



SUMÁRIO PARA POLÍTICAS PÚBLICAS:

Priorização de áreas para recuperação florestal na Amazônia brasileira



IIS

INSTITUTO INTERNACIONAL
PARA SUSTENTABILIDADE

Principais mensagens

Através da formulação e avaliação de cenários alternativos, a abordagem apresentada neste documento descreve as complexas relações de perda-ganha (*trade-offs*) e de sinergias entre benefícios e custos da recuperação florestal na Amazônia;

A abordagem utilizada considera os benefícios potenciais da recuperação de áreas desmatadas em termos de conservação da biodiversidade e mitigação das mudanças do clima, visando também a redução dos custos da recuperação florestal;

Na Amazônia, as áreas passíveis de recuperação que possuem o maior potencial de reduzir o risco de extinção de espécies são mais caras para se recuperar do que as áreas com maior potencial de sequestrar carbono, havendo um *trade-off* significativo entre estes dois benefícios.

O cenário de conciliação busca uma solução ótima e equilibrada entre todos os benefícios e custos considerados. Na Amazônia, este cenário apresenta: o segundo menor custo total, 6,5% mais caro do que o cenário que visa apenas a redução dos custos; o segundo maior potencial de sequestro de carbono, 76% do potencial estimado para o cenário que maximiza apenas a mitigação das mudanças do clima; e o segundo maior potencial de redução do risco de extinção de espécies, 45% do potencial estimado para o cenário que maximiza apenas a conservação da biodiversidade.

A próxima década foi declarada como a Década da Restauração de Ecossistemas da Organização das Nações Unidas (ONU).

A recuperação de áreas desmatadas e degradadas é uma prioridade para a superação de desafios globais como a mitigação das mudanças do clima e a crise da biodiversidade, bem como para o atingimento dos objetivos de desenvolvimento sustentável¹. Se destaca como uma das soluções baseadas na natureza² mais importantes para aumentar o sequestro de carbono e/ou evitar as emissões de gases de efeito estufa (Griscom *et al.* 2017), sendo portanto essencial para a manutenção do aquecimento global 2°C abaixo dos níveis pré-industriais, meta acordada por 195 países no âmbito do Acordo sobre Mudanças do Clima de Paris³.

Sua relevância é indicada por compromissos nacionais e internacionais. No Brasil, o Plano Nacional de Recuperação da Vegetação Nativa (PLANAVEG; Brasil/MMA 2017) tem como meta a recuperação de 12 Mha de vegetação nativa até 2030, visando adequação à Lei de Proteção da Vegetação Nativa (LPVN; Brasil 2012) por meio da recuperação dos débitos de reserva legal (RL) e áreas de preservação permanente (APP). Além disso, de forma complementar, parte da meta está relacionada com a implementação de florestas multifuncionais em áreas de uso alternativo do solo. Já o Plano Nacional sobre Mudança do Clima (PNMC; Brasil/MMA 2008) visa ampliar a área de florestas plantadas em 5,5 Mha até 2020, sendo 2 Mha recuperados com espécies nativas. O Brasil também assumiu compromissos internacionais como a Contribuição Nacionalmente Determinada (NDC) junto à Convenção-Quadro das Nações Unidas sobre Mudanças do Clima (UNFCCC), o Desafio de Boon e a Iniciativa 20x20, todos com a meta de recuperar 12 Mha de ecossistemas degradados ou desmatados até 2030⁴.

O cumprimento dessas metas representaria um avanço frente aos desafios globais, mas poderia gerar impactos na produção de alimentos ao competir pelo uso da terra e impor custos adicionais aos produtores, o que destaca a importância do planejamento territorial e da priorização de áreas para serem recuperadas de modo a otimizar benefícios e custos.

¹ Os objetivos de desenvolvimento sustentável visam acabar com a pobreza, proteger o meio ambiente e o clima e garantir o bem-estar das pessoas. Para mais detalhes, acessar <https://brasil.un.org/pt-br/sdgs>

² Ações baseadas em processos naturais para abordar desafios contemporâneos. Para uma discussão mais específica sobre como estas soluções podem contribuir para a mitigação às mudanças do clima, acessar <https://wribrasil.org.br/pt/blog/2019/10/como-solucoes-baseadas-na-natureza-podem-preparar-cidades-para-mudanca-do-clima>

³ Maiores detalhes sobre o Acordo sobre Mudanças do Clima de Paris podem ser obtidos em: <https://brasil.un.org/sites/default/files/2020-08/Acordo-de-Paris.pdf>

⁴ Maiores detalhes sobre os compromissos internacionais assumidos pelo Brasil e sobre suas diferenças podem ser obtidos em: <https://www4.unfccc.int/sites/NDCStaging/pages/Party.aspx?party=BRA> (NDC brasileira), <https://www.bonnchallenge.org/> (Desafio de Boon) e <https://initiative20x20.org/> (Iniciativa 20x20).



Foto: Unsplash/Robin Noguier

IIS

Este documento apresenta uma abordagem inovadora de priorização de áreas para recuperação florestal que revela sinergias e relações de perde-ganha (*trade-offs*) entre múltiplos benefícios e custos associados à recuperação florestal na Amazônia, considerando diferentes cenários de políticas públicas para identificar soluções custo-efetivas, isto é, aquelas que proporcionam o máximo de benefícios a um menor custo.

O estudo foi realizado no âmbito do projeto “Pró-restaura: desvendando as oportunidades comerciais, financeiras e econômicas da Restauração Florestal e de Paisagem no Brasil” (“Unlocking economic opportunities to scale Forest and Landscape Restoration in Brazil”), executado pelo Instituto Internacional para Sustentabilidade (IIS) em parceria com a World Resources Institute-Brasil (WRI) e financiado pela Iniciativa Internacional do Clima da Alemanha (IKI; Internationale Klimaschutzinitiative). Este projeto teve como principal objetivo fornecer evidências e orientações práticas para profissionais da restauração, proprietários rurais e tomadores de decisão sobre os benefícios fornecidos pela recuperação de paisagens florestais⁵.

