

# **SERVIÇOS AMBIENTAIS COMO USO SUSTENTÁVEL DE RECURSOS NATURAIS NA AMAZÔNIA**

Philip M. Fearnside  
Instituto Nacional de Pesquisas  
da Amazônia (INPA)  
C.P. 478  
9011-970 Manaus-Amazonas

Fax +55 (92) 642-8909  
e-mail: pmfearn@inpa.gov.br

26 de junho de 2002

## RESUMO

Extrativistas e outros povos da floresta na Amazônia necessitam desesperadamente de algo que possam vender. A venda de mercadorias materiais vindas da floresta constitui o foco da maioria das tentativas de incentivar o "desenvolvimento sustentável" para essas populações, mas a fonte de valor não é a mercadoria material, mas sim os serviços ambientais da floresta. Converter serviços como a manutenção da biodiversidade, o armazenamento de carbono e a ciclagem de água em fluxos monetários, que possam apoiar uma população de guardiões da floresta, exige cruzar uma série de obstáculos. Um dos primeiros obstáculos é a quantificação segura do valor dos serviços oferecidos. Como converter os serviços ambientais da floresta em um fluxo de renda, e este fluxo em uma base para o desenvolvimento sustentável na Amazônia rural é um grande desafio. O esforço deveria ser centrado sobre como usar os serviços ambientais como estratégia a longo prazo para manter a floresta e a população que a habita. Além do progresso visando objetivos a longo prazo, medidas imediatas serão necessárias para sustentar a população e evitar perdas adicionais da floresta.

## 1. INTRODUÇÃO

### 1.1 Elementos de uma estratégia

Deve-se decidir quanto a uma estratégia para manter, de forma sustentável, a população da Amazônia. Trata-se de uma indicação geral da direção das atividades, em vez de uma receita específica para a sustentabilidade. Essa estratégia deve ser baseada sobre o que é mais provável de render suporte a longo prazo. Pastagem para o gado bovino, o sistema dominante atualmente, tem poucas chances de ser sustentável (Fearnside, 1997a). A soja, cultura favorecida atualmente por órgãos governamentais para uma futura base de suporte, também tem uma probabilidade alta de não ser sustentável, seja qual for a fórmula técnica especificada de adubos, variedades, inseticidas, etc. Uma mudança futura, como uma doença, praga, ou mudança no preço, pode intervir na sustentabilidade. Uma vez que a floresta tenha sido derrubada para plantar-se soja, não haverá retorno algum à segurança oferecida pela diversidade original. Como regra geral, é melhor transformar algo que é sustentável em desenvolvimento do que tentar fazer com que uma forma de desenvolvimento não-sustentável se converta em sustentável. Em vez de tentar prolongar a vida das pastagens por meio de adubos e mudanças nas espécies de capim, é melhor começar com a floresta tropical, que já se provou sustentável por milhares de anos de existência, e encontrar maneiras de introduzir no mercado os serviços que a floresta fornece.

## 1.2 Objetivos de longo versus objetivos de curto prazo

Conquanto uma estratégia de longo prazo para utilizar-se o valor dos serviços ambientais como base de desenvolvimento sustentável na Amazônia rural seja algo bom e desejável, sob a melhor das hipóteses, traria resultados apenas muitos anos no futuro. O que é que os habitantes da zona rural da Amazônia irão fazer nesse meio tempo? Pode-se lembrar aqui a observação famosa de Harry Hopkins ao então presidente dos Estados Unidos, Franklin D. Roosevelt, "pessoas não comem a longo prazo, nem na média; comem a cada dia".

A atenção deve se voltar para preocupações *tanto* em curto quanto em longo prazo. Se a preocupação for apenas com o prazo longo, as pessoas morrerão de fome enquanto isso. A tentação é, então, muito forte para que todo o esforço seja devotado à crise de sobrevivência cotidiana. Contudo, se o esforço de reflexão for dedicado apenas a estas preocupações imediatas, a sustentabilidade a longo prazo nunca será alcançada.

Uma variedade de mecanismos para o suporte a curto e médio prazo do desenvolvimento sustentável na Amazônia tem sido sugerido, como a utilização dos produtos florestais não madeireiros, ecoturismo, etc. Embora soluções a curto prazo devam ser adotadas, é essencial que as opções escolhidas não destruam a base de recursos da estratégia a longo prazo (a floresta), nem a credibilidade dos grupos locais. Os ameríndios possuem o melhor currículo de manutenção da floresta e em algumas partes da região a única floresta remanescente é a que existe em terras indígenas. Contudo, a venda de madeira das tribos está aumentando na medida em que os líderes cedem às tentações que o dinheiro oferece (Fearnside, 1997b). A perda com a venda de recursos, tal como a madeira, é muito maior do que o valor que as tribos podem receber dessas vendas, mesmo que elas não estejam sujeitas a termos desfavoráveis e a franca trapaça da parte dos compradores de madeira. Além da perda das árvores e da danificação da floresta, as tribos perdem parte do seu recurso futuro mais precioso: a credibilidade de que poderão manter os serviços ambientais.

## 2. CRITÉRIOS PARA A SUSTENTABILIDADE

### 2.1 Sustentabilidade biológica

A fim de ser sustentável, qualquer forma de utilização florestal ou qualquer outro uso da terra deve obedecer a certos critérios. Uma classe de tais critérios refere-se à sustentabilidade biológica, ou seja, à manutenção a longo prazo dos processos biológicos que conservam o ecossistema estável apesar dos estresses previsíveis. Biologia populacional é um setor no qual um equilíbrio deve ser conseguido: se as árvores ou outros componentes do ecossistema forem colhidos a taxas maiores do que os processos regenerativos da população podem reabastecer, a floresta inevitavelmente se esgotará. Igualmente, um equilíbrio dos nutrientes deve ser mantido, já que, se a taxa de perda dos nutrientes for maior do que a de entrada e de captura pelo sistema, verificar-se-á um empobrecimento e uma incapacidade dos componentes vivos do ecossistema sobreviverem. O sistema deve ter uma biomassa estável, pois qualquer tendência para diminuí-la degradará finalmente a floresta e a sua função ambiental de armazenagem de carbono. A qualidade genética das populações de árvores ou outros grupos taxonômicos deve ser mantida, porque a degradação, por exemplo, pela colheita repetida dos indivíduos com a melhor forma, agravará eventualmente a qualidade da população que resta, mesmo se o número de indivíduos e espécies representados permanecer o mesmo. Manter a floresta intacta exige uma baixa probabilidade de incêndio, uma vez que esta é uma das maneiras por meio das quais as florestas podem ser rapidamente dizimadas, mesmo se não forem deliberadamente derrubadas. Finalmente, a garantia de um número adequado de reservas inteiramente protegidas da floresta, de uma diversidade adequada e de uma área adequada para as reservas devem ser incluída como elemento de qualquer estratégia de uso econômico dos recursos florestais.

## 2.2 Sustentabilidade social

Se um sistema implicar injustiça social que represente a semente de sua autodestruição, não será sustentável por razões sociais. Por exemplo, a indústria de carvão vegetal para a fabricação de ferro-gusa na área do Programa Grande Carajás está baseada em uma forma de escravidão de endividamento que, mais cedo ou mais tarde, deve ter um fim, mesmo que o sistema fosse tecnicamente sadio. A indústria de carvão vegetal do Brasil provocou um escândalo nacional e internacional depois das denúncias feitas à Organização Internacional de Trabalho em 1994 (Pachauski, 1994; Ribeiro, 1994; Sutton, 1994; Pamplona & Rodrigues, 1995).

## 3. SERVIÇOS AMBIENTAIS COMO DESENVOLVIMENTO

### 3.1 Tipos de serviço ambiental

#### 1. BIODIVERSIDADE

A manutenção da diversidade biológica constitui um serviço ambiental pelo qual beneficiários em diferentes partes do mundo podem estar dispostos a pagar. A manutenção da biodiversidade possui alguns benefícios locais diretos, como o fornecimento do estoque de material genético de plantas e animais necessários para atingir-se um grau de adaptação ao manejo florestal e aos sistemas agrícolas que sacrificam a biodiversidade em áreas próximas desprotegidas. Contudo, muitos dos benefícios da biodiversidade são globais em vez de locais. O estoque dos compostos químicos úteis e de materiais genéticos para emprego fora do local representa um investimento na proteção de gerações futuras em lugares distantes das conseqüências da falta desse material, quando, um dia, for necessário. Este valor é diferente do valor comercial dos produtos que podem ser negociados no mercado no futuro (o que representaria uma oportunidade local perdida, caso a biodiversidade fosse destruída). Uma utilização medicinal, como, por exemplo, a cura de alguma doença temida, vale mais para a humanidade do que o dinheiro que pode ser ganho pela venda da droga. Uma estimativa do valor de opção para usos medicinais para florestas tropicais úmidas no México chegou à cifra de US\$ 6,4/ha/ano, com uma faixa de variação de US\$ 1 a US\$ 90 (Adger *et al.*, 1995). O valor de existência também é algo que ocorre na maior parte das vezes para as populações que estão muito perto da floresta, como povos indígenas, ou para populações que estão muito longe dela, como habitantes urbanos alhures. Quer se creia ou não que vale a pena gastar dinheiro para se proteger a biodiversidade, é suficiente saber que muitas pessoas no mundo crêem realmente que a biodiversidade é importante, e que pode, conseqüentemente, ser convertido em uma fonte de renda para dar suporte à população e proteger a floresta na Amazônia.

