



ESTOQUES PODEROSOS DE CARBONO

A conservação de
áreas úmidas como
um imperativo climático



Protecting People and Planet

A Environmental Justice Foundation (EJF) existe para proteger o mundo natural e defender nosso direito humano básico a um meio ambiente seguro.

A EJF trabalha internacionalmente para informar políticas públicas e promover reformas sistêmicas e duradouras para proteger o meio ambiente e defender os direitos humanos. Investigamos e expomos abusos e apoiamos defensores ambientais, povos indígenas, comunidades e jornalistas independentes na linha de frente da injustiça ambiental. Nossas campanhas visam garantir um futuro pacífico, equitativo e sustentável.

info@ejfoundation.org | ejfoundation.org



Sumário executivo	6
1. Introdução	8
Quadro 1: O que são áreas úmidas?	8
2. De negligenciadas a essenciais – os depósitos valiosos de carbono da natureza	9
Quadro 2: Além do dióxido de carbono – metano, áreas úmidas e a crise climática	15
3. Bombas de carbono em contagem regressiva: como a perda e degradação das áreas úmidas estão agravando a crise climática	16
Quadro 3: O Acordo de Paris	17
Quadro 4: O Pantanal – a área úmida tropical brasileira sob ameaça	18
Quadro 5: O Delta do Okavango – a destruição do paraíso por petróleo?	23
4. Soluções baseadas na natureza: mitigação climática eficaz e comprovada	27
Quadro 6: As Turfeiras Centrais da Bacia do Congo	32
Quadro 7: Exemplos de iniciativas de restauração de turfeiras e paludicultura	36
5. Proteger e restaurar as zonas úmidas de água doce: um ganha-ganha-ganha para as pessoas, a natureza e o clima	37
Quadro 8: Povos indígenas e comunidades locais – os guardiões legítimos das áreas úmidas	38
Quadro 9: Implicações da perda de biodiversidade para o armazenamento global de carbono	41
6. O futuro se apresenta	42
Quadro 10: Brasil – líder em áreas úmidas e nação sede da UNFCCC COP 30	44
7. Recomendações	47

Agradecimentos

A EJJF agradece os comentários, críticas e sugestões enviados por revisores externos nos primeiros rascunhos deste documento e que resultaram na melhoria deste relatório final.

Siglas e abreviações

ASOUT	Agricultura, Silvicultura e Outros Usos da Terra
CH₄	Metano
CO₂	Carbon dioxide
COP	Conferência das Partes
EEA	Agência Europeia de Meio Ambiente
UE	União Européia
Gt	Gigaton (equivalente a um bilhão de toneladas)
ha	Hectare
IBGE	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
IPCC	Painel Intergovernamental das Mudanças Climáticas
PICL	Povos Indígenas e Comunidades Locais
KAZA	Área de Conservação Transfronteiriça Cubango-Zambeze
SbN	Solução baseada em Natureza
SNC	Solução Natural para o Clima
NDC	Contribuição Nacionalmente Determinada
REDD	Redução das Emissões por Desmatamento e Degradação Florestal em Países em Desenvolvimento
RoC	República do Congo
SDG	Metas do Desenvolvimento Sustentável
UN	Nações Unidas
UNEP	Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente
UNESCO	Organização das Nações Unidas para a Educação, a Ciência e a Cultura
UNFCCC	Convenção-Quadro das Nações Unidas sobre Mudança do Clima

Glossário de termos

Orçamento de emissões de dióxido de carbono (CO₂) (ou *orçamento de carbono*): Para um determinado limite de aumento da temperatura, por exemplo, um limite de 1,5°C ou 2°C, o orçamento de carbono reflete a quantidade total de carbono que pode ser emitida para que as temperaturas permaneçam abaixo desse limite.

Equivalente de dióxido de carbono (CO₂): Uma medida métrica utilizada para comparar as emissões de diferentes gases de efeito estufa com base no seu potencial de aquecimento global, convertendo a quantidade de outros gases para a quantidade equivalente de CO₂ com o mesmo potencial de aquecimento global.¹

Sequestro de carbono: Processo no qual o CO₂ é removido da atmosfera, quantificado pela taxa de absorção de carbono ao longo de um ano.

