

fotos: cedidas pelo autor.



Queimadas no Projeto de Colonização Cujubim. Rondônia, agosto de 1986.

RONDÔNIA

ESTRADAS QUE LEVAM À DEVASTAÇÃO

Philip Martin Fearnside

Departamento de Ecologia, Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia

O debate sobre as diferentes avaliações do desmatamento na Amazônia, provocadas por critérios de análise das imagens geradas por alguns satélites, não altera a constatação de que o problema é grave, exigindo a imediata definição de uma política eficiente de preservação.

O desmatamento em Rondônia vem aumentando de forma explosiva. Essa aceleração já era clara quatro anos atrás, quando, nesta mesma revista, publicamos o artigo 'Rondônia: sem florestas na próxima década?' (*Ciência Hoje* nº 19). Em parte, esse fenômeno pode ser atribuído à migração maciça para o estado, facilitada, desde setembro de 1984, pelo asfaltamento da rodovia Marechal Rondon (BR-364, Cuiabá-Porto Velho), feito no âmbito do projeto Polonoroeste, financiado pelo Banco Mundial. O que se observa, no entanto, é que o desmatamento tem crescido em ritmos ainda mais vertiginosos que a população. Em outras palavras: aumenta não só a população de Rondônia, mas o índice de desmatamento por habitante — os que ali vivem passaram, em média, a desmatar mais

Diante disto, é necessário não apenas aperfeiçoar as condições de monitoramento, de modo a termos acesso a informações seguras sobre a extensão das matas derrubadas, mas também chegar a uma melhor compreensão das causas subjacentes ao fenômeno. Só essa análise pode permitir uma projeção mais realística de tendências futuras caso se mantenham os planos de ação atuais ou se adotem estratégias alternativas. Só dessa maneira será possível também identificar medidas eficazes para controlar o processo.

Os dados sobre o desmatamento em Rondônia fornecidos pelos diversos satélites operados no Brasil e no exterior são bastante conflitantes; ainda assim, eles nos permitem ter uma idéia sobre o ritmo em que se processa a devastação (ver 'A escalada do desmatamento').

a ampliação dos efeitos do aumento populacional mediante as aberturas de pastagens e o processo de retroalimentação positiva entre a construção de estradas e crescimento da população (ver 'A floresta pode acabar?', em *Ciência Hoje* n.º 10).

Os lucros da venda da produção agrícola, somados aos ganhos especulativos e aos advindos de diversas formas de subsídio governamental tornam as derrubadas financeiramente muito atraentes. Muitos pequenos produtores vêm para a região com a intenção de fazer fortuna como agricultores comerciais. Gradualmente, porém, constata-se que a especulação proporciona lucros bem maiores e, a exemplo de seus vizinhos, vendem seus lotes de terra por preços que excedem o retorno obtido em anos de trabalho árduo. A agricultura reduz-se, assim, a um meio de fazer face às despesas do dia-a-dia enquanto se aguarda a oportunidade para vender a terra com bom lucro e partir para uma fronteira mais distante.

Em geral, os colonos encaram tais vendas mais como uma recompensa pelas 'beneficências' que fizeram na terra do que como uma especulação. Operadores maiores provavelmente já começam suas atividades na região com a especulação em mente. Mas também eles tendem a se definir como 'produtores', e não como meros especuladores.

Como mencionamos, o desmatamento é alimentado também por processos de retroalimentação positiva — círculos viciosos que conduzem a mudanças exponenciais. A construção de estradas, por exemplo, está intimamente ligada à taxa de migração: mais e melhores estradas atraem mais migrantes enquanto, por outro lado, o aumento da população justifica a construção de outras novas e melhores estradas.

Essas relações podem ser representadas pelo diagrama de alças causais apresentado na figura 7, em que as setas indicam a influência de cada item sobre os demais. Como se observa ali, as estradas representam um item chave, tanto por sua interligação com o crescimento da população quanto por sua influência sobre a área que cada colono derruba. No diagrama, 'desmatamento' seria obtido pela multiplicação da 'área derrubada por cada colono' pelo tamanho da 'população', isto é, o número de colonos.

O papel chave da abertura e da melhoria de estradas indica que este seria o ponto mais sensível, sobre o qual se deveriam concentrar os esforços destinados a frear o desmatamento. É esse fator, que tem tamanho impacto sobre a taxa de desmatamento, é de controle relativamente fácil: depende exclusivamente de decisões do governo, ao contrário das milhares de decisões individuais de colonos, posseiros e es-



Fig. 7. Diagrama de alças causais da relação entre a construção de estradas e o desmatamento. Os sinais ao lado das pontas das setas indicam a direção de mudança que resultaria caso a quantidade na cauda da seta fosse aumentada. Os sinais (positivo ou negativo) na extremidade das setas indicam a direção da mudança esperável no item por elas indicado caso o item que fica na cauda das mesmas se intensifique. As alças de retroalimentação — como a alça positiva entre estradas e população — são indicadas por sinais entre parênteses.

peculadores que determinarão o destino da mata depois que uma estrada foi aberta ou asfaltada.

