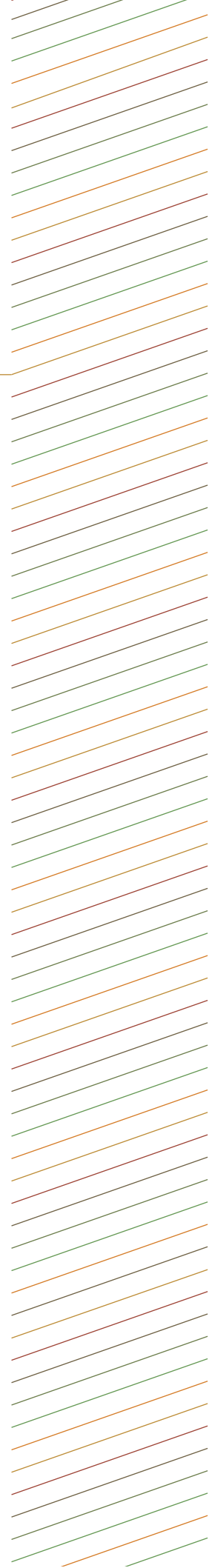


CUSTOS E BENEFÍCIOS DA REDUÇÃO DAS EMISSÕES
DE CARBONO DO DESMATAMENTO E DA DEGRADAÇÃO
(REDD) NA AMAZÔNIA BRASILEIRA



CUSTOS E BENEFÍCIOS DA REDUÇÃO DAS EMISSÕES DE CARBONO DO DESMATAMENTO E DA DEGRADAÇÃO (REDD) NA AMAZÔNIA BRASILEIRA

AUTORES:

DANIEL NEPSTAD (WHRC, IPAM)
BRITALDO SOARES-FILHO (UNIV. FEDERAL MINAS GERAIS)
FRANK MERRY (WHRC)
PAULO MOUTINHO (IPAM, WHRC),
HERMANN OLIVEIRA RODRIGUES (UFMG)
MARIA BOWMAN (WHRC)
STEVE SCHWARTZMAN (ED)
ORIANA ALMEIDA (UNIV. FEDERAL PARA)
SERGIO RIVERO (UFPA)



APOIO:

THE DAVID AND LUCILE PACKARD FOUNDATION
GLOBAL OPPORTUNITIES FUND (GOF)





O objetivo central deste estudo é demonstrar qual o custo de redução de emissões de carbono oriundas do desmatamento na Amazônia Brasileira sob um cenário de desenvolvimento socioambiental.

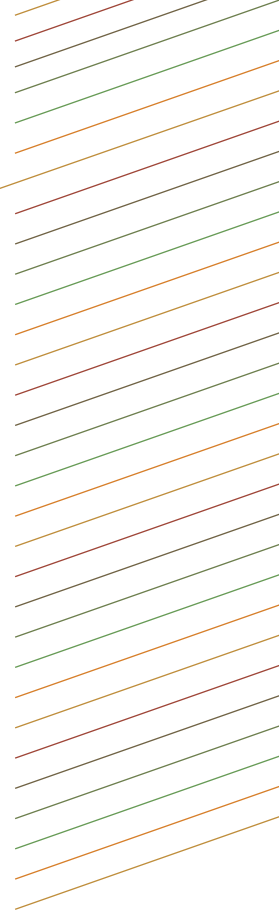


Um novo regime internacional para tratar da mudança climática global começou a ser negociado sob o guarda-chuva da Convenção-Quadro sobre Mudança Climática da ONU (United Nations Framework on Climate Change Convention - UNFCCC), tratado adotado em 1992 no Rio de Janeiro. Durante a última Conferência das Partes (COP) da UNFCCC ocorrida em Bali, em dezembro de 2007, foi estabelecido um "Mapa do Caminho" (Bali Road Map) o qual traça as bases para um acordo sobre clima, pós 2012, ano em que finda o Protocolo de Quioto. A expectativa é que esse novo acordo traga instrumentos inovadores e poderosos para a conservação das florestas tropicais e para a redução das emissões de carbono que, produzidas com sua destruição ou deterioração, contribuem para aquecer perigosamente o planeta. Pelo estabelecido em Bali, será possível compensar aqueles países em desenvolvimento que, voluntariamente, demonstrarem **Reduções de Emissões resultantes do Desmatamento**

e da Degradação de Florestas (REDD)¹, na abreviação já consagrada) em seus territórios.

Como referendado pelo último relatório do IPCC, o desmatamento tropical e a degradação das florestas constituem uma das principais fontes de gases do efeito estufa (GEE), em especial o gás carbônico (CO₂). Calcula-se que tenham contribuído com algo entre 7% e 28%, das emissões globais induzidas pelo homem nos anos 1990 (0,5 bilhão a 2,4 bilhões de toneladas de carbono/ano). Nos anos de intensa estiagem ou com alta ocorrência de fogo florestal, a estimativa é que essa contribuição para o aquecimento global tenha chegado a mais de 3,0 bilhões de toneladas. Embora o Protocolo de Kyoto seja um passo importante na redução de emissões de GEE (em

¹ Programas de REDD são aqui definidos como sendo um conjunto de medidas assumidas por um país que resulte em compensações pelas reduções de emissões de carbono oriundas do desmatamento, desde que tais reduções sejam mensuráveis, verificáveis, quantificáveis e demonstráveis.



média 5% em relação aos níveis de 1990 entre 2008 e 2012), considera-se agora que sem a redução do desmatamento tropical (não tratado pelo atual Protocolo), será impossível manter a temperatura do planeta abaixo de um nível² que evite as chamadas "alterações perigosas" do regime climático global.

Pelo que foi estabelecido em Bali, ao longo de 2008 e 2009 a comunidade internacional e os países deverão fazer esforços para encontrarem os mecanismos que resultem em reduções mais significativas das emissões de GEE, incluindo aqueles voltados para a redução das emissões associadas ao desmatamento tropical. Ao final de 2009, durante a COP15, serão tomadas, pela UNFCCC, as decisões fundamentais que nortearão o regime pós-2012. Neste sentido, o presente relatório tem o objetivo de contribuir com o debate sobre alternativas de mitigação das emissões de GEE, tratando particularmente de possíveis **Programas de REDD**. Mais especificamente, o presente documento oferece uma estrutura conceitual que possa servir de base para o **cálculo dos custos envolvidos em programas de reduções de emissões causadas por desmatamento (Programas de REDD)** nas nações tropicais que se dispuserem a implementá-los, e traça um cenário de cálculos de custos que demonstra como esta estrutura conceitual poderia ser posta em prática.

Os Programas de REDD certamente serão complexos e precisarão ser aprimorados, o que certamente só será possível por meio do diálogo, debates e intercâmbio de idéias entre diversos setores da sociedade, nacional e internacional. Desmistificar e transpor obstáculos à implementação desses Programas será de fundamental importância para o cumprimento do

objetivo final da UNFCCC. Propostas práticas, como as apresentadas neste documento, serão de grande valia para se chegar a um regime de incentivos positivos, entre eles a comercialização de créditos de carbono, de modo que as emissões resultantes da derrubada das florestas tropicais sejam contabilizadas e os esforços dos países em desenvolvimento para reduzi-las sejam, finalmente, reconhecidos e compensados.

Neste contexto, o Brasil é o país mais bem preparado para estabelecer um Programa vigoroso de REDD, pois apresenta inúmeros sucessos no combate e no monitoramento do desmatamento e da degradação florestal na região amazônica, fontes principais de emissões de gases de efeito estufa do país (cerca de 70% das emissões nacionais). As florestas do Brasil podem ser consideradas gigantescos armazéns de carbono. **Somente nas árvores da Amazônia há cerca de 48 bilhões de toneladas de carbono estocadas, distribuídas em 3,3 milhões de quilômetros quadrados de florestas.** Este montante em toneladas equivale a cinco anos de emissões globais produzidas pela humanidade (Canadell et al. 2007).

O país também caminhou a passos largos na conservação de florestas, implantando um amplo sistema de administração florestal. Está com isso demonstrando que dispõe dos meios para exterminar o desmatamento e suas emissões associadas de carbono. No entanto, há ainda um intenso debate sobre como os Programas de REDD devem funcionar e quanto dos seus benefícios ficará com as nações que os adotarem. O presente relatório busca apresentar uma proposta coerente para orientar tal discussão. ■

² Estima-se que para garantir o equilíbrio do clima planetário, a concentração de CO² atmosférico deva ficar abaixo de 450 ppmv (parte por milhão por volume) até 2100. Para tanto, as reduções anuais globais das emissões deverão ser superiores a 2% por ano a partir de 2010.

SUMÁRIO EXECUTIVO

As estimativas dos **Custos de Redução de Emissões resultantes do Desmatamento** apresentadas neste trabalho aplicam-se somente à região da Amazônia brasileira e foram calculadas levando-se em consideração várias premissas. Para se chegar a tais estimativas, avaliou-se inicialmente qual seria o custo de um **Programa de REDD** estabelecido para vigorar ao longo de um período de 30 anos³, sendo que as taxas de derrubada de florestas seriam reduzidas para algo próximo de zero neste período. No entanto, deve-se mencionar que o custo total de redução do desmatamento na Amazônia é atualmente menor do que o esperado. A sociedade brasileira e o governo já tomaram várias decisões importantes (criação de unidades de conservação, demarcação e homologação oficial de terras indígenas, implementação do código florestal) que restringem os usos potenciais de grandes áreas com florestas da Amazônia, reduzindo assim os custos envolvidos com a decisão de manter florestas em pé.

A estimativa do custo total de redução do desmatamento na Amazônia apresentada neste relatório considera a combinação de três custos intermediários. O primeiro, (1) é referente ao custo com compensações a proprietários de floresta privadas, calculado a partir dos **custos de oportunidade**⁴ envolvidos com a decisão destes proprietários em conservar florestas, ou seja, o custo da renúncia a oportunidade de se gerar lucros com os usos

³ Na realidade, os custos desta redução continuarão durante várias décadas, caso o Brasil conseguisse manter as emissões inferiores a linha de base histórica de emissões (ca. 200-250 milhões de toneladas de carbono/ano).

⁴ Custo relacionado a uma oportunidade renunciada.

alternativos da terra (pastagens e plantações de grãos, neste caso, soja). Esses custos de oportunidade foram, portanto, estabelecidos para áreas privadas fora das Unidades de Conservação (UCs). O segundo custo (2) considerado está relacionado à compensação dos povos da floresta (povos tradicionais e indígenas) pelo papel que exercem na defesa das suas florestas. Finalmente o terceiro custo (3), refere-se aos custos adicionais dos governos federais e estaduais⁵ para aumentar seus programas de redução do desmatamento e proteção da floresta. Em suma, o conceito dos custos de um programa de REDD amazônico aqui apresentado foge de uma abordagem puramente de mercado e busca avaliar os custos verdadeiros que a sociedade brasileira teria que enfrentar para implementar tal programa.

