



APOIO CIENTÍFICO PARA OS PADRÕES DE MANEJO DE MADEIRA NA FLORESTA AMAZÔNICA A QUESTÃO DA SUSTENTABILIDADE

James Grogan, Edson Vidal e Mark Schulze

Os termos “manejo florestal” e “sustentável” podem ser definidos de diferentes maneiras por diferentes atores. Quem determina os objetivos do manejo florestal são os proprietários da terra, seja privada ou pública. Esses objetivos podem incluir produção de madeira em curto ou longo prazo; melhoria do habitat silvestre, se a vida silvestre será protegida ou explorada; preservação dos serviços ambientais tais como água limpa e biodiversidade; e prevenção de incêndios, entre outras metas possíveis. A sustentabilidade de uma estratégia de manejo dependerá da escala temporal e dos critérios

de valorização relevantes para os proprietários da terra. Para estes ou para administradores comprometidos com a produção sustentável por um longo tempo, o manejo florestal deve produzir bens e serviços continuamente, até por gerações. Definir sustentabilidade se torna ainda mais complicado à medida que aumenta o número de atores, trazendo diversos horizontes de tempo e critérios de decisão para o debate – como, por exemplo, no caso das florestas públicas sendo exploradas por empresas privadas, ou do que a sociedade civil considera permitível nas florestas de propriedade privada.

Introdução

Ilustração de abertura:

Arraste de tora de madeira em Novo Progresso, Pará (BR-163). Fotografia de David G. McGrath, outubro de 2000.

Analisando os componentes básicos do manejo florestal sustentável para a produção industrial de madeira na Amazônia brasileira, nosso foco recai sobre a exploração industrial (manejo florestal em escala empresarial, Instrução Normativa nº 4, de 4 de março de 2002), porque este setor da economia responde pela maior parte da madeira extraída das florestas da Amazônia.¹ Aplicamos uma formulação amplamente aceita de sustentabilidade para a produção de madeira, a qual deveria "...atender as necessidades presentes sem comprometer a capacidade de atender as das futuras gerações"². Isto é, assumimos que os filhos de nossos filhos e as gerações posteriores necessitarão de quantidades industriais de madeira tropical que variam amplamente nas suas propriedades, emprego e preço. Como ecologistas florestais, nossa perspectiva reflete um conhecimento de como os ecossistemas florestais, as comunidades vegetais e animais e as populações de espécies funcionam no espaço e no tempo – embora o estado do conhecimento seja incipiente. Por isso, não tratamos dos aspectos econômicos, sociais e culturais do manejo florestal, apesar de reconhecermos sua fundamental importância para os sistemas de manejo florestal realmente sustentáveis. Nossa intenção é descrever resumidamente a atual situação do manejo florestal na Amazônia, indicando como a ciência contribui e como poderia contribuir ainda mais para a transformação das práticas de exploração convencional ou predatórias em sistemas de produção sustentável.

Práticas atuais de exploração na Amazônia brasileira

Legislação florestal

O Código Florestal de 1965 previa rápidas mudanças no uso da terra, possibilitadas pelas rodovias transamazônicas que conectam Brasília a Belém na costa norte e a Porto Velho na fronteira oeste. "Fica proibida a exploração sob forma empírica das florestas primitivas da bacia amazônica, que só poderão ser utilizadas em observância a planos técnicos de condução e manejo" (Lei nº 4.771, Art. 15). Somente em 1986 os conceitos de manejo florestal sustentável e produção sustentável foram regulamentados, definindo-se o último como "o rendimento que corresponde ao incremento da floresta" (Lei nº 7.511, Portaria nº 486/86-P). Essas leis, com emendas subseqüentes, especificaram padrões mínimos para o manejo florestal empresarial (tabela 1).

¹ Em 1998, aproximadamente 28,3 milhões de metros cúbicos de madeira em tora foram explorados na Amazônia brasileira, uma estimativa de 1 a 1,3 milhão de hectares de floresta. A receita bruta totalizou mais de US\$ 2,5 bilhões e o setor madeireiro gerou uma estimativa de 350.000 empregos (LENTINI, M.; VERÍSSIMO, A. & SOBRAL, L. *Fatos Florestais da Amazônia 2003*. Belém, PA: IMAZON, 2003. SMERALDI, R. & VERÍSSIMO, A. *Acertando o Alvo*. São Paulo; Piracicaba; Belém: Amigos da Terra - Programa Amazônia; IMAFLORA; IMAZON, 1999). A produção de madeira da Amazônia pode acelerar-se durante os próximos anos, visto que a demanda internacional visa a maior fonte restante de madeira tropical do mundo (UHL, C.; BARRETO, P.; VERÍSSIMO, A.; VIDAL, E.; AMARAL, P.; BARROS, A. C.; SOUZA JR., C.; JOHNS, J. & GERWING, J. Natural resource management in the Brazilian Amazon. *Bioscience*, 47:160-168, 1997).

² WCED. World Commission on Environment and Development. *Our Common Future*. Oxford, UK: Oxford University Press, 1987.

Em 1994, o manejo florestal sustentável foi conceituado mais além como “... a administração da floresta para a obtenção de benefícios econômicos e sociais, respeitando-se os mecanismos de sustentação do ecossistema objeto do manejo” (Decreto nº 1.282). Assim, a definição de manejo florestal sustentável incorporada na legislação brasileira é essencialmente a mesma que utilizamos aqui. Infelizmente, a indústria madeireira não tem, historicamente, cumprido satisfatoriamente a legislação florestal. Revisões por auditores independentes em 1996 revelam que 71% das empresas madeireiras com planos de manejo aprovados pelo Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis (IBAMA) descumpriam a lei.³ Pela avaliação do próprio órgão oficial, mais de 80% da exploração na Amazônia é ilegal.⁴

Tabela 1: Elementos básicos do manejo florestal sustentável como especificado no Código Florestal e suas alterações (emendas)