O curso futuro da derrubada da floresta úmida depende de um complexo sistema de fatores em interação. Pode-se esperar que forças como a relação de retroalimentação positiva que se estabeleceu entre a construção de estradas e a derrubada da floresta estimulem o desmatamento, enquanto fatores tais como a crescente importância da população residente em relação ao fluxo de migrantes contribuirão provavelmente para atenuar o processo, embora não sejam capazes de detê-lo. Ao que tudo indica, o desmatamento permanecerá acelerado nos próximos anos.

A péssima qualidade do solo nas áreas de floresta remanescentes em Rondônia fornece, por si só, ampla justificativa para a não-abertura de mais estradas (ver 'Distribuição de solos pobres na colonização de Rondônia', em *Ciência Hoje* n.º 33). O plano de asfaltamento da rodovia BR-429 no vale do rio Guaporé, se posto em prática, desencadearia um desmatamento de difícil controle numa área sem potencial agrícola. Um bom começo para uma política de preservação do que resta de mata em Rondônia seria, portanto, a sustação desses planos, cuja implementação car-

rearia fluxos migratórios para o infértil vale do rio Guaporé. É difícil aquilatar os muitos e diversos custos de semelhante obra. E quem ganha com ela?



SUGESTÕES PARA LEITURA

- FEARNSIDE P.M., 'O desenvolvimento da floresta amazônica: problemas prioritários para a formulação de diretrizes', *Acta Amazonica*, vol. 9, n.º 4, suplemento, 1979.
- FEARNSIDE P.M., 'Derrubada da floresta e roçagem de crescimento secundário em projetos de colonização na Amazônia brasileira e a sua relação à capacidade de suporte humano', *Acta Amazonica*, vol. 16-17, n.º único, suplemento, 1987.
- FEARNSIDE P.M., 'Frenesi de desmatamento no Brasil: a floresta amazônica irá sobreviver?', in *Homem e natureza na Amazônia* (G. Kohlhepp e A. Schrader, orgs.), Tübingen, Instituto de Geografia, Universidade de Tübingen, 1987.
- FEARNSIDE P.M., 'Causas do desmatamento na Amazônia brasileira', *Para Desenvolvimento*, n.º 23, 1988.
- INSTITUTO DE PESQUISAS ESPACIAIS (Inpe), *Avaliação da alteração da cobertura florestal na Amazônia Legal utilizando sensoramento remoto orbital*. São José dos Campos, Inpe, 1989.

Edição de texto: Maria Luiza X. de A. Borges

Um deles é a facilitação do acesso aos lotes, seja pela abertura ou pela melhoria de uma estrada. Assim os lotes sofrem súbita valorização, o que encoraja a sua venda, com as conseqüências que acabamos de apontar. No entanto, mesmo que não venda seu lote, o colono muda de comportamento a partir da melhoria do acesso. A possibilidade de escoar com mais facilidade seus produtos torna a atividade agrícola mais lucrativa e ele passa a desmatar sua terra em ritmo bem mais acelerado.

A abertura ou melhoria das estradas faz crescer o desmate também por tornar mais interessante a formação de pastos, como forma tanto de aumentar o valor de revenda do lote como de assegurar os direitos de posse da terra contra posseiros invasores.

Se hoje o aumento das derrubadas no conjunto do estado parece basicamente determinado pela imigração, reforçada por fatores como a valorização das terras pela melhoria do acesso, no futuro o comportamento da população já estabelecida na região deverá assumir maior importância relativa. Há outras razões para uma futura diminuição (mas não interrupção) da derrubada, como a pior qualidade dos solos disponíveis, o acesso difícil ou impossível às terras desocupadas remanescentes e a capacidade finita que têm as áreas de origem dos migrantes de expulsar população em ritmo sempre crescente. Cabe ainda considerar o decréscimo da atrativi-

dade relativa da Amazônia depois que essa fronteira de terras sem dono se 'fechar', bem como o limite do capital, do petróleo e de outros insumos que seriam necessários se as taxas de derrubada continuassem aumentando muito.

Difícilmente, porém, o desmatamento será sustado antes da completa derrubada das florestas da região, senão por efeito de um programa de governo abrangente, embasado em conhecimento do que se passa e firmemente implementado.

O curso cada vez mais veloz do desmatamento não pode ser adequadamente expresso por nenhuma fórmula algébrica simples, como uma equação exponencial. Tampouco se pode esperar que sua eventual desaceleração siga uma trajetória suave e simétrica, própria de um crescimento logístico (ou seja, em forma de S). É a simulação por computador que melhor permitiria uma análise da complexa interação dos fatores que pesam sobre o processo.

Para ter uma idéia de quais são os fatores envolvidos e como se relacionam, é preciso examinar mais de perto algumas causas do desmatamento que vem ocorrendo na Amazônia.

