

# Valoração do estoque de serviços ambientais como estratégia de desenvolvimento no Estado do Amazonas

**Título Original:** Valoração do estoque de serviços ambientais como estratégia de desenvolvimento no Estado do Amazonas.

**Prêmio Benchimol:** 2007, Primeiro Colocado, Categoria Ambiental

## **Philip Martin Fearnside**

Doutor em Ciências Biológicas pela University of Michigan (UMICH) - EUA. Pesquisador do Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia (INPA) - Brasil.

<http://lattes.cnpq.br/3176139653120353>

E-mail: [philip.fearnside@gmail.com](mailto:philip.fearnside@gmail.com)

## **RESUMO**

O conceito de serviços ambientais tem avançado bastante no Brasil e no mundo, tanto no campo acadêmico, com melhorias nos dados e nos métodos de cálculo, como no campo prático, com diversas iniciativas para pagamento de serviços ambientais no Brasil. Infelizmente, esse conceito ainda está longe de alcançar seu potencial para mudar o rumo de desenvolvimento na região como alternativa ao padrão atualmente predominante, que se baseia na destruição da floresta. Apesar disto, é cada vez mais evidente a importância da floresta amazônica em fornecer serviços ambientais, tais como a manutenção da biodiversidade, a reciclagem de água que é essencial para manter chuvas não só na Amazônia, mas também no centro-sul do país, e a mitigação do efeito estufa.

**Palavras-chave:** Serviços ambientais. Serviços ecossistêmicos. Desenvolvimento sustentável. Mudança climática. Biodiversidade. Floresta amazônica.

## ***Environmental services stock valuation as a development strategy in the State of Amazonas***

### **ABSTRACT**

*The concept of environmental services has advanced considerably in Brazil and in the world, both in the academic field, with improvements in data and calculation methods, and in the practical field, with several initiatives to pay for environmental services in Brazil. Unfortunately, this concept is still far from reaching its potential to change the course of development in the region as an alternative to the current predominant pattern, which is based on forest destruction. Despite this, the importance of the Amazon rainforest in providing environmental services such as maintaining biodiversity, water recycling that is essential to keep rains not only in the Amazon but also in the south-central part of the country, is increasingly evident. mitigation.*

**Keywords:** *Environmental services. Ecosystem services. Sustainable development. Climate change. Biodiversity. Amazon rainforest.*

## **Valoración del agua de servicios ambientales como estrategia de desarrollo en el Estado de Amazonas**

### **RESUMEN**

*El concepto de servicios ambientales ha avanzado bastante en Brasil y en el mundo, tanto en el campo académico, con mejoras en los datos y en los métodos de cálculo, como en el campo práctico, con diversas iniciativas para el pago de servicios ambientales en Brasil. Desafortunadamente, este concepto todavía está lejos de alcanzar su potencial para cambiar el rumbo de desarrollo en la región como alternativa al patrón actualmente predominante, que se basa en la destrucción del bosque. A pesar de ello, es cada vez más evidente la importancia de la selva amazónica para proporcionar servicios ambientales, tales como el mantenimiento de la biodiversidad, el reciclaje de agua que es esencial para mantener lluvias no sólo en la Amazonia, sino también en el centro-sur del país, y la mitigación del efecto invernadero.*

**Palabras clave:** Servicios ambientales. Servicios ecosistémicos. Desenvolvimento sustentável. Cambio climático. Biodiversidad. Selva amazónica.

### **INCLUSÃO SOCIAL DA POPULAÇÃO TRADICIONAL**

Grande parte do Estado do Amazonas é habitada por populações que vivem ao longo dos rios e nos seringais e castanhais tradicionais, longe dos centros urbanos e da ocupação recente no “arco do desmatamento”. Embora as populações tradicionais tenham autossuficiência valiosa comparadas com populações menos isoladas, elas também vivem em condições precárias em termos econômicos e com pouco acesso a serviços de educação e saúde. Essas condições representam um fator importante na diminuição desta população nas últimas décadas, especialmente de jovens, devido à forte migração para áreas urbanas (PARRY et al., 2010). A questão de como reverter esse quadro é um dos principais desafios para a inclusão social na Amazônia.

Os recursos financeiros do governo são sempre inadequados para atender todas as demandas para serviços sociais e outras funções do Estado. A população isolada no interior se encontra em uma situação de desvantagem inerente, pois, se os recursos governamentais forem alocados para fornecer serviços como saúde e educação em uma favela urbana, a mesma quantidade de dinheiro beneficiaria muito mais gente do que se for alocada em um local afastado com população esparsa.

No entanto, a população tradicional espalhada no interior fornece serviços ambientais com imenso valor, o que representa a chave para reverter essa situação. Isto se deve ao modo de vida da população tradicional causar pouquíssimo desmatamento, comparado com outros atores, junto com o fato que a presença dessa população possibilita criar áreas protegidas de vários tipos de “uso sustentável”, assim evitando que essas áreas sejam tomadas pelos agentes de maior impacto ambiental, como “grileiros” (grandes apropriadores ilegais de terras), pecuaristas e “sem-terras” (grupos organizados de agricultores sem terra).

Uma vez que, em um futuro previsível, os problemas ambientais globais e nacionais provocados pela perda de Floresta Amazônica tendem a aumentar, espera-se também que aumente a disponibilidade para pagar pelos serviços ambientais da floresta. A captação desse valor poderia ser aproveitada para melhorar a inclusão social dessa população de forma sustentável. No entanto, existe uma série de desafios para que isto aconteça, tanto na área técnica, para quantificar melhor os serviços da floresta, como para o desenvolvimento de maneiras de cálculo mais adequadas sobre o valor dos serviços nas diversas áreas, como sociais, políticas e diplomáticas.

