

RESTAURAÇÃO

DA FLORESTA

EM PASTAGENS

DEGRADADAS

Christopher Uhl

Centro de Pesquisa
Agroflorestal da Amazônia
Oriental, EMBRAPA
Departamento de Biologia,
Universidade Estadual da
Pensilvânia, EUA

Daniel Nepstad

Centro de Pesquisa
Agropecuária do Trópico
Úmido, EMBRAPA
Woods Hole Research Center,
EUA

José Maria Cardoso da Silva

Departamento de Zoologia,
Museu Paraense Emílio Goeldi,
Belém, Pará

Ima Vieira

Departamento de Botânica,
Museu Paraense Emílio Goeldi,
Belém, Pará

Durante as últimas décadas, grandes áreas de florestas da bacia amazônica foram convertidas em pastagens. Em geral, essas pastagens permanecem produtivas apenas por um curto período, entre quatro e oito anos, antes de serem abandonadas. Já existem milhões de hectares de pastagens abandonadas na Amazônia. Geralmente, após alguns anos de abandono, essas áreas podem voltar à condição florestal, na forma de florestas secundárias, através do processo natural de sucessão ecológica. A taxa de regeneração da flora depende da duração e da intensidade do uso da terra. Nos casos de uso prolongado e abusivo, com queimadas frequentes, forma-se um novo tipo de vegetação: uma espécie de campo aberto, de pouco valor econômico.

As espécies florestais encontram muitas dificuldades para se estabelecer nessas áreas de campo aberto. Muitas espécies não apresentam sistemas de dispersão capazes de transportar suas sementes para as pastagens. E, mesmo que algumas sementes possam chegar, a probabilidade de elas serem devoradas por predadores, formigas e ratos, abundantes em pastagens degradadas, é muito alta. Isto sem considerar o estresse hídrico e a competição com outras espécies, fatores importantes que dificultam também o estabelecimento dessas árvores em ambientes de pastos abandonados. Felizmente, os sítios de difícil regeneração ainda são raros na Amazônia de hoje, mas, se os usos abusivos da terra e a aplicação indiscriminada do fogo continuarem na região, é possível prever um aumento substancial na extensão das áreas degradadas num futuro próximo.

Com o objetivo de desenvolver estratégias baseadas em princípios de baixa aplicação de insumos e alta informação biológica, que visem à recuperação da floresta em áreas degradadas, estão sendo feitas pesquisas interdisciplinares em pastos abandonados na Amazônia Oriental (figura 1). Para a implementação dessas estratégias, os homens precisam atuar como agentes dispersores de sementes das florestas para os pastos degradados. As espécies vegetais a serem dispersas necessitam, também, apresentar algumas condições indispensáveis, a saber: impalatabilidade das sementes, para não serem comidas pelos animais; grande porte, para que tenham bastante energia armazenada e possam competir, durante a difícil fase de estabelecimento, com a vegetação existente; exigir poucos nutrientes, para que possam crescer nos solos inférteis das pastagens abandonadas; capacidade de enraizamento profundo, para que possam buscar, no verão, a água armazenada nas profundezas do solo.

As fazendas são responsáveis por 70% da área desmatada na Amazônia, conforme relatório de pesquisa apresentado, em 1985, por J.O. Browder para o World Resources Institute, intitulado *Subsidies to deforestation and the forest sector in the Brazilian Amazon*. Ainda não se podem determinar os efeitos que o desmatamento da Amazônia está causando no fluxo e armazenamento de água, carbono, nitrogênio e energia, mas se sabe que os efeitos potenciais são enormes. Para que haja conservação e regulação das funções exercidas pela floresta amazônica e sua extraordinária diversidade biológica, as estratégias devem considerar, além da preservação das reservas florestais puras, a restauração das áreas de florestas que foram desmatadas.

A questão principal deste trabalho é saber como manejar ecossistemas já perturbados, para que eles, em vez de se degradarem ainda mais, consigam recuperar-se. Analisando a regeneração natural de pastagens abandonadas na região de Paragominas, demonstramos que hoje, na maioria dos casos, as pastagens abandonadas voltam à condição de florestas. Há, entretanto, a tendência de que parte da paisagem se transforme em campos estáveis, dominados por ervas e gramíneas sem valor econômico. Isto acontecerá se continuarem a excessiva pressão sobre a terra e o uso indiscriminado do fogo. A ênfase deste trabalho está centrada nas estratégias de recuperação de áreas degradadas para repor a cobertura florestal. A outra alternativa, reformar as pastagens degradadas com a adoção de pastejos e técnicas de manejo mais adequadas às condições regionais, não será discutida aqui, embora seja também uma alternativa válida.

A HISTÓRIA DA REGIÃO

A área que serviu de base a este estudo está localizada na Fazenda Vitória, a sete quilômetros ao norte da cidade de Paragominas, no estado do Pará. A média pluviométrica anual é de 1.750 mm. A precipitação média mensal, de julho a novembro, é menor do que 50 mm. O solo é um Oxisol (Haplustox), com 80% de caulinita e 20% de gibbsita.

A história de Paragominas (2° 55'S 47° 35'W) começa em 1959, quando dois investidores adquiriram 720 mil hectares de terras devolutas no Pará. Essas terras foram divididas em lotes de 3.600 ha e vendidos por todo o Brasil. Com a construção da es-

trada Belém—Brasília, os lotes se valorizaram muito e os primeiros compradores, provenientes de regiões tradicionalmente voltadas para a pecuária, orientaram a nova cidade para esse tipo de atividade. O nome Paragominas se refere à junção entre as terras do Pará, o gado de Goiás e a gente de Minas.

Convencido pelos relatos e propagandas de vigorosas produções de gramíneas, nos primeiros anos após a conversão da floresta em pastagens, o governo federal encorajou a formação de novos pastos em áreas dominadas por florestas, tal como Paragominas. O instrumento utilizado foi a concessão de incentivos fiscais. Atualmente, Paragominas se caracteriza por uma alta concentração de terra nas mãos de poucos proprietários. Metade dos estabelecimentos agropastoris possuem até 100 ha e ocupam apenas 3% da área total explorada, enquanto a outra metade é representada por propriedades maiores do que 100 ha, ocupando 97% da área total. Extensas áreas de florestas foram convertidas em pastagens. Os resultados desses processos, entretanto, têm sido, geralmente, desfavoráveis. Em 1988, 25% da área total do município já estava desmatada.

A produção de gramíneas declinou dramaticamente, após um período que variava de quatro a oito anos após o desmatamento; a invasão de ervas daninhas, os baixos níveis de fósforo no solo e a alta carga de animais por unidade de área resultaram numa rápida degradação, seguida por abandono, de muitas pastagens.

O RESTABELECIMENTO FLORESTAL

Será possível estabelecer espécies florestais em pastagens abandonadas na Amazônia? E, em caso positivo, a que taxa? Para responder a essas questões, foram estudadas a composição vegetal, a estrutura e a acumulação de biomassa em 13 locais de floresta em Paragominas. Esses locais foram desmatados e queimados, utilizados como pastagens e depois abandonados. Nós classificamos os sítios de estudo em três grandes categorias, de acordo com a intensidade de uso (figura 2).