⁵ Outros resultados elaborados pelo IIS no âmbito desse projeto para apoiar a agenda de restauração florestal incluem: (i) cartilha de boas práticas para a restauração de paisagens na Mata Atlântica e Amazônia brasileiras; (ii) diretrizes para a restauração de paisagens florestais (RPF) na Mata Atlântica e Amazônia brasileiras; (iii) relatório técnico sobre os impactos da RPF na Mata Atlântica e Amazônia brasileiras; (iv) relatório técnico sobre oportunidades de restauração em três paisagens localizadas na Mata Atlântica; (v) relatório técnico sobre o planejamento da restauração nas bacias hidrográficas dos Rios Itaúnas e São Mateus e (vi) sumário para política pública: priorização de áreas para recuperação florestal na Mata Atlântica brasileira.

Por que a recuperação florestal é uma questão estratégica na Amazônia?

Atualmente, a Amazônia brasileira é representada por 83% de cobertura florestal. Apesar desta alta porcentagem, o desmatamento na Amazônia voltou a crescer em 2015 após períodos de redução (2004–2011) e estabilização (2012–2014). Segundo estimativas do Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE), cerca de 7,8 Mha de florestas primárias foram perdidas devido ao desmatamento por corte raso na Amazônia Legal brasileira na última década. A maior perda aconteceu entre agosto de 2019 e julho de 2020, onde estima-se que 1,1 Mha tenham sido desmatados, o que representa um aumento de 9,5% na taxa de desmatamento em relação ao ano anterior.

Cerca de 28% da Amazônia brasileira está protegida em unidades de conservação (UC) - 10% em UCs de proteção integral e 18% em UCs de uso sustentável - e aproximadamente 23% corresponde a terras indígenas (TIs). Entretanto, a efetividade destas áreas para a manutenção da vegetação nativa encontra-se ameaçada visto que, até outubro de 2020, foi registrado um incremento de desmatamento acumulado no ano de aproximadamente 11% em UCs e 4% em TIs (Fonseca *et al.* 2020). Uma das formas de balancear tais perdas é através da regeneração natural de florestas em áreas desmatadas que

foram abandonadas, considerando que cerca de 12% do carbono emitido pelo desmatamento da Amazônia foram compensados pelas florestas secundárias do Brasil (Silva Junior *et al.* 2020). Estimativas de 2017 apontam para uma cobertura de 12 Mha de florestas secundárias na Amazônia, mas estas florestas sofrem forte pressão antrópica. Estima-se que cerca de 20 Mha de florestas secundárias tenham sido desmatadas entre 1988 e 2017, e que, sem a devida proteção, menos de 20% se manterão nos próximos 20 anos (Nunes *et al.* 2020).

Segundo Guidotti e colaboradores (2017), a Amazônia brasileira possui um passivo ambiental total de 3,6 Mha de RL e 1,1 Mha de APP, localizados, principalmente, nas áreas próximas à fronteira agrícola. A meta específica do PLANAVEG para esta região biogeográfica é de recuperar 4,8 Mha até 2030. Diante das elevadas taxas de desmatamento anual, e considerando que o potencial de regeneração natural é mais alto em áreas majoritariamente florestadas, a recuperação florestal se destaca como uma agenda urgente na Amazônia. Esta agenda deve ser implementada em uma abordagem de gestão integrada da paisagem associada ao combate ao desmatamento e à degradação florestal, bem como à adoção de boas práticas agropecuárias.



Foto: Unsplash/Sebastien Goldberg

Soluções custo-efetivas para a recuperação florestal na Amazônia através de modelagem espacial multicritério

Considerando a importância de otimizar os esforços de recuperação florestal na Amazônia, investigar como os benefícios e custos da recuperação florestal em larga escala variam no tempo e no espaço é uma questão chave para se alcançar ações e iniciativas mais custo-efetivas.

Este documento apresenta cenários alternativos, incluindo algumas soluções custo-efetivas, para apoiar o planejamento da recuperação florestal na Amazônia, com foco em (i) conservação da biodiversidade, (ii) mitigação das mudanças do clima, e (iii) redução dos custos da recuperação florestal, considerando tanto o de implementação da recuperação quanto o de oportunidade da terra.

Modelagem espacial multicritério para identificar áreas prioritárias para a recuperação florestal

A identificação das áreas prioritárias para a recuperação florestal na Amazônia foi feita através de uma modelagem espacial multicritério baseada em Programação Linear Inteira (Strassburg *et al.* 2019). A partir do mapeamento de 80 Mha de áreas passíveis de recuperação florestal (isto é, áreas florestais convertidas para atividades agropecuárias) na Amazônia, foram modelados os retornos potenciais de acordo com os benefícios e custos associados à recuperação destas áreas. Especificamente, a modelagem simulou a recuperação dessas áreas convertidas, selecionando a cada passo da simulação as áreas com maior potencial de maximizar benefícios e/ou minimizar custos, até chegar naquelas que contribuiriam menos. Ao final, foi gerado um gradiente de prioridades para a recuperação florestal, indicando as áreas 5% mais importantes, 10%, 15% e assim sucessivamente até chegar na recuperação total da área disponível.

Os resultados da modelagem espacial multicritério dependem diretamente da definição (i) da meta de área a ser recuperada; (ii) dos objetivos da recuperação florestal, ou seja, os benefícios que se deseja obter e os custos que se deseja reduzir, definidos como critérios de otimização na modelagem; (iii) das restrições impostas para a recuperação das áreas como, por exemplo, metas específicas a serem atingidas dentro de fitofisionomias ou ecorregiões, ou no entorno de unidades de conservação); e (iv) dos cenários alternativos que serão construídos na modelagem (Fig. 1).