## O QUE SÃO OS SERVIÇOS AMBIENTAIS?

O termo “serviços ambientais” se refere às funções do meio ambiente que têm valor para a sociedade humana, mas que não são produtos físicos com mercados tradicionais, tais como a venda de madeira ou de produtos florestais não madeireiras. Embora existam muitos serviços ambientais, três grupos se destacam com relação à Floresta Amazônica: manutenção da biodiversidade, reciclagem de água e manutenção dos estoques de carbono que evitam o aquecimento global.

O conceito de “serviços ecossistêmicos”, que sobrepõe em grande parte o de “serviços ambientais”, tem várias definições. Poderá considerar amplo leque de valores, incluindo o valor acrescido a imóveis baseado de beleza cênica, valor para turismo, etc. (e.g., COSTANZA et al., 1997). O termo “serviços ecossistêmicos” também é frequentemente usado para incluir os serviços de “provisão”, ou seja, o fornecimento de produtos tais como madeira, pescado, carne de caça, seringa, castanha e outros produtos florestais (e.g., MEA, 2005). O conceito de serviços ambientais utilizado no atual trabalho refere-se às funções do meio ambiente que não são produtos físicos e que tradicionalmente não dispõem de mercados, como manutenção de biodiversidade, ciclagem de água e estocagem de carbono. O princípio de pagar por serviços ambientais (FEARNSIDE, 1997, 2008a) guarda semelhança com a proposta do Prof. Samuel Benchimol (2000) para um “imposto internacional ambiental” para manter a Floresta Amazônica e ajudar tirar a população do interior da região das condições econômicas precárias em que se encontra.

## BIODIVERSIDADE & SOCIODIVERSIDADE

A manutenção da biodiversidade é um serviço que tem benefícios tanto “utilitários” como “não utilitários”. Os serviços utilitários incluem a reserva de material genético, que pode servir futuramente para desenvolvimento de novos cultivos agrícolas e silviculturais, a reserva de compostos químicos que poderiam ser eficazes como fármacos (FEARNSIDE, 1999), e as funções de polinização e outros benefícios às atividades agrícolas e florestais (IPBES, 2016).

Os valores não utilitários incluem o valor de “existência” que a sociedade considera importante manter por razões científicas, éticas e religiosas, sem que tenham “utilidade” aparente. A Amazônia contém um número de espécies extremamente alto, muitas das quais são endêmicas à região.

A manutenção da floresta não apenas mantém a biodiversidade, mas também a “sociodiversidade” com os povos indígenas, em que a manutenção junto com as suas culturas é também visto como um valor que não pode ser sacrificado. Embora o conhecimento tradicional desses povos tenha valor prático no campo “utilitário”, as razões principais pela prioridade para manter tais culturas é ética e de direito. Sem a floresta, também não haveria os povos tradicionais que dependem dela. A biodiversidade e a sociodiversidade têm sido as principais razões pela criação de áreas protegidas na Amazônia até hoje: as Unidades de Conservação, que são criadas para proteger a biodiversidade, e as Terras Indígenas e Terras Quilombolas, que são criadas por razões de justiça social.

A manutenção da biodiversidade é, sem dúvida, uma razão forte para manter a floresta amazônica em pé. O fato que a Floresta Amazônica não é apenas uma jazida de carbono, mas também é lar de uma enorme diversidade biológica e social, é a raiz da paixão do público em geral, e também da comunidade científica, com relação à manutenção da floresta. Não há esta mesma paixão quando se trata de carbono em si: no caso do pré-sal, por exemplo, quase o Brasil inteiro bate palmas pela extração. No caso do pré-sal, é bom notar que o público é pouco informado sobre os riscos de derramamento e outros impactos ambientais (FEARNSIDE, 2018a).

Apesar do apelo da biodiversidade, comparado com o provável valor financeiro da floresta em evitar o aquecimento global, é menos provável que a biodiversidade se transforme em um fluxo monetário significativo na escala de tempo necessária para evitar grandes perdas por desmatamento.

Enquanto os compromissos sob a Convenção Quadro das Nações Unidas sobre Mudança do Clima (UNFCCC), ou *Convenção de Clima*, implicam bilhões de dólares “na mesa” para medidas de mitigação nos próximos anos, a Convenção de Diversidade Biológica (CDB), ou *Convenção de Biodiversidade* depende de futuros royalties para compensar os direitos intelectuais de povos tradicionais. Neste caso, a finalidade socioambiental apenas é alcançada se houver descobertas sobre usos da biodiversidade nas suas áreas ou se forem aproveitados seus conhecimentos sobre estes usos, e ainda apenas se os fármacos e outros produtos resultantes se tornam lucrativos. A descoberta, testagem, licenciamento e comercialização deste tipo de produto levam muitos anos e só resultam em ganhos financeiros em uma minoria de casos, assim limitando o efeito provável desta fonte para financiamento de medidas para evitar o desmatamento nas próximas décadas (FEARNSIDE, 1999). Atualmente a Lei da Biodiversidade (Lei 13.123 de 20 de maio de 2015) tem praticamente parado pesquisas nesta área no Brasil, piorando o quadro ainda mais (BROCKMANN et al., 2018).

## CICLAGEM DE ÁGUA

O desmatamento na Amazônia está, principalmente, transformando a floresta em pastagens (e.g., FEARNSIDE, 2017). Quase toda a água que cai sobre pastagens sai para os igarapés como escoamento superficial, em contraste com água que cai sobre a floresta, como mostrado por uma série de experimentos feitos para medir erosão do solo (FEARNSIDE, 1989; BARBOSA & FEARNSIDE, 2000).

A Floresta Amazônica desempenha um papel essencial na reciclagem de água, fornecendo o vapor de água necessário não apenas para manter o regime de chuvas dentro da Amazônia, mas também nas regiões densamente povoadas no Sudeste e Centro-Oeste do Brasil, além de também em países vizinhos (ARRAUT et al., 2012). Os ventos predominantes na Amazônia sopram de leste para oeste devido à rotação da Terra, e esses ventos trazem para dentro da região vapor de água que evaporou do Oceano Atlântico.

