

Adaptação baseada em ecossistemas e silvicultura

A adaptação baseada em ecossistemas (AbE) consiste no uso dos serviços da biodiversidade e ecossistêmicos como parte de uma estratégia para ajudar as pessoas a se adaptarem aos efeitos adversos das mudanças climáticas. As florestas são importantes ecossistemas para os esforços de adaptação, abrigando cerca de 300 milhões de pessoas (Departamento de Assuntos Ambientais e Sociais das Nações Unidas, 2011) e a maior parte da biodiversidade terrestre do planeta, incluindo plantas, fungos e animais vertebrados e invertebrados. Esses organismos formam ecossistemas complexos, cujos serviços fornecem ar e água limpos, alimentos, madeira e outros recursos essenciais (ver a Figura 1),

apoiando cerca de 1,6 bilhão de meios de subsistências (UNDESA 2011). Ao longo de milênios, as florestas também moderaram as mudanças climáticas, sequestrando carbono e agindo como sumidouros de carbono. No entanto, uma série de atividades humanas que levam ao desmatamento e à degradação florestal eliminaram ecossistemas florestais em vastas áreas do planeta, liberando grandes quantidades de gases de efeito estufa na atmosfera e agravando as ameaças das mudanças climáticas às florestas e aos serviços que fornecem.

Figura 1: Serviços ecossistêmicos das florestas



Serviços ecossistêmicos das florestas

1. Serviços de fornecimento

- a. Madeira/fibras (construção, energia)
- b. Alimentos (animais silvestres, frutas, ervas, sementes, mel)
- c. Produtos químicos e medicinais
- d. Água

2. Serviços de suporte

- a. Habitats para fauna e flora (biodiversidade)
- b. Fotossíntese/produção primária
- c. Formação de solo
- d. Ciclagem de nutrientes
- e. Poluição, dispersão de sementes

3. Serviços de regulação

- a. Armazenamento de carbono (acima/abaixo do solo)
- b. Purificação do ar
- c. Purificação da água
- d. Regulação climática
- e. Proteção contra erosão/avalanches
- f. Mitigação de inundações
- g. Proteção contra erosão costeira e tempestades

4. Serviços culturais

- a. Recreação/estética
- b. Espiritualidade
- c. Educação

Adaptado de Holzwarth et al. (2020)

Entre as ameaças das mudanças climáticas estão aumentos de temperatura, alterações nos padrões de precipitação e maior frequência e intensidade de eventos climáticos extremos. Os efeitos específicos das mudanças climáticas nas florestas incluem modificações no crescimento e na produtividade de árvores, alterações na saúde das árvores (incluindo aumento da mortalidade de árvores), danos causados por tempestades e incêndios e outros distúrbios, como infestações de pragas e mudanças nas distribuições e composições de espécies florestais (Yousefpour *et al.* 2017; Sousa-Silva *et al.* 2018). A interação entre esses impactos climáticos pode causar uma vulnerabilidade ainda maior (Seidl *et al.* 2017), que, aliada à intensificação do desmatamento e da degradação, afetará severamente os serviços dos ecossistemas florestais vitais para a agricultura, a regulação climática e o abastecimento urbano de água.

Nesse contexto, a [Estratégia de médio prazo 2022–2025](#) do Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente (PNUMA) faz um apelo por “maior apoio às políticas baseadas em ecossistemas e práticas restaurativas e regenerativas para reduzir a fragmentação de habitats por sistemas agrícolas e alimentares, pelas indústrias extrativas [incluindo a exploração madeireira], pela infraestrutura e por outras cadeias de valor intensivas em termos do uso de recursos e da natureza”. De um ponto de vista ideal, essas políticas baseadas em ecossistemas e práticas restaurativas e regenerativas buscarão proteger e nutrir os ecossistemas florestais, permitindo ao mesmo tempo a colheita sustentável de produtos florestais madeireiros e não madeireiros e o fluxo de serviços ecossistêmicos, como o abastecimento de água, a recuperação dos solos, o sequestro de carbono e a redução do risco de desastres, entre muitos outros. Esse foco, muitas vezes denominado “agrupamento” ou “empilhamento” de serviços florestais, contrasta com abordagens convencionais que buscam maximizar a rentabilidade de curto prazo e muitas vezes resultam em florestas de monocultura (Huuskonen *et al.* 2021), o corte raso de florestas (Windmuller-Campione *et al.* 2020) e a subsequente degradação generalizada dos seus serviços.

