

RESUMO

O comportamento dos colonos na rodovia Transamazônica, com respeito à derrubada da floresta primária e a roçagem de crescimento secundário (capoeira), é modelado como parte de uma simulação por computador com a finalidade de estimar a capacidade de suporte humano. As áreas "cortadas" (desmatadas no caso de floresta virgem, ou roçadas no caso da capoeira) são limitadas pelos recursos disponíveis aos colonos: terra, mão-de-obra e capital. Os parâmetros de entrada para a simulação são baseados em entrevistas realizadas entre os colonos em uma área de estudo localizada a 50 km a oeste de Altamira, estado do Pará. Dados do Projeto de Colonização de Ouro Preto, no Estado de Rondônia, mostram muitas semelhanças com os padrões observados em Altamira. Para fins de simulação, áreas disponíveis aos colonos, nos lotes, são classificadas pela idade de crescimento secundário, com uma classe separada para floresta virgem (i.e. não previamente derrubada pelos colonos). A probabilidade de corte, dentro de cada classe, é calculada baseando-se na proporção de anos-lote nos quais a classe era presente e era coratada. As probabilidades são de derrubada em uma parte da área na classe em questão; estes "cortes" são a preparação da terra para culturas que não sejam pastagens (a pastagem é calculada separadamente). Em Rondônia, as áreas cortadas em lotes ocupados por um único dono, aumentam linearmente ao longo de 6 anos, após o que a área desmatada aumenta muito mais lentamente. A venda de lotes aos recém-chegados leva a novos períodos de desmatamento rápido. Os efeitos do comportamento dos colonos no que se refere ao corte de floresta e de capoeira sobre a capacidade de suporte incluem os seguintes: (a) a falta de um cronograma de *pousio* (descanso) de maneira que os períodos sem cultivo sejam suficientes para restaurar a qualidade do solo, como é no caso dos *pousios* em sistemas tradicionais de agricultura itinerante, podem, potencialmente, levar à degradação do recurso e à diminuição da capacidade de suporte, e (b) o desmatamento rápido leva ao plantio de pastagens, que é associado com uma baixa capacidade de suporte humano, e (c) ultrapassar o limite máximo para desmatamento pode ser usado como um dos critérios para a determinação da capacidade de suporte.

(*) Trabalho realizado com o apoio do projeto POLONOROESTE.

(**) Departamento de Ecologia - INPA, Manaus - AM, 69 011 - CP 478.

INTRODUÇÃO

O desmatamento na Amazônia brasileira e em áreas de floresta nos trópicos úmidos em geral está aumentando constantemente e é causa de preocupação no mundo inteiro (Brasil, Presidência da República, INPA, 1979; Estados Unidos, Department of State, 1978; Estados Unidos, Interagency Task Force on Tropical Forests, 1980; Myers, 1980). A falta de dados adequados de verificação terrestre referentes a áreas específicas é, muitas vezes, um impedimento a estudos de desmatamento utilizando sensoriamento remoto, aumentando assim a dificuldade de quantificar a extensão e dinâmica deste processo. O entendimento do processo de desmatamento na Amazônia e a posterior formulação de políticas governamentais para controlar este processo, exige um conhecimento melhor das causas de desmatamento (Fearnside, 1979a, 1982a). Uma dessas causas é a preparação feita por pequenos produtores para uso agrícola, embora a maior parte do desmatamento na Amazônia ocorra em grandes fazendas de pecuária bovina. As taxas de desmatamento são afetadas pelas decisões de agricultores em optar entre a derrubada de floresta virgema e re-utilização de áreas em crescimento secundário de diferentes idades. Estas decisões também afetam a sustentabilidade das operações agrícolas dos colonos a longo prazo (Ahn, 1979; Nye & Greenland, 1960). Portanto o comportamento, no que se refere ao desmatamento e a roçagem de capoeira, afeta a capacidade de suporte humano, ou seja, a densidade da população humana que possa ser sustentada na área por tempo indefinido, dadas as suposições apropriadas sobre qualidade de vida, tecnologia e hábitos de consumo (Allan, 1949; 1965; Street, 1969). A publicação presente faz parte de um estudo mais amplo dos efeitos de diferentes fatores sobre a capacidade de suporte humano nas áreas de colonização da rodovia Transamazônica do Pará, Brasil (Fearnside, 1978, 1979b, 1983a, 1986a), e da rodovia Marechal Rondon (BR-364) Cuiabá - Porto Velho em Rondônia. Capacidade de suporte é definida operacionalmente em termos de um gradiente de probabilidades crescentes de um fracasso do colono com uma densidade populacional crescente dentro de uma faixa limitada de densidades. "Fracassos" são definidos em termos de famílias individuais caindo abaixo de qualquer um de uma série de critérios diferentes, muitos dos quais são medidas de nível de consumo.

Critérios de qualidade ambiental também podem ser aplicados, tais como a exigência de que uma certa proporção da terra permaneça em floresta. Leis brasileiras exigem que 50% da floresta em cada lote dos colonos seja deixada intacta (Decreto Lei 4.771, 15.09.1965), embora esta lei não seja feita cumprir na prática (Fearnside, 1979a). Considere-se que a capacidade de suporte foi superada quando a probabilidade de fracasso a longo prazo ultrapassa um nível considerado aceitável.

MATERIAIS E MÉTODOS

Coleta de dados

As informações sobre desmatamento da terra e práticas agrícolas foram conseguidas

através dos colonos instalados na área de colonização dirigida perto de Altamira, no Estado do Pará e Ouro Preto D'Oeste, no Estado de Rondônia (Fig. 1). Na primeira área foi delimitada uma área de estudo intensivo que inclui 236 lotes (100 ha cada) centralizada na Agroviã Grande Esperança, localizada no município de Nova Fronteira, a 3°22' latitude Sul e 52°38' longitude Oeste. A área de estudo inclui os lotes na beira da estrada do km 43 até 58, e todo o comprimento de 3 estradas vicinais (15/17, 16/18, 17/19). A colonização na área de Altamira começou em 1970 e na área de estudo intensivo em 1971. A maior parte das informações apresentadas aqui vem de entrevistas conduzidas enquanto residia na área de estudo (1974-1976) e durante sete visitas subseqüentes (1978-1980). Alguns dos dados de 1976 para cá foram coletados por assistentes de campo. Os questionários aplicados são de dois tipos, um relacionado a derrubada e decisões quanto ao uso da terra para o lote como um todo e outro para a informação relacionada com a história de cada campo individual. A maior parte das informações sobre o tamanho das áreas vem das respostas dos colonos, embora alguns campos tenham sido medidos usando-se um telemetro com um alcance de 500 m, (Topcon modelo DM-500). Foi possível uma primeira confirmação visual em muitas outras áreas, pois foram tiradas amostras de solo na maioria dos lotes. Algumas das derrubadas maiores foram medidas pelos próprios colonos, pois os colonos financiados freqüentemente usam o trabalho pago numa base contratual por área. Os dados coletados pelas agências do governo, sobre áreas de derrubadas, podem estar algumas vezes errados, pois, se foram feitos empréstimos para as derrubadas, as áreas apresentadas pelos colonos podem estar mal calculadas (normalmente inflacionadas) para concordarem com as áreas especificadas nos termos do empréstimo. Na medida em que mais colonos ultrapassam o máximo legalmente permitido de 50% de área desmatada pode-se esperar que reverta-se o sinal de vício nos relatórios oficiais. Nenhum dado governamental sobre derrubada foi usado no presente estudo e acreditamos que os dados estão livres de maiores vícios.