Fig. 1. Passo a passo para execução da modelagem espacial multicritério para a recuperação florestal.

Cenários

Foram utilizados diferentes cenários para identificação das áreas prioritárias, incluindo cenários orientados para otimizar um único critério e outros orientados a encontrar soluções de conciliação, ou seja, cenários que visam otimizar múltiplos benefícios simultaneamente a um custo ótimo (Fig. 2). Por fim, foi feita a quantificação dos custos e benefícios estimados para cada cenário, identificando as relações de perde-ganha (*trade-offs*) e sinergias entre estes. Maiores detalhes sobre a construção das superfícies de benefícios e custos e sobre a modelagem executada estão disponíveis em Strassburg e colaboradores (2019).



Fig. 2. Cenários baseados na otimização de um único critério e das variáveis utilizadas para representá-los.



Possíveis cenários de recuperação florestal para a Amazônia

A Fig. 3 mostra os gradientes de prioridade para recuperação florestal na Amazônia considerando os critérios de priorização estabelecidos em cada cenário. Nesta abordagem, os 15% de áreas passíveis de recuperação que são mais prioritários (aproximadamente 11 milhões de hectares) estão sendo utilizados como valor de corte para a quantificação dos benefícios e custos esperados, bem como para a identificação dos *trade-offs* e sinergias. Este valor de corte foi baseado na meta estabelecida até 2020 pela Convenção de Diversidade Biológica da Organização das Nações Unidas (ONU) de recuperar 15% dos ecossistemas do planeta estabelecida (CBD 2010).