Negociar a proteção da biodiversidade é especialmente complicado porque represente achar um equilíbrio entre duas linhas de argumento opostas, ambas inadmissíveis. Do lado dos países detentores da biodiversidade, há a ameaça implícita de chantagem: ou os países "desenvolvidos" pagam o valor que for exigido, ou as florestas serão cortadas e as espécies que elas contêm, sacrificadas. Do outro lado, há a implicação de que os países detentores da biodiversidade, de qualquer forma, devem proteger a sua herança natural, e assim quaisquer pagamentos do exterior são estritamente opcionais.

Um ponto difícil é a questão da soberania nacional. Diz-se freqüentemente que, ao concordar em demarcar reservas e abster-se do "crescimento" nestas áreas, os países como Brasil estariam entregando a sua soberania. Contudo, não há nenhuma diferença entre os efeitos sobre a soberania de entrar em um acordo quanto a reservas e biodiversidade e os efeitos de entrar em qualquer outro tipo de contrato comercial. Se um

país faz um contrato para vender *qualquer coisa*, inclusive mercadorias tradicionais e serviços ambientais, está de fato trocando a segurança de um fluxo monetário pela opção de fazer o que queira com parte de seu território. Por exemplo, quando o Brasil concorda em vender certa quantidade de soja em um ano futuro a um dado preço, está abandonando a opção de plantar alguma outra cultura em uma dada parte do seu território. E a permanência das áreas protegidas não é nada significativamente diferente da maioria de contratos comerciais, que são geralmente provisórios: as mudanças causadas por um contrato comercial podem ser tao permanentes quanto aquelas determinadas por um contrato para a manutenção permanente de uma área de hábitat natural, por exemplo, se a floresta for cortada ou inundada como parte de um projeto de desenvolvimento, ela não pode ser trazida de volta, caso o país, mais tarde, mude de idéia.

O valor da biodiversidade é conhecido apenas termos gerais (Fearnside, 1999a). Enquanto se sabe que, qualitativamente, ela é muito preciosa, a vontade do mundo em geral de pagar é o fator limitante de quanto desse valor pode ser traduzido em um fluxo monetário. Essa vontade de pagar, em geral, é crescente, e espera-se que aumentará substancialmente mais no futuro.

Um problema é que o que indivíduos e governos estão dispostos a gastar com a biodiversidade é estrangido pelas outras prioridades que essas fontes monetárias contemplam. O total reservado à biodiversidade, mesmo que possa aumentar em termos proporcionais e absolutos, é, de fato, um bolo sobre o qual beneficiários potenciais competem. É um jogo de soma zero: o que é gasto na conservação do rinoceronte não é gasto em diminuir o desmatamento na Amazônia, e vice-versa. É raro quando verdadeiros "fundos novos e adicionais" são fornecidos, tal como exigido pela Agenda 21, que cuida da implantação das convenções internacionais assinadas na Conferência das Nações Unidas sobre o Meio Ambiente e Desenvolvimento (UNCED ou ECO-92), realizada em Rio de Janeiro em 1992.

Uma das dificuldades na avaliação da proteção à biodiversidade é a questão de como a preferência temporal deve ser tratada. O procedimento de desconto pode ser aplicado, de modo similar ao desconto de valores monetários rotineiramente feito por banqueiros em cálculos financeiros. Contudo, a biodiversidade tem uma característica única que a faz diferente do dinheiro e de outros serviços ambientais, tal como a manutenção de estoques de carbono. A biodiversidade não é substituível ou permutável. Quando uma espécie ou ecossistema se torna extinto, não há como reverter o ocorrido. Este fato fornece um argumento contra a aplicação de processo de desconto no caso da biodiversidade.

O critério para a proteção da biodiversidade, contudo, deve incluir algum tipo de recompensa à preservação a longo prazo. Deveria ser dado peso ao número de espécie-anos de sobrevivência conseguidos em relação a um cenário de referência "deixar como está", (*business as usual*), ou deveria ser feita uma contagem da biodiversidade presente em algum tempo futuro, digamos em 100 anos a partir de agora, e comparar isso à biodiversidade que estaria presente no cenário de referência? Se qualquer tipo de desconto for aplicado, isso daria vantagem a lugares como Rondônia, onde a ameaça de extinção é mais iminente, em relação a áreas relativamente intocadas no interior do estado do Amazonas. Países como a Costa Rica, onde os últimos restos de floresta úmida estão sob a ameaça de destruição, também têm uma vantagem. Do ponto de vista da biodiversidade, um hectare de floresta perdida na Costa Rica implica em uma perda de espécies muito maior do que a perda de um hectare de floresta em muitas partes da Amazônia brasileira, onde extensivas áreas de floresta úmida ainda estão em pé.

Quanto o mundo poderia estar disposto a pagar pela manutenção da biodiversidade na Amazônia? Um esforço de pesquisa considerável seria necessário para responder a tal pergunta com números seguros, e isso ainda tem que ser feito. Como um ponto de partida para a discussão podemos tomar o valor de US\$ 20/ha/ano sugerido por Cartwright (1985: 185) como o que seria necessário para convencer os países tropicais a entrar em acordos para a manutenção da biodiversidade. Cartwright crê que tal valor seja praticável. Tabela 1 explora as implicações disso quanto à sustentação da população humana, considerando o valor do estoque de floresta em pé, os danos ambientais anuais da taxa de desmatamento em 1990, e a parte desses danos causada apenas pela população de pequenos agricultores. Pequenos agricultores são definidos na Amazônia brasileira pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) como os que têm menos que 100 ha de terra. A distribuição de desmatamento entre os estados com diferentes graus de concentração de posse da terra indica que 30,5% do desmatamento é feito por pequenos agricultores, o restante sendo feito por fazendeiros médios ou grandes (Fearnside, 1995).

[Tabela 1 aqui]

Como a maioria do desmatamento é efetuada pelos ricos, a distribuição dos benefícios derivados de uma decisão do governo de parar o desmatamento excessivo emprestar-se-ia bem à caracterização de uma "solução Robin Hood": um meio de tomar dos ricos para dar aos pobres. Nenhum drama de consciência é necessário acerca da eliminação da lucratividade da especulação de terra para agropecuária sem se compensarem os grandes proprietários (Fearnside 1989a,b). O valor da

suspensão dos danos causados pelos ricos fornece uma chave potencial para os problemas sociais e ambientais dos pobres. Enquanto o valor do impacto ambiental evitado que se conseguiu mediante a parada do desmatamento por grandes fazendeiros poderia igualmente ser embolsado como "achado", também fornece a base para negociar-se um meio termo entre os extremos de "Robin Hood" e de "achado".

O valor derivado dos danos ao ambiente evitados poderia ser suficiente para oferecer subsistência sustentável a um grande número das pessoas. A maneira de se calcular o valor do serviço ambiental é crítica para o resultado obtido. Há dois tipos de cálculo: cálculos de danos evitados (*i.e.*, o valor de mudanças no *fluxo* de serviço ambiental), e cálculos baseados no valor do *estoque* de serviços ambientais. Como a Tabela 2 evidencia, a captura do valor do estoque da floresta remanescente tem um potencial muito maior do que o valor dos danos evitados calculados com base nas taxas atuais de perda florestal. Este valor muito maior não é atualmente reconhecido nas convenções internacionais sobre a mudança climática e biodiversidade, mas é importante mantê-lo em vista. A questão de se o estoque de floresta em pé tem um valor zero ou de centenas de bilhões de dólares representa, obviamente, um tremendo ponto de incerteza. Por enquanto, apenas os "custos incrementais negociados, mutuamente acordados" são reconhecidos na Convenção Quadro das Nações Unidas sobre Mudanças do Clima (UN-FCCC), significando que o valor de floresta em pé é considerado como zero.

O valor de danos evitados (mudanças no fluxo) também pode chegar a cifras muito altas quando considera-se os danos não apenas de um ano de desmatamento, mas o dano da continuação do desmatamento nos anos futuros. Aqui os danos para anos futuros são calculados presumindo que a taxa atual de desmatamento permaneça fixa durante 100 anos no nível observado em 1990. Isto implica na parada do crescimento da população rural da região, o que é improvável acontecer na realidade mas que serve como ilustração da magnitude dos valores. Considerar os anos futuros eleva o valor atribuído a danos evitados em aproximadamente 20 vezes (usando uma taxa de desconto de 5%/ano). Isto é, parar desmatamento para sempre tem 20 vezes mais valor de uma suspensão do desmatamento durante apenas um ano (*i.e.*, adiar todos os desmatamentos por um ano). Valores baseados na manutenção do estoque são aproximadamente 12 vezes mais altos do que aqueles baseados nos danos evitados parando desmatamento em 1990 (considerando uma taxa de desconto de 5%/ano).

