

O custo econômico do desmatamento da Floresta Amazônica brasileira (1988-2014)

The economic cost of deforestation in the Brazilian Amazon rainforest (1988-2014)

Alisson Silva de Castro¹

Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Brasil
alissonsilvacastro@hotmail.com

Daniel Caixeta Andrade²

Instituto de Economia da Universidade Federal de Uberlândia, Brasil
caixetaandrade@ie.ufu.br

Resumo. Este trabalho objetiva estimar o custo econômico do desmatamento da Floresta Amazônica brasileira no período 1988-2014. Como *proxy* de tal custo utilizaram-se as estimativas monetárias das perdas de serviços ecossistêmicos intangíveis causadas pelo desflorestamento. Tais serviços – conhecidos em sua maior parte como serviços de regulação – são importantes na medida em que contribuem para o bem-estar humano. O reconhecimento da importância da proteção dos ecossistemas florestais e de sua relevância para a prestação de serviços regulatórios pode ser estimulado por meio de estudos de valoração e consequente apresentação de indicadores monetários que explicitem os custos econômicos advindos do desflorestamento. Entre outras funções, os resultados obtidos pelos exercícios de valoração são fundamentais para fins pedagógicos. Por meio da técnica de transferência de benefícios, o montante econômico acumulado para o período de 1988 a 2014 foi de aproximadamente R\$ 223 bilhões (preços de 2013), o que equivaleu a quase todo o PIB gerado pela região Norte em um único ano (2012). Estes resultados corroboram a hipótese inicial de que os benefícios intangíveis fornecidos pela Floresta Amazônica possuem valor econômico relevante.

Palavras-chave: serviços ecossistêmicos, custos econômicos, Amazônia.

Abstract. This paper aims to calculate the economic cost of deforestation in the Brazilian Amazon rainforest. As a proxy for such cost we have used monetary estimates of the losses of intangible ecosystem services generated by deforestation. Such services – usually known as regulatory services – are important as they contribute to human well-being. The recognition of the importance of protecting forest ecosystems and their relevance to the provision of regulatory services can be stimulated by valuation studies and the subsequent presentation of monetary indicators that make explicit the economic costs resulting from deforestation. These results can be used mainly for educational purposes. Using the benefit transfer technique, the estimated total economic cost over the 1988-2014 period was about R\$ 223 billion (2013 prices), which amounted to almost one entire GDP generated by the Brazilian Northern region in only one year (2012). These results corroborate our initial hypothesis that the intangible benefits provided by the Amazon Forest have a significant economic value.

Keywords: ecosystem services, economic costs, Amazon.

¹ Universidade Federal do Rio Grande do Norte. Av. Senador Salgado Filho, 3000, Campus Universitário Lagoa Nova, 59078-970, Natal, RN, Brasil.

² Instituto de Economia da Universidade Federal de Uberlândia. Av. João Naves de Ávila, 2121, Campus Santa Mônica, 38.408-100, Uberlândia, MG, Brasil.

Introdução

Com uma área de aproximadamente 6,9 milhões de km², a Amazônia é a maior floresta tropical do mundo. Além de árvores e rios, ela abriga uma das maiores biodiversidades do planeta, fazendo deste bioma um grande prestador de serviços ecossistêmicos. Tais serviços são dos mais variados tipos e vão desde a oferta de produtos florestais madeireiros (frutos, látex, madeiras, ervas, etc.), conhecidos como serviços de provisão, ao controle de ciclos biológicos (nutrientes, estabilidade climática, água, etc.), comumente reconhecidos como serviços de regulação.

Ultimamente, a Amazônia vem sofrendo com a depredação de sua base florestal, especialmente por produtores que buscam expandir as fronteiras de suas propriedades agrícolas. O desconhecimento, por parte da população, dos reais benefícios deste ecossistema e a falta de indicadores que os expressem têm contribuído para o aprofundamento da degradação ambiental. Certamente, os custos de oportunidade impostos aos donos de terras derivados da opção pela conservação de áreas florestais nessa região são significativos. Todavia, são reducionistas os estudos que omitem os benefícios advindos da preservação da cobertura florestal, já que não contrapõem tais custos de oportunidade a estimativas dos ganhos – monetários, inclusive³ – obtidos pela manutenção dos ecossistemas florestais. Nestas situações, análises de custo-benefício da retirada da floresta se tornam limitadas caso uma correta comparação entre os custos e benefícios envolvendo o uso do capital natural não estiver presente.

De maneira geral, os valores da Amazônia são calculados com base em uma ótica mercadológica e sem o devido cuidado para com os valores dos serviços intangíveis, o que faz com que os mesmos fiquem subestimados. Em outras palavras, a decisão de converter a Floresta Amazônica em usos agropecuários nem sempre é acompanhada de uma criteriosa avaliação sobre todos os benefícios gerados pela Amazônia em termos de serviços ecossistêmicos, principalmente em se tratando dos servi-

ços de regulação. Tal fato se torna ainda mais verdade ao se compreender que tais serviços prestados pela floresta têm atributos de bens públicos, como a não rivalidade e não exclusividade. O resultado desta dinâmica é que, de um lado, a renda econômica de um produtor isolado pode aumentar com o aumento do desmatamento, mas, de outro lado, o bem-estar da população em geral é prejudicado em razão da conseqüente perda de serviços ecossistêmicos propiciada pela perda da floresta.

Considerando-se que a Amazônia é um grande repositório de biodiversidade e, portanto, de serviços ecossistêmicos, pretende-se investigar neste trabalho qual o valor econômico da floresta no Brasil a partir das perdas monetárias – em termos de serviços de regulação – advindas de seu desmatamento. Em outras palavras, o objetivo deste trabalho é o de estimar o custo econômico do desmatamento da Amazônia brasileira usando-se como *proxy* a estimativa monetária da perda de serviços ecossistêmicos intangíveis causada pelo desflorestamento⁴. A hipótese básica adotada foi a de que a floresta tem valor econômico relevante e que os benefícios fornecidos por ela vão além da perspectiva reducionista de provisão de bens tangíveis presentes nos mercados. Este trabalho parte, portanto, da premissa de que os valores dos serviços intangíveis – serviços regulatórios em sua maior parte – são importantes e devem ser incorporados nas análises. A técnica de valoração utilizada está ancorada na metodologia de transferência de benefícios (*benefit transfer*).

O artigo está dividido em três seções, além desta introdução e das considerações finais. A primeira descreve o bioma Amazônia como um todo (tamanho, localização, população, etc.), fornecendo as principais características do funcionamento deste ecossistema do ponto de vista de sua dinâmica ecológica, ou seja, biodiversidade da floresta, características biológicas/ecológicas, principais serviços ecossistêmicos prestados pelo bioma, importância da floresta para o Brasil e para o mundo, entre outras. Na segunda seção será feita uma análise da dinâmica do desmatamento da Amazônia no Brasil, abordando suas principais causas,

³ Uma forma de compensação monetária são os chamados Pagamentos por Serviços Ambientais (PSA).

⁴ Os autores reconhecem que outras *proxies* podem ser utilizadas para estimar o custo econômico do desmatamento da Amazônia brasileira. A opção pelas perdas monetárias dos serviços ecossistêmicos intangíveis se deve tão somente à principal intenção deste artigo, qual seja, a apresentação da relevância do valor econômico de tais serviços *vis-à-vis* a problemática do desmatamento como fonte principal da perda destes benefícios. Além disso, há que se reconhecer que os impactos sociais advindos da retirada da floresta não entram diretamente no cômputo do custo do desmatamento.

os incentivos dados pelos governos brasileiros em diferentes momentos e a tendência atual da depredação do ecossistema florestal amazônico. Na quarta e última seção do artigo será calculado o custo econômico do desmatamento a partir de dez serviços ecossistêmicos intangíveis providos pela Floresta Amazônica. As considerações finais encerram o artigo e sistematizam os principais resultados obtidos.

Serviços ecossistêmicos e Amazônia

Recentemente, grande parte das investigações científicas voltadas aos problemas do meio ambiente tem se direcionado ao tema dos serviços ecossistêmicos. Certamente, o interesse por esta temática tem crescido principalmente após a finalização da Avaliação Ecosistêmica do Milênio⁵, iniciativa esta chamada pela Organização das Nações Unidas (ONU) e conduzida entre 2001 e 2005 com o objetivo de avaliar o estado dos ecossistemas mundiais e suas contribuições ao bem-estar humano.