As causas primeiras do fenômeno devem ser buscadas bem longe da Amazônia. De fato, mudanças nos padrões agrícolas ocorridas no Sul do Brasil nos últimos 20 anos refletiram-se pesadamente na forma assumida pela ocupação da Amazônia. Com a expansão da cultura de soja, em 12 traba-

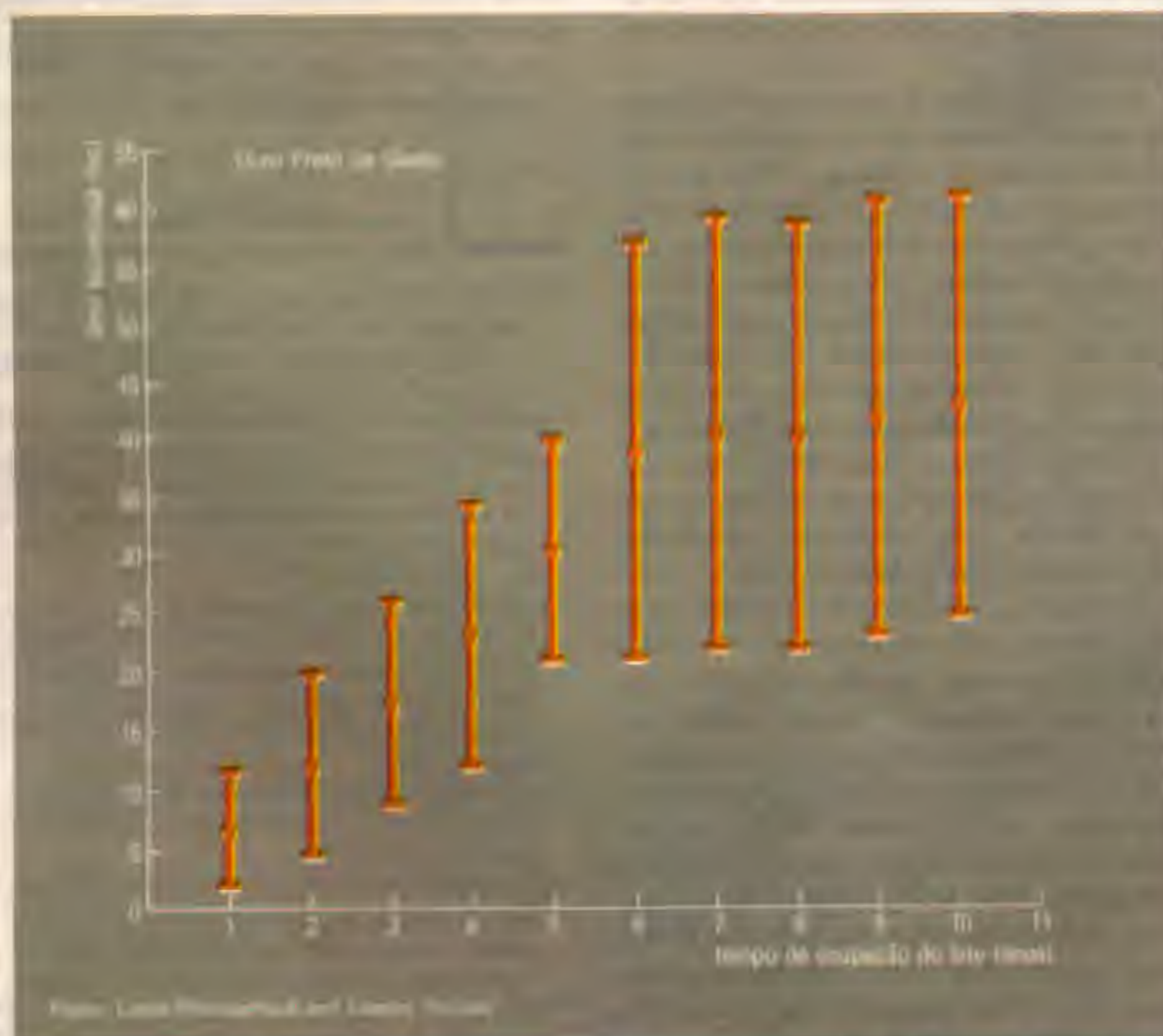


Fig. 5. Desmatamento observado numa amostra de 18 lotes ocupados pelos donos originais.

