



Desafios e oportunidades para zerar o desmatamento na Amazônia Brasileira

Lucas F. Lima¹; Mario M. Tagliari²; Kamila T. Yuyama³; Heloisa C. Tozato; Natalia S. da Silveira⁵; Denis S. Nogueira⁶; Amintas Brandão Jr.⁷

¹ Núcleo de Economia Aplicada, Agrícola e do Meio Ambiente (NEA+), Instituto de Economia, Universidade de Campinas, UNICAMP, Brasil – lucaslima.eco@gmail.com

² Faculdade Municipal de Educação e Meio Ambiente (FAMA), Clevelândia, PR, Brasil – mario.tagliari@famapr.edu.br

³ Faculdade de Ciências Farmacêuticas de Ribeirão Preto - USP, Departamento de Ciências Farmacêuticas, Ribeirão Preto, SP, Brasil; kamilatomoko@usp.br.

⁴ Grupo de Pesquisa Políticas Públicas, Territorialidade e Sociedade, Instituto de Estudos Avançados, Universidade de São Paulo (IEA-USP), São Paulo, SP, Brasil – htozato@usp.br

⁵ Laboratório de Ecologia Espacial e Conservação (LEEC), Departamento de Biodiversidade, Instituto de Biociências, Universidade Estadual Paulista, UNESP, Rio Claro, Brasil – nat.stefanini@gmail.com

⁶ Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Mato Grosso, Campus Primavera do Leste, MT, Brasil – denis.nogueira@ifmt.edu.br

⁷ Center for Sustainability and the Global Environment (SAGE), University of Wisconsin-Madison, 1710 University Avenue, Madison, WI 53726, USA – abrandao@wisc.edu

RESUMO

O crescente desmatamento na Amazônia Brasileira representa um alto risco à biodiversidade, ao clima, aos ecossistemas e aos povos da região e internacionais. Este artigo aborda o tema do combate ao desmatamento na Amazônia Brasileira nas últimas décadas e propõe estratégias para zerrar a destruição da floresta. Embora o Brasil já tenha alcançado progressos significativos nessa empreitada, ainda há desafios a serem superados para erradicar por completo a prática do desmatamento na região. O objetivo do estudo é analisar as principais ações bem-sucedidas na redução do desmatamento e identificar oportunidades para zera-lo até os anos de 2030, 2040 e 2050. Os resultados obtidos sugerem que as ações de combate ao desmatamento devem ser realizadas de acordo com as características fundiárias das áreas desmatadas, priorizando principalmente a destinação de terras públicas, que atualmente abrigam 51% das taxas de desmatamento. Ainda, indica-se que o desmatamento em assentamentos e em propriedades rurais deve continuar a ser controlado, principalmente, por meio de estratégias de comando e controle (*top-down*), aliadas a incentivos ao reflorestamento agroflorestal e desenvolvimento de cadeias bioeconômicas locais.

Palavras-chave: Desmatamento, Amazônia, PPCDAm, Gestão orçamentária, Gestão pública ambiental.

Introdução

O Brasil apresenta sólido conhecimento no desenvolvimento e na implementação de políticas antidesmatamento. Este conhecimento emergiu em resposta às três décadas de expansão do desmatamento, em boa medida, patrocinada pelo Estado na Amazônia e alinhada à agenda pública e geopolítica cumprindo a máxima “Integrar para não Entregar”. Este processo de ocupação da região culminou na integração do Norte às demais regiões do país. O custo, contudo, foi a perda e a degradação de grandes quantidades de *habitat* natural, conflitos fundiários e hostilidade aos povos originários. A rápida conversão das florestas da Amazônia Brasileira também levou à emergência de ações de conservação florestal no setor privado e por grupos da sociedade civil, muitos dos quais resultaram em iniciativas de parceria público-privada e outros mecanismos de governança (Greenpeace 2006, 2009).

Dentre essas políticas está a criação do Plano de Ação para a Prevenção e Controle do Desmatamento na Amazônia (PPCDAm), no início da década de 2000, cuja implementação iniciou-se em 2004, e a revisão do Código Florestal Federal (CFF) em 2012. O PPCDAm impulsionou a criação de mais de 30 milhões de hectares de áreas protegidas na Amazônia e novos sistemas de monitoramento de desmatamento; criou o embargo de municípios líderes de desmatamento; e contribuiu para o desenvolvimento do Programa de Agricultura de Baixo Carbono (ABC), a fim de incentivar a restauração de pastos e a integração lavoura-pecuária na Amazônia Legal (Nepstad *et al.* 2014a). O novo CFF, apesar das baixas taxas de conformidade, definiu as restrições à remoção de vegetação nativa em propriedades privadas e instituiu legalmente o Cadastro Ambiental Rural (CAR), o qual inclui mais de 4,6 milhões de propriedades e cujos limites foram declarados e disponibilizados para monitoramento ambiental (SFB 2022).

Políticas privadas de desmatamento zero surgiram também nos setores de soja e carne no Brasil. A soja é a principal monocultura produzida na Amazônia Brasileira, e a maior parte é exportada, obrigando os produtores brasileiros a seguir tanto a legislação do país quanto as exigências dos compradores internacionais. Quando pressionadas pela sociedade civil, em 2006, a não comprar soja relacionada ao desmatamento da Amazônia, as empresas internacionais processadoras de soja assinaram a Moratória da Soja (MSoja), comprometendo-se com o fim da compra do produto em propriedades em que houve desmatamento. Essas empresas formaram um grupo de assessoria para auxiliar o governo e fornecer monitoramento das propriedades de soja. Desde a MSoja, a soja da Amazônia é virtualmente livre de desmatamento (Gibbs *et al.* 2015; Kastens

et al. 2017), resultado da implementação paralela de políticas públicas antidesmatamento e do colapso do mercado de *commodities* na região (Macedo *et al.* 2012). Semelhante à MSoja, o setor de carne assinou o *Acordos de Gado* com os procuradores federais e o Greenpeace em 2009, também prometendo não comercializar gado de propriedades com desmatamento na Amazônia. No entanto, diferentemente do que ocorreu com a MSoja, pouco do desmatamento foi reduzido devido ao *Acordos de Gado*, em função da complexidade da cadeia de suprimentos (Massoca *et al.* 2017) e da falta de transparência das informações necessárias para monitorar os acordos, o que poderia levar a vazamentos e lavagem de gado (Gibbs *et al.* 2016; Alix-Garcia & Gibbs 2017; Klingler *et al.* 2017).

Recentemente, o presidente Lula se comprometeu, em seu programa de governo iniciado em 2023, a zerar o desmatamento da Amazônia Brasileira até 2030 (Agência Brasil 2023).

Neste relatório apresentamos uma *estratégia* inovadora a fim de avaliar os desafios e as oportunidades para zerar o desmatamento na Amazônia Brasileira até 2030. Com esse intuito, consideramos as lições aprendidas com a implementação do PPCDAm que ajudaram a reduzir o desmatamento e o orçamento previsto para a agenda ambiental nos próximos anos. Para tanto, analisamos o orçamento (realizado e orçado) das ações de combate ao desmatamento realizadas até 2014 a fim de esclarecer as seguintes questões: (i) Qual é o valor estimado do orçamento necessário para as ações de combate ao desmatamento em diferentes cenários até os anos de 2030, 2040 e 2050? (ii) O Brasil dispõe de recursos financeiros suficientes para custear essas medidas de combate ao desmatamento? (iii) Quais recomendações são prioritárias para zerar o desmatamento, considerando os orçamentos previstos? (iv) Quais são as principais estratégias que permitirão alcançar o desmatamento zero até 2030?

O PPCDAm e o Orçamento Público Federal

O PPCDAm é composto por quatro eixos fundamentais: Ordenamento Territorial e Fundiário; Monitoramento e Controle Ambiental; Fomento às Atividades Sustentáveis; e Instrumentos Normativos e Econômicos. Sua implementação se deu por meio de uma estratégia integrada entre diversos ministérios e autarquias do governo federal e contou com orçamento dessas variadas fontes. Em decorrência disso, as cifras orçamentárias são de difícil estimativa. Verdum (2017) fez um trabalho hercúleo para estimar os gastos federais com o combate ao desmatamento, e os resultados impressionam. O total orçado (previsto) nos três primeiros eixos de atuação foi de R\$ 13,8 bilhões entre 2007 e 2014, porém

o orçamento efetivamente realizado (utilizado) atingiu R\$ 8,2 bilhões (Figura 1), com uma ineficiência orçamentária de aproximadamente 41%.

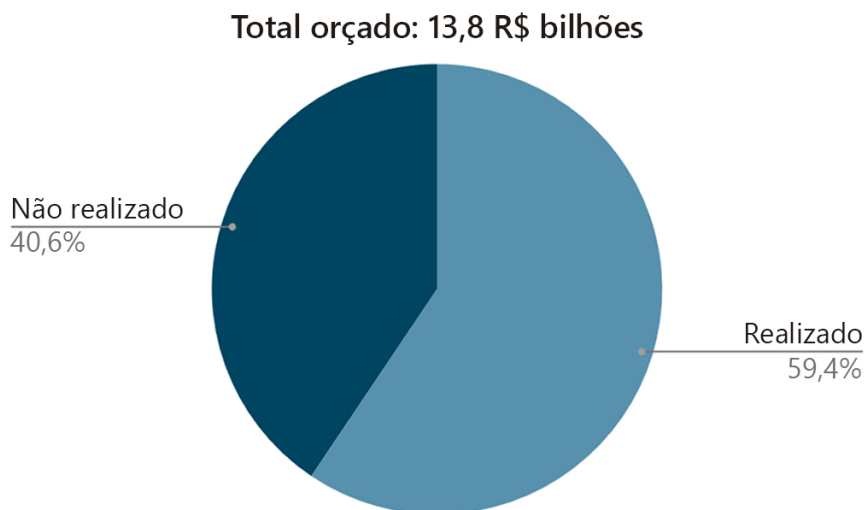


Figura 1 Orçamento previsto vs. realizado (em R\$ bilhões). Fonte: Adaptado de Verdum (2017).

O orçamento realizado para o eixo Ordenamento Territorial e Fundiário foi de R\$ 1,25 bilhão entre 2007 e 2014. Já no eixo Monitoramento e Controle Ambiental, o orçamento despendido foi de R\$ 1,66 bilhão. No eixo Fomento às Atividades Sustentáveis, o orçamento realizado foi de R\$ 5,22 bilhões (Tabela 1).

Tabela 1 O PPCDAm e o Orçamento Público Federal (em R\$ milhões).