[Tabela 2 aqui]

## 2. CARBONO

Manter os estoques de carbono também representa um serviço ambiental precioso. Ao contrário da biodiversidade, o carbono é completamente permutável: um átomo de carbono estocado na floresta tem o mesmo efeito atmosférico que um átomo de carbono estocado em uma plantação de eucalipto ou um átomo de carbono estocado no subsolo como combustível fóssil que não foi queimado por uma escolha de conservação de energia. O que pode variar é o tempo em que o carbono fica retido sob circunstâncias diferentes, mas quando as comparações são feitas em uma base de tonelada-ano de carbono, elas são completamente equivalentes.

O UN-FCCC foi suplementado em dezembro de 1997 pelo Protocolo de Kyoto. O Protocolo estabelece, no Artigo 12, o Mecanismo de Desenvolvimento Limpo (MDL), através do qual países que ainda não assumiram compromissos para limitar as suas emissões de carbono (*i.e.*, não-membros do Anexo B do Protocolo) podem abrigar projetos de mitigação que geram créditos negociáveis de carbono (UN-FCCC, 1997). Em julho de 2001, o acordo de Bonn definiu regras para projetos florestais no MDL referente ao primeiro período de compromisso (2008-2012), e excluiu crédito para desmatamento evitado nesse período. Projetos de "uso da terra, mudança de uso da terra e florestas" seriam limitados a reflorestamento e florestamento, ou seja, o plantio de árvores em locais que eram ou não historicamente florestados, respectivamente. As regras para o segundo período de compromisso serão renegociadas em 2005, e a perda do papel da questão de crédito para florestas em algumas considerações de política internacional que não sejam ligadas ao clima aumentaria as chances de reconhecimento de desmatamento evitado no combate ao efeito estufa (Fearnside, 2001a,b).

Embora o MDL poderia render bastante dinheiro para o Brasil (Fearnside, 1999b, 2000a), muito mais poderia ser ganho se o País fosse aderir ao Anexo B e vender crédito ganho pela diminuição do desmatamento, usando o "comercio de emissões" de Artigo 17 do Protocolo (Fearnside, 1999c). Esta possibilidade independe da inclusão ou não de desmatamento evitado no MDL.

O desconto é matéria controvertida em relação a como os benefícios devem ser calculados nos programas gerados para combater o aquecimento global. Atualmente, o Global Environment Facility (GEF), do Banco Mundial, que administra fundos para combater o aquecimento global sob o UN-FCCC, não aplica taxas de desconto a quantidades físicas tais como toneladas de carbono. Decisões sobre taxas de desconto (seja de valor zero ou outro) seriam tomadas no COP-6. Embora adoção de uma taxa maior que zero não seja muito provável devido à dificuldade de chegar a um consenso sobre o valor, há razões fortes pelas quais taxas de desconto maiores que zero ou uma forma alternativa de preferência pelo tempo *deveriam* ser

aplicadas ao carbono. Os interesses egoístas da geração atual não são o único argumento. Muitas pessoas morrerão quando os impactos do aquecimento global começaram a aparecer. Se os impactos começarem mais cedo em vez de mais tarde, o número de vidas que seria perdido entre o "mais cedo" e "mais tarde" representa um ganho líquido proveniente do adiamento do aquecimento global. Isto é o mesmo que adiar a emissão de uma tonelada de carbono por um tempo dado. Deveria ser tratada, pois, de um modo análogo à substituição de combustíveis fósseis, onde se considera que uma tonelada de emissão de carbono evitada este ano é evitada para sempre, ainda que esse mesmo átomo de carbono no estoque do próximo ano de carvão e petróleo seja liberado para a atmosfera apenas um ano mais tarde.

O critério utilizado pela GEF na avaliação de projetos de combate ao aquecimento global é o de "custos incrementais negociados, mutuamente acordados". Isto significa que apenas a diferença será paga entre o que aconteceria no cenário com o "projeto" e o que aconteceria no cenário sem o projeto. Se algo tiver de acontecer de qualquer maneira, então não há nenhuma necessidade da GEF contribuir com fundos, mesmo que o evento em questão armazene carbono. Não há nenhum "benefício" na modificação do curso dos eventos. Os projetos para evitar o desmatamento, por conseguinte, seriam apenas financiados se a floresta em questão fosse desmatada na ausência do projeto GEF. As florestas que estão sob a ameaça de desmatamento imediato, como aquelas em Rondônia, representariam um ganho se conservadas, enquanto que florestas em áreas remotas do estado do Amazonas não representariam nenhum benefício de carbono, se protegidas como reservas. Isto detona o potencial de conflito entre aqueles cujo interesse primário é defender a biodiversidade e aqueles interessados principalmente no aquecimento global. Para ganhar o crédito de carbono, apenas as reservas próximas à frente de desmatamento são recompensadas, enquanto, para a biodiversidade, pode ser (na ausência de desconto) muito mais barato implantar grandes reservas em áreas relativamente pouco ameaçadas. As áreas mais ameaçadas são também as áreas com os maiores problemas de conflitos de terra, com população precisando re-assentamento ou outras medidas, com preços de terra altos, e com, provavelmente, custos altos de contratação de guardas e outras medidas defensivas para afastar a ameaça de invasão.

A questão de como o valor deve ser atribuído aos danos do aquecimento global é controversa, em grande parte porque não envolve apenas perdas financeiras. Os impactos do aquecimento global não se restringem à danificação das economias de alguns países ricos, mesmo que isto constitua uma motivação importante atrás da vontade das nações industrializadas para investir em medidas de mitigação em todo o mundo, inclusive a manutenção de florestas tropicais. Os efeitos do aquecimento

global também serão sentidos cada vez que uma tempestade tropical chegar às planícies lamacentas de Bangladesh ou uma seca atingir áreas da África já propensas à fome. Milhões de pessoas estão ameaçadas de mortes horríveis ao longo do próximo século em consequência do aquecimento global (Daily & Ehrlich, 1990).

Considerando as estimativas de Fankhauser (1995) para a duplicação da concentração pré-industrial de CO<sub>2</sub>, presumido que as características do mundo, incluindo o tamanho da população, sejam fixadas na forma que eram em 1990, o resultado seria uma perda de 138.000 vidas por ano (115.000 dos quais nos países pobres). Já que a população mundial pode ser esperada a aumentar bastante antes que a concentração pré-industrial de CO<sub>2</sub> se duplique, que será aproximadamente no ano 2070 no cenário de referência do IPCC, o custo real em vidas perdidas seria muito maior que isto (ver Fankhauser & Tol, 1997). As perdas monetárias, sem contar o valor das vidas humanas, seria US\$ 221 bilhões, em valores de 1990 (Pearce et al., 1996).

Uma das respostas comuns ao tratamento de impactos sobre a vida humana é considerar o valor dela como infinito, o que conduz ironicamente ao desprezo desse valor em qualquer forma de cálculo de custo/benefício: efetivamente, a perda de vida recebe um peso de zero. Formulações que utilizam valores considerados por companhias de seguros (formulações baseadas, no final das contas, na capacidade de pagar) para imputar um valor monetário maior às vidas perdidas em países ricos do que em pobres (e.g. Fankhauser, 1992: 14) são moralmente inaceitáveis por muitos analistas, inclusive para este autor (Fearnside, 1998a).

Não obstante, o que os ricos estão dispostos a pagar para evitar os impactos do aquecimento global talvez seja uma boa medida do volume de fundos que poderia ser utilizado para manterem-se os serviços de armazenamento de carbono da floresta amazônica. Uma vez que isto reflete apenas os impactos nos ricos, é tremendamente injusto como medida do dano real que seria causada pelo efeito estufa, o qual recairia também sobre pessoas que não podem pagar nada para evitar os correspondentes impactos. Nordhaus (1991) derivou valores baseados na vontade de pagar, que, junto com outros indicadores desta vontade, foram utilizados por Schneider (1994) para calcular valores por hectare para o armazenamento de carbono na floresta amazônica. Schneider (1994) também considerou valores por tonelada de carbono armazenado baseando-se nos impostos decretados em alguns países sobre a emissão de carbono: US\$ 6,10/t na Finlândia e US\$ 45,00/t nos Países Baixos e na Suécia (Shah & Larson, 1992), e de um imposto proposto de um cent-por-galão (US\$ 0,0027/litro) sobre a gasolina nos Estados Unidos, equivalente a US\$ 3,50/t de

carbono. Na Tabela 3 encontra-se uma ilustração do valor de armazenamento de carbono da floresta, utilizando-se valores baixo, médio e alto, de US\$ 1,80, de US\$ 7,30 e de US\$ 66,00/t, respectivamente, derivados por Nordhaus (1991). O valor "médio" da Tabela 3 (US\$ 7,30/tC) é bastante conservador, já que o valor usado pelo governo dos E.U.A. no planejamento das despesas futuras com o Protocolo de Kyoto de US\$ 20/tC, com uma faixa de US\$ 5-35/tC (ver Fearnside, 2000a). A Tabela 3 estende a análise de Schneider (1994) baseada em valores atualizados para emissões de gases-estufa oriundas de desmatamento (Fearnside, 1997c), e inclui também a interpretação dos valores por hectare em termos do estoque total de floresta, da taxa de desmatamento de 1990, e da parcela da taxa atribuível aos pequenos agricultores.

