

ECOLOGIA Matas alteradas por fogo rasteiro e exploração de madeira são mais suscetíveis ao fogo

O empobrecimento oculto da floresta amazônica

O desmatamento é apenas uma das conseqüências da ocupação da Amazônia. Outro aspecto – menos visível e que vem sendo negligenciado – é o empobrecimento da floresta pela ação do fogo rasteiro e da extração madeireira. As alterações decorrentes desses fatores tornam as florestas da região mais inflamáveis, criando condições para os grandes incêndios. Por **Daniel Nepstad**, do *Woods Hole Research Center (WHRC)* e do *Instituto de Pesquisa Ambiental da Amazônia (Ipam)*; **Adalberto Veríssimo**, do *Instituto do Homem e Meio Ambiente da Amazônia (Imazon)*; **Paulo Moutinho**, do *Instituto de Pesquisa Ambiental da Amazônia (Ipam)*; e **Carlos Nobre**, do *Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (Inpe)*.



O Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (Inpe) analisa todos os anos mais de 200 imagens dos satélites Landsat para medir a área desmatada na Amazônia brasileira. Esse trabalho revela a dimensão das derrubadas (o corte raso da floresta), mas não conta toda a história. Grandes áreas de floresta são anualmente exploradas para a retirada seletiva de madeira ou são atingidas pelo fogo. O empobrecimento da floresta decorrente desses processos é, no entanto, mais difícil de ser detectado nas imagens de satélite.

As atividades humanas na floresta amazônica têm diferentes impactos ecológicos. Fazendeiros e agricultores derrubam e queimam a floresta para implantar pastagens e culturas agrícolas. Os madeireiros, para cada árvore que retiram, danificam várias outras, reduzindo o número de espécies vegetais e animais. Outros coletam vários produtos ‘não-madeireiros’, como látex, frutos e animais.

Dos três níveis de uso, o primeiro tem grande impacto ecológico, pois a floresta é substituída por

outros tipos de vegetação, resultando em mudanças drásticas na hidrologia, no conteúdo de carbono e na diversidade biológica. Isso faz do desmatamento o principal parâmetro a ser usado para medir os impactos humanos sobre a Amazônia. Mas parte dessa ‘preferência’ deve-se à facilidade de identificar as áreas desmatadas. Uma área de floresta convertida em campo agrícola é detectada de imediato, visualmente, nas imagens dos satélites Landsat. Isso permite elaborar, de modo rápido e a baixo custo, mapas de desmatamento em grandes regiões.

O resultado é que impactos humanos sobre a floresta amazônica acabam sendo tratados dentro de um enfoque ‘floresta versus não-floresta’. Com isso, omite-se das análises as alterações florestais que reduzem a cobertura de árvores, mas não a eliminam. É o que ocorre na extração madeireira e no fogo rasteiro, que promovem aberturas na floresta, de mais difícil identificação em imagens de satélite. Tanto que os programas de monitoramento classificam essas florestas empobrecidas como florestas intactas.

Considerada a atual ocupação desordenada da Amazônia, o empobrecimento oculto da floresta pode ter dimensões gigantescas. As madeireiras amazônicas, por exemplo, extraem ou danificam de 10% a 40% da biomassa viva na floresta, em função dos métodos inadequados que utilizam, segundo estudo do Instituto do Homem e Meio Ambiente da Amazônia (Imazon). Essa atividade também aumenta a inflamabilidade da floresta, pois reduz de 14% a 50% a quantidade de folhas do dossel e permite que a luz do sol chegue ao solo, secando o entulho criado pela própria extração da madeira (ver 'Os caminhos do fogo na Amazônia', em CH nº 65).

Além disso, o fogo iniciado em áreas agrícolas pode penetrar com maior facilidade em florestas já alteradas pela atividade madeireira. Quando isso acontece, morrem de 10% a 80% das árvores. E uma floresta, após sofrer uma queimada, passa a ser muito mais vulnerável ao fogo. Os incêndios florestais podem ser mais intensos e comuns em anos com estação seca mais severa: o fogo pode invadir florestas não perturbadas, que em função da estiagem perderam parte do dossel e ficaram mais inflamáveis (figura 1).