Sumidouro de carbono: Local ou reservatório que captura e armazena mais CO₂ da atmosfera do que emite.

Armazenamento de carbono: Retenção de longo prazo do carbono, estocado em materiais vegetais ou sedimentos, quantificada pelo peso total armazenado.

Potencial de aquecimento global: Termo usado para descrever o efeito radiativo relativo de um determinado gás de efeito estufa em comparação com outro, integrado ao longo de um horizonte temporal escolhido.² O CO₂ é atualmente tomado como gás de referência e recebe um potencial de aquecimento global de 1 ao longo de 100 anos.

Mitigação das mudanças climáticas: Ações ou atividades que limitam a emissão de gases de efeito estufa na atmosfera e/ou reduzem seus níveis na atmosfera.

Carbono irrecuperável: Carbono armazenado em ecossistemas que, se liberado devido à conversão do uso da terra, não poderá ser reabsorvido em tempo hábil para evitar impactos climáticos perigosos.³

Solução baseada na natureza: Termo que abrange ações para proteger, manejar de forma sustentável e restaurar ecossistemas, enfrentando desafios sociais, como o aquecimento global, ao mesmo tempo em que beneficiam o bem-estar humano e a biodiversidade.

Paludicultura: Sistemas agrícolas e agroflorestais adequados ou adaptados a áreas úmidas.

Turfa: Restos de plantas mortas e matéria orgânica parcialmente decompostas que se acumularam *in situ* sob condições de encharcamento.⁴

Turfeira: Termo geral para terras com uma camada naturalmente acumulada de turfa próxima à superfície. As turfeiras incluem tanto ecossistemas que ainda estão acumulando turfa quanto turfeiras degradadas que não acumulam mais, mas, ao contrário, em alguns casos, perdem turfa. O limite de profundidade da turfa que caracteriza um solo turfoso, e consequentemente a definição de turfeira, varia de país para país.⁵



Uma arara-azul voa em frente a um ipê-amarelo no Pantanal de Miranda, Mato Grosso do Sul, Brasil. © EJF

SUMÁRIO EXECUTIVO

As áreas úmidas continentais enquanto poderosos reservatórios naturais de carbono

- As áreas úmidas são verdadeiros gigantes no armazenamento de carbono. Embora ocupem apenas 6% da superfície terrestre, elas armazenam a maior parte do carbono presente no solo globalmente.
- Esses ecossistemas vêm recebendo cada vez mais atenção por seu papel essencial no ciclo global do carbono e no impacto sobre o clima. Enquanto os ecossistemas costeiros de “carbono azul” têm sido amplamente estudados, o potencial de mitigação climática das áreas úmidas interiores de água doce – que constituem a maior parte das áreas úmidas do mundo – tem sido amplamente negligenciado.
- As turfeiras são um tipo de área úmida de água doce rica em carbono. Apesar de cobrirem apenas 3% a 4% da superfície terrestre, elas contêm tanto carbono quanto todas as florestas do mundo e armazenam até um terço do carbono presente no solo globalmente.
- Estima-se que os estoques de carbono das turfeiras totalizem entre 450 e 650 bilhões de toneladas, o equivalente a 31 a 45 vezes as emissões globais totais de gases de efeito estufa em 2023. As turfeiras armazenam carbono de maneira mais eficiente, por períodos mais longos e apresentam a maior densidade de carbono entre todos os ecossistemas terrestres.

Apesar de cobrirem apenas 3 a 4% da superfície terrestre da Terra, as turfeiras contêm tanto carbono quanto todas as florestas do mundo e armazenam até um terço do carbono do solo do planeta.