Princípios gerais	Elementos básicos
Caracterização do meio físico e biológico	Relevo, solos, vegetação, fauna e hidrografia
Determinação do estoque existente	Inventário 100% identificando espécies comerciais e quantificando volumes para ser explorado
Intensidade de exploração compatível com a capacidade do sítio	1. Máxima intensidade de colheita para tamanho comercial (90%) 2. Volume máximo a ser extraído por unidade de área (35 m ³ por hectare)
Meios para manutenção das espécies	1. Diâmetro mínimo de corte (45 cm de dap, sendo 60 cm para mogno) 2. Retenção de árvores matrizes (10% dos indivíduos adultos, 20% para mogno)
Promoção da regeneração natural da floresta	Plantio de enriquecimento (mogno)
Adoção de sistema silvicultural adequado	Exploração com uso de técnicas de manejo florestal
Adoção de sistema de exploração adequado	Exploração de impacto reduzido (EIR)
Tratamentos silviculturais	Corte de cipó e anelamento
Monitoramento do desenvolvimento da floresta remanescente	Instalação de parcelas permanentes
Garantia da viabilidade técnico-econômica e dos benefícios sociais	Plano de negócio técnico e financeiro
Garantia de medidas mitigadoras dos impactos ambientais	Redução de danos, proteção contra fogo, proteção para caça
Ciclo de corte	Período entre uma colheita e a colheita subsequente (25 a 30 anos)
Plano Operacional Anual	Descrição detalhada do que será feito a cada ano na unidade de produção anual (UPA)

³ SILVA, J. N. M. *Diagnóstico dos Projetos de Manejo Florestal no Estado do Pará – Fase Paragominas*. CPATU-EM-BRAPA em conjunto com IBAMA, FCAP, SECTAM, SUDAM, UFPA/NAEA e FIEPA. Belém, PA, 1997.

⁴ VIANA, G. (Relator). *Relatório da Comissão Externa da Câmara dos Deputados Destinada a Averiguar a Aquisição de Madeiras, Serrarias e Extensas Porções de Terras Brasileiras por Grupos Asiáticos*. Brasília, DF: Câmara dos Deputados, Coordenação de Publicações, 1998.

Exploração convencional ou predatória

No início dos anos 1970, os estoques naturais de madeira no sudeste do Brasil foram-se exaurindo em consequência da superexploração. Entretanto, o crescimento da economia nacional e o surgimento de demanda doméstica por produtos florestais encorajaram os exploradores do sul a migrarem para a Amazônia, onde a construção de rodovias estava abrindo florestas de terra firme anteriormente inacessíveis, para a exploração mecanizada. Na Amazônia, havia extensas áreas de floresta cuja propriedade não era reclamada, o que significa que o recurso madeireiro era gratuito ou quase isso, exceto pelos custos para procurá-lo e extraí-lo.⁵ Mesmo depois de os elementos básicos do manejo florestal terem sido regulamentados pelo governo federal, o seu cumprimento legal pela indústria madeireira não ficava garantido, porque quase não havia capacidade técnica e de fiscalização para cobrir uma área de terra que ocupa quase a metade do território brasileiro. Este é o motivo pelo qual as práticas de exploração convencional na Amazônia são freqüentemente chamadas de “predatórias”: enfrentando mínima ou nenhuma supervisão do governo, os madeireiros exploram os recursos florestais sem se preocuparem com as futuras colheitas, repetindo o ciclo de crescimento e colapso experimentados pelas florestas do sudeste.

Os mecanismos de exploração convencional têm sido bem descritos por pesquisadores desde o início da década de 80. Essas operações de exploração não são planejadas, com exceção das trilhas que conectam as árvores comerciais feitas pelos mateiros. A mão-de-obra não é especializada, o equipamento pesado é geralmente inadequado e as árvores são extraídas sem qualquer preocupação de não causar danos à floresta residual, especialmente às árvores jovens e plântulas, as quais representam o estoque de árvores comerciais e receitas futuras. Numa operação de exploração típica nas regiões onde a infra-estrutura de transportes e a economia local possibilitam colheitas intensivas, aproximadamente 7 m³ por hectare de madeira em tora (representando 20% a 30% da meta de extração) são derrubados mas deixados no chão da floresta, deteriorando-se, porque não há comunicação entre os operadores de motosserra e os operadores do trator skidder sobre a localização das árvores derrubadas. Para cada árvore extraída, aproximadamente 30 árvores menores de 10 cm de diâmetro – muitas das quais representam árvores comerciais futuras – são irreversivelmente danificadas. A cobertura do dossel é reduzida de

⁵ UHL, C. *et al.*. *Op. cit.*

- ⁶ UHL, C. & VIEIRA, I. C. G. Ecological impacts of selective logging in the Brazilian Amazon: a case study from the Paragominas region of the state of Pará. *Biotropica*, 21:98-106, 1989.
- VERÍSSIMO, A.; BARRETO, P.; MATTOS, M.; TARIFA, R. & UHL, C. Logging impacts and prospects for sustainable forest management in an old Amazonian frontier: the case of Paragominas. *Forest Ecology and Management*, 55:169-199, 1992.
- HOLDSWORTH, A. R. & UHL, C. Fire in eastern Amazonian logged rain forest and the potential for fire reduction. *Ecological Applications*, 7:713-725, 1997.
- ⁷ COCHRANE, M. A. & SCHULZE, M. D. Fire as a recurrent event in tropical forests of the Eastern Amazon: effects on forest structure, biomass, and species composition. *Biotropica*, 31: 2-16, 1999.
- COCHRANE, M. A.; ALENCAR, A.; SCHULZE, M. D.; SOUZA Jr., C. M.; NEPSTAD, D. C.; LEFEBVRE, P. & DAVIDSON, E. A. Positive feedbacks in the fire dynamic of closed canopy tropical forests. *Science*, 284:1832-1835, 1999.
- ⁸ LENTINI, M.; VERÍSSIMO, A. & SOBRAL, L. *Op. cit.* SCHULZE, M.; VIDAL, E.; GROGAN, J.; ZWEEDE, J. & ZARIN, D. As melhores práticas e normas de manejo atuais não sustentarão a produção de madeira nas florestas da Amazônia. *Ciência Hoje*, no prelo.

80% a 90% para menos de 50%, expondo o chão florestal ao sol e aumentando enormemente o risco de incêndio em florestas onde anteriormente a ocorrência de fogo era rara.⁶ A exploração predatória transforma usualmente a floresta primária em florestas degradadas cheias de escombros, infestadas por cipós, propensas ao fogo, com pouca capacidade regenerativa ou valor econômico. Mesmo quando não convertidas em pastagem de pouca longevidade ou agricultura, essas florestas freqüentemente queimam e se tornam indistinguíveis das florestas secundárias.⁷ Considerando o pequeno número de empresas madeireiras que usam sistemas melhorados de extração na Amazônia, observou-se que mais de 90% da produção de madeira anual, em 2004, provêm de áreas de exploração predatória.⁸

Sistemas de manejo florestal sustentável: componentes básicos

Como transformar as práticas convencionais de exploração madeireira em práticas ecologicamente sustentáveis? O manejo florestal sustentável requer que os sistemas operacionais sejam integrados com práticas silviculturais dirigidas às necessidades de crescimento e regeneração das árvores sobreviventes da primeira colheita. Sistemas de colheita melhorados deveriam reduzir os danos causados durante a exploração de madeira e ao mesmo tempo aumentar a eficiência do trabalho e os retornos financeiros. As práticas silviculturais deveriam basear-se em informações sobre a biologia das espécies madeireiras que estão sendo extraídas, sobre como as comunidades vegetais e animais da floresta reagem aos distúrbios da exploração, e sobre os fatores no nível do ecossistema que afetam a qualidade do sítio e a produtividade florestal. Ou seja, a integridade da floresta deve ser mantida para que existam condições de crescimento adequadas para as árvores e plântulas que representam o estoque para colheitas futuras.