É importante distinguir entre o valor verdadeiro de um serviço ambiental, como, por exemplo, o armazenamento de carbono e o valor representado pela vontade de pagar. Esta última é limitada pela quantidade de dinheiro que os indivíduos ou países têm a sua disposição, e, naturalmente, pelas outras prioridades que os com dinheiro podem ter para gastá-lo. Há também um problema de escala: o mundo poderia estar disposto a pagar, vamos dizer, US\$ 1 bilhão ou US\$ 10 bilhões no combate ao aquecimento global, mas não US\$ 100 bilhões, mesmo que o custo para os ricos, provocado pelos danos do aquecimento global, exceda este valor. O valor verdadeiro dos danos sempre seria muito mais alto que os danos sobre os ricos. A quantidade tremenda de serviço ambiental que o Brasil tem para oferecer significa que o preço obtido poderia diminuir, assim como em qualquer tipo de mercado. Como o Brasil sabe bem, se um país oferecer para a venda alguns sacos de mercadoria, como café, o preço pode ser "X", mas se a quantidade oferecida for milhões de sacos, o preço pode não ser mais "X". Considerando-se preços sem os efeitos de escala, contudo, tem-se um ponto de partida para pensar no problema de comercialização dos serviços ambientais. A vontade de pagar pode aumentar bastante no futuro quando o valor do dano potencial do aquecimento global se tornar mais aparente para os tomadores de decisões e o público em geral.

[Tabela 3 aqui]

### 3. CICLO DA ÁGUA

Uma das conseqüências da conversão maciça de floresta em pastagens seria uma diminuição da pluviosidade na Amazônia e nas regiões vizinhas. A metade da pluviosidade na Amazônia é derivada de água que recicla pela floresta através da evapotranspiração, em vez de ser derivada do vapor da água nas nuvens que se originam sobre o oceano Atlântico. Quatro linhas de evidência independentes conduzem a esta conclusão. Primeiramente, balanços de água e de energia derivados de mapas de temperatura e umidade médias indicam que 56% das

precipitações decorrem da evapotranspiração (Molion, 1975). Segundo, cálculos de fluxo de água precipitável e de vapor d'água em uma seção transversal de Belém a Manaus indicam uma contribuição da evapotranspiração de 48% (Marques *et al.*, 1977). Em terceiro lugar, razões entre isótopos de oxigênio nas amostras de vapor d'água na mesma área indicam até 50% como reciclado através da floresta, dependendo do mês (Salati *et al.*, 1978, 1979). Uma quarta e última linha de evidência refere-se ao volume de água que flui no rio Amazonas, o qual pode ser comparado ao volume de água que cai como chuva na bacia de captação. O fluxo do rio é  $5,5 \times 10^{12}$  m<sup>3</sup>/ano medido no ponto estreito do rio Amazonas, em Óbidos, e a pluviosidade é  $12,0 \times 10^{12}$  m<sup>3</sup>/ano, calculado da rede de pluviômetros na região (Villa Nova *et al.*, 1976). O volume de água de chuva é ligeiramente maior do que o dobro do volume que sai do rio, significando que aproximadamente a metade (54%) não drena através do rio Amazonas porque foi retornado à atmosfera pela evapotranspiração. Os estoques de água subterrânea podem ser presumidos com segurança como estando em equilíbrio com respeito a escalas de tempo superiores a um ano.

Somente ao ver o rio Amazonas na época da enchente é que alguém pode inteiramente apreciar o imenso volume de água envolvido: o que se vê no rio é o mesmo volume que retorna invisivelmente à atmosfera através das folhas da floresta. Que as folhas estão constantemente soltando água é evidente a qualquer um que tenha amarrado um saco plástico sobre o punhado delas: em apenas alguns minutos o interior do saco está coberto com gotas de água condensadas da evapotranspiração. Somando-se as várias centenas de bilhões de árvores na Amazônia, um montante vasto de água é retornado à atmosfera. Sendo a evapotranspiração proporcional à área foliar, a quantidade de água reciclada por um hectare de floresta é muito maior que a quantidade reciclada por um hectare de pastagem, sobretudo na estação seca quando o capim está ressequido, enquanto a floresta permanece verde. Isto é agravado pelo escoamento muito mais alto sob o regime da pastagem. Aumentos em escoamento de uma ordem de grandeza foram medidos perto de Manaus (AM), Altamira (PA) e Ouro Preto do Oeste (RO) (ver Fearnside, 1989c). O solo sob a pastagem torna-se compactado rapidamente, o que inibe a infiltração nele da água da chuva (Dantas, 1979; Schubart *et al.*, 1976). A chuva que cai no solo compactado escoar rapidamente, tornando-se não disponível para liberação para a atmosfera através da transpiração.

Um montante apreciável da chuva nas principais zonas agrícolas brasileiras na parte Centro-Sul do país igualmente deriva-se da floresta amazônica (Salati & Vose, 1984). A rotação da Terra faz com que os ventos predominantes ao sul do equador curvem-se de leste-oeste a norte-sul e daí a uma direção de noroeste-sudeste. O movimento das nuvens nesta

direção é evidente nas imagens do satélite meteorológico GOES. Uma simulação que utiliza o modelo de circulação global (GCM) do Goddard Institute of Space Studies (GISS) em Nova York, indica que água que começa na Amazônia cai como chuva em todo o Brasil, embora não afete o clima de outros continentes (Eagleson, 1986).

Ninguém sabe quanto é a contribuição da água proveniente da Amazônia para a agricultura no sul do Brasil, nem quanto da safra seria afetado pela perda desta água. A safra brasileira tem um valor bruto de aproximadamente US\$ 65 bilhões anualmente, significando que até uma fração disto relativamente pequena perdida devido ao abastecimento diminuído de vapor de água traduzir-se-ia em um impacto financeiro substancial. Apenas como ilustração, se 10% forem dependentes de água da Amazônia, o valor anual seria equivalente a US\$ 19/ha de floresta existente na Amazônia Legal. Uma ilustração do valor de ciclagem de água da floresta encontra-se na Tabela 4. Supondo uma dependência de 10% (o valor "médio") e que o efeito continue indefinidamente após o desmatamento, o valor líquido presente (VLP) da perda florestal, calculado a 5%/ano de desconto, seria US\$ 127/família de pequenos agricultores se apenas o desmatamento feito por pequenos agricultores em 1990 for tido em conta, ou US\$ 417/família se toda a taxa de desmatamento anual de 1990 for tida em conta. Valores correspondentes, incluindo futuros desmatamentos, são de US\$ 2,6 mil/família e 8,4 mil/família, respectivamente. O valor muito maior encontra-se no estoque de floresta que permanece não desmatada: este estoque tem um VLP de US\$ 130 bilhões se o desconto anual de 5% for tido em conta, ou mais de US\$ 100 mil/família. Se considerado com juros de 5%/ano, o valor do estoque total é equivalente a uma anuidade de US\$ 7 bilhões/ano, ou mais de US\$ 5 mil/família/ano.

As estimativas "médias" de valor para as três categorias de serviços ambientais (manutenção de biodiversidade, armazenamento de carbono e ciclagem de água) são resumidas e totalizadas na Tabela 5. A grande variedade de valores é evidente, dependendo da medida adotada. Além disso, devemos recordar que os valores mais altos relativos ao estoque de floresta remanescente representam uma forma de valor não reconhecido em convenções internacionais atuais, que não dão nenhuma importância aos estoques ou mesmo aos fluxos em si, mas apenas às *mudanças* deliberadamente causadas nos fluxos.

[Tabelas 4 & 5 aqui]

### 3.2 Como sustentar a floresta

#### 1. PARTICIPAÇÃO DOS POVOS LOCAIS

A participação dos povos locais representa o fator chave de qualquer plano para manter áreas de vegetação natural. Apenas as organizações de base podem exercer pressão social sobre os que invadiriam e cortariam uma área que foi destinada a permanecer como reserva. A abordagem alternativa, com funcionários dos órgãos governamentais tentando fazer respeitar fronteiras e regulamentos contra a vontade da população ao redor, já falhou inúmeras vezes.

A atribuição de poder a grupos locais deve ser ligada ao estabelecimento e aplicação de limites--os grupos não podem ser livres para cortar a floresta à vontade. O equilíbrio de responsabilidade e liberdade em tais relações é uma área difícil com respeito à qual nenhuma resposta fixa existe. Talvez o melhor exemplo conhecido do problema de povos locais, inclusive povos indígenas, que nem sempre atuam de uma forma ecologicamente benigna, é o das tribos Navajo e Apache nos Estados Unidos, cujos líderes têm negociado o estabelecimento de depósitos de lixo atômico em suas terras. A questão sobre quais meios seriam necessários para proteger-se o meio ambiente quando os povos locais falham permanece sem solução.

Uma questão a ser considerada é se povos locais que recebem fundos resultantes de serviços ambientais devem ter independência completa na decisão de como os fundos seriam utilizados: se tudo ou uma parte do dinheiro deve ser empregado na manutenção dos habitats naturais que fornecem os serviços, ou se os fundos devem pelo menos ser limitados às utilizações que não prejudiquem esses habitats. Por exemplo, seria aceitável que uma comunidade que recebe fundos para serviços ambientais decidisse utilizar o dinheiro para comprar motosserras para cortar o resto da sua floresta?