A coleta de dados na segunda área de estudos foi empreendida entre setembro de 1980 e fevereiro de 1982 em 182 lotes espalhados sobre aproximadamente 300.000 ha do Projeto de Colonização Integrada de Ouro Preto, centralizado na cidade de Ouro Preto D'Oeste (10° 44'75" latitude Sul; 62° 13'30" longitude Oeste). Estabelecimentos mais antigos estão sobre-representados, pois a maioria dos lotes mostrados estão a 20 km da rodovia Cuiabá-Porto Velho (BR-364), embora alguns estejam ao dobro dessa distância. A coleta de dados firma-se em respostas a entrevistas usando-se questionários semelhantes aos usados na rodovia Transamazônica associado a um que traça a história de cada área desmatada para a frente, partindo do ano da derrubada da floresta virgem. A maioria das entrevistas em Rondônia foi feita por assistentes de pesquisa.

Procedimento para simulação

Para o sistema agrícola da rodovia Transamazônica foram feitas simulações usando-se um programa FORTRAN chamado 'KPROG2', que foi escrito para estimar a capacidade de suporte humano sob as condições predominantes na área, e sob essas condições modificadas por várias suposições alternativas (Fearnside, 1979b). Foram feitas execuções, determinís-

ticas e estocásticas. Execuções estocásticas incluem a distribuição de probabilidades ao redor das médias para diversos parâmetros. Nas execuções determinísticas somente um lote é simulado, enquanto nas execuções estocásticas os cálculos são baseados em 10 lotes simulados de 25 ha cada (um quarto do tamanho dos lotes reais na rodovia Transamazônica). O tamanho da família do colono é fixada em 6 pessoas e todos os tipos de colonos são incluídos (Fearnside, 1982b). São feitos cortes simulados e alocações para uso da terra em pedaços de terra hipotéticos de 0,25 ha de área.

No modelo, as decisões sobre corte são parte do setor de distribuição de recursos. Os pedaços de terra disponíveis para alocação são "cortados", ou preparados para plantio, em uma sequência guiada pela preferência do colono simulado para as diferentes categorias de terra disponíveis para ele, para corte.

Os pedaços a serem cortados são escolhidos entre aqueles que não estão ocupados por uma plantação que impossibilitaria o uso do pedaço para outra plantação. São excluídos pedaços plantados com cultura permanente, pasto ou mandioca (tanto mandioca brava como macaxeira) que ainda não tenha completado o ciclo de crescimento. São excluídos também trechos que tenham estado sob cultivo contínuo pelo número máximo de anos permitido antes que o mato torne impossível o plantio de uma nova cultura sem um período intermediário de pousio. Aqui o "cultivo contínuo" inclui culturas anuais, culturas perenes, pastos e "terra nua ou ervas daninhas" (menos que 240 dias). O período intermediário de pousio deve ser pelo menos até o estágio de crescimento secundário (mais que 240 dias). O número máximo de anos permitido para cultivo contínuo é um parâmetro de entrada, sendo usado um valor de dois anos para combinar com a prática habitual na rodovia Transamazônica.

Cada pedaço disponível é destinado a uma categoria de desmatamento, dependendo da idade da vegetação secundária, com uma categoria separada para a floresta virgem (floresta que ainda não foi cortada pelos colonos).

O financiamento para operações de corte é determinado (Fearnside, 1982b) e cortes financiados são executados antes dos outros tipos de cortes. Para pedaços ainda não influenciados pelos financiamentos para derrubada virgem, a categoria de corte do pedaço a ser limpo é escolhida entre as categorias para as quais existem alguns pedaços disponíveis no lote. Isso é feito baseando-se nas probabilidades de corte, que representam as probabilidades de corte de alguma área da terra na classe em questão, dadas ambas, a existência da terra virgem e a presença de terra da categoria, no lote simulado. Essas probabilidades são somente para limpar a terra para outros usos que não pasto, sendo pasto plantado depois de outros usos (Fearnside, 1982b). O corte e as alocações subsequentes de uso da terra continuam até que os recursos de terra, mão-de-obra e capital dos colonos se tenham esgotado.

RESULTADOS

CORTE POR COLONOS

Rodovia Transamazônica

As probabilidades de corte dentro das diferentes categorias de terra, de acordo com respostas a questionários, são dadas na Figura 2. Estas foram usadas na simulação das decisões dos colonos na rodovia Transamazônica. As probabilidades de que um campo seja queimado em seguida a derrubada foram de 0,271 ($n = 48$) para terra em pousio de menos de 8 meses, e 1,0 nos casos de terra em pousio de 8 meses a 2 anos ($n = 20$), para acima de 2 anos ($n = 5$) e para floresta virgem ($n = 247$). As probabilidades que uma mata de crescimento secundário mais antiga do que o campo em questão estivesse presente no lote e fosse deixada sem corte foi de 0,295 ($n = 17$) no caso de pousio da terra menor que 8 meses e de 0,077 ($n = 13$) no caso de pousio da terra de 8 meses a 2 anos.

As probabilidades na Figura 2 referem-se ao preparo de terra para outros usos que não pasto. Para corte em terra para uso de pasto a probabilidade é de 1,0 ($n = 22$) de que terra da categoria "terra nua ou ervas daninhas" (terra sem cultivo por menos de 8 meses) seja limpa para esse fim, dados ambos, a disponibilidade da terra dessa categoria e o fato de que o pasto tenha sido plantado em algum lugar no lote no ano em questão. De 24 campos limpos para pastagem, quatro foram queimados (16,7%). Seis dos 24 campos (25%) pertenciam a colonos que tinham gado; deve-se notar que isso se aplica ao período de 1973-1976, e uma proporção substancialmente mais alta de colonos subsequentemente adquiriram gado. Nenhum dos colonos com gado no tempo do plantio de pasto queimaram os campos como parte do processo de preparação da terra: a probabilidade de queimadas portanto pode ser menor atualmente, ao menos para campos plantados para pastos em seguida a uma cultura anual. Deve-se notar que todos menos um dos 24 campos da amostra plantados para pasto estavam na categoria "terra nua ou ervas daninhas" (sem cultura há menos de 8 meses), sendo a única exceção um campo virgem no qual a queimada foi tão pobre que uma cultura anual não podia ser plantada. A crescente quantidade de gado na área desde a amostra bem como a orientação de pecuária dos colonos mais ricos recém-chegados, pode estar contribuindo para mais pastos estarem sendo plantados em campos limpos de vegetação secundária mais antiga ou de floresta virgem, assim necessitando de queimadas como parte da preparação da terra.