Uma vez que grande parte desta água cai como chuva na Bacia Amazônica, a ausência da floresta implicaria a volta direta da água para o Oceano via Rio Amazonas. A floresta então retira a água do solo através das raízes, e a devolve à atmosfera através dos estômatos das folhas. Parte desta água cai novamente na Amazônia, mas outra parte é transportada por ventos para outras regiões. As quantidades de água são enormes: a entrada anual de vapor de água oriundo do Atlântico é equivalente a 10 trilhões de m<sup>3</sup> de água líquida, e a vazão anual do rio Amazonas na sua foz é de 6,6 trilhões de m<sup>3</sup> (SALATI, 2001). Isto significa que a parte transportada para outras regiões, que é a diferença entre esses números, é de 3,4 trilhões de m<sup>3</sup> de água líquida. Para comparação, essa é quase a mesma quantidade de água que passa anualmente pelo “encontro das águas” perto de Manaus (aproximadamente 3,8 trilhões de m<sup>3</sup>).

Aproximadamente a metade desses 3,4 trilhões de m<sup>3</sup> de vapor de água não consegue passar para a barreira dos Andes, levando os ventos tipo “jato de baixo nível” (LLJ) a fazerem uma curva para o sul, levando a água para a Região Sudeste e as áreas vizinhas (CORREIA et al., 2006). Grande parte precipita como chuva quando os ventos encontram as montanhas costeiras, como a Serra de Mantiqueira em Minas Gerais (MARENGO et al., 2004). Esta é a área das nascentes dos dois principais rios para fornecer água para hidroeletricidade, irrigação e consumo urbano: o rio São Francisco e o rio Paraná/da Prata. Quando a zona de convergência tropical (ITCZ) se encontra na sua posição mais ao sul em dezembro, janeiro e fevereiro, que é a época chuvosa no Sudeste brasileiro, até 70% da precipitação vêm de água amazônica e não diretamente do Oceano Atlântico (VAN DER ENT et al., 2010). Esta é a época crítica para encher os reservatórios naquela região, e uma falha neste pico de chuva se traduziria em graves consequências para as populações humanas. Há evidências de que o desmatamento amazônico já começou a afetar a chuva em Minas Gerais (GETIRANA, 2016). Em outras palavras, se o desmatamento da Amazônia continuar a ser permitido, chegaremos futuramente a uma crise hídrica permanente em São Paulo e outras grandes cidades do Sudeste (FEARNSIDE, 2004, 2015a).

## CARBONO

Quando a Floresta Amazônica é desmatada ou degradada, é liberado para a atmosfera em forma de CO<sub>2</sub> ou outros gases, o carbono que compõe a metade do peso seco das árvores, e também parte do carbono no solo. Esses gases de efeito estufa se juntam com os gases liberados pela queima de combustível fóssil e das outras fontes, para elevar mais a temperatura no planeta inteiro. Esse aquecimento global antropogênico já está causando secas e outros eventos climáticos danosos, inclusive na Amazônia, e as previsões para o futuro na Amazônia são gravíssimas (e.g., IPCC, 2013, p. 1343; MARGULIS & UNTERSELL, 2017).

### O DESAFIO TEÓRICO

A Floresta Amazônica tem dois papéis distintos com relação ao efeito estufa. Um é baseado no fluxo, sendo a emissão de carbono anual com a continuação do desmatamento, e o outro baseado no estoque, que representa o carbono mantido fora da atmosfera, mas que poderia ser liberado para a atmosfera futuramente na forma de gases de efeito estufa (FEARNSIDE, 2009a). O papel de proteger os grandes estoques de carbono na floresta e no solo abaixo dela se deve ao perigo global de entrar em um “efeito estufa foragido” (*runaway greenhouse*). Isto aconteceria se o aquecimento global sair do controle humano e continuar aumentando por conta própria devido às retroalimentações positivas (círculos viciosos) entre a temperatura e a liberação de cada vez mais gases. Isto inclui o derretimento da tundra no Ártico, a diminuição da capacidade dos oceanos mais quentes para absorver CO<sub>2</sub>, e a mortalidade de árvores em secas e incêndios florestais, inclusive na Amazônia. A sociedade humana global em 2010 liberava anualmente 14,2 bilhões de toneladas de carbono (52 bilhões de toneladas de CO<sub>2</sub>-equivalente, baseado nas conversões para 100 anos do quinto relatório do IPCC) de forma proposital, principalmente pela queima de combustíveis fósseis, agropecuária e desmatamento (IPCC, 2014, p. 46).

Portanto, o máximo que pode ser feito para controlar o aquecimento global seria evitar a emissão de 14,2 bilhões de toneladas de carbono, não queimando mais nenhum grama de combustível fóssil nem cortando mais nenhuma árvore. Caso as emissões anuais de fontes não propositais, tais como incêndios florestais na Amazônia, somem mais que 14,2 bilhões de toneladas de carbono, o planeta poderia entrar em efeito estufa foragido, a não ser que seja inventada alguma solução tecnológica maravilhosa, hoje inexistente.

Um estudo recente chegou à conclusão que o planeta poderia entrar em uma fase de “Terra estufa” (*hothouse Earth*) se a temperatura média global ultrapassasse 2°C acima do nível pré-industrial (STEFFEN et al., 2018). Esse estado “estufa” seria um aquecimento global em fuga, sem retorno. O marco sugerido como crítico seria ultrapassado até 2050, se continuarmos as tendências atuais. O grande estoque de carbono na Amazônia é um fator chave nesse quadro, pois a liberação de uma fração mesmo modesta irá tornar o controle do aquecimento global muito mais difícil (FEARNSIDE, 2016, 2018b). A Amazônia Legal brasileira continha 58,6 bilhões de toneladas de carbono na vegetação em 2013 (NOGUEIRA et al., 2015), e a vegetação nas áreas protegidas (Unidades de Conservação e Terras Indígenas) continha 33,4 bilhões de toneladas de carbono (NOGUEIRA et al., 2018a,b). Os solos na Amazônia Legal contêm 47 bilhões de toneladas de carbono até 1 m de profundidade (MORAES et al., 1995).