## 2. MONITORAMENTO INDEPENDENTE

Um dos problemas na realização de acordos internacionalmente negociados para a proteção florestal é a questão de como os compromissos seriam monitorados. A tecnologia de sensoriamento remoto pode facilitar muito o processo de monitoramento, aumentando a confiança das partes no acordo. O sensoriamento remoto pode produzir dados por propriedade, e não somente por estado, como têm sido feito até agora. Com prioridade apropriada, as informações de sensoriamento remoto podem ser obtidas rapidamente, mas a motivação para tal rapidez limitou-se até agora ao período de 1989-1992 em que a atenção internacional esteve focada sobre o desmatamento na Amazônia. Uma exceção é o Estado de Mato Grosso, onde, desde 1999, um programa do governo estadual tem interpretado imagens digitais para obter informações sobre

desmatamento para subsidiar um sistema de licenciamento de controle ambiental (Mato Grosso, FEMA, 2001).

Monitorar o estado de conservação florestal especificado em quaisquer negociações internacionais teria que ser feito por um organismo politicamente independente (Fearnside, 1997d). O sensoriamento remoto por si só não é suficiente, tornando essencial o livre acesso ao terreno. Como no caso de negociações de desarmamento nuclear, talvez estas questões sejam obstáculos que atrapalham o progresso da diplomacia.

### 3. VIABILIDADE ECONÔMICA PARA OS POVOS LOCAIS

Avaliar-se a viabilidade econômica de uma proposta para se manter a floresta exige, entre outras coisas, a definição das taxas de desconto do dinheiro e de serviços ambientais como a biodiversidade e a manutenção de estoque de carbono. Além disso, mecanismos são necessários para que o valor econômico da informação possa ser capturado, com relação inclusive ao material genético e a direitos de propriedade intelectual (IPRs).

O valor do papel de uma comunidade local na conservação de um recurso não pode ser calculado à base, por exemplo, do que a área de terra envolvida produziria, caso fosse transformada em um campo de arroz nos moldes da Revolução Verde. Povos locais raramente têm terras com solo ou clima semelhante aos de áreas onde teve a Revolução Verde. E diante de sua deficiência de capital, mesmo se tivessem terra adequada, ainda assim não poderiam materializar um lucro que tivesse como alicerce uma atividade enquadrada na Revolução Verde (em outras palavras, não se trata realmente de um "custo de oportunidade").

Estabelecer valores para serviços ambientais exige diversas etapas. Primeiro, é preciso pesquisa para determinar o montante físico dos serviços, como toneladas de carbono, números de espécies, ou metros cúbicos de água. Essas quantidades devem ser, após, traduzidas sob a forma de preços ou subsídios. Os valores em questão terão que ser valores negociados, o que é distinto de (e inevitavelmente mais baixo do que) valores verdadeiros dos serviços ambientais. A definição das regras básicas é essencial para que a biodiversidade e o carbono alcancem valores econômicos. Uma questão chave é se este tipo de valorização fica limitado a "custos incrementais", implicando que os recursos são valiosos apenas se estiverem condenados a desaparecer.

"Viabilidade econômica para quem?" é uma preocupação recorrente em relação à avaliação dessa e de outras possibilidades de desenvolvimento. Saber se os pagamentos para serviços ambientais beneficiariam as pessoas locais ou apenas o governo e os intermediários é essencial para poder julgar-se se esta opção constitui uma forma de desenvolvimento sustentável.

Um problema nesse contexto foi habilmente resumido por Michael Dove (1993) por analogia a um conto de John Steinbeck (1945), "A Pérola". Na história de Steinbeck, um índio chamado Kino, em um país latino-americano não identificado, morava perto do oceano e sobrevivia mergulhando para colher pérolas. Um dia encontrou uma pérola enorme e imaginou que, com ela, seu filho poderia ganhar uma educação apropriada e deixar o ciclo de pobreza em que vivia. Porém, os ricos da vila, por todas as maneiras possíveis, tentaram enganar Kino e convencê-lo a entregar-lhes a pérola. Finalmente, ele jogou-a de volta ao oceano, terminando a história. No caso de florestas tropicais, a mesma coisa poderia acontecer se qualquer nova fonte maravilhosa de dinheiro fosse descoberta. Se um habitante florestal pobre encontrasse uma árvore com uma cura para a AIDS, por exemplo, é altamente improvável que algum valor grande da descoberta retornasse à pessoa ou à comunidade pobre que a encontrou. Da mesma maneira, se grandes somas de dinheiro se materializassem para remunerar serviços ambientais de uma floresta em pé, os ricos logo entrariam em ação para capturar os benefícios para eles próprios. Como no conto, pode-se esperar que a sociedade ao redor empregue todos os meios imagináveis para apropriar-se da pérola, quase como se fosse um dever moral não permitir que uma pessoa pobre conserve os benefícios de tal achado. Um desafio importante na definição de estratégias para o desenvolvimento sustentável, então, é encontrar maneiras de assegurar que povos da floresta consigam guardar para si as "pérolas" dos serviços ambientais.

A percentagem para o governo dos retornos da utilização de biodiversidade é menos fundamental que o mecanismo pelo qual os retornos serão transferidos a povos locais. Os governos (por exemplo, o do Brasil) querem evitar que fundos passem diretamente do exterior aos povos locais. Contudo, se os fundos forem dados ao governo para a redistribuição aos povos locais, a consequência prática provável é que os povos locais nunca recebam nada. À parte desvios dos fundos mediante procedimentos ilícitos, os atrasos normais de meses (ou às vezes anos), significam que o valor de qualquer fundo se evapora antes que o dinheiro alcance os beneficiários visados.

A identificação de que parceiros locais em uma comunidade devem receber benefícios ou entrar em acordos é mais difícil do que parece, e pode ter efeitos decisivos. Um exemplo é fornecido pelos resultados destrutivos na distribuição dos rendimentos dos direitos para um filme sobre a vida de Chico Mendes, que conduziu a brigas internas entre facções de seringueiros, um aspecto que não existiu antes da possibilidade de lucros monetários significativos. Isto seria uma reação humana natural, se um grande montante de dinheiro fosse cair em uma comunidade qualquer no interior de Amazônia. O problema de facções nas comunidades locais pode impedir que se desfrute o retorno dos fundos da biodiversidade ou de outras fontes de serviços ecológicos.

É necessário deixar claro a responsabilidade das pessoas locais para manter os habitats naturais que fornecem os serviços ambientais. A ligação desta responsabilidade com os retornos econômicos propiciados pela floresta (por exemplo, no tocante à utilização econômica da biodiversidade) seria uma maneira útil de torná-la operacional.

### 3.3 Como transformar serviços em desenvolvimento

O que é preciso ser feita para se transformar serviços ambientais em desenvolvimento sustentável? Uma necessidade óbvia é determinar os custos básicos. Isto é especialmente verdade no que concerne a se evitar o desmatamento. Quanto custa realmente evitar um hectare do desmatamento em Rondônia, por exemplo? Ninguém tem hoje uma resposta adequada a tal questão. Os custos das plantações silviculturais, ao contrário, são relativamente bem conhecidos, devido aos anos de experiência com a formação de plantações e às incertezas relativamente pequenas na previsão do seu desenvolvimento futuro, se os investimentos especificados forem feitos. O desmatamento, por outro lado, está fortemente influenciado por decisões políticas do governo que têm pouca conexão direta com os custos financeiros. Por exemplo, políticas tributárias que permitem que a especulação da terra continue a ser uma atividade altamente rentável, e as políticas que até hoje permitem que o desmatamento justifique a titulação de terra como uma "benfeitoria" poderiam ser modificadas sem nenhum custo financeiro, embora houvesse claramente custos políticos para fazer tal mudança.

O segundo setor de grande dúvida na transformação de serviços ambientais em um meio de suporte é o mecanismo pelo qual os fundos recebidos com base em serviços seriam distribuídos. Isso poderia ser feito, por exemplo, por um sucessor da Legião Brasileira de Assistência (LBA),

recentemente extinta, que se tornou um símbolo de corrupção após uma longa série de escândalos envolvendo a esposa do ex-presidente Collor? Qual é a proposta brasileira para utilizar os fundos recebidos? Se as nações do mundo milagrosamente concordassem em pagar generosamente pelos serviços ambientais da floresta e enviassem ao governo um cheque, quanto deste dinheiro iria realmente para os dois objetivos principais do pagamento: manter a floresta amazônica e sustentar a população da região?

O canal que seria utilizado para transferir os fundos ao Brasil e às atividades individuais que necessitam de suporte constitui outra área de dúvida. O Programa Piloto para a Conservação das Florestas Tropicais Brasileiras, administrado pelo Banco Mundial e financiado pelos países do G-7 em consequência de um compromisso feito em Houston em 1990, encontrou uma série de impedimentos frustrantes para sua iniciativa. Embora alguns destes problemas já estejam resolvidos, e diversas partes do programa estejam finalmente em execução, o atraso de quatro anos deixou claro que transferir somas muito maiores não seria uma fácil tarefa. Espera-se que a experiência do Programa Piloto sirva para desentupir alguns encanamentos através dos quais fluxos maiores deste tipo possam um dia passar. Embora certo progresso tenha sido conseguido, muito mais precisa ser feito.