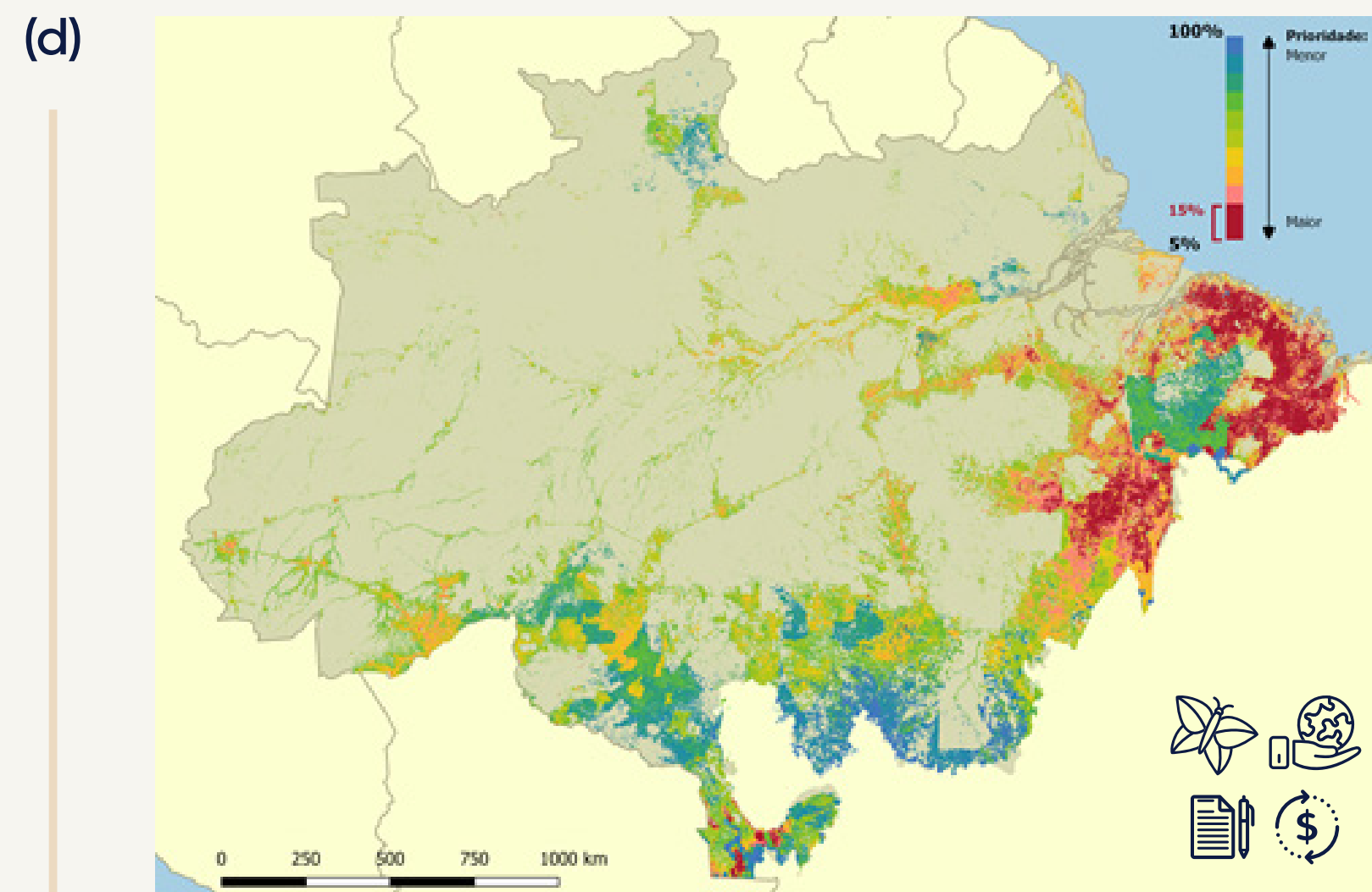
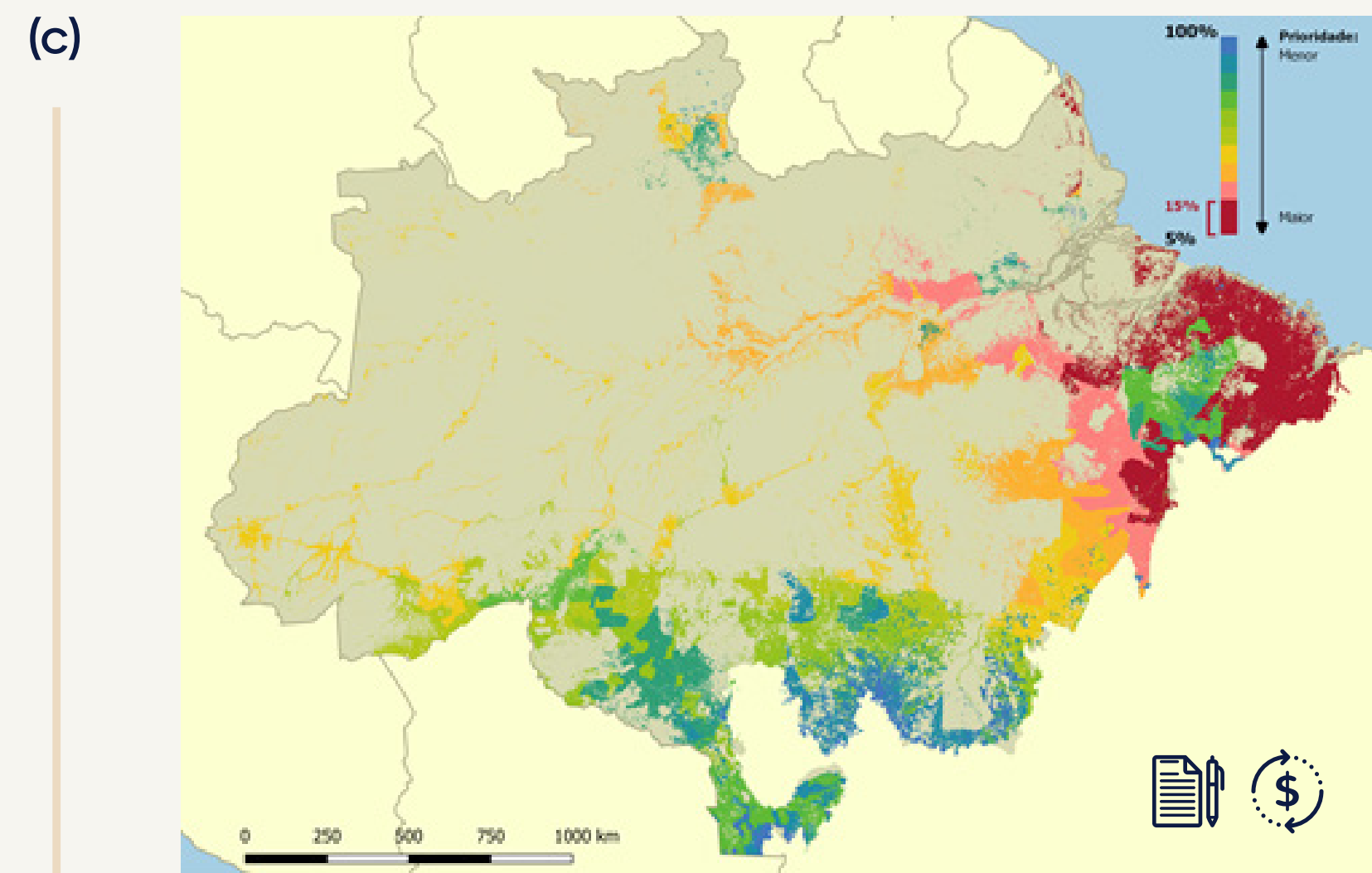
