

**The text that follows is a TRANSLATION
O texto que segue é uma TRADUÇÃO**

Ritmo e magnitude de desmatamento na Amazônia brasileira

Please cite the original article:
Favor citar o trabalho original:

**Fearnside, P.M. 1990. The rate and extent
of deforestation in Brazilian Amazonia.
Environmental Conservation 17(3): 213-
226. doi:10.1017/S0376892900032355**

Disponível em: <http://philip.inpa.gov.br>

RITMO E MAGNITUDE DE DESMATAMENTO NA AMAZÔNIA BRASILEIRA

Philip M. Fearnside
Departamento de Ecologia
Instituto Nacional de Pesquisas
da Amazônia - INPA
C.P. 478
69011-970 Manaus-Amazonas

02 de janeiro de 1990

Texto atualizado de uma palestra no Congresso sobre Necessidades, Pesquisas e Estratégias para Desenvolvimento Auto-Sustentável da Amazônia, Manaus-Amazonas, 27-31 de agosto de 1989. Organizador: Universidade Paulista-UNIP.

INTRODUÇÃO

Em primeiro lugar, cabe-me enfatizar que o desmatamento está aumentando de forma assustadora, sendo esta constatação independente da estimativa que se aceite. O Dr. Luis Carlos Molion solicitou-me revisar as diversas estimativas disponíveis para o desmatamento na região, e as razões para diferenças entre elas. Embora os dados disponíveis sobre desmatamento na Amazônia brasileira sejam conflitantes, e em rápida mudança, é essencial agir baseando-se nas informações mais confiáveis disponíveis, ao invés de adiar decisões necessárias na espera de dados mais completos.

A. ESTIMATIVAS DISPONÍVEIS

1. TIPOS DE FONTES DE DADOS

Controvérsias cercam as estimativas existentes para a extensão e taxa de desmatamento na Amazônia brasileira. Outras estimativas têm produzidos valores substancialmente maiores ou menores do que aqueles derivados do atual trabalho, que estima que, até 1988, 8,2% da área originalmente florestada tinha sido desmatada (inclusive os desmatamentos antigos), com desmatamentos recentes na área de floresta (virgem + capoeirões antigos) aumentando num ritmo de 20 mil km²/ano.

Dados sobre desmatamento são atualmente disponíveis de vários satélites. Alguns dos valores conflitantes apresentados para a extensão e ritmo do desmatamento são devido às diferenças nos sensores e nas técnicas de interpretação empregadas. Os satélites LANDSAT, da Agência Nacional Aeronáutica e Espacial (NASA), dos EUA, são fonte de muitas informações valiosas sobre o desmatamento. Este satélite foi projetado para monitorar recursos terrestres, e é bastante adequado para medir áreas desmatadas. As suas principais limitações são o alto custo das imagens para grandes áreas como a Amazônia, e a dificuldade de obter imagens livres de nuvens, devido à cobertura relativamente infrequente do satélite (uma vez a cada nove dias, com dois satélites em operação). Desde o lançamento do primeiro satélite LANDSAT em 1972, até 1982 todos os dados foram coletados pelo Proscutador Multi-Espectral (MSS), com resolução de 80 m (isto é, a imagem está composta de elementos, ou píxeis, cada um representando uma área de 80 m X 80 m). Desde 1982 também são disponíveis dados do Mapeador Temático (TM), com resolução de 30 m. Os dados podem ser analisados pela interpretação de fitas digitais ajudada por computador, ou pela interpretação manual de imagens em papel. A interpretação digital tem a vantagem de eliminar as inconsistências entre cartógrafos, no seu julgamento sobre o que deve ser considerado como desmatamento. Clareiras menores podem ser incluídas quando métodos digitais são utilizados. Por outro lado, a interpretação manual de imagens em papel, deixa mais oportunidade para a aplicação de bom senso em

distinguir, por exemplo, entre pastagens e manchas espectralmente semelhantes de campos "naturais": pastagem normalmente tem a forma de blocos rectangulares enquanto que os campos "naturais" (que podem estar presentes, em parte, devido as queimadas por povos indígenas) apresentam bordas irregulares e curvadas.

No caso da interpretação fotográfica, a escala das imagens pode ter grande efeito sobre a confiabilidade das estimativas resultantes. Imagens em papel podem ser obtidas em escalas que vão desde 1:100.000 até 1:1.000.000; a maioria das estimativas de desmatamento utilizam ou a escala 1:250.000 ou 1:500.000.

O sensor "Radiômetro Avançado de Resolução Muito Alta" (AVHRR), carregado pelos satélites meteorológicos da Administração Nacional Atmosférica e Oceânica (NOAA), dos EUA, fornece um meio de monitorar o desmatamento, que é mais barato, porém mais grosseiro, que o LANDSAT. As imagens são obtidas diariamente, fazendo com que seja muito mais provável que sejam obtidas sem nuvens do que no caso do LANDSAT. Os dados podem ser obtidos com resolução de 1,1 km por solicitação especial, se nenhuma for feita, os dados serão gravados com resolução de 3,4 km. Áreas desmatadas podem ser medidas usando uma relação de diferença normalizada entre os primeiros dois dos cinco canais registrados pelo sensor (0,55 - 0,68 μm e 0,73 - 1,1 μm) (Tucker *et al.*, 1984). Píxeis contendo incêndios podem ser localizados e contados usando os canais três e quatro (3,5 - 3,9 μm e 10,5 - 11,5 μm) (Setzer *et al.*, 1988). A área dos fogos, que pode ser muito menor que os 120 ha de um píxel, nos dados de AVHRR com 1,1 km de resolução, não pode ser estimada com confiança.

O satélite francês SPOT, com resolução de 10 m, produz imagens suficientemente detalhadas para detectar mesmo as menores clareiras. No entanto, o alto custo das imagens faz com que seja pouco prático utilizá-las para monitorar grandes áreas. A cobertura da Amazônia brasileira custaria aproximadamente US\$ 3 milhões. Dados do SPOT são importantes para calibrar os dados dos outros tipos de sensores, porém não existem dados disponíveis cobrindo áreas suficientemente grandes para uso direto na estimativa do desmatamento na Amazônia brasileira.

Os problemas na interpretação dos dados disponíveis incluem o fato de que dados oriundos de diferentes estudos se referem a áreas geográficas que são sobrepostas, porém diferentes. Muitos estudos cobrem apenas uma parte de uma unidade política, tais como um estado, fazendo com que seja difícil utilizar os resultados junto com os dados já disponíveis a nível estadual. A interpretação dos resultados por tipo de vegetação, tais como floresta e cerrado, muitas vezes fica dificultada pelas inconsistências entre as definições dos tipos de vegetação utilizados nos diferentes estudos, e pela falta, muitas vezes, de explicações dos critérios utilizados. A maior parte dos dados no Brasil se referem à "Amazônia Legal", uma região administrativa

de cinco milhões de quilômetros quadrados, na qual vigoram incentivos fiscais especiais e programas de desenvolvimento. A Amazônia Legal cobre toda ou parte de nove estados; dependendo da definição de floresta, aproximadamente 70-80% da região é floresta, enquanto o restante é de savanas, tais como o cerrado (Figura 1). Uma vez que só tem sido divulgado dados referentes à área de desmatamento, porém não à área original da vegetação em questão, as percentagens têm sido invariavelmente expressas usando as áreas das unidades políticas como denominadores. Esta prática subestima a extensão relativa do desmatamento, já que as savanas úmidas (pantanal, lavrado, etc.) são incluídas nos denominadores mas não nos numeradores. Muitos cálculos também incluem superfícies d'água nos denominadores. A distorção causada por usar as áreas das unidades políticas é infeliz, mas pelo menos tem permitido que valores relativamente consistentes sejam comparados entre anos. No entanto, recentemente, um erro muito maior desse tipo tem sido introduzido por um estudo de imagens de 1988, que excluiu o cerrado do numerador mas continuou a dividir pelas áreas das unidades políticas.

Um exame de alguns dos problemas afetando diferentes satélites e técnicas de interpretação deixará claro porque conclusões muito diferentes são alcançadas. Apesar das dificuldades, é essencial que as informações mais confiáveis sejam identificadas para cada local.

2. ESTIMATIVAS DE QUEIMADAS USANDO AVHRR

Um estudo que tem recebido ampla atenção pública estimou áreas queimadas, utilizando as bandas de infravermelho termal no sensor AVHRR do satélite meteorológico NOAA-9. O estudo, conduzido no INPE, concluiu que 204.000 km² queimaram em 1987 na Amazônia Legal brasileira, dos quais 80.000 km² eram de desmatamento na parte florestada da região (Setzer et al., 1988). A maior parte da diferença entre 204.000 km² (20 milhões de hectares) e 80.000 km² (8 milhões de hectares) corresponde a queimada do cerrado e de pastagens ou outros usos da terra. O valor para a área total queimada é alto demais, em parte porque 427.331 km² nos Estados de Goiás e Maranhão, fora da Amazônia Legal, foram incluídos.

O valor de 80.000 km² para desmatamento na área florestada é alto demais por duas razões. Uma é a falta de um método objetivo para estimar a parte queimada que corresponde a desmatamento. O fator de correção de 40%, utilizado para calcular o valor para desmatamento, foi derivado por Pereira (1987: 142). Comparando uma estimativa da área queimando, feita com infravermelho termal do AVHRR, com um valor de referência para o desmatamento no mesmo ano, Pereira estimou que 67.000 km² estavam queimando na parte da Amazônia Legal brasileira incluídos na imagem de AVHRR que ele usou do ano 1985. O valor de referência (27.000 km²) para o

desmatamento nas áreas florestadas da Amazônia Legal naquele ano (1987) foi tirado de uma reportagem de jornal de uma entrevista dada por Carlos Marx Ribeiro Carneiro (Marcos da Costa Pereira, comunicação pessoal, 1987). Deve ser levado em conta que a declaração de Carlos Marx Ribeiro Carneiro, que coordenou o estudo do IBDF, com dados do LANDSAT sobre o desmatamento em 1980, poderia estar se referindo à Amazônia Legal como um todo ao invés de apenas à floresta, já que a estimativa que ele tinha coordenado utilizou esta unidade administrativa maior (Brasil, IBDF, 1983a).

A segunda razão para a sobrestimativa das áreas queimadas é a saturação do sensor AVHRR quando um fogo, mesmo relativamente pequeno, estiver presente dentro de um dos elementos (píxeis) da imagem. Cálculos teóricos indicam que um fogo de apenas 30 m² é suficiente para fazer com que a totalidade do píxel, de 1.200.000 m², no qual ele se encontra, apareça como se estivesse queimando (Robinson, s/d). O fator constante de correção (0,7) utilizado para corrigir píxeis parcialmente queimando é insuficiente. O fator de correção foi derivado por Pereira (1987: 142), pela comparação de uma imagem de AVHRR de 1985 com os resultados de LANDSAT-TM, para uma área no norte de Mato Grosso. No entanto, a dependência forte da saturação do sensor sobre a temperatura do fogo faz com que seja difícil derivar um fator constante de correção. A relação não é linear: um pequeno aumento na temperatura resulta em um aumento enorme na percentagem de sobrestimativa causada por áreas de píxeis queimando parcialmente. A temperatura do fogo varia muito, dependendo das condições meteorológicas e da carga de combustível.

Mesmo se fosse possível obter uma medida confiável da área da frente de chamas, traduzir isto em área queimada seria difícil. Os satélites NOAA passam sobre a Amazônia diariamente às 14:00 h, aproximadamente, e as medidas capturam apenas o que está queimando no instante em que se capta a imagem. Uma vez que os fogos começam em um dos lados da área derrubada, e atravessam esta ao longo de período de aproximadamente 6-8 horas, a área queimada é maior (por uma quantidade bastante variável) do que aquela que está queimando em qualquer instante. Estimar a área dos fogos também é dificultado, em grau variado, pelas nuvens densas de fumaça que cobrem a região no pico da época das queimadas.

A sobrestimativa devido à saturação do sensor é indicada pela discrepância, para Rondônia, entre a mensuração de queimada por infravermelho termal e uma outra mensuração, também por AVHRR, no mesmo Estado e ano, feita utilizando a luz refletida das áreas desmatadas. A área indicada como queimada, em Rondônia, era 18,7% do Estado (Setzer et al., 1988: 28), o que é equivalente a aproximadamente 40% de desmatamento, considerando-se que cada hectare é queimado a cada 2-3 anos. Isto é muito mais alto que o valor para a área acumulada desmatada até o mesmo

ano (15,1%) determinado por Jean-Paul Malingreau (comunicação pessoal, 1988; ver Fearnside, 1989). Uma parte desta discrepância pode ser explicada pelo fato de que as queimadas em áreas vizinhas na Bolívia foram acidentalmente incluídas na estimativa para Rondônia (Alberto W. Setzer, comunicação pessoal, 1989), porém uma correção insuficiente para píxeis saturados é uma causa provável para explicar a grande parte da sobrestimativa por um fator de aproximadamente dois. A possibilidade de sobrestimativa na avaliação pelo AVHRR para o desmatamento apenas aumentaria ainda mais a discrepância com os resultados de bandas de infravermelho termal de AVHRR: como será explicado mais adiante, uma estimativa corrigida de AVHRR para desmatamento em 1987 indica apenas 32.282 km² (13.3% do Estado) desmatados até o referido ano. Um estudo com dados do LANDSAT para o mesmo ano indica 22.913 km², ou 9,4%, desmatados (Brasil, IBDF, 1989a).