O número de anos em que a terra esteve sob cultivo contínuo pode influenciar a frequência com a qual um campo na condição "terra nua ou ervas daninhas" em seguida a uma colheita seja limpo (preparado) para novo plantio. Isso deveria ser especialmente possível se o plantio a ser feito não for pasto, pois o mato e outros problemas resultarão em produções mais baixas. Para a categoria de "terra nua ou ervas daninhas" para culturas que não sejam a pastagem, a probabilidade de derrubada em um campo sob cultivo contínuo por 1 ano é de 0,804 ($n = 51$), e por 2 anos é de 0,750 ($n = 9$). Por 3 anos, no único caso disponível houve derrubada; se incluirmos esse caso agrupado aos outros campos com 2 anos de cultivo, a probabilidade será 0,778 ($n = 8$). No caso do pasto cultivado como a

cultura subsequente, a probabilidade é 1,0 para ambos os campos de 1 ano de idade ($n=16$) e dois anos ($n = 6$). O tempo médio sob cultivo contínuo em terra plantada em pastos é 1,27 anos ($DP = 0,46$, $n = 22$), enquanto que o tempo médio em campos cultivados em outras colheitas é de 1,17 anos ($DP = 0,42$, $n = 60$).

As taxas de derrubada da floresta virgem na rodovia Transamazônica para todas as finalidades estão apresentadas na Tabela 1. As áreas derrubadas cumulativas, expressas em porcentagens de área do lote, estão na Figura 3 ($n = 60$ lotes).

Rondônia

As decisões dos colonos em derrubar de preferência a mata de crescimento secundário, ao invés da floresta virgem, está estreitamente ligada ao uso da terra que se pretende. É muito mais provável que se plante pastagem para gado em terra com capoeira ou ervas daninhas em seguida a colheita anual, enquanto a floresta virgem é normalmente derrubada quando se pretende um cultivo perene. Vegetação primária e secundária tem igualmente altas probabilidades de serem cortadas para plantio de culturas anuais.

O rodízio na população de colonos acelera a expansão de áreas desmatadas, pois a derrubada de floresta virgem é maior entre os colonos recém-chegados para os primeiros 4 anos após a chegada do que entre os proprietários originais de lotes (Fig. 5). As quantidades derrubadas variam muito entre os colonos e para o mesmo colono em diferentes anos. Quando um colono recém-chegado compra um lote, ele frequentemente gasta um ano ou dois anos cortando a vegetação secundária deixada pelo dono anterior do lote antes que o nível mais acelerado de desmatamento se reflita na derrubada de floresta virgem (Fig. 6), mesmo depois de ter reduzido ou eliminado a reserva de capoeira, os colonos continuam a derrubar em pulsos, cortando uma área grande em um ano seguido por um ano sem derrubar. Calculando a média de derrubada ao longo de um período de quatro anos faz com que essas irregularidades tendem a desaparecer (Fig. 6).

O padrão de derrubada em um lote durante o período de qualquer um dos proprietários mostra um aumento linear por cerca de seis anos seguido por um platô quando a derrubada se nivela. A tendência na derrubada cumulativa por proprietários originais até o décimo ano de ocupação, mostrado na Figura 7 ($n = 18$ lotes), é idêntica a tendência para uma amostra maior até nove anos de ocupação ($n = 30$ lotes).

Desmatamento Simulado

Desmatamento simulado do programa de estimativa de capacidade de suporte KPROG2 é mostrado na Figura 8. As probabilidades de corte da Figura 2 foram usadas como parâmetros de entrada.

DISCUSSÃO

PADRÕES DE DERRUBADA OBSERVADOS

Rodovia Transamazônica

As decisões observadas dos colonos no que se refere a derrubada de floresta e roçagem

de capoeira indicam probabilidades muito altas de corte de ervas daninhas ou capoeira jovem (Fig. 2). Isto leva a conclusão de que os colonos não estão seguindo o padrão de agricultores itinerantes tradicionais de deixar a terra descansar em pousio por um tempo suficiente que lhe permita regenerar seu primitivo potencial produtivo pela regeneração da fertilidade do solo, restaurando a estrutura do solo ao estado incompactado que caracteriza solos de floresta, e reduzindo as perdas por ervas daninhas, pragas e doenças de plantas. As áreas convertidas ao cultivo perene, tais como cacau (*Theobroma cacao*) e pimenta-do-reino (*Piper nigrum*), não são mais do que uma pequena fração da área desmatada, sendo a maioria da terra plantada ou em culturas anuais (principalmente arroz de sequeiro) ou capim colômbio (*Panicum maximum*). Não se pode esperar que as culturas anuais produzam numa base sustentada se não houverem os pousios adequados ou o suprimento, através de adubação de número grande de necessidades nutritivas das plantas (Sánchez, 1977; Sánchez et al., 1982), o que atualmente não é econômico (Fearnside, 1985). O resultado mais comum é que com o passar do tempo uma porção de terra cada vez maior seja convertida em pastagem de gado.

Deve-se notar que é a altura e não a idade de um trecho de capoeira que determina a roçagem (corte) pelos agricultores tradicionais na maior parte da Amazônia. A taxa de crescimento da vegetação secundária está provavelmente relacionada às várias propriedades do solo as quais deterioram com o cultivo repetido ou prolongado. Na área de colonização da rodovia Transamazônica, a regeneração da capoeira é ainda bastante rápida, trechos de imbaúba (*Cecropia*) atingindo aproximadamente 3 m de altura depois de um ano, 5-7 m depois de dois anos, e 9-12 m depois de três anos. As atividades agrícolas na área de estudo da rodovia Transamazônica eram recentes demais na época da coleta de dados para a computação das probabilidades de corte nos trechos de vegetação secundária nas categorias mais antigas.

As taxas de derrubada de floresta virgem (Tabela 1) são mais altas nos anos de 1972 e 1973 do que em outros anos. Existem várias razões possíveis para isso. Um fator chave é a disponibilidade de financiamento. Em contraste com anos posteriores, durante este período houve uma promoção maior de financiamento pela agência de extensão agrícola do governo e era menor a porcentagem dos colonos não qualificados para receber novos financiamentos por falta de pagamento de empréstimos passados. Os termos dos empréstimos para derrubada virgem eram também mais favoráveis do que em anos posteriores: começando em 1974, a concessão de empréstimos com um período de carência de três anos, pagamentos em oito anos e juros de 7% ao ano, foi interrompido e substituída por um programa de empréstimos sem período de carência, pagamentos em um ano e juros de 10% ao ano. Também, antes de 1974, o sistema financeiro encorajava a derrubada da floresta virgem, em vez da mata de crescimento secundário, pois os empréstimos para roçagem da capoeira não tinham período de carência e tinham pagamentos de apenas um ano. Nos primeiros anos não se podia esperar muito o uso da capoeira, pois a área de ocupação muito nova não tinha tanto crescimento secundário disponível.

A variabilidade das taxas de desmatamento em qualquer determinado ano é bastante alta como se pode ver nos desvios padrão na Tabela 1. Na taxa de desmatamento média para Derrubada da floresta ...

o período de 1971-1975 que era 3,49 ha/ano/lote, o lote médio de 100 ha ultrapassaria o máximo permitido de derrubada de 50% depois de 14 anos e estaria 100% limpo depois de 29 anos de ocupação. Entretanto, devido a alta variabilidade entre os colonos, vários lotes estavam além do limite de 50% depois de nove anos após o início da ocupação e uns poucos lotes na área de colonização de Altamira estavam completamente limpos nessa época. As diferenças entre os colonos relativas as taxas de derrubadas se devem principalmente às diferenças nos recursos de capital, do qual uma parte vem de financiamentos embora uma parte substancial também venha do patrimônio inicial do colono, especialmente no caso dos colonos mais recentemente chegados na área.