Eixo Ordenamento (2007-2014)			Eixo Monitoramento (2007-2014)			Eixo Fomento (2007-2014)		
Ano	Orçado (R\$ milhões)	Realizado (R\$ milhões)	Ano	Orçado (R\$ milhões)	Realizado (R\$ milhões)	Ano	Orçado (R\$ milhões)	Realizado (R\$ milhões)
2007	221,6	163,8	2007	142,8	108,4	2007	1.440,5	1.315,5
2008	316,2	172,6	2008	261,2	223,2	2008	2.387,3	1.914,9
2009	374,1	178,7	2009	425,9	333,8	2009	970,1	708,2
2010	539,4	304,7	2010	348,2	293,1	2010	1.189,4	645,9
2011	391,8	229,8	2011	262,5	225,4	2011	617,1	468,4
2012	115,5	7,1	2012	248,8	158,9	2012	343,8	63,3
2013	299,7	42,3	2013	205,3	145,5	2013	1.055,1	88,9
2014	545,9	156,8	2014	247,4	173	2014	902,6	17,2

Fonte: Adaptado de Verdum (2017).

Em síntese, segundo levantamento de Verdum (2017), o orçamento total realizado no PPCDAm foi de aproximadamente R\$ 8,2 bilhões (Figura 2), sendo 78% do valor despendido no governo Lula (2007-2010) e 22% no governo Dilma (2011-2014). A maior parte desse investimento (até 88%) ocorreu durante o governo Lula (cerca de R\$ 819,8 milhões entre 2007 e 2010) e começou a diminuir durante o governo Dilma (2011-2014).

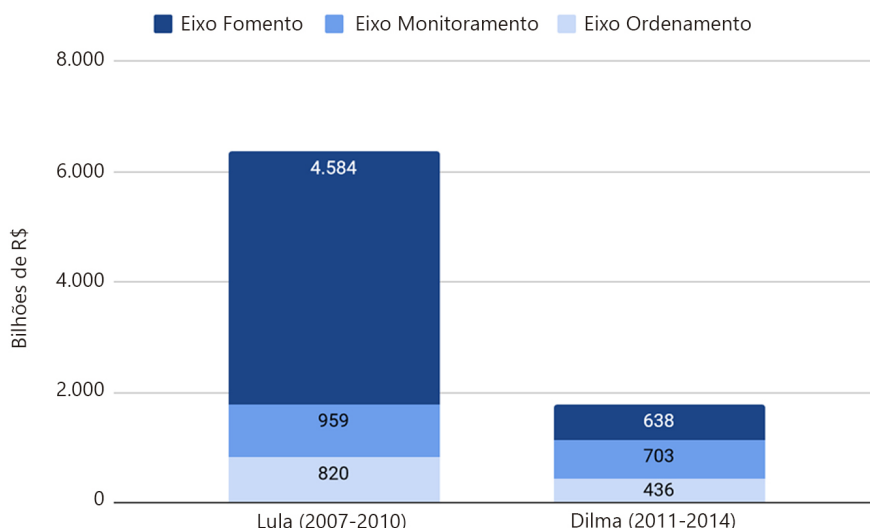


Figura 2 Orçamento do PPCDAm realizado nos governos Lula e Dilma. *Fonte:* Adaptado de Verdum (2017).

Previsão de cenário orçamentário para 2030, 2040 e 2050

O PPCDAm foi implementado em quatro fases distintas, destacadas em diferentes cores na Figura 3. A primeira fase compreendeu os anos entre 2005 e 2008 (cor verde-escuro), seguida pela segunda fase, entre 2009 e 2011 (cor verde-claro), pela terceira, entre 2012 e 2015 (cor azul-claro), e pela última, entre 2016 e 2020 (cor laranja). De acordo com o PRODES (Programa de Monitoramento do Desmatamento da Floresta Amazônica Brasileira por Satélite), o maior declínio anual do desmatamento ocorreu durante as primeiras duas fases do PPCDAm, entre 2005 e 2012, com uma média anual de redução de 19%. Desta forma, esse momento foi considerado como o período de calibração para este estudo. Considerando a ausência de informações sobre o orçamento realizado em 2005 e 2006,

para estimar os custos para a redução do desmatamento foram consideradas, neste estudo, as informações orçamentárias disponíveis entre 2007 e 2014.

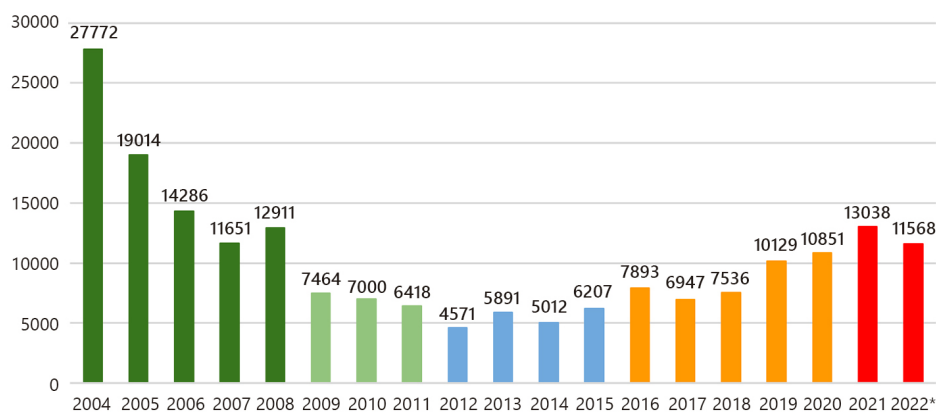


Figura 3 Desmatamento, em km², entre 2004 e 2022. *Fonte:* INPE (2022)¹.

Os autores deste estudo propõem um modelo de redução do desmatamento, sintetizado na Tabela 2, baseado nas seguintes premissas: 1) para o período 2023-2030 foi proposta uma taxa média anual de 19%, similar ao período de calibração – período de maior redução da taxa de desmatamento observada entre 2005 e 2012; 2) entre 2031 e 2040 foi proposta uma taxa média anual de redução do desmatamento de 9%, aproximadamente metade da taxa do período de calibração; 3) para o último período, entre 2041 e 2050, o modelo considerou uma taxa média de 5% ao ano, que corresponde a aproximadamente metade da taxa do período anterior.

Tabela 2 Modelo de redução do desmatamento em diferentes cenários (2030, 2040 e 2050).

Cenários	Período	Taxa de redução anual de desmatamento (%)
Calibração	2005-2012	– 19%
A (Redução histórica)	2023-2030	– 19%
B (~ 50% de A)	2031-2040	– 9%
C (~ 50% de B)	2041-2050	– 5%

Fonte: Elaboração própria.

1. O PRODES-Amazônia divulgou os dados de desmatamento até 30/11/2022. Portanto, os dados de dezembro de 2022 não estão computados nas informações acima.

O orçamento efetivamente realizado para reduzir o desmatamento de 11.651 km², em 2007, para 5.012 km², em 2014 – uma redução de 6,6 milhões de km² –, foi de R\$ 8,2 bilhões. Isso representou um investimento público de cerca de R\$ 1,23 milhão por km² por ano e, portanto, foi considerado como parâmetro neste estudo (Figura 4).

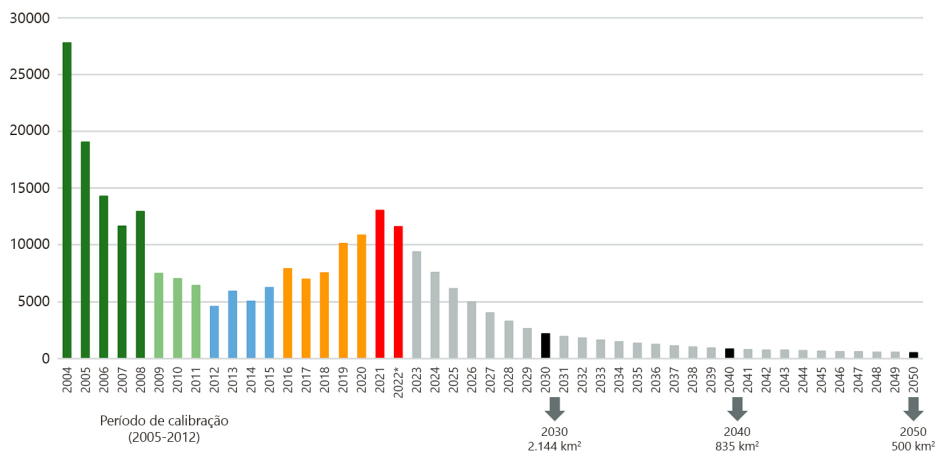


Figura 4 Redução do desmatamento em 2030, 2040 e 2050.

De acordo com o modelo apresentado na Tabela 1, o cenário para a redução do desmatamento entre 2023 e 2030 prevê uma taxa média anual de 19% de redução, semelhante ao período de calibração. Isso resultaria na redução do desmatamento de 11.568 km², no final de 2022, para 2.144 km², em 2030, totalizando uma redução de 9.424 km². O orçamento necessário para alcançar essa meta é estimado em aproximadamente R\$ 11,63 bilhões². É importante lembrar que essa taxa de redução do desmatamento (19%) foi alcançada no período em que a governança do PPCDAm tinha como liderança principal a Casa Civil, de forma que o trabalho de integração ministerial era coordenado pelo órgão do governo diretamente ligado à Presidência da República (chefe do Poder Executivo), o que conferia elevada força institucional para a implementação dos planos operacionais. Neste sentido, de acordo com o presente estudo, pressupõe-se que a governança atual contra o desmatamento considere a relevância desse desenho ao menos até 2030.

Com relação ao cenário entre 2031 e 2040, a taxa média anual de redução do desmatamento é estimada em 9%, resultando na redução do desmatamento

2. Os orçamentos (2023-2030; 2031-2040; e 2041-2050) foram estimados em valores nominais. Para mais detalhes, ver a sessão "Limitações do estudo".

de 1.951 km², em 2031, para 835 km², em 2040, totalizando 1.116 km². O orçamento adicional necessário para alcançar essa meta é estimado em cerca de R\$ 1,32 bilhão. Por fim, o cenário entre 2041 e 2050 prevê uma taxa média anual de 5% de redução do desmatamento, resultando na redução de 793 km² para 500 km², totalizando 293 km². O custo adicional estimado para alcançar essa meta é de R\$ 0,36 bilhão.

Tabela 3 Desmatamento entre 2004 e 2022, e estimativa para 2030, 2040 e 2050.