Na primeira categoria estavam as terras de uso leve, em locais com o estabelecimento precário de gramíneas, pouco pastejo e períodos curtos de uso (um quadro típico para aproximadamente 20% das pastagens na região). Na segunda encontravam-se as terras de uso moderado, em locais com bom estabelecimento de gramíneas, pastejo regular, capina freqüente e abandono final após período de seis a dez anos (típico para 70% das pastagens na região). E, finalmente, na terceira categoria estavam as



FIGURA 1. Uma pastagem recém-formada, com floresta atrás.

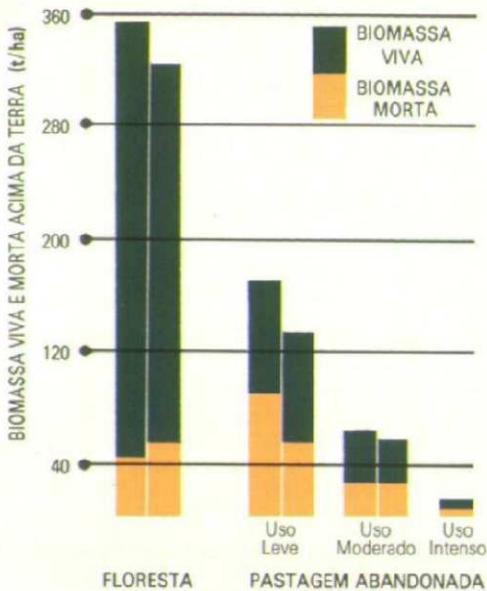


FIGURA 2. Total de biomassa viva e morta (peso seco em tonelada por hectare) em dois sítios de floresta virgem e em cinco de pastagens abandonadas há oito anos, sujeitas a três tipos de uso: leve (2 sítios), moderado (2) e intenso (1), nos arredores de Paragominas, Pará.

terras de uso intenso, em locais com bom estabelecimento de gramíneas, pastejo intenso, controle de ervas daninhas feito por máquinas e/ou herbicidas, e abandono final após um período de 12 a 20 anos (típico de 10% ou menos das pastagens na região).

Os pastos abandonados sujeitos a uso leve (quatro locais de estudo) apresentaram vigorosa regeneração florestal. A acumulação de biomassa acima do solo (figura 3) atingiu uma média de dez toneladas por hectare/ano ou 80 toneladas após oito anos (quase um terço dos níveis de biomassa das florestas maduras). A abundância de espécies arbóreas foi também alta: aproxima-

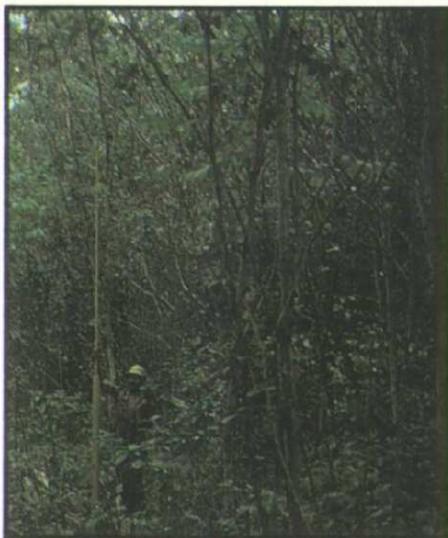


FIGURA 3. Pastagem sujeita a uso leve, oito anos após o abandono (80 t/ha de biomassa acima da terra).

damente 20 espécies de árvores estavam presentes em cada 100 m², com muitos indivíduos originando-se através de brotação.

Os pastos abandonados sujeitos a uso moderado (seis locais de estudo) também desenvolveram características florestais, mas a acumulação de biomassa foi de apenas cinco toneladas por hectare/ano (metade do encontrado para locais de uso leve). Os indivíduos surgiram por brotação, por bancos de sementes ou através da chegada de sementes dispersas de outros locais. Ainda assim, a riqueza de espécies arbóreas foi mais baixa do que em locais de uso leve e o número de árvores foi menor.

As pastagens abandonadas sujeitas a uso intenso (três locais de estudo) apresentaram padrões de sucessão bastante lentos (figura 4). O único local com oito anos de idade estava dominado por gramíneas e ervas, com menos de uma árvore por 100 m² e uma acumulação de biomassa acima do solo de apenas 0,6 tonelada por hectare/ano. Esse valor representa somente 6% daquele encontrado em locais de uso leve. A maioria das plantas colonizadoras estabeleceu-se por meio de sementes dispersadas de outros locais. Essas terras de regeneração vagarosa eram dominadas por gramíneas rústicas (isto é, *Paspalum virgatum*, *P. paniculatum*, *P. millegrana*) e ervas (*Stachytarpheta cayennensis* e *Rolandra argentea*) com valor forrageiro baixo, que gradualmente substituíram as gramíneas forrageiras domesticadas, como o colônio (*Panicum maximum*) e os capins do gênero *Brachiaria*.

Em geral, os ecossistemas amazônicos podem, após perturbações de grande escala, como a conversão de florestas em pastagens, recuperar a estrutura florestal. Somente nos casos em que a terra vem sendo utilizada de forma muito abusiva por lon-

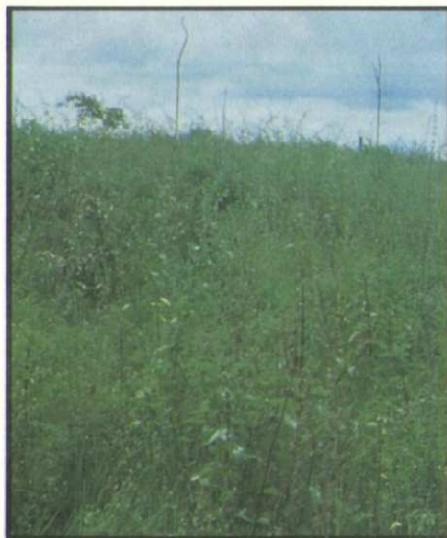


FIGURA 4. Pastagem sujeita a uso intenso, oito anos após o abandono (menos de 5 t/ha de biomassa acima da terra).

gos períodos é que o reflorestamento natural é incerto. Até o momento, menos de dez por cento das pastagens da Amazônia Oriental atingiram esse nível de degradação. Entretanto, com a contínua pressão sobre a terra, as áreas com grandes dificuldades de regeneração podem se tornar mais extensas.

O maior problema das pastagens é a sua alta inflamabilidade. O fogo pode periodicamente fazer recuar os processos de restauração florestal (figura 5). Desse modo, ainda existe a possibilidade de que a região florestal de Paragominas seja reduzida, a longo prazo, a campos inúteis derivados do pasto. Esse processo já ocorreu noutras partes do mundo. O melhor exemplo é o da Indonésia, onde atualmente existem 200.000 km² de terras derivadas de pasto com *Imperata cylindrica* no lugar em que antigamente havia uma floresta de *Dipterocarpus*. A floresta amazônica, devido principalmente à elevada capacidade de brotação das espécies, parece não ser tão suscetível a substituições por gramíneas como a floresta da Indonésia. Mesmo assim, as terras de pastagens altamente degradadas devem ser reconhecidas como uma grande ameaça que pode se expandir na região e, como medida preventiva, cuidados imediatos devem ser tomados.