O projeto premiado fez a proposta de melhorar a quantificação de estoques de serviços ambientais, incluindo carbono, água e biodiversidade. Isto é distinto de “desmatamento evitado”, pois não presume que os lugares seriam desmatados em curto prazo na ausência do projeto. Estoques são parecidos com saldos em poupanças bancárias, que geram juros baseados no saldo, não baseados em fluxos. Em 2007, o governo estadual do Amazonas lançou a “Iniciativa Amazonas”, no intuito de captar recursos baseados em estoques de serviços.

O Amazonas, por ter pouco desmatamento, fica praticamente excluído de crédito de carbono quando calculado pelo método de “adicionalidade” (additionality) adotado pelo Protocolo de Kyoto (UNFCCC, 1997, Art. 12), fazendo com que formas alternativas sejam necessárias para valorizar as suas florestas.

O crédito de carbono para desmatamento evitado, por exemplo, através da Redução de Emissões por Desmatamento e Degradação (REDD+), enfrenta vários problemas práticos para garantir que os benefícios climáticos sejam, de fato, reais (FEARNSIDE et al., 2014). Para mostrar “adicionalidade”, é preciso demonstrar que, na ausência de um projeto de mitigação, o desmatamento teria sido maior que a quantidade alegada. Isto é feito através de um cenário “linha de base” (*baseline*), para representar o que teria acontecido sem o projeto, e comparando isto com o desmatamento observado durante o período do projeto. O problema é que o cenário linha de base, que é um cenário “contrafactual” (hipotético), muitas vezes acaba sendo construído de forma a exceder o benefício do projeto (e.g., YANAI et al., 2012). No entanto, é possível fazer cenários linha de base que não extrapolem o benefício (e.g., VITEL et al., 2013).

O segundo problema é o efeito de “vazamento” (*leakage*), ou seja, a atividade de desmatamento que teria acontecido dentro da área do projeto simplesmente migrar para outros locais na floresta fora da área prevista. Isto pode acontecer tanto de “dentro para fora”, quando desmatadores morando dentro da área do projeto se deslocam para fora da área, ou de “fora para fora”, em que atores como grileiros e sem-terras vindo de outros lugares escolham locais fora da área do projeto, em vez de entrar e desmatar dentro da área do projeto. O segundo modo é o mais comum na Amazônia brasileira. As perdas por vazamento precisam ser estimadas e deduzidas dos benefícios alegados do projeto. No entanto, se o projeto é a criação de uma área protegida, essas perdas serão recuperadas no futuro, quando a floresta disponível fora da área protegida esteja desmatada, e a presença da área protegida terá um efeito real em evitar desmatamento.

O tempo decorrido e o valor atribuído ao tempo são os fatores que determinarão o benefício climático (FEARNSIDE, 2009b).

O terceiro problema é a falta de “permanência” de carbono florestal, ou seja, o tempo que o carbono fica fora da atmosfera (FEARNSIDE, 2012a). O papel do valor do tempo é essencial em determinar o efeito nos benefícios climáticos de carbono temporário, cujo valor é sempre menor que o de uma mitigação permanente, mas não é zero (FEARNSIDE et al., 2000; FEARNSIDE, 2002). A conversão entre carbono permanente e carbono temporário sempre pode ser feita de maneira que resulta em um benefício climático para manutenção do carbono florestal. Não é o caso que uma tonelada de carbono estocada em árvores justifique que uma tonelada de carbono de combustível fóssil seja emitida em outra parte do mundo: pode ter a conversão para ter duas toneladas, ou três ou outro número de toneladas nas árvores para cada tonelada de crédito concedida.

O quarto problema é a incerteza inerente em projetos para reduzir emissões oriundas do desmatamento, comparado com outros tipos de mitigação, incluindo tanto redução de queima de combustível fóssil, como plantações silviculturais ou mesmo o uso de biocombustíveis. No entanto, há como ajustar para essas diferenças, assim como no caso de permanência e outros fatores, assegurando que haja um ganho para o clima (FEARNSIDE, 1995, 2000). Isto é a chave para permitir que seja aproveitado o grande aumento na escala de mitigação que o sucesso em evitar desmatamento pode representar.

## O DESAFIO POLÍTICO

Uma das principais questões com relação ao Pagamento por Serviços Ambientais (PSA) é para quem os benefícios financeiros seriam direcionados. Por exemplo, seria para grandes fazendeiros no Mato Grosso ou para as populações tradicionais no Amazonas? Há forte interesse de fazendeiros e plantadores de soja no PSA para pagar grandes proprietários pela recomposição das Áreas de Proteção Permanente (APPs) que desmataram ilegalmente.

Isto é ilustrado pelo evento organizado pela Confederação Nacional da Agricultura (CNA) em São Paulo, em agosto de 2018, para discutir pagamento por serviços ambientais (CNA, 2018). O principal desafio político com relação ao dinheiro oriundo dos serviços ambientais da Floresta Amazônica é de desenhar um sistema para evitar que os recursos sejam desviados.

As áreas protegidas têm o papel de frear as taxas de desmatamento (NEPSTAD et al., 2006; VITEL et al., 2009; NOLTE et al., 2013). No entanto, essas áreas têm um valor maior ainda com relação ao segundo papel da floresta – manter estoques de carbono e diminuir o perigo do “efeito estufa em fuga”. O pagamento de serviços ambientais (PSA) tem importante papel em potencial de estímulo à criação de áreas protegidas (FEARNSIDE, 2008a, 2015b). Pessoas morando dentro de unidades de conservação de “desenvolvimento sustentável” que recebem subsídios com base nos serviços ambientais vivem melhor do que pessoas vivendo fora dessas áreas; isto cria uma motivação natural para comunidades em áreas sem proteção pressionarem o governo para criar novas unidades de conservação desse tipo. Infelizmente, tal oportunidade vem sendo desperdiçada no Estado do Amazonas, e não tem levado à criação de mais áreas protegidas. Ironicamente, o início do programa Bolsa Floresta no Amazonas em 2007 coincide com o fim de um grande avanço na criação de novas áreas protegidas estaduais, e o início de uma longa parada nessa atividade.