Os pesquisadores do INPE realizaram uma estimativa, baseada no infravermelho termal, das queimadas até 1988, obtendo para a Amazônia Legal, uma área total de 121.000 km², dos quais 48.000 km² (40%) são atribuídos a desmatamentos novos em área florestada (Setzer *et al.*, em preparação). A estimativa para 1988 não inclui áreas fora da Amazônia Legal brasileira, embora utilize os mesmos fatores de correção subjetivos que a estimativa de 1987, para fazer a compensação para as queimadas que não são de desmatamentos novos na floresta (fator 0,4) e para píxeis nos quais ocorrem queimados parciais (fator 0,7). Portanto, é provável que o método produza valores não confiáveis pelas mesmas razões que afetaram a estimativa para queimadas em 1987. Esta limitação não afeta outros usos das mesmas imagens, por exemplo, para estimar o número de fogos e para localizar cada ponto de fogo (inclusive para identificar infratores da legislação ambiental brasileira).

3. A ESTIMATIVA DO BANCO MUNDIAL

O Banco Internacional de Reconstrução e Desenvolvimento (BIRD, ou Banco Mundial), publicou um relatório estimando que 598.972 km² (11.7%) da Amazônia Legal tinham sido desmatadas até 1988 (Mahar, 1989; ver Tabela 1). A estimativa foi baseada em dados apresentados em Fearnside (1986), onde são sumarizados os levantamentos de LANDSAT para desmatamentos até 1980 (Brasil, IBDF, 1983a; Tardin *et al.*, 1980). Projeções exponenciais dentro de cada Estado foram feitas pelo Banco Mundial, com a exceção, aparentemente, do valor para o Estado do Pará. Dados de mensurações de satélite mais recentes têm mostrado que o desmatamento não ocorreu tão rapidamente como era de se esperar caso as tendências, até 1980, tivessem continuado sem alterações. Mais da metade da diferença entre a estimativa do Banco Mundial e a estimativa de projeções lineares, a partir dos dados mais recentes em cada Estado, é explicada pelos dados para o Estado do Amazonas (Fearnside, 1989). O Amazonas, de longe o maior estado na Amazônia, pesa muito no total regional. O índice de 6,8%

indicado como área desmatada até 1988 (Mahar, 1989) é muito maior que aquele que aparece nas imagens de 1986 no mosaico do INPE (Brasil, INPE, 1988). Os 0,8% mensurados pelo INPE (Brasil, INPE, 1989a,b) parecem ser o valor mais razoável para o Estado do Amazonas.

4. A ESTIMATIVA DO INPE/PROGRAMA NOSSA NATUREZA

Em 06 de abril de 1989, dia da proclamação do Programa Nossa Natureza pelo Presidente José Sarney, o INPE lançou uma nova estimativa de desmatamento até 1988 (Brasil, INPE, 1989a). O estudo concluiu que apenas 5,12% da Amazônia Legal Brasileira tinham sido desmatados, o que é bem menor que os 8,0% indicados pelas projeções lineares, a partir dos dados de satélite mais recentes para cada Estado (Fearnside, 1989). O estudo do INPE usou imagens de LANDSAT-TM numa escala de 1:1.000.000 para localizar as áreas mais fortemente desmatadas, e utilizou 101 imagens na escala 1:250.000 para medir o desmatamento nestes locais (Roberto Pereira da Cunha, comunicação pessoal, 20 de abril de 1989). As 133 imagens em 1:1.000.000 não analisadas em 1:250.000 não tinham desmatamento aparente, e foram consideradas completamente intactas: mensurações não foram feitas em imagens de 1:1.000.000 (R.P.da Cunha, comunicação pessoal, 20 de abril de 1989). A maioria das imagens é de 1988 (R.P.da Cunha, comunicação pessoal, 20 de abril de 1989), porém uma lista de imagens com as suas respectivas datas não está incluída no relatório. Estudos prévios têm, invariavelmente, sido obrigados a utilizar um número substancial (mas altamente variável) de imagens de anos anteriores ao ano da estimativa, devido à notória cobertura de nuvens na Amazônia.

A segunda edição do relatório do INPE foi lançada em 02 de maio de 1989 (Brasil, INPE, 1989b). A edição revisada contém diferenças importantes para a interpretação dos resultados. Os dados de 1988 foram originalmente apresentados como representando alteração da "cobertura vegetal" (Brasil, INPE, 1989a: 37), o que foi mudado para "cobertura florestal" na segunda edição (Brasil, INPE, 1989b: 28). Já que uma parte significativa da Amazônia Legal compõe-se de cerrado ou outros tipos de vegetação não florestal, a restrição das medidas de alteração para áreas florestadas, faz com que o valor de 5,12% para desmatamento na Amazônia Legal não tenha sentido, uma vez que o numerador e o denominador se referem a áreas diferentes. Isto também faz com que haja muita distorção ao colocar-se, no mesmo gráfico, os valores absolutos para desmatamento junto com os dados de estudos anteriores do LANDSAT, já que todos os outros estudos representam alteração de floresta e cerrado, ao invés de apenas de floresta. Obter uma série temporal, válida para a parte florestada da Amazônia Legal, deve ser uma prioridade importante, mas isto exigirá uma reanálise das imagens usadas nos estudos anteriores.

A revelação de que os valores do estudo INPE/Programa Nossa Natureza para a alteração da "cobertura vegetal" realmente se referiam à "cobertura florestal" faz com que seja indispensável ter informações sobre a área de floresta e cerrado originalmente presente em cada estado. Sem isso, os valores para área desmatada não podem ser interpretados em termos de percentagens. Comparações válidas também não são possíveis com os dados dos estudos anteriores, com a finalidade de estabelecer tendências (embora inconsistências grosseiras, tais como área florestal diminuindo, possam ser identificadas). Infelizmente, as áreas originais de floresta e de cerrado não são incluídas nos relatórios do INPE. A distinção entre floresta e cerrado não é tão simples como pode parecer: não há nenhum mapa (em escala mais detalhada que a de um esboço grosseiro) que classifique a região em "floresta" e "cerrado". Ao invés disso, as gradações contínuas entre tipos de vegetação ficam divididas em muitas categorias mais finas, e a colocação de categorias intermediárias nos grupos "floresta" ou "cerrado" é um tanto arbitrária. As inconsistências em classificações deste tipo nos estudos anteriores têm sido um dos impedimentos para obter-se estimativas de desmatamento em área de floresta, ao invés de fazer estimativas para a Amazônia Legal como um todo.

Na estimativa do INPE/Programa Nossa Natureza distinguiu-se floresta de savana, delimitando-se com tinta apagável nas imagens originais de LANDSAT-TM, na escala de 1:250.000, usando como base para localizar a linha, os mapas de vegetação em escala 1:1.000.000 feitos pelo Projeto RADAM usando radar aerotransportado de visão lateral (SLAR) (Brasil, Projeto RADAMBRASIL, 1973-1983). A linha foi desenhada a mão livre, usando como referência as coordenadas de latitude e longitude impressas nas imagens LANDSAT. Quando as imagens foram requintadas para serem apresentadas numa exposição pública, a linha foi apagada, fazendo assim a recuperação exata dos critérios utilizados impossível (Carlos Alfonso Nobre, comunicação pessoal, 29 de agosto de 1989). O relatório do INPE contém um mapa pequeno (escala aproximadamente 1:5.000.000) representando o que é descrito como o limite usado entre floresta e savana (Brasil, INPE, 1989b: 5). O mapa realmente foi desenhado a partir de informações dos mapas do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), ao invés dos mapas de RADAM utilizados no estudo do INPE, porém o líder da equipe afirma que o mapa publicado no relatório representa de forma aproximadamente correta as áreas de floresta e savana que foram utilizadas. Na ausência de outra alternativa, então, o mapa publicado no relatório precisa ser aceito como a base para as áreas originais de floresta e savana (Figura 1). Algumas divergências com a realidade são evidentes, tais como a forma e localização dos Campos de Humaitá, na parte sul do Estado do Amazonas. As áreas de floresta e savana representadas no mapa foram medidas gravimetricamente, sendo, porém que esse método uma margem de erro de 645 km². A extensão de erro associado ao mapa

em si não é conhecida, mas provavelmente é grande. A Tabela 2 apresenta as áreas obtidas para floresta e savana em cada estado, padronizada de acordo com a área do estado que foi usada na fonte para as estimativas de desmatamento apresentadas na mesma Tabela. Em comparação com outras classificações, o critério utilizado no estudo do INPE/Programa Nossa Natureza parece ser amplo em definir a floresta, e restritivo em definir a savana. Da Amazônia Legal, 18% da área fica classificada como savana (inclusive o cerrado e a savana úmida) e 82% como floresta, de acordo com o mapa do INPE (Figura 1). No entanto, há dúvidas sobre isso, devido às afirmações de membros do INPE, no sentido de que o critério minimizou a área classificada como floresta, por colocar na categoria "savana" todos os tipos de vegetação não denominados especificamente com a palavra "floresta" na legenda do mapa do Projeto RADAM (i.e. a "zona de transição"), e por também por considerar como savana as intrusões de floresta ciliar ao longo dos rios (Carlos Alfonso Nobre, comunicação pessoal, 19 de agosto de 1989). Assim, os valores em percentagem apresentados no relatório do INPE/Programa Nossa Natureza são enganadores.

O tratamento às áreas de savana não foi o único problema com a interpretação dos resultados. Problemas e dúvidas diferem dentro de cada um dos nove Estados da Amazônia Legal. É importante avaliar estes, para que se aproveite o máximo possível as informações do estudo. As melhores estimativas para cada estado são indicadas em gráficos na Figura 2, mostrando a evolução do desmatamento na região.

B. DADOS DOS ESTADOS AMAZÔNICOS

1. Acre

O estudo do INPE alega que apenas 5.510 km² (ou 3,6%) do Estado do Acre tinham sido desmatados até 1988. Isto não é coerente com os 8.133 km² (5,3%) que um estudo do Instituto Brasileiro de Desenvolvimento Florestal (IBDF) mostrou como desmatados até 1987: implica que 2.623 km² de floresta tinham reaparecidos. O estudo de imagens de 1987 feito pelo IBDF, também utilizando o LANDSAT-TM, fazendo com que diferenças nas características do sensor provavelmente não expliquem esta discrepância. Uma explicação possível, que foi sugerida pelo líder da equipe do INPE, seria a diferença causada pela interpretação da área recoberta pelos bambuais, de aproximadamente 30 mil km² no Acre (R.P.da Cunha, comunicação pessoal, 20 de abril de 1989). No entanto, todo o Acre foi originalmente classificado como floresta no relatório do INPE. Outra explicação oferecida pelo grupo do INPE é a diferença na escala das imagens utilizadas para as diferentes estimativas (R.P.da Cunha, declaração pública, 29 de agosto de 1989). Esta interpretação, aparentemente, está baseada na crença errônea que os estudos anteriores ao do INPE/Programa Nossa Natureza foram

todos feitos com imagens na escala de 1:500.000. Realmente, apenas os estudos de desmatamento até 1975 e 1978 usaram imagens nesta escala; os estudos posteriores usaram a escala de 1:250.000, a mesma usada na estimativa do INPE/Programa Nossa Natureza. Em qualquer caso, uma diferença de quase 60% é dificilmente explicada apenas por este fator. Em geral, mapeamentos mais detalhados do desmatamento devem resultar em valores mais altos, ao invés de mais baixos, porque as clareiras menores não são incluídas nos mapas de menor detalhamento.

Uma outra estimativa do IBDF, esta para 1980, foi deixada fora do relatório do INPE, embora fique incluída como um ponto solto no gráfico do aumento de desmatamento no Estado. A curva não foi traçada através do ponto que indica os 4.625 km² (citado como 4.627 km² no gráfico do INPE) que o estudo do IBDF de imagens de LANDSAT de 1980 tinha mostrado como sendo desmatados (Brasil, IBDF, 1982a). Ao invés disso, a curva é mostrada como sendo uma linha reta a partir do valor referente a 1978, assim escondendo a implicação irrealística de que apenas 885 km² tinham sido desmatados no Acre ao longo do período 1980-1988: uma constatação obviamente falsa, para qualquer um que tenha visitado a área durante aqueles anos de desmatamento explosivo.