Este relatório inclui ainda uma avaliação preliminar dos benefícios da redução do desmatamento para a sociedade brasileira e sugestões de arranjos institucionais destinados a viabilizar a participação do país no potencial mercado de carbono para Programas de REDD. É importante frisar que o propósito aqui é apresentar uma estrutura conceitual para um programa de REDD na Amazônia seguindo premissas pré-estabelecidas (veja página 12) e tem o objetivo de iniciar um diálogo que deve examinar e aperfeiçoar tais premissas.

PRINCIPAIS RESULTADOS

Um programa plausível de REDD que reduza

⁵ A nossa análise não contempla os custos de transação associado a montagem de sistemas de pagamento de créditos de carbono ou de divisão dos seus lucros.



o desmatamento para próximo a zero em dez anos e que contemple uma compensação a povos da floresta e proprietários de terra legalizada, de cubrir os custos adicionais do governo com programas de redução e conservação florestal, teria um custo anual inicial de US\$72 milhões atingido US\$531 milhões no décimo ano. Um programa desta dimensão evitaria a emissão de 1,4 bilhões de toneladas de carbono durante uma década a um custo total de US\$3,4 bilhões. O custo da redução expresso em US\$/Tonelada de Carbono, seria de US\$2,4 (US\$0,7/Tonelada de CO²). Este custo é bastante inferior àquele calculado caso o custo de oportunidade fosse considerado para a Amazônia como um todo, isto é, sem considerar a existência de UCs ou o efeito da legislação vigente (Código Florestal) que restringem o avanço maior do desmatamento. Em outras palavras, grande parte destes custos de oportunidade já foi

assumido pela sociedade na medida em que tais restrições foram criadas.

1. Benefícios para a população tradicional amazônica

» Para que um Programa de redução do desmatamento seja bem sucedido, é necessário se investir na melhoria da qualidade de vida de milhares de brasileiros que, pelo seu modo de vida tradicional, vêm, há muito, contribuindo para a conservação da floresta amazônica. Para tanto, considerando o cenário aqui assumido, a grande parte (55 até 74%) dos custos de um programa REDD seriam relativos aos gastos com um programa de compensação que teria como beneficiários os povos da floresta. Estes gastos seriam da ordem de US\$ 180 milhões por ano. Este montante seria destinado a um Fundo para Povos da Floresta⁶ que pagaria um valor equivalente a metade de um salário mínimo (total de US\$ 1.200,00 por ano/família; aprox. R\$ 170,00/mês) para aproximadamente 150.000 famílias que vivem em terras indígenas, reservas extrativistas e reservas de desenvolvimento sustentável. Além do aporte a famílias, outros US\$ 13 milhões apoiariam essas famílias em outras atividades como, por exemplo, na proteção do perímetro de suas terras, como fazem hoje algumas populações indígenas.

» Essa compensação anual também poderia capacitar um adicional de 50.000 famílias de pequenos produtores rurais (US\$ 60 milhões

⁶ O programa de REDD aqui proposto deverá abastecer três fundos: Fundo para Povos da Floresta, Fundo para Florestas Privadas e Fundo Governamental. Neste relatório é apresentado, a título de ilustração, um cenário de custos para cada um desses fundos. Detalhes sobre o método utilizado para a construção de tais cenários podem ser encontrados em: http://www.whrc.org/policy/BaliReports/assets/WHRC_Amazon_REDD_supp_info.pdf

por ano) para restabelecer florestas em terras degradadas.

É possível que compensações declinem com o passar do tempo, a medida em que as economias baseadas na exploração sustentável da floresta fossem sendo estabelecidas e consolidadas.

2. Compensações para proprietários de terras

- » **Os custos de redução do desmatamento também envolveriam a compensação anual para proprietários de terra que renunciassem ao direito legal de desmatar.** Esta compensação se iniciaria em US\$ 9 milhões/ano, podendo chegar a um máximo de US\$ 90 milhões ao final de dez anos (isso se metade da área de floresta desmatada a cada ano na Amazônia brasileira for de fato propriedade privada e legalmente adquirida). **O custo de oportunidade**, relativo a decisão de se manter a floresta, ou seja, de não convertê-la em outros usos de terra (neste caso pecuária e plantio de soja), foram mapeados usando modelos de rentabilidade da pecuária, da soja e da produção sustentável de madeira (uma descrição detalhada dos cálculos encontra-se no Anexo I).
- » Os recursos do **Fundo para Florestas Privadas** devem ser destinados a proprietários de florestas com título legal da terra⁷ - ou em processo de legalização - que se disponham a abrir mão do direito legal de desmatar em troca de uma compensação, calculada pelo custo de oportunidade. Ainda, a compensação para aqueles proprietários que mantêm suas florestas além do que é exigido

⁷ A legalidade, aqui, é definida pela existência de um título de propriedade ou de um "Termo de Ajuste de Conduta" no qual haja um compromisso explícito do proprietário em cumprir os passos necessários para a legalização de sua propriedade.

pela lei vigente (Código Florestal) deve receber uma compensação integral, isto é, deve ter todo o seu custo de oportunidade coberto. Para aqueles em vias de legalização ou que apenas cumprem a legislação, esta compensação deve ser menor.

- » **Ao longo dos dez anos, as compensações declinariam progressivamente**, de acordo com a redução na área de florestas privadas ainda não ressarcidas. Aqueles que adquirissem suas terras florestadas depois de uma data-limite, contudo, não estariam mais qualificados a receber compensações.

3. Compensações ao governo

- » **Os custos de redução do desmatamento, também envolvem medidas governamentais de controle e fiscalização por parte do governo.** Para tanto, um **Fundo Governamental** seria criado e seus desembolsos anuais chegariam a US\$ 190 milhões. Seriam recursos adicionais àqueles já alocados pelos governos federal e estaduais, de tal forma que estes pudessem implementar uma redução gradual de emissões de carbono oriundas do desmatamento. Além disto, o custo anual **para monitoramento, proteção e administração de florestas públicas foi estimado em US\$ 25 milhões**, com um adicional de US\$ 8 milhões por ano para estabelecimento de novas florestas públicas. Estimou-se também que US\$ 16 milhões por ano seria o custo relativo ao desenvolvimento, estabelecimento e implementação de sistemas estaduais confiáveis de monitoramento e licenciamento de propriedades privadas.
- » **Apoios adicionais a famílias seriam da ordem de US\$ 700/família/ano, sendo estes canalizados para investimentos extras em saúde, educação e em serviços básicos de justiça e assistência técnica** para povos da floresta, ao custo adicional

total de US\$ 140 milhões por ano para 150.000 famílias rurais, além dos apoios derivados de programas governamentais existentes.

BENEFÍCIOS PARA O PAÍS

- » Além dessa duplicação da renda de 150.000 famílias de amazônidas, um programa de redução do desmatamento acarretaria na **diminuição dos custos sociais e econômicos impostos pelas queimadas e incêndios florestais** (doenças respiratórias, mortes, prejuízos agrícolas e na silvicultura), que totalizam de US\$ 10 milhões a US\$ 80 milhões por ano.
- » Traria, também, **proteção para um sistema de chuva mantido pela floresta**, o qual contribui para a manutenção do cinturão agrícola brasileiro e para a produção de energia hidroelétrica do sudeste industrial do país.
- » Benefícios não-monetários incluiriam a **conservação da biodiversidade**, como resultado da preservação de cinco ecoregiões que, sem uma redução no

avanço do desmatamento, seriam destruídas.

- » Por fim, benefícios culturais seriam advindos de programas de redução do desmatamento, uma vez que as **culturas das populações tradicionais amazônicas seriam valorizadas e seus modos de vida preservados**.

SEGURO CONTRA FALHAS EM PROGRAMAS DE REDD

- » **Um programa de redução de desmatamento na Amazônia necessitaria de algum tipo de seguro contra falhas**. Por exemplo, as reduções em emissões de desmatamento podem não ser permanentes, pois sempre há algum risco de serem anuladas (a floresta pode ser desmatada ou incendiada no futuro). Para reduzir este risco, as reduções de emissões alcançadas e comprovadas que gerassem créditos de carbono, seriam garantidas por uma reserva constituída por parte destes créditos. Assim, caso de ocorressem aumentos futuros nas taxas de desmatamento, tal reserva funcionaria como um seguro. ■



INTRODUÇÃO

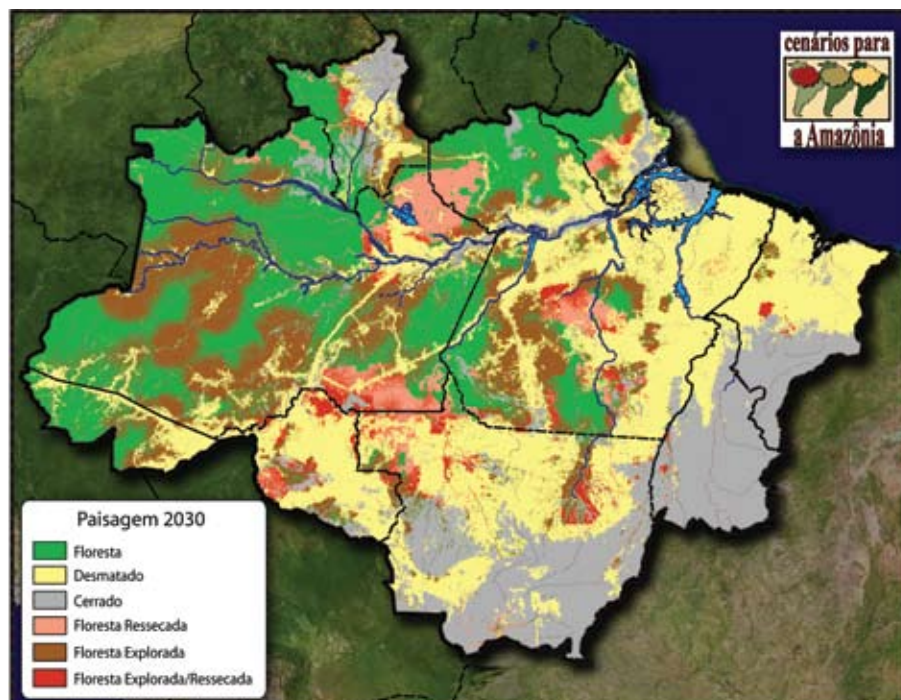
Figura 1

Paisagem da Amazônia Brasileira no ano de 2030. A área em verde indica o que restaria da floresta nativa. O mapa assume que o padrão de desmatamento observado no período de 1997 a 2003 continua no futuro e que as condições climáticas dos últimos 10 anos seriam repetidas no futuro. Fonte: Soares-Filho et al. 2006, Nepstad et al. 2004, 2007, Nepstad and Stickler no prelo, Merry et al. sob revisão. (Veja detalhes em <http://whrc.org/>).