O local mais urgente para criação de áreas protegidas é a vasta região ao oeste do Rio Purus, entre Tapuá e Tefé. Essa área, que é do tamanho do Estado de Rondônia, é de terras públicas sem destinação, a categoria fundiária mais vulnerável à invasão por grileiros e sem-terras. O perigo de invasões está rapidamente aumentando com a reabertura da rodovia BR-319 (Manaus-Porto Velho) e estradas laterais previstas, sobretudo a AM-366 (FEARNSIDE & GRAÇA, 2009; FEARNSIDE et al., 2009).

## O DESAFIO DIPLOMÁTICO

A chave para elevar o papel dos serviços ambientais a um nível que consiga mudar o paradigma de desenvolvimento na região é conseguir trazer recursos financeiros dos países ricos, não dependendo apenas dos orçamentos federais e estaduais no Brasil. Um desafio para isto é que os países ricos têm um interesse natural em guardar seu dinheiro dentro desses países, onde cria emprego e renda local. Enviar dinheiro para ajudar manter a floresta amazônica não contribui da mesma forma às economias desses países. Portanto, mesmo que um dado investimento em mitigação tenha muito mais benefício climático se for usado para manter floresta tropical em pé no Brasil do que para medidas “em casa” em um país europeu, a tendência é para esses países apoiarem os serviços ambientais na Amazônia apenas de maneira simbólica, e não como um modo principal de cumprir com seus compromissos para reduzir emissões de gases de efeito estufa. Como consequência, os países ricos querem que o mecanismo institucional seja doações voluntárias a um fundo, como o Fundo Amazônia, e não um mercado onde o crédito de carbono oriundo da Amazônia concorra de forma livre com outros modos de mitigação climática (FEARNSIDE, 2012b).

Outro desafio é da própria diplomacia brasileira, que, por outras razões, também favorece a restrição de fluxos financeiros para um fundo voluntário, ou seja, para o Fundo Amazônia. Esta posição, aparentemente, representa uma continuação pouco modificada da posição diplomática brasileira que prevaleceu até 2007. Até 2007, o Ministério das Relações Exteriores (MRE) resistiu ao recebimento de qualquer compensação internacional por benefícios climáticos da floresta amazônica. Essa resistência se baseava no medo de que receber compensação representaria um perigo de levar à “internacionalização” da Amazônia (FEARNSIDE, 2001).

Isso porque as ações do governo brasileiro eram, aparentemente, incapazes de controlar o desmatamento amazônico, levando à presunção de que compromissos não cumpridos de redução de desmatamento acarretariam em pressões internacionais que prejudicariam a soberania brasileira na região. Em 2007, a taxa de desmatamento já havia diminuído muito em relação a 2004, assim amenizando a falta de confiança nas instituições ambientais brasileiras. Mesmo assim, a posição do MRE mudou apenas para aceitar doações ao Fundo Amazônia, não para aceitar um mercado. Talvez a passagem de mais de uma década possibilite uma mudança maior, permitindo aproveitar a oportunidade que um mercado oferece ao país.

A diferença entre um fundo e um mercado é grande por duas razões. Primeiro, a escala de mitigação é muito menor no caso do fundo, pois não gera crédito “fungível”, que pode ser usado para os países doadores cumprirem com os seus compromissos nacionais de redução de emissões. À medida que os países do mundo se tornam mais sérios na sua determinação de controlar o aquecimento global, eles vão ter que reduzir suas emissões muito mais do que eles têm contemplado até hoje. Assim, é inevitável que as suas prioridades sejam focalizadas em compromissos formais muito maiores, e não haverá recursos financeiros significativos para doações voluntários fora desse contexto.

A segunda razão para o Brasil aproveitar um mercado sob a Convenção do Clima é que o valor de cada tonelada de carbono seria muito maior. A ideia de projetos sob um fundo é de compensar serviços ambientais com base no “custo de oportunidade” de não desmatar. Isto significa que a compensação máxima para não desmatar seria o valor das pastagens de baixa produtividade que predominam nas áreas desmatadas na Amazônia brasileira hoje. No caso de um mercado, o valor seria o resultado do equilíbrio entre oferta e demanda. A oferta refere-se aos diferentes modos de mitigar o aquecimento global, e sendo que é bem mais barato evitar emissão por desmatamento do que por outras opções, o Brasil teria larga vantagem nessa competição.

O lado da demanda é determinado pela magnitude dos compromissos dos países para reduzir as suas emissões, o que precisa ser aumentado em muito para poder controlar o aquecimento global dentro dos limites acordados em Paris em 2015.

## CONCLUSÃO

A inclusão social da população tradicional no interior da Amazônia pode ter uma fonte crítica de sustento financeiro oriundo do valor dos serviços ambientais da floresta, incluindo a biodiversidade e sociodiversidade, a ciclagem de água e a manutenção dos estoques de carbono que evitam o aquecimento global. Uma série de desafios precisa ser superada para tornar o valor dos serviços ambientais uma fonte de sustento. Esses desafios são teóricos, políticos e diplomáticos. Apesar dos avanços em todas essas áreas, as forças levando à destruição da floresta têm se expandido mais rapidamente. Mesmo assim, são os avanços na área de serviços ambientais que oferecem as possibilidades de um embasamento duradouro para manter a floresta e as populações humanas que dependem dela.

## AGRADECIMENTOS

O autor agradece ao Prêmio Professor Samuel Benchimol. As pesquisas do autor são financiadas por: Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) (processos nº305880/2007-1, nº304020/2010-9, nº573810/2008-7, nº575853/2008-5), Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado do Amazonas (Fapeam) (processo nº 708565) e Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia (Inpa) (PRJ13.03). O autor agradece a Paulo Vilela Cruz pela revisão do português.