2. Amapá

O Amapá tem sido, desde longe data, uma das unidades políticas apresentando a menor taxa de aumento da área desmatada (e.g., Fearnside, 1982). O estudo do INPE/Programa Nossa Natureza indica um desmatamento um pouco maior do que aquele que teria ocorrido pela continuação da tendência de 1975-1978, e representa os melhores dados disponíveis para Amapá. Antes do relatório do INPE, os dados mais recentes eram os de 1978 (Brasil, IBDF, 1983c). A cobertura de nuvens bastante densa no Amapá tem desencorajado as medições pelo LANDSAT, enquanto que as medições de AVHRR não foram realizadas neste Estado porque áreas ao norte do equador não são incluídas na cena de AVHRR, que cobre a maior parte da Amazônia.

3. Amazonas

O Estado do Amazonas foi muito pouco desmatado até agora. A maior parte está concentrado na região de Manaus ou nas cercânias de Boca do Acre. A estimativa do INPE/Programa Nossa Natureza, de 0,8% de área desmatada até 1988, é a melhor disponível para este Estado, para o qual não há nenhuma outra medida de satélite desde 1978. A projeção linear a partir de 1978 levaria a uma área desmatada de 0,3% da área do Estado. Em 1989, o IBAMA iniciou um projeto em colaboração com técnicos da SUDAM para

interpretar as imagens de LANDSAT-TM do Amazonas para o ano de 1987, porém os resultados ainda não estão disponíveis.

4. Maranhão

O Maranhão é o Estado mais desmatado, quando se considera também os desmatamentos antigos (pre-1960). O valor do INPE/Programa Nossa Natureza de 60,7% (inclusive de capoeirões antigos) é o melhor disponível para 1988.

5. Mato Grosso

No caso do Estado do Mato Grosso, o INPE indica que 62.216 km² de floresta foram desmatados até 1988. Este valor para as áreas desmatadas é mostrado aumentando a partir de um valor de 59.183 km² em 1983, citando IBDF para este último dado. Porém a implicação de desmatamento lento é inválida, já que o valor do INPE/Programa Nossa Natureza se refere apenas à floresta, enquanto as estimativas prévias são para todos os tipos de vegetação. Não é claro como foi derivado o valor que é atribuído ao IBDF para 1983, já que as imagens de 1983 de LANDSAT em Mato Grosso, interpretadas por aquele órgão (Brasil, IBDF, 1985), cobram apenas a parte ocidental do Estado onde o Projeto POLONOROESTE, financiado pelo Banco Mundial, pagou a interpretação, e encontrou apenas 24.281 km² desmatados ali. Uma estimativa para o Estado, como um todo, utilizou a estimativa do IBDF para a parte ocidental. Para a parte oriental, foi feita uma projeção linear a partir de dados referentes ao Estado como um todo no período 1978-1980 (dados de Brasil, IBDF, 1982b), e calcula que 89.903 km² foram desmatados até 1983 (Fearnside, 1989). Estes valores implicariam que a área desmatada diminuiu em 27.687 km² entre 1983 e 1988, porém a omissão do cerrado da estimativa do INPE/Programa Nossa Natureza pode explicar a diminuição aparente. A localização das queimadas durante esse período, detectadas pelas imagens termal-infravermelhas de AVHRR (Setzer *et al.*, 1988), indica que Mato Grosso é um dos focos principais de desmatamento na Amazônia.

Se o cerrado foi alterado na mesma proporção que a floresta, então a área total alterada no Estado seria 103.400 km², ou 12,9% da área de 802.408 km² utilizada na estimativa do INPE/Programa Nossa Natureza como sendo a área deste Estado dentro da Amazônia Legal. Esta área se refere àquela que estava em vigor desde a criação da Amazônia Legal, em 1953, até a divisão do antigo Estado do Mato Grosso em 1977, formando o Estado do Mato Grosso do Sul e o atual Estado do Mato Grosso. A Amazônia Legal atualmente engloba todo o atual Estado do Mato Grosso (881.001 km²), e esta área maior é a que tem sido usado em todas as outras estimativas de desmatamento que utilizaram imagens de 1980 ou depois (começando com Brasil, IBDF, 1983a). Ajustando os resultados do INPE/Programa Nossa Natureza proporcionalmente pela área estadual maior elevaria o total de desmatamento para 113.538

km² (12,9%) para todos os tipos de vegetação. A área adicional acrescentada à Amazônia Legal em Mato Grosso é quase toda de vegetação de cerrado.

A probabilidade de que apenas 59.183 km² tenham sido desmatados em Mato Grosso até 1983 (estimativa do IBAMA citada pelo relatório do INPE/Programa Nossa Natureza) é baixa, se estiver correta a estimativa de 1980 de 52.786 km², feita por IBDF (1982b). A taxa de desmatamento que esta implica, de 2.132 km²/ano no período 1980-1983, é improvável, já que a taxa de desmatamento comparável com isso para o período 1978-1980 era 11.208 km²/ano.

Mato Grosso é um dos estados mais difíceis de interpretar, devido ao complexo de meandros e ilhas de floresta que forma a divisa entre vegetação de floresta e cerrado neste Estado. Um estudo de imagens de AVHRR de 1985 fornece evidência de que a área de floresta desmatada é menor do que aquilo que foi derivada das projeções lineares, porém assim como no estudo do INPE/Programa Nossa Natureza, a interpretação é dificultada pela falta de descrição dos critérios utilizados para definir os tipos de vegetação original, e as suas respectivas áreas. O estudo mediu 56.646 km² de desmatamento na parte "fitogeograficamente amazônica" de Mato Grosso (Malingreau & Tucker, 1988: 53). Presumindo-se que a estimativa de 1983 não esteja correta, então a projeção linear a partir dos dados de 1980 e 1985 indicaria um valor para o desmatamento em 1988 de 107.765 km² da área originalmente sob floresta ou cerrado (a alteração corresponderia a 12,2% do Estado); 70.074 km² deste desmatamento se encontra na parte florestada do Estado.

Uma vez que os dados disponíveis sobre Mato Grosso são conflitantes, deve ser mantido em mente de que o valor utilizado para o desmatamento neste Estado é altamente duvidoso. Obter uma série temporal para medidas de alteração da vegetação, com critérios aplicados de forma consistente na classificação da vegetação, é especialmente urgente nesse Estado. É bastante provável que os valores para desmatamento para 1988, em Mato Grosso, mudem a medida em que se tornem disponíveis melhores informações.

6. Pará

No Pará, o relatório do INPE indica que apenas 88.741 km² da floresta tinham sido desmatados até 1988. Uma estimativa feita por técnicos do IBDF, trabalhando na SUDAM e utilizando imagens LANDSAT-TM de 1986, encontrou 114.770 km² do Estado (todos os tipos de vegetação) desmatados até 1986. Fazendo o ajuste no valor de desmatamento na floresta, presumindo-se a mesma proporção de alteração nos outros tipos de vegetação, o total seria elevado para 93.767 km² (7,5% do Estado). O INPE explica a discrepância entre valores de 88 mil e 114 mil km² como sendo

devido ao "desmatamento muito antigo" que foi incluído no estudo do IBDF, mas não no estudo do INPE/Programa Nossa Natureza (Brasil, INPE, 1989a: 46). No entanto, ambos os estudos utilizaram imagens do LANDSAT-TM, contando como "desmatadas" as áreas com aparência nua nas imagens. No estudo do IBDF, imagens em preto e branco das bandas 3, 4 e 5 de LANDSAT-TM foram usadas numa escala de 1:250.000. No estudo do INPE, as áreas selecionadas para determinação na escala de 1:250.000 foram analisadas da mesma maneira, porém utilizando-se uma composição das mesmas três bandas, em cores falsas (Brasil, INPE, 1989a: 11). A técnica utilizada pelo IBDF não foi suficiente para distinguir capoeiras antigas de floresta virgem, como fica claro com a discrepância grande entre os resultados anteriores do INPE, que utilizaram a mesma técnica com imagens de LANDSAT-MSS em 1:500.000 de 1975 e as áreas de desmatamentos antigos conhecidas na Zona Bragantina do Pará. Estas áreas antigas são maiores que a área indicada pelo INPE (Tardin *et al.*, 1980), como sendo desmatada até 1975 em toda a Amazônia Legal (ver Fearnside, 1982). A decisão do INPE de desprezar a estimativa do IBDF para 1986, como um sobrestimativa do desmatamento é, portanto, questionável: se existe algum erro na estimativa do IBDF, é no sentido de subestimar o desmatamento. O gráfico do INPE para o Pará (Brasil, INPE, 1989a: 46) mostra uma estimativa de 120.563 km² para o desmatamento até 1988, incluindo os desmatamentos antigos, porém o valor menor de 88.741 km² foi utilizado como o "valor real para 1988" (modificado para "valor obtido para 1988" na segunda edição do relatório). O valor menor foi utilizado para computar o total geral de 5,12% para desmatamento na Amazônia Legal. A exclusão do desmatamento mais antigo deste total é inconsistente com a apresentação pelo Presidente José Sarney do valor de 5,12% como sendo o total desmatado "desde que o Cabral chegou no Brasil".

7. Rondônia

Em Rondônia, o relatório do INPE/Programa Nossa Natureza indica que 30.046 km² de floresta foram desmatados até 1988. Ajustando este por alteração proporcional no cerrado, elevaria o total para 31.016 km², e ajustando para os valores diferentes utilizados para a área do Estado, elevaria o total do desmatamento para 31.623 km² (13,0% do Estado). O ajuste dos valores de cerrado presume que apenas 25% da área de cerrado indicada no mapa do INPE (Figura 1) fica exposta à alteração: o resto está localizado em duas reservas indígenas (obs.: embora algum desmatamento ilegal tem ocorrido em reservas indígenas em Rondônia, até agora isto sempre tem sido em áreas florestadas). A alteração do cerrado (989 km², com ajuste para a área do Estado) é conservadora, dado a conversão em grande escala deste tipo de vegetação para pastagens e cultivo de soja na região de Vilhena, na parte oriental de Rondônia.

A estimativa do INPE/Programa Nossa Natureza para Rondônia é inconsistente com as informações derivadas do sensor AVHRR no satélite NOAA-9. Embora melhores fatores de correção possam eventualmente resolver essa discrepância, nenhuma explicação adequada está disponível atualmente. O AVHRR indicou 39.600 km² (15,1% do Estado) como sendo desmatado até 1987 (J.P. Malingreau, comunicação pessoal, 1988). Uma imagem de AVHRR de 1985 indicou 27.658 km² (11,3% da área estadual de 243.044 km²). (1) (Malingreau & Tucker, 1988). Uma projeção linear a partir das estimativas para 1985 e 1987 de AVHRR indicava uma área desmatada de 41.521 km² (17,1% do Estado) até 1988 (Fearnside, 1988).

A resolução muito mais grosseira do AVHRR em relação ao LANDSAT faz com que este seja menos confiável. Pode ser, portanto, que a diferença nos resultados seja explicada pelas diferenças entre os dois sensores. O INPE reforça a sua alegação de valores menores para desmatamento em Rondônia, citando uma estimativa para 1986 de 22.913 km² feito pelo Instituto Brasileiro do Meio-Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis (IBAMA). (2) O líder da equipe do INPE declara que o valor para 1986 foi fornecido num Telex do Fernando César Mesquita, diretor do IBAMA (R.P.da Cunha, comunicação pessoal, 20 de abril de 1989). Um relatório posterior do IBAMA indica que o valor de 22.913 km² refere a 1987 ao invés de 1986 (Brasil, IBDF, 1989a), aumentando assim ainda mais a discrepância com os resultados anteriores.

Os dados sobre desmatamento em Rondônia são, no mínimo, confusos. Uma parte da discrepância entre os diversos estudos existentes pode ser devida à sobre- ou subestimativa inerente à técnica utilizada em cada estudo. Dados de 1,1 km de resolução, do AVHRR, têm sido relatados a subestimar o desmatamento em 2-18% quando aplicados a Rondônia, porém as incertezas nas correções, aplicadas para comparar imagens de LANDSAT-TM e AVHRR de anos diferentes, levaram os autores a concluir que um fator de correção de 1,0 (i.e. deixando os resultados inalterados) foi apropriado (Woodwell et al., 1984: 252). Este grupo continuou a encontrar uma boa concordância entre o AVHRR e o LANDSAT em Rondônia (Woodwell et al., 1987), porém atualmente a mesma equipe acredita que o AVHRR está sobrestimando o desmatamento (I. Foster Brown, comunicação pessoal, 1989). Outras estimativas publicadas para Rondônia, utilizando o AVHRR, presumem que seja desnecessário usar um fator de correção (Malingreau & Tucker, 1988; Tucker et al., 1984). Comparação dos dados com resolução de 10 m do satélite SPOT com os mesmos dados transformados para simular a resolução 1,1 km do AVHRR, resultou em um valor de 18% como o fator de correção para a sobrestimativa do AVHRR, sob as condições prevaescentes em Rondônia (David Skole, Seminário do Amazônia, INPA, 1989). A sobrestimativa pelo AVHRR seria maior em Rondônia do que em áreas tais como Mato Grosso, onde grandes fazendas predominam nas áreas desmatadas. As faixas compridas e estreitas de desmatamento, que caracterizam o padrão de "espinha

de peixe" em assentamentos de pequenos agricultores em Rondônia, introduziria um erro sistemático, devido a predominância de clareiras de largura inferior à largura do píxel, mas que são de tamanho suficiente para disparar o píxel inteiro.