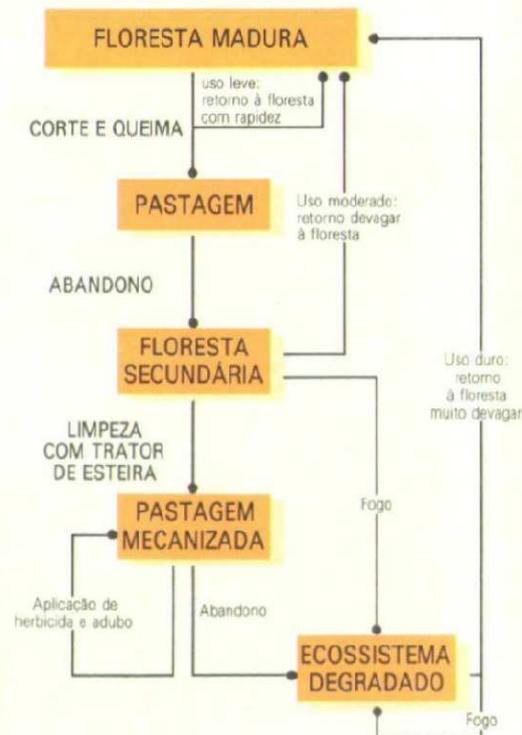


FIGURA 5. Os caminhos possíveis da degradação e do retorno à floresta, após o desmatamento para implantar pastagens na Amazônia.

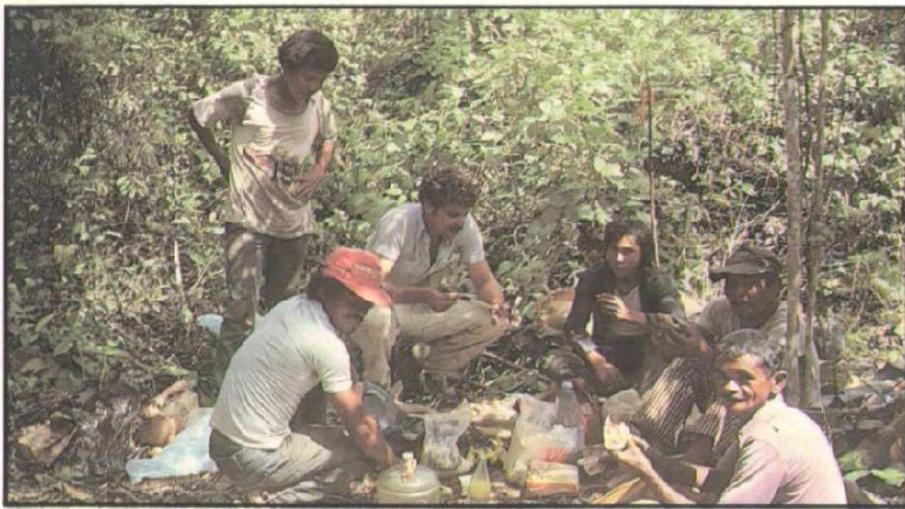


FIGURA 6. Assistentes de campo que ajudaram nas pesquisas.

OBSTÁCULOS PARA O REFLORESTAMENTO

Estamos estudando (figura 6), desde 1984, em Paragominas, os ecossistemas de pastagens sujeitas a uso intenso e altamente degradadas, com o intuito de desenvolver técnicas para acelerar a regeneração florestal. Nossa pesquisa enfatizou o estabelecimento de espécies florestais, devido a uma ausência notável de plântulas de árvores de floresta nessas pastagens. Observamos a dispersão de sementes, as formas de predação de sementes e plântulas, a competição entre as espécies e a seca sazonal como fatores limitantes. Devido ao fato de termos trabalhado com um grupo de espécies ecológica, fisiológica e morfologicamente diverso, associamos as características das sementes e plântulas ao sucesso de cada espécie, nas diversas fases de seu estabelecimento, nesses ecossistemas bastante degradados.

A primeira barreira é a dispersão de sementes, um forte filtro, capaz de eliminar muitas espécies de árvores que poderiam potencialmente colonizar a pastagem abandonada. A partir de pesquisas sobre os mecanismos de dispersão das espécies florestais de nossa área de estudo, verificamos que somente sementes dispersas por animais e vento poderiam chegar aos pastos abandonados. Apesar de muitas árvores da floresta primitiva possuírem sementes dispersas por animais, pouquíssimas sementes dessas plantas chegavam aos pastos de nossa área de estudo. Nos estudos com aves e morcegos, encontramos poucas espécies desses dois importantes grupos de animais dispersores de sementes que se deslocam entre a floresta primitiva e o pasto (figuras 7 e 8). Assim, a falta de dispersores potenciais é fator importante a ser considerado. Restava a possibilidade de dispersão por meio do vento. Entretanto, menos de 11% das espécies de árvores da floresta primiti-

va, de nossa área de estudo, possuem sementes capazes de serem dispersas pelo vento. Nossos estudos demonstraram também que poucas sementes dessas espécies chegavam aos pastos.

A capoeira (floresta secundária), ao contrário da floresta primitiva, parece ser a fonte principal de sementes de árvores para a pastagem abandonada. Nós identificamos dez espécies de aves e oito de morcegos frugívoros que ocupam tanto a capoeira como o pasto (figura 9). Além disso, por meio do estudo das fezes desses animais, descobrimos que essas espécies são agentes ativos de dispersão de sementes de uma vegetação para outra. A maioria das sementes encontradas nas fezes das aves e morcegos capturados na pastagem era pequena (menos de 0,1 g). Eram sementes de espécies pioneiras da capoeira, como as dos gêneros *Cordia*, *Banara*, *Cecropia*, *Solanum*, *Vismia* e *Rollinia*. Isto se deve, possivelmente, ao fato de que as espécies de aves e morcegos que voavam entre os dois habitats eram de pequeno porte, com o peso do corpo sempre menor do que 60 g (figura 10).

A grande maioria das sementes de árvores transportadas para dentro da pastagem é depositada, por meio das fezes de aves e morcegos, embaixo de arbustos, tais como *Cordia multispicata* e *Solanum crinitum*. Depois de um ano de observação da 'chuva de semente' na pastagem degradada, encontramos 400 vezes mais sementes de árvores e arbustos, representando 22 espécies, em bandejas colocadas debaixo desses arbustos do que em bandejas colocadas em áreas de pasto recobertas somente por gramíneas. Dessa forma, as sementes que chegam aos pastos não são distribuídas ao acaso, mas sim sob determinados tipos especiais de plantas, que geralmente possuem algum atrativo especial para os



FIGURA 7. Descontinuidade abrupta entre a floresta e as aberturas de pastagens. Muitas espécies de pássaros não ultrapassam esta barreira.



FIGURA 8. Captura de morcegos e pássaros com o uso de redes de neblina.