Sistemas operacionais para a colheita de madeira

Pesquisas realizadas desde o início da década de 1990 na Amazônia oriental demonstram que o sistema de colheita denominado Exploração de Impacto Reduzido (EIR) pode reduzir substancialmente os danos à estrutura da floresta durante a exploração de madeira. Este sistema combina inventários pré-colheita e planejamento com queda direcionada da árvore e extração da tora por pessoal capacitado. Os benefícios resultantes da EIR incluem estoques maiores de

árvores comerciais após a exploração, ciclos de corte mais curtos (intervalos entre colheitas), retenção maior *in situ* de carbono armazenado na biomassa florestal e no solo, menor risco de ocorrência de fogo, menor compactação e erosão do solo, e maior eficiência da colheita contribuindo para benefício financeiro das empresas madeireiras⁹ (tabela 2). As práticas de EIR tornaram-se o padrão das melhores práticas de manejo florestal na Amazônia.¹⁰

Tabela 2: Custos e benefícios da exploração de impacto reduzido (EIR) comparada à exploração convencional ou predatória

Item	Custos em US\$
Custos do planejamento (por hectare)	+ 72
Custos do planejamento (por m ³ colhido)	+ 1,80 a 2,05
Produtividade de derruba (m ³ por hora)	+ 15%
Produtividade do arraste (m ³ por hora)	+ 27%
Tempo da máquina (minutos por m ³ colhido)	- 37%
Madeira desperdiçada (m ³ por hectare)	- 25%
Danos às árvores residuais (nº por hectare)	- 25 a 33%
Volume extraído (m ³ por hectare)	+ 30%
Benefícios financeiros (por m ³ colhido)	+ 3,70
Volume produzido em 30 anos (m ³ por hectare)	+ 68%
Valor líquido presente (VLP) para um ciclo de corte de 30 anos	+ 38 a 45%

Fontes: BARRETO, P.; AMARAL, P.; VIDAL, E. & UHL, C. Costs and benefits of forest management for timber production in eastern Amazonia. *Op. cit.*; JOHNS, S. J.; BARRETO, P. & UHL, C. Logging damage during planned and unplanned logging operations in the eastern Amazon. *Op. cit.*

Todavia, a adoção da EIR pela indústria se limita a poucas empresas altamente capitalizadas que possuem o selo de certificação da FSC e podem investir em treinamento de pessoal e equipamento pesado, necessários para a implementação da EIR. A situação legal indefinida ou em disputa das terras devolutas desencoraja investimentos a longo prazo em manejo florestal; além disso, é raro encontrar pessoal treinado em técnicas de EIR. Dúvidas a respeito dos benefícios financeiros da EIR persistem na escala operacional (vida real), particularmente em áreas onde os baixos estoques de madeira ou os mercados incipientes limitam os volumes exploráveis para menos de 10 a 15 m³ por hectare.¹¹ A fiscalização limitada ou desigual pelo IBAMA dos padrões mínimos para o manejo florestal

⁹ PINARD, M. A. & PUTZ, F. E. Retaining forest biomass by reducing logging damage. *Biotropica*, 28:278-295, 1996.

JOHNS, S. J.; BARRETO, P. & UHL, C. Logging damage during planned and unplanned logging operations in the eastern Amazon. *Forest Ecology and Management*, 89:59-77, 1996.

BARRETO, P.; AMARAL, P.; VIDAL, E. & UHL, C. Costs and benefits of forest management for timber production in eastern Amazonia. *Forest Ecology and Management*, 108:9-26, 1998.

HOLMES, T. P.; BLATE, G. M.; ZWEEDE, J. C.; PEREIRA, R. J.; BARRETO, P.; BOLTZ, F. & BAUCH, R. Financial and ecological indicators of reduced impact logging performance in eastern Amazonia. *Forest Ecology and Management*, 163:93-110, 2002.

PEREIRA, R.; ZWEEDE, J. C.; ASNER, G. P. & KELLER, M. Forest canopy damage and recovery in reduced impact and conventional selective logging in eastern Pará, Brazil. *Forest Ecology and Management*, 168:77-89, 2002.

¹⁰ FOREST STEWARDSHIP COUNCIL. *Certification standards of the FSC Forest Stewardship Council for forest management on "terra firme" in the Brazilian Amazon*. FSC-Brazil, FSC International Board of Directors, 2002. O Forest Stewardship Council (FSC, o Conselho de Manejo Florestal), uma organização internacional com sede na Alemanha, estabelece padrões com base científica para certificação independente de terceiros, verificando se a produção de madeira atende a critérios ecológicos, econômicos e sociais mínimos.

¹¹ BARRETO, P. *et al.*. *Op. cit.*. HOLMES, T. P. *et al.*. *Op. cit.*

¹² O Centro Nacional de Apoio ao Manejo Florestal (CENAFLO) estima treinar cerca de 250 profissionais por ano. André Dias, comunicação pessoal.

¹³ SMITH, D. M.; LARSON, B. C.; KELTY, M. J. & ASHTON, P. M. S. *The Practice of Silviculture: Applied Forest Ecology*. 9. ed. New York: John Wiley & Sons Inc., 1997.

¹⁴ PERES, C. A. & BAIDER, C. Seed dispersal, spatial distribution and population structure of Brazilnut trees (*Bertholletia excelsa*) in southeastern Amazonia. *Journal of Tropical Ecology*, 13:595-616, 1997.

BAIMA, A. M. V. *O Status de Swietenia macrophylla King (Mogno) em duas florestas exploradas no Estado do Pará: O caso de Marabá e Rio Maria*. Mestrado em Ciências Florestais, Universidade Federal do Pará/FCAP, Belém, PA, 2001.