Pode-se esperar que o rodízio da população de colonos resulte num aumento das taxas de derrubadas, a medida em que os colonos recém chegados vão substituindo os colonos patrocinados pelo governo. Os antecedentes dos recém-chegados diferem de maneira significativa daqueles dos colonos originais (Fearnside, 1982b). É mais provável que os recém-chegados adotem pecuária como estratégia de desenvolvimento para o lote bem como tenham mais capital para aplicar na realização desse esquema de que os colonos originais. Pecuária é uma atividade que poderá facilmente ocupar áreas bem maiores do que os lotes de 100 ha da área de colonização, assim levando o desmatamento ao limite máximo permitido pelos seus recursos. Deve-se notar que geralmente o desmatamento e o plantio são limitados pelas restrições do capital e da mão-de-obra do colono em vez de serem pelas exigências de satisfação de subsistência a qual limita frequentemente os esforços agrícolas entre os agricultores tradicionais (Nietschmann, 1971).

Um fator que poderia diminuir potencialmente as taxas de derrubada é a exigência do Instituto Brasileiro de Desenvolvimento Florestal (IBDF), começando no ano agrícola de 1979-1980, de que o pré-requisito para a aprovação de um financiamento bancário seja a obtenção de um certificado de que o máximo de 50% de derrubada não tenha sido ultrapassado. Não houve aumento na pequena área do quadro de funcionários do IBDF; permanece a ser visto se essa exigência será cumprida e se a taxa de derrubada será afetada. Ao interpretar a derrubada observada na rodovia Transamazônica (Tabela 1 e Fig. 3), deve-se lembrar que o local em questão tem muitas diferenças significantes em relação a outras áreas submetidas ao desmatamento na Amazônia brasileira. Nessa área de colonização dirigida, a densidade de colonos é basicamente constante, enquanto que nas outras áreas mais espalhadas de colonização não planejada o influxo de posseiros é uma força importante para o aumento de desmatamento em uma base de grandes áreas, mesmo se cada indivíduo derrubar uma área relativamente pequena cada ano. A área da Transamazônica tem também lotes de um tamanho uniforme, o que não é a situação em áreas de ocupação espontânea ou em área de grandes fazendas corporativas. A situação da titulação da terra na área de colonização é também atípica na Amazônia como um todo. Os colonos com lotes devidamente demarcados e documentados estão livres da pressão de ter que desmatar tão rápido quanto possível como meio de estabelecer o direito a posse da terra (Fearnside, 1979a), embora algum desmatamento seja necessário para estabelecer os direitos a um título definitivo. Os pequenos produtores na rodovia Transamazônica também têm acesso à crédito; a maioria dos pequenos agricultores em outras partes da Amazônia não têm essa ajuda para sua

capacidade de desmatamento pois a política bancária impede que sejam concedidos empréstimos a posseiros.

Rondônia

No Projeto de Colonização de Ouro Preto em Rondônia, os padrões de derrubadas mostram muitas semelhanças com aqueles ao longo da rodovia Transamazônica. Pastagens para gado ocupam a maioria das áreas desmatadas em Ouro Preto D'Oeste: 39,5% da área desmatada em 105 lotes observados em 1980 por Leite & Furlley (1985) e 49% da área desmatada em 100 lotes observados em 1980 por Léna (1982). Crescimento secundário é geralmente cortado em idade nova e mais frequentemente para ser substituída por pasto invés de permitir a regeneração para futuros ciclos de culturas anuais. Especialmente entre os muitos recém-chegados à região Amazônica, parte da razão para eliminação de vegetação secundária é o estigma social que acompanha aquele que é considerado "quisaceiro" (produtor de vegetação secundária) com a insinuação de preguiça. Terra deixada em pousio tem po suficiente para formar vegetação secundária mais adiantada muitas vezes é limitada a pequenos trechos onde alguma circunstância especial impossibilita o corte, tal como o risco de queimada acidental em plantação de cacau adjacente.

Culturas perenes estão em grande parte plantadas em áreas que foram derrubadas de floresta virgem em vez de vegetação secundária (Fig. 4) devido às políticas de agências governamentais tais como a CEPLAC (Comissão Executiva para o Plano da Lavoura Cacaueira) que requer, como pré-condição para aprovação do financiamento bancário, que a plantação seja em terra virgem. Frequentemente a necessidade maior da mão-de-obra exigida pela cultura perene (Fearnside, 1982b) retarda as derrubadas subsequentes.

A tendência geral de aumento em áreas desmatadas é semelhante nos dois projetos de colonização (Figs. 3 e 4). O aumento aproximadamente linear nos primeiros anos de colonização de Altamira (Fig. 3) é basicamente comparável aquele na amostra mais controlada de um determinado grupo fixo de proprietários originais de lotes em Rondônia (Fig. 4), sendo que nesses primeiros anos a maioria dos lotes ainda eram ocupados pelos colonos originais e muitos (não todos) os dados estão completos pelo período de tempo.

O crescimento acelerado em áreas desmatadas observado em áreas geográficas maiores em Rondônia (Fearnside, 1982a) é devido a efeitos tais como a aceleração de desmatamento resultante do rodízio dos lotes (Fig. 5), a taxa crescente de derrubada pelos colonos quando o acesso a um lote por estrada é iniciado ou melhorado, o fluxo contínuo de novos imigrantes para Rondônia de outras partes do Brasil, especialmente do Estado do Paraná. Assim como na rodovia Transamazônica, parte da explicação para as taxas aumentadas de derrubadas por recém-chegados adquirindo lotes está nos recursos financeiros significativamente maiores trazidos por eles para a área, comparando-se com os colonos originais (Fearnside, 1982b).

Derrubada Simulada

Os colonos simulados desmatam sua terra mais rápido do que as taxas médias de derrubadas na área de estudo intensivo da rodovia Transamazônica (Fig. 8). Em parte isso é devido à suposição super-otimista de falta de limitações causadas pelos custos fixos de Derrubada da floresta ...

derrubada virgem usando mão-de-obra familiar (Fearnside, 1982b). Mais importante, talvez, seja a *suposição otimista na simulação* que o dinheiro de financiamentos recebidos do Banco do Brasil seja realmente usado no pagamento de mão-de-obra de desmatamento em vez de ser gasta uma parte substancial em consumos, como é frequente com os colonos reais. A discrepância é mais visível quando se nota que a quantia financiada para a derrubada, na época para a qual as cifras monetárias se aplicam de janeiro de 1975, é aproximadamente o dobro da quantia necessária para desmatar as áreas requeridas pelos termos dos empréstimos (se for considerado apenas o custo da mão-de-obra). Para um empréstimo para uma derrubada de tamanho padrão em 6ha, os Cr\$1.037/ha recebidos pagariam pela mão-de-obra de desmatar 12,32 ha pelas taxas dominantes para trabalho contratado (Cr\$15/homem-dia para 13,8 homem-dia/ha em julho e outubro, e Cr\$20/homem-dia para 14,9 homem-dia/ha em agosto e setembro). As áreas a serem desmatadas podem aumentar mais se a mão-de-obra contratada não for usada para toda a operação de corte e for suplementada pela mão-de-obra da família durante os meses de pico da necessidade de trabalho. A duração do tempo de que o colono simulado pode dispor para contribuir para o esforço de desmatamento quando estão gerenciando mão-de-obra contratada provavelmente é otimista também. Por todas estas razões, os colonos simulados têm uma maior capacidade de desmatar áreas maiores do que a média dos colonos reais na rodovia Transamazônica. Essa maior capacidade deveria resultar em uma estimativa tendente para cima quanto à capacidade de suporte da área.