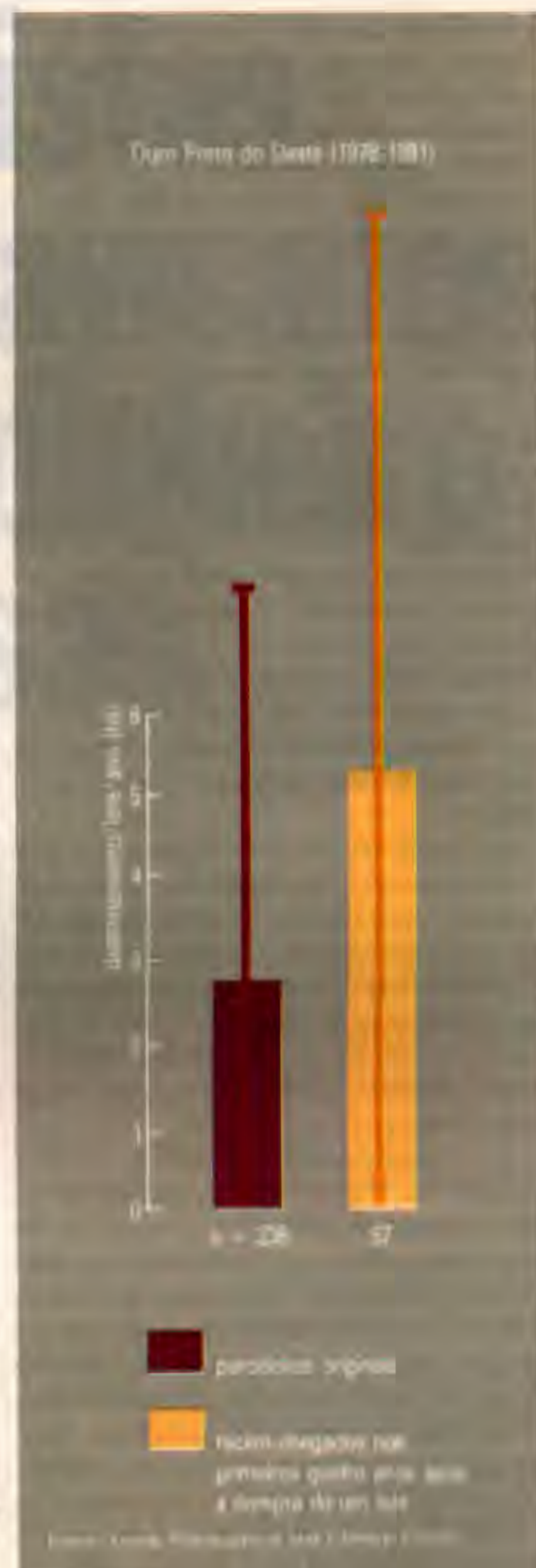


Fig. 6. Efeito do rodizio de colonos sobre as taxas de desmatamento.

lhadores agrícolas, 11 se viram desalojados, não encontrando trabalho no novo sistema de produção. A intensificação da plantação de cana-de-açúcar, encorajada pelo governo para produção de álcool, veio também expulsar de suas terras pequenos lavradores. A substituição de cafezais, que fazem uso intensivo de mão-de-obra, por culturas mecanizadas como a do trigo — determinada tanto por prejuízos decorrentes de geadas como pelos preços relativamente desfavoráveis do café frente aos da soja e outras culturas — engrossou ainda mais as fileiras dos que migraram para a Amazônia.

Na própria Amazônia, as forças mais evidentes são as da especulação com terra,



diagnóstico, e a prescrição de medidas, no caso de Rondônia pode ser ainda bastante apurado a partir da verificação de que o desmatamento não obedece a um padrão uniforme, nem mesmo nas regiões cobertas pelos projetos de colonização. De fato, em certas áreas circunscritas dentro desses projetos — mais precisamente, aquelas de implantação mais antiga —, o desmatamento prossegue a ritmos bem mais lentos, que se afastam bastante do padrão exponencial evidente quando se considera o conjunto do estado.

Um exemplo dessas áreas é a que está destacada no mapa apresentado na figura 3. Delimitamos ali um quadrado de $1/4$ de grau de latitude por $1/4$ de grau de longitude na área de Cacoal. Na figura 4, podemos observar a extensão das áreas desmatadas nesse quadrado de 1973 a 1980. As faixas verticais paralelas representam áreas desmatadas ao longo das estradas vicinais ('linhas' ou estradas laterais) que, afastadas 5 km umas das outras, dão acesso aos lotes de 100 ha dos colonos. A zona curva de derrubada que vemos no canto inferior esquerdo dos quadrados corresponde às margens da rodovia BR-364.

Por que o crescimento do desmate nesse quadrado que destacamos — embora extremamente rápido — escapa à tendência exponencial observável no conjunto do estado? A razão está no fato que toda essa área já estava distribuída em lotes de colonização em 1973, quando começou a ser estabelecida a série temporal que apresentamos. Portanto, as medições feitas refletem o comportamento de colonos já estabelecidos com o passar dos anos, e não o efeito da chegada de migrantes a uma área virgem para estabelecer novas propriedades.

Se aproximarmos ainda mais o nosso foco e, em vez de uma área dentro de um projeto, considerarmos lotes individuais, veremos que as derrubadas apresentam ainda um outro padrão. Entrevistas que fizemos no projeto de colonização de Ouro Preto, onde o governo instalou colonos em lotes de 100 ha, revelaram um fenômeno interessante. Naqueles lotes que tinham sido ocupados por um único proprietário por um período de dez anos, as áreas derrubadas tinham tido um aumento linear nos primeiros seis anos. A partir do sexto ano, no entanto — como mostra a figura 5 —, o que se observa é que a derrubada prosseguiu, mas muito mais lentamente, configurando um platô.

Neste caso, foi considerada uma amostra de 18 lotes. Numa amostra maior — de 30 lotes — pudemos observar essa mesma tendência dos proprietários originais à derrubada cumulativa até o nono ano de ocupação.

É o que se passa quando os lotes passam para outras mãos? Nas áreas já servidas por

