

# Desmatamento na Amazônia

*Quem tem razão nos cálculos – o INPE ou a NASA?*

**D**uas estimativas do desmatamento na Amazônia brasileira para o período 1978-1988 são aqui examinadas com o objetivo de se estabelecer as diferenças entre elas e juntar os pontos mais fortes de cada uma, para chegar a uma estimativa melhor para a taxa do desmatamento ao longo daqueles 10 anos. Números confiáveis dessas taxas mesmo relativas a períodos, já passados, como é o caso de 1978-1988, são importantes tanto para entender os processos de desmatamento na região como para melhorar os cálculos de emissões de gases provocadores do efeito estufa.

Estudo feito no Brasil no Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE) e no Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia (INPA), por Philip M. Fearnside, Luis Gylvan Meira Filho e Antônio T. Tardin, chegou a uma taxa estimada de 22,0 mil km<sup>2</sup>/ano para o período 1978-1988, enquanto outro estudo, feito nos EUA na Administração Nacional Espacial e Aeronáutica (NASA) e na Universidade de New Hampshire (UNH), por David Skole e Compton Tucker, estimou a taxa em 15,2 mil km<sup>2</sup>/ano.

A estimativa do INPE/INPA tem um valor mais confiável para a extensão do desmatamento até 1988, enquanto a estimativa NASA/UNH tem um método mais confiável para 1978. Os problemas na compatibilização das duas estimativas não foram completamente superados, mas a melhor aproximação hoje possível fornece uma taxa para 1978-1988 de 20,3 mil km<sup>2</sup>/ano. Para os anos subseqüentes a 1988, as estimativas do INPE/INPA não precisam ser alteradas, elas indicam taxas anuais de 19,0 mil km<sup>2</sup> para 1988-1989, 13,8 mil km<sup>2</sup> para 1989-1990 e 11,1 mil km<sup>2</sup> para 1990-1991.

As estimativas quanto à extensão e taxa de desmatamento na Amazônia brasileira têm variado muito nos últimos anos. Muitas dessas diferenças devem-se ao uso de diferentes satélites e sensores,

tais como os satélites LANDSAT que carregam os sensores MSS e TM, e os satélites meteorológicos NOAA com o sensor AVHRR. Recentemente, no entanto diferentes estimativas têm sido obtidas com o uso do mesmo LANDSAT. A publicação da estimativa NASA/UNH na revista *Science*\* de 25 de junho de 1993 indica uma taxa menor que a encontrada pelo estudo INPE/INPA para o período 1978-1988.

O termo 'desmatamento', como usado tanto na estimativa do INPE/INPA como na da NASA/UNH, refere-se à perda da floresta original. Desmatamento não inclui a remoção do cerrado nem o corte das florestas secundárias. Onde identificadas, áreas de florestas secundárias foram consideradas como áreas já desmatadas nos dois estudos (a capacidade para distinguir as florestas secundárias difere significativamente entre as duas estimativas, no entanto). Também não inclui perturbações, tais como a exploração seletiva da madeira, que deixam o dossel da floresta intacta. A inundação por hidrelétricas é considerada como desmatamento no estudo INPE/INPA mas não no estudo NASA/UNH, embora tabulações separadas excluindo as áreas inundadas permitam comparações entre estimativas sem as hidrelétricas.

A estimativa da NASA/UNH – de 15,2 mil km<sup>2</sup>/ano – é 29,6% mais baixa que a cifra comparável do estudo INPE/INPA, de 21,6 mil km<sup>2</sup>/ano (excluindo hidrelétricas). Sem levar em conta o efeito da não inclusão das florestas secundárias antigas nas estimativas da NASA/UNH, a diferença entre os dois estudos pode ser atribuída ao fato de o estudo da NASA/UNH estimar uma área maior desmatada em 1978 e uma área menor em 1988.

## As razões das discrepâncias

O estudo NASA/UNH estima que 78,3 mil km<sup>2</sup> tenham sido desmatados até 1978,

número 43,7% (23,8 mil km<sup>2</sup>) superior aos 54,8 mil km<sup>2</sup> apresentados pelo estudo mais comparável do INPE/INPA (excluindo o desmatamento 'antigo' – ou seja, pré-1970 – e a inundação por hidrelétricas). O estudo NASA/UNH, embora tenha fracassado em grande parte, tentou fazer a distinção entre o corte da floresta primária e o da floresta secundária.