Embora seu conceito seja antigo, o interesse pelos ecossistemas enquanto objeto de pesquisa é relativamente recente, tendo ganhado importância considerável devido à crescente preocupação com as interconexões entre o estado dos ecossistemas, o bem-estar das populações humanas e os impactos negativos que mudanças drásticas nos fluxos de serviços essenciais prestados pelos ecossistemas podem ter sobre o bem-estar das sociedades.

Além de suas características intrínsecas de variabilidade e coevolução, os ecossistemas são profundamente modificados pela ação humana. O sistema econômico interage com o meio ambiente, extraindo recursos naturais (componentes estruturais dos ecossistemas) e devolvendo resíduos. Além disso, altera consideravelmente o espaço em que atua em função de sua expansão. Assim, pode-se dizer que o sistema econômico tem impactos sobre os ecossistemas, sendo tais impactos funções da sua escala (tamanho, dimensão) e do estilo dominante de crescimento econômico (modo pelo qual o sistema econômico se expande).

Os efeitos combinados da escala, cuja expansão se acelerou fortemente nas últimas décadas, e do estilo de crescimento têm conduzido o mundo a uma era em que o capital natural assume o lugar do capital (manufaturado) como o fator limitante do desenvolvimento econômico. Nesse sentido, a lógica econômica de maximização da produtividade do fator mais escasso (e de aumento de sua oferta) deveria estimular o desenho de políticas econômicas voltadas a incrementar a produtividade dos ecossistemas e dos benefícios deles derivados (Daly, 1996; Costanza, 2000)⁶.

No caso específico da Amazônia brasileira, objeto de estudo deste artigo, além de suas árvores e rios, ela abriga diversas espécies de plantas e animais, muitas das quais ainda são desconhecidas pela comunidade científica. A biodiversidade amazônica é composta de pelo menos 40 mil espécies de plantas, 427 mamíferos, 1.294 aves, 378 répteis, 427 anfíbios e cerca de 3 mil peixes. Entretanto, os invertebrados são os que apresentam a maior variedade, tendo em vista que já foram descritas mais de 96 mil espécies por cientistas e pesquisadores (Brasil, 2015).

A conservação da Amazônia em pé tem um importante papel para a manutenção dos serviços ecossistêmicos gerados ao homem. Resumidamente, estes podem ser entendidos como os benefícios diretos e indiretos proporcionados pelos ecossistemas e apropriados pelo homem (Costanza *et al.*, 1997; Daily, 1997; MEA, 2005), sendo considerados, portanto, a interface básica entre o capital natural e o bem-estar humano (MEA, 2005; Andrade, 2015).

Seguindo a definição de Costanza *et al.* (1997), os serviços ecossistêmicos compreendem os benefícios tangíveis e intangíveis fornecidos por ecossistemas naturais e artificiais. Além de funcionar como grande repositório de biodiversidade, a Amazônia também é responsável por propiciar serviços ecossistêmicos dos mais variados tipos, os quais vão desde a oferta de produtos florestais madeireiros e não madeireiros⁷ ao controle de ciclos biológicos (nutrientes, estabilidade climática, água, etc.).

⁵ Ou *Millennium Ecosystem Assessment*, na sigla em inglês. Ver principalmente o relatório MEA (2005). Para uma consulta completa do material produzido por esta iniciativa, sugere-se a visita ao seguinte *website*: <http://www.millenniumassessment.org/en/index.html>.

⁶ Uma discussão interessante sobre os impactos da emergência da abordagem de serviços ecossistêmicos sobre a teoria econômica pode ser encontrada em Andrade e Romeiro (2015).

⁷ Seguindo o MMA (2015), os produtos florestais madeireiros são classificados como aqueles materiais lenhosos passíveis de aproveitamento para serraria, estacas, lenha, poste, moirão, entre outros. Já os produtos florestais não madeireiros são produtos não lenhosos de origem vegetal, tais como resina, cipó, óleo, sementes, plantas ornamentais, plantas medicinais, entre outros, bem como serviços sociais e ambientais, como reservas extrativistas, sequestro de carbono, conservação genética e outros benefícios oriundos da manutenção da floresta.

O ciclo hidrológico na Amazônia contribui para a estabilidade do clima e para a sustentabilidade biótica e abiótica, principalmente na América do Sul. Este ciclo é muito importante para a permanência das espécies vivas e para o equilíbrio do ambiente biofísico-químico, tendo em vista ser o elemento água vital para o meio ambiente. Ademais, a circulação contínua da água é responsável pela sua própria renovação no planeta e distribuição em três grandes reservatórios: oceanos, continentes e atmosfera (Machado e Pacheco, 2010).

Na Amazônia, o ciclo da água depende dos movimentos das correntes de ar provenientes de duas direções opostas. Os ventos alísios, que sopram de leste para oeste, carregam vapor de água do oceano Atlântico e são responsáveis pela precipitação inicial na floresta. A água que cai das chuvas é absorvida pelas raízes das árvores e pelo solo também. Uma parcela dessa água é destinada às plantas para a realização de seu processo metabólico, e a outra parte retorna novamente à atmosfera pela evaporação dos rios e lagos e por um processo chamado de evapotranspiração das árvores. Esta umidade liberada ao ar pela floresta se junta, mais uma vez, com os ventos alísios, e são desviados quando encontram os Andes, promovendo, assim, a distribuição das chuvas para as regiões Centro-Oeste, Sudeste e Sul do Brasil (Fearnside, 2004; Campos e Higuchi, 2009). Todo este processo é conhecido como o fenômeno dos “rios voadores”⁸.

A Floresta Amazônica, portanto, não é responsável por “produzir” as chuvas, mas desempenha um papel fundamental na ciclagem de água e na transferência de umidade tanto na esfera local como regional. Estudos indicam que aproximadamente 50% da água que cai na Amazônia são reciclados, sendo o restante escoado pelos rios. Ainda assim, até 70% da precipitação em São Paulo, na estação chuvosa, depende do vapor de água amazônico (Fearnside, 2004).

É importante destacar que a manutenção de áreas florestadas em margens de rios, morros e montanhas reduz os riscos de erosões, inun-

dações e deslizamentos dos solos. Isso faz com que os sedimentos não sejam carreados para os rios e não impactem na oferta de água por parte dos mesmos. Além disso, as vegetações ripárias também funcionam como depósitos de água e amenizam a rápida perda desta em períodos de estiagem (Seehusen e Prem, 2011).

Mesmo com as fortes chuvas e com a pouca fertilidade dos solos, as árvores da floresta não são impedidas de crescer e sobreviver. A função de reciclagem de nutrientes realizada pelas árvores é a grande responsável pelo equilíbrio do ecossistema florestal amazônico. Este processo funciona como uma retroalimentação contínua entre as plantas e o solo amazônico, ou seja, as raízes das árvores absorvem os nutrientes contidos no húmus da terra e tornam a liberá-los para o enriquecimento dos solos. Apesar disso, somente 14% dos territórios podem ser considerados férteis para a agricultura (Moraes, 2015).

Outra função relevante desempenhada pela Floresta Amazônica em nosso meio é a regulação do clima. Ultimamente, o grande ocasionador dos desequilíbrios climáticos no mundo tem sido o agravamento do fenômeno – até certo ponto natural – de aquecimento da Terra, conhecido como efeito estufa. Tal processo ocorre quando alguns gases, entre eles o dióxido de carbono (CO₂) e demais gases de efeito estufa (GEE), causam a retenção de raios infravermelhos, elevando a temperatura do planeta acima do normal e desequilibrando, assim, todos os processos naturais de suporte à vida⁹. É semelhante ao que ocorre quando uma pessoa se cobre em dias de frio e o cobertor impede a passagem de calor para fora do ambiente, mantendo, desta forma, o corpo aquecido. No caso do planeta Terra, os raios infravermelhos chegam à sua superfície e, após se chocarem com a superfície, são impedidos de voltar ao espaço pela presença da camada (mais espessa) de GEE na atmosfera, causando o aquecimento global (Fearnside, 1999).