GROGAN, J. E. *Bigleaf mahogany (Swietenia macrophylla King) in southeast Pará, Brazil: a life history study with management guidelines for sustained production from natural forests*. PhD Thesis, Yale University, New Haven, CT, EUA, 2001.

SCHULZE, M. *Ecology and behavior of nine timber tree species in Pará, Brazil: links between species life history and forest conservation and management*. PhD Thesis, Pennsylvania State University, University Park, PN, EUA, 2003.

possibilita o abuso ou desrespeito comum às leis pelos madeireiros. Todavia, nossa expectativa é que a entrada maior de mão-de-obra qualificada no mercado¹² e a melhoria da capacidade de fiscalização do IBAMA levarão à adoção mais ampla das práticas de EIR.

Bases biológicas do manejo florestal

A silvicultura é ecologia florestal aplicada, preocupada com o estabelecimento, a composição, a estrutura e o crescimento de espécies florestais e de comunidades vegetais.¹³ As comunidades florestais são formadas por populações de dezenas ou até centenas de espécies de árvores de valor comercial ou não-comercial, todas competindo pelos mesmos recursos: espaço para crescimento, luz, água, nutrientes no solo. Porém, as espécies madeireiras variam dramaticamente em suas características de história de vida. Algumas crescem rapidamente, produzem sementes uma ou duas décadas depois de se estabelecerem no chão florestal e morrem jovens. Outras crescem lentamente, precisam de décadas para se tornar sexualmente maduras e vivem por séculos. Um amplo espectro de síndromes caracteriza a polinização, as sementes, plântulas e formas juvenis enquanto as espécies se reproduzem e crescem até o tamanho adulto. Dessa maneira, as diferentes fases do ciclo de vida variam em termos de condições de recursos necessários para sobrevivência e crescimento. Isto é, as necessidades de iluminação ou outros recursos podem mudar ao longo da vida de uma árvore; ou, espécies podem diferir notadamente nos requerimentos de recursos numa fase da vida e não em outras. O manejo florestal deve considerar essas diferenças para que as colheitas comerciais de hoje sejam sustentáveis. Infelizmente, os ciclos de vida de poucas espécies madeireiras de alto valor comercial da Amazônia foram estudados no campo.¹⁴

Características biológicas das espécies madeireiras

As informações biológicas básicas das espécies, necessárias para desenhar práticas silviculturais destinadas à promoção da sobrevivência e ao crescimento contínuo das espécies madeireiras incluem (tabela 3):

a) Identificação botânica

Muitas espécies, por serem do mesmo gênero ou de alguma maneira similares, são quase indistinguíveis. Nomes comuns podem ser incorretos ou agrupar muitas espécies.

Quando espécies com baixa densidade ou espécies raras são agrupadas com espécies mais comuns, as primeiras se tornam especialmente vulneráveis à superexploração. Confusões a respeito da identidade botânica também geram problemas na identificação das propriedades funcionais da madeira nos mercados de varejo. Exemplos de grupos genéricos com problemas de identidade incluem o ipê (*Tabebuia*), o angelim (*Hymenobium*, *Dinizia*, *Zygia*), o tauari cachimbo (*Couratari*, *Cariniana*), a copaíba (*Copaifera*) e a fava (*Parkia*).¹⁵

¹⁵ FERREIRA, G. C.; MARTINS-DA-SILVA, R. C. V. & GOMES, J. I. Contribuição ao conhecimento de algumas espécies de *Leguminosae*, conhecidas na Amazônia brasileira como “angelim” e variações. In: SILVA, J. N. M.; CARVALHO, J. O. P. & YARED, J. A. G. (Eds.). *A Silvicultura na Amazônia Oriental*. Belém, PA: Embrapa Amazônia Oriental/DFID, 2001. p. 55-81. HOPKINS, M., comunicação pessoal.

Tabela 3: Comparativo de história de vida de duas importantes espécies madeireiras da Amazônia – mogno (*Swietenia macrophylla*) e maçaranduba (*Manilkara huberi*)

Espécies	Mogno	Maçaranduba
Ocorrência	Sul	Leste, Centro
Tipo de floresta	Sazonalidade seca	Sazonalidade seca para úmida
Densidade (nº por hectare)	0,05 a 1	1 a 5
Posição no dossel	Emergente	Dossel
Requerimento para regeneração	Clareira	Sub-bosque + Clareira
Estrutura populacional: juvenis	Escassa	Abundante
Estrutura populacional: plântulas	Escassa	Abundante
Sementes: diâmetro mínimo de produção	30 cm	40 cm
Sementes: periodicidade de produção	Anual	Supra-anual
Sementes: modo de dispersão	Vento	Animal
Sementes: poder de germinação	Alta	Baixa
Taxa de crescimento	Alta	Média
Taxa de mortalidade	Média	Média
Anos para atingir diâmetro comercial	60 a 100	90 a 140

Fontes: GROGAN, J. E. *Bigleaf mahogany (Swietenia macrophylla King) in southeast Pará, Brazil*. Op. cit. SCHULZE, M. *Ecology and behavior of nine timber tree species in Pará, Brazil*. Op. cit. SCHULZE, M.; VIDAL, E.; GROGAN, J.; ZWEEDE, J. & ZARIN, D. As melhores práticas e normas de manejo atuais não sustentarão a produção de madeira nas florestas da Amazônia. Op. cit.

b) Densidade e distribuição espacial

Em um dado bloco de 100 hectares de floresta – imagine uma área em um quadrado de 1 km de comprimento de cada lado – espécies madeireiras podem ocorrer a

¹⁶ SCHULZE, M. *et al.* *Op. cit.*

¹⁷ GROGAN, J.; BARRETO, P. & VERÍSSIMO, A. *Mogno na Amazônia Brasileira: Ecologia e Perspectivas de Manejo*. Belém, PA: IMAZON, 2002.

GROGAN, J.; ASHTON, M. S. & GALVÃO, J. Big-leaf mahogany (*Swietenia macrophylla*) seedling survival and growth across a topographic gradient in southeast Pará, Brazil. *Forest Ecology and Management*, 186:311-326, 2003.

¹⁸ SCHULZE, M. *et al.* *Op. cit.*

¹⁹ MARTINI, A. M. Z.; ROSSA, N. A. & UHL, C. An attempt to predict which Amazonian tree species may be threatened by logging activities. *Environmental Conservation*, 21:152-162, 1994.

