

Finalmente gostaríamos de acrescentar que os resultados da simulação do desmatamento são apresentados somente com fins comparativos e, portanto, não devem ser usados para gerar créditos de carbonos, uma vez que as linhas de base projetadas são altamente questionáveis devido a alterações drásticas nas trajetórias de desmatamento em resposta a mudanças em circunstâncias complexas [19]. Além disso, em vez de projetos de REDD+, os pagamentos por serviços ambientais, em geral, se baseiam em uma lógica de projetos individuais, sendo que estes devem ser negociados e executados sob um quadro institucional nacional, departamental, para que o esquema possa ser bem sucedido [20]. Sob essa visão, REDD+ deve ser parte de uma estratégia de planejamento regional que incorpora também outros usos dos solos, como turismo, extração sustentável de madeira, consolidação de áreas naturais protegidas e suporte aos moradores da floresta que procuram explorar os recursos de forma sustentável [10].

Referências

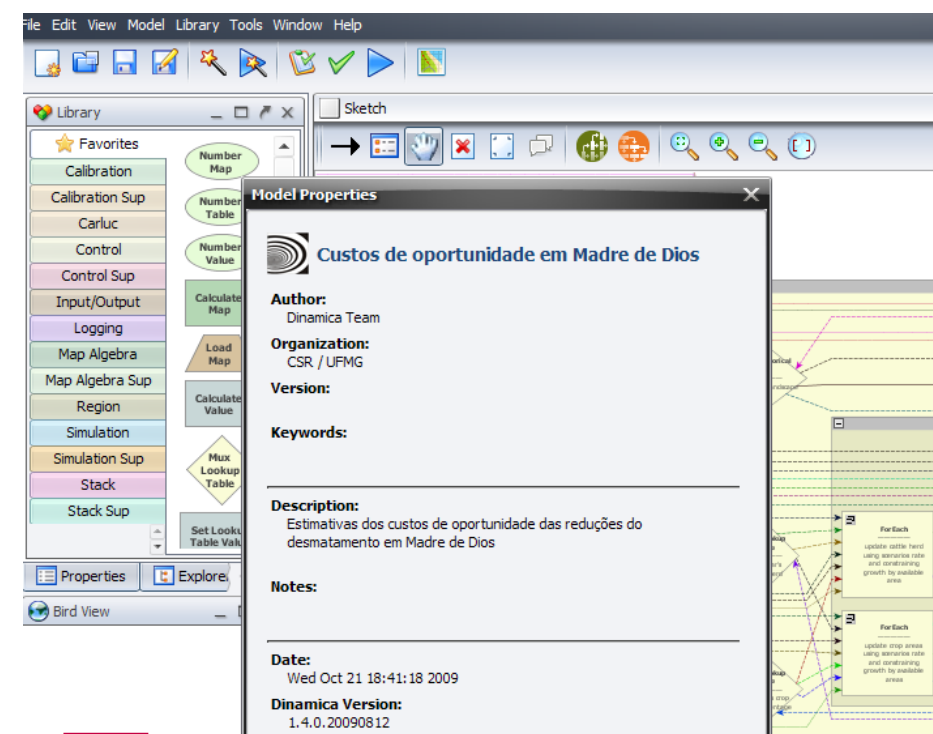
- [1] Ministerio del Ambiente (2009) Mapa de Deforestación de la Amazonía Peruana – 2000
- [2] Soares-Filho, B.S. et al. (2006) Modelling conservation in the Amazon Basin. *Nature* 440:520-523.
- [3] Swenson et al. (2011) Gold-mining in the Peruvian Amazon: Global Prices, Deforestation, and Mercury Imports. *PLoS One* 6.
- [4] Yu, D.W., et al. (2010) Conservation in Low-Governance Environments. *Biotropica* 42, 569-571.
- [5] Asner, G.P., et al. (2010) High-resolution forest carbon stocks and emissions in the Amazon. *Proc. Natl. Acad. Sci. U. S. A.* 107, 16738-16742.
- [6] Gobierno Regional de Madre de Dios – Instituto de Investigaciones de la Amazonía Peruana (2009) Propuesta de Zonificación Ecológica y Económica del Departamento de Madre de Dios.
- [7] Instituto de Pesquisa Ambiental da Amazônia (2010) Governo de Madre de Dios (Peru) intenciona desenvolver um programa regional de REDD. Available at: <http://www.ipam.org.br/mais/noticiasitem?id=876>
- [8] Norton-Griffiths et al. (1995) The opportunity costs of biodiversity conservation in Kenya. *Ecol. Econ.* 12:125-139.
- [9] Naidoo, R. et al. (2006) Integrating economic costs into conservation planning. *Trends Ecol. Evol.* 21:681-687.
- [10] Nunes, F. et al. (in review) Economic benefits of forest conservation: assessing the potential rents from Brazil nut concessions in Madre de Dios, Peru, to channel REDD+ investments. *Env. Con.*
- [11] Vera-Diaz, M.C. et al. (2008) An interdisciplinary model of soybean yield in the Amazon Basin: The climatic, edaphic, and economic determinants. *Ecol. Econ.* 65:420-431.
- [12] Bowman, M.S. et al. (2011) Persistence of cattle ranching in the Brazilian Amazon: A spatial analysis of the rationale for beef production. *Land Use Policy* (in press).
- [13] Giudice, R. et al. Timber concessions in Madre de Dios: are they a good deal? *Ecol. Econ.* (in review).
- [14] Saatchi, S.S., et al. (2007) Distribution of aboveground live biomass in the Amazon basin. *Glob. Change Biol.* 13:816-837.
- [15] Asner, G. P. Tropical Forest Carbon Assessment: Integrated Satellite and Airborne Mapping Techniques. Department of Global Ecology, Carnegie Institution.
- [16] Soares-Filho, B.S. et al. (2010a) Modeling environmental dynamics with Dinamica EGO – Guidebook. Available at: <http://www.csr.ufmg.br/dinamica/>
- [17] Glave, M. & Borasino, E. (2010) Costo de oportunidad en el marco de los mecanismos REDD para la región de Madre de Dios. (No publicado).
- [18] Mosquera, C., et al. (2009) Estudio diagnóstico de la actividad minera artesanal en Madre de Dios. Available at: http://www.minam.gob.pe/mn-ilegal/images/files/estudio_diagnostico_mineria_artesanal_madredios.pdf