A estimativa NASA/UNH até 1988 era de 230,3 mil km<sup>2</sup> de área desmatada, mais baixo 44,9 mil km<sup>2</sup>, ou 16,3%, que a estimativa mais comparável do INPE/INPA, que é de 275,2 mil km<sup>2</sup>. Da discrepância total de 6,9 mil km<sup>2</sup>/ano – taxa média de desmatamento no período 1978-1988 – 34,6% (2,4 mil km<sup>2</sup>/ano) deve-se ao valor mais alto da estimativa NASA/UNH para 1978, e 65,4% (4,4 mil km<sup>2</sup>/ano) ao valor mais baixo para 1988.

Os dois estudos utilizaram a mesma fonte de dados para o cálculo da extensão do desmatamento em 1978: mapas feitos em 1980 por Antônio Tardin e colaboradores, do INPE, usando imagens LANDSAT-MSS em escala de 1:500.000. Os estados do Pará e Maranhão, juntos, representam 73,2% (17,2 mil km<sup>2</sup>) da discrepância total de 23,8 mil km<sup>2</sup> para 1978. Essa grande diferença, sem dúvida, verifica-se porque o estudo NASA/UNH considerou desmatamento grande parte do corte (possivelmente todo) das antigas matas secundárias (capoeirões) nos dois Estados.

Nesse estudo, tudo o que não podia ser distinguido como floresta secundária foi contado como floresta primária, usando-se o canal 5 do sensor TM (mapeador temático). Com o uso exclusivo desse canal não é possível diferenciar a floresta primária de qualquer floresta secundária, exceto as mais jovens.

A discrepância poderia ser diminuída com uma definição diferente da linha entre floresta e cerrado: 29,0% (6,9 mil km<sup>2</sup>) da discrepância para 1978, ~~6,9 mil km<sup>2</sup>~~ estão no Maranhão, Mato Grosso e

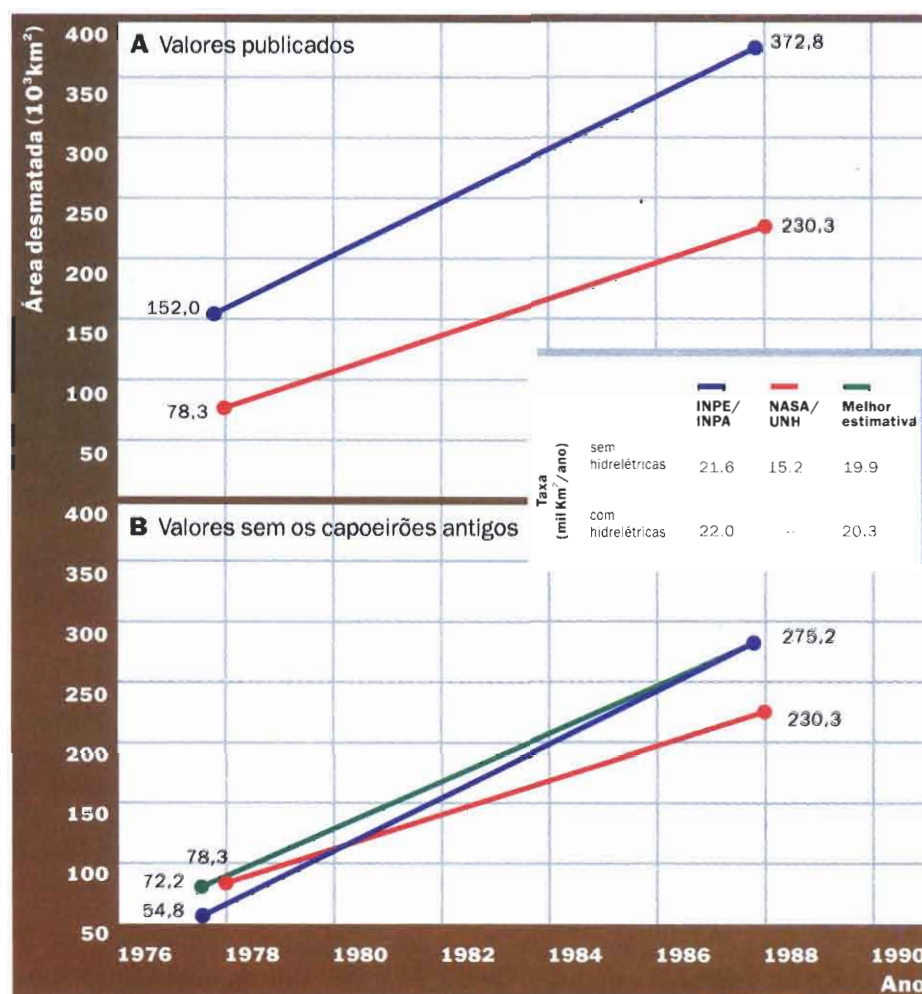
Tocantins. A área total originalmente florestada (4 milhões de km<sup>2</sup>) é praticamente idêntica entre os dois estudos, e a direção da discrepância é consistente em todos os nove estados da Amazônia Legal.