Os impactos das empresas madeireiras

A área de floresta afetada pela extração de madeira foi avaliada, pelo Imazon, através de entrevistas com funcionários de 1.393 madeireiras – 54% das existentes nos 75 centros de extração (os que retiram pelo menos 100 mil m³ de madeira por ano). Esses centros são responsáveis por mais de 90% da produção madeireira da Amazônia. As madeireiras – serrarias, laminadoras e fábricas de compensados – forneceram seus registros de retirada de toras (troncos) em 1996 e 1997 e a intensidade da extração (metro cúbico por hectare), o que permitiu calcular a área de floresta afetada em cada estado (figura 2).

Figura 1. Durante a estação seca as árvores da floresta tornam-se mais suscetíveis ao fogo, aumentando o risco de grandes incêndios



A precisão das intensidades de extração fornecidas foi testada pela comparação com medidas diretas de campo em parcelas de cerca de 100 ha. As medidas do volume de madeira extraída nessas parcelas, a uma intensidade baixa (19 m³/ha, em 12 locais), moderada (28 m³/ha, em sete) e alta (40 m³/ha, em três), mostrou que os registros das empresas estavam dentro de um intervalo de confiança de 95%.

As firmas que trabalham apenas com mogno foram excluídas do estudo porque seus efeitos imediatos na floresta são muito pequenos, comparados aos de outros tipos de extração. Além disso, o volume de mogno retirado é inferior a 5% da produção total de madeira da Amazônia.

O estudo do Imazon estimou que a extração de madeira, pelas 2.533 madeireiras que atuam na Amazônia brasileira, atingiu entre 10 mil e 15 mil km² de floresta não-perturbada por ano, em 1996 e 1997. Essas áreas florestais equivalem, respectivamente, a uma fração entre 53% e 83% da área totalmente desmatada (segundo o Inpe) em 1996. Além disso, as informações dos funcionários sobre a distância média das extrações indicam que todas as florestas

Figura 2. Produção de madeira em tora, intensidade de extração, área florestal afetada pela extração (volume x intensidade, em 1996 e 1997) e desmatamento (em 1997) na Amazônia brasileira

ESTADO	CENTROS	EMPRESAS MADEIREIRAS		PRODUÇÃO EM TORAS (MILHÕES DE m ³)	INTENSIDADE DE EXTRAÇÃO (% da produção)			ÁREA FLORESTAL AFETADA (km ² /ano)			FLORESTA ORIGINAL ÁREA (km ²)
		TOTAL	ESTUD. (%)		BAIXA	MODERADA	ALTA	POR EXTRAÇÃO DE MADEIRA	DESMATADA EM 1993-95 EM 1996		
Acre	1	25	55	0,3	100	—	—	120-210	720	430	152.394
Amapá	2	89	80	0,2	100	—	—	80-140	—	—	137.444
Amazonas	3	20	60	0,7	100	—	—	290-500	950	1.020	1.531.122
Maranhão	2	52	49	0,7	—	—	100	160-200	830	1.060	145.766
Mato Grosso	22	708	48	9,8	100	—	—	4.080-7.000	7.610	6.540	527.570
Pará	24	1.324	43	11,9	11	61	28	3.560-4.910	5.470	6.130	1.183.571
Rondônia	19	272	55	3,9	25	75	—	1.320-1.920	3.310	2.430	212.214
Roraima	1	25	52	0,2	100	—	—	80-140	230	210	172.425
Tocantins	1	18	53	0,1	100	—	—	40-70	490	320	30.325
TOTAL	75	2.533	48	27,8	49	41	40	9.730-15.090	19.610	18.140	4.092.831

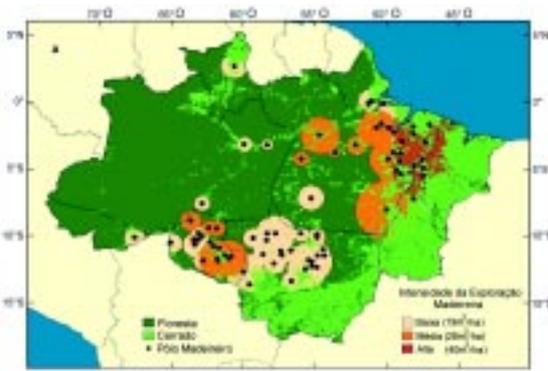


Figura 3. Regiões florestais da Amazônia brasileira situadas nos raios de ação (distâncias médias de extração) dos 75 centros madeireiros