## REFERÊNCIAS

- ARRAUT, J. M. et al. Aerial rivers and lakes: Looking at large-scale moisture transport and its relation to Amazonia and to subtropical rainfall in South America. *Journal of Climate*, v. 25, p. 543-556, 2012. DOI: 10.1175/2011JCLI4189.1
- BARBOSA, R. I.; FEARNSSIDE, P. M. Erosão do solo na Amazônia: Estudo de caso na região do Apiaú, Roraima, Brasil. *Acta Amazonica*, v. 30, n. 4, p. 601-613, 2000. DOI: 10.1590/1809-43922000304613.
- BENCHIMOL, S. A Amazônia e o terceiro milênio. *Parcerias Estratégicas*, v. 5, n. 9, p. 22-34, 2000. Disponível em: <[http://seer.cgee.org.br/index.php/parcerias\\_estrategicas/article/view/113](http://seer.cgee.org.br/index.php/parcerias_estrategicas/article/view/113)>. Acesso em: 19 ago. 2018.
- BROCKMANN, F. A. et al. Brazil's government attacks biodiversity. *Science*, v. 360, p. 865. DOI: 10.1126/science.aat7540, 2018.
- CONFEDERAÇÃO NACIONAL DA AGRICULTURA (CNA). Pagamento por serviços ambientais. 2018. Disponível em: <[http://cnabrazil.org.br/sites/default/files/sites/default/files/uploads/programacao\\_agroemquestao\\_psa\\_5.pdf](http://cnabrazil.org.br/sites/default/files/sites/default/files/uploads/programacao_agroemquestao_psa_5.pdf)>. Acesso em: 19 ago. 2018.
- CORREIA, F. W. S.; ALVALÁ, R. C. S.; MANZI, A. O. Impacto das modificações da cobertura vegetal no balanço de água na Amazônia: um estudo com modelo de circulação geral da atmosfera (MCGA). *Revista Brasileira de Meteorologia*, v. 21, n. 3a, p. 153-167, 2006. Disponível em: <[http://repositorio.inpa.gov.br/bitstream/123/5849/1/impacto\\_das\\_modificacoes.pdf](http://repositorio.inpa.gov.br/bitstream/123/5849/1/impacto_das_modificacoes.pdf)>. Acesso em: 19 ago. 2018.
- COSTANZA, R. et al. The value of the world's ecosystem services and natural capital. *Nature*, v. 387, p. 253-260. DOI: 10.1038/387253a0, 1997.
- FEARNSSIDE, P. M. *Ocupação Humana de Rondônia: Impactos, Limites e Planejamento*. Brasília, DF: Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), 1989. 76 p. Disponível em: <[http://philip.inpa.gov.br/publ\\_livres/1989/A%20Ocupacao%20Humana%20de%20Rondonia.pdf](http://philip.inpa.gov.br/publ_livres/1989/A%20Ocupacao%20Humana%20de%20Rondonia.pdf)>, Acesso em: 19 ago. 2018.
- FEARNSSIDE, P. M. Global warming response options in Brazil's forest sector: Comparison of project-level costs and benefits. *Biomass and Bioenergy*, v. 8, n. 5, p. 309-322, 1995. DOI: 10.1016/0961-9534(95)00024-0.
- FEARNSSIDE, P. M. Environmental services as a strategy for sustainable development in rural Amazonia. *Ecological Economics*, v. 20, n. 1, p. 53-70, 1997. DOI: 10.1016/S0921-8009(96)00066-3
- FEARNSSIDE, P. M. Biodiversity as an environmental service in Brazil's Amazonian forests: Risks, value and conservation. *Environmental Conservation*, v. 26, n. 4, p. 305-321, 1999. DOI: 10.1017/S0376892999000429.
- FEARNSSIDE, P. M. Uncertainty in land-use change and forestry sector mitigation options for global warming: Plantation silviculture versus avoided deforestation. *Biomass and Bioenergy*, v. 18, n. 6, p. 457-468, 2000. DOI: 10.1016/S0961-9534(00)00003-9.
- FEARNSSIDE, P. M. Saving tropical forests as a global warming countermeasure: An issue that divides the environmental movement. *Ecological Economics*, v. 39, n. 2, p. 167-184, 2001. DOI: 10.1016/S0921-8009(01)00225-7
- FEARNSSIDE, P. M. Time preference in global warming calculations: A proposal for a unified index. *Ecological Economics*, v. 41, n. 1, p. 21-31, 2002. DOI: 10.1016/S0921-8009(02)00004-6.
- FEARNSSIDE, P. M. A água de São Paulo e a floresta amazônica. *Ciência Hoje*, v. 34, n. 203, p. 63-65, 2004. Disponível em: <[http://cienciahoje.uol.com.br/revista-ch/revista-ch-2004/203/pdf\\_fechado/opinioao.pdf](http://cienciahoje.uol.com.br/revista-ch/revista-ch-2004/203/pdf_fechado/opinioao.pdf)> Acesso em: 19 ago. 2018.
- FEARNSSIDE, P. M. Amazon forest maintenance as a source of environmental services. *Anais da Academia Brasileira de Ciências*, v. 80, n. 1, p. 101-114, 2008. DOI: 10.1590/S0001-37652008000100006.
- FEARNSSIDE, P. M. O valor de áreas protegidas em evitar mudança climática na Amazônia. In: WIEGLAND JR, R.; ALBERNAZ, A. L. (Ed.) *Atualização das Áreas Prioritárias para a Conservação, Uso Sustentável e Repartição dos Benefícios da Biodiversidade – Bioma Amazônia*. Brasília: Ministério do Meio Ambiente, 2008b. p. 8-11.
- FEARNSSIDE, P. M. *A Floresta Amazônica nas Mudanças Globais*. [2ª Ed.]. Manaus, AM: Editora do Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia-INPA, 2009. 134 p. Disponível em: <[http://philip.inpa.gov.br/publ\\_livres/2003/livro%20Floresta%20amazonica%20nas%20mudancas%20globais%20ED%20MIOLO%20web.pdf](http://philip.inpa.gov.br/publ_livres/2003/livro%20Floresta%20amazonica%20nas%20mudancas%20globais%20ED%20MIOLO%20web.pdf)> Acesso em: 19 ago. 2018.
- FEARNSSIDE, P. M. Carbon benefits from Amazonian forest reserves: Leakage accounting and the value of time. *Mitigation and Adaptation Strategies for Global Change*, v. 14, n. 6, p. 557-567, 2009. DOI: 10.1007/s11027-009-9174-9, 2009.
- FEARNSSIDE, P. M. The theoretical battlefield: Accounting for the climate benefits of maintaining Brazil's Amazon forest. *Carbon Management*, v. 3, n. 2, p. 145-148, 2012a. DOI: 10.4155/CMT.12.9
- FEARNSSIDE, P. M. Brazil's Amazon forest in mitigating global warming: Unresolved controversies. *Climate Policy*, v. 12, n. 1, p. 70-81, 2012b. DOI: 0.1080/14693062.2011.581571.
- FEARNSSIDE, P. M. *Rios voadores e a água de São Paulo*. Amazônia Real. 2015a. DOI: 10.13140/RG.2.1.2430.1601.
- FEARNSSIDE, P. M. Pesquisa sobre conservação na Amazônia brasileira e a sua contribuição para a manutenção da biodiversidade e uso sustentável das florestas tropicais. In: VIEIRA, I. C. G.; JARDIM, M. A. G.; da ROCHA, E. J. P. (Ed.) *Amazônia em Tempo: Estudos Climáticos e Socioambientais*. Belém: Universidade Federal do Pará, 2015b. p. 21-49. Disponível em: <[http://www.ppgca.ufpa.br/arquivos/repositorio/TEXTODOWN/Livro%20Amaz%20%C3%B4nia%20em%20Tempo\\_Estudos%20clim%C3%A1ticos%20e%20socioambientais.pdf](http://www.ppgca.ufpa.br/arquivos/repositorio/TEXTODOWN/Livro%20Amaz%20%C3%B4nia%20em%20Tempo_Estudos%20clim%C3%A1ticos%20e%20socioambientais.pdf)> Acesso em: 19 ago. 2018.