Práticas florestais de adaptação baseada em ecossistemas

Várias áreas do manejo florestal (por exemplo, a agrossilvicultura, os sistemas agropastoris, a silvicultura e as florestas alimentares de permacultura) poderiam ser consideradas “silvicultura baseada em ecossistemas” e descritas coletivamente como “uma abordagem para o manejo de ecossistemas florestais, incluindo árvores e organismos e funções ecológicas associados, com base em modelos naturais de desenvolvimento”. Esses modelos naturais de desenvolvimento seguem princípios de “continuidade, complexidade ou diversidade, tempestividade e contexto” e, como consequência, diversificam as dietas e fontes de renda das comunidades, reduzindo sua vulnerabilidade a choques econômicos, climáticos e biológicos. Quando usadas para adaptação climática, essas práticas são conhecidas como formas de AbE. A Tabela 1 abaixo discute as práticas de AbE aplicáveis a uma vasta gama de operações florestais. Elas são divididas em práticas que abordam: (1) riscos ambientais ou diretos; (2) preocupações sociais; e (3) impactos econômicos decorrentes das mudanças climáticas. Essas práticas consistem em um portfólio de abordagens que podem ser usadas em conjunto para construir resiliência na forma de sistemas de produção diversificados, relações sólidas com comunidades florestais e economias sustentáveis.

© PNUMA/Hannah McNeish



Tabela 1: Práticas florestais de AbE para mitigar os impactos ambientais, sociais e econômicos das mudanças climáticas

Impactos ambientais (riscos diretos)
Estresse hídrico, seca e temperaturas mais altas
Melhorar a capacidade de infiltração e armazenamento de água dos solos (ou seja, mais matéria orgânica) e “sistemas de retenção”, como lagos de armazenamento, valas de infiltração e plantio de contorno, e covas <i>rorak</i> (ver o Estudo de caso I na página 9).
Garantir a diversidade de idades das árvores, espécies, estrutura e vegetação de sub-bosque, usando espécies resistentes à seca
Garantir o armazenamento, regulação do fluxo e fornecimento de água por meio da proteção de bacias hidrográficas, cabeceiras e captação de água. (ver o Estudo de caso I na página 9).
Manter colinas arborizadas para coleta de umidade e infiltração de água.
Usar quebra-ventos para evitar dessecação.
Introduzir espécies viáveis com mudanças de temperatura
Usar áreas protegidas para conservar espécies e habitats vulneráveis, criando corredores para migração (ver o Estudo de caso II na página 10).
Auxiliar na adaptação das espécies a novas condições com seleção artificial (ver o Estudo de caso II na página 10).
Incentivar a pastagem controlada, o gado integrado ou os sistemas agrossilvopastoris (ver o Estudo de caso I na página 9).
Aumento da intensidade e frequência de tempestades e inundações
Ajustar as rotações de colheita para minimizar os danos causados por deslizamentos de terra ou escoamento.
Evitar a colheita em áreas vulneráveis (ver o Estudo de caso II na página 10).
Garantir a diversidade de espécies para promover resiliência.
Selecionar espécies resistentes ao vento e incentivar copas em várias camadas.
Melhorar os sistemas de alerta precoce.
Proteger áreas de nascentes de rios (ver o Estudo de caso II na página 10).
Manter florestas e vegetação em zonas ribeirinhas (ver o Estudo de caso II na página 10).
Manter a matéria orgânica, usar culturas de cobertura em áreas colhidas e evitar o uso de máquinas pesadas para impedir a compactação do solo (ver o Estudo de caso II na página 10).
Garantir espécies e vegetação adequadas em áreas propensas a erosão e inundações (cultivo em faixas de contorno) e evitar colheita nessas áreas.
Melhorar o controle de drenagem e erosão.