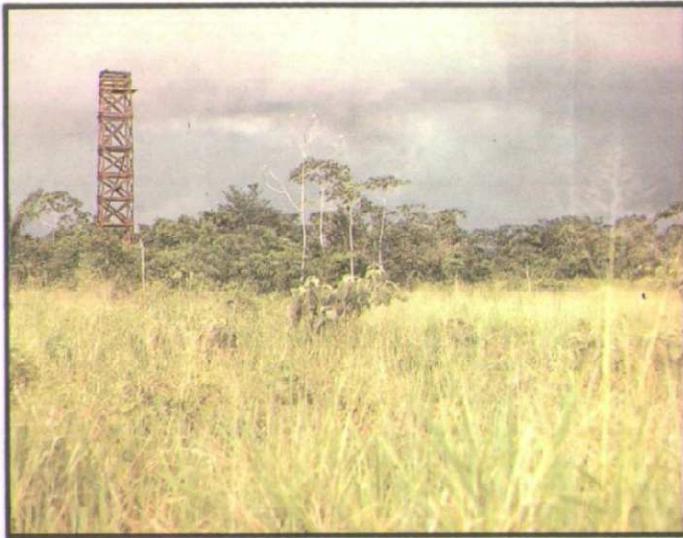


FIGURA 9. Torre de observação na borda de uma capoeira e de uma pastagem, de onde se observam os movimentos dos pássaros dispersores de sementes.



FIGURA 10. Uma vez capturados, pássaros e morcegos são postos em sacos para que sejam coletadas suas fezes. Em seguida os animais são soltos e, com o exame de fezes, são classificadas as sementes encontradas.

dispersores (poleiro, alimentação, local para a construção do ninho etc.).

A segunda barreira é a predação de sementes. A probabilidade de as sementes que foram depositadas na pastagem sobreviverem até a germinação é função do poder de atração que elas exercem sobre a comunidade animal da pastagem. Experimentos desenvolvidos em nossa área de estudo demonstraram que sementes muito pequenas, menores do que 0,5 g, sofrem predação maior do que sementes grandes. Assim,

o tamanho da semente é um bom indicador da probabilidade que uma semente tem de ser removida. Os animais que se alimentam de sementes são bastante abundantes no pasto (figura 11). Em nossa área de estudo, os principais são formigas pequenas, como *Pheidole* e *Solenopsis* sp; formigas-saúvas (*Atta sexdens*); e roedores (principalmente *Akodon lasiurus* e *Oryzomys microtus*).

A atratividade da semente também depende das substâncias presentes em sua superfície. Nossos experimentos indicaram que as sementes oleosas ou as que retêm fragmentos de polpa na superfície são mais rapidamente removidas do que aquelas com camadas externas secas e duras. Sementes com camadas externas duras podem persistir por longos períodos na superfície dos solos sem serem removidas. Entretanto, algumas sementes desse tipo foram consumidas por roedores, após terem absorvido água em função da rachadura de sua camada externa. A comunidade animal da pastagem funciona, dessa maneira, como um segundo filtro, o que limita ainda mais o número de espécies de árvores que podem se estabelecer nas áreas degradadas.

A terceira barreira é a predação de plântulas. Se as sementes forem transportadas para a pastagem, escaparem dos predadores e germinarem, ainda assim elas devem sobreviver e crescer antes de se estabelecerem como árvores. Esse estabelecimento é, novamente, influenciado pelos predadores de plântulas, como saúvas e roedores (figura 12). Os animais de pastagens abandonadas selecionam as plantas que irão atacar. Fizemos um experimento visando a comparar os danos causados pelos herbívoros em plântulas de nove espécies arbóreas e ervas invasoras, que foram coloca-

das na pastagem, após terem crescido em viveiros. Verificamos que, após três semanas, 30% a 80% das plântulas de espécies arbóreas haviam sido atacadas, enquanto essa mesma porcentagem para gramíneas e ervas era de 3%. Confirmava-se assim uma velha suspeita: saúvas e roedores são importantes agentes que dificultam o processo de sucessão em pastos degradados, pois são responsáveis tanto pela alta taxa de herbivoria como pela alta taxa de remoção de sementes.

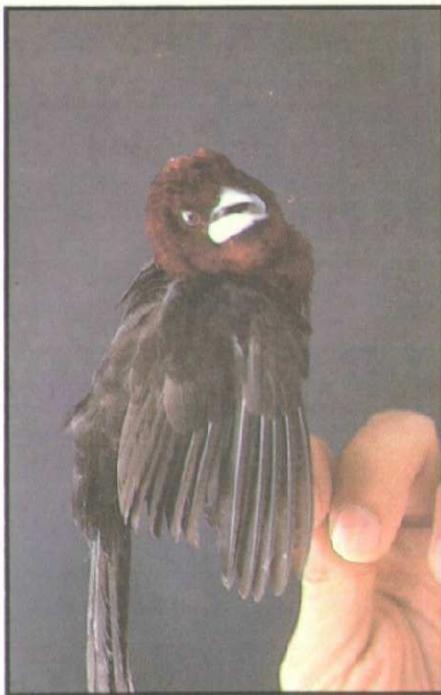


FIGURA 11. *Ramphocelus carbo*, uma espécie importante no transporte de sementes entre capoeira e pastagem.

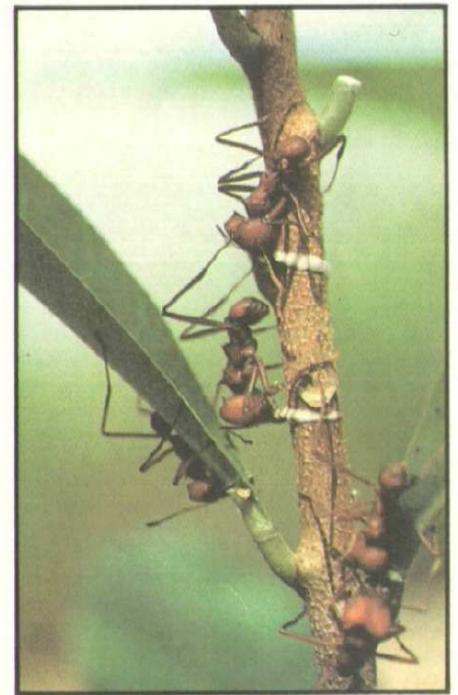


FIGURA 12. As saúvas comem sementes e cortam plântulas de árvores, dificultando seu estabelecimento na pastagem.

A quarta barreira é o estresse hídrico. A disponibilidade de umidade do solo é fator limitante na sobrevivência das plântulas de árvores em pastagens abandonadas. Durante os cinco meses do verão (estação seca), a disponibilidade de água no solo das pastagens degradadas é, em algumas vezes, muito reduzida (figura 13). Para compreender o fator que causaria essa redução, comparamos a disponibilidade de água do solo da pastagem abandonada com a floresta primitiva. Elas são muito diferentes. A causa parece ser os sistemas radiculares das espécies desses dois tipos de vegetação. Embora a massa de raízes, até 50 cm de profundidade no solo, seja três vezes maior na floresta do que na pastagem, a densidade radicular (isto é, o comprimento da raiz por volume de solo) é quatro vezes superior na pastagem do que na floresta. Visto que a disponibilidade mínima de água no solo durante períodos secos é primariamente uma função de densidade radicular, o ecossistema de gramíneas pode reduzir essa disponibilidade de umidade, próximo da superfície do solo, mais do que o ecossistema de floresta.