Estudos de LANDSAT, tais como aqueles que são disponíveis para Rondônia com imagens de 1975, 1978, 1980, 1983, 1987 e 1988, também produziram resultados com erros sistemáticos, porém na direção oposta. Todos estes estudos basearam-se em interpretação manual de produtos fotográficos em formato de papel, ao invés de análise apoiada por computador utilizando fitas digitais. Pequenas clareiras são subestimadas usando métodos manuais, com erro maior nas escalas maiores de mapeamento. Os estudos com imagens de 1975 e 1978 utilizaram imagens em escala 1:500.000, enquanto que os estudos mais recentes utilizaram imagens na escala 1:250.000. Nenhuma informação está disponível para possibilitar a correção dos erros sistemáticos nos métodos manuais utilizados. A resolução dos sensores também varia: estimativas para 1983 e anteriores utilizaram o Proscrutador Multi-Espectral (MSS), com resolução de 80 m, enquanto que as estimativas mais recentes utilizaram o Mapeador Temático (TM), com resolução de 30 m.

Quando se utiliza apenas os dados do LANDSAT, a tendência das taxas de desmatamento é consistente, com a exceção de um salto improvável entre 1987 e 1988 (Figuras 3 e 4). Estudos do LANDSAT têm encontrados 1.217 km² (0,5% do Estado) desmatados até 1975, e 4.185 km² (1,7% do Estado) desmatados até 1978 (Tardin et al., 1980); 7.579 km² (3,1% do Estado) desmatados até 1980 (Brasil, IBDF, 1983a); 13.955 km² (5,7% do Estado) desmatados até 1987 (Brasil, IBDF, 1989a), e 31.623 km² (13,0% do Estado) desmatados até 1988 (Brasil, INPE, 1989a,b, com correções para alteração no cerrado e a área do Estado, ver Tabela 2). Estas estimativas de desmatamento implicam em taxas de desmatamento aumentando desde menos de 243 km²/ano (3) em 1970-1975 até 989 km²/ano em 1975-1978, até 1.697 km²/ano em 1978-1980, até 2.125 km²/ano em 1980-1983, até 2.167 km²/ano em 1983-1987, seguido por um salto enorme para 8.437 km²/ano para 1987-1988.

Mais informações serão necessárias para poder avaliar a discrepância de 9.989 km² entre a estimativa do INPE para Rondônia (ajustado para cerrado e área estadual) e a estimativa não corrigida baseada em AVHRR, ou a discrepância de 4.700 km² entre a estimativa do INPE e a estimativa corrigida de AVHRR. A discrepância com AVHRR não corrigido é de 31,3%, o que cai para 14,9% quando se usa o valor corrigido de AVHRR. Embora esta diferença seja substancial para este Estado, a área relativamente pequena de Rondônia (aproximadamente 5% da Amazônia Legal) significa que esta discrepância pesa pouco no total para a região Amazônica. O estudo atual utiliza o valor mais conservador do INPE (com os ajustes para cerrado e área estadual).

8. Roraima

A estimativa do INPE para o desmatamento da floresta até 1988 em Roraima é de 2.187 km². As estimativas anteriores para Roraima, apresentadas no gráfico do relatório do INPE para o crescimento da área desmatada (Brasil, INPE, 1989a: 48), omitem a estimativa para imagens de LANDSAT de 1981 (4) feito pelo IBDF (Brasil, IBDF, 1983b). Levando em conta os 1.170 km² indicados pela estimativa do IBDF, parece ser improvável que apenas 1.017 km² fossem desmatados ao longo do período de sete anos, entre 1981 e 1988. Este foi o período durante o qual o Instituto Nacional de Colonização e Reforma Agrária (INCRA), estabeleceu o Apiaú, São Luís e outros projetos oficiais de colonização, que são claramente visíveis nas imagens de 1986, no mosaico do INPE da Região Norte (Brasil, INPE, 1988). Mesmo assim, o atual estudo usa o valor do INPE/Program Nossa Natureza para desmatamento até 1988 em Roraima.

9. Tocantins/Goiás

Tocantins/Goiás (5) é a unidade política onde os resultados são menos satisfatórios para se estimar taxas de alteração do cerrado baseados nas medidas do INPE de desmatamento na floresta. Este Estado tem apenas uma faixa estreita de floresta ao longo da sua fronteira noroeste. O estudo do INPE/Programa Nossa Natureza indica uma alta percentagem (63,3%) da floresta desmatada; presumindo que a mesma percentagem se aplica ao cerrado, estimou-se uma área muito grande (171 mil km²) como alterada. A continuação da tendência anterior implicaria em apenas 9% de alteração. O desmatamento extensivo, que é aparente para qualquer visitante em Tocantins, faz com que o maior valor seja mais provável a ser correto, mas deve se ter em mente, o baixo nível de certeza. Qualquer erro no mapeamento do INPE da vegetação original produziria um grande efeito sobre a percentagem desmatada para floresta neste caso, e assim afetar a estimativa para alteração no cerrado. Como será explicado mais adiante, estimativas da área original presente são pouco confiáveis, apesar de serem as melhores disponíveis. Uma vez que o cerrado é a vegetação original para uma grande parte de Tocantins/Goiás, a incerteza em desenhar a divisa entre cerrado e floresta tem o seu maior impacto sobre o total para a Amazônia Legal nos valores para alteração do cerrado. Presumindo-se que a alteração do cerrado em Tocantins/Goiás foi proporcional àquela indicada pelo estudo do INPE para floresta, isso contribuiria com 80.730 km² do total para alteração do cerrado. No entanto, uma estimativa mais conservadora foi feita no atual trabalho.

A estimativa utilizada na atual "melhor estimativa" é que o mapa do INPE não reflete os critérios realmente utilizados na estimativa de desmatamento para a área de Tocantins/Goiás. Dados tabulares do IBGE (reproduzidos em Benchimol, 1989: 56) indicam que os Estados de Tocantins e Goiás juntos contêm 31.916 km² de

"floresta úmida amazônica" de terra firme, mais 68.573 km² de "floresta sub-úmida do interior". O valor para floresta de terra firme é quase exatamente o mesmo daquele indicado pelo mapa do INPE (32.056 km²), e pode ser considerado idêntico, dado a larga margem de erro para as estimativas de área florestal. É provável que a floresta sub-úmida também esteja localizada na parte desta área dos dois Estados que fica dentro da Amazônia Legal (i.e., "Tocantins/Goiás"). Quando se usa a somatória destes dois tipos de floresta (100.629 km²) como a área florestal para Tocantins/Goiás, então a percentagem representada pelos 20.279 km² que o estudo do INPE encontrou desmatados cai para 20,2%. A alteração proporcional no cerrado, presumido a ocupar os 169.282 km² restantes de Tocantins/Goiás, seria de 34.114 km². Estes números mais baixos são utilizados para a atual estimativa (Tabela 2).

A existência da dúvida sobre se um estado se encontra 20% ou 63% desmatado indica a baixa confiabilidade das estimativas. Felizmente, Tocantins/Goiás pesa pouco no total regional para a Amazônia, por causa da sua pequena extensão geográfica.

C. UMA MELHOR ESTIMATIVA PARA DESMATAMENTO

As áreas e percentagens desmatadas até 1988, indicados por vários estudos, estão apresentadas na Tabela 1. Utilizou-se os dados para desmatamento do estudo de LANDSAT feito pelo INPE, com as correções para as áreas dos estados e para o corte de capoeiras antigos (presumido ser proporcional àquele que foi registrado na floresta primária). Assim, a área recentemente desmatada na parte florestada da Amazônia Legal é 267.969 km², ou 6,4% da floresta (Tabela 2). No caso do Acre, foi utilizado o resultado da projeção linear do dado de 1987, ao invés do resultado do INPE, devido à discrepância não explicada entre os resultados do estudo do INPE e o estudo anterior do IBDF para esse Estado (ver Tabela 3).

Não existe uma medida para desmatamento até 1988 nas áreas de cerrado. Uma aproximação da área alterada no cerrado pode ser obtida presumindo-se que o cerrado dentro de cada estado está sendo cortado numa taxa proporcional à fração da floresta desmatada (Tabela 2). Este procedimento pode produzir uma estimativa conservadora para a alteração do cerrado porque, em geral, estas savanas têm sido cortadas mais rapidamente do que as áreas de floresta, simplesmente porque o cerrado está localizado ao longo do limite sul da região, onde estão concentradas a entrada da população e a conversão para a agricultura. O cerrado é mais fácil de ser cortado do que a floresta, e nas grandes fazendas em Mato Grosso, é muitas vezes cortado utilizando-se dois tratores esteiras com um correntão puxado entre eles: uma técnica que não pode ser utilizada na floresta. O cerrado em Mato Grosso também sofre pressão do mercado para carvão vegetal criado pela indústria siderúrgica na Região Centro-Sul do País.

Um fator que compensa parcialmente a alta pressão sobre o cerrado é o comportamento de desmatamento entre os agricultores e fazendeiros proprietários de terras ao longo da divisa irregular que separa a floresta do cerrado. Imagens de LANDSAT indicam que, dentro de cada propriedade, o desmatamento acontece primeiramente na floresta (Dicks, 1982).

A suposição de que a alteração nas partes de floresta e de cerrado dentro de cada estado é igual, em proporção às áreas presentes, é longe de ser ideal, mas é melhor do que as suposições alternativas. Uma suposição alternativa é de que o corte na parte de cerrado, dentro de cada estado, continuou (desde os últimos dados disponíveis sobre taxa de desmatamento) no mesmo ritmo observado para todos os tipos de vegetação nesses estados. Em Mato Grosso, a suposição de taxas de corte proporcionalmente iguais provavelmente subestima o corte do cerrado, mas nos três estados restantes, o oposto é provável. Em Rondônia, a maior parte do cerrado fica protegida por ser localizada dentro de reservas indígenas. Todas as savanas em Roraima, e mais da metade da savana no Pará, são savanas úmidas, ao invés do cerrado; estas savanas úmidas são muitas vezes utilizadas para o pastoreio de gado bovino e bubalino, sem que sejam cortadas as árvores. Presume-se que a conversão do cerrado para pastagens esteja acontecendo em todas as regiões de savana do Maranhão, Mato Grosso (fora do Pantanal) e Tocantins/Goiás, e em um terço das savanas do Pará (correspondente às áreas na parte sul do Estado).

Pela "melhor estimativa" esboçada acima, a área desmatada na Amazônia Legal totaliza 460 mil km², 268 mil km² (58%) dos quais são florestas (Tabela 2). Da cobertura vegetal original, 9,2% do total e 6,4% da floresta, tinham sido cortados até 1988. Estes valores não incluem os "desmatamentos antigos" (cortes feitos antes de 1960, que as medidas do INPE/Programa Nossa Natureza registram como sendo 31.822 km² no Pará e 60.724 km² no Maranhão). Estas florestas secundárias mais antigas não foram distinguidas nos estudos anteriores de LANDSAT-MSS (ver Fearnside, 1982), e assim não podem ser usadas no atual estudo com a finalidade de estabelecer tendências por comparação com dados mais antigos. A área que tem perdido a sua cobertura original de floresta, inclusive dos antigos capoeirões, é uma área do tamanho da Finlândia: 345 mil km², ou 8,2% da área originalmente florestada.

Os valores acima para a Amazônia Legal podem ser comparados com o resultado de projeções lineares em todos os nove estados, a partir dos dados mais recentes de satélite disponíveis antes da estimativa do INPE/Programa Nossa Natureza. Tais projeções indicariam que 399.765 km² foram desmatados até 1988, ou 8,0% da região (Fearnside, 1989). Se os valores para desmatamento da estimativa do INPE/Programa Nossa Natureza fossem utilizados para

todos os nove estados, com correções feitas para a proporção da área sob floresta, a área total desmatada seria 572.917 km², ou seja 11,5% da Amazônia Legal, usando as áreas das unidades políticas utilizadas no relatório. Assim como o cálculo da "melhor estimativa", a suposição de corte proporcional no cerrado dentro de cada estado, especialmente no caso de Tocantins/Goiás, leva a um aumento substancial na área desmatada quando o cerrado está incluído. Mais confiável seria a comparação apenas de áreas de floresta: aceitando-se as proporções de floresta e savana do estudo do INPE/Programa Nossa Natureza, o valor da "melhor estimativa" de 267.969 km² (6,4% da floresta) seria comparado ao valor (corretido) do estudo do INPE/Programa Nossa Natureza de 295.432 km² (7,0% da floresta).