O desmatamento tropical lançou na atmosfera de 0,5 bilhões a 2,4 bilhões de toneladas de carbono por ano durante a década 1990 (Houghton 2005, Fearnside 1997). Isso representa de 7% a 28% das emissões anuais mundiais produzidas pelo homem. Nos episódios de El Niño, quando secas severas atingem grandes trechos da Amazônia, do Sudeste da Ásia e de outras regiões tropicais, essas emissões tropicais chegam a dobrar devido a ocorrência de intensos incêndios florestais (Page et al. 2002, Alencar et al. 2006).

As emissões do desmatamento tropical podem, além disso, aumentar significativamente nas próximas

décadas. O crescimento da demanda mundial por ração animal, carne e bio-combustíveis implicará em novas pressões sobre terras agricultáveis que ainda estão cobertas por florestas. Caso prossigamos no mesmo ritmo de desmatamento das últimas décadas, estima-se que em 2030 cerca de 55% das florestas da Amazônia brasileira estarão desmatadas, exploradas para retirada de madeira ou degradadas por estiagens graves (Soares-Filho et al. 2006, Nepstad et al. 2006c, Nepstad et al. 2008, Figura 1). O volume de carbono liberado para a atmosfera nesse período chegaria a 20 ±5 bilhões de toneladas de carbono. Cabe mencionar que essas previsões não incluem os efeitos de



mudança do clima, regional ou global, sobre o fluxo das emissões de carbono.

Embora as emissões de gases de efeito estufa oriundas do desmatamento não tenham sido consideradas no Protocolo de Quioto, existe atualmente um debate no âmbito da Convenção de Mudança Climática da ONU (UNFCCC) sobre como tratá-las num regime pós-2012 (Fearnside 2001, Moutinho & Schwartzman 2005, Gullison et al. 2007, Schlamadinger et al. 2007a). A proposta para compensar países em desenvolvimento por **Reduções de Emissões de gases de efeito estufa de Desmatamento e Degradação de Florestas** ("REDD") foi apresentada inicialmente na 9ª Conferência das Partes (COP 9) da UNFCCC ocorrida em Milão, em 2003, por um conjunto de entidades (Santilli et al. 2005, Moutinho & Schwartzman 2005). Tal proposta foi formalizada por Papua-Nova Guiné, Costa Rica e outras nações tropicais durante a COP 11, realizada em Montreal, em 2005 (Silva-Chavez and Petsonk 2006, Schlamadinger et al. 2007b, Skutsch et al 2007, Sedjo and Sohngen 2007). Finalmente, durante a COP13 ocorrida em Bali, em dezembro de 2007, foi estabelecido um "Mapa do Caminho" (Bali Road Map), o qual inclui determinações para um acordo sobre clima, pós 2012, ano em que finda o Protocolo de Quioto. Tal Mapa determina também o início de um processo de busca por mecanismos que tratem das emissões de desmatamento nos países em desenvolvimento.

O Brasil endossou a idéia da redução compensada (remunerada) de emissões oriundas do desmatamento ao lançar uma proposta de incentivos positivos durante a COP 12, realizada em Nairóbi (2006). Para tanto, um "fundo para florestas tropicais" seria criado e mantido por contribuições voluntárias dos países desenvolvidos. Contudo, a proposta brasileira não incluiu um mecanismo de mercado (comércio de créditos de carbono de desmatamento) para prover

recursos para esse fundo.

Embora não haja qualquer posicionamento formal do governo brasileiro contrário ao uso de mecanismos de mercado para tratar das emissões de desmatamento, este ainda mostra-se resistente quanto a esta opção (Moutinho & Schwartzman 2005). Tal resistência é, no mínimo, surpreendente. Isto porque o Brasil é o país mais bem-posicionado para se beneficiar de um programa de REDD que seja sustentado pelos mecanismos de mercado. Dois terços das emissões anuais de carbono do Brasil provêm do desmatamento, especialmente daquele ocorrido na Amazônia. O Brasil, ainda, é uma liderança mundial no desenvolvimento de técnicas inovadoras para a conservação das florestas, como demonstrado pelo sistema de monitoramento de desmatamento construído e mantido pelo INPE.

Apesar da óbvia importância de reduzir as emissões do desmatamento, vários obstáculos à criação de um Programa de REDD dentro do processo da UNFCCC ainda precisam ser superados. Uma dificuldade importante são as dúvidas sobre os custos de redução do desmatamento e que valor dos créditos de carbono deveriam atingir para que tal redução fosse factível. Ainda, não há clareza sobre o quanto desses créditos poderiam ser lançados no atual mercado de carbono sem "inundá-lo". Como uma contribuição a este debate, o IPAM, em parceria com o Wood Hole Research Center e pesquisadores da Universidade Federal de Minas Gerais, está lançando este relatório. Aqui são apresentados, pela primeira vez, os cálculos dos custos de redução de desmatamento, que conta com uma avaliação inédita dos custos de oportunidade em se manter floresta em pé, em alternativa a sua conversão para outros usos de terra (neste caso pastagem ou campo de soja). O foco deste relatório é a Amazônia brasileira. Também, é sugerida uma estrutura conceitual com potencial para viabilizar o desenvolvimento de um

programa de REDD na região. O relatório é finalizado com uma avaliação preliminar dos benefícios da redução do desmatamento amazônico.

Para que a avaliação dos custos de redução do desmatamento amazônico ou, em outras palavras, de um programa de REDD para a região se desse dentro de alguns limites, o estabelecimento de várias premissas foi necessário. A primeira delas (1) estabelece que o **valor intrínseco da floresta e de sua conservação excede, em muito, os custos de protegê-la**, embora esse valor intrínseco seja difícil de se avaliar. Assumiu-se, aqui, que as nações devem estimar um preço de carbono minimamente aceitável para que um programa de REDD seja viável. Assim, o custo final do programa deve ser medido pelo custo de alcançar reduções de emissões menos os dividendos econômicos resultantes da manutenção da floresta em pé. O fluxo de recursos destinados a programas de REDD serão também influenciados pelo tamanho do mercado de carbono mundial, que por sua vez dependerá das metas de redução de emissões a que os países desenvolvidos

estarão submetidos no próximo acordo sobre clima (pós-2012). Ainda, (2) o **cálculo dos custos de oportunidade deve basear-se na renúncia ao direito legal de desmatar ao mesmo tempo que incentiva a manutenção das florestas privadas exigidas pela lei**. Outra premissa importante (3) diz respeito a compensações a povos da floresta, isto é, as populações com modos de vida baseados na conservação da floresta (povos indígenas, comunidades tradicionais e algumas comunidades de agricultores familiares). **Estes devem ser compensados pelo papel de guardiões da floresta que exerceram no passado e continuarão a exercer no futuro. Compensações (4) devem ser também destinadas ao governo**, que deverá destinar os recursos a ações que ainda não estejam asseguradas pelo atual aporte orçamentário. Finalmente, (5) **as compensações deverão ser de longo prazo** (100 anos), uma vez que seria necessário um período de tempo como este para que a totalidade das florestas (3,3 milhões de km²) da Amazônia brasileira fosse dizimada e, também, pela necessidade de manter um incentivo de longo prazo para que a sociedade de brasileira reduza o desmatamento. ■



PODE O DESMATAMENTO NA AMAZÔNIA BRASILEIRA SER EXTINTO?

O Brasil provou, com vários exemplos, que detém as ferramentas para reduzir o desmatamento na Amazônia. Por exemplo, de janeiro de 2004 a dezembro de 2006, foram criadas grandes unidades de conservação e reservas extrativistas na Amazônia brasileira, totalizando 23 milhões de hectares. Essas unidades foram estabelecidas junto a fronteira agrícola em expansão (Campos & Nepstad 2006, Nepstad et al. 2006a). Mesmo estados como Mato Grosso, recordista de desmatamento, mantém um sistema de monitoramento das áreas de reserva florestal em terras privadas (Fearnside 2003, Chomitz and Wertz-Kanounnikoff 2005, Lima et al. 2005). O país ainda conta com um sistema de monitoramento de desmatamento que pode ser considerado um dos mais sofisticados do mundo (INPE 2007).

A capacidade de intervenção sobre o desmatamento no Brasil foi recentemente demonstrada por um ambicioso programa do governo federal durante o qual se reduziram pela metade as taxas de desmatamento, de 2004 a 2006. Certamente a queda nos preços internacionais de algumas commodities (como soja e carne) contribuiu para tal redução. Porém é inegável que ações governamentais foram fundamentais para a redução de até 90% do desmatamento em algumas regiões. Inúmeras diligências realizadas pela Polícia Federal, com apoio do IBAMA e Forças Armadas, resultaram na prisão de mais de 300 pessoas acusadas de promoverem o desmatamento ilegal. Apesar da polêmica gerada, o recente anúncio de aumentos nas taxas de desmatamento nos últimos meses

de 2007 detectados pelo sistema DETER indica que o Brasil possui os meios de monitoramento suficientes para uma avaliação detalhada da dinâmica de desmatamento amazônico, sendo capaz de se antecipar em termos de prevenção e controle.

Ainda, o anseio social pela extinção do desmatamento amazônico foi consagrado no **"Pacto Nacional pela Valorização da Floresta Amazônica e o Fim do Desmatamento"**⁸. Com o apoio de vários governadores estaduais da Amazônia, de movimentos sociais organizações não-governamentais ambientais e do setor privado. O Pacto propôs uma trajetória para redução do desmatamento a taxas próximas a zero num período máximo de sete anos. Ainda, o Congresso Nacional vem discutindo várias proposições que certamente servirão de base para uma Política Nacional de Mudança do Clima⁹ e o governo federal se esforça para elaborar um Plano de Combate a Mudança Climática. ■

⁸ O Pacto foi lançado no dia 3 de outubro de 2007, no Congresso Nacional (Comitê de Meio Ambiente e Desenvolvimento Sustentável). A sessão de lançamento foi presenciada pela Ministra do Meio Ambiente, Marina Silva, por dois governadores de estado (Mato Grosso e Amapá), por secretários de dois outros estados (Amazonas e Acre) e pelos principais congressistas engajados em questões ambientais.