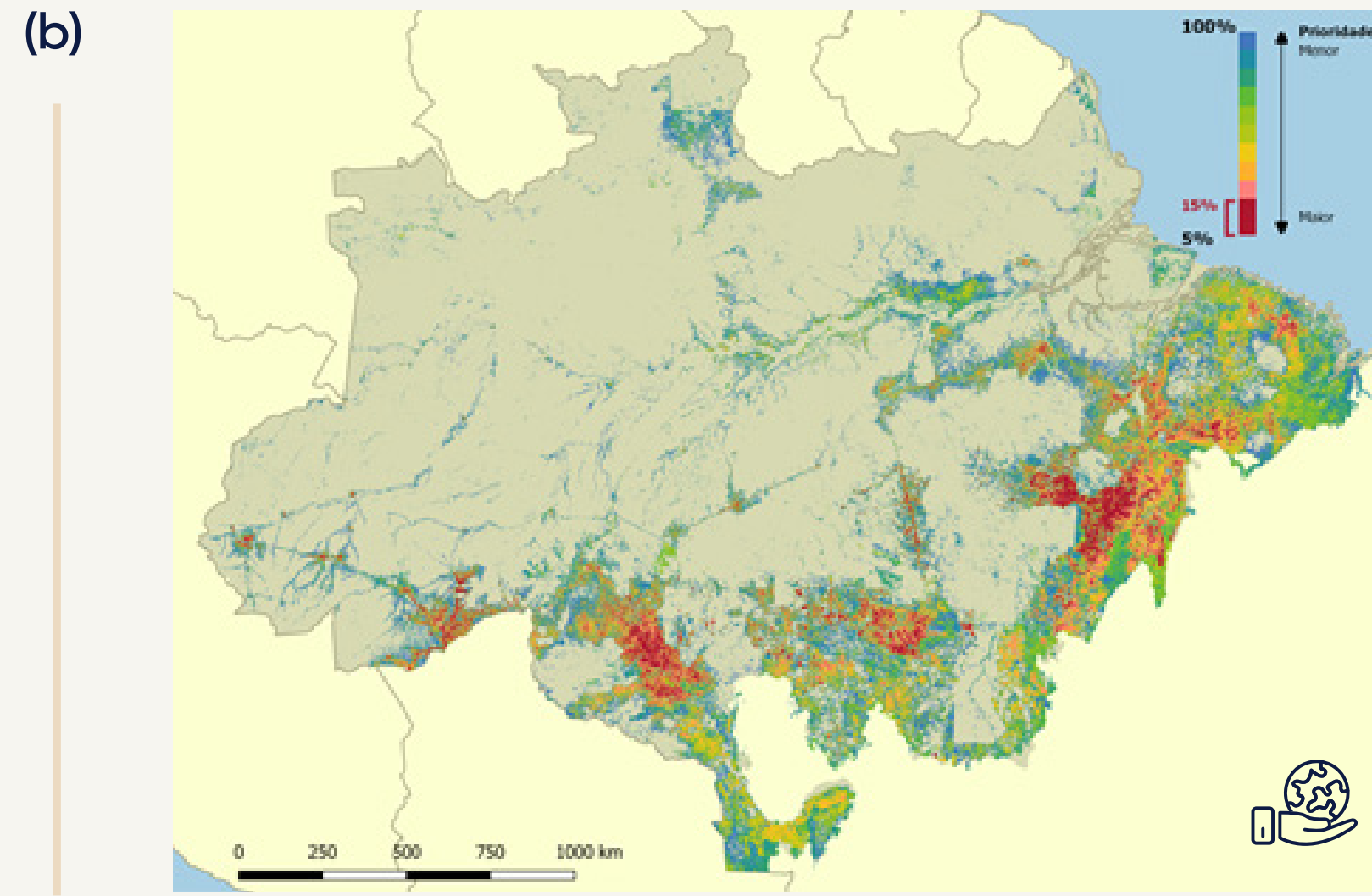
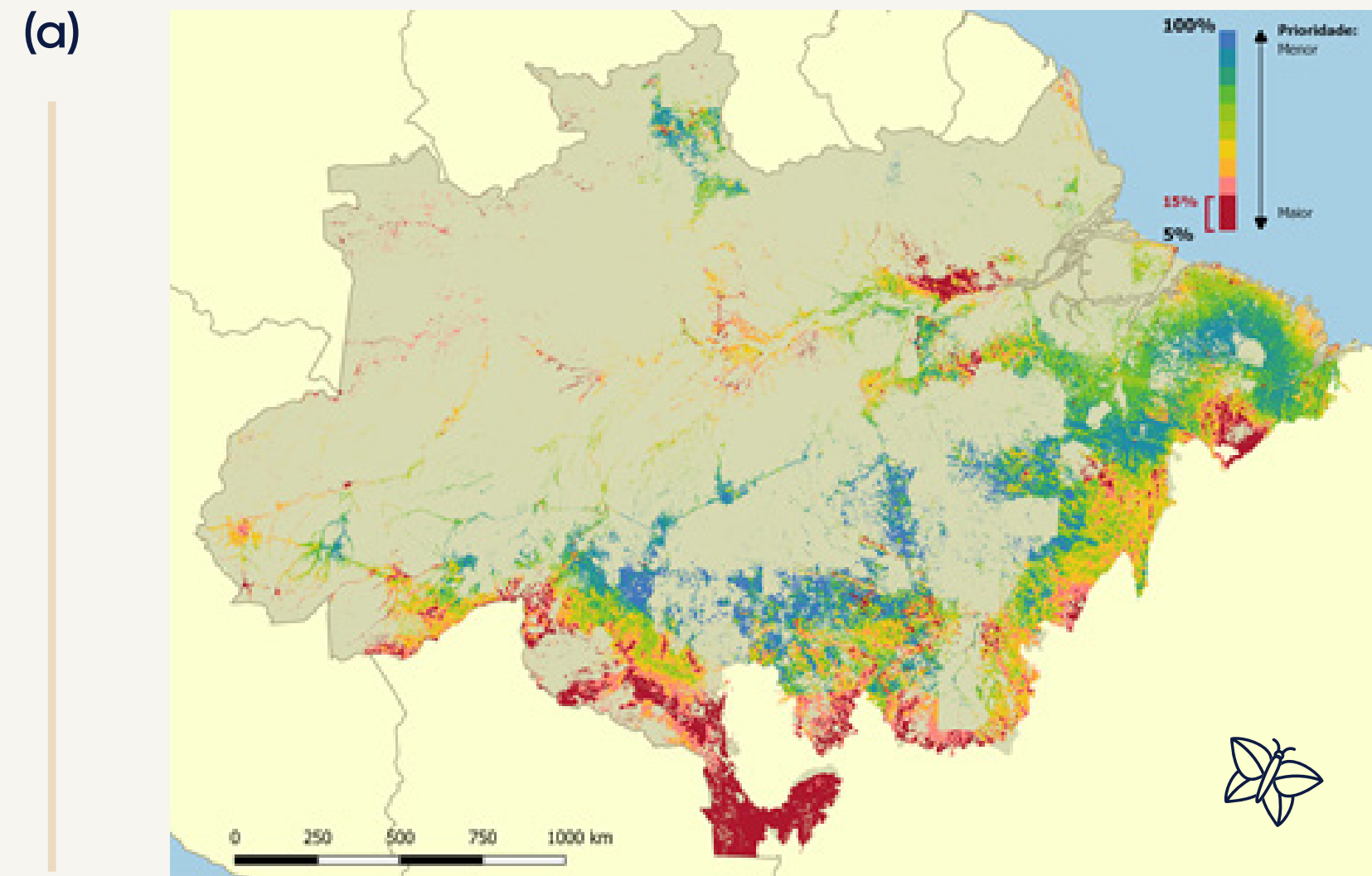