Uma lição que se pode extrair dessa informação é a de que, para possuir altas taxas de sobrevivência na pastagem abandonada, uma planta deve ser também tolerante à seca (isto é, ter potencial osmótico foliar muito negativo). Mais de 90% das plântulas de *Radlkoferella macrocarpa*, *Maximiliana maripa* e *Orbygnia phalerata*, que foram estabelecidas na pastagem durante a estação chuvosa, permaneceram vivas até o final da estação seca. Em contraste, a sobrevivência das plântulas de espécies arbóreas com baixa tolerância à seca era menor do que 10%. As espécies que são mais vulneráveis ao estresse hídrico têm, por regra geral, sementes pequenas (isto é, aquelas que têm maior probabilidade de chegar na pastagem) e necessitam de bastante luz.

SUPERANDO AS BARREIRAS

O tamanho da semente da árvore surge como o melhor indicador individual do sucesso da colonização nas áreas degradadas, como se pode ver na figura 14. Se um milhão de sementes de uma espécie de árvore com sementes grandes (por exemplo *Radlkoferella macrocarpa*, com 7,1 g) e de uma espécie de árvore com sementes pequenas (por exemplo *Bagassa guianensis*, com 0,004 g) for espalhado dentro da pastagem degradada, 40 mil plântulas de *R. macrocarpa* se estabeleceriam e apenas 500 plântulas de *B. guianensis* conseguiriam sobreviver aos predadores.

As sementes grandes têm maior probabilidade de sobreviver a todas as fases do estabelecimento. Contudo, apenas sementes de *B. guianensis* têm vetores pelos quais

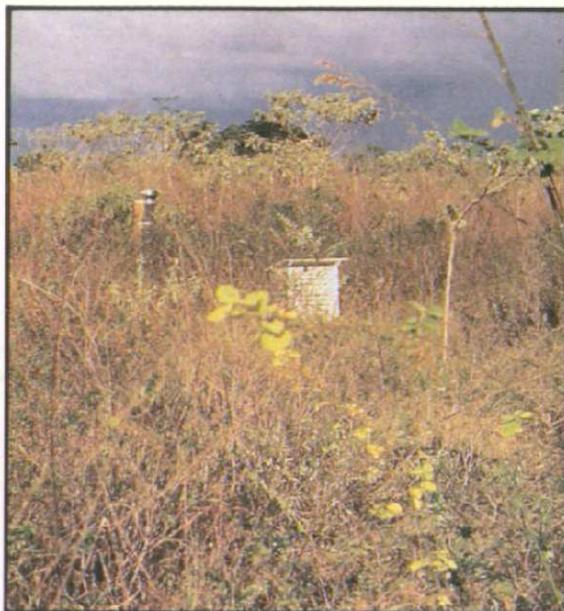


FIGURA 13. Na estação seca, o estresse hídrico é comum.

FIGURA 14. O tamanho da semente é indicador individual do sucesso da colonização.

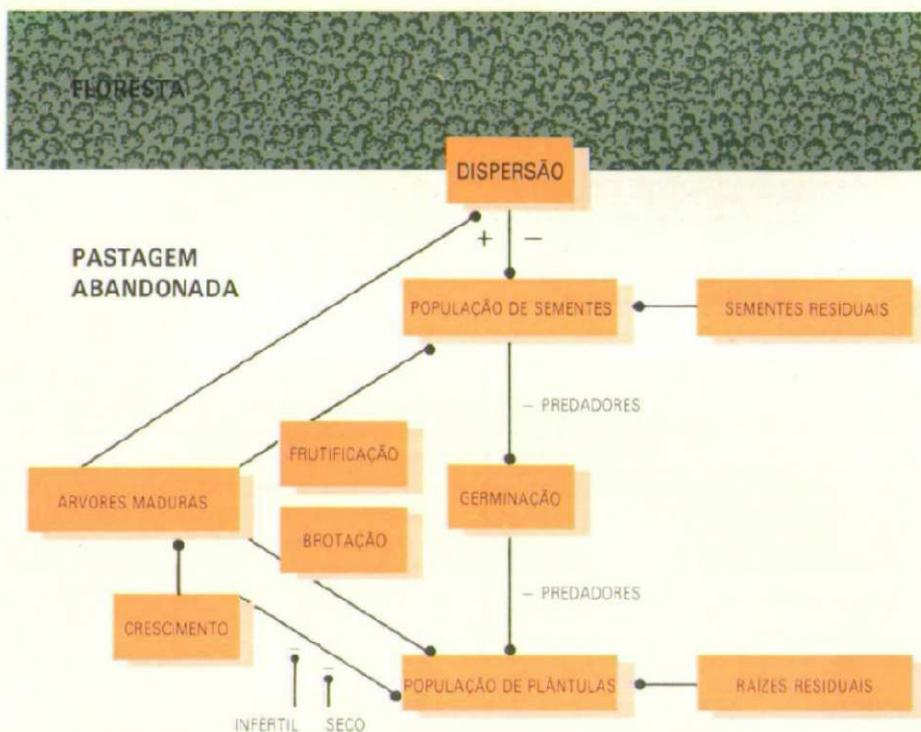


FIGURA 15. Mecanismo de estabelecimento de árvores na pastagem abandonada, dominada por gramíneas, em Paragominas, Pará. Note-se que na ausência de sementes e raízes residuais o estabelecimento de plântulas depende das formas de dispersão.

são dispersadas para dentro da pastagem. Nós não conhecemos espécies florestais que tenham todas as características necessárias para invadir com êxito pastagens degradadas.

Diante desse quadro, as espécies de sementes pequenas, mesmo experimentando altas taxas de predação de sementes e plântulas e enfrentando forte competição de gramíneas e arbustos invasores, podem encontrar oportunidades naturais para o seu

estabelecimento nessas áreas. Já as espécies de sementes grandes dificilmente serão encontradas nas primeiras etapas da sucessão ecológica em pastagens degradadas. Elas não terão como alcançar naturalmente essas áreas.