A taxa média de desmatamento pode ser estimada de maneira conservadora pela estimativa das taxas constantes desde a última medida de satélite disponível da área desmatada (Tabela 3). Este procedimento subestima a taxa atual de desmatamento, já que o cálculo faz uma média do desmatamento ao longo do período entre as últimas duas medidas disponíveis de satélite, embora todas as evidências indiquem que as áreas desmatadas em cada ano têm, em geral, aumentado com o passar do tempo. Uma exceção a esta tendência pode ser o desmatamento em 1989, quando o número de fogos registrados nas imagens de infravermelho termal de AVHRR, interpretadas no INPE, foi menor do que nos dois anos anteriores. As quantidades de fumaça e de fogo observáveis foram perceptivelmente menores durante a época seca de 1989, dando assim apoio à conclusão de que o desmatamento foi menor naquele ano. Uma razão importante pela redução na queimada foi a quantidade muito maior de chuva que caiu durante a época seca em grande parte da região (por exemplo, na estação de pesquisa do INPA em Ouro Preto do Oeste (RO), a quantidade de precipitação registrada nos primeiros três meses da época seca foi quatro vezes maior em 1989 do que em 1988). Alguma redução nas queimadas pode também ser devido à campanha do IBAMA para multar aqueles que queimam sem permissão, recentemente exigida. Estas razões dão pouca base para esperar que a redução em 1989 indique que a tendência para mais desmatamento tenha mudado. O efeito assustador das multas tem grande probabilidade de diminuir no futuro, já que nada do dinheiro devido pelos proprietários multados tinha sido recolhido cinco meses depois do começo da campanha de repressão.

A taxa de desmatamento tem aumentado constantemente após a inauguração da rodovia Transamazônica em 1970, o evento que marca o início da atual época de desenvolvimento rápido na Amazônia brasileira. O aumento veloz do desmatamento dramatiza a urgência de mudanças fortes e rápidas de políticas governamentais para frear o processo, através da remoção dos motivos para o desmatamento.(6)

NOTAS

- (1) O INPE usa uma área de 238.739 km² para Rondônia (Brasil, INPE, 1989a,b).
- (2) O relatório do IBDF usa 1982 como o ano nominal para a estimativa em Roraima, porém a maioria das imagens são de 1981 (ver Fearnside, 1989).
- (3) O IBAMA foi criado em janeiro de 1989, e incorpora o antigo Instituto Brasileiro de Desenvolvimento Florestal (IBDF). De janeiro até abril de 1989 o IBAMA foi conhecido como IBMARNR.
- (4) Esta taxa de desmatamento presuppõe que não existia nenhum desmatamento antes de 1970, uma presunção que, embora claramente falsa, faz com que o surto de desmatamento aparentar ser menos explosivo no início da década de 1970 do que realmente era (ver Fearnside, 1984).
- (5) O termo "Tocantins/Goiás" é usado pelo INPE (Brasil, INPE, 1989a,b) para se referir às partes dos Estados de Tocantins e Goiás ao norte de 13° latitude sul, que é o limite da Amazônia Legal nesta área. Tocantins foi criado pela constituição brasileira de outubro de 1988 da metade norte do antigo Estado de Goiás. A divisa entre Tocantins e o atual Estado de Goiás é uma linha irregular que traça um zigue-zague ao longo do paralelo 13, deixando uma pequena parte de Tocantins fora da Amazônia Legal e incluindo uma pequena parte de Goiás dentro desta unidade administrativa.
- (6) Trabalho apresentado no Congresso sobre Necessidades, Pesquisas e Estratégias para Desenvolvimento Auto-Sustentável da Amazônia, Manaus-Amazonas, 27-31 de agosto de 1989. Atualizado de uma apresentação no International Conference on Soils and the Greenhouse Effect, Wageningen, Holanda, 14-18 de agosto de 1989. Alberto Setzer fez comentários úteis sobre uma versão anterior da discussão sobre desmatamento.

LITERATURA CITADA

Benchimol, S. 1989. Amazônia: Planetarização e Moratória Ecológica. CERED, São Paulo. 144 p.

Brasil, Instituto de Pesquisas Espaciais (INPE). 1988. Região Norte. (Mosaico de imagens de LANDSAT-TM de 1986 e 1987). INPE, São José dos Campos, São Paulo.

Brasil, Instituto de Pesquisas Espaciais (INPE). 1989a. Avaliação da Cobertura Florestal na Amazônia Legal Utilizando Sensoriamento Remoto Orbital. INPE, São José dos Campos, São Paulo. 54 p.

Brasil, Instituto de Pesquisas Espaciais (INPE). 1989b. Avaliação da Cobertura Florestal na Amazônia Legal Utilizando Sensoriamento Remoto Orbital, 2ª. edição. INPE, São José dos Campos, São Paulo. 45 p.

Brasil, Ministério da Agricultura, Instituto Brasileiro de Desenvolvimento Florestal (IBDF). 1982a. Alteração da Cobertura Vegetal Natural do Estado do Acre: Relatório Técnico. IBDF, Brasília. 71 p.

Brasil, Ministério da Agricultura, Instituto Brasileiro de Desenvolvimento Florestal (IBDF). 1982b. Alteração da Cobertura Vegetal Natural do Estado de Mato Grosso: Relatório Técnico. IBDF, Brasília. 66 p.

Brasil, Ministério da Agricultura, Instituto Brasileiro de Desenvolvimento Florestal (IBDF). 1983a. Desenvolvimento Florestal no Brasil. PNUD/FAO/BRA-82-008. Folha Informativa No. 5. IBDF, Brasília.

Brasil, Ministério da Agricultura, Instituto Brasileiro de Desenvolvimento Florestal (IBDF). 1983b. Alteração da Cobertura Vegetal Natural do Território de Roraima: Anexo Relatório Técnico. IBDF, Brasília. 79 p.

Brasil, Ministério da Agricultura, Instituto Brasileiro de Desenvolvimento Florestal (IBDF). 1983c. Alteração da Cobertura Vegetal Natural do Território de Amapá. Relatório No. 3, Convênio IBDF/SUDAM, IBDF, Brasília. 47 p.

Brasil, Ministério da Agricultura, Instituto Brasileiro de Desenvolvimento Florestal (IBDF). 1985. Monitoramento da Alteração da Cobertura Vegetal Natural da Área do Programa POLONOROESTE nos Estados de Rondônia e Mato Grosso: Relatório Técnico. IBDF, Brasília. 77 p.

Brasil, Ministério da Agricultura, Instituto Brasileiro de Desenvolvimento Florestal (IBDF). 1988. Alteração da Cobertura

Vegetal Natural do Estado do Pará: Relatório Técnico. IBDF, Brasília, Superintendência do Desenvolvimento da Amazônia (SUDAM)/IBDF, Belém. 22 pp.

Brasil, Ministério da Agricultura, Instituto Brasileiro de Desenvolvimento Florestal (IBDF). 1989a. Alteração da Cobertura Vegetal Natural do Estado de Rondônia: Relatório Técnico. IBDF, Brasília. 77 p.

Brasil, Ministério da Agricultura, Instituto Brasileiro de Desenvolvimento Florestal (IBDF). 1989b. Alteração da Cobertura Vegetal do Estado de Acre: Relatório Técnico. IBDF, Brasília.

Brasil, Ministério das Minas e Energia, Departamento Nacional de Produção Mineral (DNPM), Projeto RADAMBRASIL. 1973-1983. Levantamento de Recursos Naturais, Vols. 1-23. DNPM, Rio de Janeiro.

Dicks, S.E. 1982. The Use of LANDSAT Imagery for Monitoring Forest Cover Alteration in Xinguara, Brazil. Tese de mestrado em geografia. University of Florida, Gainesville, Florida, EUA.

Fearnside, P.M. 1982. Desmatamento na Amazônia brasileira: Com que intensidade vem ocorrendo? Acta Amazonica 12(3): 579-590.

Fearnside, P.M. 1984. A floresta vai acabar? Ciência Hoje 2(10): 42-52.

Fearnside, P.M. 1986. Spatial concentration of deforestation in the Brazilian Amazon. Ambio 15(2): 72-79.

Fearnside, P.M. 1988. Causas de desmatamento na Amazônia brasileira. Pará Desenvolvimento 23:24-33.

Fearnside, P.M. 1989. Deforestation in Brazilian Amazonia. In: G.M. Woodwell (compilador) The Earth in Transition: Patterns and Processes of Biotic Impoverishment. Cambridge University Press, New York, EUA (no prelo).

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

Malingreau, J.P. & C.J. Tucker. 1988. Large-scale deforestation in the southeastern Amazon basin of Brazil. Ambio 17(1): 49-55.

Pereira, M.C. 1987. Deteção, Monitoramento e Análise de Alguns Efeitos Ambientais de Queimadas na Amazônia Através da Utilização de Imagens dos Satélites NOAA e LANDSAT, e Dados de Aeronave. Instituto de Pesquisas Espaciais (INPE) Pub. No. INPE-4503-TDL/326. Tese de mestrado em sensoriamento remoto. INPE, São José dos Campos, São Paulo. 268 p.

Robinson, J.M. ¹⁹⁸⁴ ~~s/d~~. Fire from space: Global fire evaluation using IR remote sensing. International Journal of Remote Sensing (no prelo). 12(1): 3 -

Setzer, A.W., M.C. Pereira, A.C. Pereira Júnior & S.A.O. Almeida. 1988. Relatório de Atividades do Projeto IBDF-INPE "SEQE" - Ano 1987. Instituto de Pesquisas Espaciais (INPE), Pub. No. INPE-4534-RPE/565. INPE, São José dos Campos, São Paulo. 48 p.

Tardin, A.T., D.C.L. Lee, R.J.R. Santos, O.R. de Assis, M.P. dos Santos Barbosa, M. de Lourdes Moreira, M.T. Pereira, D. Silva & C.P. dos Santos Filho. 1980. Subprojeto Desmatamento, Convênio IBDF/CNPq-INPE 1979. Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE) Relatório No. INPE-1649-RPE/103. INPE, São José dos Campos, São Paulo. 44 p.

Tucker, C.J., B.N. Holben & T.C. Goff. 1984. Intensive forest clearing in Rondonia, Brazil, as detected by satellite remote sensing. Remote Sensing of Environment 15: 255-261.

Woodwell, G.M., R.A. Houghton, T.A. Stone, R.F. Nelson & W. Kovalick. 1987. Deforestation in the tropics: New measurements in the Amazon Basin using LANDSAT and NOAA Advanced Very High Resolution Radiometer imagery. Journal of Geophysical Research 92(D2): 2157-2163.

Woodwell, G.M., R.A. Houghton, T.A. Stone & A.B. Park. 1984. Changes in the area of forests in Rondonia, Amazon Basin, measured by satellite imagery. p. 242-257 In: J.R. Trabalka & D.E. Reichle (compiladores) The Changing Carbon Cycle: A Global Analysis. Springer-Verlag, New York, EUA. 672 p.

LEGENDAS DAS FIGURAS

Figura 1 -- Floresta e savana na Amazônia Legal brasileira (redesenhado de Brasil, INPE, 1989a).

Figura 2 -- Evolução do desmatamento nos estados da Amazônia Legal brasileira, segundo dados do LANDSAT.

Figura 3 -- Evolução do desmatamento no Estado de Rondônia, segundo dados do LANDSAT e AVHRR corrigido. O valor absoluto atual derivado do LANDSAT foi considerado mais confiável (ver texto).

Figura 4 -- Evolução das taxas de desmatamento no Estado de Rondônia segundo dados do LANDSAT e AVHRR corrigido. A taxa atual derivada de AVHRR foi considerada mais confiável (ver texto).

NOTAS: TABELA 1

(a) Todas as percentagens calculadas usando as áreas de unidades políticas utilizadas nas publicações citadas.

(b) Áreas e percentagens segundo relatadas em Brasil, INPE, 1989a. A segunda versão do relatório (Brasil, INPE, 1989b) indica que as áreas se referem apenas a desmatamentos na floresta, enquanto que os denominadores usados em calcular as percentagens se referem às áreas das unidades políticas, inclusive da vegetação de savana. Se não especificado de outra forma, os valores na Tabela se referem a corte de floresta (primária e secundária antiga) + cerrado (mas não a savana úmida). Todos os valores na Tabela se referem a desmatamentos recentes identificáveis por técnicas tradicionais de interpretação de imagens de satélite (ver texto). As áreas são ajustadas por área estadual em Rondônia e Mato Grosso, e para o corte nos capoeirões antigos no Pará e Maranhão.