Ano	Desmatamento (km ²)	Ano	Desmatamento (km ²)	Ano	Desmatamento (km ²)
2004	27772	2020	10851	2036	1217
2005	19014	2021	13038	2037	1108
2006	14286	2022*	11568	2038	1008
2007	11651	2023	9370	2039	917
2008	12911	2024	7590	2040	835
2009	7464	2025	6148	2041	793
2010	7000	2026	4980	2042	753
2011	6418	2027	4034	2043	716
2012	4571	2028	3267	2044	680
2013	5891	2029	2646	2045	646
2014	5012	2030	2144	2046	614
2015	6207	2031	1951	2047	583
2016	7893	2032	1775	2048	554
2017	6947	2033	1615	2049	526
2018	7536	2034	1470	2050	500
2019	10129	2035	1338		

Fonte: Até 2022, as informações foram extraídas de INPE (2022). A partir de 2023, foi elaboração própria.

Em síntese, o custo total estimado para a realização da política de redução do desmatamento, conforme modelo proposto, é de R\$ 13,28 bilhões. No entanto, levando-se em consideração a mesma taxa de ineficiência apresentada no Gráfico 1, de aproximadamente 41%, o orçamento previsto (orçado) deveria superar os R\$ 21 bilhões até 2050.

A discussão sobre a disponibilidade de recursos financeiros para a empreitada de redução do desmatamento constitui uma questão relevante. O orçamento previsto para o Ministério do Meio Ambiente e Mudança do Clima (MMAMC) em 2023 é de cerca de R\$ 3 bilhões, segundo o Projeto de Lei Orçamentária de 2023. No entanto, apenas parte desse valor, aproximadamente R\$ 340 milhões, está destinada ao Programa de Prevenção e Controle do Desmatamento e Incêndios nos Biomas. Fontes financeiras adicionais podem ser

destinadas para iniciativas ambientais por meio de secretarias e subsecretarias do governo federal, tais como a Secretaria de Economia Verde, Descarbonização e Bioindústria, vinculada ao Ministério do Desenvolvimento, Indústria, Comércio e Serviços, e as Subsecretarias de Desenvolvimento Econômico Sustentável e Financiamento ao Desenvolvimento Sustentável, ambas vinculadas ao Ministério da Fazenda.

Tabela 4 Custo estimado (em R\$ bilhões).

Período	Custo estimado (R\$ bilhões)	Tipo de orçamento
2023-2030	11,63	Realizado
2023-2030	18,55	Orçado
2031-2040	1,32	Realizado
2031-2040	2,19	Orçado
2041-2050	0,36	Realizado
2041-2050	0,57	Orçado
Custo total	13,28	Realizado
Custo Total	21,17	Orçado

Outra ação importante para combater o desmatamento na Amazônia é o imediato cancelamento da anistia das multas ambientais realizada durante o governo Bolsonaro (2018-2022), que somaram aproximadamente R\$ 18 bilhões, e o restabelecimento do sistema de multas e taxações das autoridades ambientais. Além disso, há a previsão de retomada dos recursos estrangeiros do Fundo Amazônia, com valores disponíveis para destinação a novos projetos previstos em R\$ 3,6 bilhões (Bastos 2023).

Estratégias vinculadas a ações potenciais no tempo e no espaço para alcançar o desmatamento zero na Amazônia Legal até 2030

Embora compreender e mensurar os valores financeiros disponíveis seja um importante processo para a operacionalização de uma política pública, ainda é preciso incorporar diferentes estratégias a fim de alcançar o objetivo de Desmatamento Zero na Amazônia, priorizando ações, mantendo ou criando medidas já bem estabelecidas e sugerindo mecanismos inéditos de combate ao desmatamento. Neste estudo, consequentemente, a partir do modelo teórico-econômico, foi proposto um segundo modelo – teórico – baseado nos eixos

Taxa de desmatamento → *Tempo* (Figura 5). A complexidade (eixo z) no modelo teórico é vista como vetor subjetivo, ou seja, a difícil mensuração da ‘complexidade’ impossibilita afirmar que uma ação prioritária seja “mais” ou “menos” complexa que outra. Contudo, reiteramos a importância de mantê-la, pois as ações propostas envolvem n fatores para que ocorram efetivamente.

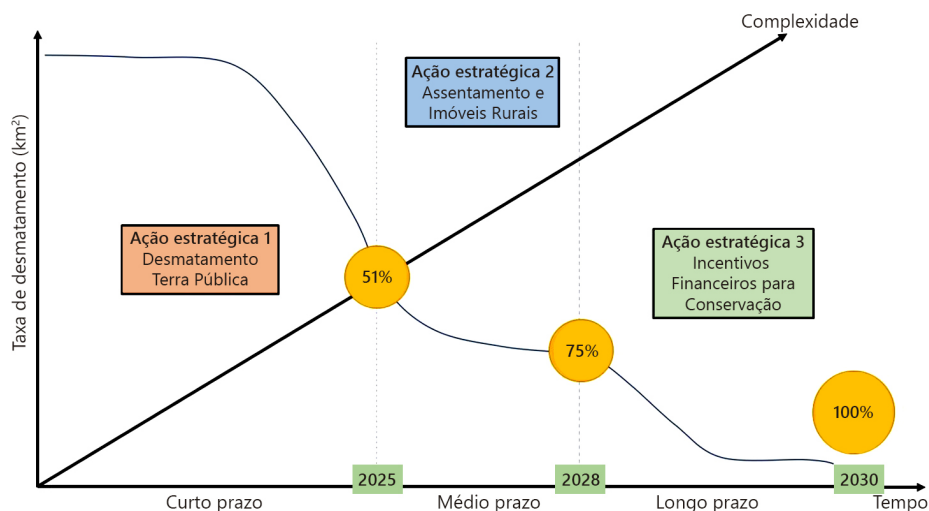


Figura 5 Representação do modelo teórico em direção ao desmatamento zero em 2030. Espera-se que o desmatamento seja reduzido até sua totalidade residual em 2030, partindo de estratégias de complexidade distintas, não-antagônicas e conjuntas, começando no presente (2025) e indo até 2030. Foram definidas três estratégias distintas que atuam nos principais vetores de desmatamento na Amazônia (Estratégias 1 e 2), passando para a Estratégia 3 (longo prazo | 2028-2030), voltada para incentivos direcionados à conservação. As ações estratégicas não são mutuamente excludentes, ou seja, determinada ação pode (e deve) ser aplicada concomitantemente a outra. Por exemplo, incentivos financeiros são imprescindíveis para ações que visem ao fim do desmatamento em Terras Públicas Não-Destinadas (Ação Estratégica 1). Por outro lado, em uma perspectiva de longo prazo (2028-2030), o fortalecimento em bioeconomia e soluções baseadas na natureza serão prioridades para conferir resiliência ao bioma diante de históricos vetores de degradação, como o desmatamento.

A proposta partiu, consequentemente, da identificação de mecanismos prioritários de combate ao desmatamento, como identificação das Unidades de Conservação e Territórios Indígenas que concentram os maiores índices de desmatamento, assim como em Terras Públicas Não Destinadas (2023-2025) (Prioli *et al.* 2023, Qin *et al.* 2023, Moutinho & Azevedo-Ramos 2023), passando pela regularização e fiscalização do Cadastro Ambiental Rural – CAR (2025-2028) (Azevedo-Ramos *et al.* 2020, Stabile *et al.* 2022, Bergamo *et al.* 2022), até as estratégias complementares que permitam o alcance da meta do desmata-

mento zero, além de estratégias para mitigar o desmatamento legal (Stabile *et al.* 2022), assim como propostas de restauração florestal (Gastauer *et al.* 2020), uso de fundos internacionais, bioeconomia, soluções baseadas na natureza e políticas públicas de longo prazo (Bergamo *et al.* 2022, Moutinho *et al.* 2016, Moutinho & Azevedo-Ramos 2023).

Ações para combater o desmatamento

Ação estratégica 1 – Desmatamento em terra pública

O Brasil possui cerca de 56 milhões de hectares (Mha) de Florestas Públicas – áreas que devem ser destinadas à conservação e/ou uso sustentável de recursos –, das quais quase 92% estão concentradas na Amazônia (Cadastro Nacional de Florestas Públicas 2020). Porém, cerca de 21% do total de Florestas Públicas brasileiras ainda não está destinado. Essas áreas carecem de regulação, tornando-se alvos de apropriação indevida/irregular/ilegal. Mais uma vez, é na Amazônia que a imensa área de Florestas Públicas não destinadas se encontra: cerca de 50 Mha (Moutinho & Azevedo-Ramos 2023).

A não destinação dessas áreas de floresta cria oportunidades para a apropriação indevida de territórios. De acordo com o CAR, que é autodeclaratório, quase 12 Mha (23% dos 50 Mha) de Florestas Públicas não destinadas na Amazônia Legal foram inseridos irregularmente como Imóveis Rurais no Sistema Nacional de Cadastro Ambiental Rural (Azevedo-Ramos *et al.* 2020). Deste total, cerca de 8 Mha estão em Florestas Públicas estaduais e 3,5 Mha em Florestas Públicas federais. Uma consequência direta da autodeclaração irregular via CAR é o desmatamento e potencial degradação de uma área bem preservada (cerca de 66% das áreas declaradas irregularmente foram desmatadas). Ademais, existe pretexto legal que veda ocupação de imóveis rurais localizados em Terras Públicas federais (i.e., titulação de terras) sem finalidade determinada pelo poder público (Lei nº 11.952/2009). Entretanto, o descumprimento da lei encontra respaldo jurídico no Decreto nº 10.952/2020. O decreto pressupõe que qualquer Floresta Pública pode ser destinada à regularização fundiária quando os órgãos responsáveis por essas áreas não manifestarem explicitamente o interesse por sua destinação (Brito 2023).

Consequentemente, a primeira ação estratégica seria atuar no combate à apropriação indevida de Florestas Públicas estaduais autodeclaradas. Esta ação envolveria comando e controle de áreas autodeclaradas erroneamente, com punição legal e financeira, evitando e revogando pedidos de regularização

fundiária com sobreposição às Florestas Públicas, além de severa punição para inscrições irregulares via Cadastro Ambiental Rural. A alteração do Decreto nº 10.592/2020 também se faz necessária.

A segunda estratégia está na atuação direta nos estados que mais desmatam em Florestas Públicas não destinadas na Amazônia Legal: Pará (56,5%), Rondônia (18,75%) e Amazonas (14,1%). Restringindo as práticas ilegais nesses estados, espera-se maior redução do desmatamento como um todo. A terceira estratégia, por fim, seria a alocação urgente desses territórios não destinados como Unidades de Conservação, Territórios Indígenas homologados e/ou Áreas de Uso Sustentável. Brito (2023) sugere que tais Florestas Públicas federais não destinadas sejam rapidamente convertidas em Áreas de Limitação Administrativas Provisórias, o que aceleraria a destinação dessas áreas como Unidades de Conservação. Conforme indicado pelo modelo econômico proposto (Tabela 4), esta estratégia deve custar aos cofres pelo menos R\$ 3,5 bilhões, sendo destinados entre os anos de 2023 e 2025.