Erosão e deslizamentos de terra

Manter vegetação em encostas íngremes (ver o Estudo de caso II na página 10).

Garantir sistemas radiculares profundos e rasos para manter a estabilidade das encostas e a fixação do solo durante chuvas fortes.

Praticar o plantio de contorno.

Evitar a perturbação do solo em áreas instáveis (ver o Estudo de caso II na página 10).

Incêndios e queimadas

Melhorar os sistemas de alerta precoce.

Criar aceiros com árvores resistentes ao fogo (Figura 2, ver o Estudo de caso I na página 9).

Plantar espécies tolerantes ao fogo, misturar idades e densidades de árvores e diminuir as áreas vulneráveis.

Implementar regimes cuidadosos de queima, seguindo os ciclos naturais, para remover o excesso de material combustível.

Manter e restaurar as zonas úmidas e criar estruturas de armazenamento de água (lagoas) para bloquear o trajeto do fogo.



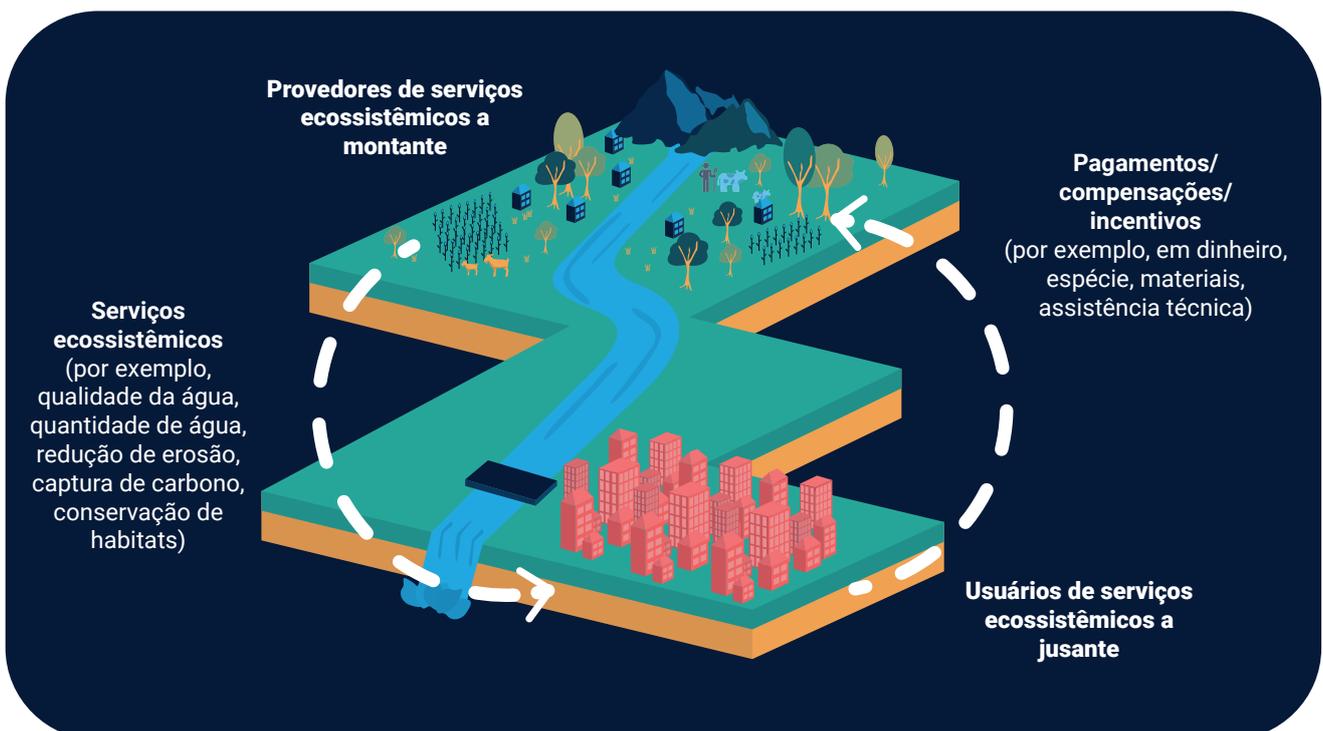
Aceiro ou cinturão de fogo. ©Freepik/rafayanes