Fogo rasteiro atinge grandes áreas

A área de floresta atingida pelo fogo rasteiro a cada ano foi calculada pelo Instituto de Pesquisa Ambiental da Amazônia (Ipam), em colaboração com o Woods Hole Research Center (WHRC), através de entrevistas com 202 proprietários de terra em cinco regiões: Rio Branco (AC), Ariquemes (RO), Alta Floresta (MT), Santana do Araguaia (PA) e Paragominas (PA). As propriedades (com área total de 9,2 mil km²) foram selecionadas ao acaso em quatro categorias (menos de 100 ha, de 100 a 1.000 ha, de 1.001 a 5 mil ha e mais de 5 mil ha), e para cada uma os agricultores ou fazendeiros desenharam, em imagens de satélite de 1994 e 1995, as áreas de floresta derrubadas e as atingidas por fogo rasteiro (sem derrubada prévia).

Para testar a precisão dos desenhos, uma amostra foi comparada com imagens do sensor *Thematic Mapper* do satélite Landsat. As cicatrizes de fogos rasteiros em florestas foram detectadas pela análise de características espectrais das imagens, e as áreas de desmatamento foram identificadas visualmente. Dentro da área de teste de 640 km², todos os fogos rasteiros florestais registrados pelos proprietários foram detectados na imagem do satélite, mas esta revelou que os fazendeiros subestimaram a área de fogos rasteiros em 43% e a de desmatamento pela metade.

Em 1994 e 1995, nas propriedades estudadas, a área de floresta afetada por fogos rasteiros (310 km²) foi uma vez e meia maior que a área desmatada (200 km²), segundo os proprietários. Já tinha havido extração de madeira na maioria das florestas onde ocorreram fogos rasteiros em Paragominas (PA) e Ariquemes (RO), mas grandes áreas de florestas primárias queimaram em Santana do Araguaia (PA) e Alta Floresta (MT).

Embora a extrapolação desses dados para toda a Amazônia não seja muito adequada, eles indicam que a área da floresta amazônica afetada por fogos rasteiros a cada ano é semelhante à

área afetada pelo desmatamento. A área de ocorrência de fogos rasteiros pode ser ainda maior em períodos de seca severa, como o ocorrido durante o fenômeno El Niño em 1997 e 1998, quando entre 11,3 mil e 13,9 mil km² de florestas pegaram fogo no estado de Roraima (ver 'O grande incêndio de Roraima', nesta edição).

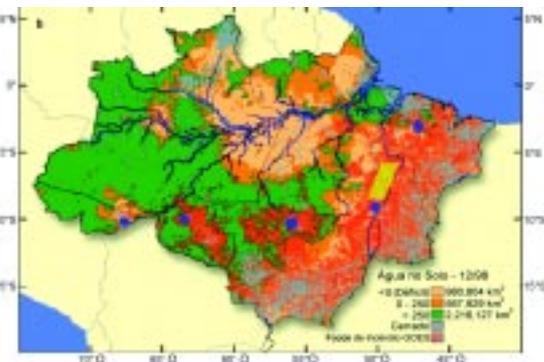
As mudanças no balanço hídrico

Estudo do WHRC, em conjunto com o Ipam e o Inpe, mapeou as florestas que estavam secas o suficiente para pegar fogo em 1998, ano em que a região sofreu uma estiagem severa induzida pelo El Niño (figura 4). Esse mapa baseou-se em um modelo de balanço hídrico (balanço entre as chuvas e a perda de água pela vegetação, por evapotranspiração) para a região, elaborado a partir do final da estação chuvosa (1º de maio de 1997). Assim, a partir dessa data, o modelo pôde calcular mês a mês a quantidade de água no solo das florestas da Amazônia. Uma vez que tais florestas podem extrair água estocada nas camadas profundas do solo para se manter sempre verdes, com evapotranspiração ativa, mesmo nos períodos de baixo índice de chuvas (segundo estudos do WHRC e do Ipam), assumiu-se que se tornariam inflamáveis apenas quando a água disponível no solo estivesse esgotada a uma profundidade de 10 m.