Fig. 3. Gradiente de áreas prioritárias para recuperação florestal na Amazônia, com destaque para os 15% de áreas passíveis de recuperação mais prioritários nos cenários de (a) maximização da conservação da biodiversidade, (b) maximização da mitigação das mudanças do clima, (c) minimização dos custos da recuperação florestal e (d) conciliação (ou seja, solução ótima entre todos os critérios considerados).

Potenciais benefícios e custos associados a cenários alternativos para a recuperação florestal na Amazônia

Os resultados da modelagem espacial multicritério utilizando cenários alternativos para recuperação florestal na Amazônia indicam que a recuperação dos 15% de áreas mais prioritários possibilitaria:

Reduzir o risco de extinção de até

369
espécies



no cenário de maximização da conservação da biodiversidade.

Nos cenários de maximização da mitigação das mudanças do clima e de redução dos custos, esse potencial diminui para 58 e 52 espécies com o risco de extinção reduzido, respectivamente. O cenário de conciliação permitiria a redução no risco de extinção de 168 espécies.

Sequestrar até

13 milhões
de toneladas
de carbono



da atmosfera no cenário de maximização da mitigação das mudanças do clima.

Nos cenários de redução dos custos e de maximização da conservação da biodiversidade, este potencial reduz para 7 e 6 milhões de toneladas de carbono, respectivamente. O cenário de conciliação permitiria sequestrar 10 milhões de toneladas de carbono da atmosfera. espécies.

Reduzir os custos da restauração a um investimento mínimo de até

15 Bi de Reais



no cenário de redução de custos.

Nos cenários de maximização da mitigação das mudanças do clima e da conservação da biodiversidade, este custo aumentaria para R\$ 27 e R\$ 60 bilhões, respectivamente. O cenário de conciliação demandaria um investimento mínimo de R\$ 16 bilhões.

Os resultados da modelagem espacial multicritério indicam que as áreas com maior potencial de reduzir o risco de extinção de espécies na Amazônia são as mais caras para se recuperar, e também possuem um baixo potencial para sequestro de carbono, revelando um *trade-off* significativo entre estes dois benefícios.

Estes padrões ficam claros na Fig. 4, que mostra as curvas de *trade-off* entre os cenários que otimizam apenas os benefícios e os cenários que otimizam benefícios e custos simultaneamente (cenários de conciliação). Neste caso, a inclusão dos custos acarreta uma redução de 17% no potencial de sequestro de carbono (aproximadamente 2 milhões de toneladas) e de 45% na redução do risco de extinção de espécies (aproximadamente 135 espécies). Porém, o custo da recuperação florestal pode reduzir em até 55% (aproximadamente R\$20 bilhões). Se compararmos o cenário de conciliação com o cenário mais caro (maximização apenas da conservação da biodiversidade) a economia pode chegar a 73% (aproximadamente R\$ 44 bilhões). Ou seja, se o objetivo é encontrar uma solução mais barata e reduzir conflitos sobre o uso da terra em áreas agrícolas garantindo um retorno razoável para todos os benefícios esperados, o cenário de conciliação entre todos os critérios se destaca como o mais viável para a implementação da recuperação florestal na Amazônia.