Surto de pragas e doenças
Empregar manejo integrado de pragas.
Combinar espécies de árvores resilientes (agrossilvicultura).

Impactos sociais
As mudanças climáticas podem exacerbar a marginalização existente, a pobreza, os problemas de governança e a fragilidade das comunidades
Estabelecer parcerias para compartilhar informações sobre políticas e práticas de AbE para adaptação às mudanças climáticas.
Integrar as comunidades e grupos vulneráveis aos planos de uso da terra para atender às necessidades de água, saúde, energia (por exemplo, fontes de lenha) e alimentos (ver o Estudo de caso I na página 9).
Desenvolver meios de subsistência sustentáveis para aumentar os custos de oportunidade do uso ilegal das florestas, amortecendo ao mesmo tempo os impactos climáticos sobre os empregos no setor florestal (ver o Estudo de caso I na página 9 e o Estudo de caso II na página 10).
Assegurar a participação comunitária na gestão, fiscalização e monitoramento (ver o Estudo de caso I na página 9 e o Estudo de caso II na página 10).
Fortalecer a posse de recursos (especialmente por grupos vulneráveis, incluindo mulheres, povos indígenas e pessoas em situação de pobreza) e, ao mesmo tempo, criar mecanismos de proteção contra a grilagem de terras (ver o Estudo de caso I na página 9 e o Estudo de caso II na página 10).

Figura 3: Esquemas de pagamento por serviços ecossistêmicos (PSE) em florestas



Adaptado de Lliso (2021)

Impactos econômicos

Impactos climáticos podem diminuir a receita de atividades florestais ou reduzir a confiabilidade de alguns meios de subsistência florestais

Identificar novas fontes de financiamento (por exemplo, [o Fundo Paisagístico](#)) e mercados para produtos não madeireiros sustentáveis, como castanhas, artesanato, mel e plantas medicinais ([ver o Estudo de caso I na página 9 e o Estudo de caso II na página 10](#)).

Melhorar a cadeia de suprimentos para produtos de valor agregado e prêmios de certificações ([ver o Estudo de caso I na página 9 e o Estudo de caso II na página 10](#)).

Adotar os princípios da economia circular, usando “resíduos” da produção (por exemplo, serragem, lascas de madeira, material orgânico, efluentes) como insumos para a produção de energia, fertilizantes e irrigação ([ver o Estudo de caso II na página 10](#)).

Desenvolver esquemas de pagamento por serviços ecossistêmicos (PSE) (Figura 3). Os proprietários de florestas podem ser remunerados para conservar os ecossistemas florestais devido aos serviços que prestam às comunidades próximas e à sociedade. Os esquemas de PSE mais comuns são para conservação da água e sequestro de carbono.

Explorar o seguro florestal para promover uma resposta rápida e adequada a choques.

Em muitos casos, combinar operações florestais com ecoturismo pode ser mais rentável no longo prazo ([ver o Estudo de caso II na página 10](#)) (Kirkby *et al.* 2010).