Essa suposição foi testada em estudos de campo, feitos pelo WHRC e pelo Ipam, que relacionaram umidade do solo, queda de folhas e umidade do material combustível fino sobre o solo com a propagação de pequenos incêndios experimentais. Para determinar o balanço hídrico foram usados ainda dados sobre o volume de chuvas (de 1º de maio de 1997 a 30 de dezembro de 1998) e a temperatura do ar, obtidos em estações meteorológicas automáticas (30 a 60) espalhadas pela Amazônia pelo Inpe e pelo Instituto Nacional de Meteorologia. O modelo considerou ainda a capacidade de retenção de água pelos solos amazônicos. Essa capacidade foi avaliada através de equações (geradas pelo Inpe) que relacionam textura do solo (proporção de areia, silte e argila) com a quantidade de água retida – o uso nessas equações de dados de textura de 1.500 perfis de solos resultaram em um mapeamento de retenção de água para toda a Amazônia.

O modelo do balanço hídrico revelou que a forte seca provocada pelo El Niño no final de 1997 e início de 1998 esgotou os estoques de água nos primeiros 10 m de solo em cerca de 980 mil km² da floresta amazônica (21% de sua área total), criando potencial para incêndios em grande escala. Além disso, outros 560 mil km² de florestas tinham menos que 250 mm de água no solo (disponível para plantas) nesse período. Para efeito de comparação,

Figura 4. Conteúdo de água no solo, disponível para as árvores, a 10 m de profundidade, no fim da estação seca de 1998 (31 de dezembro): áreas com déficit de água são altamente vulneráveis ao fogo, e áreas com menos de 250 mm de água também são vulneráveis — os pontos azuis indicam locais das entrevistas com proprietários e a faixa verde indica a região sobrevoada para a detecção de fogos florestais



somente 30 mil km² das florestas de Roraima estavam com seus estoques de água (até 10 m) esgotados durante o pico dos incêndios no estado.

O empobrecimento florestal 'oculto'

A fração da floresta amazônica queimada em 1998 – possivelmente não detectada por satélite – foi estimada por pesquisadores do Ipam que, a bordo de um avião, fizeram 1.104 observações pontuais ao longo de 750 km de uma faixa na região sudeste da Amazônia (mostrada na figura 4). Em cerca de 9% das observações foi possível identificar florestas em pé com cinzas visíveis no chão, indicando queima recente. Esse percentual equivale a 4 mil km², em um total de 45 mil km² (cerca de 1% da floresta amazônica) analisados durante o estudo. Assim, embora ninguém saiba qual a área total de floresta amazônica atingida pelo fogo em 1998, essa área foi certamente bem maior que a área desmatada naquele ano (17 mil km², segundo o Inpe).

A extração de madeira e o fogo podem virtualmente eliminar áreas de floresta primária em regiões amazônicas que sofrem fortes secas sazonais e onde a concentração de madeiras é alta, como Paragominas, a leste do Pará. O desaparecimento dessas florestas, porém, pode não ser detectado pelas imagens de satélite. Na região de Paragominas, por exemplo, após 30 anos de colonização 62% das terras ao redor da cidade são classificadas como 'floresta' pelo mapeamento do Inpe e pelo menos metade, segundo a legislação ambiental, é considerada reserva florestal. Mas quando o Ipam mapeou, na região, as florestas que sofreram extração de madeira ou foram queimadas (com base em entrevistas com proprietários e na análise diferenciada de imagens do satélite Landsat), constatou que apenas 6% dessas terras eram cobertas por floresta de fato não-perturbada (figura 5). Esse empobrecimento florestal 'escondido' pode até ter sido mais comum em outras regiões amazônicas: os proprietários registraram maior incidência de fogos rasteiros no sul do Pará e no Mato Grosso, onde a seca sazonal é mais severa do que em Paragominas.

