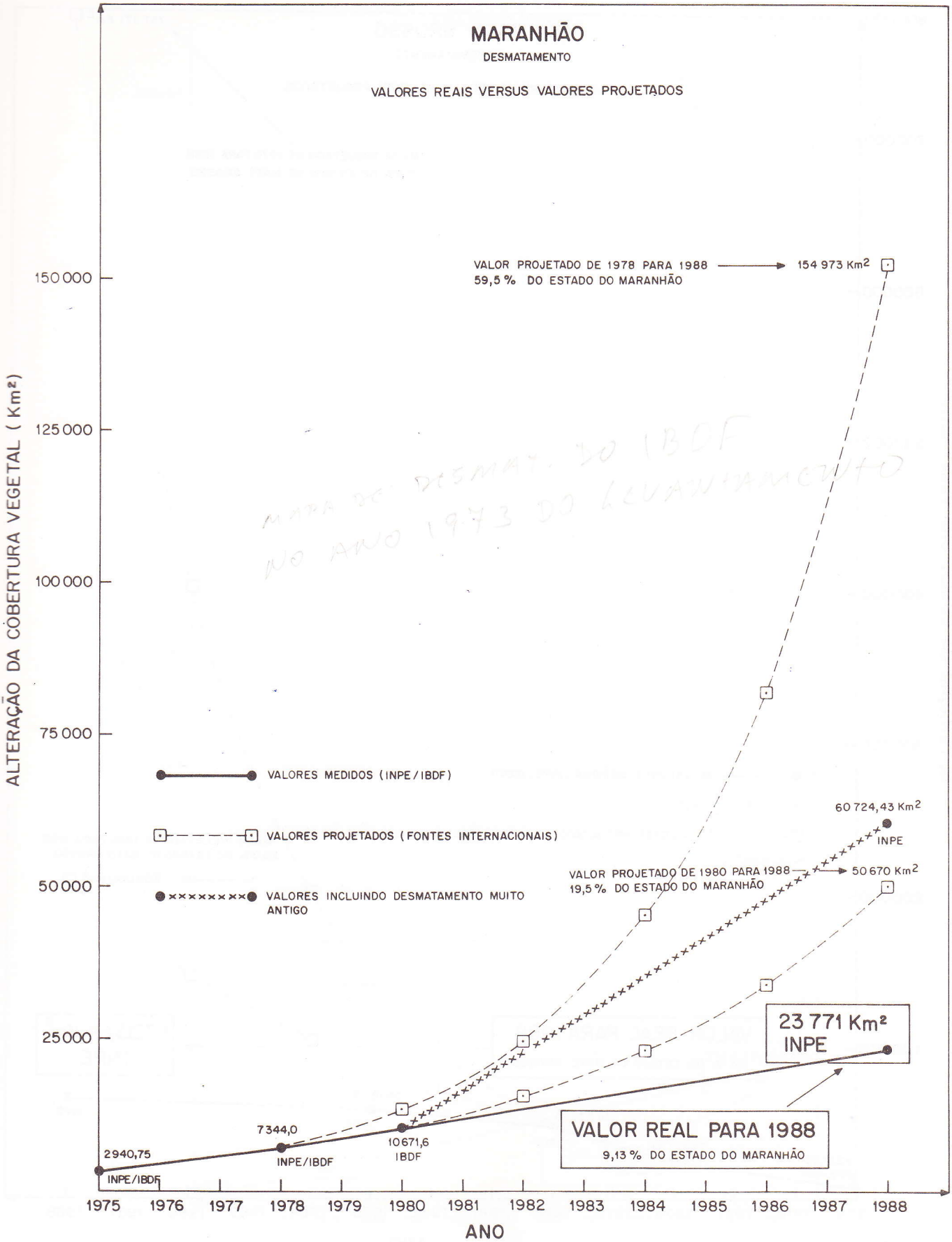

PARÁ
DESMATAMENTO
VALORES REAIS VERSUS VALORES PROJETADOS
538.042 Km²
VALOR PROJETADO DE 1978 PARA 1988
43,1% DO ESTADO DO PARÁ
VALORES MEDIDOS (INPE , IBDF)
VALORES PROJETADOS (FONTES INTERNACIONAIS)
VALORES INCLUINDO DESMATAMENTO MUITO ANTIGO
VALOR PROJETADO DE 1980 PARA 1988
9,6% DO ESTADO DO PARÁ
120 563,45 Km²
INPE
114 770,26 Km²
IBDF
120000 Km²
88 741,45 Km²
INPE
42 913,83
IBDF
33 913,83
IBDF
22 445,25
INPE / IBDF
8 654,0
INPE/IBDF
VALOR REAL PARA 1988
7,1% DO ESTADO DO PARÁ
ALTERAÇÃO DA COBERTURA VEGETAL (Km²)
500000
450000
400000
350000
300000
250000
200000
150000
100000
50000
1975
1976
1977
1978
1979
1980
1981
1982
1983
1984
1985
1986
1987
1988
ANO