Há que se ressaltar que, segundo a grande maioria dos estudiosos do tema, o maior vilão da intensificação deste fenômeno de aqueci-

⁸ Para maiores informações sobre o “fenômeno dos rios voadores” sugere-se a consulta do *website* <http://riosvoadores.com.br/>. De acordo com Salati (2001), os ventos alísios do nordeste resultam na entrada de estimados 10 trilhões de metros cúbicos (m³) por ano, enquanto a descarga média do rio Amazonas, na foz, é de 6,6 trilhões de m³ ao ano, sendo a diferença (3,4 trilhões de m³) necessariamente exportada para outras regiões. Estes números revelam a relevância do serviço ecossistêmico de “fornecimento de água” ofertado pela Floresta Amazônica. Na opinião do pesquisador Philip Fearnside, do Instituto Nacional de Pesquisa da Amazônia (INPA), a crise hídrica da região sudeste brasileira em 2014-2015 contribuiu enormemente para um maior conhecimento sobre o assunto. Todavia, o nível de conscientização ainda é baixo e insuficiente e incapaz de desencadear uma discussão mais aprofundada sobre os impactos *ex situ* de programas de infraestrutura desenvolvidos atualmente na região amazônica (grandes hidroelétricas e rodovias, por exemplo).

⁹ Sobre este tema, sugere-se consultar os relatórios do Painel Intergovernamental sobre Mudanças Climáticas (IPCC, na sigla em inglês).

mento no mundo tem sido a queima de combustíveis fósseis. A matriz energética usada atualmente, baseada principalmente em carvão mineral, petróleo e gás natural, foi – e ainda é – a grande responsável pela elevação das emissões de GEE. Contudo, os combustíveis fósseis não são os únicos responsáveis por lançar o CO₂ na atmosfera. As mudanças de uso do solo, tais como desmatamento, queimadas e práticas agrícolas insustentáveis, também têm contribuído para aprofundar o problema. No Brasil, os três grandes emissores de CO₂ são o desmatamento, com 55%, seguido pela agricultura e pecuária, com 25%, e, por último, as indústrias, que contribuem com 13% de lançamento desse gás na atmosfera (Campos e Higuchi, 2009).

A Amazônia tem extrema importância para a mitigação do aquecimento global. Por um lado, ao reter CO₂ e liberar oxigênio em seu processo de fotossíntese, as plantas da floresta desempenham um papel essencial não só para a sua sobrevivência como também para o homem. Esta troca de gases com a atmosfera contribui para a amenização do efeito estufa e, conseqüentemente, para a estabilidade climática no planeta, fazendo da Amazônia um grande reservatório de CO₂. Por outro lado, a contenção do desmatamento deste ecossistema florestal se mostra crucial para reduzir as emissões de carbono e outros gases que comprometem o clima terrestre, tendo em vista que o desmatamento tropical mundial libera quase 30% da emissão antropogênica líquida total de gases do efeito estufa (Fearnside, 2000).

O espectro de serviços ecossistêmicos ofertados pela Amazônia é bem amplo e heterogêneo. Até agora, destacaram-se pelo menos três serviços (benéficos) gerados pela floresta – regulação/fornecimento de água, ciclagem de nutrientes e regulação do clima – todos eles intangíveis. Além dos serviços de provisão (bens tangíveis), é fato que os benefícios da floresta ultrapassam a ótica economicista, havendo em seu conteúdo atributos ligados às questões morais, sociais, culturais, filosóficas, ecológicas, entre outras, que podem ser de difícil compreensão por parte da população. Um bom exemplo são os serviços culturais propiciados pela Amazônia para as pessoas satisfazerem suas necessidades espirituais, psicológicas e estéticas. Ademais, existem comunidades que têm sua cultura, crenças e modos de vida

intimamente ligados à Floresta Amazônica, como é o caso dos quilombolas, índios, caiçaras, ribeirinhos, entre outros povos.

A dinâmica do desmatamento da Amazônia no Brasil¹⁰

O desmatamento no Brasil representou 16,3% da perda bruta de cobertura florestal entre 2000 e 2005, ao passo que o desmatamento nos trópicos úmidos do Brasil representou 47,8% da perda bruta de florestas úmidas tropicais globais no mesmo período (Hansen *et al.*, 2010). As florestas dos trópicos úmidos contêm os maiores estoques de biodiversidade e de carbono (Strassburg *et al.*, 2010), de forma que a Amazônia brasileira é um caso de enorme relevância. Ademais, ainda que a taxa de desmatamento tenha caído drasticamente no Brasil desde 2004, o contrário aconteceu na Bolívia (Chen *et al.*, 2013), de forma que estimar o custo do desmatamento no Brasil pode vir a ser útil também para os vizinhos sul-americanos.

Diversos indicadores de degradação ambiental podem ser computados para uma floresta tropical, sendo os mais importantes os de liberação de carbono, perda de biodiversidade e mudanças no regime hidrológico (Fearnside, 2005). Isto porque todos eles – assim como outros menos populares, como degradação florestal e erosão do solo – têm alta correlação com o desmatamento, e a maior parte dos estudos tem utilizado a perda de florestas como *proxy* para a degradação ambiental. Este trabalho segue esta tendência e ignora eventuais relações com outras variáveis ambientais (ver Chew [2001] para uma perspectiva de longo prazo sobre o poder explicativo do desmatamento).

A região amazônica possui hoje um modelo de desenvolvimento muito mais sustentável do que há dez anos. Ao mesmo tempo em que o PIB *per capita* continua a se aproximar da média nacional (cresceu 47,7% no município médio amazônico entre 2000 e 2007, frente a 31,6% no município médio brasileiro)¹¹, o desmatamento é de menos de um quinto do que foi em 2004 (Figura 1), o que indica que, em média, a redução do desflorestamento não levou os municípios a se desviarem de uma trajetória de convergência econômica com o resto do país.

¹⁰ Análise baseada principalmente em Vale e Andrade (2012).

¹¹ IBGE (2009, 2007, 2000).

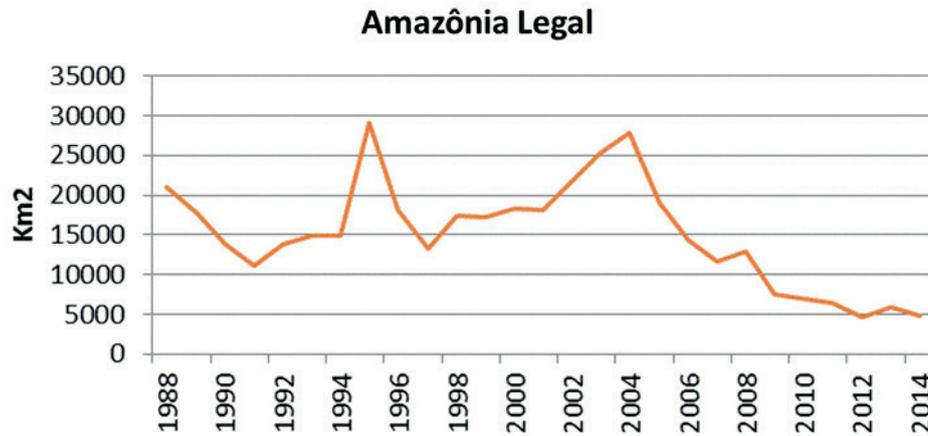


Figura 1. Desmatamento bruto anual na Amazônia Legal, 1988 – 2014.

Figure 1. Annual gross deforestation in the Amazon, 1988 – 2014.

Fonte: Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE).

Os dados da Figura 1 ajudam a compreender a magnitude do avanço que se obteve, mas não esclarecem quais foram as contribuições relativas de cada estado. É possível que alguns estados tenham passado a desmatar mais relativamente ao total da região do que outros. De fato, como se observa na Figura 2, as contribuições relativas dos principais estados ficaram bastante estáveis entre 1996 e 2004, com Mato Grosso quase sempre na dianteira e pouco acima do Pará, mas sofreram alterações importantes a partir de 2005: o estado do Pará aumentou a sua participação no desmatamento da região em 18,1%, ao passo que Mato Grosso a reduziu em 49,2%. O estado de Rondônia ficou estável.

A partir disto surgem interessantes questões: (i) o que exatamente causou essa nítida inversão de trajetória?; (ii) em que regiões do Pará se verificou o maior desmatamento relativo?; (iii) como essas tendências se conectam com a realidade agropecuária desses estados? É interessante notar, todavia, que quase 40% das áreas originalmente cobertas com Floresta Amazônica em Mato Grosso e Rondônia estavam desmatadas em 2010, enquanto no Pará esse número era de apenas 21,9% (Figura 3). Esses são justamente os estados do arco do desmatamento que superam a região amazônica em desmatamento relativo à área originalmente florestada.