Embora o acompanhamento do desmatamento através de imagens de satélite seja essencial nos estudos sobre os efeitos humanos em florestas tropicais, já que documenta a forma mais extrema e ampla de uso da terra a um baixo custo, essa avaliação precisa ser ampliada. Devem ser incluídas nas estimativas as florestas afetadas pela extração de madeira e por incêndios rasteiros. Só assim será possível avaliar corretamente toda a magnitude das influências humanas na floresta tropical. As queimadas em grande escala podem empobrecer extensas áreas de florestas ricas em espécies e em carbono, em especial durante episódios do fenômeno El Niño.

A frequência desses episódios vem aumentando, talvez por causa do acúmulo de gases relacionados ao efeito estufa na atmosfera, como sugerem vários autores.

Todos esses dados apontam para a necessidade de ordenar a indústria madeireira na Amazônia, substituindo as práticas convencionais de extração por técnicas de baixo impacto sobre as florestas. Tais técnicas vêm sendo testadas, como sucesso, tanto pelo Imazon quanto pela Fundação Floresta Tropical. Deve ainda ser feito um esforço para que os planos de manejo florestal sejam realmente aplicados pelos madeireiros. O Centro de Pesquisas Agroflorestais da Amazônia Oriental, da Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (Embrapa), por exemplo, constatou que apenas 11% dos planos de manejo florestais aprovados na Amazônia oriental pelo Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e Recursos Naturais Renováveis (Ibama) foram implementados. Tais planos, uma exigência para a concessão de licenças de exploração madeireira, poderiam incentivar – se cumpridos – uma extração menos danosa à floresta, reduzindo a probabilidade de que as florestas peguem fogo após a extração.

O uso do fogo para preparar áreas de cultivo agrícola ou para favorecer gramíneas forrageiras em pastagens também depende de licença do governo (que exige aceiros para evitar que a queimada se espalhe), embora tal prática seja ainda mais difícil de fiscalizar do que a extração de madeira. Enquanto o governo não tiver capacidade institucional para fazer cumprir a legislação que visa reduzir empobrecimento desnecessário da floresta, os produtores rurais da Amazônia só evitarão os danos ecológicos associados às atividades agrícolas e florestais se isso trouxer vantagens econômicas. E, nas atuais condições da maior parte da fronteira agrícola amazônica, onde a floresta e a terra são extremamente baratas e a mão-de-obra é escassa, não tem sentido econômico investir em técnicas madeireiras de baixo impacto ou em prevenção de fogo acidental. Enquanto essa fronteira continuar a se expandir através principalmente do asfaltamento de rodovias em áreas florestais, sem que se considere as questões ambientais, a extração de madeira e o fogo vão seguir empobrecendo a floresta amazônica. ■

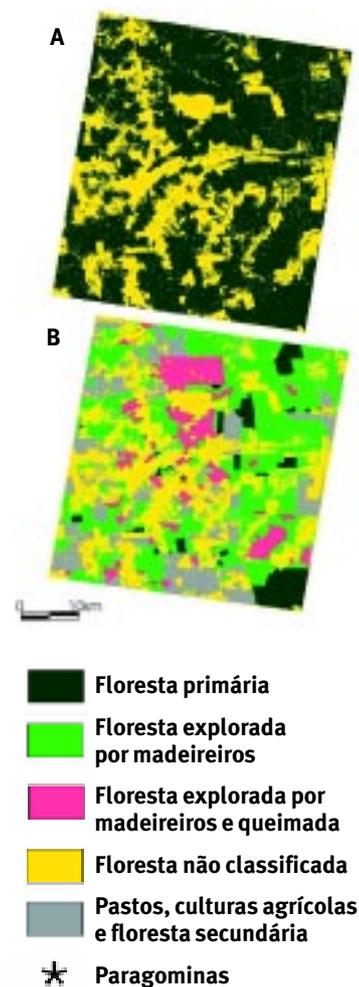


Figura 5. Cobertura florestal na vizinhança de Paragominas (PA), segundo duas análises: (A) a classificação do Inpe só mostra floresta e não-floresta e indica que em 62% da área a floresta estaria intacta; (B) a classificação local da mesma imagem, incluídas as áreas alteradas, indica que apenas 6% da área está de fato coberta por floresta não-perturbada