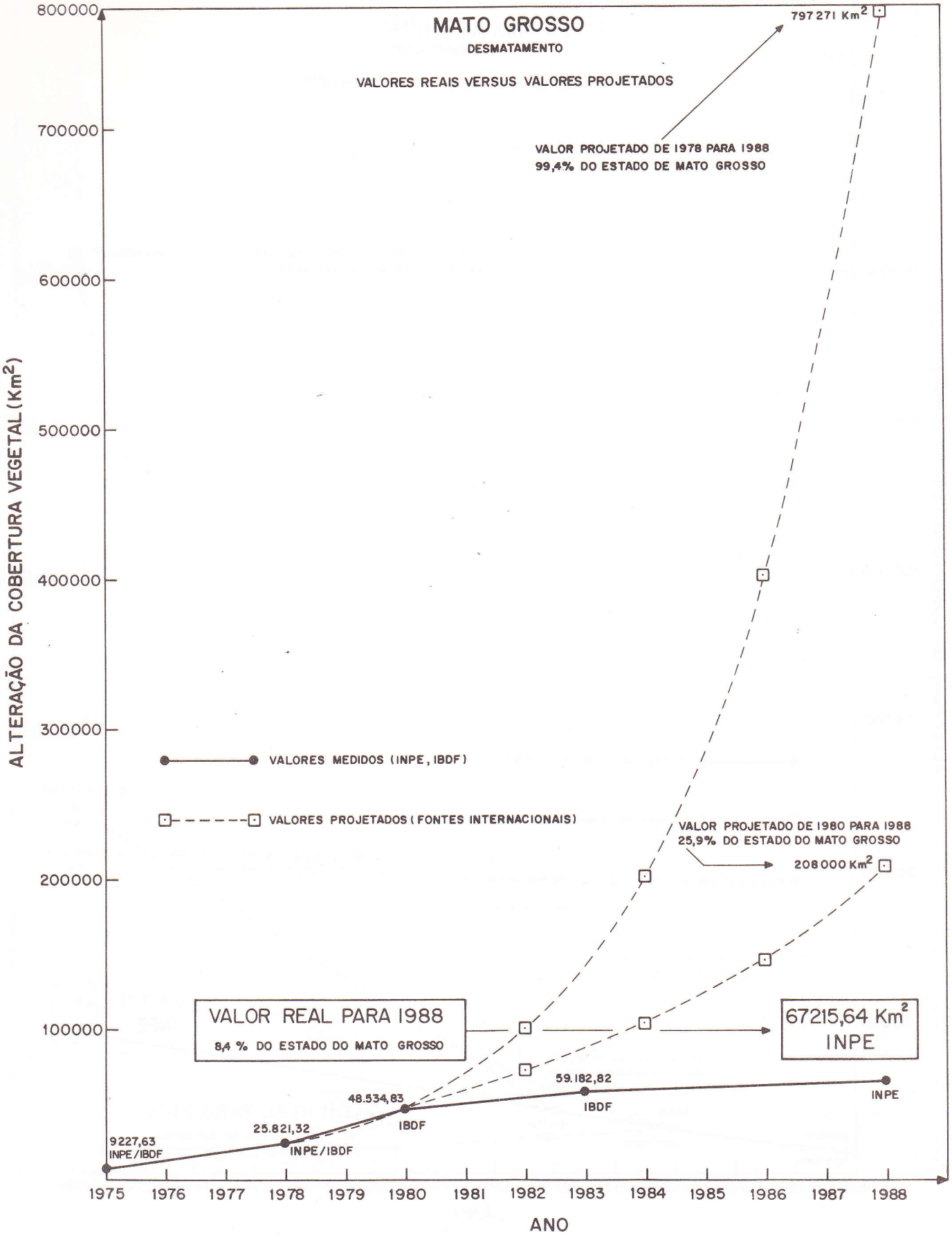

RONDÔNIA
DESMATAMENTO
VALORES REAIS VERSUS VALORES PROJETADOS
ALTERAÇÃO DA COBERTURA VEGETAL (Km²)
300000
250000
200000
150000
100000
50000
VALOR PROJETADO DE 1978 PARA 1988
107,8% DO ESTADO DE RONDÔNIA
(TOTALMENTE DESMATADA)
257088 Km²
VALORES MEDIDOS (INPE, IBDF, IBMARN)
VALORES PROJETADOS (FONTES INTERNACIONAIS)
VALOR REAL PARA 1988
12,6% DO EST. DE RONDÔNIA
VALOR PROJETADO DE 1980 PARA 1988
24,7% DO ESTADO DE RONDÔNIA
59000 Km²
30046,4 Km²
INPE
1216,5
INPE/IBDF
4184,5
INPE/IBDF
7579,3
IBDF
13955,21
IBDF
22912,94
IBMARN
1975
1976
1977
1978
1979
1980
1981
1982
1983
1984
1985
1986
1987
1988
ANO