[19] Soares-Filho, B.S. et al. (2010b) Role of Brazilian Amazon protected areas in climate change mitigation. *Proc. Natl. Acad. Sci.* 107:10821-10826.

[20] Nepstad, D. et al. (2009) The End of Deforestation in the Brazilian Amazon. *Science* 326:1350-1351.



O software *Dinamica EGO* é uma plataforma de computação de modelagem ambiental pública e gratuita, desenvolvida por pesquisadores do Centro de Sensoriamento Remoto da Universidade Federal de Minas Gerais. Esta foi usada para o desenvolvimento deste modelo. Entre no site www.csr.ufmg.br/dinamica ou contacte-nos no email dinamica@csr.ufmg.br para mais informações sobre o uso, aplicações e formação.



CSR
CENTRO DE SENSORIAMENTO REMOTO



UFMG



The Woods Hole
Research Center



**IPAM - INSTITUTO DE PESQUISA
AMBIENTAL DA AMAZÔNIA**

Apoio:



Promovendo Parcerias Entre Conservação Florestal e Desenvolvimento Sustentável na Amazônia



Os custos de oportunidade de redução do desmatamento de Madre de Dios, Peru

Historicamente, o desmatamento em madre de Dios tem sido considerado baixo. No entanto, projetos de infraestrutura atuais e novas ameaças de desmatamento podem mudar essa tendência. Para melhorar essa situação, o Governo Regional de Madre de Deus está promovendo a execução do Zoneamento Ecológico Econômico e projetos do REDD. Essas medidas impõem um custo, o custo de oportunidade, de redução das emissões por desmatamento e emissão de dióxido de carbono (CO₂) na atmosfera, como a emitida pela pecuária. O custo de oportunidade em Madre de Dios é relativamente baixo (~US\$2.61/tCO₂). Esse resultado sugere que a redução do desmatamento para o ano de 2030 é possível, já que os custos de oportunidade poderiam ser compensados. No entanto, as elevadas rendas de mineração não poderiam ser compensadas e devem ser cuidadosamente levadas em conta. Com este estudo buscamos contribuir com o planejamento regional territorial, já que mostramos que tipos de uso do solo proporcionariam maiores reduções de desmatamento, sugerindo ainda onde os projetos de REDD deveriam ser priorizados.