O tópico de emprego é freqüentemente levantado como uma questão importante em discussões sobre conservação florestal em áreas protegidas. O que o Brasil ou os estados da Amazônia ganharão das reservas em termos de emprego? Não seria melhor distribuir a terra como lotes agrícolas para sustentar parte da população desempregada? A resposta em face do emprego depende muito do que for feito com o dinheiro que for trazido pela remuneração dos serviços ambientais da floresta. Se as somas envolvidas forem grandes, como a importância verdadeira dos serviços implica que deveriam ser, então existiria bastante campo para se criar emprego. Uma forma de trabalho é de vigiar as próprias reservas. É importante entender que esta forma de emprego pode ocupar apenas um número limitado de pessoas, e que estas não podem ser as mesmas pessoas que receberiam lotes caso a terra fosse entregue para assentamentos agrícolas em vez de ser convertida em reserva. Em qualquer hipótese, esta é uma opção importante para os verdadeiros habitantes "locais" (seringueiros, etc.), já residentes no interior. Freqüentemente estas pessoas não teriam outras opções de emprego. Emprego rural poderia também ser gerado na pesquisa científica nas reservas, por exemplo, na coleta botânica, no mapeamento e medição de árvores em grandes áreas das reservas e no monitoramento de mortalidade, regeneração e fenologia de árvores. Infelizmente, estas opções são severamente limitadas na sua escala potencial pelo número de taxonomistas e outras cientistas disponíveis para processar

o material e as informações colhidas pelo pessoal de campo empregado nos projetos.

Deve reconhecer-se que a população da Amazônia está rapidamente se tornando urbana. Empregos em centros urbanos são, de alguma maneira, mais fáceis de se criar do que empregos rurais. Atividades ligadas de algum modo à manutenção da floresta teriam preferência. Por exemplo, laboratórios poderiam ser implantados em cidades amazônicas para a análise de compostos secundários de plantas obtidas nas reservas.

Certo perigo existe, de efeitos perniciosos que possam advir de formas paternalistas de benefícios ou de distribuição do dinheiro que entra na forma de pagamentos por serviços ambientais. Por exemplo, os pagamentos em dinheiro feitos a membros individuais de uma tribo dos Estados Unidos como indenização pelos danos causados por uma mina de cobre em terras tribais conduziram à desintegração de grande parte da cultura desse grupo, a problemas severos com alcoolismo e a mortalidade alta por acidentes de automóveis (G. Nabhan, comunicação pessoal, 1994).

Além disso, a maioria de trabalho artificial tem uma tendência para ser relativamente improdutiva. Um bom exemplo é o caso de Trinidad e Tobago, pequeno país da Caribe (população de 1,2 milhões) que tem a boa fortuna de possuir petróleo: obras públicas, como a reparação interminável de estradas com equipes a maior parte do tempo paradas, são meios para se transferir a riqueza do governo para as pessoas. Deve recordar-se que o potencial para o abuso político, no caso, é muito alto. Se governos estaduais na Amazônia tiveram a possibilidade de distribuir número significativo de empregos de trabalho inventado artificialmente, utilizando dinheiro dos pagamentos para serviços ambientais, é provável que isso seja utilizado principalmente para assegurar benefícios eleitorais para quem quer que esteja no poder. Conseqüentemente, salvaguardas são necessários, qualquer que seja a maneira com que se lide com a questão de emprego.

Um dos dilemas das propostas de desenvolvimento sustentável é que o sucesso pode atrair a destruição das próprias características que fizeram uma dada atividade sustentável. Por exemplo, se um sistema de agrosilvicultura provar que é sustentável e um sucesso financeiro, pode atrair uma migração de população querendo compartilhar do sucesso, conduzindo ao desmatamento crescente para expandir-se o sistema. Isto ocorreu na ilha de Sumatra, Indonésia, onde os locais com culturas perenes financeiramente bem-sucedidas, experimentaram um aumento em vez de uma diminuição de

desmatamento (Alternatives to Slash and Burn, 1995: 131). Termina-se, assim, numa situação de tipo "se correr o bicho pega, se ficar o bicho come": se um projeto de assentamento for um fracasso agrônômico, a seguir as pessoas invadirão a floresta em volta, desmatando-a para a agricultura de corte-e-queima, enquanto que se for um sucesso, a seguir outras pessoas serão atraídas ao local e cortarão de qualquer forma a floresta.

O grande número de pessoas existentes em partes do Brasil fora da Amazônia que seria atraído para qualquer fonte de dinheiro fácil é um problema que precisa ser enfrentado efetivamente. O grande valor da floresta significa que, em teoria, poder-se-ia até projetar a concessão de pensões aos residentes atuais da região em circunstâncias luxuosas: "a solução Copacabana". Muitos brasileiros consideram a vida em um apartamento perto da praia de Copacabana no Rio de Janeiro, como o pináculo da realização material. Se não fosse pelas limitações de espaço (a população rural da Amazônia Legal é mais ou menos igual à da cidade do Rio de Janeiro), as rendas anuais propiciadas teoricamente pelo estoque correspondente à floresta em pé são de uma ordem de magnitude para sustentar tal despesa. Se pudessem ser coletadas (vale notar que os limites de fundos disponíveis tornam irrealistas as cifras da "vontade de pagar" baseadas na extrapolação linear para grandes escalas, como foi assinalado anteriormente) anuidades a 5% ao ano produziriam US\$ 7 bilhões/ano devido à biodiversidade, de US\$ 24 bilhões/ano devido ao armazenamento de carbono, e US\$ 7 bilhões/ano, à ciclagem de água, perfazendo um total de US\$ 37 bilhões/ano, equivalendo a quase US\$ 29.000/família de pequenos agricultores (Tabela 5). O problema mais grave com tal cenário hipotético, naturalmente, é que se fosse feita uma tentativa de transportar a população rural da Amazônia para Copacabana ou lugar equivalente, a fronteira de desmatamento seria ocupada por outros indivíduos e a derrubada continuaria.

Para qualquer forma de desenvolvimento ser sustentável, o crescimento da população na área envolvida, tanto pela reprodução como pela migração, deve permanecer dentro dos limites de capacidade de suporte, a qual, conquanto não fixa, também não é livre para aumentar ao bel-prazer de ninguém (e.g., Cohen, 1995; Fearnside, 1986, 1997e). Não existe "desenvolvimento sustentável" para um número infinito de pessoas.

#### 4. CONCLUSÕES

Uma estratégia para conseguir o desenvolvimento sustentável na Amazônia rural exige medidas a curto e longo prazo. Enquanto passos imediatos para se manter a população e impedir-se a perda da floresta remanescente são necessárias, progresso também precisa haver com respeito a objetivos de longo prazo que forneçam uma base firme para conservação da floresta e manutenção da população. Tal progresso deveria concentrar-se nos serviços ambientais de floresta existente. As funções da floresta de manutenção da biodiversidade, de armazenamento do carbono e da ciclagem de água valem mais para os países ricos do que o valor da terra na Amazônia, o qual reflete o potencial de lucro da venda de madeira e da substituição da floresta por agricultura ou pecuária. Como converter os serviços ambientais da floresta em um fluxo de renda, e como converter este fluxo em um alicerce para o desenvolvimento sustentável na Amazônia rural é um grande desafio.

#### AGRADECIMENTOS

Os cálculos apresentados aqui foram atualizados em relação a versões anteriores (Fearnside, 1997f,g; 1998b, 2000b); agradeço à Elsevier Science-NL, Sara Burgerhartstraat 25, 1055 KV Amsterdam, Países Baixos, pela permissão de traduzir partes de *Ecological Economics* 20(1): 53-70 (1997). Agradeço ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico--CNPq (BPPs 350230/97-98 & 523980/96-5), o Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia--INPA (PPIs 5-3150 & 1-3160), e o Pew Scholars Program in Conservation and the Environment pelo apoio financeiro. R.I. Barbosa, C. Cavalcanti, P.M.L.A. Graça, N. Hamada e S. Wilson fizeram comentários sobre o manuscrito.

#### LITERATURA CITADA

Adger, W.N., Brown, K., Cervigni, R. & Moran, D. 1995. Total economic value of forests in Mexico. *Ambio* 24(5): 286-296.

Alternatives to Slash and Burn (ASB). 1995. *Alternatives to Slash-and-Burn in Indonesia. Phase I Report*. ASB/International Centre for Agroforestry-Southeast Asia, Bogor, Indonésia. 150 p.

Brasil, Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE). 1989. *Anuário Estatístico do Brasil 1989*, Vol. 49. IBGE, Rio de Janeiro. 715 p.