(c) Áreas dos desmatamentos em floresta (primária e secundária antiga) + cerrado, estimados presumindo que o cerrado está sendo cortado na mesma proporção relatada para o desmatamento na floresta dentro de cada estado. No caso de Rondônia, aproximadamente 75% da área do cerrado, incluída no mapa do INPE, se encontra dentro de reservas indígenas, e presume-se ser protegida do desmatamento.

(d) Desmatamentos antigos (pré-1960) no Pará e Maranhão, conforme relatados em Brasil, INPE, 1989b. O denominador (col. 13) é a área original de floresta tropical original de terra firme (úmida + sub-úmida), e não inclui o cerrado e a savana úmida.

(e) Ajustado para área estadual.

NOTAS: TABELA 2

(a) Vegetação original de acordo com o mapa do INPE (Figura 1), com as áreas de savana divididas entre savana úmida e cerrado nas suas proporções aproximadas nas áreas de savana indicadas para cada estado. A floresta em Tocantins/Goiás tem sido aumentada de 68.573 km², presumindo-se terem sido incluídos no levantamento do INPE, mas não no mapa da vegetação original. "Floresta" inclui tanto a floresta primária ("virgem") como "capoeirões antigos" (de desmatamentos pré-1960 no Pará e Maranhão). Os totais são as áreas das unidades políticas, inclusive superfícies d'água, conforme utilizado nos relatórios do INPE e IBDF (tornando as percentagens subestimativas). A área de Tocantins/Goiás é aquela usado por Brasil, INPE, 1989a,b; isto não combina com a área de 235.793 km² usada nos relatórios anteriores do INPE (e.g., Tardin et al., 1980) para a mesma área geográfica.

(b) Alteração do cerrado, que não foi medida no estudo do INPE (Brasil, INPE, 1989b), tem sido estimada presumindo que este tipo de vegetação é derrubada na mesma proporção que a floresta dentro de cada estado, com as exceções de Rondônia (onde a proporcionalidade é presumida excluindo as áreas de cerrado em reservas indígenas) e Mato Grosso (onde existem dados para o corte do cerrado na parte ocidental do Estado em 1983, e a razão entre corte do cerrado e da floresta observada é presumida ser constante no Estado como um todo até 1988).

(c) A área do Pantanal (savana úmida de Mato Grosso) provém de dados do IBGE, reproduzidos em Benchimol (1989: 56). O restante da área de savana em Mato Grosso mostrada na Figura 1 (com correção para a área estadual) é considerada como sendo cerrado.

(d) Projeção linear a partir dos últimos dois anos de dados disponíveis de satélite (ver Fearnside, 1989).

(e) Brasil, INPE, 1989b, com correções para área estadual e corte do cerrado (ver texto).

(f) O corte do cerrado em Rondônia presume que 6.946 km² de cerrado (25% dos 27.785 km² de cerrado no Estado segundo o mapa do INPE) ficam expostos a desmatamento. O restante está em reservas indígenas.

NOTAS: Tabela 3

(a) O desmatamento no Pará e Maranhão inclui os cortes subsequentes na área de capoeiras antigos (pré-1960). Zonas de florestas secundárias antigas totalizam 31.822 km² no Pará, e 60.724 km² no Maranhão; destas, áreas estimadas em 2.225 km² e 2.459 km² foram cortadas até 1986 e 1988, respectivamente, no Pará e 10.369 km² até 1988 no Maranhão. Estimativas nestes estados para anos anteriores a 1986 eram incapazes de distinguir as florestas secundárias antigas da floresta virgem, e o corte na região de floresta secundária antiga é, portanto, incluída sem correção. Para 1986 e 1988 no Pará, e para 1988 no Maranhão, o corte na área de floresta secundária antiga presume-se ter ocorrido na mesma proporção que na floresta virgem.

(b) A taxa de desmatamento em Rondônia estimada a seguir a tendência de 1985-1987, mostrada por AVHRR. Valores não corrigidos para desmatamento: 27.658 km² até 1985 (Malingreau & Tucker, 1988); 36.900 km² até 1987 (Jean-Paul Malingreau, comunicação pessoal, 1988); valores corrigidos para os efeitos de cerrado e 18% de ajuste para efeito do tamanho do píxel: 24.195 km² até 1985 e 32.280 km² até 1987.

TABELA 1: COMPARAÇÃO DE DIFERENTES ESTIMATIVAS DE ÁREA

DESMATADA ATÉ 1988

ESTADO	Área (km ²) de desmatamentos recentes (pós-1960)				Área (km ²) da floresta primária original cortada (km ²) (derrubadas recentes + antigas)							Percentagem da unidade política (a)	Melhor estimativa para comparação com as unidades políticas	MELHOR ESTIMATIVA DE DESMATAMENTOS RECENTES (percentagem da floresta primária, capoeirão antigo e cerrado cortada)	MELHOR ESTIMATIVA DO DESMATAMENTO TOTAL (percentagem da floresta primária original cortada) (d)
	Fearnside, 1989	Brasil, INPE, 1989a(b) como publicado	Brasil, INPE, 1989b(c) com correções	Mahar, 1989	Atual melhor estimativa	Fearnside, 1989	Brasil, INPE, 1989a(b) como publicado	Brasil, INPE, 1989b(c) com correções	Mahar, 1989	Melhor estimativa para comparação com as unidades políticas					
Acre	8.634	5.510	5.510	19.500	8.634	8.634		5,7	3,6	3,6	12,8	5,7	5,7	5,7	
Amapá	231	842	842	572	842	842		0,2	0,2	0,6	0,4	0,6	0,8	0,8	
Amazonas	5.150	12.837	12.837	105.790	12.837	12.837		0,3	0,8	0,8	6,8	0,8	0,8	0,8	
Maranhão	24.019	23.771	54.803	50.670	54.803	84.495		9,3	9,1	21,1	19,7	21,1	21,1	60,7	
Mato Grosso	151.766	67.216	201.493	208.000	201.493	67.216		17,2	8,4	22,9	23,6	22,9	24,9	11,7	
Pará	148.111	88.741	92.922	120.000	92.922	118.150		12,1	7,1	7,5	9,6	7,5	7,7	10,0	
Rondônia	41.521	30.046	31.623	58.000	31.623	30.634	(e)	17,1	12,6	13,0	23,7	13,0	13,0	14,2	
Roraima	3.565	2.187	2.187	3.270	2.187	2.187		1,6	1,0	1,0	1,4	1,0	1,3	1,3	
Tocantins/Goiás	16.768	20.279	170.700	33.120	54.393	20.279		5,9	7,5	63,2	11,6	20,2	20,2	20,2	
Amazônia Legal (floresta + cerrado)	399.765	251.429	572.917	598.922	459.734			8,0	5,1	11,5	12,0	9,2	9,6		
Amazônia Legal (floresta apenas)		251.429	295.432		267.969	345.274				7,0		6,4		8,2	

TABELA 2: VEGETAÇÃO ORIGINAL E MELHOR ESTIMATIVA DE SUAS ÁREAS RECENTEMENTE DESMATADA NA AMAZÔNIA LEGAL BRASILEIRA DE 1960 ATÉ 1988

ESTADO	Vegetação Original (km ²)(a)					Área recentemente desmatada (km ²)	Percentagem recentemente desmatada		Fonte	
	Floresta	Cerrado	Savana úmida	Total da Vegetação Original	Floresta		Cerrado (b)	Total		da floresta de floresta + cerrado
Acre	152.589	0	0	152.589	8.634	0	8.634	5,7	5,7	(d)
Amapá	99.525	0	42.834	142.359	842	0	842	0,8	0,8	(e)
Amazonas	1.562.488	0	5.465	1.567.953	12.837	0	12.837	0,8	0,8	(e)
Maranhão	139.215	121.017	0	260.232	34.140	20.664	54.803	24,5	21,1	(e)
Mato Grosso	572.669	235.345	72.987 ^(c)	881.001	67.216	134.277	201.493	11,7	24,9	(e)
Pará	1.180.004	22.276	44.553	1.246.833	91.200	1.722 ^(f)	92.922	7,7	7,7	(e)
Rondônia	215.259	27.785	0	243.044	30.634	989	31.623	14,2	13,0	(e)
Roraima	173.282	0	51.735	225.017	2.187	0	2.187	1,3	1,3	(e)
Tocantins/ Goiás	100.629	169.282	0	269.911	20.279	34.114	54.393	20,2	20,2	(e)
Amazônia Legal	4.195.660	575.705	217.574	4.988.939	267.969	191.765	459.734	6,4	9,6	

TABELA 3: TAXAS MÉDIAS DE DESMATAMENTO NA AMAZÔNIA LEGAL BRASILEIRA

ESTADO	Penúltimo dado		Total des- matado (km ²)	Total de desmat- amento até 1988 (km ²)	Taxa média de desmatamento em 1988 (km ² /ano)		
	Ano	Fonte			Floresta	Cerrado	Total
Acre	1987	IBDF, 1989b	8.133	8.634	501	0	501
Amapá	1978	Tardin <u>et al.</u> , 1980	171	842	67	0	67
Amazonas	1978	Tardin <u>et al.</u> , 1980	1.791	12.837	1.105	0	1.105
Maranhão	1980	IBDF, 1983a	10.671	54.803	3.437 ^(a)	2.080	5.517
Mato Grosso	1980	IBDF, 1982b	52.786	201.493 ^(a)	5.580	13.008	18.588
Pará	1986	IBDF, 1988	85.203	92.922	3.788 ^(b)	72	3.860
Rondônia	1987	IBDF, 1989a	22.913	31.623	3.916	126	4.042
Roraima	1981	IDBF, 1983b	1.170	2.187	145	0	145
Tocantins/Goiás	1980	IBDF, 1983a	9.120	54.393	1.759	2.959	4.718
Amazônia Legal				459.734	20.298	18.245	38.543

LEGENDAS DAS FIGURAS

Figura 1 -- Floresta e savana na Amazônia Legal brasileira (redesenhado de Brasil, INPE, 1989a).

Figura 2 -- Evolução do desmatamento nos estados da Amazônia Legal brasileira, segundo dados do LANDSAT.

Figura 3 -- Evolução do desmatamento no Estado de Rondônia, segundo dados do LANDSAT e AVHRR corrigido. O valor absoluto atual derivado do LANDSAT foi considerado mais confiável (ver texto).

Figura 4 -- Evolução das taxas de desmatamento no Estado de Rondônia segundo dados do LANDSAT e AVHRR corrigido. A taxa atual derivada de AVHRR foi considerada mais confiável (ver texto).

1.925

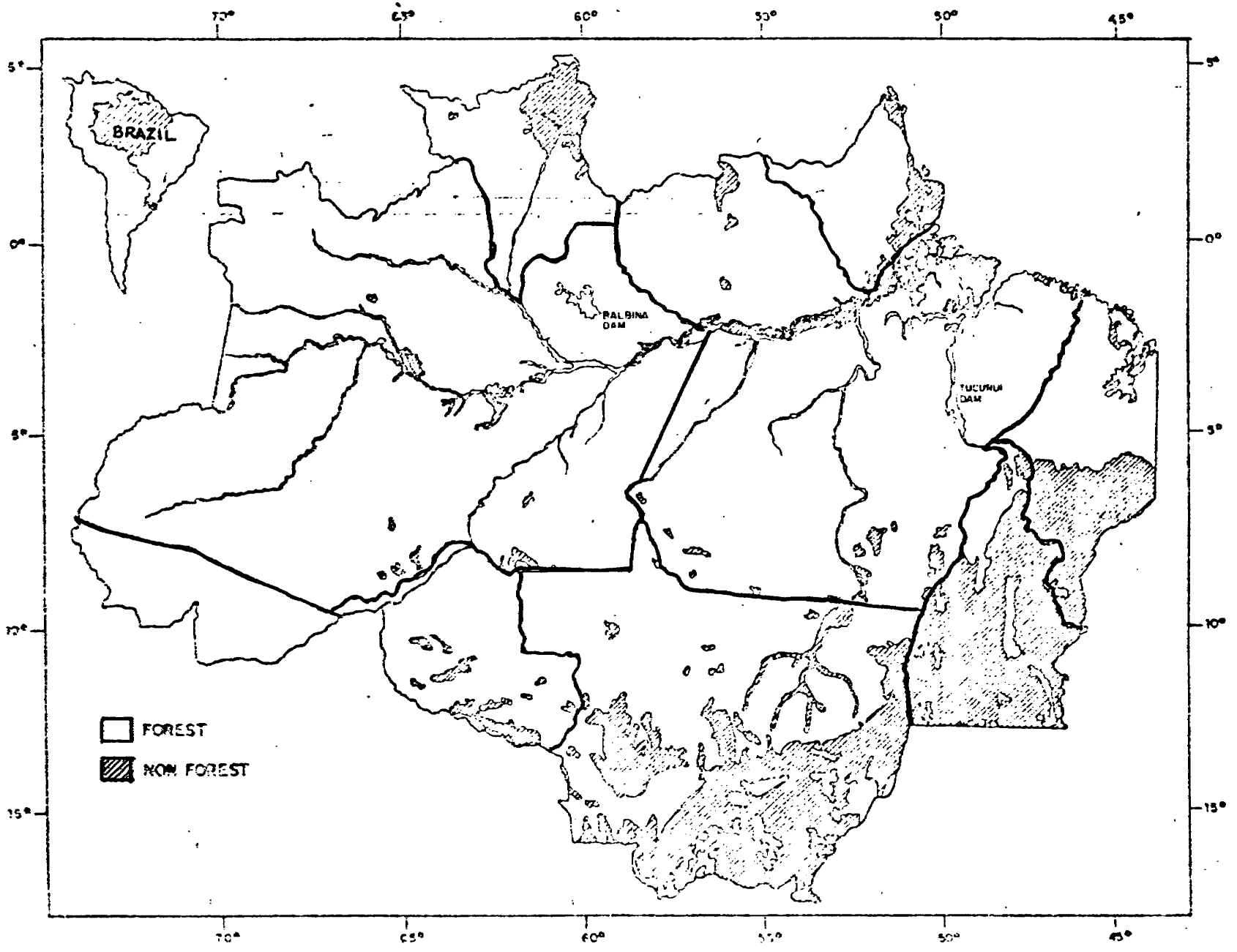


Fig. 1.