O tema da preservação ambiental na Amazônia tem adquirido importância crescente na agenda ambientalista mundial, principalmente em razão do estoque de carbono e da biodiversidade contidos na floresta. A maior ameaça a esses ativos, cada vez mais escassos

no planeta, é a conversão de florestas primárias em pastagens e áreas agrícolas, fenômeno que está geograficamente concentrado no chamado arco do desmatamento, uma faixa côncava de território no Sudeste da Amazônia que abrange mais de 650 mil km², com destaque para a quase totalidade do estado de Rondônia. Levado a cabo pelos mais diversos tipos de agentes, o desflorestamento é a primeira etapa de um complexo sistema produtivo, preponderantemente rural, que dá sustentação aos 5% do PIB nacional gerados pelos 8% da população brasileira (quase 15 milhões de pessoas) que residem nos sete estados da Região Norte do país (IBGE, 2009).

Os estudos econômicos do desenvolvimento da Amazônia brasileira apontam para a existência de um *trade-off* entre preservação da floresta e melhoria do bem-estar econômico (redução da pobreza, aumento da renda), pois enquanto os benefícios da preservação são globais, nacionais, regionais e locais, os custos recaem majoritariamente sobre as populações locais (Igliori, 2005; Vosti *et al.*, 2002). Esse dilema está na base da discórdia entre os intérpretes do desenvolvimento da região: por um lado, os que tendem a enxergá-la como completamente inapta para as atividades agropecuárias, e, por outro, aqueles que a veem como importante celeiro agrícola mundial. Debate que, apesar de raramente ser colocado no contexto mais amplo da teoria econômica, já estava posto, desde meados dos anos 1970, na discussão entre otimistas (Solow, 1991) e pessimistas sobre sustentabilidade (Georgescu-Roegen, 1971).

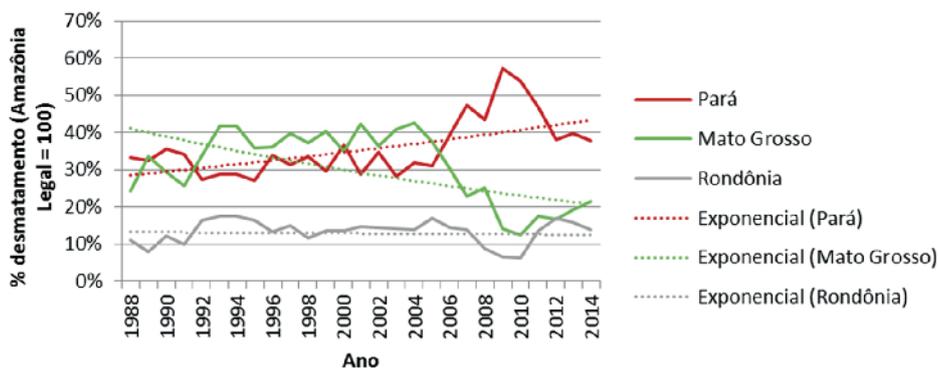


Figura 2 Distribuição por estado do desmatamento da Amazônia Legal, 1988 – 2014.

Figure 2. State distribution of deforestation in the Amazon, 1988 – 2014.

Fonte: INPE.

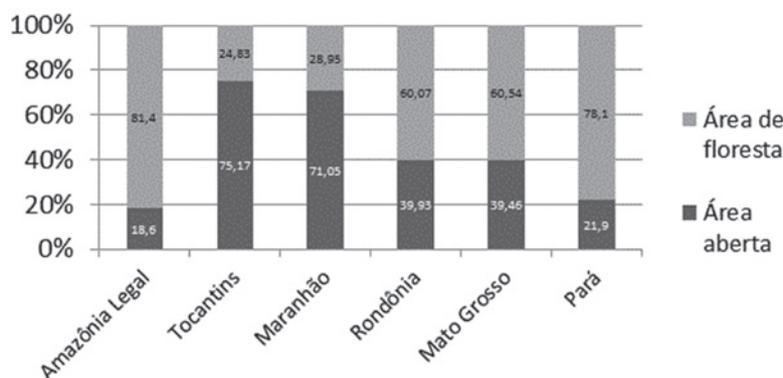


Figura 3. Distribuição entre florestas e áreas abertas das áreas originalmente cobertas por Floresta Amazônica, 2010.

Figure 3. Distribution between forests and open areas of the areas originally covered by Amazon rainforest, 2010.

Fonte: INPE.

A linha de pesquisa de Hotelling-Hartwick-Solow tende a atribuir ao progresso tecnológico o papel de poupador de terra na agricultura, e, com isso, de desmatamento. Na medida em que se avança na direção de uma transição florestal (ponto em que a área florestada de um país ou região passa a crescer, conforme Barbier *et al.* [2010]), ocupando-se terras cada vez mais improdutivas e distantes dos mercados consumidores, há uma elevação do preço das áreas florestadas relativamente ao das áreas abertas, devido à crescente escassez das primeiras. Com isso, há incentivo para que os produtores venham a expandir a produção intensivamente em vez de extensivamente. No limite, quando o preço da terra florestada supera o da terra desflorestada, inverte-se a tendência, passando a ser lucrativo investir em reflorestamento. O sistema de preços levaria, portanto, à intensifi-

cação da produção quando se atingisse o ponto economicamente “ótimo” de conversão de florestas em áreas agropecuárias.

O problema é que, antes de se atingir esse “ótimo”, os serviços ecossistêmicos providos pelas florestas podem ser fatalmente danificados e a existência de resiliência na natureza faz com que mudanças abruptas e irreversíveis possam decorrer da ultrapassagem de limiares de extração de recursos naturais. Como perda de biodiversidade, desregulação hidrológica e emissões de GEE, entre outros problemas decorrentes do desmatamento, não estão incorporados no mecanismo de preços, o preço dos ativos florestais fica persistentemente subestimado, no sentido de que não leva em conta o valor dos serviços ecossistêmicos, levando a um equilíbrio econômico não condizente com o equilíbrio ecossistêmico.

A relação entre desenvolvimento e preservação na Amazônia envolve o estudo de duas dinâmicas que estão intimamente conectadas: a do desmatamento e a da geração de renda. A vasta literatura que procura modelar o desflorestamento, tentando entender o porquê, onde, quando e quanta floresta é convertida em pastagens e terras agrícolas, tem apontado três tipos de variáveis para explicar o desmatamento: (i) causas imediatas: variáveis relativas às características dos agentes responsáveis pelo desflorestamento (tipo de agropecuária praticada – familiar ou patronal –, dotação inicial de recursos, conhecimento, características culturais, etc.) e aos parâmetros que condicionam as suas decisões (instituições, custo da mão de obra, risco, condicionantes agroecológicos, etc.); (ii) fontes do desflorestamento: variáveis de escolha (tipo de uso da terra, investimento em tecnologia, alocação de capital, etc.); (iii) causas subjacentes: variáveis macro e instrumentos de política (políticas governamentais, tecnologia, demografia, entre outras) (Kaimowitz e Angelsen, 1998).

Uma observação consolidada na literatura é a de que a maior parte do desmatamento tem relação com a expansão da pecuária (em 2007, 74% da área desmatada havia se transformado em pastagens, segundo Smeraldi e May [2008, p. 13]). A força da demanda mundial por carne tem impulsionado, principalmente a partir de 1999, com a desvalorização do real, a conversão de áreas de floresta em pastagens para a produção extensiva de gado. Não havendo *enforcement* da legislação ambiental, os produtores rurais estiveram, pelos menos até meados da década de 2000, desimpedidos para desmatar (Fearnside, 2005). Por essa razão, a quase totalidade dos estudos tem se debruçado sobre o entendimento da dinâmica expansiva da pecuária (Arima *et al.*, 2005; Faminow, 1998; Margulis, 2003).

Existe certo consenso quanto às causas da expansão das pastagens na Amazônia no período anterior a 1995, mas é ainda bastante inconclusivo o debate no que concerne ao período pós-Plano Real.