O Departamento de Madre de Dios apresenta mais de 90% do seu território coberto por florestas [1]. Apesar de o desmatamento histórico ser baixo (menos de 3% do desmatamento total no Peru ocorreu em Madre de Deus entre 1990 e 2000) [1], atualmente, ele vem crescendo devido a novos projetos de infraestrutura [2], preços do ouro [3], e má administração do governo [4]. Entre 1999 e 2009 foram desmatados 47,140 ha por causa da pecuária e da agricultura, e foram degradados 17,740 ha, o que representou uma emissão total de 17 milhões de tCO₂ [5]. Prevê-se que projetos de infraestrutura, como a pavimentação da Rodovia Interoceânica Sul (RIS), que conecta o Brasil aos grandes portos do Pacífico no Peru, poderiam aumentar o desmatamento, ao aumentar a demanda por terras como consequência do desenvolvimento de novos mercados e custos de transporte reduzidos [2]. Além disso, o alto preço do ouro ligado a um contexto de má governação em Madre de Dios tem colaborado com o aumento do desmatamento nas proximidades da RIS [3].

O Governo de Madre de Dios (GOREMAD) promove o uso sustentável de recursos naturais ao aplicar o “Zoneamento Ecológico Econômico” [6] e está contribuindo com projetos de REDD (Redução das Emissões por Desmatamento e Degradação) para contrabalancear o aumento potencial do desmatamento [7]. Essas ações buscam reduzir o desmatamento e promover o desenvolvimento sustentável do Departamento. Contudo, isso tem um custo para os usuários de terra; o custo de oportunidade de redução do

desmatamento, que pode ser entendido como as rendas perdidas por não desenvolver atividades econômicas que desmatem e emitem CO₂ na atmosfera, como a pecuária. Muitas vezes, os benefícios diretos do aproveitamento florestal, como a colheita de castanha, não cobrem totalmente os custos [8]. No entanto, o mecanismo REDD poderia ser uma maneira de compensar estes custos, se o preço de CO₂ for suficientemente elevado. Além disso, outros custos devem ser considerados, como os custos de transação e manejo [9]. Os fundos provenientes de REDD poderiam ser usados para promover o uso sustentável das florestas ao aumentar a produtividade e rentabilidade dos usos florestais [10].

A fim de promover a redução das emissões por desmatamento em Madre de Dios, assim como o desenvolvimento sustentável de sua economia, estimamos os custos de oportunidades de redução do desmatamento para determinar os níveis mínimos de remuneração aos usuários da terra e para identificar as áreas onde projetos de REDD devem ser priorizados.

Estimativa dos custos de oportunidade

Os custos de oportunidades de redução das emissões por desmatamento em Madre de Dios foram mapeados utilizando modelos espaciais explícitos da renda potencial da produção de soja [11], cana-de-açúcar, pecuária [12], agricultura familiar, extração de madeira [13], e colheita de castanha [10] (www.csr.ufmg.br/map/). Todos esses modelos levam em conta os custos e preços locais, assim como a localização espacial de variáveis biofísicas, de infraestrutura, e tipos de usos da terra para estimar rendas anuais (US\$/há). O valor presente líquido (VPL) de cada uma dessas atividades econômicas é estimado para um período de 30 anos ao somar as rendas anuais, utilizando uma taxa de desconto de 5% anual para cada unidade de área (500m²). O mapa de custo de oportunidade é uma integração algébrica de todas as superfícies de VPL, na qual, primeiro, o maior VPL das atividades que provocam desmatamentos (soja, cana-de-açúcar, pecuária e agricultura) é escolhido e designado a cada unidade de área correspondente. Segundo, a soma de todos os VPL das atividades que não causam desmatamentos (extração sustentável de madeira e colheita de castanha) é o resultado do primeiro VPL calculado; supomos que estas três atividades são compatíveis entre elas. Finalmente, o resultado é dividido por um mapa de teor de carbono no solo derivado de Saatchi ET AL. [14] (1 tonelada de biomassa = 0.5 toneladas de carbono) (CO₂/ha). Assumimos que 85% de carbono na biomassa é emitido na atmosfera por desmatamento.