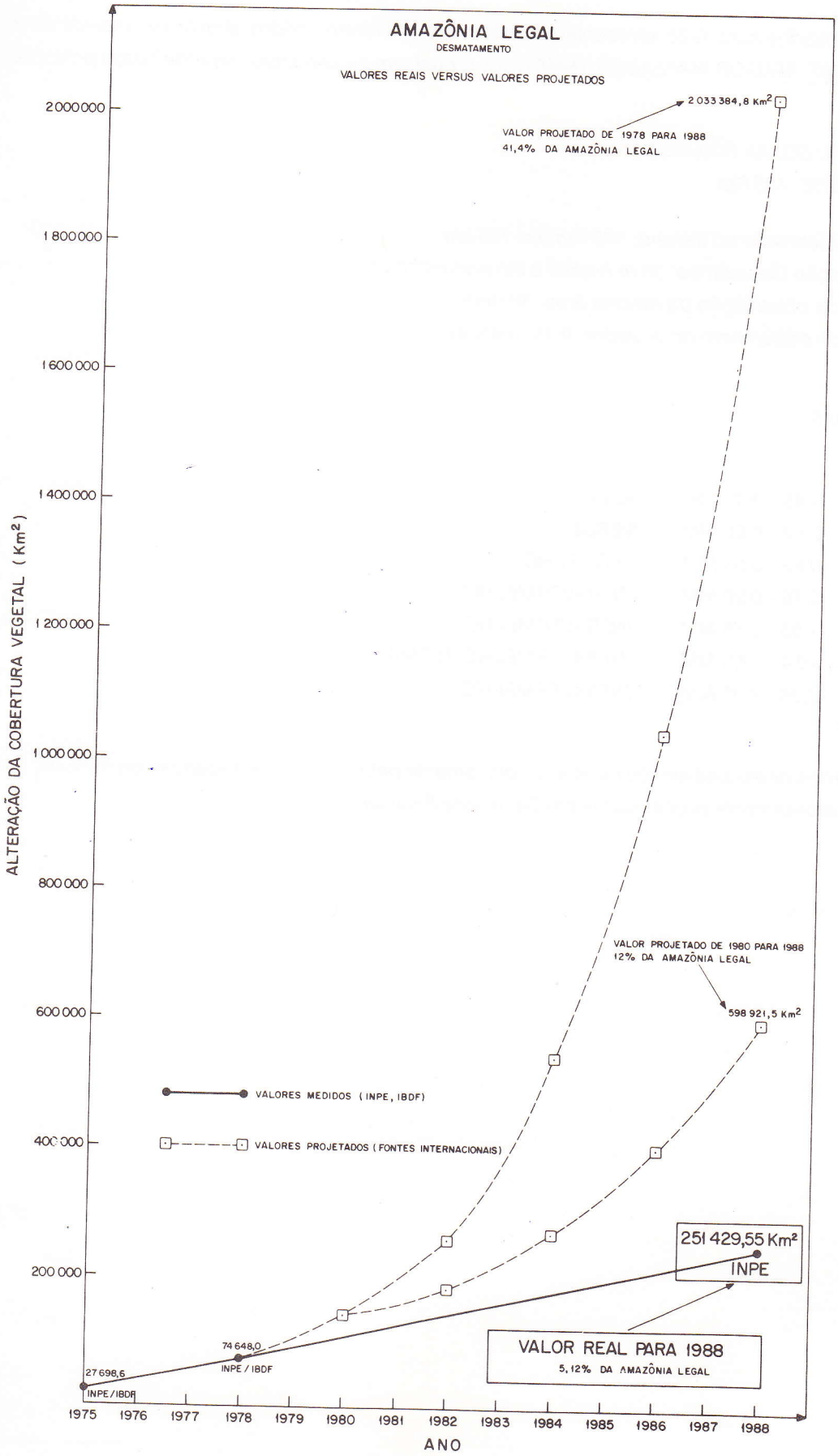

RORAIMA
DESMATAMENTO
VALORES REAIS VERSUS VALORES PROJETADOS
VALOR PROJETADO DE 1980 PARA 1988
1,45% DO ESTADO DE RORAIMA
3270 Km²
VALOR PROJETADO DE 1978 PARA 1988
1,35% DO ESTADO DE RORAIMA
3037,5 Km²
VALOR REAL PARA 1988
0,97% DO ESTADO DE RORAIMA
2187,4 Km²
INPE
VALORES MEDIDOS (INPE, IBDF)
VALORES PROJETADOS (FONTES INTERNACIONAIS)
55,0
INPE/IBDF
143,75
INPE/IBDF
ALTERAÇÃO DA COBERTURA VEGETAL (Km²)
3500
3000
2500
2000
1500
1000
500
1975
1976
1977
1978
1979
1980
1981
1982
1983
1984
1985
1986
1987
1988
ANO


REGIÃO NORTE
DESMATAMENTO
VALORES REAIS VERSUS VALORES PROJETADOS
748 652,4 Km²
VALOR PROJETADO DE 1978 PARA 1980
20,9% DA REGIÃO NORTE
VALOR PROJETADO DE 1980 PARA 1988
8,6% DA REGIÃO NORTE
307 241,5 Km²
VALORES MEDIDOS (INPE, IBDF)
VALORES PROJETADOS (FONTES INTERNACIONAIS)
140 163,72 Km²
INPE
VALOR REAL PARA 1988