⁹ http://www.climaedesmatamento.org.br/files/general/CMESP_MudCli_RelAtividades_2007.pdf

O CUSTO DE REDUÇÃO DO DESMATAMENTO NA AMAZÔNIA BRASILEIRA EM 10 A NOS

A análise aqui apresentada parte de um cronograma de dez anos para que a redução da taxa de desmatamento chegue a um valor próximo de zero, a partir de um patamar histórico de 20.000 km² por ano¹⁰. Com base num cenário de referência (business as usual) (Soares-Filho et al. 2006), considerou-se que o desmatamento provavelmente aumentaria no futuro. Supõe-se, aqui, que na hipótese de um programa de REDD ser estabelecido na Amazônia brasileira, a taxa de derrubada da floresta seria reduzida em 2.000 km² por ano, prosseguindo assim até o décimo ano, quando o desmatamento seria praticamente extinto. Na prática, a compensação continuaria no futuro, a uma taxa condizente com a redução de emissão então em andamento.

Os Programas de REDD dependerão de uma governança efetiva nas regiões de florestas, especialmente nas mais remotas, e de um sistema equitativo e eficiente para direcionar incentivos a conservação florestal e seu uso sustentável. A chave do sucesso será a constituição de uma estrutura capaz de distribuir os benefícios, na forma de compensações, a aqueles que controlam áreas com florestas tropicais. Para tanto, propõe-se aqui o estabelecimento de três fundos que, conjuntamente, possam possibilitar que um programa de REDD na Amazônia brasileira cumpra a meta de extinção do desmatamento.

¹⁰ Esta taxa de desmatamento anual equivale a uma emissão de aproximadamente 290 milhões de toneladas de carbono, ou um bilhão de toneladas de CO².

Fundo para florestas públicas e povos da floresta

O fortalecimento de comunidades indígenas na conservação florestal é fundamental, porque elas são capazes de inibir o avanço do desmatamento com a mesma eficiência de reservas biológicas e parques nacionais (Nepstad et al. 2006b). Devem, assim, ser compensadas por esse serviço ambiental prestado. Cerca de 25% da floresta amazônica brasileira estão sob alguma forma de uso com alta importância social (terra indígena, reserva extrativista, reserva de desenvolvimento sustentável). Essas áreas, por estarem em regiões sob desmatamento ativo, isto é, nas fronteiras agrícolas, exercem um papel ainda mais importante na redução do desmatamento e na conservação florestal se comparado a unidades de conservação criadas em áreas remotas e dotadas de proteção passiva (Nepstad et al. 2006b).

A compensação aos povos da floresta pela conservação florestal que promovem é, por exemplo, uma reivindicação da Aliança dos Povos da Floresta, aliança esta que reúne povos indígenas, seringueiros e uma rede de pequenos produtores familiares, entre outros. A Aliança definiu várias formas de compensação que esperam ver contempladas em um programa de REDD¹¹. Entre elas estão incentivos econômicos para

¹¹ Este relatório não pretende representar as expectativas da Aliança dos Povos da Floresta, apenas relata as informações transmitidas por seus membros em diferentes ocasiões e documentos.



atividades de exploração sustentável de recursos da floresta, melhorias na saúde e na educação, apoio técnico e compensações pela manutenção e defesa que fazem dos perímetros de suas florestas, defendendo-as das invasões freqüentes.

O custo de remunerar famílias que fazem uso sustentável da floresta foi estabelecido em meio salário mínimo por mês (US\$ 1.200/família/ano). Considerou-se que esse montante seria suficiente para prover um incentivo forte para estabilizar sistemas agrícolas com rotações de culturas que não dependam do desmatamento de floresta primária, e promover o desenvolvimento de economias baseadas nos recursos florestais. A forma exata de compensar os povos da floresta dependerá de uma análise mais profunda, e pode incluir subsídios para produtos não-madeireiros, como já fazem os estados do Acre e Amazonas com a produção da borracha nativa.

Os mecanismos de pagamentos por serviços ambientais (PSA) a famílias de pequenos produtores

não são novidade na Amazônia. O programa de crédito ambiental do governo federal, Pró-Ambiente, é um bom exemplo. Mais recentemente, o estado do Amazonas implementou um programa de PSA batizado como Bolsa Floresta. No caso do Pró-Ambiente, consideraram-se pagamentos de US\$ 50,00/família/mês (metade da estimativa de compensações por família usada neste estudo) como minimamente suficientes para apoiar mudanças nas estratégias agrícolas dos pequenos produtores rurais. No estado do Amazonas, os pagamentos da Bolsa Floresta são da ordem de US\$ 25,00 ao mês.

A estimativa deste estudo, de compensações de US\$ 1.200,00/ano para 150 mil famílias de povos da floresta (50.000 famílias indígenas, 50.000 de extrativistas e 50.000 de pequenos proprietários) resultaria num montante de US\$ 180 milhões por ano (Tabela 1). Como as famílias não entrariam todas ao mesmo tempo no programa de compensação, estipulou-se que seriam necessários dez anos para contemplar todas elas.

FUNDO PARA POVOS DA FLORESTA (FLORESTAS PÚBLICAS): CUSTO NO DÉCIMO ANO MILHÕES DE US\$

a. Compensações Florestais (pagamento anual por família (US\$/família)	
100,000 famílias indígenas e extrativistas	120
50,000 famílias de pequenos proprietários (assentamentos florestais e outros)	60
b. Monitoramento, proteção e manejo florestal¹	
1,000,000 km ² em reservas indígenas	10
200,000 km ² reservas extrativistas	2
100,000 km ² reservas comunitárias	1
c. Restauração Floresta em Assentamentos	
Pagamento Anual por família (US\$ 1.200,00/família)	1,2
50,000 famílias	60
TOTAL	253

FUNDO PARA FLORESTA PRIVADA

Compensação dos custos de oportunidade a proprietários de terra com florestas	90
TOTAL	90

FUNDO GOVERNAMENTAL: CUSTO NO DÉCIMO ANO

a. Proteção, manejo e criação de Florestas	
Monitoramento: média anual do custo por km ² (US\$ 20,00/km ²)	
Manutenção das florestas públicas atuais (\$ 20,00/km ²)	24,8
Custo para criar novas áreas protegidas (\$ 50,00/km ²)	
Criação de novas áreas protegidas (10%/ano)	7,8
b. Monitoramento e Sistema de Registro de propriedades com florestas	
Estabelecimento de um sistema de registro de propriedade (10%/ano)	10
Custo do registro de terras privadas (\$ 50,00/km ²)	
Registro de propriedades (10%/ano; US\$ 200,00/km ²)	6
c. Serviços públicos (saúde, educação, justiça, suporte tecnológico)	
Pagamento anual por família (US\$ 700,00/família)	
Pagamento anual para povos da floresta	140
TOTAL	188,6

CUSTO TOTAL NO ANO 10 531,6

¹ Custo médio anual de proteção de diferentes unidades de conservação (Ucs) (\$10/km²)

Tabela 1
Sumário dos Custos de Redução de Emissões de Carbono de Desmatamento (REDD) na Amazônia Brasileira no décimo ano do programa de REDD. As emissões seriam reduzidas a zero ao final de 10 anos.

A atividade de controle do perímetro das áreas contra invasões poderia ser compensada a um custo de US\$ 10,00 por km². Assim, 1,3 milhão de km² de reservas e terras indígenas requereria US\$ 13 milhões por ano (Tabela 1).

Propõe-se aqui, também, um incentivo adicional para aquelas famílias de agricultores familiares assentadas em terras públicas com potencial para trabalhar pela restauração da floresta e mudem de sistemas agrícolas insustentáveis para outros ambientalmente mais saudáveis. Neste caso, seriam necessários US\$ 60 milhões por ano para compensar 50.000 famílias de pequenos proprietários rurais (de um total de 650.000 famílias de pequenos proprietários na Amazônia brasileira) (Tabela 1).

Fundo para Florestas Privadas

A premissa básica de um programa de compensação destinado a proprietários privados de florestas na Amazônia parte da noção de que estes devem ter direito a uma cobertura de seus custos de oportunidade caso decidam em manter suas florestas. Neste relatório é apresentada uma análise detalhada, usando três modelos que calculam a rentabilidade de duas atividades, pecuária e plantações de soja, para diferentes regiões da Amazônia brasileira, como base para estimar os custos de oportunidade de manter florestas conservadas em cada uma destas regiões (veja Anexo 1 para mais detalhes).

Cabe lembrar que compensação para proprietários de terra que mantêm florestas deve ser pensada sob a luz da legalidade do imóvel rural, o que torna a questão bastante complexa. É fato que a quantificação na Amazônia brasileira das áreas com florestas dentro de propriedades privadas legalizadas, ou "legalizáveis", pode trazer um risco de se recompensar aqueles que cometeram fraudes (Alston et al. 1999). Processos

antiquados de titulação da terra, disputas judiciais por posse e sofisticadas operações de grilagem de terras, tornam bastante difícil traçar um mapa das reivindicações justas pela posse de terras.

Para o propósito deste estudo, presumiu-se que a metade do desmatamento que ocorre por ano acontece em terras legais ou "legalizáveis". A lei exige atualmente que os proprietários de terra na região mantenham 80% das suas propriedades como reserva legal, mas existem constantes tentativas de modificar essa legislação.

É neste contexto que passa a fazer sentido uma compensação mínima e diferenciada para proprietários que assumam o compromisso de manter suas reservas legais de acordo com a lei vigente. Esta compensação poderia ser, digamos, de 20% dos custos de oportunidade. Em nossa análise, a compensação dos custos de oportunidade só seria integral (100%) para aqueles proprietários que vão além da legislação, mantendo mais de 80% de floresta em suas propriedades. No entanto, o número de propriedades com mais de 80% de cobertura florestal é pequeno demais para afetar nossas estimativas de custos de oportunidade. Calculou-se que a compensação a proprietários de terras com florestas crescerá linearmente até o quinto ano, quando esses pagamentos alcançariam US\$ 90 milhões por ano (Tabela 1). O refinamento deste cálculo vai depender de uma estimativa mais precisa da proporção de florestas que se encontram encerradas em propriedades legais, ou legalizáveis para que uma taxa de compensação a proprietários mais justa seja alcançada.

Aqueles que, no futuro, comprarem terras com florestas não se qualificarão para receber compensações de custos de oportunidade, uma vez que esses custos já estarão embutidos no preço de venda da terra. Se o país imprimir um regime vigoroso programa de redução das taxas de desmatamento,

os preços de terra florestada deverão declinar, assim como a possibilidade de conversão de florestas para uso agrícola.

FUNDO GOVERNAMENTAL

O custo para o governo de monitorar e administrar as florestas públicas já existentes foi calculado em US\$ 20,00 por km², totalizando um custo adicional de US\$ 28 milhões por ano.