²⁰ SILVA, J. N. M.; CARVALHO, J. D.; LOPES, J. D. C. A.; ALMEIDA, B. F. D.; COSTA, D.; OLIVEIRA, L. C. D.; VANCLAY, J. K. & SKOVSGAARD, J. P. Growth and yield of a tropical rainforest in the Brazilian Amazon: thirteen years after logging. *Forest Ecology and Management*, 71:267-274, 1995.

DE GRAAF, N. R.; POELS, R. L. H. & VAN ROMPAEY, R. S. A. R. Effect of silvicultural treatment on growth and mortality of rainforest in Surinam over long periods. *Forest Ecology and Management*, 124:123-135, 1999.

KAMMESHEIDT, L.; DADANG, A. A.; SCHWARZWÄLLER, W. & WEIDELT, H. J. Growth patterns of dipterocarps in treated and untreated plots. *Forest Ecology and Management*, 174:437-445, 2003.

VIDAL, E. *Dinâmica de florestas manejadas e sob exploração convencional na Amazonia Oriental*. Doutorado. Tese. Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Carlos, SP, 2004.

densidades que variam de 1 ou 2 até 500 árvores de tamanho comercial (0,01-0,02 a 5 por hectare). Pelo fato de a legislação proibir a exploração de qualquer espécie que ocorre a densidades inferiores a cinco árvores por 100 hectares (0,05 por hectare), torna-se importante compreender os padrões de densidade das espécies em escala local e regional, para assegurar que a exploração de madeira não elimine espécies raras. Por exemplo, o ipê roxo (*Tabebuia impetiginosa*) ocorre usualmente a densidades de aproximadamente 10 árvores por 100 hectares nas florestas da Amazônia Oriental, comparada com a maçaranduba (*Manilkara huberi*), que tem uma densidade de 200 árvores por 100 hectares.¹⁶ Entretanto, os padrões de distribuição espacial nas paisagens podem refletir fatores topográficos, hidrológicos e edáficos (solo) que criam gradientes na disponibilidade de água ou nutrientes ou nos padrões de distúrbio. No sudeste do Pará, o mogno (*Swietenia macrophylla*) ocorre quase exclusivamente em terrenos baixos adjacentes a rios sazonais.¹⁷ Conhecer onde as espécies ocorrem mais frequentemente em uma paisagem ajuda-nos a compreender onde as práticas silviculturais devem ser concentradas para favorecer o crescimento das árvores sobreviventes e a regeneração das plântulas.

c) Estruturas da população, taxas de crescimento e mortalidade

A distribuição das árvores por idade ou classes diamétricas – se a maioria das árvores é de tamanho muito grande, como usualmente é o caso do ipê roxo, ou se as árvores menores são mais numerosas, como é o caso da maçaranduba¹⁸ – pode indicar a taxa segundo a qual novos indivíduos crescem da classe de tamanho juvenil para as classes de tamanho comercial. As taxas de crescimento variam bastante entre as espécies, mas também podem variar muito entre indivíduos e ainda por idade ou classe de tamanho para uma espécie. Informações detalhadas sobre o crescimento ao longo do ciclo de vida são necessárias para prognosticar a reação das árvores sobreviventes à exploração e para determinar os ciclos de colheita que as populações de espécies madeireiras podem sustentar.¹⁹ Em geral, a expectativa é de que haja aumentos no curto prazo nas taxas de crescimento do povoamento após a exploração, visto que algumas árvores sobreviventes reagem à maior disponibilidade de luz dentro das clareiras da exploração ou em suas bordas.²⁰ As taxas de mortalidade também formam estruturas naturais pós-exploração, através da perda de árvores fracas ou

- ²¹ HENDRISON, J. *Damage-controlled logging in managed tropical forest in Surinam*. Wageningen, The Netherlands: Wageningen Agricultural University, 1990.
PUTZ, F. E.; BLATE, G. M.; REDFORD, K. H.; FIMBEL, R. & ROBINSON, J. Tropical forest management and conservation of biodiversity: an overview. *Conservation Biology*, 15:7-20, 2001.
HOLMES, T. P. *et al.*. *Op. cit.*
SCHULZE, M. *Op. cit.*
- ²² A Instrução Normativa nº 7, de 22 de agosto de 2003, estabelece diferentes diretrizes para o mogno, especificando um diâmetro mínimo para corte de 60 cm e exigindo que 20% das árvores de tamanho comercial sejam retidas como fontes de sementes (matrizes).
- ²³ GROGAN, J. *et al.*. *Op. cit.*, 2002.
SCHULZE, M. *Op. cit.*
- ²⁴ GUARIGUATA, M. R. & PINARD, M. A. Ecological knowledge of regeneration from seed in neotropical forest trees: implications for natural forest management. *Forest Ecology and Management*, 112:87-99, 1998.
- ²⁵ JENNINGS, S. B.; BROWN, N. D.; BOSIER, D. H.; WHITMORE, T. C. & LOPES, J. D. C. A. Ecology provides a pragmatic solution to the maintenance of genetic diversity in sustainably managed tropical rain forests. *Forest Ecology and Management*, 154:1-10, 2001.
SCHULZE, M. *Op. cit.*
- ²⁶ KANASHIRO, M.; THOMPSON, I. S.; YARED, J. A. G.; LOVELESS, M. D.; COVENTRY, P.; MARTINS-DA-SILVA, R. C. V.; DEGEN, B. & AMARAL, W. Improving conservation values of managed forests: the Dendrogene Project in the Brazilian Amazon. *Unasylva*, 53:25-33, 2002.
- ²⁷ GROGAN, J. E. *Op. cit.*
JENNINGS, S. B. *et al.*. *Op. cit.*

“desafortunadas” (por exemplo, árvores juvenis e mesmo adultas que morrem sob árvores derrubadas pelo vento ou motosserra). Sabemos que as taxas de mortalidade aumentam durante e após a exploração, devido aos danos e à degeneração da estrutura da floresta.²¹