Por isso, numa primeira etapa, apenas as espécies com sementes pequenas podem se estabelecer em áreas degradadas. Estas dependem de vetores de sementes cujos mo-

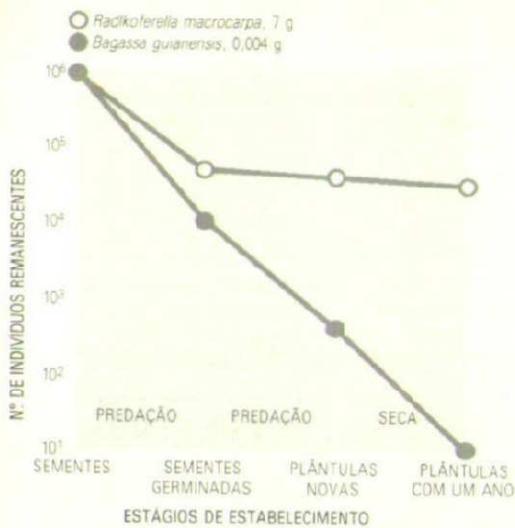


FIGURA 16. Resumo de experimentos de campo, que mostra o comportamento de um milhão de sementes de *Radikofarella macrocarpa* e *Bagassa guianensis*, plantadas em pastagem abandonada repleta de gramíneas. Note-se que a espécie de sementes grandes (*R. macrocarpa*, de 7 g) não foi fortemente afetada nem pelos predadores nem pela seca, enquanto com a espécie de sementes pequenas (*B. guianensis*, 0,004 g) aconteceu o contrário, em todos os estágios do estabelecimento.

vimentos ocorrem na direção que vai da floresta secundária à pastagem. À medida que a vegetação florestal se restabelece nessas áreas, novos elementos da floresta deverão entrar como participantes do processo. Servem de exemplo algumas aves e mamíferos de porte médio, que poderão atuar como vetores de sementes maiores. Nesse caso, novas oportunidades de estabelecimento de outras espécies arbóreas deverão surgir, em um ecossistema já não tão degradado (figura 15).

ESTRATÉGIA PARA A RESTAURAÇÃO

Há muitas maneiras óbvias pelas quais os homens podem facilitar o estabelecimento de árvores em pastagens degradadas, dominadas por gramíneas daninhas. É possível, por exemplo, atuar como vetores de sementes, transportando-as para dentro das pastagens. Barreiras para a sobrevivência das sementes podem ser superadas pelo plantio de plântulas ou estacas, em vez da simples semeadura de sementes. A influência dos predadores de plântulas na sobrevivência das plantas pode ser vencida pelo combate às saúvas. As limitações para a sobrevivência e o crescimento das plântulas impostas pela estação seca podem ser vencidas usando espécies que tenham a capacidade de se enraizar profundamente no solo, plantadas em covas amplas e profundas. Em cada passo adicional, a probabilidade de sucesso no estabelecimento de árvores aumenta na pastagem degradada.

O problema, entretanto, se encontra nos

consideráveis custos para a implementação dessas técnicas. Uma estratégia alternativa para encorajar o recobrimento florestal em pastagens degradadas é usar as informações obtidas em nossos estudos em Paragominas. Esboçamos aqui uma alternativa de alta informação biológica e baixo custo.

Como fazer a preparação da área? Pastagens degradadas são ambientes inóspitos para o crescimento de plântulas de espécies arbóreas. As espécies arbóreas que invadem naturalmente as pastagens degradadas só são capazes de efetivar essa invasão quando ocorre a remoção da vegetação da pastagem. Num experimento de campo, verificamos que o estabelecimento de *Solanum erinitum* (jurubeba) ocorreu apenas depois do corte e da queima da vegetação da pastagem. O primeiro passo para o reflorestamento do pasto degradado seria, portanto, submetê-lo a uma queimada.

Só uma única queimada deve ser feita a fim de preparar o sítio para a introdução de sementes de árvores e plântulas. Outras queimadas adicionais são indesejáveis, pois podem matar árvores jovens que já estão estabelecidas. A preparação da área deve, portanto, incluir a instalação de barreiras de fogo. Em nosso sítio de estudos em Paragominas, estabelecemos barreiras ao fo-

go, cortando e matando a vegetação da pastagem, até cinco metros em volta do local de experimento.

A saúva (*Atta sexdens*) é o maior impedimento para o estabelecimento de árvores em nosso sítio de estudos em Paragominas e esse gênero é, provavelmente, um importante predador de sementes e de plântulas nas terras abandonadas por toda a América tropical. Esse inseto deve receber considerações cuidadosas na preparação da área. Como a entrada das colônias é facilmente reconhecida após a queimada, pode-se fazer uso de iscas com fungicida (por exemplo, Mirex) para envenenar a cultura de fungos das colônias. Esse veneno tem, entretanto, efeito desconhecido a longo prazo e seu uso deve ser o mais limitado possível. Estamos estudando a possibilidade de usar formigueiros de *Solenopsis* como lugares para o estabelecimento de plântulas arbóreas. O motivo é simples: *Solenopsis* tende a excluir formigas cortadeiras, como as saúvas, dos arredores. Mais experimentos devem ser feitos, entretanto, para averiguar essa possibilidade.

Alguns critérios devem ser usados na seleção de espécies de árvores para a introdução dentro do sítio preparado. Espécies de interesse devem ter sementes volumosas

PECUARIZAÇÃO DA AMAZÔNIA E EXTINÇÃO DE ESPÉCIES

A floresta primária, quando comparada com as pastagens degradadas e as capocias que tomam o seu lugar, é muito mais rica em espécies e, como consequência, mais rica em fenômenos biológicos únicos. Essa extraordinária biodiversidade das florestas amazônicas é um produto de milhões de anos de contínua e atribulada evolução, moldada pelas sucessivas mudanças climáticas e geológicas que aconteceram na Terra. As modificações que ocorreram na vegetação da Amazônia no passado não podem nem devem ser comparadas, entretanto, com as alterações atuais de cunho antropogênico. As pressões modificadoras atuais são extremamente rápidas, processando-se em décadas ou séculos, enquanto as modificações antigas eram comparativamente mais lentas, levando milhares ou milhões de anos para se consumir. Assim, as espécies atuais têm poucas chances e tempo para desenvolver adaptações que farão frente a esse novo tipo de distúrbio ambiental.

Na linguagem dos evolucionistas, diz-se que os distúrbios fazem uma seleção 'contra' as espécies que não apresentam adaptações para resistir e sobreviver. Por outro lado, há uma seleção 'a favor' das espécies que demonstraram possuir a capacidade de resistir a fortes distúrbios.

Uma espécie rara, com lenta taxa de crescimento, madeira de alto valor, sistema complexo de polinização e produzindo frutos grandes e dispersos por animais que não costumam entrar em áreas alteradas, vai ter poucas chances de persistir frente aos modos conhecidos de perturbação humana. Assim, ela pode ser levada à extinção. Já uma espécie bastante comum, sem nenhum valor econômico, com crescimento rápido, que seja autopolinizada, que possua sementes pequenas e de fácil dispersão, que tenha a capacidade de brotar e resistir ao fogo, possui excelentes condições de persistir e se tornar mais comum no futuro.

Com o que se conhece atualmente sobre a biologia das plantas amazônicas, é possível prever que um grande número de espécies de florestas tem poucas condições de sobrevivência diante desse processo de perturbação humana que foi desencadeado na região. Há a possibilidade de uma extinção em massa de espécies vegetais e animais. Como algumas poucas espécies seriam beneficiadas, elas dominariam amplamente a paisagem.

(maiores que cinco grammas) com casca dura, pois somente essas têm grande probabilidade de escapar dos predadores. Quanto maior o tamanho da semente, maior a capacidade de rebrotamento, após a desfoliação, e maior a rapidez de penetração radicular, após a germinação. As espécies de interesse precisam ser tolerantes à seca. As primeiras espécies plantadas no sítio preparado deverão também ser tolerantes à alta luminosidade.