Admitiu-se, aqui, que a expansão das áreas protegidas exigiria dez anos para que as reservas de cunho social atingissem a proporção projetada de 40% da área da Amazônia coberta com florestas e outros 30% destinados a reservas biológicas e de produção, com a adição de 36.000 km² de novas áreas protegidas a cada ano. Considerando que a criação de novas áreas protegidas tem um custo adicional de US\$ 50,00 por km², o custo total para se chegar àquela proporção é de US\$ 78 milhões por ano.

Cabe notar que a carga adicional de trabalho imposta

ao governo com a expansão da rede de florestas protegidas deve ser contrabalançada pela crescente capacidade dos povos da floresta de defender e administrar suas áreas. O desenvolvimento de sistemas estaduais de monitoramento e licenciamento de terras privadas, semelhantes ao implantado no estado do Mato Grosso - o Sistema de Licenciamento Ambiental de Propriedades Rurais (Fearnside 2003, Lima et al. 2005, Chomitz & Werth-Kanounnikoff 2005) - custaria US\$ 10 milhões por ano, durante dez anos, com um adicional de US\$ 50,00 por km² para inserir novas propriedades privadas no sistema (US\$ 6 milhões) (Tabela 1).

O maior custo governamental viria com a expansão dos serviços prestados aos povos da floresta. Investimentos adicionais para melhorias em saúde pública, educação e programas de apoio técnicos foram calculados em US\$ 700 por família, totalizando US\$ 140 milhões por ano (Tabela 1). Esses fundos adicionais seriam canalizados por instituições como o SUS - Sistema Único de Saúde, no caso de ações em favor daquelas populações não-indígenas. ■



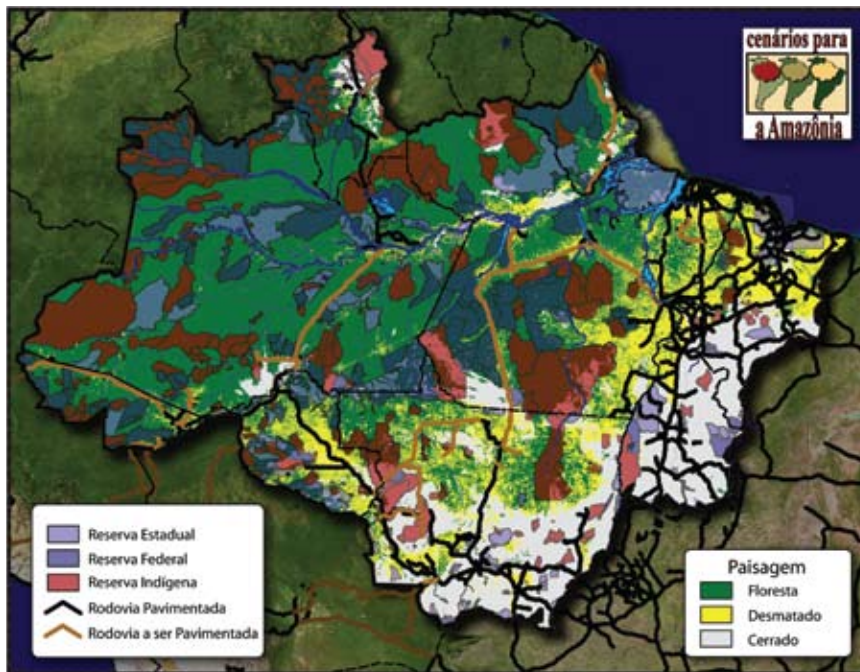


Figura 2

Paisagens florestadas na Amazônia Brasileira. As florestas cobrem 3.3 milhões de hectares dos 5 milhões da Amazônia legal. Quase a metade (49%) são representados por florestas públicas (reservas, terras indígenas, parques, reservas extrativistas ou florestas e produção. Fonte: (<http://whrc.org/>)

OS BENEFÍCIOS PARALELOS

Renda - O programa de REDD aqui proposto teria impacto positivo no sustento de 200.000 famílias rurais de baixa renda, incluídas aí todas as populações indígenas e tradicionais da Amazônia brasileira. A renda dessas famílias poderia dobrar com o avanço das atividades econômicas baseadas no uso sustentável da floresta. Elas também receberiam, anualmente, o equivalente a US\$ 700,00 por família em melhoria dos serviços de educação, saúde e apoio técnico.

Chuvas - O programa reduziria a probabilidade de diminuição da chuva no cinturão brasileiro de plantio de grãos como decorrência do avanço do desmatamento. Estaria reduzida, da mesma forma, a probabilidade de escassez de energia, pela ocorrência de secas severas como a de 2001, que deixou reservatórios hidrelétricos sem água e a economia brasileira mais fragilizada (Clement and Higuchi 2007).

Fogo - Outro benefício previsível seria a redução da incidência de fogo na Amazônia. Por conter as ameaças de desmatamento crescente e redução associada de chuvas, o programa de REDD poderia evitar prejuízos da ordem de US\$ 11 milhões a US\$ 83 milhões por ano, relativos ao tratamento de doenças respiratórias e a mortes provocadas pelo excesso de fumaça (Mendonça et al. 2004). Seriam diminuídos, ainda, os prejuízos que o fogo causa na agricultura e nas florestas e, em última instância, os danos oriundos das emissões de carbono que os incêndios provocam.

Ecossistemas - As reduções na velocidade do desmatamento também evitariam a devastação de pelo menos cinco ecoregiões, que incluem as florestas secas de babaçu do estado do Maranhão e a floresta seca de Tumbes/Piura (Soares-Filho et al. 2006).



COMO FUNCIONARÁ O PROGRAMA?

Uma análise detalhada dos mecanismos de um programa de REDD brasileiro encontra-se além do escopo deste relatório. Ainda assim, são propostos alguns pontos-chaves para que um programa de REDD seja bem sucedido.

» Reserva segura de créditos de carbono.

Reduções de emissões de carbono de desmatamento feitas hoje sempre poderão ser anuladas amanhã, por conta do risco de ocorrência de incêndios nas florestas. Qualquer regime de comércio de redução de emissões precisa de mecanismos para se assegurar contra tais riscos. No caso do programa de REDD, propõe-se a criação de um tipo de seguro, no qual uma parcela das reduções alcançadas e demonstradas seja mantida como reserva de créditos de carbono. Isso forneceria alguma proteção contra a perda de parte das emissões reduzidas, caso aumentos nas taxas de desmatamento ou incêndios que venham a ocorrer. Será necessário estabelecer regras de responsabilidade contratual para determinar se o vendedor, o comprador, ou ambos, são responsáveis por esse seguro. Se tal responsabilidade for assumida numa proporção conservadora para reduções comerciáveis (por exemplo, de 1:1), o efeito imediato seria uma duplicação do custo de implementar um programa de REDD na Amazônia. Quanto maior a disposição do vendedor para prover tal seguro, mais competitivas se tornarão suas reduções no mercado.

» Transparência e capacidade de supervisão.

O sucesso de um programa de REDD na Amazônia

brasileira dependerá de rápidas e significativas melhorias na eficiência das instituições governamentais. Os mecanismos de administração de fundos de REDD deverão ser construídos de tal maneira que as emissões de licenças de desmatamento, durante os primeiros dez anos do programa, sejam concedidas de forma criteriosa e que permitam ao setor madeireiro se desenvolver sustentavelmente. Esses cuidados são necessários para que as compensações aos povos da floresta e aos proprietários de florestas sejam justas e apropriadas.

» **Monitoramento e validação.** O Brasil desenvolveu o melhor sistema do mundo para monitoramento de florestas tropicais (INPE 2007), que pode ainda ser aperfeiçoado para incorporar recentes inovações tecnológicas de mapeamento da degradação da floresta amazônica (Asner et al. 2005, Oliveira et al. 2007). Inovações adicionais permitirão que o monitoramento do uso da terra e da biomassa florestal também seja realizado mesmo nas regiões florestadas que estão constantemente cobertas por nuvens, um obstáculo para a visualização da superfície terrestre pelos atuais sensores instalados em satélites. Contudo, novos sensores de radar, como o ALOS/PALSAR, podem agora "enxergar através das nuvens" (Kellndorfer et al. 2007). O programa de monitoramento do governo brasileiro (PRODES) poderá ser complementado com um mapeamento anual da floresta amazônica, sem interferência de nuvens, e ainda estimar a quantidade de carbono armazenada nas árvores. ■

CONCLUSÃO

Os resultados apresentados neste relatório indicam que as emissões de carbono da Amazônia brasileira podem diminuir em 1,4 bilhões de toneladas, num período de dez anos, com um fluxo bem modesto de fundos para a região – aproximadamente US\$ 3,4 bilhões, que equivale US\$ 2,4 por tonelada de carbono, ou US\$070 por tonelada de CO₂.

Tal projeção é, de longe, a mais baixa entre as estimativas já feitas para programas de REDD (Sathaye et al. 2006, Obersteiner et al. 2006, Sohngen & Sedjo 2006, Stern 2006). Isso decorre em grande parte da baixa rentabilidade da pecuária. Apesar disto, um programa de REDD trará benefícios bastante significativos como, por exemplo, a duplicação da renda e melhorias em saúde, educação e ajuda técnica

para 200.000 famílias que habitam a floresta. Ainda estes benefícios se refletem na manutenção de um sistema de chuvas mais estável, especialmente para as regiões Centro-Oeste e Sudeste do Brasil e ainda uma economia de US\$ 11 milhões a US\$ 83 milhões por ano, relativos a prejuízos causados por queimadas e incêndios florestais.