- Brasil, Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE). 1992. *Anuário Estatístico do Brasil 1992*, Vol. 52. IBGE, Rio de Janeiro, versão eletrônica.
- Cartwright, J. 1985. The politics of preserving natural areas in Third World states. *The Environmentalist* 5(3): 179-186.
- Cohen, J. 1995. Population growth and earth's human carrying capacity. *Science* 269: 341-346.
- Daily, G.C. & Ehrlich, P.R. 1990. An exploratory model of the impact of rapid climate change on the world food situation. *Proceedings of the Royal Society of London B* 241: 232-244.
- Dantas, M. 1979. Pastagens da Amazônia Central: Ecologia e fauna do solo. *Acta Amazonica* 9(2) suplemento: 1-54.
- Dove, M. 1993. A revisionist view of tropical deforestation and development. *Environmental Conservation* 20(1): 17-14, 56.
- Eagleson, P.S. 1986. The emergence of global-scale hydrology. *Water Resources Research* 22(9): 6s-14s.
- Fankhauser, S. 1992. Global warming damage costs: Some monetary estimates. Centre for Social and Economic Research on the Global Environment (CSERG) Working Paper GEC 92-29. University College, London and University of East Anglia, Norwich, Reino Unido. 45 p.
- Fankhauser, S. 1995. *Valuing Climate Change--The Economics of the Greenhouse*. Earthscan, London, Reino Unido.
- Fankhauser, S. & Tol, R.S.J. 1997. The social costs of climate change: The IPCC Second Assessment Report and beyond. *Mitigation and Adaptation Strategies for Global Change* 1(4): 385-403.

Fearnside, P.M. 1986. *Human carrying capacity of the Brazilian rainforest*. Columbia University Press, New York, E.U.A. 293 pp.

Fearnside, P.M. 1989a. A prescription for slowing deforestation in Brazilian Amazonia. *Environment* 31(4): 16-20, 39-40.

Fearnside, P.M. 1989b. Deforestation in the Amazon. *Environment* 31(7): 4-5.

Fearnside, P.M. 1989c. *A ocupação humana de Rondônia: Impactos, limites e planejamento*. CNPq Relatórios de Pesquisa No. 5. Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), Brasília. 76 p.

Fearnside, P.M. 1995. Quem desmata a Amazônia--Os pobres ou os ricos? *Ciência Hoje* 19(113): 26-33.

Fearnside, P.M. 1997a. Limiting factors for development of agriculture and ranching in Brazilian Amazonia. *Revista Brasileira de Biologia* 57(4): 531-549.

Fearnside, P.M. 1997b. Protection of mahogany: a catalytic species in the destruction of rain forests in the American tropics. *Environmental Conservation* 24(4): 303-306.

Fearnside, P.M. 1997c. Greenhouse gases from deforestation in Brazilian Amazonia: Net committed emissions. *Climatic Change* 35(3): 285-302.

Fearnside, P.M. 1997d. Monitoring needs to transform Amazonian forest maintenance into a global warming mitigation option. *Mitigation and Adaptation Strategies for Global Change* 2(2-3): 285-302.

Fearnside, P.M. 1997e. Human carrying capacity estimation in Brazilian Amazonia as a basis for sustainable development. *Environmental Conservation* 24(3): 271-282.

Fearnside, P.M. 1997f. Environmental services as a strategy for sustainable development in rural Amazonia. *Ecological Economics* 20(1): 53-70.

Fearnside, P.M. 1997g. Serviços ambientais como estratégia para o desenvolvimento sustentável na Amazônia rural. pp. 314-344 In: C. Cavalcanti (ed.) *Meio Ambiente, Desenvolvimento Sustentável e Políticas Públicas*. Editora Cortez, Sao Paulo. 436 pp.

Fearnside, P.M. 1998a. The value of human life in global warming impacts. *Mitigation and Adaptation Strategies for Global Change* 3(1): 83-85.

Fearnside, P.M. 1998b. Serviços ambientais da floresta amazônica como estratégia para a sustentação da população rural na região. p. 57-98 In: S. Watanabi (ed.) *Anais do IV Simpósio de Ecossistemas Brasileiros, 2 a 7 de abril de 1998, Águas de Lindóia-SP, Brasil Volume V: Conferências e Mesas Redondas*. (Pub. ACIESP No. 104) Academia de Ciências do Estado de São Paulo (ACIESP), São Paulo. 300 p.

Fearnside, P.M. 1999a. Biodiversidade nas florestas Amazônicas brasileiras: Riscos, valores e conservação. *Holos* (edição especial): 35-59.

Fearnside, P.M. 1999b. Forests and global warming mitigation in Brazil: Opportunities in the Brazilian forest sector for responses to global warming under the "Clean Development Mechanism." *Biomass and Bioenergy* 16(3): 171-189.

Fearnside, P.M. 1999c. Como o efeito estufa pode render dinheiro para o Brasil. *Ciência Hoje* 26(155): 41-43.

Fearnside, P.M. 2000a. O Potencial do Setor Florestal Brasileiro para a Mitigação do Efeito Estufa sob o "Mecanismo de Desenvolvimento Limpo" do Protocolo de Kyoto. p. 59-74 In: A.G. Moreira & S. Schwartzman (eds.) *As Mudanças Climáticas Globais e os Ecossistemas Brasileiros*. Instituto de Pesquisa Ambiental da Amazônia (IPAM), Brasília, DF. 165 p.

Fearnside, P.M. 2000b. Serviços Ambientais Como Uso Sustentável de Recursos Naturais na Amazônia. p. 1-20 In: M.T. Inoue (ed.) *Anais da Conferência Internacional "Amazônia no Terceiro*

*Milênio-Atitudes Desejáveis*", 22 a 23 de outubro de 1999, Manaus-AM-Brasil. Brasil Sokka Gakai Internacional (BSGI), Manaus, Amazonas. CD ROM, Pag. irreg.

Fearnside, P.M. 2001a. The potential of Brazil's forest sector for mitigating global warming under the Kyoto Protocol. *Mitigation and Adaptation Strategies for Global Change* 6(3-4): 355-372.

Fearnside, P.M. 2001b. Saving tropical forests as a global warming countermeasure: An issue that divides the environmental movement. *Ecological Economics* 39(2): 167-184.

Marques, J., dos Santos, J.M., Villa Nova, N.A. & Salati. E. 1977. Precipitable water and water vapor flux between Belém and Manaus. *Acta Amazonica* 7(3): 355-362.

Mato Grosso, Fundação Estadual do Meio Ambiente (FEMA). 2001. Environmental Control System on Rural Properties in Mato Grosso. FEMA, Cuiabá, Mato Grosso. 45 p

Molion, L.C.B. 1975. *A climatonic study of the energy and moisture fluxes of the Amazonas Basin with considerations of deforestation effects*. Dissertação de Ph.D., University of Wisconsin, Madison. University Microfilms International, Ann Arbor, Michigan, E.U.A.

Nordhaus, W. 1991. A sketch of the economics of the greenhouse effect. *American Economic Review* 81(2): 146-150.

Pachauski, F. 1994. "Trabalha, escravo" *Isto É*, (Brasília) 4 de maio de 1994, p. 32-35.

Pamplona, G. & Rodrigues, A. 1995. "História sem fim: Um ano depois da denúncia de ISTOÉ, carvoeiros ainda trabalham como escravos no norte de Minas" *Isto É* (Brasília) 21 de junho de 1995, p. 46-47.

Pearce, D.W., Cline, W.R., Achanta, A.N., Fankhauser, S., Pachauri, R.K., Tol, R.S.J., & Vellinga, P. 1996. The social costs of climate change: Greenhouse damage and the benefits of control. p. 179-224 In: J.P. Bruce, H. Lee & E.F. Haites (eds.) *Climate Change 1995: Economic and Social Dimensions-- Contributions of Working Group III to the Second Assessment*

*Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change.*  
Cambridge University Press, Cambridge, Reino Unido. 448 p.

Ribeiro Jr., A. 1994. "Carvoeiros são 'escravos' em MG" *A Folha de São Paulo*, 31 de julho de 1994, p. 1-1 e 1-12.

Salati, E., Marques, J. & Molion, L.C.B. 1978. Origem e distribuição das chuvas na Amazônia. *Interciencia* 3(4): 200-206.

Salati, E., Dall'Olio, A., Matusi, E. & Gat, J.R. 1979. Recycling of water in the Brazilian Amazon Basin: An isotopic study. *Water Resources Research* 15: 1250-1258.

Salati, E. & Vose, P.B. 1984. Amazon Basin: A system in equilibrium. *Science* 225: 129-138.

Schneider, R.R. 1994. *Government and the economy on the Amazon frontier.* Latin America and the Caribbean Technical Department Regional Studies Program Report No. 34, The World Bank, Washington, DC, E.U.A.

Schubart, H.O.R., Junk, W.J. & Petrerere Jr., M. 1976. Sumário de ecologia Amazônica. *Ciência e Cultura* 28(5): 507-509.

Shah, A. & Larson, B. 1992. Carbon taxes, the greenhouse effect and developing countries. In: *World Development Report 1992.* The World Bank, Washington, DC and Oxford University Press, New York, E.U.A.

Steinbeck, J. 1945 [1974]. *The Pearl.* Bantam Books, New York, E.U.A.

Sutton, A. 1994. *Slavery in Brazil--A link in the chain of modernization.* Anti-Slavery International, Londres, Reino Unido.