Desmatamento em Áreas Protegidas: a importância dos Territórios Indígenas e das Unidades de Conservação da Amazônia Legal

O desafio brasileiro de preservar e conservar as áreas florestadas é gigantesco. A Amazônia Legal possui mais de 5,2 milhões de km², sendo 83% de sua área coberta por florestas (Prioli *et al.* 2023). Mais da metade do território (52%) da Amazônia Legal está em alguma categoria de Área Protegida, sendo 22% da região coberta por Territórios Indígenas (TIs) e 30% por Unidades de Conservação (UCs) (Qin *et al.* 2023, Prioli *et al.* 2023). Entre as UCs, 37% são de Proteção Integral e 63% de Uso Sustentável (Pacheco *et al.* 2018).

As UCs e TIs funcionam, quando bem implementadas e geridas, como escudos contra o desmatamento. Qin *et al.* (2019) indicaram que o avanço do desmatamento dentro de Áreas de Proteção (TIs e UCs) é dez vezes menor do que em áreas não protegidas. Com relação ao desmatamento em UCs, ele representou, em média, 7,2% do desmatamento total da Amazônia Legal no período de 2008 a 2022 (Terra Brasilis/INPE 2023).

Apenas três UCs (de um total de 4.200) concentraram 71% do desmatamento entre 2008-2022 ocorrido nessas áreas: (i) Área de Proteção Ambiental (APA) Triunfo do Xingu (46%); (ii) Floresta Nacional (FLONA) do Jamanxim (13%); e (iii) Reserva Extrativista (RESEX) Jaci-Paraná (12%). Além dessas, em 2022, a APA do Tapajós também se destacou com 10% do desmatamento nas UCs amazônicas (Terra Brasilis/INPE 2023). Destaca-se que essas quatro UCs estão em

municípios prioritários para ações de prevenção, monitoramento e controle do desmatamento na Amazônia (Portarias MMA 028/2008 e 361/2017), tendo sido as UCs paraenses criadas durante a primeira fase do PPCDAm justamente como estratégia para evitar o avanço do desmatamento (Tabela 5).

Tabela 5 Unidades de Conservação com taxa superior a 10% do desmatamento em UCs na Amazônia Legal durante o período de 2008 a 2022.

Unidade de Conservação	Município	Criação	Órgão gestor	Instrumentos de gestão
Área de Proteção Ambiental Triunfo do Xingu	Altamira (PA) e <u>São Félix do Xingu</u> (PA)	2006	Instituto de Desenvolvimento Florestal e da Biodiversidade do Estado do Pará (Ideflor-bio-PA)	Não apresenta plano de manejo. Conselho gestor criado em 2011
Floresta Nacional do Jamanxim	<u>Itaituba</u> (PA) e <u>Novo Progresso</u> (PA)	2006	Unidade Especial Avançada do ICMBio de Itaituba – PA	Plano de manejo elaborado em 2010 e conselho gestor criado em 2011
Reserva Extrativista Jaci-Paraná	<u>Porto Velho</u> (RO), <u>Campo Novo de Rondônia</u> (RO), <u>Nova Mamoré</u> (RO)	1996	Coordenadoria de Unidades de Conservação CUC/SEDAM-RO	Não apresenta plano de manejo. Conselho gestor criado em 2001
Área de Proteção Ambiental do Tapajós	<u>Itaituba</u> (PA), <u>Jacareacanga</u> (PA), <u>Novo Progresso</u> (PA) e <u>Trairão</u> (PA)	2006	Unidade Especial Avançada do ICMBio de Itaituba – PA	Não apresenta plano de manejo ou conselho gestor

Fonte: Elaborada pelos autores. Nota: Os municípios sublinhados integram a lista de municípios prioritários para ações de prevenção, monitoramento e controle do desmatamento (Portarias MMA 028/2008 e 361/2017).

Dessa forma, para criar algumas estratégias de combate às atividades ilegais nas UCs, recomendamos:

- ♦ Desenvolvimento do plano de manejo das UCs (ou atualização, conforme o caso), estabelecimento (e fortalecimento) dos conselhos gestores e implementação dos seus respectivos planos de gestão (projetos que garantam o objetivo de conservação).
- ♦ Avaliação do impacto de conservação e usos dos recursos naturais nas UCs amazônicas.

- ♦ Regularização fundiária de UCs, criação de novas áreas e implementação de mecanismos de comando e controle para cessar atividades de desmatamento, caça e pesca ilegais, garimpo, dentre outras.
- ♦ Restauração ecológica de áreas degradadas.
- ♦ Fortalecimento do sentimento de pertencimento e contribuição para a melhoria do bem-estar social na UC. Envolvimento da sociedade local na gestão da UC e fomento ao apoio técnico e à capacitação social para o manejo comunitário.
- ♦ Contribuição para o estabelecimento de modelos bioeconômicos sustentáveis e justos, com acompanhamento da condição socioeconômica dos amazônidas em escala local a respeito da garantia de ofertas de emprego, remuneração justa e qualidade laboral.
- ♦ Garantia da repartição de benefícios, conforme a Política Nacional de Acesso e Repartição de Benefícios da sociobiodiversidade.

A preservação de Terras Indígenas (TIs), assim como as UCs, é imprescindível para a integridade da floresta (Sze *et al.* 2022), conservação dos estoques de carbono (Nogueira *et al.* 2018, Saatchi *et al.* 2011, Walker *et al.* 2014), manutenção da biodiversidade (Fernández-Llamazares *et al.* 2021), regulação do clima (Silvério *et al.* 2015, Baker & Spracklen 2019) e preservação da diversidade cultural dos povos indígenas (Cunha & Almeida 2000). Territórios Indígenas na Amazônia Legal fazem parte das Terras Públicas, com taxas absolutas baixas de desmatamento (3%), quando comparadas com o desmatamento acumulado em Terras Públicas não destinadas. Em torno de 58% da Amazônia Legal brasileira é ocupada por 352.000 povos indígenas, de 427 TIs, em uma área de 115.294,899 ha (Instituto Socioambiental 2023). Contudo, desde 2013, o desmatamento em TIs aumentou 129%, com o maior desmatamento (195%) no período de 2019-2021 (Silva-Junior *et al.* 2023). Comparando todas as TIs da Amazônia Legal Brasileira, as TIs Ituna/Itatá e Piripkura foram as que tiveram maior desmatamento ilegal em 2019-2021 (Fellows *et al.* 2023). Esse cenário é impulsionado principalmente pela mineração ilegal, que passou de 1% em 2016 para 19% em meados de 2022 (Silva-Junior *et al.* 2023). O discurso político do período Bolsonaro (2019-2022) e a possível regularização da mineração comercial nas TIs (PL 191/2020), juntamente com o aumento do preço do ouro, podem ser as razões para essa situação alarmante (Siqueira-Gay *et al.* 2020).

Alguns estudos demonstraram que esse projeto de lei 191/2020 poderia impactar mais de 20% da floresta, causando a perda de pelo menos US\$ 5 bilhões/ano em virtude dos benefícios que a floresta pode proporcionar (Siquei-

ra-Gay *et al.* 2020), trazendo consequências para os povos indígenas, especialmente os isolados, que correm o risco de serem dizimados (Villén-Pérez *et al.* 2022), e para os ecossistemas (fragmentação de floresta, mudanças no microclima, perda de biodiversidade, magnificação trófica, contaminação de lençóis freáticos e corpos d'água e diminuição de estoques de carbono), com a criação de rodovias e centros urbanos gerados pela mineração (Siqueira-Gay *et al.* 2020, 2022, Fellows *et al.* 2023).

De acordo com Rorato *et al.* (2022), as TIs mais vulneráveis de toda a Amazônia Legal Brasileira encontram-se justamente na região do Arco do Desmatamento, especificamente ao sul dessa região, além de TIs em Roraima e Pará (Rorato *et al.* 2022). As cinco TIs mais vulneráveis são: (i) Tuwa Apekuokawera (PA); (ii) Praia do Índio (PA); (iii) Lagoa Comprida (MA); (iv) Urucu/Juruá (MA); e (v) Rio Pindaré (MA). Dos Santos *et al.* (2022), por outro lado, identificaram as 5 TIs que tiveram as maiores taxas de desmatamento acumulado (1988 até 2021): (i) Alto Rio Negro (AM); (ii) Andirá-Marau (AM/PA); (iii) Cachoeira Seca (PA); (iv) Apyterewa (PA); e (v) Alto Turiaçú (MA).

Outros fatores que contribuíram para o maior desmatamento nas TIs foram as queimadas florestais e a grilagem. O primeiro fator está associado principalmente à mineração e à grilagem em terras públicas (Fellows *et al.* 2021). Os Apyterewa e Kayapó (grupos isolados) foram as TIs com mais incêndios florestais no período 2018-2021, com aumento de 50% nos incêndios florestais na TI Apyterewa em três anos (Fellows *et al.* 2023). Já a grilagem se dá pela já citada e descrita estratégia da sobreposição autodeclaratória via CAR. Neste caso, proprietários não sobrepõem em Terras Públicas não destinadas, mas mantêm a estratégia ilegal em Terras Indígenas. Por exemplo, as TIs Ituna/Itatá e Tenharim do Igarapé Preto apresentaram 94% de sobreposição de sua área territorial com o CAR, enquanto as TIs Piritti e Pirikura apresentaram 56% e 22% de sobreposição, respectivamente, durante 2018-2021 (Fellows *et al.* 2023). Em 2019, a área territorial que estava sobreposta ao CAR atingiu 41% de desmatamento nas TIs (Fellows *et al.* 2021).