Para 1988, 78,2% da discrepância total de 44,9 mil km<sup>2</sup> ficam nesses estados, onde diferenças na definição da linha entre floresta e cerrado podem oferecer uma explicação.

Os cinco estados restantes, nos quais as diferenças no tratamento do cerrado e das florestas secundárias antigas não explicam os resultados, representam apenas 11,8% (2,8 mil km<sup>2</sup>) da discrepância total para 1978. Essa discrepância residual provavelmente se deve às diferentes metodologias de mensuração: Tardin e colaboradores no INPE, usando a tecnologia disponível em 1980, fizeram a contagem das quadras usando uma malha de 1 mm x 1 mm sobre os mapas, enquanto no estudo NASA/UNH foram digitalizados os contornos das áreas desmatadas e calculou-se a superfície com um sistema de informações geográficas (SIG). Metodologicamente, medidas por SIG são, em geral, mais confiáveis do que medidas manuais. Nas medições referentes a 1988, os dois estudos utilizaram medidas digitalizadas.

Pela estimativa do INPE/INPA, os estados do Maranhão, Mato Grosso e Tocantins tiveram 126,1 mil km<sup>2</sup> de desmatamento "recente" (pós-1970) ou 45,8% do total para 1988. Nessas estimativas, esses estados contribuem com 78,2% da discrepância total, de 44,9 mil km<sup>2</sup>, e isso talvez seja explicável pela delimitação da floresta. A direção das discrepâncias para 1988 e a mesma em oito dos nove estados, e o estudo NASA/UNH encontra menores extensões até 1988, à exceção do Pará, onde foram encontrados mais 5,4 mil km<sup>2</sup> desmatados até aquele ano. Isso se deve, possivelmente, ao problema de se incluir nas estimativas o corte de florestas secundárias.

A estimativa do INPE/INPA para extensão do desmatamento em 1988 é, possivelmente, mais confiável do que a da NASA/UNH em função de material usado. O INPE/INPA utilizou imagens compostas coloridas (Canais TM 3, 4 e 5) em escala de 1:250.000, geradas diretamente dos dados digitais. A NASA/UNH, por sua vez, usou



**Figura 1. Comparação entre as estimativas do INPE/INPA e NASA/UNH para desmatamento no período 1978-1988. Em (a), os valores são mostrados como originalmente relatados, porém com números do INPE/INPA sem inundação por hidrelétricas. Os valores do INPE/INPA para área desmatada são bem maiores que os da NASA/UNH que não conseguiu detectar os quase 100 mil km<sup>2</sup> das antigas florestas secundárias como áreas desmatadas. A falta de alinhamento dos pontos relativos aos dois estudos deve-se aos ajustes para as datas das imagens no estudo INPE/INPA. Em (b), para possibilitar a comparação da extensão do desmatamento nos dois estudos, a área das florestas antigas é subtraída dos valores do INPE/INPA. As taxas anuais, representadas pela inclinação das retas, permanecem constante entre A e B: 21,6 mil km<sup>2</sup> para o estudo INPE/INPA (excluindo hidrelétricas) e 15,2 mil km<sup>2</sup> para o estudo NASA/UNH. Uma estimativa revisada, usando o valor do INPE/INPA para 1988, e uma para 1978 com correções nos resultados da NASA/UNH, fornece o que seria, hoje, a melhor estimativa: 19,9 mil km<sup>2</sup>/ano (sem hidrelétricas), ou 20,3 mil km<sup>2</sup>/ano (com hidrelétricas).**

imagens preto e branco de um único canal (Canal TM 5) em escala 1:500.000 (quatro vezes menos detalhado), fotograficamente aumentadas a partir de negativos em 1:1.000.000. O estudo INPE/INPA incluiu testes comparando imagens coloridas e preto-e-branco na escala 1:250.000 no Maranhão, indicando uma superioridade das imagens coloridas, sobretudo para distinguir florestas primárias de secundárias.