Junto com parceiros, o PNUMA lançou, em 2017, o maior projeto de desenvolvimento de recursos naturais de Gâmbia com o objetivo de ajudar o país a se adaptar às mudanças climáticas por meio da restauração e proteção dos seus ecossistemas. ©PNUMA/Hannah McNeish





Estudos de caso

Estudo de caso I: Adaptação climática e restauração de terras em larga escala na Gâmbia

Um dos maiores projetos de adaptação climática do PNUMA, apropriadamente intitulado [Adaptação baseada em ecossistemas em larga escala na Gâmbia: desenvolvimento de uma economia baseada em recursos naturais e resiliente ao clima](#), está implementando a AbE em 127,88 km² de florestas, savanas e manguezais e em 30 km² de terras agrícolas (ver a [ficha informativa](#) do projeto para mais metas). Usando abordagens baseadas em florestas e áreas comunitárias protegidas, o projeto envolve e integra comunidades no planejamento e na concepção de atividades para o manejo sustentável de recursos naturais, com o objetivo de restaurar florestas degradadas e paisagens agrícolas com espécies vegetais resilientes ao clima, que fornecem bens para consumo ou venda local, priorizados pelos próprios membros da comunidade, protegendo, ao mesmo tempo, os ecossistemas e fazendas contra as tempestades e inundações cada vez mais severas ao longo do rio Gâmbia, além de ameaças de seca e incêndio.

Para gerenciar o risco de tempestades e inundações, o projeto iniciou uma campanha de plantio de manguezais com milhões de mudas para ajudar a defender as margens do rio Gâmbia da ação das ondas e da erosão, impedindo também que a água penetre mais para o interior, onde as terras agrícolas são vulneráveis à salinização (ver a [Nota informativa sobre a adaptação baseada em ecossistemas costeiros](#) para mais informações).

Localizada na região árida do Sahel, a Gâmbia está ameaçada pela expansão do Saara, acompanhada de seca e aumento da incidência de incêndios. Reconhecendo essa ameaça à vida e aos meios de subsistência, o projeto estabeleceu um cinturão de fogo de 150 km de comprimento com uma largura de 6 a 10 m nas quatro regiões do país, envolvendo florestas comunitárias e lotes agrícolas, contando, ao mesmo tempo, com intervenções ativas como a remoção de excesso de material combustível, plantas concorrentes (redução do estresse hídrico) e galhos mais baixos para evitar incêndios em dossel. A presença de capim-andropogon na região também representa uma ameaça, já que, além de superar as árvores na concorrência por umidade do solo, essa espécie aumenta o risco e a intensidade de incêndios. Portanto, para reduzir essa ameaça, o projeto está apoiando o estabelecimento de empreendimentos para uso do capim-andropogon como ração animal em comunidades ao redor do Parque Nacional de Kiang West.

O projeto também está facilitando a criação de negócios baseados em recursos naturais (176 no total), examinados e adotados por meio de um processo participativo. Essa intervenção também enfatiza a capacitação de longo prazo em gestão de negócios, a melhoria da cadeia de suprimentos e a criação de mecanismos de crédito para incentivar empresas florestais de pequeno e médio porte. Por fim, um total de US\$ 13,5 milhões serão arrecadados ao longo de 20 anos para o Fundo Florestal Nacional, originários de impostos e taxas de licenciamento relacionadas a florestas.

Os desafios enfrentados pelo projeto oferecem importantes lições para outras organizações e países que buscam adotar iniciativas florestais de AbE semelhantes, e incluem: (1) múltiplos fatores que levam a baixas taxas de sobrevivência de mudas; (2) fatores humanos que causam degradação, como incêndios florestais, coleta de lenha e exploração madeireira; (3) deslocamento de [animais](#) e crescimento de gramíneas que ameaçam áreas plantadas; e (4) condições climáticas extremas. Esses desafios foram mitigados com a mudança para a [regeneração natural assistida](#) e o manejo integrado dos rebanhos, o aumento da coleta de água (poços *zai* ou *rorak*), o estabelecimento de cinturões de fogo em torno de árvores “mães” que são fundamentais para a regeneração e a criação de bosques para abastecimento de lenha. Para mais informações sobre as lições extraídas do projeto, ver [Silvicultura em Gâmbia: Um estudo de caso sobre adaptação climática](#).