Comportamento de Corte e

Capacidade de Suporte

O fato de que ervas daninhas e vegetação secundária muito nova sejam comumente *regados* pelos colonos, significa que as propriedades do solo não se regeneram devidamente durante os períodos de pousio para permitir colheitas anuais desenvolvidas numa base de sustentação. Pode-se esperar que a degradação resultante dos períodos de pousio inadequados diminua a capacidade de suporte para uma área onde muitos colonos dependem de culturas anuais como fonte principal de subsistência e dinheiro.

Desmatamento rápido está estreitamente ligado à expansão de pastagens para gado na rodovia Transamazônica e em outros lugares da Amazônia. Esse efeito funciona dos dois lados: desmatamento rápido encoraja plantação de pasto, pois isso pode ser feito a custos baixos e ocupa áreas que de outra maneira seriam deixadas para reverter em mata de crescimento secundário, um uso visto como improdutivo pelos colonos; pasto também encoraja desmatamento rápido pois são requeridas áreas extensas para pecuária (Fearnside, 1983b). Pastagem está ligado a uma capacidade de suporte humano baixa devido a requerer pouca mão-de-obra, uma baixa taxa de retorno por unidade de área e a sustentabilidade econômica duvidosa da pecuária da área devido à invasão de vegetação secundária e esgotamento do fósforo do solo (Fearnside, 1979d, 1980). Pode-se também considerar a derrubada como parte de uma série de critérios definindo capacidade de suporte. Exceder um limite máximo aceitável de desmatamento, como os 50% especificados pela lei brasileira, pode ser considerado como uma indicação de fracasso do colono assim como outros, tais

como um critério mínimo de nutrição e nível financeiro de vida. Pode-se esperar que a derrubada na floresta Amazônica continue até que toda a terra disponível esteja exaurida como consequência de: a) padrões não sustentáveis de uso de terra desmatada; b) conversão para pastagem, que pode ser plantado em áreas grandes com pouco esforço, criando uma demanda por mais derrubadas para subsistência e culturas para venda, inclusive mais pastos e c) a limitação de áreas desmatadas só pela mão-de-obra do colono e recursos de capital (inclusive financiamento), em vez de ser através de um mecanismo sujeito a um controle, interno ou externo. O resultado inevitável desses fatores é a eventual ultrapassagem de quaisquer limites aceitáveis que poderiam vir a ser especificados. O critério de derrubadas para a capacidade de suporte deixa evidente a impossibilidade de satisfazer demandas infinitas com recursos finitos.

CONCLUSÕES

1) Colonos individuais derrubam rapidamente inicialmente mas atingem uma estabilização depois de aproximadamente seis anos.

2) Desmatamento anual é altamente irregular: colonos derrubam em arrancadas.

3) Rodízio de colonos acelera a marcha da derrubada (em parte devido a maiores reursos financeiros dos recém chegados).

4) Vegetação secundária muito nova é cortada para culturas anuais (que não é uma prática sustentável).

5) Campos em palhada após a colheita (campos ceifados) e vegetação secundária nova são usados para plantio de pasto, impedindo regeneração e causando derrubadas contínuas para agricultura arável. (obs: pasto não sustentável).

6) Plantam-se perenes normalmente em terras de floresta virgem derrubada (devido em grande parte às restrições de financiamento). Altas exigências de mão-de-obra por perenes desacelera a derrubada subsequente.

7) A capacidade de suporte humano está ligada ao comportamento de desmatamento pela baixa sustentabilidade dos agro-sistemas implantados e pela inclusão de critérios ambientais entre aqueles que definem o fracasso.

8) Deve-se notar que, enquanto o desmatamento é significativo nos projetos de ocupação de pequenos colonos dirigidos pelo governo, a maioria da derrubada na Amazônia brasileira como um todo é feita por fazendeiros, posseiros e especuladores.

AGRADECIMENTOS

A ajuda financeira do Programa do Trópico Úmido do Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico foi essencial em ambas as fases do trabalho de campo (1974-76 e 1978-82). Fundos da National Science Foundation Dissertation Improvement Grant GS-42869, uma bolsa pré-doutoral de Resources for the Future, e duas bolsas do the Derrubada da floresta ...

Institute for Environmental Quality também ajudaram durante o primeiro período do trabalho de campo. Trabalho em Rondônia financiado pelo Componente Ciência e Tecnologia do Projeto POLONOROESTE. Agradeço ao INCRA, EMATER, e EMBRAPA pelo suporte logístico na rodovia Transamazônica, bem como ao Museu Paraense Emílio Goeldi, Museu de Zoologia da Universidade de São Paulo, e INPA. Em Rondônia CODARON, CEPLAC, INCRA, EMBRAPA, e ASTERRO, contribuíram com suporte logístico. Agradeço a Josué André Pereira (Altamira) e Gabriel de Lima Ferreira (Ouro Preto) pela assistência no campo. Judith G. Gunn fez comentários úteis quanto ao manuscrito. Agradeço à Leeds Philosophical and Literary Society pela permissão de publicar esta tradução (Fearnside, 1984). Os próprios colonos merecem os maiores agradecimentos. Nenhuma das opiniões emitidas são da responsabilidade das organizações que sustentaram o projeto.

SUMMARY

The behavior of colonists on Brazil's Transamazon Highway with respect to felling virgin forest and clearing second growth is modeled as a part of a computer simulation designed to estimate human carrying capacity. Areas cleared are limited by the resources available to the colonists: land, labor, and capital. Input parameters for the simulation are based on interviews conducted with colonists in a study area located 50 km west of Altamira, in the State of Pará. Data from the Ouro Preto Colonization Project in the State of Rondônia show many similarities with the patterns observed in Altamira. For purposes of simulation, areas available to colonists in their lots are classed by age of second growth, with a separate class for virgin forest (not previously felled by colonists). The probability of clearing each class is calculated based on data representing the proportion of lot-years in which the class was present and was cleared. The probabilities are for clearing some part of the area of the class in question; these "clearings" are preparations of land for crops other than pasture (pasture is calculated separately). In Rondonia, cleared areas in lots occupied by a single owner increase linearly for about six years, after which a plateau is reached. Lot sales to newcomers lead to renewed periods of rapid clearing. The relations of clearing behavior to carrying capacity include: (a) the lack of a fallowing schedule with uncultivated periods sufficient to restore soil quality, such as those in traditional systems of shifting cultivation, can potentially lead to degradation and lowering of carrying capacity, (b) rapid deforestation leads to the planting of pasture, which is linked to low human carrying capacity, and (c) exceeding a maximum limit for felling can be taken as one of the criteria for determining carrying capacity.

Tabela 1. Taxas de desmatamento em lotes dos colonos na rodovia Transamazônica.