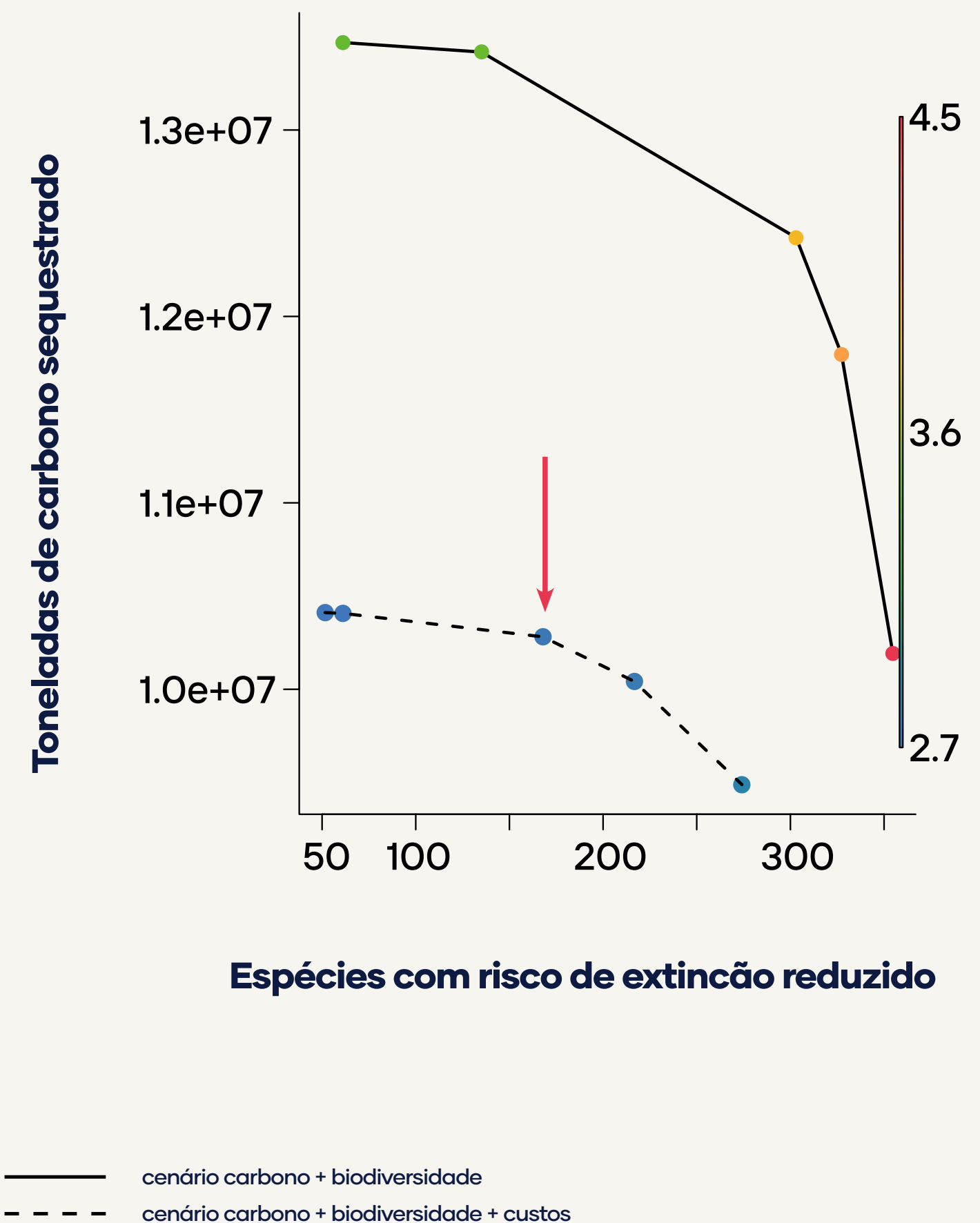


Fig. 4. Curvas de relações de perde-ganha (*trade-offs*) mostrando os potenciais de sequestro de carbono e redução do risco de extinção de espécies com e sem considerar a redução dos custos como critério de otimização na modelagem. As curvas representam as diferentes combinações de pesos entre os critérios que estão sendo otimizados e a escala de cores representa o custo total da recuperação florestal, desde as soluções mais baratas (azul) até as mais caras (vermelho). A seta vermelha indica a solução mais custo-efetiva.

Como utilizar os resultados da modelagem espacial multicritério para apoiar a tomada de decisão sobre recuperação florestal?

A modelagem espacial multicritério permite comparar uma gama de soluções possíveis para auxiliar na tomada de decisão voltada à recuperação florestal. Dentre as aplicações possíveis para as bases de dados sobre priorização espacial e respectivos mapas gerados, podemos citar:

(i) Indicação de locais adequados para a implementação de projetos de recuperação florestal visando a conservação da biodiversidade e/ou a mitigação às mudanças do clima;

(ii) Indicação de locais importantes para a implementação de abordagens que fortaleçam a conectividade ecológica, como, por exemplo, corredores ecológicos e mosaicos de unidades de conservação;

(iii) Diminuição de conflitos sobre o uso da terra através da escolha de áreas com menor custo de oportunidade e um bom potencial de retorno ambiental para a recuperação florestal;

(iv) Incentivo ao cumprimento da LPVN através da indicação de áreas custo-efetivas para alocação de RL na escala da propriedade, considerando a possibilidade de compensação dos passivos em outras propriedades;

(v) Identificação de áreas para compensação em processos de licenciamento ambiental de atividades com uso de recursos naturais e potencial poluidor;

(vi) Identificação de áreas importantes para a conservação dos benefícios da natureza para as pessoas, incluindo modelos de pagamento por serviços ambientais.

Próximos passos no suporte à tomada de decisão e ao planejamento da recuperação florestal

A abordagem apresentada neste documento está em constante atualização e aperfeiçoamento, de modo que outros potenciais benefícios, custos, critérios e variáveis poderão ser incluídos futuramente na modelagem espacial multicritério a fim de encontrar soluções ainda mais eficientes para a recuperação florestal na Amazônia. Por exemplo, novos exercícios poderão considerar a contribuição das áreas passíveis de recuperação em termos de retorno socioeconômico (ex. geração de emprego e renda), conservação dos recursos hídricos (ex. melhoria na disponibilidade e qualidade da água) e diminuição do risco de colapso de ecossistemas. Além disso, a modelagem apresentada considerou apenas o contexto atual de desmatamento na Amazônia, podendo ser incluídos outros cenários de pressão antrópica como, por exemplo, otimistas e pessimistas com relação ao controle do desmatamento, implementação de políticas e projeções sobre as mudanças do clima.

Para que os resultados da modelagem espacial multicritério aqui apresentada possam de fato dar suporte à tomada de decisão e ao planejamento da recuperação florestal, é fundamental que haja participação e aceitação das partes interessadas. É necessário haver engajamento dos atores-chave para a definição dos benefícios esperados a partir da recuperação florestal a fim de incorporar o máximo da realidade local às soluções propostas para o planejamento

espacial. A abordagem apresentada neste documento é baseada em um forte engajamento das partes interessadas, considerando as visões de diferentes atores para definição de critérios, variáveis e cenários utilizados na modelagem.

Com o objetivo de dar autonomia aos tomadores de decisão para utilizar os resultados da modelagem espacial multicritério aqui apresentada, foi desenvolvida uma plataforma online de apoio à decisão que possui uma interface amigável e customizável⁶. Nesta plataforma, é possível gerar mapas de áreas prioritárias e quantificar os impactos da recuperação considerando os critérios desejados na região específica de interesse. O objetivo é que os tomadores de decisão possam acessar esta plataforma e utilizar os resultados da modelagem espacial multicritério para simular cenários e apoiar a tomada de decisão, otimizando a gestão integrada da paisagem e conciliando o uso da terra e conservação da natureza e seus benefícios para as pessoas através de recuperação da vegetação nativa, conservação de remanescentes e agricultura sustentável.

Por fim, uma forma de assegurar o maior retorno possível em termos dos benefícios esperados a partir da recuperação florestal é expandir o olhar para a recuperação das paisagens florestais, visando não só a recuperação da funcionalidade ecológica das áreas convertidas mas também a melhoria no bem-estar humano em paisagens florestais degradadas e desmatadas (Beatty *et al.* 2018). Para isso, é importante que o planejamento dos projetos de recuperação de paisagens florestais seja desenvolvido em uma abordagem de gestão integrada da paisagem e considere o diagnóstico do contexto local, as demandas e potencialidades socioambientais, culturais e econômicas da região, permitindo a identificação de oportunidades da recuperação florestais⁷. O objetivo da recuperação de paisagens florestas envolve, portanto, a implementação de paisagens multifuncionais, identificando áreas com maior aptidão para a adoção de boas práticas agropecuárias e silviculturais de manejo sustentável e áreas para serem destinadas à conservação, conciliando diferentes usos da terra de forma equilibrada⁸.