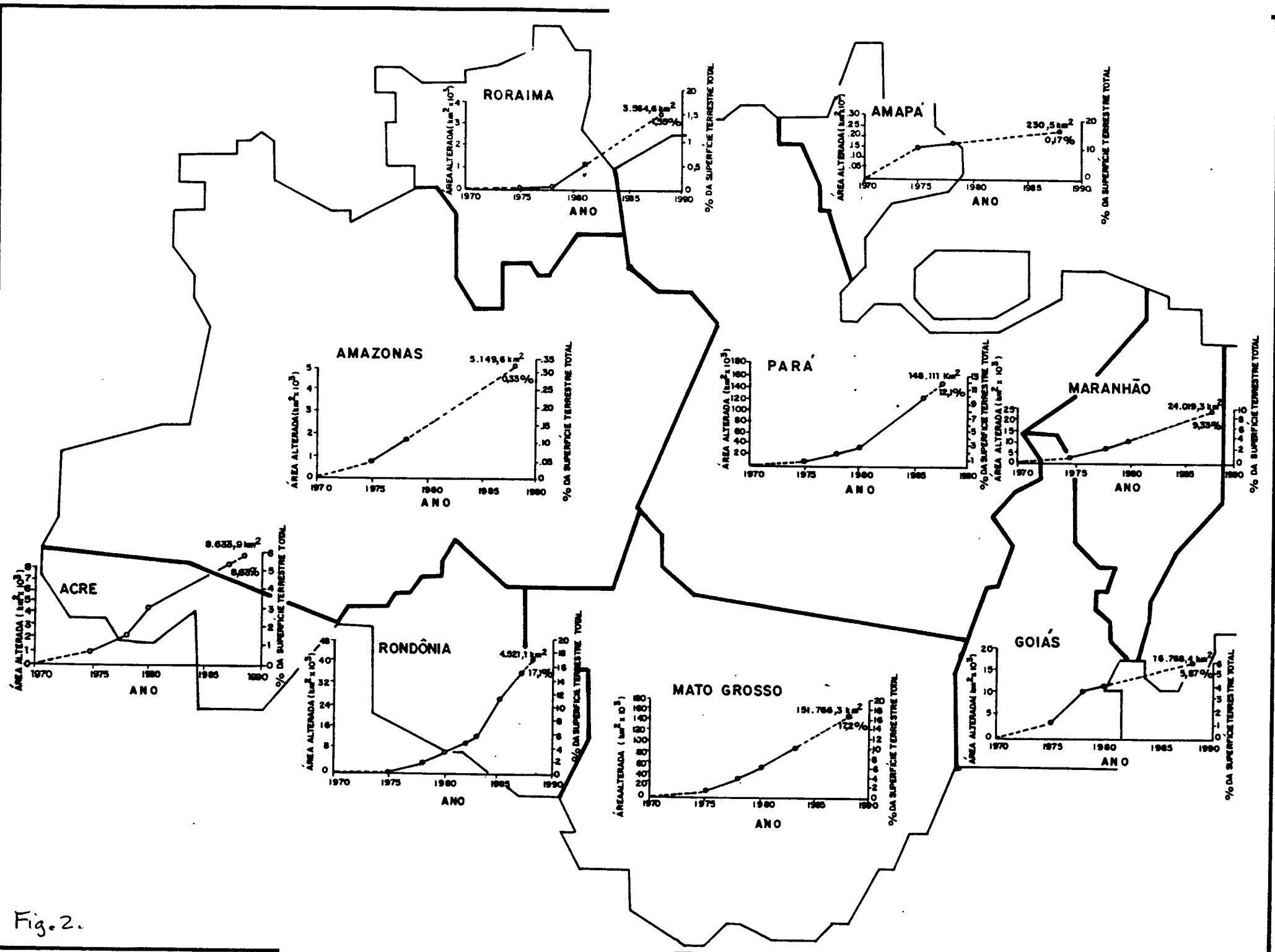


Fig. 2.

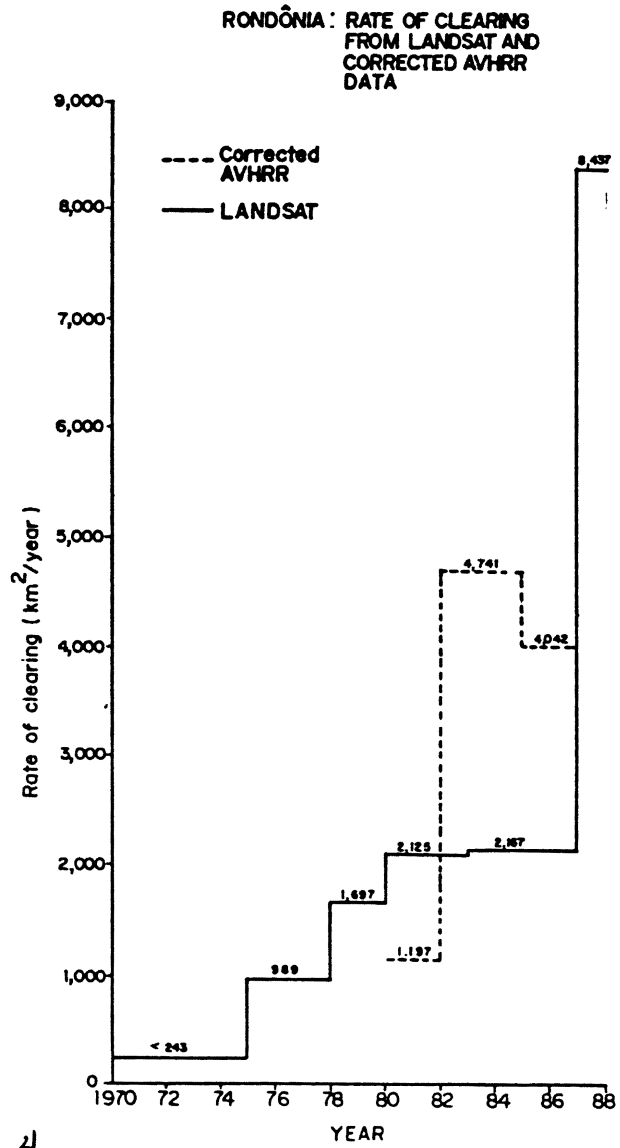


Fig. 4.

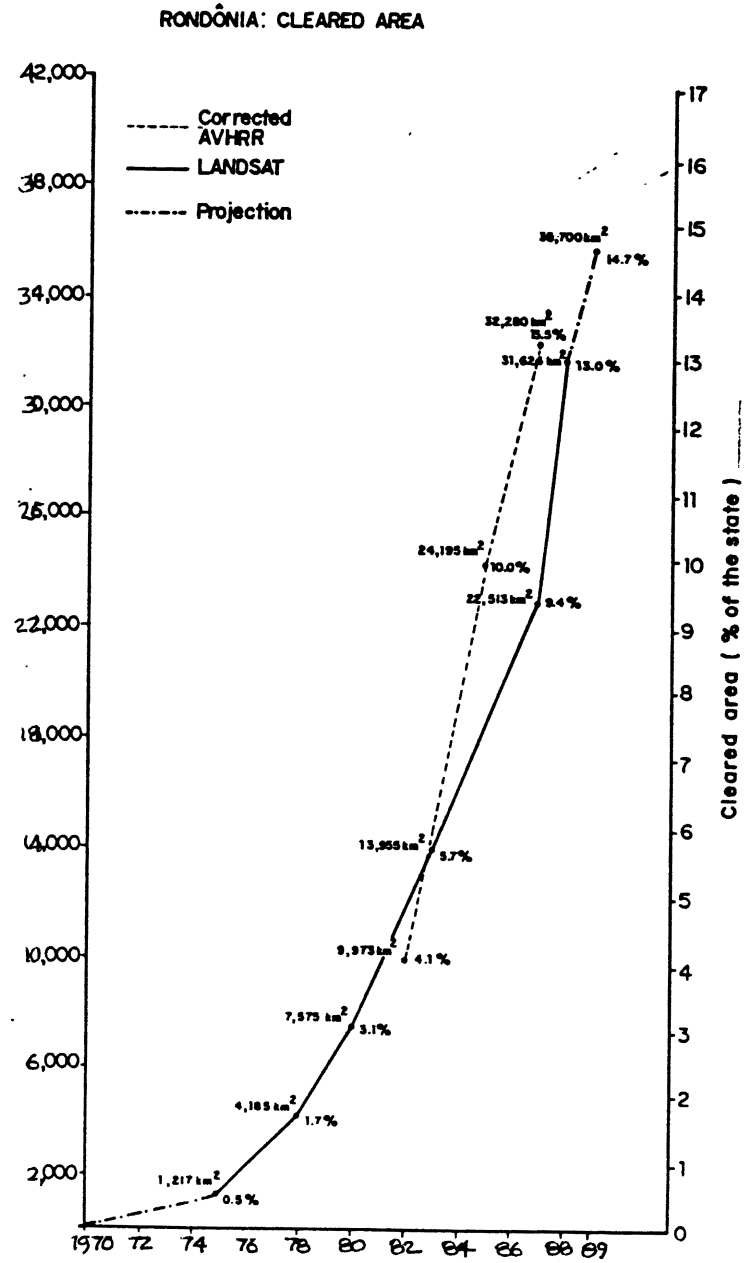


Fig. 3.