Fatores específicos determinam as estruturas da população e as taxas de crescimento e mortalidade das espécies, no entanto, eles são insuficientemente compreendidos para quase todas as espécies madeireiras de valor comercial atualmente exploradas na Amazônia. Apesar disso, a legislação florestal trata todas as espécies da mesma maneira, estabelecendo um único diâmetro mínimo de corte de 45 cm e permitindo a remoção de 90% das árvores maiores que este tamanho.²² Mesmo se os madeireiros respeitassem essas regras – e frequentemente não as respeitam – elas contribuiriam para uma tal superexploração que comprometeria os volumes futuros de madeira, podendo exterminar mesmo comercialmente algumas espécies em escala local.²³

d) Produção de sementes

O recrutamento de árvores de tamanho comercial, a partir de plântulas já estabelecidas na época da primeira colheita e a partir das sementes produzidas pelas árvores adultas sobreviventes, é de fundamental importância para as futuras colheitas. Árvores matrizes reprodutivamente maduras devem ser retidas para proporcionar sementes a futuras gerações de árvores, bem como para preservar as estruturas genéticas locais. Todavia, não se sabe quase nada sobre a idade ou o tamanho nos quais as espécies madeireiras se tornam sexualmente madura.²⁴ Muitas espécies produzem pouca ou nenhuma semente quando estão com 45 cm de diâmetro (o diâmetro mínimo de corte), tamanho no qual mal chegaram à maturidade. Outras têm poucos indivíduos sobreviventes nas classes de tamanho comercial menores, após as populações compostas principalmente de árvores adultas de grande altura terem sido extraídas.²⁵ Além disso, pouco se conhece sobre o impacto das práticas legais de colheita que deixam 10% da estrutura original da população sobre a produção de semente.²⁶ Após a colheita, as árvores sobreviventes podem ser muito pequenas e estar muito distantes para a troca efetiva de pólen para a produção de sementes, ou podem estar temporariamente isoladas quando os períodos de floração não coincidem.²⁷

²⁸ JENNINGS, S. B. *et al.* *Op. cit.*

²⁹ PLUMPTRE, A. J. The importance of "seed trees" for the natural regeneration of selectively logged tropical forest. *Commonwealth Forestry Review*, 74:253-258, 1995.

³⁰ SCHULZE, M. *et al.* *Op. cit.*

³¹ Como exemplo, uma equação amplamente usada para converter diâmetro em metros cúbicos de madeira em tora prognostica que uma árvore de 90 cm de diâmetro com uma altura de 15 m produzirá 5,4 m³ de madeira antes do processamento na serraria (CAVALCANTI, F. J. B.; HIGUCHI, N. & SILVA, E. R. *Inventário florestal e diagnóstico da regeneração natural da Floresta Estadual do Antimari, rtf-3 Antimari*. Rio Branco, AC: FUNTAC, 1990). Seis árvores deste tamanho em uma área de um hectare produziriam 32,4 m³ de madeira em tora.

³² SILVA, J. N. M. *et al.* *Op. cit.*, 1995.

SILVA, J. N. M.; CARVALHO, J. O. P.; LOPES, J. D. C. A.; OLIVEIRA, R. P. & OLIVEIRA, L. C. Growth and yield studies in the Tapajós region, Central Brazilian Amazon. *Commonwealth Forestry Review*, 75: 325-329, 1996.

ALDER, D. & SILVA, J. N. M. Sustentabilidade da produção volumétrica: um estudo de caso na Floresta Nacional do Tapajós com o auxílio do modelo de crescimento CAFOGROM. *In: SILVA, J. N. M.; CARVALHO, J. O. P. & YARED, J. A. G.* (Eds.). *A Silvicultura na Amazônia Oriental*. *Op. cit.* p. 325-337.

VIDAL, E. *Op. cit.*

KELLER, M.; ASNER, G. P.; SILVA, J. N. M. & PALACE, M. Sustainability of selective logging of upland forests in the Brazilian Amazon: carbon budgets and remote sensing as tools for

e) Regeneração de plântulas

As dinâmicas da regeneração de plântulas da maioria das espécies também são insuficientemente compreendidas. A maioria das espécies madeireiras de alto valor da Amazônia se caracteriza pelas baixas densidades de plântulas no sub-bosque da floresta, devido à intolerância à sombra.²⁸ A exploração cria nichos de regeneração para as espécies que demandam luz, ao mesmo tempo em que remove a grande maioria das fontes potenciais de sementes das populações de espécies madeireiras; as implicações em longo prazo deste paradoxo para a viabilidade populacional ainda não são bem conhecidas.²⁹ Há pouca informação sobre barreiras para germinação e estabelecimento de plântulas, agentes de mortalidade e fatores que estimulam a sobrevivência e crescimento em diferentes ambientes de iluminação. Sem tratamentos silviculturais desenhados para promover o crescimento pós-exploração das plântulas já existentes ou o estabelecimento de plântulas de espécies sem regeneração avançada, muitas espécies madeireiras podem se tornar comercialmente extintas em escala local e regional, em duas ou três colheitas.³⁰

Características biológicas das comunidades florestais

Mesmo as melhores práticas de exploração de madeira na Amazônia brasileira ignoram as diferenças ecológicas entre as espécies madeireiras: elas removem todos os indivíduos de tamanho comercial disponíveis durante uma única colheita até o limite legal de 90% de indivíduos por espécie e 35 m³ de madeira em tora por hectare.³¹ A hipótese segundo a qual esses limites são fundamentados é que as espécies exploradas recuperarão a biomassa (volume explorável) através do crescimento a uma taxa de aproximadamente 1 m³ por hectare por ano, ou seja, 30 m³ por hectare durante os 30 anos prescritos entre colheitas em sistemas policíclicos de exploração. Todavia, evidências empíricas limitadas indicam que: 1) as espécies comerciais de hoje não acumularão volume nas taxas projetadas durante décadas; e 2) as futuras colheitas podem necessitar da mudança da preferência do consumidor em favor de madeiras menos densas e de rápido crescimento – que atualmente têm baixo ou nenhum valor comercial.³² De fato, os sistemas operacionais da EIR são algumas vezes criticados por reduzirem os danos florestais abaixo do nível necessário para estimular o crescimento das espécies comerciais demandantes de luz.³³ Mesmo da perspectiva da população ou da comunidade, restam dúvidas

evaluation of logging effects. In: ZARIN, D. et al.. (Eds.). *Working Forests in the Tropics: Conservation through Sustainable Management?* New York: Columbia University Press, no prelo.

³³ FREDERICKSEN, T. S. Limitations of low-intensity selective and selection logging for sustainable tropical forestry. *Commonwealth Forestry Review*, 77:262-266, 1998.

FREDERICKSEN, T. S. & PUTZ, F. E. Silvicultural intensification for tropical forest conservation. *Biodiversity and Conservation*, 12:1445-1453, 2003.

³⁴ ALDER, D. & SILVA, J. N. M. An empirical cohort model for the management of terra firme forests in the Brazilian Amazon. *Forest Ecology and Management*, 130:141-157, 2000.

PHILLIPS, P. D.; AZEVEDO, C. P.; DEGEN, B.; THOMPSON, I. S.; SILVA, J. N. M. & VAN GARDINGEN, P. R. An individual-based spatially explicit simulation model for strategic forest management planning in the eastern Amazon. *Ecological Modelling*, 173:335-354, 2004.