Uma bomba relógio de carbono – a perda e degradação das áreas úmidas e o agravamento da crise climática

- As áreas úmidas são o ecossistema mais ameaçado do mundo, desaparecendo três vezes mais rápido do que as florestas. As perdas têm sido particularmente extensas e rápidas em áreas úmidas continentais.
- Quando drenadas e degradadas, áreas úmidas liberam grandes quantidades de gases de efeito estufa na atmosfera, transformando estas áreas – que antes serviam como importantes sumidouros de carbono – em fontes significativas de emissões, agravando a crise climática.
- As turfeiras degradadas cobrem apenas 0,4% da superfície terrestre, mas contribuem com cerca de 4% das emissões antropogênicas anuais de gases de efeito estufa. Incêndios de grande escala em turfeiras degradadas – que estão se intensificando com o aquecimento global – podem dobrar essas emissões.
- Se as tendências atuais continuarem, as emissões provenientes de turfeiras drenadas e degradadas podem consumir de 12% a 41% do orçamento de carbono restante para manter o aquecimento global abaixo de +1,5°C a +2°C.

Se as tendências atuais continuarem, as emissões de gases de efeito estufa provenientes de turfeiras drenadas e degradadas consumirão entre 12% e 41% do orçamento de emissões restante para manter o aquecimento abaixo de +1,5 a +2°C.

Conservar e restaurar turfeiras – uma mitigação climática acessível e promissora

- Garantir que o carbono permaneça armazenado em turfeiras é fundamental para alcançarmos os objetivos do Acordo de Paris sobre o Clima. Em turfeiras, os estoques de carbono se acumulam lentamente ao longo de milênios, e suas perdas são essencialmente irreversíveis dentro dos prazos estabelecidos pelo Acordo de Paris.
- Reduzir a degradação das turfeiras é uma opção eficaz e de baixo custo para mitigar as mudanças climáticas, com densidades de mitigação de aproximadamente 1.230 toneladas de CO₂ equivalente por hectare – quase quatro vezes a densidade de mitigação associada à proteção florestal.
- Há um grande potencial de mitigação climática em países tropicais com turfeiras, onde a conservação e restauração dessas áreas poderiam reduzir cerca de 800 milhões de toneladas de emissões de gases de efeito estufa anualmente – o que equivale a 1,5% das emissões globais.

Soluções Baseadas em Natureza: um benefício triplo para as pessoas, a natureza e o clima

- As soluções baseadas na natureza (SbN) oferecem um meio de enfrentar a crise climática e a crise da biodiversidade, ao mesmo tempo em que contribuem para os Objetivos de Desenvolvimento Sustentável.
- A proteção e restauração das áreas úmidas continentais é um exemplo de SbN holística que pode ser implementada com investimentos relativamente modestos.
- As áreas úmidas continentais desempenham um papel significativo na mitigação e adaptação climática, enquanto oferecem inúmeros benefícios adicionais para as pessoas, além de servirem como habitats essenciais e locais de reprodução para a vida selvagem, incluindo espécies ameaçadas e endêmicas.
- O valor dos serviços ecossistêmicos das áreas úmidas de água doce é estimado, de forma conservadora, em US\$27 trilhões por ano, ou aproximadamente 24,7% do valor monetário de todos os biomas naturais.

Manter o carbono armazenado nas áreas úmidas e proteger esses sumidouros essenciais é urgente

- Intervenções políticas eficazes e financiamento direcionado são urgentemente necessários para interromper a degradação e conversão de áreas úmidas de água doce, como as turfeiras, e evitar que seus imensos estoques de carbono sejam liberados. Quando adequadamente protegidos e restaurados, esses ecossistemas exercem um efeito de resfriamento sobre o clima e funcionam como sumidouros de carbono essenciais.
- Os fluxos financeiros para SbN atualmente somam US\$200 bilhões por ano, representando apenas um terço do total necessário para atingir as metas climáticas, de biodiversidade e de degradação da terra até 2030.
- Há uma enorme oportunidade de redirecionar esses fluxos financeiros para garantir que estejam alinhados com as metas climáticas e de biodiversidade. O financiamento estimado necessário para NbS globalmente é atualmente inferior aos subsídios concedidos à agricultura e à silvicultura, enquanto o investimento total anual necessário para a restauração de turfeiras é de US\$7 bilhões – equivalente a apenas 1,1% do valor dos subsídios aos combustíveis fósseis em 2023.
- Iniciativas como a Década das Nações Unidas para a Restauração de Ecossistemas (2021–2030) e o Freshwater Challenge podem ajudar a gerar impulso político e do setor privado para mobilizar ações voltadas às áreas úmidas continentais como SbN.
- A próxima COP 30 da UNFCCC, que será sediada pelo Brasil – país com a maior área e volume de turfeiras e lar de uma das maiores áreas úmidas tropicais do mundo, o Pantanal – apresenta uma oportunidade adicional para elevar a importância das áreas úmidas de água doce na agenda política global.