Adaptação baseada em ecossistemas em larga escala e desenvolvimento de uma economia baseada em recursos naturais e resilientes ao clima em Gâmbia.

© PNUMA/Hannah McNeish



Estudo de caso II: Manejo florestal comunitário no México

Ixtlán de Juárez é uma pequena comunidade localizada nas montanhas ao norte da cidade de Oaxaca, no México. Depois de muitos anos durante os quais uma madeireira operou de forma insustentável em suas terras, a comunidade recuperou o controle de suas florestas e implementou práticas de manejo florestal aprimoradas (obtendo a certificação do Conselho de Manejo Florestal) em suas posses comunitárias. Essas práticas consistem em cortes em retalhos com culturas de cobertura pós-colheita em vez de cortes rasos, áreas florestais de alto valor de conservação não colhidas (usadas para ecoturismo de alto valor), proteção das áreas ribeirinhas, proibição de colheita em encostas íngremes, proteção de nascentes (permitindo um empreendimento comunitário de engarrafamento de água) e evolução assistida de espécies-chave de árvores para diferentes elevações em antecipação a temperaturas mais altas decorrentes das mudanças climáticas. Além disso, a comunidade estabeleceu suas próprias instalações de processamento para produzir produtos madeireiros acabados

com valor agregado como cadeiras, tábuas e camas, com operações adicionais de produção de lascas de madeira e serragem. Um dos pontos mais importantes é que Ixtlán de Juárez desenvolveu um sistema de distribuição de benefícios, garantindo que os lucros sejam destinados a membros da comunidade e ao desenvolvimento de infraestrutura e eventos ou reinvestidos em operações florestais.

Apesar de ser um modelo de desenvolvimento sustentável e a silvicultura comunitária, Ixtlán viu surgirem desafios, incluindo corrupção e controvérsias com aldeias vizinhas. Para resolver ou mitigar esses problemas, um comitê comunitário foi formado para investigar alegações de corrupção, garantindo transparência e responsabilização no uso dos recursos, e as aldeias vizinhas foram convidadas a participar de oficinas para aprender com Ixtlán e se beneficiar de melhores práticas florestais (Crespo e Biemiller 2018).

Construindo a resiliência climática da cidade de Xalapa, México, por meio da adaptação baseada em ecossistemas. ©PNUMA/CityAdapt



Conclusão

As florestas prestam uma grande variedade de serviços ecossistêmicos vitais para nossas cidades, agricultura, sistema climático e economia. Dada essa grande variedade de serviços, as florestas devem ser vistas como carteiras de investimentos diversificados que oferecem oportunidades em produtos florestais não madeireiros, ecoturismo, madeira, créditos de carbono provenientes de sequestro, pagamentos por fornecimento de água e proteção contra desastres como inundações e deslizamentos de terra, além de abrigarem grande parte da biodiversidade do planeta. Investidores inteligentes se empenham em proteger seus investimentos contra uma grande variedade de riscos. Os impactos climáticos cada vez mais severos sobre as florestas são um desses riscos, de modo que é fundamental adotar práticas baseadas em ecossistemas e medidas de adaptação para garantir que essa carteira de investimentos permaneça saudável e bem equilibrada no futuro. Promover a transição para a AbE na silvicultura exigirá um amplo espectro de práticas e políticas que abrangem consumidores de produtos florestais, comunidades locais, governos e setor privado, entre outros atores florestais importantes. Como as florestas dependem em grande medida do que acontece no setor agrícola e do crescimento das cidades, a [Nota informativa sobre a adaptação baseada em ecossistemas na agricultura](#) e a [Nota informativa sobre a adaptação urbana baseada em ecossistemas](#) deveriam ser exploradas.