Ano da Derrubada	Área média desmatada/ lote durante o ano(ha)	Desvio Padrão	Número de observações (lotes)
1971	2,29	4,25	122
1972	4,29	4,43	120
1973	5,44	4,50	122
1974	2,77	4,40	124
1975	3,23	3,22	34

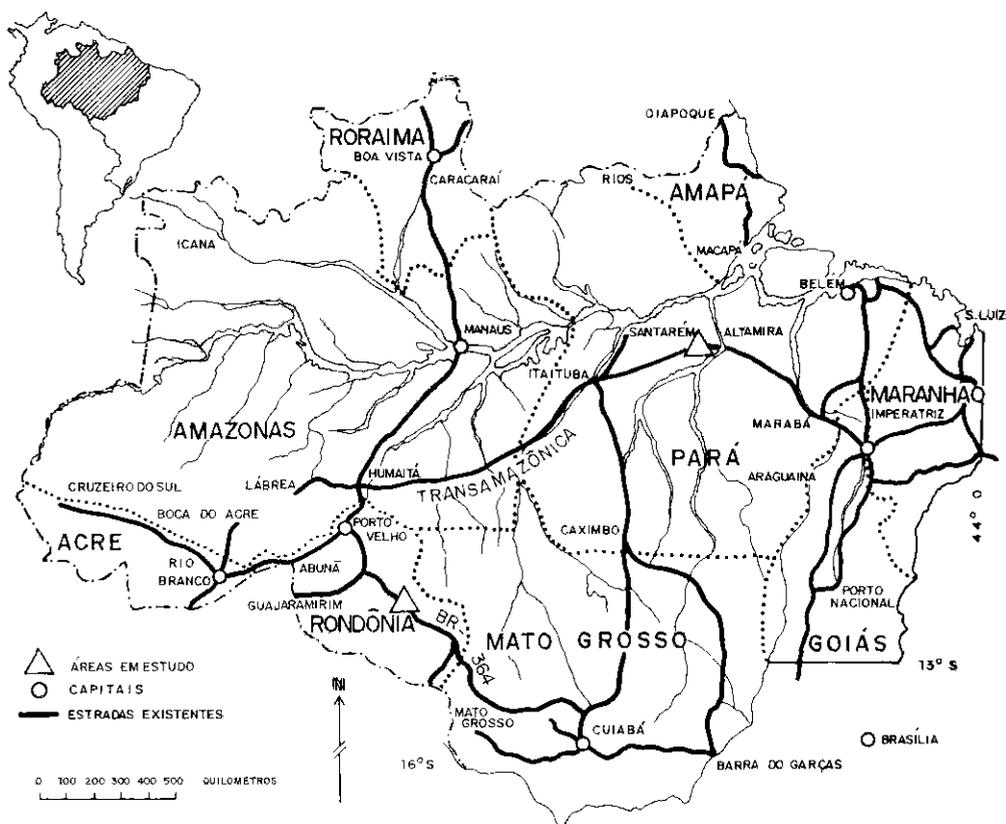
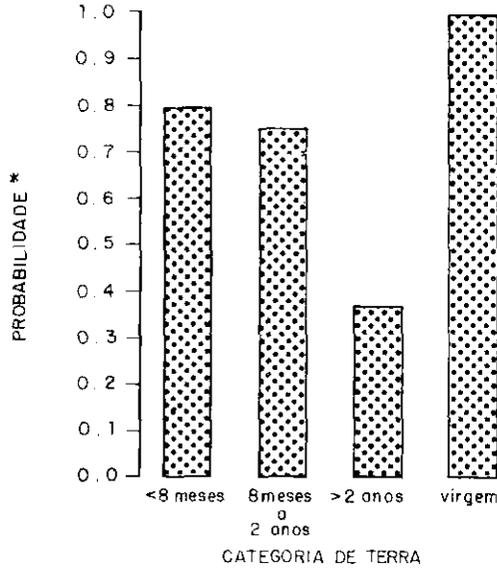


Fig. 1. Mapa da Amazônia Legal brasileira, indicando áreas de estudo na rodovia Transamazônica no Pará e a rodovia Marechal Rondon (BR-364) em Rondônia.

PROBABILIDADES ANUAIS DE CORTE, POR CATEGORIA DE TERRA
Rodovia Transamazônica, PARÁ



* Probabilidade de preparar alguma área de terra da categoria para usos que não sejam pastagem, dado que terra da categoria está disponível, assim como floresta virgem

Fig. 2. Probabilidades de corte na rodovia Transamazônica.

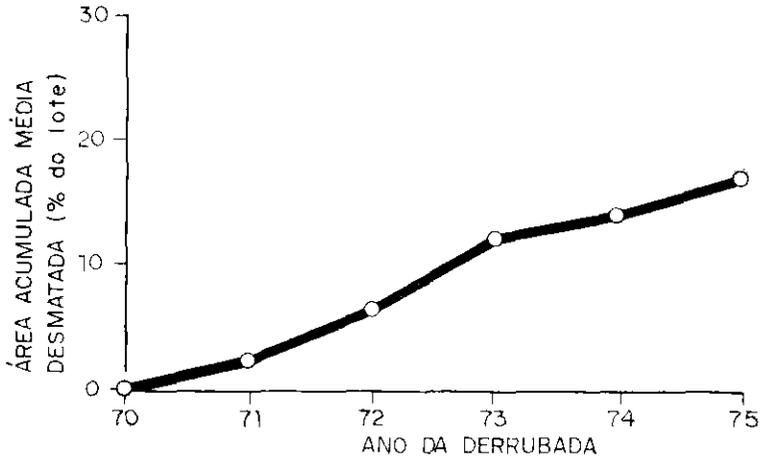


Fig. 3. Desmatamento acumulado na rodovia Transamazônica.

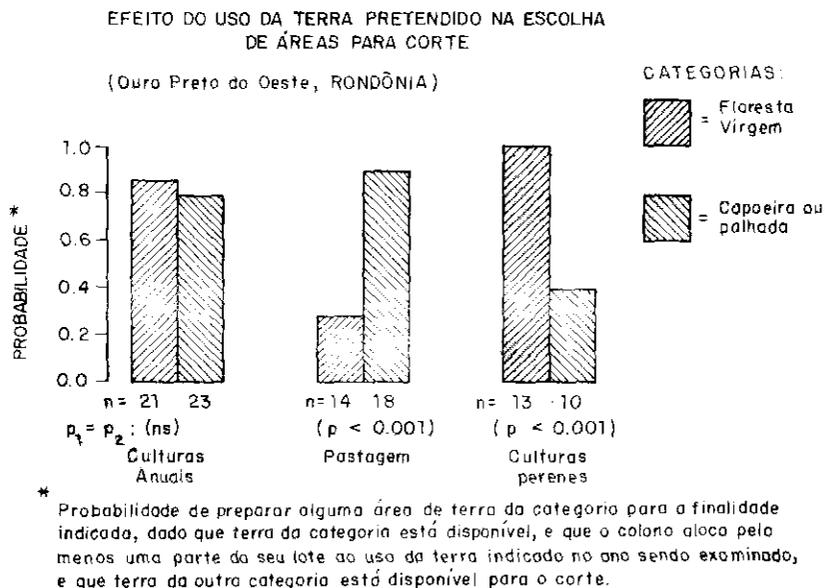


Fig. 4 Distribuição de frequência de áreas desmatadas por colonos recém chegados em Rondônia.