Teoricamente, as TIs são protegidas por lei, no entanto, a falta de registro e delimitação territorial das TIs, juntamente com a sobreposição de Unidades de Conservação e CARs, e a invasão de garimpeiros e grileiros, tornam as TIs territórios vulneráveis (Fellows *et al.* 2023). Dessa forma, para criar algumas estratégias de combate às atividades ilegais nas TIs, recomendamos:

- ◆ Fortalecimento dos Direitos Territoriais Indígenas (artigo 231) e suspensão de eventuais regulamentações que afetem os direitos dos povos indígenas (PL 191/2020);

- ◆ Registro de TIs e cancelamento de todos os CARs nas TIs;
- ◆ Políticas rígidas de controle e comando nas TIs, com afastamento de garimpeiros e grileiros, e aplicação de altas taxas para quem desrespeitar as leis;
- ◆ Fortalecer o poder representativo da FUNAI, IBAMA, Polícia Federal e Ministério Público Federal;
- ◆ Criação de projetos sociais, biotecnológicos e ecológicos que demonstrem a importância dos povos indígenas para a integridade da Floresta Amazônica, do clima, da biodiversidade e da bioeconomia dos produtos naturais amazônicos;
- ◆ Criação de projetos sustentáveis que tratem não apenas da água contaminada, mas também incluam a prática e o ensino da biorremediação em solos e plantas contaminadas;
- ◆ Criação de um Programa de Resgate Emergencial para os povos indígenas isolados que estejam em áreas de risco, tendo o apoio da Polícia Federal e da FUNAI, principalmente em brigadas;
- ◆ Investimentos anuais de cerca de R\$ 1 bilhão para manutenção e criação/destinação de Territórios Indígenas e Unidades de Conservação.

O alcance do desmatamento zero em Áreas Protegidas e TIs parte da identificação das áreas-chave que concentram as maiores taxas de desmatamento e vulnerabilidade e de investimentos e aplicação de recursos constantemente, passando de R\$ 1 bilhão anualmente entre os anos 2023 e 2025 (Tabela 4). Ao contrário das Terras Públicas não destinadas – que concentram 30% de todo o desmatamento da Amazônia Legal –, a complexidade para chegar ao desmatamento zero nessas áreas protegidas deve ser menor e com resultados positivos em uma escala de tempo mais curta. A combinação de estratégias *top-down*, como: comando e controle; fiscalização severa; fim do perdão de multas ambientais; manutenção, criação, demarcação, regularização e implementação de Áreas de Proteção/Territórios Indígenas; assim como estratégias *bottom-up*, como: suporte às alternativas socioeconômicas em TIs e Áreas de Proteção, especialmente as Unidades de Conservação de Uso Sustentável e Reservas Extrativistas (Pacheco *et al.* 2018), e o fortalecimento via manejo colaborativo de comunidades tradicionais (Freitas *et al.* 2020), podem viabilizar a audaciosa redução de até 51% do desmatamento até 2025.

Ação estratégica 2 – Assentamentos e imóveis rurais

Uma parcela importante do desmatamento ilegal da Floresta Amazônica está ligada à cadeia produtiva da carne e da soja em assentamentos rurais e propriedades privadas. Em assentamentos rurais, embora 20% do desmatamento total se dê nesses territórios, mais de 50% ocorre em apenas dez assentamentos (Alencar *et al.* 2016). Também, das áreas da Amazônia desmatadas em propriedades rurais cadastradas no CAR até 2020, 45% não cumpriram a legislação do CFB ao não preservarem adequadamente as Áreas de Proteção Permanente (APPs) e Reservas Legais, em grande parte devido ao desmatamento ilegal destinado a pastagens (Rajão *et al.* 2020). Os pesquisadores estimaram que em torno de 48% de toda carne e 22% da soja exportada para a União Europeia (UE) têm relação com o desmatamento ilegal na Amazônia, apesar do acordo da moratória da soja. Aliada à incompletude no registro de propriedades no CAR, especialmente em terras griladas ilegalmente, dificuldades na rastreabilidade dos produtos de exportação impõem sérios riscos ao monitoramento das cadeias de comércio internacional de produtos da Amazônia (Rajão *et al.* 2020). Isso sugere que os mecanismos de controle e monitoramento sobre a origem dos produtos de exportação são insuficientes para identificar e combater cadeias produtivas de áreas de desmatamento.

Esses dados impõem sérios riscos às exportações de *commodities* para a UE, considerando o potencial avanço no acordo Mercosul-UE almejado pelo terceiro mandato do governo Lula. O atual governo tem se mostrado engajado em deter o desmatamento e combater crimes ambientais, e conta com o apoio de países como a Alemanha, França, Noruega e, provavelmente, EUA, como financiadores do Fundo Amazônia, para fortalecer o compromisso do Brasil com os acordos internacionais. Uma primeira medida da ministra do Meio Ambiente, Marina Silva, já no novo governo, foi restaurar e reestruturar o PPCDAm, programa bem-sucedido em reduzir o desmatamento no passado (Sousa-Junior *et al.* 2021), mas considerado insuficiente, neste novo cenário pós-Bolsonaro, para atingir a promessa eleitoral do presidente Lula de desmatamento zero na Amazônia até 2030, por conta de emissões de carbono adicionais ligadas ao aumento de secas e queimadas (Aragão *et al.* 2018).

Diante deste novo cenário, nossa proposta para o combate ao desmatamento ilegal em propriedade privadas e assentamentos rurais se concentra em medidas que possam ser implementadas no médio prazo (de 2025 a 2028) para alocação de recursos destinados a ações complementares ao PPCDAm. Portanto, recomendamos:

- ◆ Aplicar a lei e punir infratores;
- ◆ Recuperar os danos ambientais causados;
- ◆ Aumentar a transparência na cadeia de suprimento e responsabilizar as corporações que utilizam produtos com desmatamento ilegal;
- ◆ Fortalecer o PPCDam e o CAR em propriedade privadas e assentamentos rurais, assim como promover incentivos financeiros aos proprietários que se adequam à legislação do CF, e restringir acesso ao crédito para quem descumpre o PRAD (Plano de Recuperação de Áreas Degradadas) devem ser consideradas iniciativas conjuntas;
- ◆ Reforçar e ampliar a capacidade de mercados internacionais de monitorar a origem de *commodities* produzidas na Amazônia e ampliar os mecanismos de embargos aos produtos do desmatamento (Golnow *et al.* 2018, Alix-Garcia & Gibbs 2017);
- ◆ Usar parte dos recursos do Fundo Amazônia para implementar tecnologias de identificação da origem da carne e soja exportadas por meio do monitoramento genético;
- ◆ Investimento de, ao menos, R\$ 3,5 bilhões de reais, a partir de 2023 e até 2028, especialmente para alcançar o objetivo de redução projetada de até 75% do desmatamento (Figura 5).

Ação estratégica 3 – Incentivos financeiros para conservação

O modelo de desenvolvimento econômico na Amazônia é baseado em extração e exploração de recursos, o que se reflete historicamente em problemas socioeconômicos e ambientais. Em resumo, a estratégia de bioeconomia voltada para a Amazônia deve ir além de seus produtos/recursos florestais. Contudo, conforme apontado por nosso modelo teórico (Figura 5 e 6), a complexidade para conciliar o avanço da bioeconomia e o desmatamento zero na Amazônia será elevada.

A Amazônia representa um imenso território com baixa densidade de instituições de ensino, pesquisa e centros tecnológicos de aprimoramento das cadeias produtivas já existentes, de tal forma que esse gargalo de assistência técnica poderá ser usado para a criação de novos postos de trabalho e fixação de pessoal qualificado na região, fomentando a criação de empresas e instituições governamentais. Iniciativas tais como o *Amazon Institute of Technology* (AmIT) parecem sugerir um caminho promissor neste sentido. O desmatamento líquido zero das APPs e Reservas Legais em propriedades privadas e assentamentos dependerá do fortalecimento das estratégias de comando e controle, ordena-

mento territorial e regularização fundiária, como nas três primeiras fases do PPCDAm. Simultaneamente, será preciso investir em prospecção de derivados biotecnológicos da imensa biodiversidade da Amazônia, financiamento para a transição bioeconômica, intensificação sustentável da agricultura, promoção de agricultura de baixa emissão de carbono e sistemas agroflorestais, incluindo a possibilidade de reflorestamento com espécies de alto valor econômico e demais soluções baseadas na natureza (i.e. *nature based solutions*).

Nesta etapa (2028-2030), o foco das ações estratégicas será o avanço da transição para uma bioeconomia, que será facilitada com a redução líquida do desmatamento em até 70% do previsto para o presente (2023). Com a redução drástica do desmatamento, consequentemente, é imperativo que a estratégia de bioeconomia se baseie na exploração de recursos florestais não-madeireiros, como açaí, castanha, andiroba, até o manejo sustentável do pirarucu (Freitas *et al.* 2020). A bioeconomia da Amazônia deverá incorporar seus principais atores no uso e manejo desses recursos: comunidades tradicionais, como ribeirinhos e/ou castanheiros, além dos povos originários. De acordo com Nobre *et al.* (2021), a cidadania amazônica pode ser um elemento-chave para o desenvolvimento da bioeconomia amazônica, combinando conhecimento tradicional e pesquisa científica. Apesar de avaliarmos esta etapa como a final dentre as ações estratégicas (Figura 5), reconhecemos que a bioeconomia deve ser fortalecida por políticas públicas, pela pluralidade cultural e pela diversificação de bioprodutos, e que os investimentos devem ser constantes. O caminho para o desmatamento residual zero a partir de 2030 parte, portanto, de investimentos de cerca de R\$ 10 bilhões. Tal montante deve ser visto como custo de oportunidade diante dos inúmeros impactos projetados caso o desmatamento alcance um ponto de não retorno (Nobre *et al.* 2016), especialmente se for rompida a barreira de 40% da área total da Amazônia para o desmatamento.

Por fim, recomendamos e justificamos a alta complexidade desta etapa final, uma vez que a essência dos incentivos financeiros na Amazônia, por meio da bioeconomia, deverá ser concebida por intermédio do fortalecimento de políticas públicas, envolvimento da pluralidade cultural amazônica, diversificação de produtos, especialmente não-madeireiros, e que o arcabouço de políticas públicas favoreça igualmente os diferentes atores desta política/estratégia rumo ao desmatamento zero.

Considerações finais

Apesar dos enormes desafios para conseguir alcançar o desmatamento zero até 2030, o modelo proposto (Figuras 5 e 6) apresenta um viés inédito ao combinar o orçamento governamental projetado e realizado alinhado às estratégias *top-down* e *bottom-up*. As três diferentes estratégias foram elaboradas com o intuito de orientação e sugestão para que agentes públicos identifiquem pontualmente os principais vetores de desmatamento e políticas públicas a serem combatidos e/ou implementados para o alcance das metas propostas para 2025, 2028 e 2030. Convém ressaltar, contudo, que as estratégias não são mutuamente excludentes, ou seja, é possível (e até recomendável), sob uma proposta de governança/política eficaz, que elas sejam aplicadas concomitantemente.