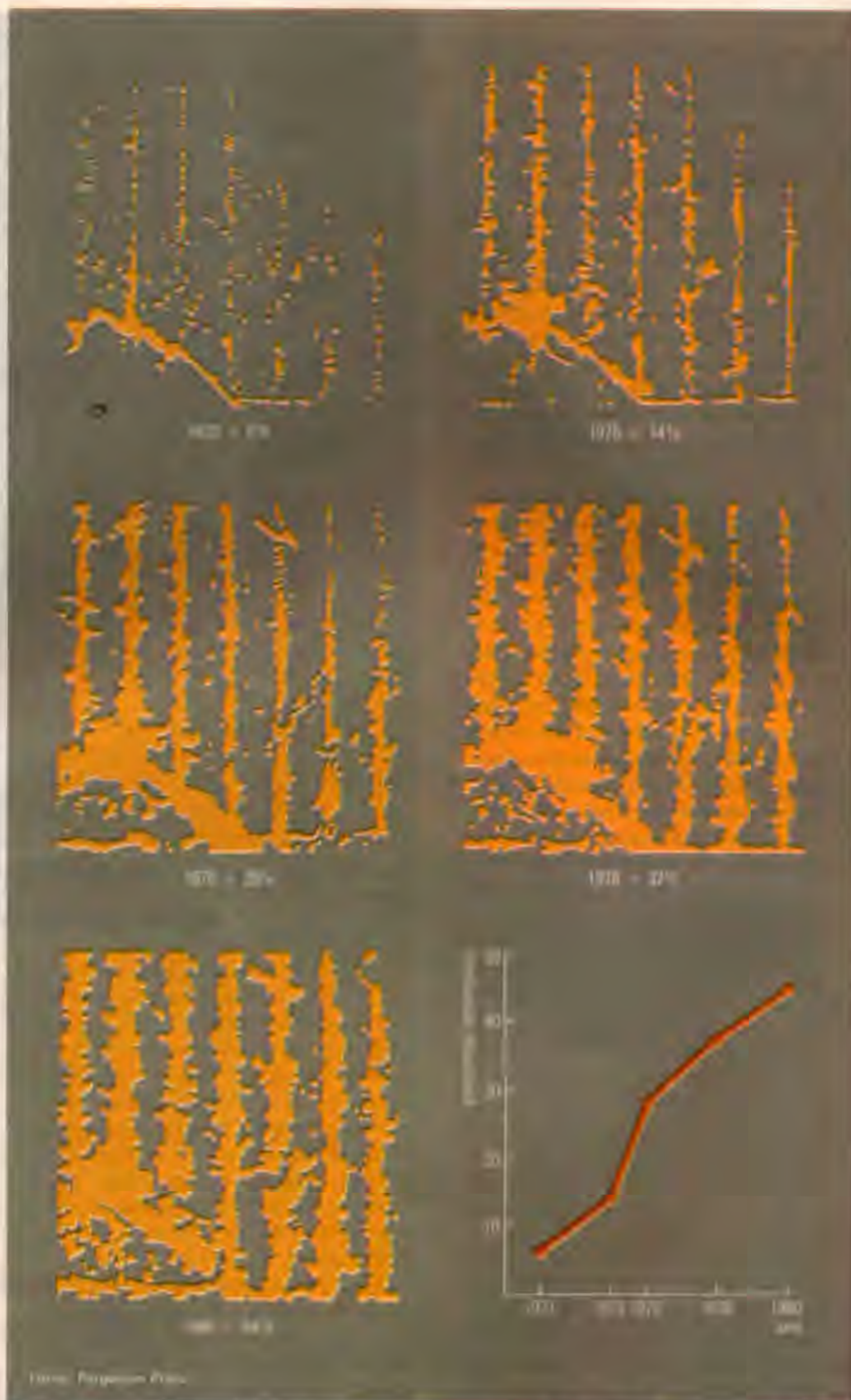


Fig. 4. A série dos desmatamentos realizados no quadrado de $1/4^\circ \times 1/4^\circ$ (delimitado na área de Cacoal) de 1973 a 1980 mostra que nessa área, já distribuída em lotes quando do início dos levantamentos, a derrubada de matas, embora extremamente rápida, não apresenta a tendência exponencial exibida pelos dados referentes ao conjunto do estado.

estradas vicinais, quando um lote é vendido, a ação do novo dono em seus primeiros anos de ocupação é geralmente semelhante à de seu antecessor ao ocupar um lote virgem: com maiores recursos financeiros e antecedentes culturais diferentes, esses segundos proprietários passam a derrubar, por ano, aproximadamente o dobro

que os colonos originais, estabelecidos há muito tempo em seus lotes (figura 6). Conseqüentemente, o ciclo se repete: durante alguns anos há um rápido aumento linear da área derrubada, seguido mais uma vez por um platô.

Há ainda outros fatores que intensificam o desmatamento praticado pelos colonos.

superestimativa resultante do uso dos dados do AVHRR. Para simular o nível de detalhe alcançado pelo AVHRR, ele compara dados de imagens com 10 m de resolução fornecidas pelo satélite francês SPOT com dados das mesmas imagens com sua resolução degradada até 1,1.

A superestimativa ocasionada pelo AVHRR seria maior em Rondônia que em outros estados, como Mato Grosso, em que nas áreas desmatadas predominam grandes fazendas. As faixas compridas e estreitas de desmatamento que caracterizam o padrão de 'espinho de peixe', comuns nas áreas de assentamento ocupadas por pequenos agricultores em Rondônia, distorceriam os resultados. Os desmatamentos com esse padrão têm largura menor que a resolução do sensor, mas não grande o suficiente para despertar na imagem a quadricula (ou pixel) inteira que cobre essa clareira.