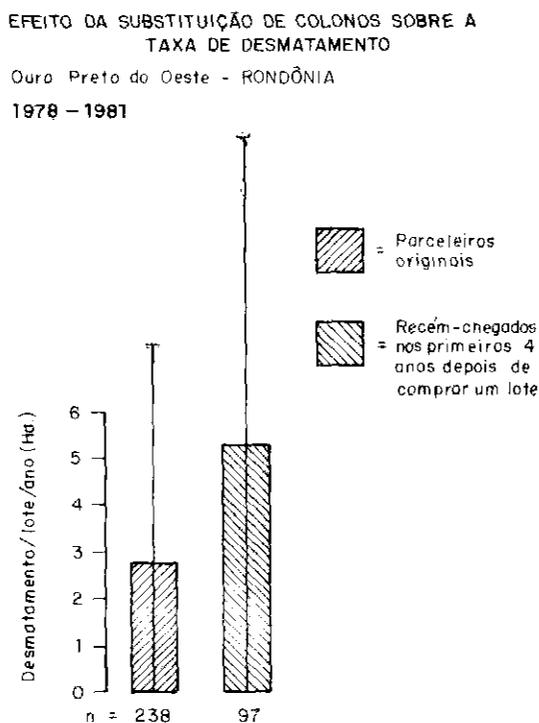


Fig. 5. Efeito do rodízio de colonos sobre as taxas de desmatamento em Rondônia.

DESMATAMENTO ANUAL POR RECÉM-CHEGADOS NOS PRIMEIROS 4 ANOS DEPOIS DA COMPRA DO LOTE

Ouro Preto do Oeste - RONDÔNIA

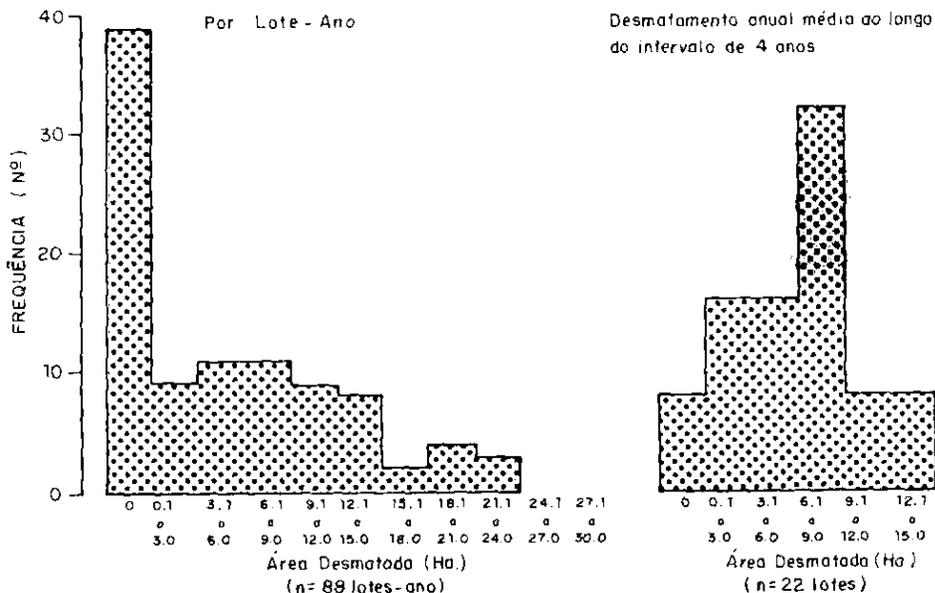


Fig. 6. Desmatamento observado em Rondônia em uma corte de lotes ocupados por seus donos originais.

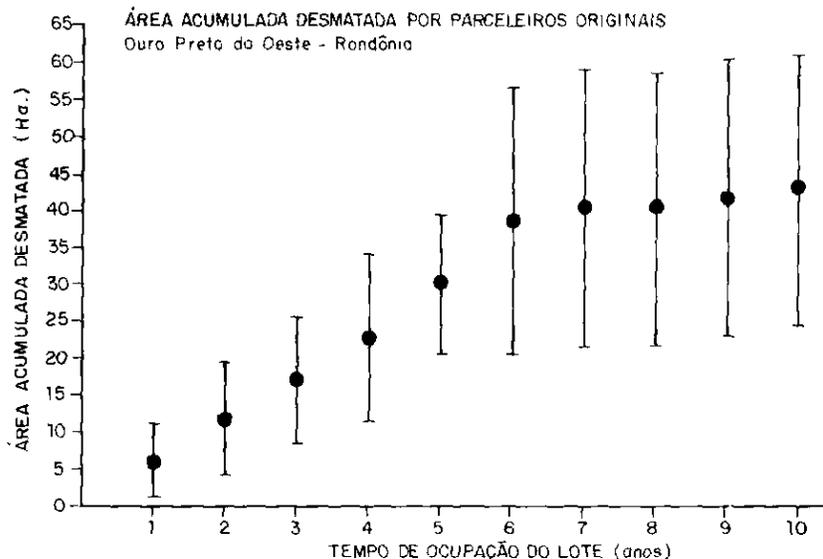


Fig. 7. Efeito do uso de terra pretendido sobre decisões de corte em Rondônia.