Identificamos as áreas onde as reduções são mais prováveis de ocorrer. Para isto, executamos um modelo de simulação de desmatamento que considera dois cenários de taxas de desmatamento: um utiliza a taxa histórica de desmatamento de 6,657 há/ano [15] e o segundo utiliza as taxas que acabariam com o desmatamento em 2030, mantendo-o em zero até 2050 (Fig.1). Essa simulação foi desenvolvida utilizando a plataforma de modelamento e análise ambiental Dinamica EGO, que calcula um mapa de probabilidade de desmatamento baseado no efeito histórico de uma série de variáveis espaciais de infraestrutura, biofísicas e de uso do solo (e.x. distância da rodovia, tipos de solos, áreas protegidas) na localização do desmatamento

na paisagem [16]. O modelo foi calibrado utilizando mapas de cobertura do solo para 1990-2000, e em seguida validado para o período de 2000-2005. Obtivemos uma similaridade de 80% utilizando uma janela de comparação de 7 Km [16] entre a localização de manchas de desmatamento histórico e os simulados. Entre os anos 2005 e 2050 executamos as duas simulações (www.ufmg.csr.br/map/). A diferença da área desmatada entre os dois mapas resultantes simulados, para cada ano, é a redução do desmatamento atingido pelo objetivo proposto e indicação de sua localização. Esse conjunto de mapas é finalmente usado para construir o mapa de custos de oportunidade de redução das emissões por desmatamento, em que as áreas

onde o desmatamento seria reduzido se sobrepõem aos custos de oportunidade estimados (US\$/tCO₂).

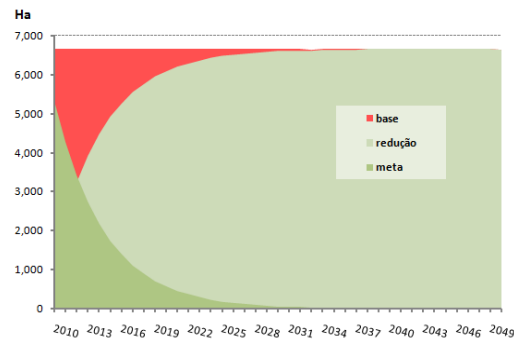


Fig.1. Projeções de desmatamento (em hectares) de linha de base e meta, e a correspondente redução do desmatamento em Madre de Deus.

Custos de oportunidade de redução de emissões de desmatamento em Madre de Deus.

Descobrimos que as emissões podem ser reduzidas em ~83 milhões de tCO₂ entre 2010 e 2050, (Fig.2). Essa redução representa um custo de oportunidade total de US\$624 milhões em receitas líquidas perdidas, o que é equivalente a um custo médio de US\$2.61/tCO₂ reduzido (Fig.3). Esse custo médio é muito menor que os preços de carbono usualmente considerados no mercado (~US\$10.00/tCO₂), sugerindo que a redução do desmatamento em Madre de Dios é possível, dado que o preço a ser pago aos usuários da terra compensaria e superaria o seu custo de oportunidade por manter a floresta em pé.

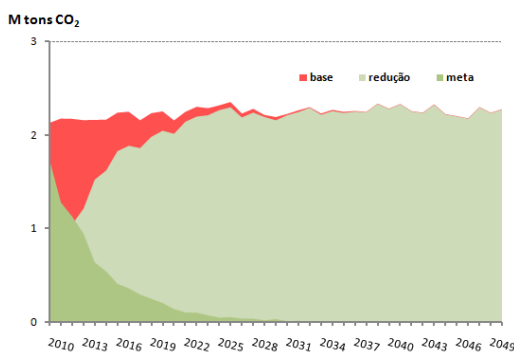


Fig.2. Redução potencial de emissões de CO₂ (em milhões de tCO₂) por desmatamento ao alcançar a meta de redução planejada.

Além disso, avaliamos o potencial de redução de emissões e os custos de oportunidade associados aos

tipos de uso do solo (Tabela 1). Descobrimos que a maior quantidade de reduções de emissões poderia ocorrer dentro das concessões de castanha. Essas concessões estão sujeitas a maiores pressões de desmatamento e, portanto, devem ser priorizadas para o desenvolvimento de projetos de REDD [10]. Por sua vez, as áreas protegidas e as concessões de conservação e de reflorestamento apresentam as menores reduções possíveis, com custos de oportunidade muito baixos, sugerindo novamente que estes custos poderiam ser compensados com relativa facilidade.