Villa Nova, N.A., Salati, E. & Matusi, E., 1976. Estimativa da evapotranspiração na Bacia Amazônia. *Acta Amazonica* 6(2): 215-228.

TABELA 1: CONSTANTES USADOS NOS CÁLCULOS DE VALOR DA FLORESTA

Área desmatada em 1990 (Milhões de ha)	1,38 (a)
Floresta remanescente em 1990 (Milhões de ha)	337,72
Percentagem do desmatamento em 1990 causada por pequenos agricultores (%)	30,5 (a)
População rural (Milhões de indivíduos)	7,65 (b)
Percentagem das propriedades (= famílias) de pequenos agricultores (%)	83,2 (c)
População de pequenos agricultores (Milhões de indivíduos)	6,4 (d)
Tamanho médio das famílias (Indivíduos)	5
Taxa de desconto (%/ano)	5

(a) Fearnside, 1993c.
-----------------------

(b) Brasil, IBGE, 1994.
-------------------------

(c) Brasil, IBGE, 1989.
-------------------------

(d) Calculado a partir da população rural e da percentagem de pequenos agricultores.
--



TABELA 2: VALOR DA MANUTENÇÃO DA BIODIVERSIDADE						
Tipo	Base do valor ambiental	Descrição	Unidades	Valor		
				Baixo	Médio	Alto
PRESUNÇÃO		Valor da manutenção da biodiversidade	US\$/ha/ano	10	20	30
VALORES CALCULADOS						
	Danos em 1990 causados pela população total	VLP	US\$ milhões	276	552	828
		VLP por família de pequenos agricultores	US\$/família	217	434	650
		Anuidade sobre o total dos danos	US\$ milhões/ano	14	28	41
		Anuidade por família de pequenos agricultores	US\$/família/ano	11	22	33
	Danos em 1990 causados pela	VLP	US\$ milhões	84	168	253

	população de pequenos agricultores					
		VLP por família de pequenos agricultores	US\$/família	66	132	198
	Danos em 1990 e em todos os anos futuros causados pela população total	VLP	US\$ bilhões	5,5	11,1	16,6
		VLP por família de pequenos agricultores	US\$ mil/família	4,4	8,7	13,1
		Anuidade sobre o total dos danos	US\$ milhões/ano	277	554	831
		Anuidade por família de pequenos agricultores	US\$/família/ano	218	435	653
	Danos em 1990 e em todos os anos futuros causados pela	VLP	US\$ bilhões	1,7	3,4	5,1

	população de pequenos agricultores					
		VLP por família de pequenos agricultores	US\$ mil/família	1,3	2,7	4,0
	Valor do estoque de floresta em 1990	VLP	US\$ bilhões	68	135	203
		VLP por família de pequenos agricultores	US\$ mil/família	53	106	159
		Anuidade sobre o valor do estoque de floresta	US\$ bilhões/ano	3	7	10
		Anuidade por família de pequenos agricultores	US\$ mil/família/ano	2,7	5,3	8,0

(a) Cartwright, 1985, para o valor "médio". Valor presumido a ser igual ao custo.

(b) Desconto de 5%/ano.

(c) Juros de 5%/ano.

TABELA 3: VALOR DE ARMAZENAMENTO DE CARBONO

Tipo	Base do valor ambiental	Descrição	Unidades	Valor		
				Baixo	Médio	Alto
PRESUNÇÃO		Valor por tonelada de carbono permanentemente sequestrado	US\$/t C	1,8	7,3	66,0
CONSTANTES						
		Emissões líquidas comprometidas em 1990	Milhões de t de C equivalente ao C de CO <sub>2</sub>		267	
		Emissões líquidas comprometidas/ha de desmatamento em 1990	t C/ha		194	
VALORES CALCULADOS						
	Danos por ha de perda de floresta	Valor anual	US\$/ha/ano	17,4	70,7	638,9
		Danos	US\$/ha	349	1.413	12.778
	Danos em 1990 causados pela população total	Danos	US\$ milhões	481	1.950	17.634
		Danos por família	US\$/família	378	1.532	13.853

		de pequenos agricultores				
		Anuidade sobre o total dos danos	US\$ milhões/ano	24	98	882
		Anuidade por família de pequenos agricultores	US\$/família/ano	19	77	693
	Danos em 1990 causados pela população de pequenos agricultores	Total dos danos em 1990	US\$ milhões	147	595	5.378
		Danos em 1990 por família de pequenos agricultores	US\$/família	115	467	4.225
	Danos em 1990 e em todos os anos futuros causados pela população total	VLP	US\$ bilhões	9,6	39,0	352,7
		VLP por família de pequenos agricultores	US\$ mil/família	7,6	30,6	277,1
		Anuidade sobre o total dos danos	US\$ milhões/ano	481	1.950	17.634
		Anuidade por família de pequenos	US\$/família/ano	378	1.532	13.853

		agricultores				
	Danos em 1990 e em todos os anos futuros causados pela população de pequenos agricultores	VLP	US\$ bilhões	2,9	11,9	107,6
		VLP por família de pequenos agricultores	US\$ mil/família	2,3	9,3	84,5
	Valor do estoque de floresta em 1990	VLP	US\$ bilhões	118	477	4.316
		VLP por família de pequenos agricultores	US\$ mil/família	92,5	375,0	3.390,2
		Anuidade do valor do estoque de floresta	US\$ bilhões/ano	6	24	216
		Anuidade por família de pequenos agricultores	US\$ mil/família/ano	4,6	18,7	169,5

(a) Nordhaus, 1991 (Valores usados por Schneider, 1994).

(b) Atualizado de Fearnside, 1997b, considerando o impacto dos gases-traço no cenário de baixo gases-traço.

(c) Anualizado a 5%/ano a partir do valor para seqüestro permanente.

(d) Valor de seqüestro permanente (*i.e.*, equivalente a VLP).

(e) Juros de 5%/ano.

(f) Desconto de 5%/ano.

TABELA 4: VALOR DE CICLAGEM DE ÁGUA							
Tipo	Base do valor ambiental	Descrição	Unidades	Valor			Obs.
				Baixo	Médio	Alto	
PRESUNÇÃO		Percentagem da safra que depende de água da Amazônia	%	5	10	20	
CONSTANTE		Valor bruto da safra brasileira	US\$ bilhões		65		
VALORES CALCULADOS							
	Danos por ha de perda de floresta	Valor anual	US\$/ha/ano	10	19	38	
	Danos em 1990 causados pela população total	VLP	US\$ milhões	266	531	1.062	(a)
		VLP por família de pequenos agricultores	US\$/família	209	417	835	(a)
		Anuidade sobre o total dos danos	US\$ milhões/ano	13	27	53	(b)
		Anuidade por família de pequenos agricultores	US\$/família/ano	10	21	42	(b)
	Danos em 1990 causados pela população de pequenos agricultores	VLP	US\$ milhões	81	161	323	(a)
		VLP por	US\$/família	63	127	254	(a)

		família de pequenos agricultores					
	Danos em 1990 e em todos os anos futuros causados pela população total	VLP	US\$ bilhões	5,3	10,7	21,3	(a)
		VLP por família de pequenos agricultores	US\$ mil/família	4,2	8,4	16,8	(a)
		Anuidade sobre o total dos danos	US\$ milhões/ano	267	533	1.067	(b)
		Anuidade por família de pequenos agricultores	US\$/família/ano	209	419	838	(b)
	Danos em 1990 e em todos os anos futuros causados pela população de pequenos agricultores	VLP	US\$ bilhões	1,6	3,3	6,5	(a)
		VLP por família de pequenos agricultores	US\$ mil/família	1,3	2,6	5,1	(a)
	Valor do estoque de floresta em 1990	VLP	US\$ bilhões	65	130	260	(a)
		VLP por família de pequenos agricultores	US\$ mil/família	51,1	102,1	204,2	(a)
		Anuidade do valor do estoque de floresta	US\$ bilhões/ano	3	7	13	(b)

		Anuidade por família de pequenos agricultores	US\$ mil/família/ano	2,6	5,1	10,2	(b)
(a) Juros de 5%/ano.							
(b) Desconto de 5%/ano.							



TABELA 4: VALOR DE CICLAGEM DE ÁGUA

Tipo	Base do valor ambiental	Descrição	Unidades	Valor			Obs
				Baixo	Médio	Alto	
				5	10	20	5
PRESUNÇÃO		Porcentagem da safra que depende de água da Amazônia	%	5	10	20	
CONSTANTE		Valor bruto da safra brasileira	US\$ bilhões		65		
VALORES CALCULADOS							
	Danos por ha de perda de floresta	Valor anual	US\$/ha/ano	10	19	38	
	Danos em 1990 causados pela população total	VLP	US\$ milhões	266	531	1.062	(a)
		VLP por família de pequenos agricultores	US\$/família	209	417	835	(a)
		Anuidade sobre o total dos danos	US\$ milhões/ano	13	27	53	(b)
		Anuidade por família de pequenos agricultores	US\$/família/ano	10	21	42	(b)
	Danos em 1990 causados pela população de pequenos agricultores	VLP	US\$ milhões	81	161	323	(a)
		VLP por família de pequenos agricultores	US\$/família	63	127	254	(a)