1. Introdução

As áreas úmidas continentais, especialmente as turfeiras, são os ecossistemas terrestres com maior densidade de carbono e desempenham um papel crucial no ciclo global do carbono⁶. Elas são poderosos sumidouros, armazenando esse elemento de forma mais eficaz e por períodos mais longos do que qualquer outro ecossistema. No entanto, quando drenadas e degradadas, essas áreas se tornam enormes fontes de emissão de carbono, comprometendo todos os demais esforços para enfrentar a crescente crise climática.

É urgente proteger esses ecossistemas em seu estado natural – e restaurá-los onde já tenham sido drenados ou degradados – para garantir sua função contínua no combate ao aquecimento global. As áreas úmidas são os ecossistemas mais ameaçados do planeta, desaparecendo três vezes mais rápido do que as florestas. A conservação e restauração dessas áreas oferecem uma ampla gama de co-benefícios para as pessoas e a biodiversidade, devido aos inúmeros serviços ecossistêmicos que prestam – desde a melhoria da qualidade da água até a regulação de inundações, o ciclo de nutrientes, a segurança alimentar e a provisão de habitat.

Os benefícios das áreas úmidas para os serviços ecossistêmicos são amplamente reconhecidos. No entanto, em termos de mitigação climática, uma significativa atenção tem sido dada aos ecossistemas costeiros; os chamados "carbono azul", como os manguezais, enquanto as áreas úmidas continentais – detentoras do chamado "teal carbon" – têm sido amplamente negligenciadas. Este documento foi elaborado para abordar essa lacuna e incentivar as Partes da Convenção-Quadro das Nações Unidas sobre Mudança do Clima (UNFCCC) a mobilizarem esforços e recursos com urgência, garantindo que as perdas desses ecossistemas vitais sejam interrompidas e que áreas degradadas sejam restauradas.