NEPSTAD, D.; AZEVEDO-RAMOS, C.; LIMA, E.; MCGRATH, D.; PEREIRA, C. & MERRY, F. Managing the Amazon timber industry. *Conservation Biology*, 18: 575-577, 2004.

VIDAL, E. *Op. cit.*

³⁵ ALDER, D. & SILVA, J. N. M. *Op. cit.*, 2000.

PHILLIPS, P. D. et al.. *Op. cit.*

³⁶ POELS, R. L. H.; DE GRAAF, N. R. & WIRJOSENTONO, J. *Growth and mortality of trees after various experimental silvicultural treatments for natural regeneration in Suriname*. Hinkeloord Report n° 25, Sub-department of Forestry, Agricultural University, Wageningen, The Netherlands, 1998.

consideráveis sobre a duração da rotação aceitável para a produção sustentada de volumes de madeira, por causa da incerteza, no longo prazo, sobre as taxas de crescimento e mortalidade e sobre o potencial de tratamentos silviculturais para aumentar o acúmulo de madeira na floresta. As estimativas publicadas variam de 25 a 50 anos para os sistemas de EIR.³⁴

Várias instituições de pesquisa na Amazônia estão tentando modelar precisamente o crescimento da floresta e o incremento de volume após a exploração.³⁵ O sistema silvicultural CELOS, no Suriname, tem melhorado os incrementos em volume no povoamento, através da eliminação agressiva das árvores não-comerciais que competem por espaço para crescimento com as árvores da futura colheita.³⁶ O sucesso deste sistema é resultado da explícita domesticação da floresta para maximizar a produção, uma abordagem de manejo que pode ser desejável em alguns contextos (florestas privadas), mas não em outros (florestas públicas manejadas para produção de madeira e para conservação de atributos dos ecossistemas). Um sistema CELOS modificado integrando práticas de EIR está sendo testado atualmente na Amazônia ocidental³⁷, bem como tratamentos de liberação menos intensivos em torno de árvores de interesse³⁸. Pouca atenção ainda tem sido dada às conseqüências ecológicas e econômicas das mudanças no longo prazo na composição de espécies, resultantes das atuais práticas de exploração.

Funções do ecossistema

A estrutura e a composição de espécies da floresta não explorada são produtos de interações complexas entre inúmeros fatores ambientais, incluindo clima, geomorfologia, relevo topográfico, hidrologia, disponibilidade de água e nutrientes no solo e história de distúrbios. Conhece-se relativamente pouco a respeito do impacto da exploração intensiva praticada hoje sobre as funções do ecossistema em escala local e regional. Alguns exemplos incluem:

a) Ciclos de nutrientes

A maioria dos solos da Amazônia é do tipo oxisolo e ultisolo, solos exauridos e pobres em nutrientes, que podem limitar a produção agrícola e a regeneração da floresta após a abertura.³⁹ A perda de nutrientes causada pela exploração de madeira ocorre quando os solos erodem e as taxas de decomposição aceleram após distúrbios físicos e exposição

- DE GRAAF, N. R. *et al.*. *Op. cit.*, 1999.
- ³⁷ DE GRAAF, N. R.; FILIUS, A. M. & HUESCA SANTOS, A. R. Financial analysis of sustained forest management for timber: perspectives for application of the CELOS management system in Brazilian Amazonia. *Forest Ecology and Management*, 177:287-299, 2003.
- ³⁸ Johan Zweede, comunicação pessoal.
- ³⁹ SANCHEZ, P. A.; BANDY, D. E.; VILLACHICA, J. H. & NICHOLAIDES, J. J. Amazon Basin soils: management for continuous crop production. *Science*, 216: 821-827, 1982.
- ⁴⁰ JONKERS, W. B. J. & SCHMIDT, P. Ecology and timber production in tropical rainforest in Suriname. *Interciencia*, 9:290-297, 1984.
- ALLEN, J. C. Soil response to forest clearing in the United States and the tropics: geological and biological factors. *Biotropica*, 17:15-27, 1985.
- FERNANDES, E. C. M.; BIOT, Y.; CASTILLA, C.; CANTO, A. C.; MATOS, J. C.; GARCIA, S.; PERIN, R. & WANDERLI, E. The impact of selective logging and forest conversion for subsistence agriculture and pastures on terrestrial nutrient dynamics in the Amazon. *Ciência e Cultura*, 49:34-47, 1997.
- ⁴¹ BORMANN, F. H. & LIKENS, G. E. *Pattern and Process in a Forested Ecosystem*. New York: Springer-Verlag, 1979.
- WILLIAMS, M. R. & FISHER, T. R. Chemical composition and deposition of rain in the central Amazon, Brazil. *Atmospheric Environment*, 31:207-217, 1997.
- ⁴² MCNABB, K. L.; MILLER, M. S.; LOCKABY, B. G.; STOKES, B. J.; CLAWSON, R. G.; STANTURF, J. A. & SILVA, J. N. M. Selection harvests in Amazonian rainforests: long-term impacts

ao sol; e conforme os nutrientes armazenados nos troncos das árvores são removidos do sistema pelos madeireiros.⁴⁰ Visto que a entrada de nutrientes no sistema pode ser limitada à deposição atmosférica já que as rochas antigas produzem poucos nutrientes primários para o solo⁴¹, colheitas repetidas poderiam reduzir a produtividade florestal no longo prazo, ao remover nutrientes mais rápido do que a capacidade natural de reabastecimento⁴². A remoção de biomassa de galhos para a produção de carvão – uma opção para aumentar os rendimentos financeiros do manejo florestal, atualmente sendo pesquisada por algumas empresas madeireiras – poderia acelerar este processo.