Entre os anos de 1967 e 1979, pesados subsídios governamentais foram direcionados ao setor agropecuario em todo o Brasil (na forma de crédito com juros abaixo da inflação), o que na Amazônia, devido ao baixíssimo preço da terra, induziu à instalação de grandes empreendimentos pecuaristas que, em outras condições, não teriam sido economicamente viáveis (Carrer *et al.*, 2006; Costa, 2000). Ao

mesmo tempo, a construção de infraestrutura rodoviária interligando os principais núcleos urbanos da Amazônia ao Centro-Sul do país, em conjunção com uma forte política de incentivo à colonização da região implementada pelos governos militares (por meio da doação de terras), fez com que levas de agricultores se deslocassem à nova fronteira agrícola, criando assim um mercado consumidor de carne, leite e derivados em região que poucos anos antes era um vácuo em termos de demanda por alimentos. A conjugação desses fatores, aliada ao caráter de *hedge* inflacionário que a terra e o gado exerceram até 1994, fez com que a pecuária se expandisse aceleradamente na Amazônia, não em razão de a atividade ser lucrativa por si mesma, mas devido às condições criadas pelo governo, pela inflação e pelo crescente mercado consumidor (Aldrich *et al.*, 2006; Araújo *et al.*, 2009; Campari, 2005).

Já a partir de 1991, os motivos subsídios e mercado consumidor interno esvaneceram, na medida em que o Estado se desfez de seu papel interventor na economia e a demanda interna passou a ser completamente atendida pelo rebanho da região (Faminow, 1998; Fearnside, 2005). Até 1994, porém, permanecia o motivo *hedge* inflacionário. A partir de então, e até 1998, quando o rebanho amazônico cresceu menos do que nos quatro anos anteriores, o motivo da expansão da pecuária amazônica só pode ter sido o aumento da renda real dos brasileiros, com consequente intensificação da demanda por carnes em todo o país (os setores da suinocultura e avicultura se beneficiaram desse momento bem mais do que a bovinocultura). Já depois de 1998, com a desvalorização do real, o mercado externo se tornou o motor do dinamismo do complexo carnes, o que pode ser aferido pelo crescimento das exportações, que em 2003 elevou o Brasil ao patamar de maior exportador do mundo, ultrapassando a Austrália. Esse choque de demanda, associado ao grande sucesso que tiveram os estados amazônicos no combate à febre aftosa (doença que por muito tempo lhes bloqueou o acesso aos mercados externos), elevou a rentabilidade da pecuária e fez com que seu crescimento não mais dependesse de fatores exógenos (Silva, 2009).

O custo do desmatamento no Brasil

Discutida brevemente a dinâmica do desmatamento na Amazônia brasileira, é preciso conhecer qual o impacto econômico causado pela perda da floresta. É certo que nos últimos

anos o principal motivador da perda de serviços ecossistêmicos na Amazônia tem sido o desmatamento para a expansão da fronteira agropecuária, cujos principais determinantes foram sucintamente apontados na seção anterior. Na maior parte das tomadas de decisões que envolvem o bioma amazônico, os agentes econômicos não levam em conta os reais benefícios que este ecossistema gera aos seres humanos, fazendo com que o saldo deste processo destrutivo não incorpore em sua lógica a perda dos serviços ecossistêmicos. O resultado é uma diminuição significativa de bem-estar da população.

Segundo Andrade (2015), os serviços ecossistêmicos podem ser entendidos como a interface básica entre os ecossistemas e o bem-estar humano, sem os quais não haveria condições de vida no planeta. Assim sendo, devido à importância que os ecossistemas têm para todas as espécies de seres vivos, é necessário conhecer os seus verdadeiros valores para que *policymakers* possam implementar políticas públicas de conservação da floresta amazônica (Andrade, 2013).

Aspectos metodológicos da valoração econômica: a técnica *benefit transfer*

O fato de os serviços ecossistêmicos não possuírem indicadores que expressem seus reais benefícios para o bem-estar humano faz com que não haja incentivos à sua preservação e utilização de forma racional pelos agentes econômicos. Uma maneira de impedir o consumo desordenado dos serviços ecossistêmicos é conferir direitos de propriedades a agentes econômicos específicos. O problema é que esta alternativa não se mostra viável devido ao caráter essencial do capital natural a todas as espécies de vida existentes no planeta. Esta opção também seria inviabilizada pelo gigantismo dos custos de transação gerados em função da grande quantidade de agentes envolvidos. Outra alternativa é a valoração econômica. Esta consiste em atribuir um valor monetário aos recursos ambientais de forma que os custos externos, gerados por um determinado agente, venham a ser internalizados nos preços estipulados.

De acordo com Costanza *et al.* (1997), a tarefa de valorar os serviços ecossistêmicos é inse-

parável das escolhas feitas e decisões tomadas pelos agentes econômicos. Há argumentações de que a valoração desses serviços é complexa, ou até mesmo impossível, devido aos benefícios intangíveis que eles proporcionam ao bem-estar humano¹². A incerteza e o desconhecimento dos verdadeiros impactos destes serviços sobre as vidas terrestres estarão sempre presentes no processo de valoração, o que não exclui os méritos da quantificação desses serviços em termos monetários.

No que tange à valoração econômica, existem vários métodos de avaliação dos serviços ecossistêmicos presentes na literatura, cuja exposição foge ao escopo deste trabalho. O que se deve ter em mente, porém, é que todos eles têm uma só finalidade, qual seja, captar a disponibilidade a pagar (DAP) dos indivíduos pelos benefícios advindos dos ecossistemas.

Dentre as várias técnicas, a técnica utilizada neste trabalho para mensurar o custo econômico da perda de serviços ecossistêmicos derivado do desflorestamento da floresta Amazônica brasileira, no período 1988-2014, foi a transferência de benefícios (*benefit transfer*).

A técnica da transferência de benefícios é um procedimento para a tomada de estimativas de benefícios econômicos de um local específico para aplicação em outro ambiente. O lugar em que as estimativas são tomadas é chamado de local de estudo pelo fato de já ter sido realizada uma avaliação inicial naquela região. Por outro lado, a localidade em que se pretende empregar a técnica é denominada de local para aplicação de política, posto que a transferência de benefícios é parte integrante de uma análise econômica cujo objetivo final é a proposição de uma política governamental (Plummer, 2009).

A principal dificuldade ao empregar esta técnica está em encontrar estudos em lugares semelhantes. Para que não haja problemas na utilização do método, é necessário haver correspondência entre o local de estudo e o local para aplicação de política, ou seja, deve haver semelhanças ambientais, biofísicas, sociais e econômicas de modo a aumentar a precisão das estimativas feitas por esta técnica.

É importante frisar que a técnica da transferência de benefícios não é o melhor método para atribuir valores a bens e serviços, principalmente quando se trata de bens e serviços tão importan-

¹² Ver Andrade (2013) para maiores detalhes sobre a aplicação da valoração ambiental, seus limites e recentes direcionamentos metodológicos para o aperfeiçoamento desta prática.

tes como os recursos naturais. Contudo, devido às dificuldades de obtenção de dados e dos custos de pesquisas iniciais serem demasiadamente elevados, esta técnica está sendo amplamente utilizada em todo o mundo para avaliações de ativos ambientais (Moraes *et al.*, 2009).

O estudo a partir do qual foram tomados os benefícios econômicos para os cálculos aqui desenvolvidos foi o artigo de valoração econômica *The value of the world's ecosystem services and natural capital* (Costanza *et al.*, 1997), publicado na revista *Nature*. Nele, os autores estimaram o valor econômico de 17 serviços ecossistêmicos para 16 diferentes biomas. Para o cálculo das cifras monetárias foi utilizada uma revisão de literatura de mais de 100 estudos, além da contribuição de cálculos originais. Todos os valores foram convertidos para uma só medida e para uma única unidade monetária, de modo que os resultados finais foram expressos em US\$ 1994/ha/ano.

Costanza *et al.* (1997) encontraram que o valor global para os 17 tipos de serviços ecossistêmicos¹³ de 16 diferentes biomas foi por volta de US\$ 33 trilhões por ano. Os maiores valores estimados para todos os biomas, como um todo, foram o da ciclagem de nutrientes com US\$ 17.075/ha/ano, seguido pelos valores culturais com US\$ 3.015/ha/ano e US\$ 2.227/ha/ano para o tratamento de resíduos, sendo todos

estes valores expressos em dólares de 1994. Posteriormente, a partir de outros estudos publicados, Costanza *et al.* (2014) procuraram atualizar os valores obtidos do estudo anterior. O novo montante encontrado foi de aproximadamente US\$ 145 trilhões por ano, a dólares de 2007.