A redução bem-sucedida de emissões e desmatamento até um nível próximo de zero, no intervalo de uma década, é tarefa que imporá inúmeras dificuldades e desafios, e sua execução dependerá de inovação e boa vontade política para que as instituições acelerem o seu desenvolvimento rumo a uma maior eficiência e transparência. ■



LITERATURA

- Alencar, A., D. C. Nepstad, and M. d. C. Vera Diaz (2006), Forest understory fire in the Brazilian Amazon in ENSO and non-ENSO Years: Area burned and committed carbon emissions. *Earth Interactions*, 10(Art. No. 6).
- Alston, L. J., and G. D. Libecap (1999), *Titles, Conflict and Land Use: The Development of Property Rights on the Brazilian Amazon Frontier*, University of Michigan Press, Ann Arbor, MI.
- Arima, E., P. Barreto, and M. Brito (2006), Cattle ranching in the Amazon: trends and implications for environmental conservation, *IMAZON*, Belem.
- Asner, G. P., D. E. Knapp, E. N. Broadbent, P. J. C. Oliveira, M. Keller, and J. N. Silva (2005), Selective logging in the Brazilian Amazon, *Science*, 310(5747), 480-482.
- Campos, M. T., and D. C. Nepstad (2006), Smallholders, the Amazon's new conservationists, *Conservation Biology*, 20(5), 1553-1556.
- Canadell, J. G., C. Le Querec, M. R. Raupacha, C. B. Field, E. T. Buitenhuis, P. Ciais, T. J. Conway, N. P. Gillett, R. A. Houghton, and G. C. Marland (2007), Contributions to accelerating atmospheric CO₂ growth from economic activity, carbon intensity, and efficiency of natural sinks, *Proc. Nat. Acad. Sci.*
- Chomitz, K. M., and S. Wertz-Kanounnikoff (2005), Measuring the initial impacts on deforestation of Mato Grosso's program for environmental control, The World Bank Group. World Bank Working Paper No. WPS3762, Washington, D.C.
- Clement, C. R., and N. Higuchi (2006), A floresta Amazonica e o futuro do Brasil. *Ciencia e Cultura* 58(3).
- Fearnside, P. M. (1997), Greenhouse gases from deforestation in Brazilian Amazonia: net committed emissions, *Climatic Change*, 35, 321-360.
- Fearnside, P. M. (2001), Saving tropical forests as a global warming countermeasure: an issue that divides the environmental movement. *Ecological Economics*, 39, 167-184.
- Fearnside, P. (2003), Deforestation control in Mato Grosso: a new model for slowing the loss of Brazil's Amazon forest, *Ambio*, 32(5), 343-345.
- Government of Brazil (2006), Positive incentives for voluntary action in developing countries to address climate change: Brazilian perspective on Reducing Emissions from Deforestation Paper presented to UNFCCC COP 12, Nairobi, Kenya, November 2006. <http://unfccc.int/files/meetings/dialogue/>.
- Griffis, T. (2007), Seeing "RED"? "Avoided deforestation" and the rights of Indigenous Peoples and local communities, Forest Peoples Programme, Moreton-in-Marsh, UK.
- Gullison, R. E., P. C. Frumhoff, J. G. Canadell, C. B. Field, D. C. Nepstad, K. Hayhoe, R. Avissar, L. M.

Curran, P. Friedlingstein, C. D. Jones, and C. Nobre (2007), Tropical forests and climate policy, *Science*, 316(5827), 985-986.

Houghton, R. A. (2005), Tropical deforestation as a source of greenhouse gas emissions in Tropical Deforestation and Climate Change, edited by P. Moutinho and S. Schwartzman, pp. 13-21, Amazon Institute for Environmental Research, Belém, Pará, Brazil.

Instituto Nacional de Pesquisa Espacial - INPE (2007), Estimativas Anuais de Desmatamento. Projecto PRODES monitoramento da floresta Amazônica Brasileira por satélite, Available at <http://www.obt.inpe.br/prodes/>.

Kellndorfer, J., W. S. Walker, D. Nepstad, P. Brando, C. Stickler, P. Lefebvre, and K. Kirsch (2007), ALOS Radar image data for deforestation assessment in the Xingu Watershed, Mato Grosso, Brazil: a WHRC publication for COP 13, 3-14 December, Bali, Indonesia.

Kindermann, G., M. Obersteiner, E. Rametsteiner, and I. McCallum (2006), Predicting the deforestation-trend under different carbon-prices *Carbon Balance Management*, 1, 15, <http://www.pubmedcentral.nih.gov/articlerender.fcgi?artid=1766350&rendertype>.

Kremen, C., J. O. Niles, M. G. Dalton, G. C. Daily, P. R. Ehrlich, J. P. Fay, D. Grewal, and R. P. Guillery (2000), Economic incentives for rain forest conservation across scales, *Science*, 288(5472), 1828-1832.

Lentini, M., A. Veríssimo, and L. Sobral (2003), *Fatos Florestais da Amazônia 2003*, Imazon, Available at: http://www.imazon.org.br/upload/im_livros_002.pdf, Belém, Brasil.

Lima, A., C. T. Irigaray, R. T. Silva, S. Guimaraes, and

S. Araujo (2005), Sistema de Licenciamento Ambiental em Propriedades Rurais do Estado de Mato Grosso: Análise de Lições na Sua Implementação (Relatório Final), Ministério do Meio Ambiente/Secretaria de Coordenação da Amazônia/Programa Piloto para a Proteção das Florestas Tropicais do Brasil/Projeto de Apoio ao Monitoramento e Análise (AMA). (Projeto PNUD: BRA 98/0005), Brasília.

Margulis, S. (2003), Causas do desmatamento da Amazônia Brasileira - 1ª edição, Banco Mundial, Brasília.

Mattos, M. M. d., and C. Uhl (1994), Economic and ecological perspectives on ranching in the eastern Amazon, *World Development*, 22(2), 145-158.

McGrath, D. G., and M. D. C. Vera Diaz (2006), Soja na Amazônia: impactos ambientais e estratégias de mitigação, *Ciência e Ambiente*, Janeiro.

Mendonça, M. J. C., M. d. C. V. Diaz, D. C. Nepstad, R. S. d. Motta, A. A. Alencar, J. C. Gomes, and R. A. Ortiz (2004), The economic costs of the use of fire in the Amazon, *Ecological Economics*, 49(1), 89-105.

Merry, F. D., B. S. Soares-Filho, D. C. Nepstad, G. Amacher, and H. Rodrigues (in review), Amazon logging as a valuation benchmark and conservation catalyst, *Proceedings of the National Academy of Sciences*.

Moutinho, P. and S. Schwartzman (2005), Tropical deforestation and climate change, Instituto de Pesquisa Ambiental da Amazonia, Belém, Brazil.

Nepstad, D. C., P. A. Lefebvre, U. L. Silva Jr, J. Tomasella, P. Schlesinger, L. Solorzano, P. R. d. S. Moutinho, and D. G. Ray (2004), Amazon drought and its implications for forest flammability and tree growth: a basin wide analysis, *Global Change Biology*, 10, 704-717.

Nepstad, D., C. Stickler, B. Soares-Filho, P. Brando, F.

- Merry. 2008. Ecological, economic, and climatic tipping points of an Amazon forest dieback. **Phil. Trans. Royal Society B** doi:10.1098/rstb.2007.0036.
- Nepstad, D., P. Moutinho, and B. Soares-Filho (2006a), The Amazon in a Changing Climate: Large-Scale Reductions of Carbon Emissions from Deforestation and Forest Impoverishment, IPAM, WHRC, and UFMG, Belem, Para, Brazil.
- Nepstad, D. C., S. Schwartzman, B. Bamberger, M. Santilli, D. G. Ray, P. Schlesinger, P. A. Lefebvre, A. Alencar, E. Prins, G. Fiske, and A. Rolla (2006b), Inhibition of Amazon deforestation and fire by parks and indigenous lands, *Conservation Biology*, 20(1), 65-73.
- Nepstad, D. C., C. M. Stickler, and O. T. Almeida (2006c), Globalization of the Amazon soy and beef industries: opportunities for conservation, *Conservation Biology*, 20(6), 1595-1603.
- Nepstad, D., I. Tohver, D. Ray, P. Moutinho, and G. Cardinot (2007), Long-term experimental drought effects on stem mortality, forest structure, and dead biomass pools in an Eastern-Central Amazonian forest, *Ecology*.
- Nepstad, D. C. and C. M. Stickler (in press), Managing the tropical agriculture revolution, *Journal of Sustainable Forestry*, 27(1 & 2).
- Obersteiner, M., G. Alexandrov, P. C. Benítez, I. McCallum, F. Kraxner, K. Riahi, D. Rokityanskiy, and Y. Yamagata (2006), Global supply of biomass for energy and carbon sequestration from afforestation/ reforestation activities, *Mitigation and Adaptation Strategies for Global Change*, 11, 1003-1021.
- Oliveira, P. J. C., G. P. Asner, D. E. Knapp, A. Almeyda, R. Galvan-Gildemeister, S. Keene, R. F. Raybin, and R. C. Smith (2007), Land-Use Allocation Protects the Peruvian Amazon, *Science*, 317(5842), 1233-1236.
- Page, S. E., F. Siegert, J. O. Rieley, H. D. V. Boehm, A. Jaya, and S. Limin (2002), The amount of carbon released during peat and forest fires in Indonesia during 1997, *Nature*, 420, 61-65.
- Saatchi, S. S., R. A. Houghton, R. C. Dos Santos Alvara, J. V. Soares-Filho, and Y. Yu (2007), Distribution of aboveground live biomass in the Amazon basin, *Global Change Biology*, 13(4), 816-837.
- Santilli, M. P., P. Moutinho, S. Schwartzman, D. C. Nepstad, L. Curran, and C. Nobre (2005), Tropical deforestation and the Kyoto Protocol: an editorial essay, *Climatic Change*, 71, 267-276.
- Sathaye, J., W. Makundi, L. Dale, P. Chan, and K. Andrasko (2006), GHG Mitigation Potential, Costs and Benefits in Global Forests: A Dynamic Partial Equilibrium Approach., *Energy Journal*, 27, 127-162.
- Schlamadinger, B., N. Bird, T. Johns, S. Brown, J. Canadell, and L. Ciccarese (2007a), A synopsis of land-use, land-use change and forestry (LULUCF) under the Kyoto Protocol and Marrakech Accords, *Environmental Science and Policy*, 10, 271-282.
- Schlamadinger, B., T. Johns, L. Ciccarese, M. Braun, A. Sato, A. Senyaz, P. Stephens, M. Takahashi, and X. Zhan (2007b), Options for including land use in a climate agreement post-2012: improving the Kyoto Protocol approach, *Environmental Science and Policy*, 10, 295-305.
- Sedjo, R., B. Sohngen, and R. Mendelsohn (2001), Estimating Carbon Supply Curves for Global Forests and Other Land Uses. Discussion Paper 01-19,

Resources for the Future. , Washington, D.C.

Sedjo, R.A., and B. Sohngen (2007), Carbon credits for avoided deforestation. Washington, D.C.: Resources for the Future.

Silva-Chavez, G. and Peterson, A. (2006), Rainforest credits. Carbon Finance 6:18.

Skutsch, M., N. Bird, E. Trines, M. Dutschke, P. Frumhoff , B. H. J. de Jong, P. van Laake, O. Masera, and D. Murdiyarso (2007), Clearing the way for reducing emissions from tropical deforestation, Environmental Science and Policy 10, 322-334.

Soares-Filho, B. S., D. C. Nepstad, L. M. Curran, G. C. Cerqueira, R. A. Garcia, C. A. Ramos, E. Voll, A. McDonald, P. Lefebvre, and P. Schlesinger (2006), Modelling conservation in the Amazon basin, Nature, 440(7083), 520-523.