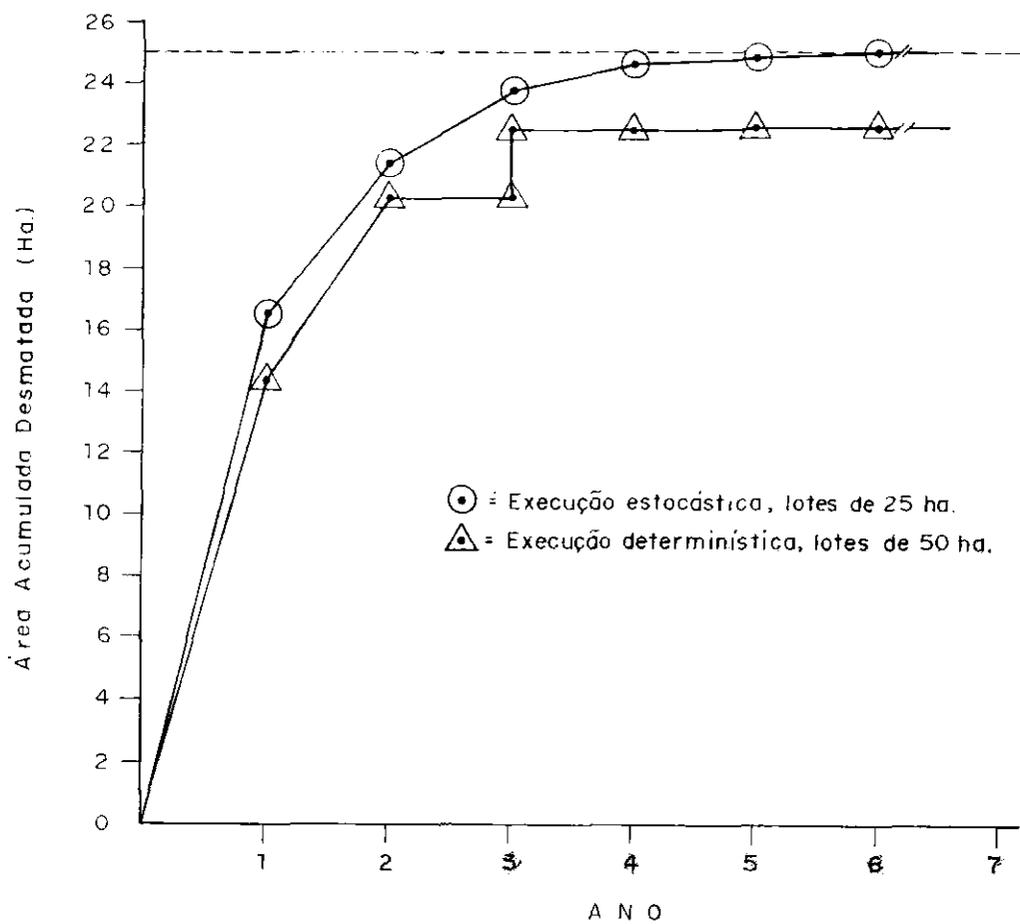


Fig. 8. Desmatamento simulado na rodovia Transamazônica.

Referências bibliográficas

- Ahn, P. M. - 1979. The optimum length of planned fallows. p. 15-39. In: Mongi, H. O. & Huxley, P. A. (compiladores). **Soils Research in Agroforestry: Proceedings of an Expert consultation held at the International Council for Research in Agroforestry (ICRAF) in Nairobi.** March. ICRAF, Nairobi, Quênia. 584 p.
- Allan, W. - 1949. **Studies in African Land Usage in Northern Rhodesia.** Rhodes Livingstone Papers, 15.
- - 1965. **The African Husbandman.** Barnes & Noble, NY, EUA. 505 p.
- Brasil, Presidência da República, Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia (INPA) - 1979. Estratégias para política florestal na Amazônia Brasileira. **Acta Amazonica**, 9(4), suplemento: 1-216.
- Brasília, 10 a 13 de novembro de 1981. Vol.2, Universidade de Brasília, Departamento de Economia, Brasília.
- Estados Unidos, Department of State - 1978. **Tropical Deforestation. Proceedings of the U.S. Strategy Conference sponsored por the U.S. Department of State and U.S.A.I.D.** Washington, D. C. U.S. Government Printing Office. p. 12-14.
- Estados Unidos, Interagency Task Force on Tropical Forests - 1980. **The World's Tropical Forests: a policy, strategy, and program for the United States.** Department of State Publications, 9117. U.S. Government Printing Office, Washington, DC, EUA.
- Fearnside, P. M. - 1978. **Estimation of Carrying Capacity for Human Populations in a part of the Transamazon Highway Colonization Area of Brasil.** (Dissertação de Ph. D. em ciências biológicas, University of Michigan, Ann Arbor, Michigan) University Microfilms International, Ann Arbor, Michigan, EUA. 624 p.
- - 1979a. O desenvolvimento da floresta Amazônica: problemas prioritários para a formulação de diretrizes. **Acta Amazonica**, 9(4), suplemento: 123-129.
- - 1979b. **A Simulação da Capacidade de Suporte para Populações Humanas nos Trópicos Úmidos: Programa de computador e Documentação.** Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia - INPA. 546 p.
- - 1979c. Desmatamento e roçagem de capoeira entre os colonos da Transamazônica e sua relação à capacidade de suporte humano. **Ciência e Cultura**, 32(7), 511. (suplemento).
- - 1979d. Previsão de produção bovina na rodovia Transamazônica do Brasil. **Acta Amazonica**, 9(4): 689-700.
- - 1980. Os efeitos das pastagens sobre a fertilidade do solo na Amazônia brasileira: consequências para a sustentabilidade de produção bovina. **Acta Amazonica**, 10(1): 119-132.
- - 1982a. Desmatamento na Amazônia brasileira: Com que intensidade vem ocorrendo? **Acta Amazonica**, 12(3): 579-590.
- - 1982b. Alocação do uso da terra dos colonos da rodovia Transamazônica e sua relação à capacidade de suporte humano. **Acta Amazonica**, 12(3): 549-578.
- - 1983a. Stochastic modeling and human carrying capacity estimation: a tool for development planning in Amazonia, 279-295. In: Moran, E. F. (compilador). **The Dilemma of Amazonian Development.** Westview Press, Boulder, Colorado, EUA. 347 p.
- - 1983b. Land use in the Brazilian Amazon Region as factors accelerating deforestation. **Environmental Conservation**, 10(2): 141-148.

- - 1984. Land clearing behaviour in small farmer settlement schemes in the Brazilian Amazon and its relation to human carrying capacity. p. 255-271. In: Chadwick, A.C. & Stton, S. L. (compiladores). **Tropical Rain-Forest: the Leeds Symposium**. Leeds Philosophical and Literary Society, Leeds, Inglaterra. 335 p.
- - 1985. Agriculture in Amazonia, p. 393-418. In: Prance, G.T. & Lovejoy, T.E. (compiladores). **Key environments: Amazon**. Pergamon Press, Oxford, Inglaterra. 442 p.
- - 1986. **Human Carrying Capacity of the Brazilian Rainforest**. Columbia University Press, NY, EUA. 293 p.
- Leite, L. L. & Furley, P. A. - 1985. Land development in the Brazilian Amazon with particular reference to Rondonia and the Ouro Preto Colonisation Project. P. 119-139. In: Hemming, J. (compilador). **Change in the Amazon Basin: the Frontier after of Colonisation**. University of Manchester Press, Manchester, Inglaterra. 295 p.
- Lêna, P. - 1982. Dinâmica da estrutura agrária e o aproveitamento dos lotes em um projeto de colonização de Rondônia. p. 9/1-9/35. In: Anais do Seminário "Expansão da Fronteira Agropecuária e Meio Ambiente na América Latina".
- Myers, N. - 1980. **Conversion of Tropical Moist Forests**. National Academy of Sciences, Washington, D.C., EUA. 205 p.
- Nietschmann, B. Q. - 1971. The study of indigenous food production systems: mere subsistence or merrily subsisting? *Revista Geográfica*, 74: 83-99.
- Nye, P. H. & Greenland, D. J. - 1960. **The Soil Under Shifting Cultivation**. (Technical Communication No. 51). Commonwealth Bureau of Soils, Harpenden, Inglaterra. 156 p.
- Sánchez, P. A. - 1977. Advances in the management of OXISOLS and ULTISOLS in tropical South America. p. 535-566. In: **Proceedings of the International Seminar on Soil Environment and Fertility Management in Intensive Agriculture**, Tokyo, Japan. The Society of the Science of Soil and Manure, Toquio, Japão.
- Sánchez, P.A.; Bandy, D.E.; Villachica, J. H. & Nicholaides III, J. J. - 1982. Amazon basin soils: management for continuous crop production. *Science*, 216: 821-827.
- Street, J. M. - 1969. An evaluation of the concept of carrying capacity. *Professional Geographer*, 21(2): 104-107.

(Aceito para publicação em 18.11.1987)