O incentivo para plantar árvores nas pastagens degradadas pode ser incrementado, caso as árvores sejam de especial interesse

econômico. A espécie *Orbygnia phalerata* (babaçu) é, em certo sentido, uma candidata ideal para o uso nas pastagens degradadas porque suas grandes sementes contêm alta quantidade de óleo e as cascas dos frutos podem ser usadas para fazer carvão. Além disso, suas sementes são protegidas por uma camada espessa e dura e se tornam invulneráveis a muitos predadores. Produzem enraizamento profundo rapidamente e são tolerantes à seca. A desvantagem dessa espécie é que ela amadurece muito vagarosamente, levando vários anos para formar um tronco e pelo menos 14 anos

para produzir frutos. Há também a possibilidade de essa espécie invadir áreas vizinhas, transformando-se em planta daninha.

Além disso, existem técnicas para o estabelecimento de árvores. Uma mistura de espécies de árvores no reflorestamento pode ter melhor resultado se houver conhecimento das técnicas de plantio de cada espécie. Alguns tipos de árvores, tais como o babaçu, requerem a dispersão de frutos para se estabelecerem e podem se originar por meio de frutos atirados na pastagem degradada. Sementes ou plântulas que são vulneráveis à seca podem ser protegidas individualmente por tubos de PVC ou tubos feitos com garrafas plásticas, com sete centímetros de bordadura e com fitas plásticas escorregadias.

A maioria das espécies se beneficia de práticas que reduzem a competição pelos recursos do solo. A competição radicular poderia ser bastante reduzida pela queima da vegetação da pastagem como parte da preparação do sítio. As cinzas poderiam ainda fornecer algum nutriente ao solo. Esse efeito, contudo, é temporário. A longo prazo, a redução da competição radicular para as plântulas de árvores pode ser obtida pelo plantio das plântulas em covas limitadas por plásticos ou pela capinação ao redor das plantas durante os primeiros dois anos. Essa técnica permitirá também a rápida penetração da raiz.

Para testar a idéia de que várias árvores de valor econômico poderiam ser estabelecidas a baixo custo em pastagens degradadas, montamos um experimento em 1989 em nossa área de estudo. O lugar do experimento tinha sido utilizado por 18 anos, sendo então abandonado. Nós introduzimos nessa área 27 espécies em dois tratamentos: (a) sem insumos, consistindo em uma pequena cova de plantio e capinas ao redor da base da planta; (b) com insumos, consistindo em uma cova grande, esterco, fertilizante fosfatado e capinas ao redor da base da planta. Após dois anos, o crescimento tem sido bom para caju (*Anacardium occidentale*), faveira (*Parkia* sp), mogno (*Swietenia macrophylla*), urucu (*Bixa orellana*), manga (*Mangifera indica*), muruci (*Byrsonima crassifolia*) e taperebá (*Spondias mombim*); razoável para biribá (*Rollinia mucosa*), cedro (*Cedrela odorata*), cumaru (*Dipterix odorata*), jenipapo (*Genipa americana*) e limão (*Citrus limonia*) (figura 16). Em muitos casos, o crescimento foi melhor nos tratamentos mais intensivos, enquanto em cerca de dez espécies o crescimento no tratamento pouco intensivo, sem insumos, parece também ser promissor. Em outras espécies (por exemplo, castanha, muruci e faveira) não há nenhuma diferença aparente entre os tratamentos. Conclusão: não é necessário gradear nem adubar áreas degradadas para

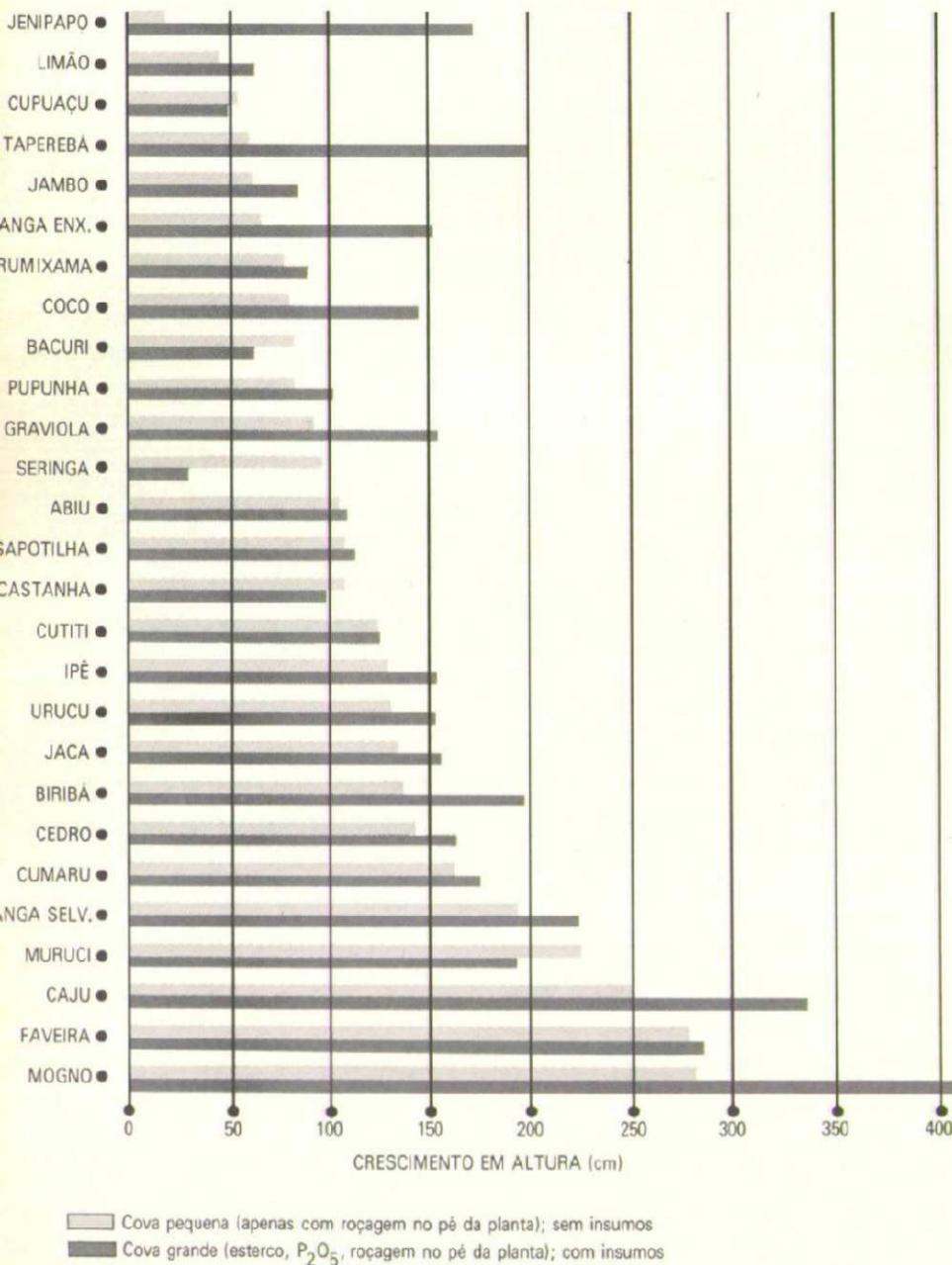


FIGURA 17. Crescimento, durante dois anos, de 27 espécies de custo baixo, plantadas em uma pastagem degradada na Fazenda Vitória, em Paragominas, no Pará.

elas se tornarem produtivas economicamente.