b) Estoque de carbono

É incerto que as florestas não exploradas da Amazônia venham acumulando carbono ou estejam em estado de equilíbrio.⁴³ A exploração provoca a perda de carbono para a atmosfera através da mortalidade e decomposição. A EIR tem demonstrado ser capaz de reduzir este efeito ao reduzir os danos associados à exploração.⁴⁴ Mesmo empregando EIR, várias intensidades de colheita e tratamentos silviculturais pós-colheita (por exemplo, desbaste para liberação), haverá implicações para a dinâmica do carbono regional. Para melhorar a modelagem dos impactos da exploração de madeira nos ciclos de carbono, serão necessárias melhores informações do que as disponíveis atualmente sobre a produtividade do sítio (taxas de crescimento de povoamentos), taxas de mortalidade e de decomposição.⁴⁵

c) Fogo

A exploração de madeira pode transformar florestas sazonais e mesmo florestas úmidas resistentes ao fogo em ecossistemas propensos a incêndios, ao aumentar dramaticamente os escombros lenhosos grossos no chão e expor esse combustível à secagem pelo sol e pelo vento.⁴⁶ Incêndios rasteiros que se alastram das queimadas nas pastagens e campos agrícolas para as florestas exploradas, matam mais árvores, abrem o dossel ainda mais e aumentam a possibilidade de queimadas subseqüentes. A queimada acelera as perdas de nutrientes e de carbono e podem, conseqüentemente, levar à savanização.⁴⁷ As florestas submetidas a EIR são menos abertas e por isso menos suscetíveis a incêndios que as florestas adjacentes convencionalmente exploradas.⁴⁸ No entanto, deve-se esperar uma variação considerável entre as florestas manejadas devido às diferenças na intensidade

on soil properties. *Forest Ecology and Management*, 93: 153-160, 1997.

KELLER, M. *et al.* *Op. cit.*

- ⁴³ CHAMBERS, J. Q.; SCHIMMEL, J. P. & NOBRE, A. D. Respiration from coarse wood litter in Central Amazon forests. *Biogeochemistry*, 52:115-131, 2001. PHILLIPS, O. L. *et al.* Pattern and process in Amazon tree turnover, 1976-2001. *Philosophical Transactions of the Royal Society of London Series B-Biological Sciences*, 359:381-407, 2004.

- ⁴⁴ PINARD, M. A. & PUTZ, F. E. *Op. cit.*

- ⁴⁵ KELLER, M. *et al.* *Op. cit.*

- ⁴⁶ UHL, C. & BUSCHBACHER, R. A disturbing synergism between cattle ranch burning practices and selective tree harvesting in the eastern Amazon. *Biotropica*, 17:265-268, 1985. HOLDSWORTH, A. R. & UHL, C. *Op. cit.*

- ⁴⁷ KAUFFMAN, J. B.; SANFORD, R. L. J.; CUMMINGS, D. L.; SALCEDO, I. H. & SAMPAIO, E. V. S. B. Biomass and nutrient dynamics associated with slash fires in neotropical dry forests. *Ecology*, 74:140-151, 1993. COCHRANE, M. A. *et al.* *Op. cit.*

- ⁴⁸ HOLDSWORTH, A. R. & UHL, C. *Op. cit.*

- ⁴⁹ COCHRANE, M. A. *et al.* *Op. cit.*

- ⁵⁰ VERÍSSIMO, A.; COCHRANE, M. A. & SOUZA JR., C. National forests in the Amazon. *Science*, 297: 1478, 2002.

de colheita, qualidade das operações de exploração e época e intensidade dos tratamentos silviculturais. Pouco se conhece sobre o limite da intensidade de exploração suscetível de provocar ciclos de queimadas repetidas.⁴⁹

Conclusões

Para que a exploração seja biologicamente sustentável, as colheitas atuais não podem exceder os níveis em que as espécies madeireiras, comunidades de árvores e ecossistemas florestais são capazes de se recuperar entre os ciclos de corte através do crescimento e recrutamento de novos indivíduos. Há pouquíssima informação disponível sobre os limites biológicos em qualquer nível, em um dado tipo de floresta na Amazônia. E há muito menos informação para os muitos tipos de floresta que ocorrem nesta extensa região. Sabemos, contudo, que os níveis atuais de colheita de muitas espécies madeireiras – mesmo os níveis de colheita que estão de acordo com a legislação – exaurirão as populações locais irreversivelmente, transformando as florestas de hoje em comunidades menos diversas, dominadas por espécies pioneiras de crescimento rápido.

As técnicas de exploração de impacto reduzido representam um avanço importante sobre as práticas convencionais ou predatórias. Porém, a EIR por si só não constitui manejo florestal sustentável. De fato, as técnicas de EIR devem ser modificadas para um amplo espectro de condições físicas que prevalecem pela Amazônia e ser incorporadas em sistemas silviculturais específicos para diferentes sítios que visam a sustentabilidade ecológica.

A indústria de exploração atinge a cada ano um milhão de hectares ou mais de florestas primárias ou anteriormente exploradas na Amazônia. Por volta de 2010, o governo federal planeja expandir o atual sistema de Florestas Nacionais (Flonas) por 50 milhões de hectares – uma área do tamanho da Espanha – no qual as concessões de exploração serão dadas às empresas que praticam o manejo florestal sustentável.⁵⁰ Infelizmente esses sistemas de manejo ainda não foram totalmente comprovados. Para evitar a exploração predatória de Flonas similar às práticas de exploração que prevalecem na Amazônia, três exigências mínimas incluiriam: 1) revisão da legislação florestal permitindo uma colheita de 90% de árvores comerciais e colheita de até 35 m³/ha em tora; 2) acelerar o treinamento de gerentes florestais, técnicos e trabalhadores de campo com as melhores práticas de manejo florestal, incluindo bases biológicas

James Grogan é ecólogo, doutor em Ecologia Florestal e pesquisador colaborador do Instituto do Homem e Meio Ambiente da Amazônia (IMAZON), Belém, Pará.

jgrogan@amazon.org.br

Edson Vidal é engenheiro agrônomo, doutor em Engenharia Ambiental e pesquisador do IMAZON, Belém, Pará.

edsonvidal@amazon.org.br

Mark Schulze é ecólogo, doutor em Botânica e pesquisador colaborador do IMAZON e do Instituto Floresta Tropical (IFT), Belém, Pará.

mds11@ufl.edu

para a silvicultura; e 3) potencializar (dar poder) as agências federais responsáveis para regular indústrias florestais a fim de reforçar a lei.

A comunidade científica, por sua vez, poderia desempenhar um papel decisivo no planejamento das florestas futuras – determinando o nível de bens e serviços que as florestas exploradas produzirão nas décadas futuras – já que contribui para o desenvolvimento de sistemas de manejo sustentáveis. Para isso, será necessário acelerar o ritmo das pesquisas atuais com ênfase na ecologia aplicada (silvicultural). Em particular, os cientistas devem melhorar a troca de idéias e informação entre disciplinas. E também aprender a comunicar de maneira mais efetiva seus resultados para a sociedade civil, na prática, o único poder capaz de cobrar a responsabilidade da indústria e do governo sobre as necessidades e aspirações dos cidadãos brasileiros.