- FEARNSIDE, P. M. The impact of land use on carbon stocks and fluxes: Implications for policy. In: NAGY, L.; FORSBERG, B.; ARTAXO, P. (Ed.) *Interactions between Biosphere, Atmosphere and Human Land Use in the Amazon Basin*. Berlin, Alemanha: Springer, 2016. 478 p. (Ecological Studies No. 227). DOI: 10.1007/978-3-662-49902-3\_16.
- FEARNSIDE, P. M. Deforestation of the Brazilian Amazon. In: SHUGART, H. (Ed.) *Oxford Research Encyclopedia of Environmental Science*. New York: Oxford University Press, 2017. DOI: 10.1093/acrefore/9780199389414.013.102.
- FEARNSIDE, P. M. *Brazil's offshore oil risks*. Science Online. 2018a. Disponível em: <<http://comments.sciencemag.org/content/10.1126/science.1240162>> Acesso em: 19 ago. 2018.
- FEARNSIDE, P. M. Brazil's Amazonian forest carbon: The key to Southern Amazonia's significance for global climate. *Regional Environmental Change*, v. 18, n. 1, p. 47-61, 2018b. DOI: 10.1007/s10113-016-1007-2.
- FEARNSIDE, P. M.; GRAÇA, P. M. L. A. BR-319: A rodovia Manaus-Porto Velho e o impacto potencial de conectar o arco de desmatamento à Amazônia central. *Novos Cadernos NAEA*, v. 12, n. 1, p. 19-50, 2009. DOI: 10.5801/ncn.v12i1.241.
- FEARNSIDE, P. M. et al. Modelagem de desmatamento e emissões de gases de efeito estufa na região sob influência da Rodovia Manaus-Porto Velho (BR-319). *Revista Brasileira de Meteorologia*, v. 24, n. 2, p. 208-233, 2009. DOI: 10.1590/S0102-77862009000200009.
- FEARNSIDE, P. M.; LASHOF, D. A.; MOURA-COSTA, P. Accounting for time in mitigating global warming through land-use change and forestry. *Mitigation and Adaptation Strategies for Global Change*, v. 5, n. 3, p. 239-270, 2000. DOI: 10.1023/A:1009625122628.
- FEARNSIDE, P. M.; YANAI, A. M.; VITEL, C. S. M. N. Modeling Baselines for REDD Projects in Amazonia: Is the carbon real? In: GEROLD, G. (Ed.) *Interdisciplinary Analysis and Modeling of Carbon-Optimized Land Management Strategies for Southern Amazonia*. Göttingen, Alemanha: Univerditätsdrucke Göttingen, 2014. p. 19-28. Disponível em: <[http://webdoc.sub.gwdg.de/univerlag/2014/carbiocial\\_978-3-86395-138-2.pdf](http://webdoc.sub.gwdg.de/univerlag/2014/carbiocial_978-3-86395-138-2.pdf)> Acesso em: 19 ago. 2018.
- GETIRANA, A. Extreme water deficit in Brazil detected from space. *Journal of Hydrometeorology*, v. 17, p. 591-599, 2016. DOI: 10.1175/JHM-D-15-0096.1.
- MARENGO, J. A. Climatology of the LLJ east of the Andes as derived from the NCEP reanalyses. *Journal of Climate*, v. 17, n. 12, p. 2261-2280, 2004. DOI: 10.1175/1520-0442(2004)017<2261:COTLJE>2.0.CO;2.
- MARGULIS, S.; UNTERSELL, N. Shaping up Brazil's long-term development considering climate change impacts. In: ISSBERNER, L. R.; LENA, P. (Ed.) *Brazil in the Anthropocene: Conflicts between Predatory Development and Environmental Policies*. New York, NY, E.U.A: Routledge, 2017. p. 220-241.
- MILLENNIUM ECOSYSTEM ASSESSMENT (MEA). *Guide to the Millennium Assessment Reports*. Nairobi, Quênia: United Nations Environment Programme (UNEP), 2005. Disponível em: <<http://www.millenniumassessment.org/en/index.html>>. Acesso em: 19 ago. 2018.
- MORAES, J. L. et al. Soil carbon stocks of the Brazilian Amazon Basin. *Soil Science Society of America Journal*, v. 59, p. 244-247, 1995. DOI: 10.2136/sssaj1995.03615995005900010038x.
- NEPSTAD, D. C. et al. Inhibition of Amazon deforestation and fire by parks and indigenous lands. *Conservation Biology*, v. 20, p. 65-73, 2006. DOI: 10.1111/j.1523-1739.2006.00351.x.
- NOGUEIRA E. M. et al. Carbon stock loss from deforestation through 2013 in Brazilian Amazonia. *Global Change Biology*, v. 21, p. 1271-1292, 2015. DOI: 10.1111/gcb.12798, 2015.
- NOGUEIRA, E. M. et al. Brazil's Amazonian protected areas as a bulwark against regional climate change. *Regional Environmental Change*, v. 18, n. 2, p. 573-579, 2018a. DOI: 10.1007/s10113-017-1209-2.
- NOGUEIRA E. M. Carbon stocks and losses to deforestation in protected areas in Brazilian Amazonia. *Regional Environmental Change*, v. 18, n. 1, p. 261-270, 2018b. DOI: 10.1007/s10113-017-1198-1.
- NOLTE, C. et al. Governance regime and location influence avoided deforestation success of protected areas in the Brazilian Amazon. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the U.S.A.*, v. 110, n. 13, p. 4956-4961, 2013. DOI: 10.1073/pnas.1214786110, 2013.
- POTTS, S. G.; IMPERATRIZ-FONSECA, V. L.; NGO, H. T. (Ed.). *The assessment report of the Intergovernmental Science-Policy Platform on Biodiversity and Ecosystem Services on pollinators, pollination and food production*. Bonn, Alemanha: IPBES, 552 p. 2016. Disponível em: <[https://www.ipbes.net/sites/default/files/downloads/pdf/individual\\_chapters\\_pollination\\_20170305.pdf](https://www.ipbes.net/sites/default/files/downloads/pdf/individual_chapters_pollination_20170305.pdf)> Acesso em: 19 ago. 2018.
- PACHAURI, R. K.; MEYER, L. A. (Ed.). *Climate Change 2014: Synthesis Report Contribution of Working Groups I, II and III to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*. Genebra, Suíça: IPCC, 2014. 151 p. Disponível em: <<http://www.ipcc.ch/report/ar5/syr/>> Acesso em: 19 ago. 2018.
- PARRY, L.; DAY, B.; AMARAL, S.; PERES, C. A. Drivers of rural exodus from Amazonian headwaters. *Population and Environment*, v. 32, n. 2, p. 137-176, 2010. DOI: 10.1007/s11111-010-0127-8, 2010.
- SALATI, E. Mudanças climáticas e o ciclo hidrológico na Amazônia. In: FLEISCHRESSER, V. (Ed.) *Causas e Dinâmica do Desmatamento na Amazônia*. Brasília, DF: Ministério do Meio Ambiente, 2001. p. 153-172.
- STEFFEN, W. et al. Trajectories of the Earth System in the Anthropocene. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the USA*, 2018. DOI: 10.1073/pnas.1810141115.