Sohngen, B., and R. Sedjo (2006), Carbon sequestration in global forests under different carbon price regimes, Energy Journal, 109-126.

Stern, N. (2006). Stern review on the economics of climate change, Cambridge University Press, Cambridge, England.

Vera-Diaz, M. del C., R. K. Kaufmann, D. C. Nepstad, P. Schlesinger. 2007. An interdisciplinary model of soybean yield in the Amazon Basin: the climatic, edaphic, and economic determinants. Ecological Economics doi:10.1016/j.ecolecon.2007.07.015.

ANEXO I. A ESTIMATIVA DO CUSTO DE OPORTUNIDADE DE MANTER A FLORESTA EM PÉ

Vários custos estão envolvidos nos esforços de redução de desmatamento amazônico. O atual plano governamental de controle do desmatamento que teve início em 2004 previa, por exemplo, um gasto de US\$ 60 milhões anuais. A maioria dos esforços para quantificar os custos de redução das emissões de gases de efeito estufa do desmatamento tropical e da degradação de florestas, contudo, tem focalizado os cálculos nos **custos de oportunidade associados à renúncia aos lucros de atividades produtivas imposta por restrições ao desmatamento**. Tais análises empregam modelos econômicos globais para

estimar tais custos e o fazem simplificando suposições sobre rendas potenciais da agricultura e da pecuária em regiões tropicais (Kremen et al. 2000, Sedjo et al. 2001, Sathaye et al. 2006, Obersteiner et al. 2006, Sohngen and Sedjo 2006, Kindermann et al. 2006). Este modelos superestimam os custos de REDD, por exemplo, por que não contemplam as decisões tomado por países de conservar florestas através da criação de unidades de conservação e terras indígenas. Diferentemente de outros estudos, os custos de redução das emissões associadas ao desmatamento apresentados neste relatório, foram

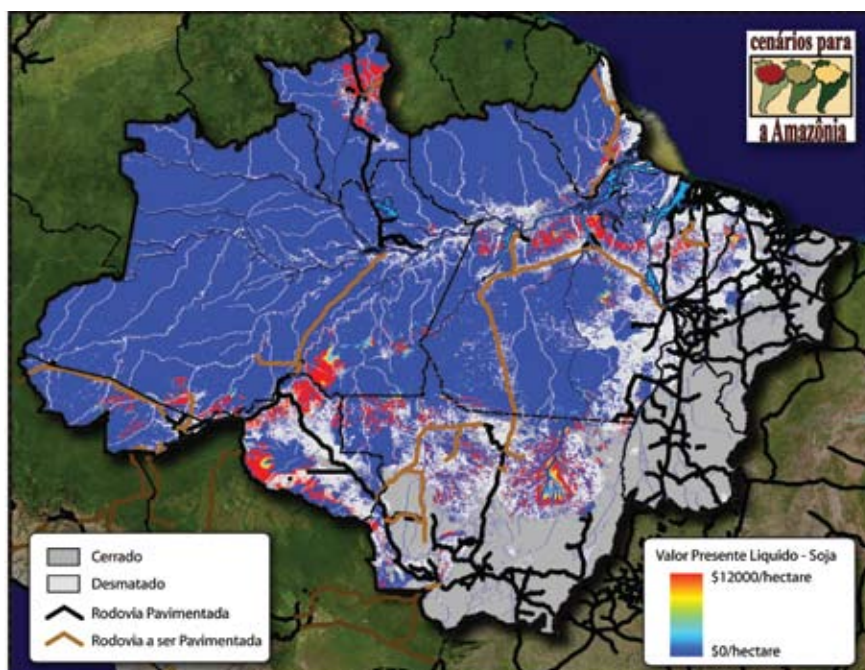


Figura 3

Valor líquido presente (de 2007 a 2037) da produção de soja sobre terras florestadas na Amazônia Brasileira. Fonte: <http://whrc.org/Brazilcarbonsupplement>, Vera Diaz et al. 2007.

quantificados a partir do custo de oportunidade obtidos pela aplicação de modelos¹² que consideram dados georeferenciados¹³ de rentabilidade (ou lucro) de plantios de soja e da criação de gado (Vera Diaz et al. 2008) Tal rentabilidade tem sido resultado das condições biofísicas (edáficas e topográfica, por exemplo) e climáticas propícias a estas atividades, bem como uma função das condições de infra-estrutura (estradas) instalada. A combinação de tais condições tem influenciado a expansão da agricultura e da pecuária em regiões com florestas tropicais. Para efeito de cálculo, foi considerado o custo máximo de oportunidade, isto é, a

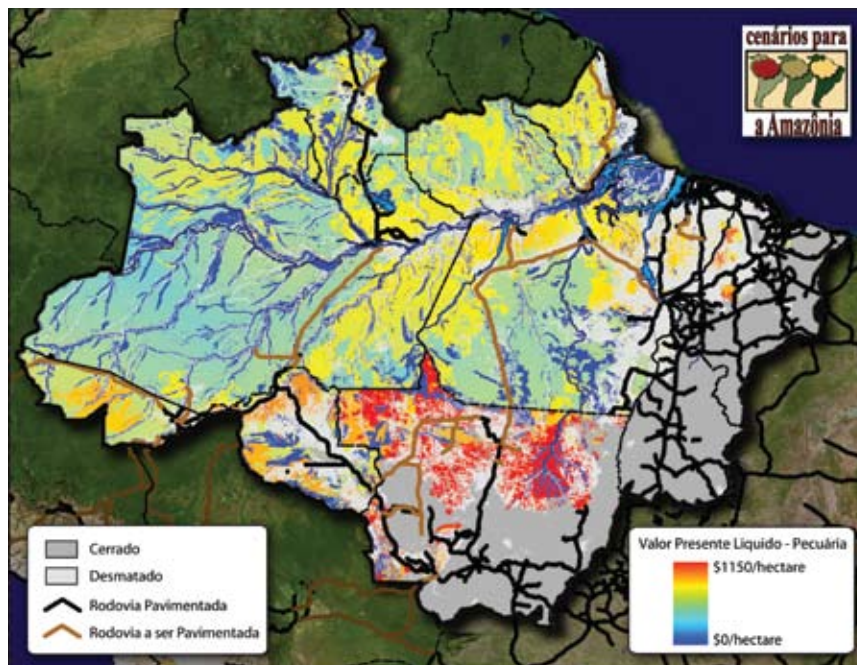
12 Esses modelos foram desenvolvidos no quadro do Programa Cenários Amazônicos, sob coordenação conjunta do Instituto de Pesquisa Ambiental da Amazônia (IPAM), da Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG) e do Woods Hole Research Center (WHRC).

13 O valor de rentabilidade foi calculado para parcela de 4 km² cobrindo toda a extensão geográfica da Amazônia.

rentabilidade máxima registrada para cada uma das duas atividades (pecuária e plantio de soja) aqui consideradas (Figuras 4 e 5). Ainda, um terceiro modelo estabeleceu a rentabilidade da exploração madeireira para diferentes regiões da Amazônia (Merry et al. sob revisão, Figura 6). Todos os três modelos foram integrados através de um sistema computacional de modelagem chamado "SimAmazônia" (Figura 2, Soares-Filho et al. 2006). Neste relatório se calculou o valor presente líquido de cada um dos três usos da terra (agricultura de grãos, pecuária e exploração madeireira) para um período de 30 anos, com taxa de desconto anual de 5%. Como os três modelos são altamente sensíveis a mudanças nos custos dos transportes, foi desenvolvido um cronograma de pavimentação de rodovias baseado na análise das políticas atuais e na disponibilidade de capital para tais obras. Conseqüentemente, a rentabilidade para cada "pixel" florestado muda de maneira diferenciada, no tempo, para cada tipo de uso da terra, dependendo da

Figura 4

Valor líquido presente da pecuária (2007-2037) sobre terras florestadas na Amazônia Brasileira. Fonte: <http://whrc.org/>



expansão da rede de rodovias pavimentadas.

A rentabilidade da exploração madeireira foi aqui considerada uma vez que esta deve ser subtraída dos custos de oportunidade relativos a decisão de se conservar a floresta e não convertê-la a pastagem ou campo de soja. Ou seja, há sempre a opção de renda no uso sustentável dos recursos madeireiros daquelas florestas que foram mantidas em pé. No presente relatório, pressupõe-se que a indústria madeireira seja sustentável, ou seja, que a produção anual seja limitada a 1/30 do volume total disponível ao entorno de cada pólo madeireiro que poderia ser explorada de modo lucrativo. Com essa suposição, o modelo prevê que cada "pixel" florestado volte a ser explorado para madeira só depois de trinta anos, para permitir a recuperação dos estoques e para garantir a sustentabilidade do setor. Uma vez estabelecido o custo de oportunidade para cada parcela, ele foi dividido pelo estoque de carbono

florestal estimado para aquele "pixel" (Figura 7, Saatchi et al. 2007). Com essa divisão, obteve-se o valor em dinheiro (US\$) a ser pago para cada tonelada de carbono, a fim de compensar inteiramente o custo de oportunidade da manutenção da floresta (Figura 7). Já o custo de oportunidade líquido foi calculado dividindo a diferença do valor presente líquido (soja ou pecuária menos exploração madeireira) pela diferença nos estoques de carbono da atividade agrícola/pecuária diante da exploração madeireira¹⁴. O custo de oportunidade total de redução a zero do desmatamento amazônico traduzido em um valor monetário (US\$) por tonelada de carbono

¹⁴ Presumiu-se uma diminuição de 15% nos estoques de carbono (sobre o solo e raízes; o último estimado em 20% do primeiro) para a exploração madeireira, enquanto o cultivo de soja e as pastagens reduzem esses estoques em 85%. A emissão de carbono evitada para uma determinada parcela de floresta que deixa de ser desmatada corresponde à diferença entre esses dois valores percentuais.