Por fim, em consonância com as diretrizes de projetos e programas do PNUMA, foram levadas em conta preocupações com igualdade de gênero em ambos os estudos de caso da nota informativa. Mulheres e outros grupos marginalizados continuam a ser excluídos, o que limita sua capacidade de participar plenamente, contribuir e se beneficiar de iniciativas florestais devido às diversas desigualdades sociais, econômicas e culturais e impedimentos legais no setor florestal.

Recursos adicionais

- [Série de Notas informativas sobre a adaptação baseada em ecossistemas](#)
- [Recursos e multimídia sobre adaptação climática](#)
- [Silvicultura em Gâmbia: um estudo de caso](#) sobre adaptação climática
- [Década da Restauração de Ecossistemas da ONU](#)
- [Fogo Sem Controle: a crescente ameaça de incêndios atípicos em ambientes selvagens](#)
- [Programa UN-REDD](#)

Para obter mais informações sobre o trabalho do PNUMA na área de adaptação baseada em ecossistemas, entre em contato com Jessica.Troni@un.org

Referências

- Convenção sobre Diversidade Biológica, Organização das Nações Unidas para a Alimentação e a Agricultura, Banco Mundial, Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente e Programa das Nações Unidas para o Desenvolvimento (2020). *Biodiversity and the 2030 Agenda for Sustainable Development: Technical Note*. Montreal: Convention on Biological Diversity. <https://www.cbd.int/development/doc/biodiversity-2030-agenda-technical-note-en.pdf>.
- Crespo, O. e Biemiller, N. (2018). The economic benefits of Mexico's community-forest management, 25 de junho. <https://www.conservationfinancenetwork.org/2018/06/25/the-economic-benefits-of-mexicos-community-forest-management>. Acessado em 28 de março de 2022.
- Crowther, T.W., Glick, H.B., Covey, K.R., Bettigole, C., Maynard, D.S., Thomas, S.M. et al. (2015). Mapping tree density at a global scale. *Nature* 525, 201 - 205. <https://doi.org/10.1038/nature14967>.
- Organização das Nações Unidas para a Alimentação e a Agricultura (2013). Climate change guidelines for forest managers. *FAO Forestry Paper* 172. Roma. <https://www.fao.org/3/i3383e/i3383e.pdf>.
- Holzwarth, S., Thonfeld, F., Abdullahi, S., Asam, S., Da Ponte Canova, E., Gessner, U. et al. (2020). Earth observation based monitoring of forests in Germany: a review. *Remote Sensing* 12(21), 3570. <https://doi.org/10.3390/rs12213570>.
- Huuskonen, S., Domisch, T., Finér, L., Hantula, J., Hynynen, J., Matala, J., Miina, J. et al. (2021). What is the potential for replacing monocultures with mixed-species stands to enhance ecosystem services in boreal forests in Fennoscandia? *Forest Ecology and Management* 479, 118558. <https://doi.org/10.1016/j.foreco.2020.118558>.
- União Internacional para a Conservação da Natureza (sem data). Ecosystem-based approaches to climate change adaptation. <https://www.iucn.org/theme/ecosystem-management/our-work/ecosystem-based-approaches-climate-change-adaptation>. Acessado em 28 de março de 2022.
- Kirkby, C.A., Giudice-Granados, R., Day, B., Turner, K., Velarde-Andrade, L.M., Dueñas-Dueñas, A. et al. (2010). The market triumph of ecotourism: an economic investigation of the private and social benefits of competing land uses in the Peruvian Amazon. *PLoS ONE* 5(9), e13015. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0013015>.
- Lliso, B. (2021). Payments for ecosystem services [ilustração]. [https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Payments_for_Ecosystem_Services_\(PES\).png](https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Payments_for_Ecosystem_Services_(PES).png). Acessado em 18 de maio de 2022.
- Martini, E., Nguyen T.H., Mercado Jr., A.R., Finlayson, R., Nguyen, T.Q., Catacutan, D.C. et al. (2021). *Practitioner's Field Guide: Agroforestry for Climate Resilience*. Nairobi: International Council for Research in Agroforestry. <https://apps.worldagroforestry.org/region/sea/publications/detail?pubID=4750>.
- McNeish, H. (2018). In The Gambia, building resilience to a changing climate, 6 de fevereiro. <https://www.unep.org/news-and-stories/story/gambia-building-resilience-changing-climate>. Acessado em 28 de março de 2022.
- Seidl, R., Thom, D., Kautz, M., Martin-Benito, D., Peltoniemi, M., Vacchiano, G. et al. (2017). Forest disturbances under climate change. *Nature Climate Change* 7(6), 395-402. <https://apps.worldagroforestry.org/region/sea/publications/detail?pubID=4750>.
- Sousa-Silva, R., Verbist, B., Lomba, Â., Valent, P., Suškevičs, M., Picard, O. et al. (2018). Adapting forest management to climate change in Europe: linking perceptions to adaptive responses. *Forest Policy and Economics* 90, 22-30. <https://doi.org/10.1016/j.forpol.2018.01.004>.
- Departamento de Assuntos Ambientais e Sociais das Nações Unidas (2011). Forests for people fact sheet. https://www.un.org/esa/forests/wp-content/uploads/bsk-pdf-manager/83_FACT_SHEET_FORESTSANDPEOPLE.PDF.
- Windmuller-Campione, M.A., Russell, M.B., Sagor, E., D'Amato, A.W., Ek, A.R., Puettmann, K.J. e Rodman, M.G. (2020). The decline of the clearcut: 26 years of change in silvicultural practices and implications in Minnesota. *Journal of Forestry* 118(3), 244-259. <https://doi.org/10.1016/j.foreco.2020.118558>.
- Yousefpour, R., Augustynczyk, A.L. e Hanewinkel, M. (2017). Pertinence of reactive, active, and robust adaptation strategies in forest management under climate change. *Annals of Forest Science* 74(2), 40. <https://doi.org/10.1007/s13595-017-0640-3>.