⁶ Esta plataforma foi desenvolvida no âmbito do projeto “PLANGEA - Planejando o Uso Integrado da Terra” e pode ser acessada em <https://projetos.iis-rio.org/globo/>

⁷ Para mais detalhes sobre como identificar e espacializar as oportunidades da restauração e construir um plano de ação, ver documento sobre planejamento da restauração nas bacias Itaúnas e São Mateus: <https://www.iis-rio.org/publicacoes/relatorio-tecnico-sobre-o-planejamento-da-restauracao-nas-bacias-dos-rios-itaunas-e-sao-mateus/>

⁸ Para uma discussão mais aprofundada sobre como planejar a recuperação de paisagens florestais, ver documento sobre Diretrizes para a Restauração de Paisagens Florestais na Mata Atlântica e Amazônia brasileiras.

Autores

Juliana M de Almeida-Rocha, Dra. em Ecologia e Conservação da Biodiversidade

Viviane Dib, Me. em Ecologia

Veronica Maioli, Dra. em Ecologia e Evolução

Fernanda Gomes, Me. em Comunicação e Marketing

Alvaro Iribarem, Dr. em Astronomia

Diogo Rocha, Dr. em Ecologia e Conservação da Biodiversidade

Eduardo Lacerda, Me. em Geografia

Luiz Gustavo Oliveira, Dr. em Física

Renata Capellão, Me. em Genética

Eric Lino, Me. em Engenharia Cartográfica

Carlos Leandro de Oliveira Cordeiro, Dr. em Sensoriamento Remoto

Renato Crouzeilles, Dr. em Ecologia

Agnieszka Latawiec, Dra. em Ciências Ambientais

Bernardo Strassburg, Dr. em Ciências Ambientais

Carlos Alberto de Mattos Scaramuzza, Dr. em Ecologia

Este material foi produzido no âmbito do Projeto Pró-Restaura:
Desbloqueando as oportunidades comerciais, financeiras e
econômicas da Restauração Florestal e de Paisagem no Brasil.



Referências

Beatty, C. R., Cox, N. A., & Kuzee, M. E. (2018) Biodiversity guidelines for forest landscape restoration opportunities assessments. Gland, Switzerland: IUCN.

Brasil (2012) Lei nº. 12.651 de 25 de maio de 2012. Lei de Proteção da Vegetação Nativa. Brasília, DF. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2011-2014/2012/lei/l12651.htm>

Brasil/MMA (2008) Plano Nacional sobre Mudança do Clima – PNMC. Disponível em: <https://www.mma.gov.br/estruturas/smcq_climaticas/_arquivos/plano_nacional_mudanca_clima.pdf>

Brasil/MMA (2017) Planaveg: Plano Nacional de Recuperação da Vegetação Nativa / Ministério do Meio Ambiente, Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento, Ministério da Educação. Brasília, DF: MMA, 73 p.

Convention of Biological Diversity (CBD) (2010) The Strategic Plan for Biodiversity 2011-2020 and the Aichi Biodiversity Targets. Conference of the Parties to the Convention on Biological Diversity, Tenth Meeting, Nagoya, Japan, 18-20 October 2010.

Fonseca, A., Amorim, L., Cardoso, D., Ribeiro, J., Ferreira, R., Kirchhoff, F., Monteiro, A., Santos, B., Ferreira, B., Souza Jr., C., & Veríssimo, A. (2020) Boletim do desmatamento da Amazônia Legal (outubro 2020) SAD (p. 1). Belém: Imazon. Disponível em: <<https://imazon.org.br/publicacoes/boletim-do-desmatamento-da-amazonia-legal-outubro-2020-sad/>>

Griscom, B. W., Adams, J., Ellis, P. W., Houghton, R. A., Lomax, G., Miteva, D. A., ... & Woodbury, P. (2017) Natural climate solutions. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 114(44), 11645-11650.

Guidotti, V., Freitas, M. F., Sparovek, G., P., L. F., Hamamura, C., Carvalho, T. & Cerignoni, F. (2017) Números detalhados do novo código florestal e suas implicações para os PRAs principais resultados e considerações. *Sustentabilidade em Debate*, 5: 1-10.

Nunes, S., Oliveira Jr, L., Siqueira, J., Morton, D. C., & Souza Jr, C. M. (2020) Unmasking secondary vegetation dynamics in the Brazilian Amazon. *Environmental Research Letters*, 15(3), 034057.

Silva Junior, C.H.L., Heinrich, V.H.A., Freire, A.T.G., ..., & Aragão L. E. O. C. (2020) Benchmark maps of 33 years of secondary forest age for Brazil. *Sci Data* 7, 269. Disponível em: <<https://doi.org/10.1038/s41597-020-00600-4>>

Strassburg, B. B., Beyer, H. L., Crouzeilles, R., Iribarem, A., Barros, F., de Siqueira, ..., & Uriarte, M. (2019) Strategic approaches to restoring ecosystems can triple conservation gains and halve costs. *Nature Ecology & Evolution*, 3: 62-70.



IIS

**INSTITUTO INTERNACIONAL
PARA SUSTENTABILIDADE**

contato@iis-rio.org

+55 21 3875-6218

Estrada Dona Castorina, 124

Jardim Botânico, Rio de Janeiro, Brasil

CEP 22.460-30

©IIS Rio. Todos os direitos reservados.
V01-004