Isto posto, percebe-se que os benefícios florestais ultrapassam a esfera do mercado e suas maiores relevâncias dizem respeito aos valores de uso indireto e de existência, ou seja, àqueles que muitas vezes os indivíduos desfrutam sem saber que estão sendo concedidos pela natureza. Dentro do primeiro grupo destacam-se os serviços de regulação climática, regulação de água, regulação biológica, ciclagem de nutrientes, etc. Os serviços contidos dentro do segundo grupo de valores dizem respeito às questões espirituais, morais, éticas e culturais dos indivíduos, tais como ecoturismo, ambiente para atividades religiosas, espaço para lazer e recreação, entre outros.

Para calcular o valor dos serviços ecossistêmicos perdidos (VSE) em função do desmatamento na Floresta Amazônica brasileira, o primeiro passo foi tomar as estimativas econômicas presentes em Costanza *et al.* (1997) e convertê-las para a moeda brasileira (real), conforme mostra a Tabela 1. A transformação foi feita de acordo com os índices de inflação

Tabela 1. Valor global médio dos serviços ecossistêmicos intangíveis em florestas tropicais de acordo com Costanza *et al.* (1997) (por hectare por ano).

Table 1. Average overall value of intangible ecosystem services in tropical forests according to Costanza *et al.* (1997) (per hectare per year).

Serviços ecossistêmicos	Valores originais (US\$ 1994)*	Valores novos (US\$ 2013)**	Valores convertidos (R\$ 2013)***
Regulação climática	223	350	756
Regulação de distúrbios	5	8	17
Regulação de água	6	9	20
Oferta de água	8	13	27
Controle de erosão	245	385	831
Formação do solo	10	16	34
Ciclagem de nutrientes	922	1449	3126
Tratamento de resíduos	87	137	295
Recreação	112	176	380
Serviços culturais	2	3	7

Notas: (*) valores originais fornecidos pelo trabalho de Costanza *et al.* (1997) em dólares de 1994 (por hectare por ano); (**) valores em dólares de 2013 calculados a partir do índice de preços ao consumidor da economia americana (Fonte: *World Development Indicators*); (***) valores em reais de 2013 convertidos com base na taxa de câmbio média do ano de 2013 (Fonte: Ipeadata).

Fonte: Elaboração própria a partir de Costanza *et al.* (1997).

¹³ Os serviços ecossistêmicos listados por Costanza *et al.* (1997) foram: regulação de gás, regulação climática, regulação de distúrbios, regulação de água, oferta de água, controle da erosão e da sedimentação, formação do solo, ciclagem de nutrientes, tratamento de resíduos, polinização, controle biológico, habitat/refúgio, produção de alimentos, matérias-primas, recursos genéticos, espaço para recreação e ambiente cultural.

da economia norte-americana entre os anos 1994 e 2013 disponíveis no *World Development Indicators* do Banco Mundial. Posteriormente, a conversão foi feita para o real (R\$) com base na taxa de câmbio média de 2013 – US\$ 1 = R\$ 2,1576) – disponibilizada pelo Ipeadata. Desse modo, os resultados deste trabalho estarão expressos em reais constantes de 2013 (World Bank, 2015; Ipeadata, 2015).

Posteriormente, foi calculado o valor de cada serviço ecossistêmico perdido (VSE) em função do desmatamento na Amazônia Legal:

$$VSE_{i,j} = \alpha_i \times \text{área}_j$$

Em que:

$VSE_{i,j}$ = valor do serviço ecossistêmico perdido i no ano j ;

α_i = Cifra monetária do serviço ecossistêmico i (tabela 1 acima);

área_j = área desmatada em hectare no ano j .

Por fim, a agregação dos dez serviços ecossistêmicos para todos os anos fornece o custo econômico do desmatamento (CED) na Amazônia, que foi estimado da seguinte forma:

$$CED = \sum_{m=1988}^{n=2014} VSE_{i,j}$$

Resultados

Utilizando-se os procedimentos metodológicos descritos acima, percebe-se que os mesmos têm valor econômico relevante. Pela Figura 4, constata-se que os serviços ecossistêmicos que apresentaram os maiores valores para todos os anos foram a ciclagem de nutrientes, o controle de erosão e a regulação climática. Por outro lado, os serviços que explicitaram as menores cifras monetárias para todo o período foram os serviços culturais, regulação de distúrbios e regulação de água.

A Figura 5 mostra a trajetória do custo econômico do desmatamento, o qual acompanha de perto a evolução das áreas desmatadas na Amazônia. Sendo assim, é notável que o CED inicia-se com R\$ 11,56 bilhões em 1988, decrescendo até R\$ 6,06 bilhões em 1991. De 1992 em diante, houve um aumento na perda de serviços ecossistêmicos no bioma, atingindo seu ápice no ano de 1995, com um valor de aproximadamente R\$ 15,96 bilhões. Nos anos de 1996 a 1997, há uma queda significativa do desmatamento da Floresta Amazônica, fazendo com que o CED fique abaixo dos R\$ 8 bilhões. O CED volta a subir a partir de 2001, com a expansão da fronteira agropecuária para satisfazer a demanda externa por *commodities*, aprofundada ainda mais no primeiro governo Lula (2003-2006). A partir de 2004, a perda de ser-

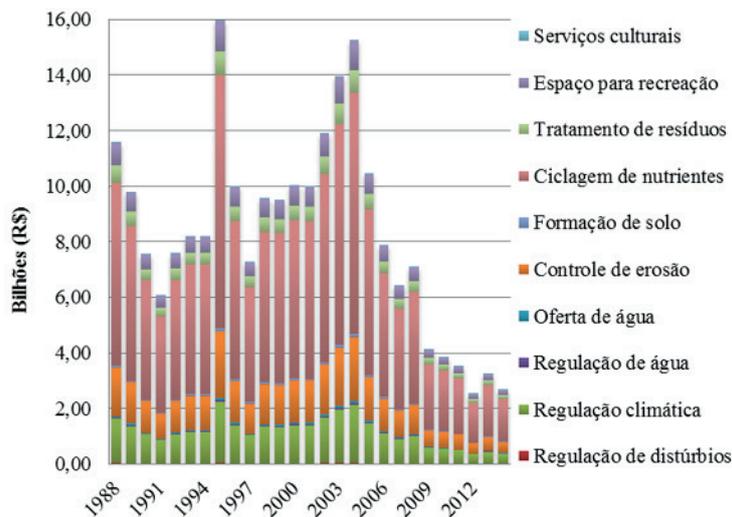


Figura 4. Valor dos serviços ecossistêmicos perdidos em função do desmatamento da Amazônia Legal: 1988-2014 (bilhões de reais de 2013).

Figure 4. Value of ecosystem services lost due to deforestation of the Amazon: 1988-2014 (billion reais 2013).

Fonte: Elaboração própria com dados do INPE (2015) e de Costanza *et al.* (1997).



Figura 5. Custo Econômico do Desmatamento (1988-2014).

Figure 5. Economic Cost of Deforestation (1988-2014).

Fonte: Elaboração própria com dados do INPE (2015) e Costanza *et al.* (1997).

viços ecossistêmicos acarretada pelo desmatamento volta a cair, atingindo seu valor mais baixo durante o período analisado em 2012, com aproximadamente R\$ 2,51 bilhões. A série do valor agregado dos serviços ecossistêmicos perdidos em virtude do desmatamento se encerra em 2014 em torno de R\$ 2,66 bilhões.

Portanto, a depredação, o desmatamento e as queimadas da Floresta Amazônica fazem com que grande parte do conjunto de serviços ecossistêmicos propiciado por ela sejam perdidos, representando perda econômica para a sociedade. Sem tais serviços, as atividades de produção, consumo e sobrevivência de todas as espécies existentes podem ser seriamente comprometidas, levando, assim, a um caos generalizado em todo o planeta.

Há que se ressaltar que os números encontrados para a Floresta Amazônica devem ser encarados como uma aproximação dos reais valores deste bioma e não como o valor deles em si. Saliencia-se também que as estimativas obtidas representam apenas serviços intangíveis e, em sua maioria, de natureza regulatória¹⁴. Tal opção foi feita para enfatizar a relevância dos serviços ecossistêmicos intangíveis e apontar para a limitação inerente a estudos que não os incorporam.