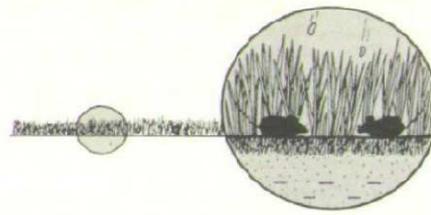
Também são importantes os núcleos de regeneração florestal. A sobrevivência e o crescimento de plântulas podem ser bastante aumentados pelo simples plantio dentro de moitas de *Cordia multispicata*, um arbusto de ocorrência natural nas pastagens degradadas, em que a competição radicular poderia ser considerada menor do que nas áreas dominadas por gramíneas. Muito pode ser aprendido, também, com os experimentos naturais situados dentro da pastagem abandonada. Um indivíduo de seis metros de altura de *Stryphonodendron pulcherrimum* (barbatimão), estabelecido naturalmente em nosso sítio de estudos, tornou-se um núcleo de regeneração florestal, através do estabelecimento de plântulas de outras espécies lenhosas e pela entrada de novos indivíduos produzidos por brotação da raiz. Nós observamos 12 espécies de árvores e 85 novas brotações de *S. pulcherrimum*, dentro de um raio de dez metros da árvore original.

Essas ilhas de floresta natural ilustram o grande potencial que existe para regeneração florestal na pastagem degradada (figura 17). Uma vez que a árvore se estabelece, começam os processos de sucessão natural. O reflorestamento se torna então um processo de multiplicação das ilhas de floresta, pelo estabelecimento de árvores que atraem agentes dispersantes e criam condições favoráveis para o estabelecimento de plântulas de espécies arbóreas debaixo de seu dossel. Gramíneas seriam naturalmente sombreadas, talvez reduzindo a população de saúvas e roedores. Na estação seca, déficits de umidade de solo e competição pelos nutrientes diminuiriam o denso sistema radicular do ecossistema de pastagem degradada, retomado pela nova floresta. A nova floresta seria formada pela união de várias 'ilhas' de floresta.

Resta uma questão a ser enfrentada: como promover a restauração? Há uma grande lacuna entre a implementação e o desenvolvimento de uma estratégia de reflorestamento. Ainda que um tratamento das barreiras culturais e econômicas para a implementação fique fora do nosso alcance, sentimos que certos pontos poderiam ser levantados para complementar essa discussão. Além disso, quem vai plantar árvores? Por um lado, é fácil imaginar que fazendeiros irão participar no processo. Os fazendeiros que são mais inovadores já começaram a diversificar as suas fazendas e, se a pesquisa mostrar um potencial econômico quanto ao reflorestamento nas pastagens degradadas, haverá, certamente, fazendeiros interessados em participar também do processo.

O pequeno produtor também pode desempenhar um papel importante no proces-

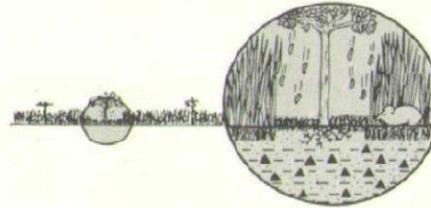
(A) PASTAGEM ABANDONADA HÁ DOIS ANOS



BARREIRAS QUE DIFICULTAM A REGENERAÇÃO FLORESTAL:

- Baixa queda de sementes 0000
- Alta predação de sementes e mudas por formigas e ratos
- Alta competição de raízes (radicular)
- Baixa concentração de nutrientes no solo ▲
- Baixa quantidade de água disponível na superfície do solo —

(B) PASTAGEM ABANDONADA HÁ CINCO ANOS



CONDIÇÕES FAVORÁVEIS CRIADAS PELA COLONIZAÇÃO LENHOSA:

- Alta queda de sementes 00000
- Taxa de predação de sementes reduzida
- Taxa de competição radicular reduzida
- Aumento de concentração de nutrientes no solo ▲▲▲
- Aumento na quantidade de água disponível na superfície do solo —

(C) FLORESTA SECUNDÁRIA COM 20 ANOS



FORMAÇÃO DE ILHAS DE REGENERAÇÃO ARBOREA

FIGURA 18. (a) barreiras que dificultam a regeneração florestal em pastagens intensivamente usadas e em seguida abandonadas, na Amazônia Oriental; (b) importância da presença de arbustos como *Solanum crinitum*, concentrando sementes e favorecendo o crescimento de plantas lenhosas; (c) formação de ilhas de regeneração arbórea, catalisadas por condições favoráveis, criadas pelos primeiros colonizadores lenhosos.

so de plantar árvores em áreas degradadas. Para reverter o quadro de degradação econômica e ecológica em que se encontra a pequena agricultura da Amazônia Oriental, vários autores têm esboçado alternativas para viabilizar uma pequena agricultura sustentada baseada, entre outras coisas, em sistemas que apresentem alta diversidade. Nesses sistemas, há uma significativa participação de componentes arbóreos e arbustivos, seja na forma de enriquecimento de capoeiras com árvores que rendam produtos comercializáveis, como madeiras e frutos, seja na forma de culturas perenes ou na consorciação de árvores e arbustos com pastagens.

Se as pesquisas demonstrarem quais as espécies de árvores economicamente aproveitáveis, que podem ser estabelecidas nas pastagens abandonadas a um custo baixo, o curso do desenvolvimento econômico poderá ser voltado para o uso da terra, no qual não se contribua mais para a degradação regional. Pastagens degradadas podem ser facilmente eliminadas ou reformadas através do consórcio de árvores com

pastos, quebrando-se, assim, os processos de degradação florestal estimulados pelo fogo. As funções regulatórias da floresta podem também ser recuperadas, desde que haja a restituição de árvores nas pastagens.

SUGESTÕES PARA LEITURA

- FLOHRSCHULTZ G. e KITAMURA P.C., 'A pequena agricultura na Amazônia Oriental' in *Pesquisas sobre a utilização e conservação do solo na Amazônia Oriental — Relatório final do convênio EMBRAPA/CPATU*, EMBRAPA, Belém, 1986.
- SERRÃO E.A.S. e TOLEDO J.M., 'A procura de sustentabilidade em pastagens amazônicas' in ANDERSON, A.B. (ed.), *Alternatives to deforestation: coexistence of humans and the Amazon Forest*, New York, 1989.
- UHL C. e BUSCHBACHER R., 'Queimada: o corte que atrai' in *Ciência Hoje*, vol. 7, nº 40, 1988.
- UHL C. e VIEIRA I.C., 'Seleção predatória' in *Ciência Hoje*, vol. 10, nº 55, 1989.

EDIÇÃO DE TEXTO MARILIA MARTINS