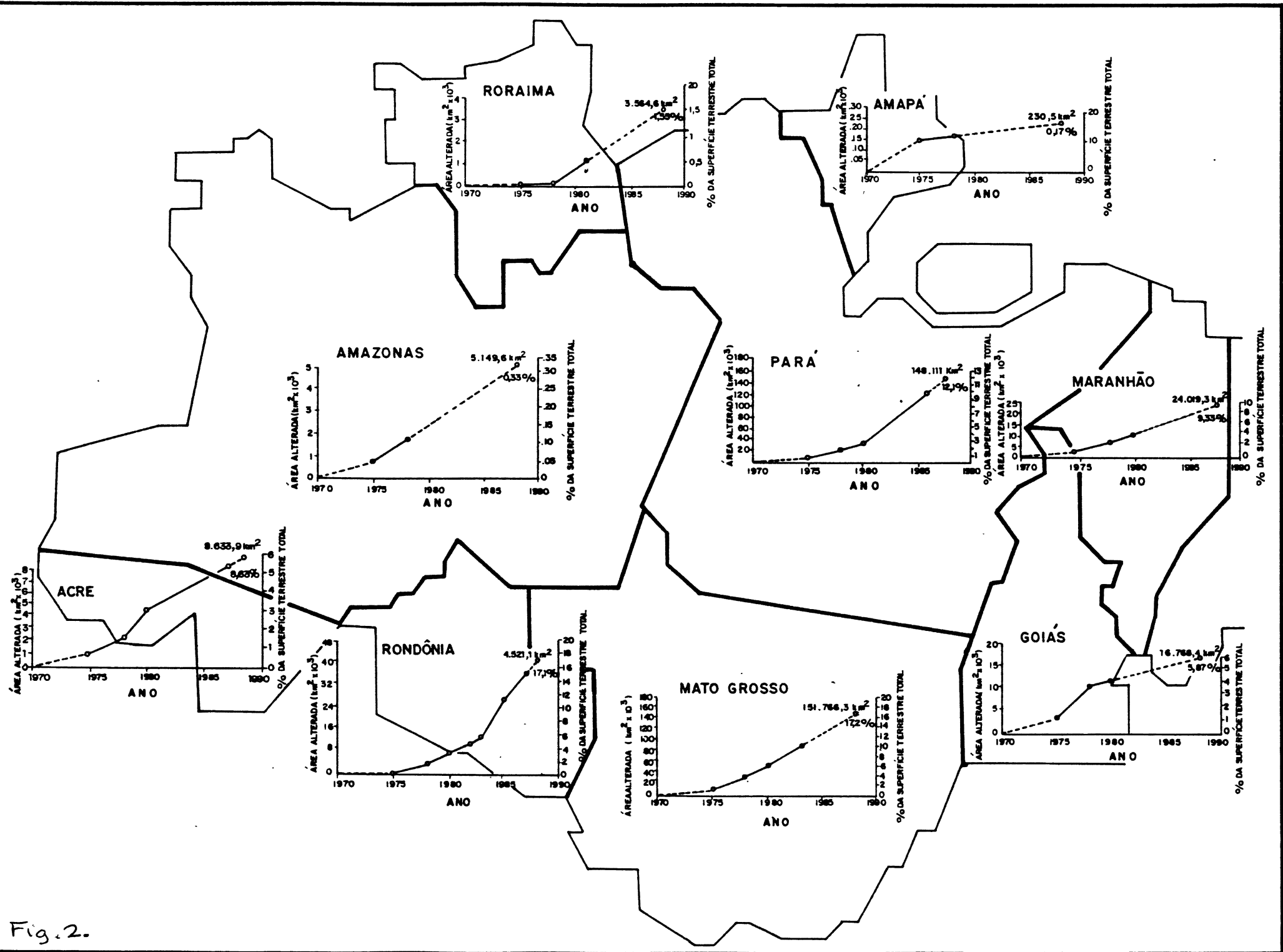


Fig. 2.

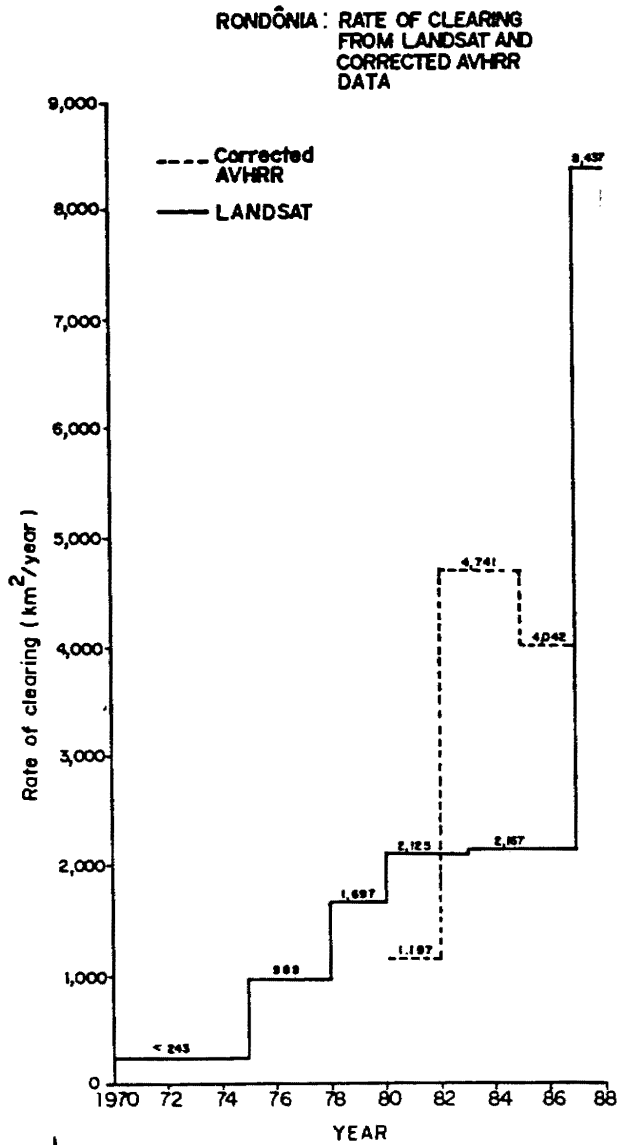


Fig. 4.

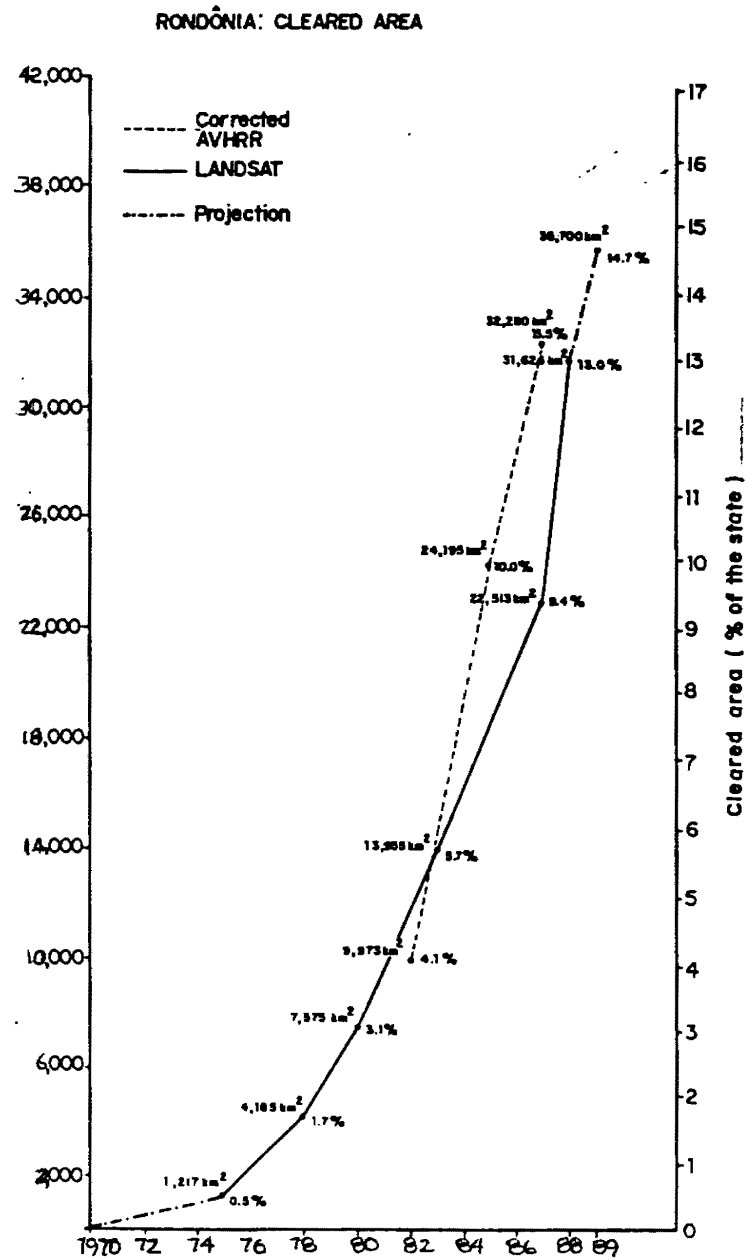


Fig. 3.

TABELA 1: COMPARAÇÃO DE DIFERENTES ESTIMATIVAS DE ÁREA

DESMATADA ATÉ 1988

ESTADO	Área (km ²) de desmatamentos recentes (pós-1960)				Área (km ²) da floresta primária original cortada (km ²) (derrubadas recentes + antigas)	Percentagem da unidade política (a)					MELHOR ESTIMATIVA DE DESMATAMENTOS RECENTES (percentagem da floresta primária, capoeirão antigo e cerrado cortada)	
	Fearnside, 1989	Brasil, INPE, 1989a(b) como publicado	Brasil, INPE, 1989b(c) com correções	Mahar, 1989		Fearnside, 1989	Brasil, INPE, 1989a(b) como publicado	Brasil, INPE, 1989b(c) com correções	Mahar, 1989	Melhor estimativa para comparação com as percentagens das unidades políticas		
Acre	8.634	5.510	5.510	19.500	8.634	8.634	5,7	3,6	3,6	12,8	5,7	5,7
Amapá	231	842	842	572	842	842	0,2	0,2	0,6	0,4	0,6	0,8
Amazonas	5.150	12.837	12.837	105.790	12.837	12.837	0,3	0,8	0,8	6,8	0,8	0,8
Maranhão	24.019	23.771	54.803	50.670	54.803	84.495	9,3	9,1	21,1	19,7	21,1	21,1
Mato Grosso	151.766	67.216	201.493	208.000	201.493	67.216	17,2	8,4	22,9	23,6	22,9	24,9
Pará	148.111	88.741	92.922	120.000	92.922	118.150	12,1	7,1	7,5	9,6	7,5	7,7
Rondônia	41.521	30.046	31.623	58.000	31.623	30.634	17,1	12,6	13,0	23,7	13,0	13,0
Roraima	3.565	2.187	2.187	3.270	2.187	2.187	1,6	1,0	1,0	1,4	1,0	1,3
Tocantins/Goiás	16.768	20.279	170.700	33.120	54.393	20.279	5,9	7,5	63,2	11,6	20,2	20,2
Amazônia Legal (floresta + cerrado)	399.765	251.429	572.917	598.922	459.734		8,0	5,1	11,5	12,0	9,2	9,6
Amazônia Legal (floresta apenas)		251.429	295.432		267.969	345.274			7,0		6,4	

TABELA 2: VEGETAÇÃO ORIGINAL E MELHOR ESTIMATIVA DE SUAS ÁREAS RECENTEMENTE DESMATADA NA AMAZÔNIA LEGAL BRASILEIRA DE 1960 ATÉ 1988

ESTADO	Vegetação Original (km ²)(a)					Área recentemente desmatada (km ²)		Percentagem recentemente desmatada		Fonte
	Floresta	Cerrado	Savana úmida	Total da Vegetação Original	Floresta	Cerrado (b)	Total	da floresta	de floresta + cerrado	
Acre	152.589	0	0	152.589	8.634	0	8.634	5,7	5,7	(d)
Amapá	99.525	0	42.834	142.359	842	0	842	0,8	0,8	(e)
Amazonas	1.562.488	0	5.465	1.567.953	12.837	0	12.837	0,8	0,8	(e)
Maranhão	139.215	121.017	0	260.232	34.140	20.664	54.803	24,5	21,1	(e)
Mato Grosso	572.669	235.345	72.987	881.001	67.216	134.277	201.493	11,7	24,9	(e)
Pará	1.180.004	22.276	44.553	1.246.833	91.200	1.722	92.922	7,7	7,7	(e)
Rondônia	215.259	27.785	0	243.044	30.634	989	31.623	14,2	13,0	(e)
Roraima	173.282	0	51.735	225.017	2.187	0	2.187	1,3	1,3	(e)
Tocantins/ Goiás	100.629	169.282	0	269.911	20.279	34.114	54.393	20,2	20,2	(e)
Amazônia Legal	4.195.660	575.705	217.574	4.988.939	267.969	191.765	459.734	6,4	9,6	

TABELA 3: TAXAS MÉDIAS DE DESMATAMENTO NA AMAZÔNIA LEGAL BRASILEIRA

ESTADO	Penúltimo dado		Total de desmatado (km ²)	Total de desmatamento até 1988 (km ²)	Taxa média de desmatamento em 1988 (km ² /ano)		
	Ano	Fonte			Floresta	Cerrado	Total
Acre	1987	IBDF, 1989b	8.133	8.634	501	0	501
Amapá	1978	Tardin <i>et al.</i> , 1980	171	842	67	0	67
Amazonas	1978	Tardin <i>et al.</i> , 1980	1.791	12.837	1.105	0	1.105
Maranhão	1980	IBDF, 1983a	10.671	54.803	3.437 ^(a)	2.080	5.517
Mato Grosso	1980	IBDF, 1982b	52.786	201.493 ^(a)	5.580	13.008	18.588
Pará	1986	IBDF, 1988	85.203	92.922	3.788 ^(b)	72	3.860
Rondônia	1987	IBDF, 1989a	22.913	31.623	3.916	126	4.042
Roraima	1981	IBDF, 1983b	1.170	2.187	145	0	145
Tocantins/Goiás	1980	IBDF, 1983a	9.120	54.393	1.759	2.959	4.718
Amazônia Legal				459.734	20.298	18.245	38.543