É importante destacar que os ecossistemas possuem importantes fontes de valores que não

são passíveis de mensuração em termos monetários. Além do mais, eles são componentes importantes de suporte às vidas e de manutenção do equilíbrio terrestre, ou seja, os ecossistemas são elementos essenciais para a continuidade dos processos físicos, químicos, biológicos e, principalmente, econômicos e sociais.

Como já salientado neste trabalho, a técnica da transferência de benefícios utilizada pode conter alguns vieses em seus resultados, o que não elimina o *approach* oferecido pela valoração econômica. Mesmo com todas as suas limitações, o exercício inicial de valoração feito nesta subseção contradiz o senso comum e corrobora a hipótese de que os recursos naturais possuem valor econômico substancial muito além daqueles explícitos no mercado.

Considerações finais

A principal contribuição deste artigo foi mostrar a importância da Floresta Amazônica para o bem-estar humano como prestadora de serviços ecossistêmicos intangíveis, ou seja, aqueles que muitas vezes a população desfruta sem saber que estão sendo concedidos por este grande ecossistema. A hipótese adotada foi de que a Amazônia possui valor econômico substancial e que os serviços ecossistêmicos ofertados pela mesma não podem ser reduzi-

¹⁴ Importante ressaltar, ainda, que não foram incluídos outros tipos de custos advindos do desmatamento, como, por exemplo, o custo social.

dos simplesmente a produtos florestais madeiros e não madeiros, os quais já estão presentes e precificados nos mercados convencionais. Isso porque a categoria dos serviços de regulação assume fundamental importância quando se analisa o papel deste bioma para a manutenção da qualidade do meio ambiente.

Sendo assim, a elaboração de políticas públicas com vistas à conservação do meio ambiente e, em particular, da maior floresta tropical do mundo é fundamental para a manutenção de todas as formas de vida e de todas as relações políticas, sociais e econômicas existentes no planeta. O fato de os componentes do capital natural serem encarados como bens públicos pela teoria econômica convencional faz com que não haja nenhuma forma de incentivo à sua preservação e/ou utilização de forma racional. Sem dúvidas, o primeiro passo para a atuação de governos é o conhecimento dos valores dos serviços ecossistêmicos ofertados pelo meio ambiente.

A valoração econômica aqui feita contou com a técnica da transferência de benefícios e calculou o custo econômico do desmatamento na Amazônia Legal por meio das perdas de serviços ecossistêmicos intangíveis causados pelo desflorestamento. O montante calculado para o período de 1988 a 2014 foi de aproximadamente R\$ 223 bilhões a preços de 2013, o que é ligeiramente inferior ao PIB gerado pela região Norte do Brasil a preços correntes em 2012, que foi de cerca de R\$ 231,4 bilhões (IBGE, 2014). Isto é, este estudo apontou que a perda econômica gerada pelo desmatamento da Floresta Amazônica em termos de serviços ecossistêmicos intangíveis no período 1988-2014 equivaleu a aproximadamente toda a produção econômica da região Norte em 2012.

Este resultado corrobora, assim, a hipótese inicial de que os benefícios intangíveis fornecidos pela Floresta Amazônica possuem valor econômico relevante. Os valores mais altos da série ocorreram no ano de 1995, com R\$ 15,96 bilhões, e em 2004, com R\$ 15,26 bilhões. Por outro lado, a menor cifra encontrada foi para o ano de 2012, com R\$ 2,51 bilhões. Os serviços ecossistêmicos que apresentaram as maiores cifras monetárias para todos os anos foram a ciclagem de nutrientes, o controle de erosão e a regulação climática. Por outro lado, os serviços que explicitaram os menores valores para todo o período foram os serviços culturais, regulação de distúrbios e regulação de água.

Baseado nestes resultados, pode-se afirmar que a ação governamental com vistas à

conservação do meio ambiente e, em especial, da Amazônia torna-se crucial. Os indicadores estimados neste trabalho podem subsidiar a elaboração de políticas públicas para esta finalidade. Mais importante, os resultados aqui trazidos são de fundamental importância para a conscientização da população em geral, principalmente os economistas mais tradicionais, os quais tendem a enxergar apenas valores transacionados no mercado.

Referências

- ALDRICH, S.; WALKER, R.; ARIMA, E.; CALDAS, M. 2006. Land-cover and land-use change in the Brazilian Amazon: smallholders, ranchers and frontier stratification. *Economic Geography*, 82(3):265-288.
<http://dx.doi.org/10.1111/j.1944-8287.2006.tb00311.x>
- ANDRADE, D.C.; ROMEIRO, A.R. 2015. A emergência da abordagem de serviços ecossistêmicos: implicações teóricas e práticas para os economistas. In: P. de SOUZA (org.), *Brasil, sociedade em movimento*. Rio de Janeiro, Paz e Terra, p. 205-212.
<http://dx.doi.org/10.15628/holos.2015.2125>
- ANDRADE, D.C. 2015. Elementos facilitadores do entendimento das interfaces entre sistemas naturais e socioeconômicos. *Holos*, 2:155-168.
- ANDRADE, D.C. 2013. *Valoração econômico-ecológica: bases conceituais e metodológicas*. 1ª ed., São Paulo, Annablume, 268 p.
- ARAÚJO, C.; BONJEAN, C.A.; COMBES, J.L.; MOTTEL, P.C.; REIS, E. 2009. Property rights and deforestation in the Brazilian Amazon. *Ecological Economics*, 68(8-9):2461-2468.
<http://dx.doi.org/10.1016/j.ecolecon.2008.12.015>
- ARIMA, E.; BARRETO, P.; BRITO, M. 2005. *Pecuária na Amazônia: tendências e implicações para a conservação ambiental*. Belém, Imazon, 76 p.
- BARBIER, E.; URGESS, J.; GRAINGER, A. 2010. The forest transition: Towards a more comprehensive theoretical framework. *Land Use Policy*, 27(2):98-107.
<http://dx.doi.org/10.1016/j.landusepol.2009.02.001>
- BRASIL, WWF. 2015. Bioma: Por dentro da floresta amazônica. Disponível em: http://www.wwf.org.br/natureza_brasileira/areas_prioritarias/amazonia1/bioma_amazonia/. Acesso em: 24/01/2015.
- CAMPARI, J. 2005. *The economics of deforestation in the Amazon – Dispelling the myths*. Cheltenham, Edward Elgar, 237 p.
<http://dx.doi.org/10.4337/9781845425517>
- CAMPOS, M.T.; HIGUCHI, F.G. 2009. *A Floresta Amazônica e seu papel nas mudanças climáticas*. Manaus, Secretaria de Estado do Meio Ambiente e Desenvolvimento Sustentável, 36 p. Disponível em: <http://www.ipam.org.br/uploads/livros/c8dde46d01c1ec9d20bb4076ce52465778d798bc.pdf> Acesso em: 28/02/2014.
- CARRER, C.C.; CARDOSO, J.L.; AFERRI, G.; RIBEIRO, M.; OLIVEIRA, N. 2006. Alguns aspectos da política creditícia e o desenvolvimento da