3,92% DA REGIÃO NORTE
12023,0
INPE/IBDF
31194,25
INPE / IBDF
49 678,9
F.I.
ALTERAÇÃO DA COBERTURA VEGETAL (Km²)
700000
600000
500000
400000
300000
200000
100000
1975
1976
1977
1978
1979
1980
1981
1982
1983
1984
1985
1986
1987
1988
ANO


AML - TOCANTINS - GOIÁS
DESMATAMENTO
VALORES REAIS VERSUS VALORES PROJETADOS
371 794,7 Km²
VALOR PROJETADO DE 1978 PARA 1988
137,7 % DO ESTADO DE TOCANTINS
(TOTALMENTE DESMATADO)
VALORES MEDIDOS (INPE, IBDF)
VALORES PROJETADOS (FONTES INTERNACIONAIS)
VALOR REAL PARA 1988
7,5 % DO ESTADO DE TOCANTINS
VALOR PROJETADO DE 1980 PARA 1988
12,3% DO ESTADO DO AML-TOCANTINS
33 120 Km²
20 279,12 Km²
INPE
3507,25
INPE/IBDF
10 288,50
INPE/IBDF
11456,00
IBDF
ALTERAÇÃO DA COBERTURA VEGETAL (Km²)
400 000
350 000
300 000
250 000
200 000
150 000
100 000
50 000
1975
1976
1977
1978
1979
1980
1981
1982
1983
1984
1985
1986
1987
1988
ANO