O INPE/INPA e a NASA/UNH utiliza-

ram algumas imagens dos anos anteriores a 1988 para áreas intensamente cobertas por nuvens, naquele ano. A taxa do estudo NASA/UNH não é corrigida pelas datas das imagens (utilizou-se um intervalo fixo de 10 anos em toda a região). O cálculo INPE/INPA reflete melhor a realidade por estabelecer intervalos diferenciados para cada um dos nove estados. O ajuste pela data das imagens não faz grande diferença para o período de 1978 a 1988, mas se torna crítico para estimar as taxas em

intervalos mais curtos, tais como as estimativas INPE/INPA para o anos posteriores a 1988.

Na composição do mosaico de imagens utilizado pela NASA/UNH, as áreas cobertas por nuvens foram desprezadas. Já o estudo do INPE/INPA inclui um ajuste para o desmatamento dessas áreas cobertas, em 1988, além de informações sobre as áreas individuais não-desmatadas cobertas por nuvens, baseando-se no mosaico de imagens quase completamente sem nuvens de que dispõe para 1989.

### Revisão da estimativa para 1978-1988

Não se pode simplesmente usar os valores de um estudo para 1978 e de outro para 1988, por conta das inconsistências na definição de floresta. Pode-se ter uma idéia da mudança esperada com o uso de definições consistentes – como o estudo realizado, para os dois anos, com dados de um mesmo SIG – através dos resultados obtidos para 1978 nos estados do Acre, Amapá, Amazonas, Rondônia e Roraima, onde as inconsistências na definição de cerrado e de floresta secundária teriam menor efeito.

Em relação a esses estados, as áreas medidas pela NASA/UNH para 1978 são 32,5% mais altas que as medidas manuais usadas pelo INPE/INPA para aquele ano. Aplicando-se o mesmo percentual aos outros estados (excluindo-se as antigas florestas secundárias), a taxa de 1978-1988 cairia de 21,6 para 19,9 mil km<sup>2</sup>/ano (sem a inundação por hidrelétricas), ou para 20,3 mil km<sup>2</sup>/ano (com as hidrelétricas). Esse resultado é 7,7% mais baixo que os 22,0 mil km<sup>2</sup>/ano estimados pelo estudo INPE/INPA para a média anual ao longo do período 1978-1988.

Nos anos subsequentes a 1988, até 1991, as taxas apresentaram uma diminuição, que atribuo à recessão econômica no País. As taxas para esses anos, pela definição de floresta, são comparáveis apenas com a estimativa INPE/INPA para 1978-1988 (ou com uma modificação dessa estimativa). Considerando-se a revisão esboçada aqui, a taxa de desmatamento anual (incluindo-se hidrelétricas) caiu de 20,3 mil km<sup>2</sup>, em 1978-1988, para 19,0 mil km<sup>2</sup> em 1988-1989, e de 13,8 mil km<sup>2</sup>, em 1989-1990, para 11,1 mil km<sup>2</sup> em 1990-1991.

### Conclusão

A estimativa do INPE/INPA para a extensão do desmatamento em 1988 é mais confiável do que a da NASA/UNH em função: 1) da escala das imagens utilizadas (as imagens quatro vezes mais detalhadas, no estudo INPE/INPA); 2) do tipo de imagem (composições coloridas de três bandas *versus* preto-e-branco de uma banda); 3) das informações de anos posteriores para, em relação às áreas cobertas por nuvens em 1988, identificar as áreas não-desmatadas e calcular as desmatadas. A estimativa do INPE/INPA, ao contrário da da NASA/UNH, inclui ajustes para nuvens e datas das imagens.

Para estimativas até 1978, o estudo NASA/UNH tem uma metodologia de mensuração mais confiável, porém, em função das imagens de menor qualidade para 1988, a identificação errada de grandes áreas de floresta secundária exige uma correção dos valores para 1978 utilizados nas estimativas melhoradas da taxa.

Uma revisão provisória dos números para 1978, que mantém dupla-contagem de cortes na floresta secundária antiga, fornece o que seria, hoje, a melhor estimativa: 20,3 mil km<sup>2</sup>/ano para 1978-1988 (com as hidrelétricas), uma redução de 7,7% sobre a estimativa de 22,0 km<sup>2</sup>/ano feita pelo INPE/INPA para aquele período. Essa revisão não afeta as estimativas do INPE/INPA para os anos subsequentes ao 1988: 19,0 mil km<sup>2</sup>/ano para 1988-1989, 13,8 mil km<sup>2</sup>/ano para 1989-1990 e 11,1 mil km<sup>2</sup>/ano para 1990-1991.

\* *Science* vol. 260, p. 1.905, 1993.

### Philip M. Fearnside

Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia-INPA.