- pecuária de corte no Brasil. *Ciência e Agrotecnologia*, **31**(5):1455-1461.
<http://dx.doi.org/10.1590/S1413-70542007000500028>
- CHEN, Y.; MORTON, D.; YUFANG, J.; COLLATZ, G.J.; KASIBHATLA, P.S.; WERF, G.; DEFRIES, R.; RANDERSON, J. 2013. Long-term trends and interannual variability of forest, savanna and agricultural fires in South America. *Carbon Management*, **4**(6):617-638.
<http://dx.doi.org/10.4155/cmt.13.61>
- CHEW, S. 2001. *World ecological degradation: Accumulation, urbanization and deforestation*, 3000 B.C. – 2000 A.D. Oxford, Altamira Press, 223 p.
- COSTA, F.A. 2000. *Formação agropecuária da Amazônia: os desafios do desenvolvimento sustentável*. Belém, Núcleo de Altos Estudos Amazônicos, 347 p.
- COSTANZA, R., DE GROOT, R.S., SUTTON, P., VAN DER PLOEG, S., ANDERSON, S. J., KUBISZEWSKI, I., FARBER, S., TURNER, K. R. 2014. Changes in the global value of ecosystem services. *Global Environmental Change*, **26**:152-158. Disponível em: <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0959378014000685>. Acesso em: 28/02/2014.
<http://dx.doi.org/10.1016/j.gloenvcha.2014.04.002>
- COSTANZA, R.; D'ARGE, R.; DE GROOT, R.S.; FARBER, S.; GRASSO, M.; HANNON, B.; LIMBURG, K.; NAEEM, S.; O'NEILL, R.V.; PARUELO, J.; RASKIN, R.G.; SUTTON, P.; VAN DEN BELT, M. 1997. The value of the world's ecosystem services and natural capital. *Nature*, **387**:253-260.
<http://dx.doi.org/10.1038/387253a0>
- COSTANZA, R. 2000. Social goals and the valuation of ecosystem services. *Ecosystems*, **3**(1):4-10.
<http://dx.doi.org/10.1007/s100210000002>
- DAILY, G. 1997. *Nature's services: Societal dependence on natural ecosystem*. Washington, DC, Island Press, 392 p.
- DALY, H.E. 1996. *Beyond growth: The economics of sustainable development*. Boston, Beacon Press, 253 p.
- FAMINOW, M. 1998. *Cattle, deforestation and development in the Amazon: An economic, agronomic and environmental perspective*. Oxon, CAB International (Centro para Agricultura e Biociências), 253 p.
- FEARNSIDE, P.M. 2005. Deforestation in Brazilian Amazonia: History, rates and consequences. *Conservation Biology*, **19**(3):680-688.
<http://dx.doi.org/10.1111/j.1523-1739.2005.00697.x>
- FEARNSIDE, P.M. 2000. Greenhouse gas emissions from land use change in Brazil's Amazon region. In: R. LAL; J.M. KIMBLE; B.A. STEWART (org.), *Global climate change and tropical ecosystems: Advances in soil science*. Boca Raton, CRC Press, p. 231-249.
- FEARNSIDE, P.M. 2004. A água de São Paulo e a floresta amazônica. *Ciência Hoje*, São Paulo, abril 2004, p. 63-65.
- FEARNSIDE, P.M. 1999. Desmatamento e o efeito estufa. *MO Jornal do Comércio*, Manaus, 29 nov., p. 7.
- GEORGESCU-ROEGEN, N. 1971. *The entropy law and the economic process*. Cambridge, Harvard University Press, 547 p.
<http://dx.doi.org/10.4159/harvard.9780674281653>
- HANSEN, M.C.; STEHMAN, S.V.; POTAPOV, P.V. 2010. Quantification of global gross forest cover loss. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, **107**(19):8650-8655.
<http://dx.doi.org/10.1073/pnas.0912668107>
- IGLIORI, D.C. 2005. *Spatial economics of conservation and development: Essays on land use in the Brazilian Amazon*. Cambridge, UK. Tese de PhD. Universidade de Cambridge, 160 p.
- INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). 2014. Contas regionais do Brasil 2012. Rio de Janeiro, IBGE, 55 p.
- INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). 2009. Contas regionais do Brasil 2003-2007. Rio de Janeiro, IBGE, 87 p.
- INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). 2007. Contagem da População 2007. Rio de Janeiro, IBGE, 311 p.
- INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). 2003. Censo 2000. Rio de Janeiro, IBGE, 178 p.
- INSTITUTO NACIONAL DE PESQUISAS ESPACIAIS (INPE). 2015. Projeto PRODES – Monitoramento da Amazônia brasileira por satélite. Disponível em: http://www.obt.inpe.br/prodes/prodes_1988_2014.htm. Acesso em: 10/02/2015.
- IPEADATA. 2015. Taxa de câmbio no Brasil. Disponível em: www.ipeadata.gov.br/. Acesso em: 09/02/2015.
- KAIMOWITZ, D.; ANGELSEN, A. 1998. *Economic models of tropical deforestation – A review*. Bogor, Centre for International Forestry Research, 140 p.
- MACHADO, A.L.S.; PACHECO, J.B. 2010. Serviços ecossistêmicos e o ciclo hidrológico da Bacia Hidrográfica Amazônica – the biotic pump. *Revista Geonorte*, **01**(01):71-89.
- MARGULIS, S. 2003. *Causes of deforestation of the Brazilian Amazon*. Washington D.C., EUA, BIRD / Banco Mundial, 80 p.
<http://dx.doi.org/10.1596/0-8213-5691-7>
- MILLENNIUM ECOSYSTEM ASSESSMENT (MEA). 2005. *Ecosystem and human well-being: Synthesis*. Washington, D.C. Island Press, 155 p.
- MMA, Ministério do Meio Ambiente. Produtos Madeireiros e Não Madeireiros. Disponível em: http://www.mma.gov.br/florestas/manejo-florestal-sustent%C3%A1vel/produtos_madeireiros-e-n%C3%A3o-madeireiros. Acesso em: 17 jun. 2015.
- MORAES, A.S.; SAMPAIO, Y.; SEIDL, A. 2009. Quanto vale o Pantanal? A valoração ambiental aplicada ao Bioma Pantanal. Corumbá, EMBRAPA. Disponível em: <http://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/CPAP-2010/57310/1/DOC105.pdf>. Acesso em: 28/02/2014.
- MORAES, D. 2015. Bioma Amazônia. Disponível em: <http://www.invivo.fiocruz.br/cgi/cgilua.exe/sys/start.htm?infoid=958&sid=2>. Acesso em: 03/02/2015.
- PLUMMER, M.L. 2009. Assessing benefit transfer for the valuation of ecosystem services. *Frontiers in Ecology and the Environment*, **7**(1):38-45.
<http://dx.doi.org/10.1890/080091>

- RIOS VOADORES. 2015. Fenômeno dos rios voadores. Disponível em: <http://riosvoadores.com.br/o-projeto/fenomeno-dos-rios-voadores/>. Acesso em: 26/01/2015.
- SALATI, E. 2001. Mudanças climáticas e o ciclo hidrológico na Amazônia. In: V. FLEISCHRESSER (ed.), *Causas e dinâmicas do desmatamento na Amazônia*. Brasília, Ministério do Meio Ambiente, p. 153-172.
- SEEHUSEN, S.E.; PREM, I. 2011. Por que pagamentos por serviços ambientais?. In: F.B. GUEDES; S.E. SEEHUSEN (ed.), *Pagamentos por serviços ambientais na Mata Atlântica: lições aprendidas e desafios*. Brasília, MMA, p. 15-54. Disponível em: http://www.mma.gov.br/estruturas/202/_arquivos/psa_na_mata_atlantica_licoes_aprendidas_e_desafios_202.pdf. Acesso em: 28/02/2014.
- SILVA, J.H.G. 2009. Economic causes of deforestation in the Brazilian Amazon: An empirical analysis of the 2000s. In: Encontro da ANPEC, 37, Foz do Iguaçu, Associação Nacional de Pós-Graduação em Economia, 2009. *Anais...* Foz do Iguaçu, 20 p.
- SMERALDI, R.; MAY, P. 2008. *O reino do gado: uma nova fase na pecuarização brasileira*. São Paulo, Amigos da Terra Amazônia Brasileira, 41 p.
- SOLOW, R. 1991. Sustainability: An economist's perspective. The eighteenth J. Seward Johnson lecture to the Marine Policy Center, Woods Hole Oceanographic Institution. In: R. DORFMAN; N. DORFMAN (org.), *Economics of the environment: selected readings*. New York, Norton, p. 179-187.
- STRASSBURG, B.; KELLY, A.; BALMFORD, A.; DAVIES, R.; GIBBS H.; LOVETT, A.; MILES, L.; ORME, D.; PRICE, J.; TURNER, K. 2010. Global congruence of carbon storage and biodiversity in terrestrial ecosystems. *Conservation Letters*, 3(2):98-105. <http://dx.doi.org/10.1111/j.1755-263X.2009.00092.x>
- VALE, P.M.; ANDRADE, D.C. 2012. Comer carne e salvar a Amazônia? A produtividade da pecuária em Rondônia e sua relação com o desmatamento. *Estudos Sociedade e Agricultura*, 20:53-71.
- VOSTI, S.; WITCOVER, J.; CARPENTIER, C.L. 2002. Agricultural intensification by smallholders in the western Brazilian Amazon. Washington, D.C., IFPRI (Instituto Internacional de Pesquisa sobre Políticas Alimentares), 135 p.
- WORLD BANK. 2015. World Development Indicators – Consumer Price Index in the United States of America. Disponível em: <http://data.worldbank.org/country/united-states>. Acesso em: 08/02/2015.

Submetido: 27/01/2016

Aceito: 05/02/2016