MARANHÃO
DESMATAMENTO
VALORES REAIS VERSUS VALORES PROJETADOS
VALOR PROJETADO DE 1978 PARA 1988
59,5 % DO ESTADO DO MARANHÃO
154 973 Km2
VALORES MEDIDOS (INPE/IBDF)
VALORES PROJETADOS (FONTES INTERNACIONAIS)
VALORES INCLUINDO DESMATAMENTO MUITO ANTIGO
VALOR PROJETADO DE 1980 PARA 1988
19,5 % DO ESTADO DO MARANHÃO
50 670 Km2
60 724,43 Km2
INPE
23 771 Km2
INPE
VALOR REAL PARA 1988
9,13 % DO ESTADO DO MARANHÃO
2940,75
INPE/IBDF
7344,0
INPE/IBDF
10671,6
IBDF
150 000
125 000
100 000
75 000
50 000
25000
ALTERAÇÃO DA COBERTURA VEGETAL (Km²)
1975
1976
1977
1978
1979
1980
1981
1982
1983
1984
1985
1986
1987
1988
ANO


MATO GROSSO
DESMATAMENTO
VALORES REAIS VERSUS VALORES PROJETADOS
797 271 Km²
VALOR PROJETADO DE 1978 PARA 1988
99,4% DO ESTADO DE MATO GROSSO
VALORES MEDIDOS (INPE, IBDF)
VALORES PROJETADOS (FONTES INTERNACIONAIS)
VALOR PROJETADO DE 1980 PARA 1988
25,9% DO ESTADO DO MATO GROSSO
208 000 Km²
VALOR REAL PARA 1988
8,4 % DO ESTADO DO MATO GROSSO
67215,64 Km²
INPE
9 227,63
INPE/IBDF
25.821,32
INPE/IBDF
48.534,83
IBDF
59.182,82
IBDF
INPE
ALTERAÇÃO DA COBERTURA VEGETAL (Km²)
800000
700000
600000
500000
400000
300000
200000
100000
1975
1976
1977
1978
1979
1980
1981
1982
1983
1984
1985
1986
1987
1988
ANO


AMAZÔNIA LEGAL
DESMATAMENTO
VALORES REAIS VERSUS VALORES PROJETADOS
2 033 384,8 Km²
VALOR PROJETADO DE 1978 PARA 1988
41,4% DA AMAZÔNIA LEGAL
VALOR PROJETADO DE 1980 PARA 1988
12% DA AMAZÔNIA LEGAL
598 921,5 Km²
VALORES MEDIDOS (INPE, IBDF)
VALORES PROJETADOS (FONTES INTERNACIONAIS)
251 429,55 Km²
INPE
VALOR REAL PARA 1988
5,12% DA AMAZÔNIA LEGAL
74 648,0
INPE / IBDF
27 698,6
INPE / IBDF
ALTERAÇÃO DA COBERTURA VEGETAL (Km²)
2000000
1 800000
1 600 000
1 400 000
1 200 000
1 000 000
800 000
600 000
400 000
200 000
1975
1976
1977
1978
1979
1980
1981
1982
1983
1984
1985
1986
1987
1988
ANO

SATÉLITE LANDSAT

Os resultados para 1988 apresentados neste relatório foram obtidos através de analista de imagens do satélite LANDSAT SENSOR MAPEADOR TEMÁTICO, o qual tem as seguintes caracteristicas principais:

ORBITA: SOLAR SÍNCRONA
ALTITUDE: 705 Km

Área Observada no terreno: 185 Km por 185 km
Resolução Geométrica: 30 m (visível e infravermelho próximo)
Ciclo de observação da mesma área: 16 dias
Hora de cruzamento no equador: 9:45 (manhã)

BANDAS:

1 - 0,45 - 052 MM - "AZUL"
2 - 0,52 - 0,60 MM - "VERDE"
3 - 0,63 - 0,63 MM - "VERMELHO"
4 - 0,76 - 0,90 MM - "INFRAVERMELHO"
5 - 1,55 - 1,75 MM - "INFRAVERMELHO"
6 - 10,4 - 12,5 MM - "INFRAVERMELHO TERMAL"
7 - 2,08 - 2,35 MM - "INFRAVERMELHO"

Os dados deste satélite são recebidos diariamente pela Estação de Recepção do INPE em Cuiabá. Estes dados são posteriormente processados em Cachoeira Paulista., SP.