UNITED NATIONS FRAMEWORK CONVENTION ON CLIMATE CHANGE (UNFCCC). *Kyoto Protocol to the United Nations Framework Convention on Climate Change*. Alemanha: UNFCCC, 1997. Disponível em: <<https://unfccc.int/resource/docs/convkp/kpeng.pdf>> Acesso em: 19 ago. 2018.

VAN OLDENBORGH, G. J. (Ed.). Annex I: Atlas of Global and Regional Climate Projections. In: INTERGOVERNMENTAL PANEL ON CLIMATE CHANGE (IPCC). *Climate Change 2013: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*. Cambridge: Cambridge University Press, 2013. p. 1311-1393. Disponível em: <<http://www.ipcc.ch/report/ar5/wg1/>>. Acesso em: 19 ago. 2018.

VAN DER ENT, R. J. Origin and fate of atmospheric moisture over continents. *Water Resources Research*, v. 46: art. n. 9, 2010. DOI: 10.1029/2010WR009127.

VITEL, C. S. M. N. et al. Land-use change modeling in a Brazilian indigenous reserve: Construction a reference scenario for the Suruí REDD project. *Human Ecology*, v. 41, n. 6, p. 807-826, 2013. DOI: 10.1007/s10745-013-9613-9.

VITEL, C. S. M. N.; FEARNSIDE, P. M.; GRAÇA, P. M. L. A. Análise da inibição do desmatamento pelas áreas protegidas na parte Sudoeste do Arco de desmatamento. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE SENSORIAMENTO REMOTO, 14., 2009, Natal. *Anais...* São José dos Campos, SP: Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE), 2009. p. 6377-6384. Disponível em: <<http://martem.sid.inpe.br/col/dpi.inpe.br/sbsr%4080/2008/11.13.14.42/doc/6377-6384.pdf>>. Acesso em: 19 ago. 2018.

YANAI, A. M. et al. Avoideddeforestation in Brazilian Amazonia: Simulating the effect of the Juma Sustainable Development Reserve. *Forest Ecology and Management*, v. 282, 2012. p. 78-91. DOI: 10.1016/j.foreco.2012.06.029.