Destaca-se que, para que os modelos propostos sejam plenamente efetivos (i.e. modelo econômico-teórico), vários desafios governamentais, como mudanças principalmente na legislação ambiental e social, na demarcação de terras e na adoção de medidas rigorosas contra ações ilegais, se fazem necessárias. Além dessas medidas, novas estratégias complementares, como maiores incentivos financeiros para a conservação da Amazônia Legal, a restauração ecológica massiva e o mapeamento para a suspensão do crédito, no sistema financeiro nacional, a proprietários com ilegalidades ambientais e sociais, por exemplo, deverão ser implementadas. Ao apontar o ganho de complexidade nas decisões com múltiplas estratégias ao longo do tempo, o modelo do presente estudo apresenta-se como uma ferramenta de compreensão analítica capaz de contribuir com ações concretas em diferentes escalas, urgências e intensidades de intervenção para o alcance do audacioso objetivo de Desmatamento Zero até 2030.

Limitações do estudo

A primeira limitação do presente estudo se refere à elaboração do trabalho. Este ensaio foi fruto de um exercício teórico-prático proposto na Escola São Paulo de Ciência Avançada (ESPCA) durante duas semanas, entre novembro e dezembro de 2022. Os autores não objetivam propor um modelo no limiar do estado da arte da temática, mas apresentar argumentos e propostas para que o debate seja ampliado e levado a vários setores da sociedade brasileira.

Há uma dificuldade evidente quanto ao acesso a informações sobre custos despendidos no PPCDam entre 2005 e 2022, afetando a capacidade de se estimar o valor futuro, até 2050. Para fazer uma valoração do futuro, isto é,

estimar o Valor Presente Líquido (VPL), a economia convencional (*mainstream economics*) defende a utilização de uma Taxa de Desconto Intertemporal como uma ferramenta de análise custo-benefício. Os pesquisadores da Economia Ecológica (*Ecological Economics*), contrários à visão ambiental dos economistas convencionais, questionam se uma taxa de desconto mais alta ou mais baixa poderia *favorecer* o meio ambiente (Daly & Farley 2016). Em termos de avaliação de projetos futuros, uma taxa de desconto elevada favorece os projetos cujos custos se situam principalmente no futuro e cujos lucros estão no presente, ao mesmo tempo em que penaliza aqueles cujos custos são atuais com lucros no futuro, como é o presente modelo de redução de desmatamento.

Com o intuito de não incorrer em uma discussão sobre o fato de a taxa de desconto ter sido subestimada ou superestimada, os autores deste estudo optaram por estimar os custos em valores nominais, isto é, sem utilizar uma taxa de desconto intertemporal preestabelecida.

Agradecimentos – Agradecemos ao Dr. Emiliano Cabrera Rocha pelas contribuições científicas no conceito e no desenho do presente estudo, durante a *São Paulo School of Advanced Science for a Sustainable and Inclusive AMAZONIA* (SPSAS Amazônia). Agradecemos aos palestrantes da SPSAS Amazônia, em especial a Anne Alencar (Instituto de Pesquisa Ambiental da Amazônia – IPAM), Paulo Moutinho (IPAM), Adalberto Luis Val (Instituto Nacional de Pesquisa da Amazônia – INPA) e Carlos Souza Jr. (Instituto do Homem e Meio Ambiente da Amazônia – Imazon). Também agradecemos à FAPESP APESP (Yuyama, K.T.; 2019/09067-7), CAPES, CNPq e ao Programa Biota pelo apoio financeiro. Os autores agradecem à Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo (FAPESP) pelo apoio ao projeto "*São Paulo School of Advanced Science for a Sustainable and Inclusive AMAZONIA* (Processo 2022/06028-3)" e a todos os professores e colegas que participaram do SPSAS Amazônia e contribuíram para o desenvolvimento deste trabalho.

Contribuições dos autores – Todos os autores contribuíram igualmente para a conceitualização, metodologia e redação das versões inicial e final do texto.

Conflitos de interesse – Os autores declaram que não têm conflitos de interesse relacionados à publicação deste manuscrito.

Ética – O presente estudo não envolve seres humanos e/ou ensaios clínicos que deveriam ser aprovados pelo Comitê de Ética Institucional.

Referências bibliográficas

- ALENCAR, A.; PEREIRA, C.; CASTRO, I.; CARDOSO, A.; SOUZA, L.; COSTA, R.; BENTES, A. J.; STELLA, O.; AZEVEDO, A.; GOMES, J.; NOVAES, R. 2016. **Desmatamento nos Assentamentos da Amazônia: Histórico, Tendências e Oportunidades**. IPAM, Brasília, DF, 93p.
- ALIX-GARCIA, J.; GIBBS, H. K. Forest conservation effects of Brazil's zero deforestation cattle agreements undermined by leakage. **Global Environmental Change**, [S.L.], v. 47, p. 201-217, nov. 2017. Elsevier BV. <http://dx.doi.org/10.1016/j.gloenvcha.2017.08.009>.
- ARAGÃO, L. E. O. C.; ANDERSON, L. O.; FONSECA, M. G.; ROSAN, T. M.; VEDOVATO, L. B.; WAGNER, F. H.; SILVA, C. V. J.; SILVA JUNIOR, C. H. L.; ARAI, E.; AGUIAR, A.P. 21st Century drought-related fires counteract the decline of Amazon deforestation carbon emissions. **Nature Communications**, [S.L.], v. 9, n. 1, p. 1-12, 13 fev. 2018. Springer Science and Business Media LLC. <http://dx.doi.org/10.1038/s41467-017-02771-y>.
- AGÊNCIA BRASIL. **Mensagem do governo é de esperança e reconstrução, diz Lula**. 2023. Disponível em: <https://agenciabrasil.ebc.com.br/politica/noticia/2023-01/mensagem-do-governo-e-de-esperanca-e-reconstrucao-diz-lula>. Acesso em: 23. maio 2023.
- AZEVEDO-RAMOS, C.; MOUTINHO, P. No man's land in the Brazilian Amazon: could undesignated public forests slow amazon deforestation?. **Land Use Policy**, [S.L.], v. 73, p. 125-127, abr. 2018. Elsevier BV. <http://dx.doi.org/10.1016/j.landusepol.2018.01.005>.
- AZEVEDO-RAMOS, C.; MOUTINHO, P.; ARRUDA, V. L. S.; STABILE, M. C. C.; ALENCAR, A.; CASTRO, I.; RIBEIRO, J. P. Lawless land in no man's land: the undesignated public forests in the brazilian amazon. **Land Use Policy**, [S.L.], v. 99, p. 104863, dez. 2020. Elsevier BV. <http://dx.doi.org/10.1016/j.landusepol.2020.104863>.
- BAKER, J. C. A.; SPRACKLEN, D. V. Climate Benefits of Intact Amazon Forests and the Biophysical Consequences of Disturbance. **Frontiers In Forests And Global Change**, [S.L.], v. 2, p. 1-13, 30 ago. 2019. Frontiers Media SA. <http://dx.doi.org/10.3389/ffgc.2019.00047>.
- BARLOW, J.; ANDERSON, L.; BERENGUER, E.; BRANCALION, P.; CARVALHO, N.; FERREIRA, J.; GARRETT, R.; JAKOVAC, C.; NASCIMENTO, N.; PEÑA-CLAROS, M.; RODRIGUES, R.; VALENTIM, J. **Transforming the Amazon through "arcs of restoration"**. 2022. Disponível em: <<https://www.theamazonwewant.org/wp-content/uploads/2022/11/PB-restauration-en.pdf>>. Acesso em: 15. Feb. 2023.
- BASTOS, P. P. Z. **Fundo Amazônia e desenvolvimento socioambiental inclusivo: problemas e recomendações**. 2023. Disponível em: <<https://www.eco.unicamp.br/images/arquivos/nota-cecon/nota-do-cecon-20.pdf>>. Acesso em: 27. jan. 2023.
- BERGAMO, D.; ZERBINI, O.; PINHO, P.; MOUTINHO, P. The Amazon bioeconomy: beyond the use of forest products. **Ecological Economics**, [S.L.], v. 199, p. 107448, set. 2022. Elsevier BV. <http://dx.doi.org/10.1016/j.ecolecon.2022.107448>.
- BLANCO, G. D.; FERNÁNDEZ-LLAMAZARES, Á.; BLANCO, G. D.; BAKER, J.; TAGLIARI, M. S. M.; HAYATA, M. A.; CAMPOS, M. L.; HANAZAKI, N. The impacts of mining on the food sovereignty and security of Indigenous Peoples and local communities: a global review. **Science Of The Total Environment**, [S.L.], v. 855, p. 158803, jan. 2023. Elsevier BV. <http://dx.doi.org/10.1016/j.scitotenv.2022.158803>.
- BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. **Planaveg: Plano Nacional de Recuperação da Vegetação Nativa**. 2017.
- BRASIL. Decreto do Governo do Estado de Rondônia 7335/1996. Criação da Reserva Extrativista Jaci Paraná.
- BRASIL. Decreto nº. 11.367, de 1º de Janeiro de 2023. Institui a Comissão Interministerial Permanente de Prevenção e Controle do Desmatamento, restabelece o Plano de Ação para a Prevenção e Controle do Desmatamento na Amazônia Legal - PPCDAm e dispõe sobre os Planos de Ação para a Prevenção e Controle do Desmatamento no Cerrado, na Mata Atlântica, na Caatinga, no Pampa e no Pantanal. **Diário Oficial da União**: seção 1 – edição extra, Brasília, DF, p.2, 2 janeiro 2023. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2023-2026/2023/decreto/D11367.htm>. Acesso em: 27 jan. 2023.

BRASIL. Decreto n°. 10.952, de 24 de Dezembro de 2020. Regulamenta a Lei nº11.952, para dispor sobre a regularização fundiária das áreas rurais situadas em terras da União, no âmbito da Amazônia Legal, e em terras do Instituto Nacional de Colonização e Reforma Agrária, por meio de alienação e concessão de direito real do uso de imóveis. **Diário Oficial da União**: seção 1, Brasília, DF, p.6, 28 Dezembro 2020 Disponível em: <https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2019-2022/2020/decreto/d10592.htm>. Acesso em: 15 maio 2023.

BRASIL. Lei 11.952, de 25 de Junho de 2009. Dispõe sobre a regularização fundiária das ocupações incidentes em terras situadas em áreas da União, no âmbito da Amazônia Legal; altera as Leis nº8.666/1993 e 6.015/1973; e dá outras providências. Disponível em: <https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2009/lei/l11952.htm>. Acesso em: 15 maio 2023.

BRASIL. Decreto S/N de Criação da APA do Tapajós, 2006c.

BRASIL. Decreto S/N de Criação da FLONA do Jamanxim, 2006b.

BRASIL. Portaria 583/2011 da Secretaria de Estado de Meio Ambiente do Pará. Criação da APA Triunfo do Xingu, 2006a.