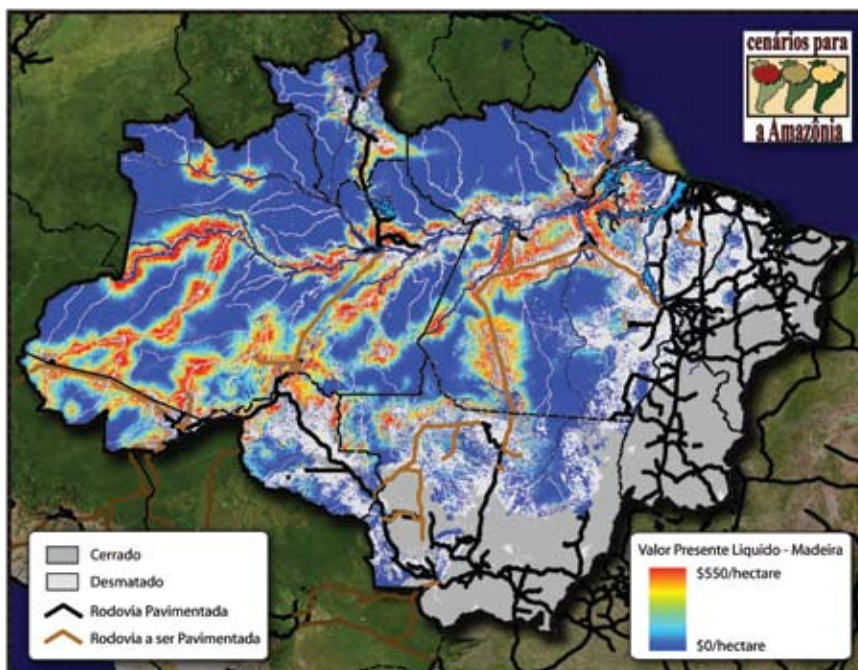


Figura 5

Valor líquido presente da exploração Sustentável de Madeira (2007-2037) para florestas da Amazônia. Fonte: <http://whrc.org/>

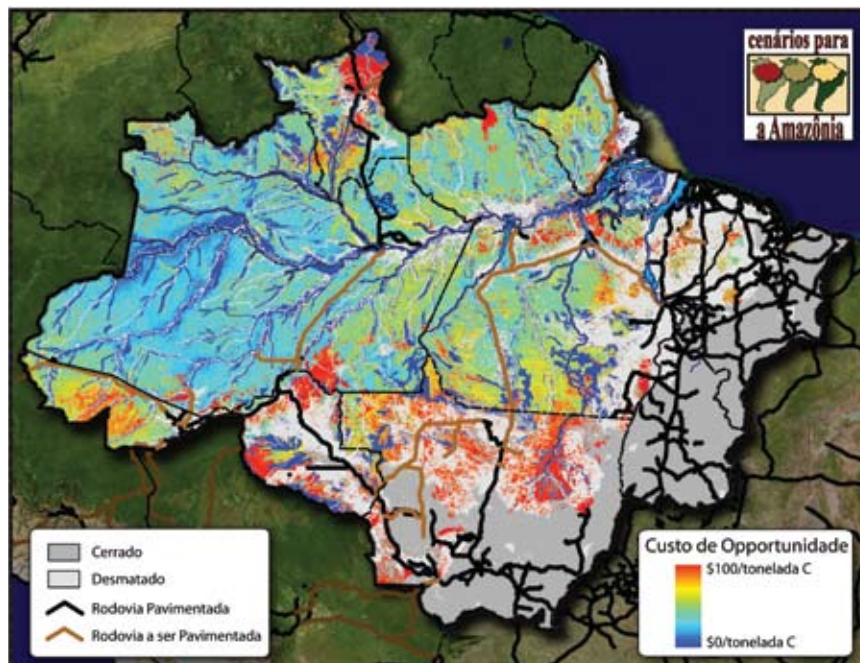
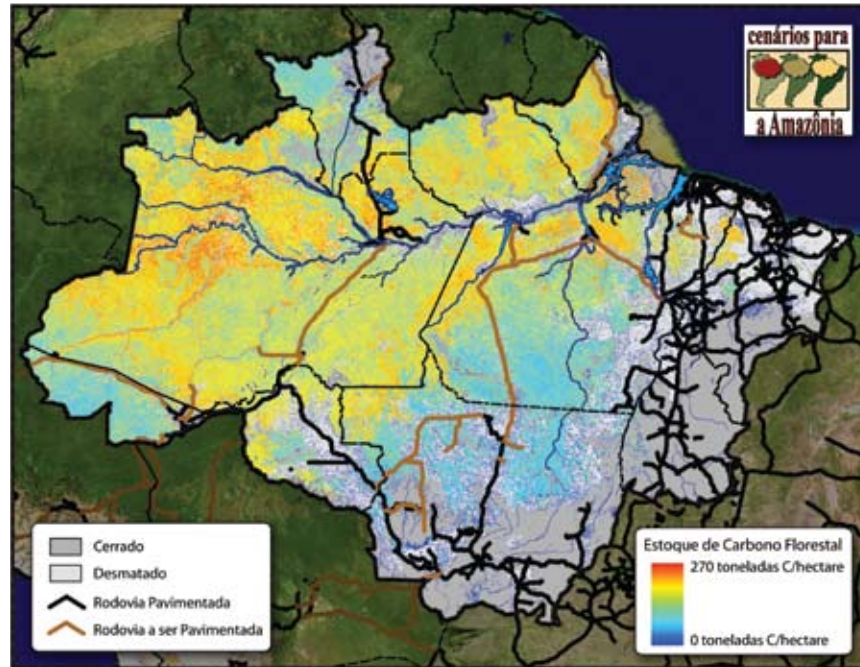


Figura 6
(acima)

Estoque de carbono (vegetação acima do solo e raízes) florestal na Amazônia Brasileira. Assumiu-se que a biomassa de raízes representa 21% e a biomassa morta 9% da biomassa viva acima do solo.
Fonte: Saatchi et al. 2007.

é de US\$ 5,50. Esse valor cai para US\$ 2,80 por tonelada se são excluídos do cálculo as áreas com florestas mais propícias ao cultivo da soja e ao estabelecimento de pastagens. Isto é, onde a rentabilidade destas atividades seria relativamente mais elevada e, portanto, o custo de oportunidade seria também elevado. Estas áreas representam, contudo, 6% de terras florestadas (370.000 km² de florestas) que armazenam um total de 3 bilhões de toneladas de carbono. Os custos de redução do desmatamento nestas regiões são superiores US\$ 10,00 por tonelada. É importante frisar que varias decisões tomadas pela sociedade brasileira—como a criação de unidades de conservação, de terras indígenas e reservas extrativistas, e as restrições ao uso de florestas privadas definidas pelo código florestal—restringem o uso das florestas da Amazônia, e devem reduzir os custos de oportunidade de manter a floresta em pé no programa REDD. Ao mesmo tempo, é importante que haja incentivos econômicos para países, como Brasil, que tomam passos grandes para a defesa dos seus

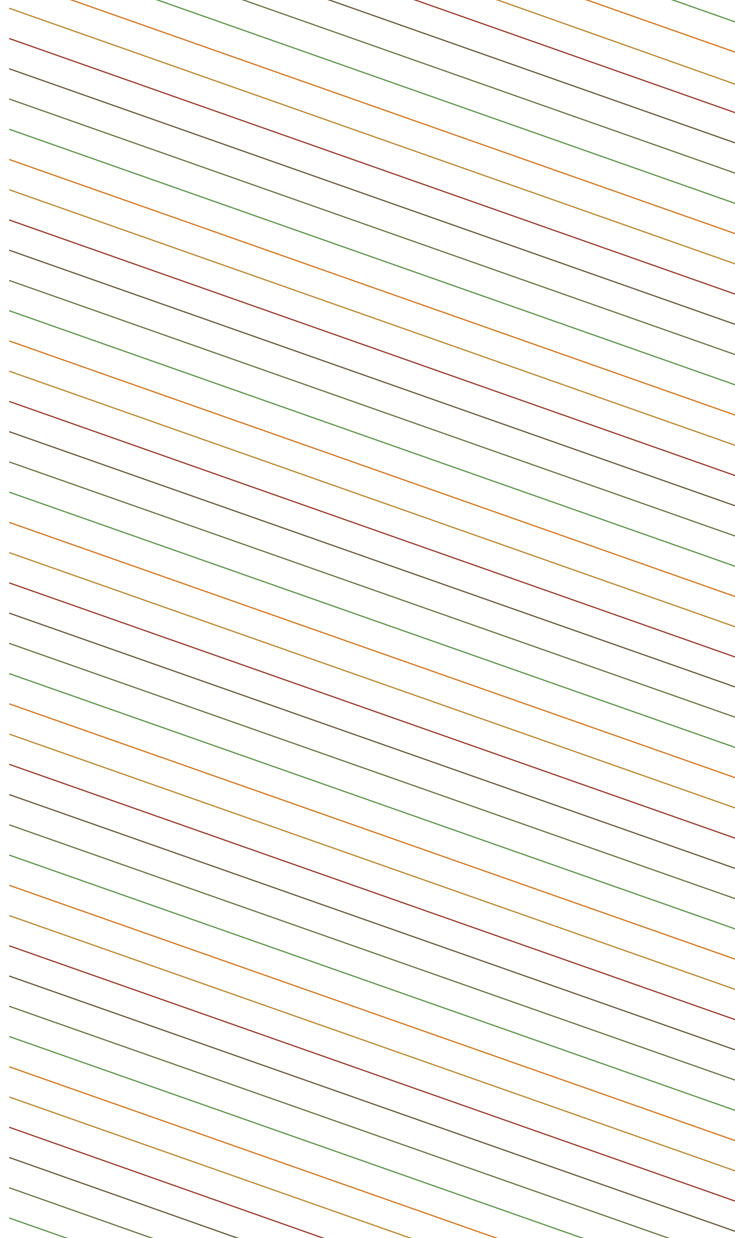
recursos florestais. Este assunto polêmico precisa de muito diálogo na sociedade brasileira.

Esses estimativas do custo de oportunidade de desmatamento zero, surpreendentemente baixos (o preço médio da tonelada de carbono no mercado atual é de US\$ 20,00), são atribuídos à baixa rentabilidade da pecuária na Amazônia (Figura 5). As pastagens da região suportam menos de uma (0,9) cabeça por hectare (IBGE 2006) e os rendimentos estão, geralmente, bem abaixo dos US\$ 50,00/hectare/ano (Arima et al. 2006, Margulis 2003, Mattos and Uhl 1994). Os custos de oportunidade relativos à renúncia aos lucros da produção de soja (Figura 4), contudo, são bem mais elevados em alguns locais e compreendem 6% do estoque total de carbono da floresta (Figura 7). Esses custos declinam em 4% se os lucros oriundos da exploração sustentada da floresta, a qual pode reter pelo menos 85% de carbono florestal, forem subtraídos da estimativa inicial do custo de oportunidade (Tabela 1). ■

Figura 7
(pag. anterior,
abaixo)

Custo de oportunidade relativo a proteção da floresta na Amazônia Brasileira. Custo calculado como o máximo do valor presente líquido para pecuária e soja, menos o valor presente líquido da extração madeireira.. Para se ter o custo em tonelada de carbono, os valores para soja e pecuária foram divididos pelo estoque de carbono florestal (Figura 6).





Informações: www.climaedesmatamento.org.br