Os estudos sobre Rondônia feitos a partir de dados fornecidos pelo LANDSAT em 1975, 1978, 1980, 1983 e 1988 também conduziram a resultados viciados, porém na direção oposta. Em vez da análise de fitas digitais em computador, todas essas estimativas baseavam-se na interpretação manual de produtos fotográficos em papel. Esse método levava à subestimação de pequenos desmatamentos e os erros cresciam quanto maior era a escala das imagens. Os estudos com imagens de 1975 e 1978 utilizaram escala de 1:500 mil enquanto os mais recentes utilizam escala de 1:250 mil. Não dispomos, até o momento, de meios de corrigir os vícios acarretados pelo método manual. Finalmente, a resolução dos sensores também varia: as estimativas referentes a 1983 utilizaram o perscrutador multiespectral (MSS) com resolução de 80 m, ao passo que as estimativas mais recentes fazem uso do mapeador temático (TM), com resolução de 30 m.

Os gráficos apresentados na figura 1 permitem a comparação entre as estimativas do desmatamento e sua taxa de crescimento em Rondônia feitas com base nos dados do satélite LANDSAT e do sensor AVHRR. Mais informações serão necessárias para se poder analisar a discrepância entre a estimativa feita pelo Inpe, aquela baseada para a área desmatada até 1988 e aquela baseada nos dados do AVHRR. Com relação à taxa de desmatamento, porém, o valor de 4.042 km²/ano derivado dos últimos dados fornecidos pelo AVHRR é o mais congruente com a tendência geral. Admitindo isto, podemos estimar que a área desmatada estará por volta de 35.700 km² em 1989, o que representa 14,7% do estado.

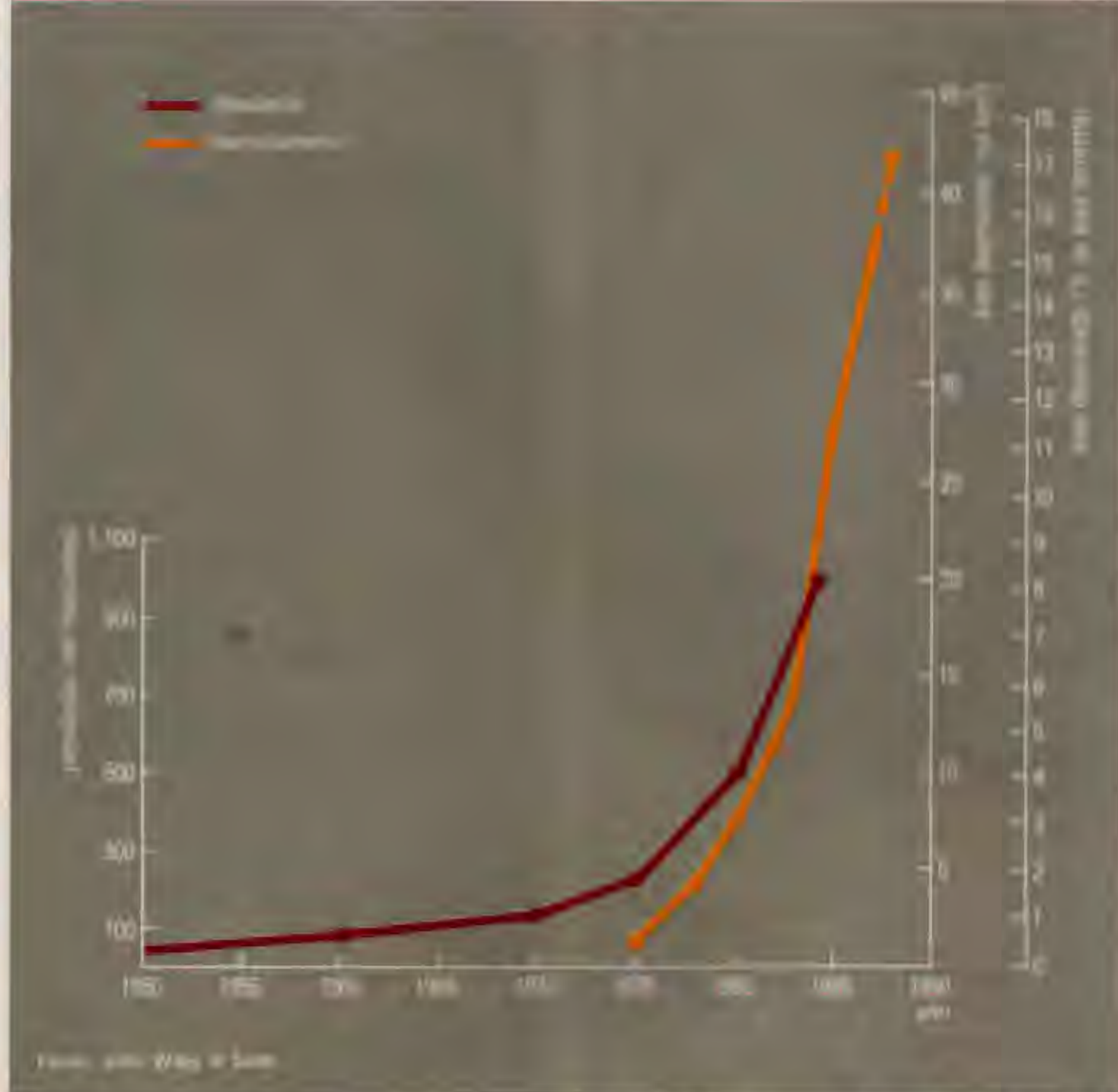


Fig. 2. Crescimento da população e da área desmatada em Rondônia: a derrubada está se expandindo em ritmo mais acelerado que a população. A linha tracejada até o ano 1988 representa uma projeção linear feita com base nos últimos dados disponíveis.