	Redução potencial e custos de oportunidade (2010-2050)			
	Redução do desmatamento (ha)	tCO ₂	Custo de oportunidade total (US\$)	Custo de oportunidade (US\$/tCO ₂)
Concessões de castanha	99,854	34,948,480	46,298,733	1.32
Uso desconhecido	46,925	16,092,044	33,313,280	2.07
Concessões de mineração*	35,495	11,501,362	25,672,572	2.23
Propriedades privadas	18,715	6,177,637	31,773,561	5.14
Pecuária e agricultura	18,011	5,450,609	26,953,278	4.95
Concessões madeiras	8,214	2,665,170	19,642,298	7.37
Comunidades nativas	7,134	2,363,895	2,577,853	1.09
Concessões de ecoturismo	5,250	1,985,046	1,326,500	0.67
Áreas protegidas	2,813	945,919	252,591	0.27
Concessões de reflorestamento	2,462	774,535	450,257	0.58
Concessões de conservação	1,382	471,456	375,521	0.80
Reserva Indígena	0	0	0	0.00
Total	246,256	83,376,153	188,636,445	2.26

* As rendas de mineração não foram consideradas.

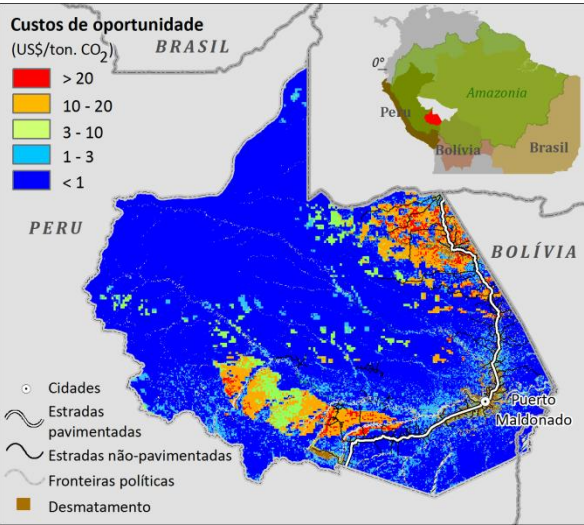


Fig.3. Custo de oportunidade da redução das emissões por desmatamento em Madre de Deus entre 2010 e 2050.

É possível reduzir o desmatamento em Madre de Dios?

A presente análise sugere que a redução do desmatamento em Madre de Dios é possível,

uma vez que os custos de oportunidade poderiam ser potencialmente compensados. O desmatamento poderia ser eliminado para o ano de 2030, mantendo-o em zero até o ano de 2050. Ao identificar as áreas onde as reduções de emissões por desmatamento serão maiores, cabe ao GOREMAD decidir onde serão promovidas ações de conservação, como projetos REDD e aproveitamento sustentável de produtos florestais madeireiros e não madeireiros, e atividades econômicas alternativas, tais como a pecuária. Na verdade, o GOREMAD poderia utilizar a presente análise econômica para contribuir com o Zoneamento Ecológico Econômico, na atribuição de tipos de tipos usos do solo de uma forma eficiente, do ponto de vista econômico. Resumindo, de acordo com a nossa análise, o GOREMAD tem a capacidade de reduzir significamente o desmatamento, promovendo a conservação e o desenvolvimento sustentável.

No entanto, nossa análise deve ser feita com cuidado, já que não incluímos as rendas de mineração na estimativa dos custos de oportunidade. Avaliações iniciais sugerem que os custos de oportunidade dentro de concessões de mineração são equivalentes a uma média de US\$90.34/tCO [17], o que demonstra que a perda de rendas de mineração não são susceptíveis a compensação. Isso sugere que outros mecanismos como comando e controle ou medidas fiscais devem ser considerados para diminuir o desmatamento por mineração [18]. Além disso, os custos de transação e de execução de projetos de REDD e de programas de uso sustentável dos recursos devem ser considerados. Esperamos compartilhar esses recursos com o GOREL e com a sociedade civil em geral de Madre de Dios.