BRITO, B. 2023. **Como impedir a grilagem nas Florestas Públicas Federais? Nota de Políticas Públicas**. 2030. Disponível em: <https://amazonia2030.org.br/wp-content/uploads/2023/04/Notasdepoliticaspublicas01_Como-impedir-a-grilagem-nas-florestas-publicas.pdf>. Acesso em: maio de 2023.

Controladoria Geral da União. **Relatório de avaliação da governança do Fundo Amazônia exercida pelo Ministério Do Meio Ambiente: Exercícios 2019, 2020 e 2021**. 2022. Disponível em: <<https://eaud.cgu.gov.br/relatorios/download/1042162>>. Acesso em: 27 Jan. 2023.

Cunha, Manuela Carneiro da, and Mauro W. B. de Almeida. Indigenous People, Traditional People, and Conservation in the Amazon. **Daedalus**, [S.L], vol. 129, no. 2, 2000, p. 315–338. JSTOR, <http://www.jstor.org/stable/20027639>.

DALY, H., FARLEY, J. **Economia Ecológica**. São Paulo: Annablume Cidadania e Meio Ambiente, 2016.

DE ALMEIDA, A.L.O.. **The colonization of the Amazon**. [S.L]: The University of Texas Press, 2010.

SANTOS, Alex Mota dos; SILVA, Carlos Fabricio Assunção da; MELO, Silas Nogueira de; ALMEIDA JUNIOR, Pedro Monteiro de; BUENO, Luis Fernando. Influence of deforestation inside and outside indigenous lands in the Brazilian Amazon Biome. **Regional Environmental Change**, [S.L.], v. 22, n. 2, p. 1-7, jun. 2022. Springer Science and Business Media LLC. <http://dx.doi.org/10.1007/s10113-022-01937-9>.

FELLOWS, M.; ALENCAR, A.; BANDEIRA, M.; CASTRO, I.; GUYOT, C. Nota Técnica - Amazônia em chamas: desmatamento e fogo nas terras indígenas. **IPAM Amazônia**, [S.L], n.6, p. 1-15, mar. 2021.

FELLOWS, M., COELHO, M.E., SILVESTRINI, R., MENEZES, T. de S., PINHO, P., AMORIM, F.F., POHL, L., GUYOT, C., NETO, L.F. de O. & ALENCAR, A.. Nota Técnica - Isolados por um fio riscos impostos aos povos indígenas isolados. **IPAM Amazônia**, [S.L], n. 10, p. 1-23. 2023.

FERNÁNDEZ-L., Á.; LÓPEZ-BAUCELLS, A.; VELAZCO, P. M.; GYAWALI, A.; ROCHA, R.; TERRAUBE, J.; CABEZA, M. The importance of Indigenous Territories for conserving bat diversity across the Amazon biome. **Perspectives In Ecology And Conservation**, [S.L.], v. 19, n. 1, p. 10-20, jan. 2021. Elsevier BV. <http://dx.doi.org/10.1016/j.pecon.2020.11.001>.

FREITAS, C. T.; LOPES, P. F. M.; CAMPOS-SILVA, J. V.; NOBLE, M. M.; DYBALL, R.; PERES, C. A. Co-management of culturally important species: a tool to promote biodiversity conservation and human well-being. **People And Nature**, [S.L.], v. 2, n. 1, p. 61-81, 13 dez. 2019. Wiley. <http://dx.doi.org/10.1002/pan3.10064>.

GASTAUER, M.; CAVALCANTE, R. B. L.; CALDEIRA, C. F.; NUNES, S. S. Structural Hurdles to Large-Scale Forest Restoration in the Brazilian Amazon. **Frontiers In Ecology And Evolution**, [S.L.], v. 8, p. 1-6, 29 out. 2020. Frontiers Media SA. <http://dx.doi.org/10.3389/fevo.2020.593557>.

GIBBS, H. K.; MUNGER, J.; L'ROE, J.; BARRETO, P.; PEREIRA, R.; CHRISTIE, M.; AMARAL, T.; WALKER, N.F. Did Ranchers and Slaughterhouses Respond to Zero-Deforestation Agreements in the Brazilian

- Amazon? **Conservation Letters**, [S.L.], v. 9, n. 1, p. 32-42, 12 maio 2015. Wiley. <http://dx.doi.org/10.1111/conl.12175>.
- GIBBS, H. K.; RAUSCH, L.; MUNGER, J.; SCHELLY, I.; MORTON, D. C.; NOOJIPADY, P.; SOARES-FILHO, B.; BARRETO, P.; MICOL, L.; WALKER, N. F.. Brazil's Soy Moratorium. **Science**, [S.L.], v. 347, n. 6220, p. 377-378, 23 jan. 2015. American Association for the Advancement of Science (AAAS). <http://dx.doi.org/10.1126/science.aaa0181>.
- GOLLNOW, F.; HISSA, L. B. V.; RUFIN, P.; LAKES, T. Property-level direct and indirect deforestation for soybean production in the Amazon region of Mato Grosso, Brazil. **Land Use Policy**, [S.L.], v. 78, p. 377-385, nov. 2018. Elsevier BV. <http://dx.doi.org/10.1016/j.landusepol.2018.07.010>.
- GREENPEACE. **Eating up the Amazon**. 2006. Disponível em: <https://www.greenpeace.org/usa/research/eating-up-the-amazon/>. Acesso em: 26 jan. 2023.
- GREENPEACE. **Slaughtering the Amazon**. 2009. Disponível em: <https://www.greenpeace.org/usa/research/slaughtering-the-amazon/>. Acesso em: 26 jan. 2023.
- ICMBIO. Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade. **Plano de manejo da floresta nacional do Jamanxim, localizada no estado do Pará**. Volume I – Informações Gerais. 2010, 254p.
- INPE. **Projeto PRODES** – Projeto de Estimativa de Desflorestamento da Amazônia. Taxas anuais do Desmatamento de 1988 até 2022. 2022. Disponível em: <http://www.obt.inpe.br/OBT/assuntos/programas/amazonia/prodes>. Acesso em: 26 jan. 2023.
- Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis (IBAMA). **Consulta de Autuações Ambientais e Embargos**. Disponível em: <https://servicos.ibama.gov.br/ctf/publico/areasembargadas/ConsultaPublicaAreasEmbargadas.php> Acesso em: 10 fev. 2023.
- INSTITUTO SOCIOAMBIENTAL. Disponível em: <https://terrasindigenas.org.br/pt-br/brasil>. Acesso em: 01 fev. 2023.
- KASTENS, J. H.; BROWN, J. C.; COUTINHO, A. C.; BISHOP, C. R.; ESQUERDO, J. C. D. M. Soy moratorium impacts on soybean and deforestation dynamics in Mato Grosso, Brazil. **Plos One**, [S.L.], v. 12, n. 4, p. e0176168, 28 abr. 2017. Public Library of Science (PLOS). <http://dx.doi.org/10.1371/journal.pone.0176168>.
- KLINGLER, M.; RICHARDS, P. D.; OSSNER, R. Cattle vaccination records question the impact of recent zero-deforestation agreements in the Amazon. **Regional Environmental Change**, [S.L.], v. 18, n. 1, p. 33-46, 6 nov. 2017. Springer Science and Business Media LLC. <http://dx.doi.org/10.1007/s10113-017-1234-1>.
- MACEDO, M. N.; DEFRIES, R. S.; MORTON, D. C.; STICKLER, C. M.; GALFORD, G. L.; SHIMABUKURO, Y. E. Decoupling of deforestation and soy production in the southern Amazon during the late 2000s. **Proceedings Of The National Academy Of Sciences**, [S.L.], v. 109, n. 4, p. 1341-1346, 9 jan. 2012. Proceedings of the National Academy of Sciences. <http://dx.doi.org/10.1073/pnas.1111374109>.
- MASSOCA, P. E. D. S., DELAROCHE, M. and LUI, G.. **4.6 lessons from the soy and beef moratoria in Brazil. Zero deforestation: A commitment to change**, p.151 - 159. 2017.
- MOUTINHO, Paulo; AZEVEDO-RAMOS, Claudia. Untitled public forestlands threaten Amazon conservation. **Nature Communications**, [S.L.], v. 14, n. 1, p. 2021-2024, 1 mar. 2023. Springer Science and Business Media LLC. <http://dx.doi.org/10.1038/s41467-023-36427-x>.
- MOUTINHO, Paulo; GUERRA, Raissa; AZEVEDO-RAMOS, Claudia. Achieving zero deforestation in the Brazilian Amazon: what is missing?. **Elementa: Science of the Anthropocene**, [S.L.], v. 4, p. 1-11, 1 jan. 2016. University of California Press. <http://dx.doi.org/10.12952/journal.elementa.000125>.
- NEPSTAD, Daniel; MCGRATH, David; STICKLER, Claudia; ALENCAR, Ane; AZEVEDO, Andrea; SWETTE, Briana; BEZERRA, Tathiana; DIGIANO, Maria; SHIMADA, João; MOTTA, Ronaldo Seroa da. Slowing Amazon deforestation through public policy and interventions in beef and soy supply chains. **Science**, [S.L.], v. 344, n. 6188, p. 1118-1123, 6 jun. 2014. American Association for the Advancement of Science (AAAS). <http://dx.doi.org/10.1126/science.1248525>.
- NOBRE, Carlos A.; SAMPAIO, Gilvan; BORMA, Laura S.; CASTILLA-RUBIO, Juan Carlos; SILVA, José S.; CARDOSO, Manoel. Land-use and climate change risks in the Amazon and the need of a novel

sustainable development paradigm. *Proceedings Of The National Academy Of Sciences*, [S.L.], v. 113, n. 39, p. 10759-10768, 16 set. 2016. *Proceedings of the National Academy of Sciences*. <http://dx.doi.org/10.1073/pnas.1605516113>.

NOBRE, C., ENCALADA, A., et al. Amazon Assessment Report 2021. United Nations Sustainable Development Solutions Network. 2021. Disponível em: <https://www.theamazonwewant.org/wp-content/uploads/2021/09/SPA-Executive-Summary-11Mb.pdf>. Acesso em: fev. 2023.

NOGUEIRA, Euler Melo; YANAI, Aurora Miho; VASCONCELOS, Sumaia Saldanha de; GRAÇA, Paulo Maurício Lima de Alencastro; FEARNside, Philip Martin. Carbon stocks and losses to deforestation in protected areas in Brazilian Amazonia. *Regional Environmental Change*, [S.L.], v. 18, n. 1, p. 261-270, 21 jul. 2017. Springer Science and Business Media LLC. <http://dx.doi.org/10.1007/s10113-017-1198-1>.