Em meio às discrepâncias entre dados e interpretações é bastante instrutivo analisar a relação entre a progressão do desmatamento e a da população em Rondônia. O que se constata, como já observamos, é que a primeira vem aumentando mais rapidamente que a segunda: entre 1980 e 1985, enquanto a população do estado cresceu a uma taxa exponencial de 14,8% ao ano, o desmatamento aumentou à taxa bem mais elevada de 24,8% ao ano (figura 2).

Outra verificação bastante grave, feita por J.-P. Malingreau, da Administração Nacional da Aeronáutica e Espaço (NASA), dos Estados Unidos, a partir das imagens fornecidas pelo AVHRR já em 1987, é a de que o desmatamento começa a se alastrar, já se tendo iniciado ao longo da rodovia BR-429, que vai até Costa Marques, na fronteira com a Bolívia (o traçado dessa rodovia pode ser visto no mapa da figura 3). Até então, a derrubada da mata no estado concentrava-se ao longo da rodovia BR-364 (Cuiabá-Porto Velho) e das estradas que fazem a ligação entre esta e Guajará Mirim e Colorado. O vale do rio Guaporé — que corresponde, aproximadamente, à metade de Rondônia — permanecia praticamente intocado. A abertura



Fig. 3. Mapa de Rondônia, com a delimitação de um quadrado (1/4° de latitude x 1/4° de longitude) na área de Cacoal: de colonização mais antiga, a região vem sendo desmatada em ritmo menos intenso que o observado no conjunto do estado.

dessa vasta área à migração e ao desmatamento é muito mais grave que a derrubada da mesma extensão de mata nas áreas ocupadas ao longo da rodovia BR-364, pois pode ser o prenúncio da ampliação explosiva e incontrolada do processo ao restante do estado.

A ESCALADA DO DESMATAMENTO

Uma vez que os dados fornecidos pelos diferentes satélites são muitas vezes incongruentes, é essencial identificar as informações mais confiáveis e submetê-las às correções necessárias se quisermos chegar a uma estimativa adequada do desmatamento que ocorre em Rondônia. Sejam quais forem, no entanto, os dados considerados, a conclusão é sempre assustadora: as áreas desmatadas crescem vertiginosamente.

Um relatório feito pela Diretoria de Sensoriamento Remoto do Instituto de Pesquisas Espaciais (Inpe) como contribuição ao Programa Nossa Natureza, do governo federal, indica que, até 1988, tinham sido desmatados 30.046 km² de florestas em Rondônia. Se somamos a esse valor um desmatamento proporcional nas áreas de cerrado, chegamos a um total de 31.623 km² (13% do estado). Essa correção pressupõe que apenas 25% da área de savana indicada no mapa do Inpe estejam expostas ao desmatamento, uma vez que o restante localiza-se em duas reservas indígenas (os desmatamentos ilegais já registrados em terras indígenas limitam-se a áreas de floresta). O valor a que chegamos para a área de cerrado que teria sido desmatada (989 km², com um ajuste para a área do estado usada no estudo do Inpe) é conservador, dada a conversão generalizada desse tipo de vegetação em pastagens e plantações de soja na área de Vilhena, na parte oriental de Rondônia. Os técnicos do Inpe se basearam, em seu estudo, em dados fornecidos pelo satélite LANDSAT.

Ocorre, entretanto, que a estimativa do Inpe não é compatível com as informações oriundas do sensor AVHRR, aparelho carregado no satélite meteorológico NOAA-9. Embora melhores fatores de correção possam, futuramente, esclarecer essa discrepância, não temos ainda meios para explicá-la. Os dados do AVHRR — interpretados por J.-P. Malingreau e C.U. Tucker, da Administração Nacional da Aeronáutica e Espaço (NASA), dos EUA — indicaram que 39 mil km² (15,1% da área de Rondônia) já teriam sido desmatados até 1987. Uma imagem de 1985 interpretada pelos mesmos pesquisadores já indicara a devastação de 27.658 km². Uma projeção linear a partir das estimativas do AVHRR para 1985 e 1987 indica que, até 1988, 41.521 km² (17,1% do estado) teriam sido desmatados até 1988.

Como o AVHRR apresenta imagens com 1,1 km de resolução, muito menos precisas que as do LANDSAT, cuja re-

solução é de 30 m, as estimativas baseadas em suas informações tornam-se menos confiáveis e é possível que a diferença nos resultados resulte dessa diferença entre os sensores.

O Inpe apresenta, como reforço de sua avaliação mais otimista, uma estimativa feita pelo Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Renováveis (Ibama) segundo a qual o desmatamento teria alcançado, em 1986, 22.913 km². Este dado, segundo Roberto Pereira da Cunha, chefe da equipe do Inpe que elaborou o estudo, lhe teria sido fornecido por Fernando César Mesquita, diretor do Ibama. Posteriormente, um relatório técnico do mesmo órgão esclareceu que o dado se referia às imagens do LANDSAT em 1987, e não 1986, o que tornou ainda maior a discrepância com os resultados baseados nos dados do AVHRR.