©2022 Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente

Esta publicação pode ser reproduzida no todo ou em parte e em qualquer formato para fins não lucrativos ou educacionais, sem permissão especial do detentor dos direitos autorais, desde que a fonte seja citada. O Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente gostaria de receber uma cópia de qualquer publicação que usar esta publicação como fonte.

Nenhum uso desta publicação poderá ser feito para revenda ou para qualquer outra finalidade comercial sem autorização prévia, por escrito, do Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente. Os pedidos para tal permissão, com uma declaração do propósito e extensão da reprodução, devem ser endereçados ao Diretor da Divisão de Comunicações, Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente, P. O. Box 30552, Nairóbi 00100, Quênia.

Aviso legal:

As designações empregadas e a apresentação do material nesta publicação não implicam a manifestação de qualquer opinião por parte do Secretariado das Nações Unidas a respeito da condição jurídica de qualquer país, território, cidade, região ou de suas autoridades, tampouco da delimitação de suas fronteiras ou limites. Para obter orientações gerais sobre assuntos relacionados ao uso de mapas em publicações, acesse <http://www.un.org/Depts/Cartographic/english/htmain.htm>

A menção a uma empresa ou produto comercial nesta publicação não implica endosso por parte do Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente ou dos autores. Não é permitido o uso de informações desta publicação para publicidade ou propaganda. Nomes e símbolos de marcas comerciais são usados de forma editorial, sem intenção de violação de leis de marca registrada ou direitos autorais.

As opiniões expressas nesta publicação são dos autores e não refletem necessariamente as opiniões do Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente. Lamentamos quaisquer erros ou omissões que possam ter sido cometidos involuntariamente.

©Mapas, fotos e ilustrações conforme especificado

Citação sugerida: Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente (2022). Adaptação baseada em ecossistemas e silvicultura. Nairóbi.

<https://wedocs.unep.org/handle/20.500.11822/40406>