PACHECO, André A.; NEVES, Ana Carolina O.; FERNANDES, G. Wilson. Uneven conservation efforts compromise Brazil to meet the Target 11 of Convention on Biological Diversity. *Perspectives In Ecology And Conservation*, [S.L.], v. 16, n. 1, p. 43-48, jan. 2018. Elsevier BV. <http://dx.doi.org/10.1016/j.pecon.2017.12.001>.

DUARTE, Daniela Prioli; PERES, Carlos A.; PERDOMO, Edgar Fernando Cifuentes; GUIZAR-COUTIÑO, Alejandro; NELSON, Bruce Walker. Reducing natural vegetation loss in Amazonia critically depends on the formal recognition of indigenous lands. *Biological Conservation*, [S.L.], v. 279, p. 109936, mar. 2023. Elsevier BV. <http://dx.doi.org/10.1016/j.biocon.2023.109936>.

QIN, Yuanwei; XIAO, Xiangming; LIU, Fang; SILVA, Fabio de Sa e; SHIMABUKURO, Yosio; ARAI, Egidio; FEARNside, Philip Martin. Forest conservation in Indigenous territories and protected areas in the Brazilian Amazon. *Nature Sustainability*, [S.L.], v. 6, n. 3, p. 295-305, 2 jan. 2023. Springer Science and Business Media LLC. <http://dx.doi.org/10.1038/s41893-022-01018-z>.

QIN, Yuanwei; XIAO, Xiangming; DONG, Jinwei; ZHANG, Yao; WU, Xiaocui; SHIMABUKURO, Yosio; ARAI, Egidio; BIRADAR, Chandrashekhar; WANG, Jie; ZOU, Zhenhua. Improved estimates of forest cover and loss in the Brazilian Amazon in 2000–2017. *Nature Sustainability*, [S.L.], v. 2, n. 8, p. 764-772, 29 jul. 2019. Springer Science and Business Media LLC. <http://dx.doi.org/10.1038/s41893-019-0336-9>.

RAJÃO, Raoni; SOARES-FILHO, Britaldo; NUNES, Felipe; BÖRNER, Jan; MACHADO, Lilian; ASSIS, Débora; OLIVEIRA, Amanda; PINTO, Luis; RIBEIRO, Vivian; RAUSCH, Lisa. The rotten apples of Brazil's agribusiness. *Science*, [S.L.], v. 369, n. 6501, p. 246-248, 17 jul. 2020. American Association for the Advancement of Science (AAAS). <http://dx.doi.org/10.1126/science.aba6646>.

RORATO, Ana C.; ESCADA, Maria Isabel S.; CAMARA, Gilberto; PICOLI, Michelle C.A.; VERSTEGEN, Judith A. Environmental vulnerability assessment of Brazilian Amazon Indigenous Lands. *Environmental Science & Policy*, [S.L.], v. 129, p. 19-36, mar. 2022. Elsevier BV. <http://dx.doi.org/10.1016/j.envsci.2021.12.005>.

SAATCHI, Sassan S.; HARRIS, Nancy L.; BROWN, Sandra; LEFSKY, Michael; MITCHARD, Edward T. A.; SALAS, William; ZUTTA, Brian R.; BUERMANN, Wolfgang; LEWIS, Simon L.; HAGEN, Stephen. Benchmark map of forest carbon stocks in tropical regions across three continents. *Proceedings Of The National Academy Of Sciences*, [S.L.], v. 108, n. 24, p. 9899-9904, 31 maio 2011. *Proceedings of the National Academy of Sciences*. <http://dx.doi.org/10.1073/pnas.1019576108>.

Sistema de Análise e Monitoramento de Gestão – SAMGE. Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade. Disponível em: <http://samge.icmbio.gov.br/>. Acesso em: 02 fev. 2023.

SER. *The Primer on ecological restoration*. 2004. Disponível em: www.ser.org.

SFB. Sistema Nacional de Cadastro Ambiental Rural - Sicar. In: *Cadastro Ambient. Rural*. 2022. Disponível em: <http://www.car.gov.br/#/>. Acesso em: 27 jan.2023.

SILVA-JUNIOR, C. H. L.; SILVA, F. B.; ARISI, B. M.; MATAVELI, Guilherme; PESSÔA, Ana C. M.; CARVALHO, Nathália S.; REIS, João B. C.; SILVA JÚNIOR, Admo R.; MOTTA, Nathalia A. C. S.; SILVA, Paulo Vinícius Moreira e. Brazilian Amazon indigenous territories under deforestation pressure. *Scientific Reports*, [S.L.], v. 13, n. 1, p. 1-9, 10 abr. 2023. Springer Science and Business Media LLC. <http://dx.doi.org/10.1038/s41598-023-32746-7>.

SIQUEIRA-GAY, Juliana; SOARES-FILHO, Britaldo; SANCHEZ, Luis E.; OVIEDO, Antonio; SONTER, Laura J.. Proposed Legislation to Mine Brazil's Indigenous Lands Will Threaten Amazon Forests and Their Valuable Ecosystem Services. **One Earth**, [S.L.], v. 3, n. 3, p. 356-362, set. 2020. Elsevier BV. <http://dx.doi.org/10.1016/j.oneear.2020.08.008>.

SIQUEIRA-GAY, Juliana; METZGER, Jean Paul; SÁNCHEZ, Luis E.; SONTER, Laura J.. Strategic planning to mitigate mining impacts on protected areas in the Brazilian Amazon. **Nature Sustainability**, [S.L.], v. 5, n. 10, p. 853-860, 28 jul. 2022. Springer Science and Business Media LLC. <http://dx.doi.org/10.1038/s41893-022-00921-9>.

STABILE, Marcelo C. C.; GARCIA, Andrea S.; SALOMÃO, Caroline S. C.; BUSH, Glenn; GUIMARÃES, André L.; MOUTINHO, Paulo. Slowing Deforestation in the Brazilian Amazon: avoiding legal deforestation by compensating farmers and ranchers. **Frontiers In Forests And Global Change**, [S.L.], v. 4, p. 1-7, 9 fev. 2022. Frontiers Media SA. <http://dx.doi.org/10.3389/ffgc.2021.635638>.

SZE, Jocelyne S.; CHILDS, Dylan Z.; CARRASCO, L. Roman; EDWARDS, David P.. Indigenous lands in protected areas have high forest integrity across the tropics. **Current Biology**, [S.L.], v. 32, n. 22, p. 4949-4956, nov. 2022. Elsevier BV. <http://dx.doi.org/10.1016/j.cub.2022.09.040>.

TERRABRASILIS. **Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais**. Disponível em: <http://terrabrasilis.dpi.inpe.br/>. Acesso em: 02 fev. 2023.

VERDUM, R. **A Política do desmatamento**. 2017. Disponível em: <https://desmatamento.infoamazonia.org/>. Acesso em: 25 jan. 2023.

VILLÉN-PÉREZ, Sara; ANAYA-VALENZUELA, Luisa; CRUZ, Denis Conrado da; FEARNSIDE, Philip M.. Mining threatens isolated indigenous peoples in the Brazilian Amazon. **Global Environmental Change**, [S.L.], v. 72, p. 102398, jan. 2022. Elsevier BV. <http://dx.doi.org/10.1016/j.gloenvcha.2021.102398>.

WALKER, Wayne; BACCINI, Alessandro; SCHWARTZMAN, Stephan; RÍOS, Sandra; OLIVEIRA-MIRANDA, María A.; AUGUSTO, Cicero; RUIZ, Milton Romero; ARRASCO, Carla Soria; RICARDO, Beto; SMITH, Richard. Forest carbon in Amazonia: the unrecognized contribution of indigenous territories and protected natural areas. **Carbon Management**, [S.L.], v. 5, n. 5-6, p. 479-485, 2 nov. 2014. Informa UK Limited. <http://dx.doi.org/10.1080/17583004.2014.990680>.

Sobre os autores

Amintas de Oliveira Brandão Júnior é Engenheiro Ambiental, graduado pela Universidade do Estado do Pará/UEPA, com especialização pela Universidade Federal do Pará/UFGPA, mestrado na Clark University e doutorado na University of Wisconsin-Madison, ambos nos Estados Unidos. Atualmente realiza Pós-doutorado na University of Wisconsin-Madison. <https://orcid.org/0000-0002-4044-8366>

Denis Silva Nogueira é Biólogo, formado pela Universidade do Estado de Mato Grosso/UNEMAT, com mestrado em Ecologia e Conservação na UNEMAT, doutorado em Ecologia e Evolução pela Universidade Federal de Goiás/UFG, e pós-doutorado Universidade de Leeds & UNEMAT. Atualmente é docente do Programa de Pós-Graduação em Ecologia e Conservação da UNEMAT e do Instituto Federal de Mato Grosso/IFMT, Campus de Primavera do Leste. <https://orcid.org/0000-0001-8893-7903>

Heloisa C. Tozato é Bióloga formada pela Universidade Estadual de Londrina/UEL. É PhD em Geografia pela Université de Rennes 2 (Rennes, França) e Doutora em Ciências Ambientais pela Universidade de São Paulo/USP. Atualmente realiza sua pesquisa pós doutoral no Instituto de Estudos Avançados/USP. <https://orcid.org/0000-0002-5417-8985>

Kamila Tomoko Yuyama é Bióloga, formada na Universidade Federal do Amazonas/UFAM, com mestrado na Universidade Federal de Viçosa/UFV e doutorado pleno na Technische Universität Braunschweig (DE). Atualmente é pós-doutoranda da Faculdade de Ciências Farmacêuticas de Ribeirão Preto/Universidade de São Paulo – FCFRP/USP. <https://orcid.org/0000-0002-8080-7984>

Lucas Ferreira Lima é Economista, formado na Universidade Federal de Uberlândia/UFU, com mestrado e doutorado na Universidade Estadual de Campinas/UNICAMP. Atualmente é Pesquisador de Pós-doutorado no Instituto de Economia da UNICAMP. <https://orcid.org/0000-0001-5839-2834>

Mário S. M. Tagliari é Biólogo, formado na Universidade Federal de Santa Catarina/UFSC, com mestrado na Univ. de Montpellier (França) e doutorado na UFSC. Atualmente é Professor na Faculdade Municipal de Educação e Meio Ambiente – FAMA, Clevelândia - PR. <https://orcid.org/0000-0002-8746-3598>

Natália Stefanini da Silveira é Bióloga, formada pela Universidade Estadual Paulista/UNESP- Bauru, com mestrado na Universidade Estadual Paulista UNESP – Rio Claro e doutorado pela UNESP - Rio Claro. Atualmente é pesquisadora convidada no Laboratório de Ecologia Espacial e Conservação, na UNESP – Rio Claro. <https://orcid.org/0000-0001-7683-8211>