Como se vê, os dados sobre o desmatamento em Rondônia são, no mínimo, confusos. Parte da discrepância entre os diferentes estudos pode ser atribuída a super ou subestimativas inerentes às técnicas utilizadas em cada um. Num estudo

feito em 1986, G.M. Woodwell e colaboradores, do Instituto de Pesquisas de Woods Hole, nos EUA, concluíram que os dados do AVHRR, em razão de seu baixo grau de resolução, teriam subestimado o desmatamento em Rondônia de dois a 18%. Posteriormente, incertezas quanto aos ajustes feitos na comparação de imagens fornecidas pelo LANDSAT e o AVHRR em anos diferentes levaram os mesmos autores a concluir que um fator de correção de 1,0 (que deixa os resultados inalterados) seria o apropriado. Esse grupo de pesquisa continuou a encontrar bom grau de concordância entre os dados do LANDSAT e do AVHRR, mas atualmente acredita que o AVHRR superestima o desmatamento.

Malingreau, Tucker e colaboradores, que têm publicado várias estimativas para Rondônia baseadas em informações do AVHRR, consideram que não há necessidade de um fator de correção. Em contrapartida, um estudo feito por David Skole, da Universidade de New Hampshire, nos EUA, calculou em 18% o fator de correção necessário para compensar a

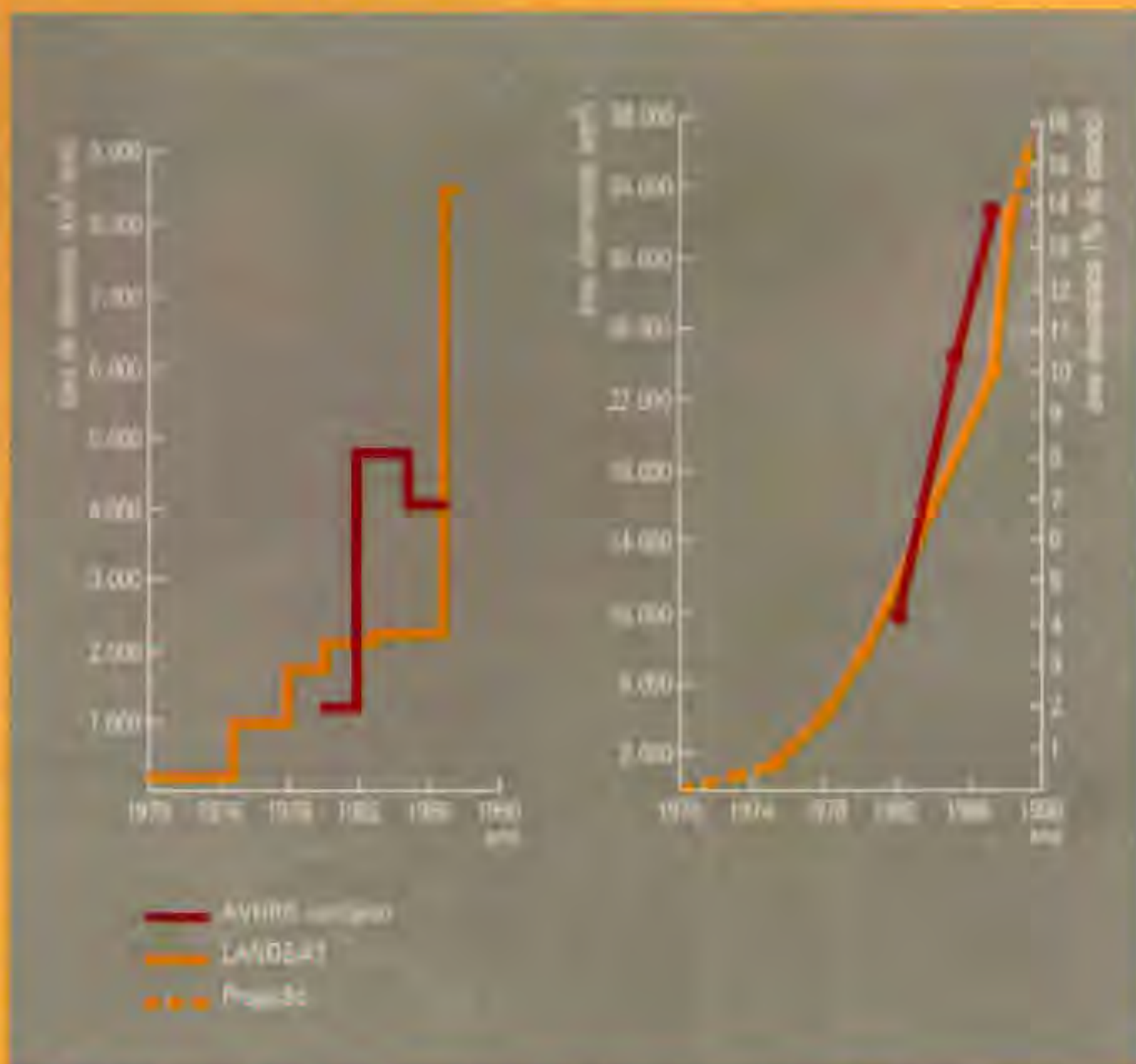


Fig. 1. O gráfico à direita mostra a extensão das áreas desmatadas em Rondônia segundo estimativas baseadas em informações fornecidas pelo sensor AVHRR (corrigidas) e o satélite LANDSAT. À esquerda, são mostradas as taxas anuais de desmatamento estimadas a partir das mesmas fontes.