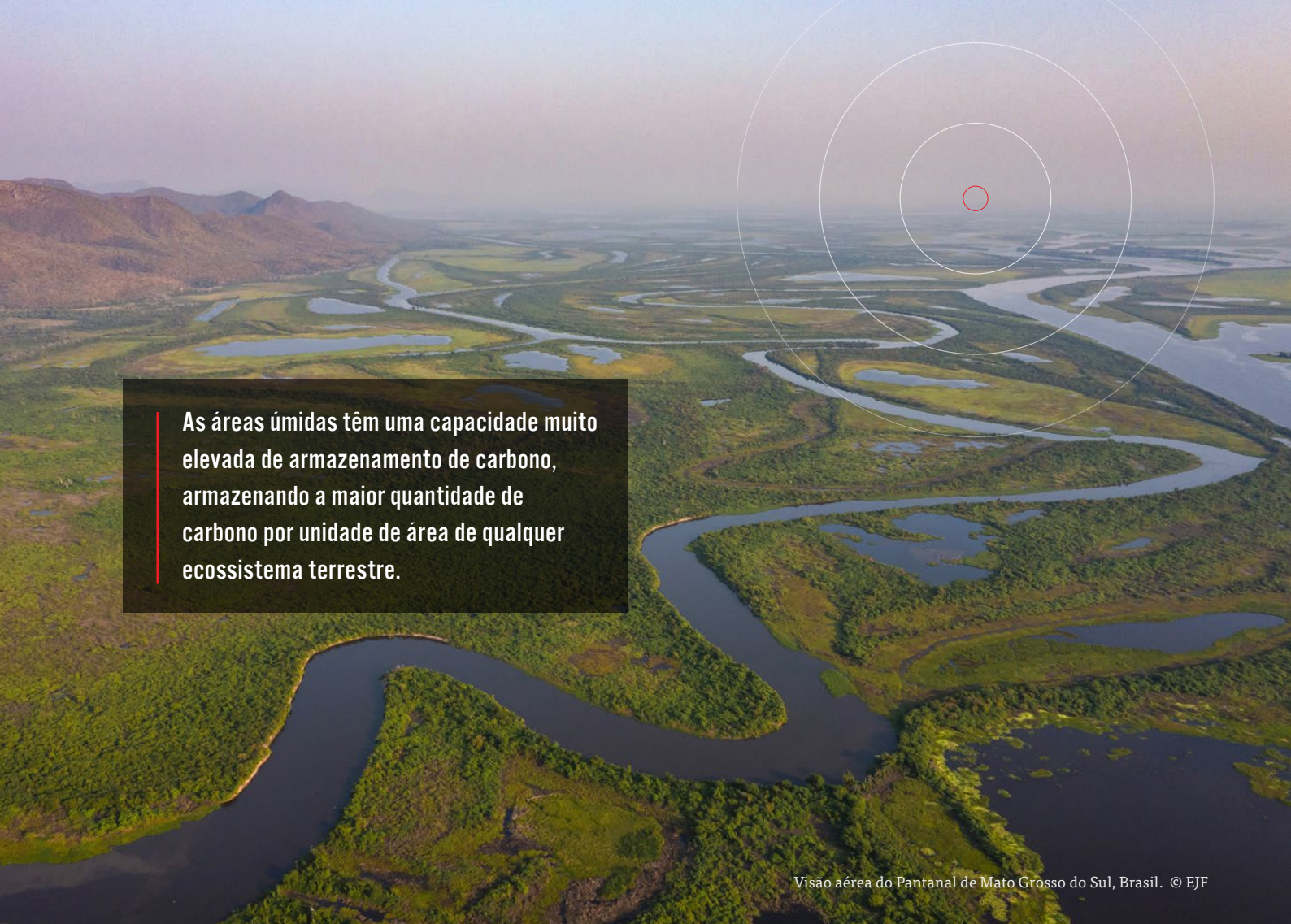
A Década da ONU para a Restauração de Ecossistemas (2021–2030), aliada ao fato de o Brasil sediar a COP 30 em novembro de 2025 – e ser um dos países mais importantes do mundo em áreas úmidas continentais – pode proporcionar o impulso político necessário para estimular ações ambiciosas. Esses esforços seriam significativos não apenas para a ação climática, mas também para o enfrentamento da crise da biodiversidade e para avançarmos nos Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS), promovendo uma solução holística de benefícios mútuos para todas as partes envolvidas.

A **Seção 2** deste documento examina a capacidade de sequestro e armazenamento de carbono das áreas úmidas continentais em comparação com outros ecossistemas terrestres. As **Seções 3 e 4** analisam as implicações climáticas da degradação dessas áreas e o potencial de mitigação das mudanças climáticas associado à sua proteção e restauração, no contexto mais amplo das soluções baseadas na natureza para alcançar metas climáticas. A **Seção 5** aborda os benefícios mútuos para as pessoas e a natureza resultantes da proteção desses ecossistemas tão ricos em carbono, mas ainda tão subvalorizados. As **Seções 6 e 7** apresentam prioridades políticas e recomendações para ação.

Quadro 1: O que são áreas úmidas?

As áreas úmidas são áreas onde a água é o principal fator que controla o ambiente e a vida vegetal e animal associada. Elas ocorrem onde o lençol freático está na superfície ou próximo a ela, ou onde a terra fica coberta por água – salgada, doce ou uma mistura de ambas – de forma periódica ou permanente. Podem ser encontradas tanto em regiões costeiras quanto continentais (no interior) e podem se formar naturalmente ou ser criadas artificialmente.

As áreas úmidas continentais (ou de água doce) incluem lagos e rios, planícies alagáveis, deltas interiores, pântanos, brejos não influenciados por marés e turfeiras. Elas representam o tipo mais dominante de área úmida no mundo, abrangendo 92,8% da extensão total dessas áreas,⁷ sendo as turfeiras e os lagos os ambientes mais extensos.⁸ Já as áreas úmidas costeiras (ou marinhas) incluem manguezais, pradarias de gramíneas marinhas, planícies de maré, marismas salinas e recifes de coral, além de lagoas e deltas de rios localizados na costa. Elas correspondem a aproximadamente 7,2% da extensão total das áreas úmidas,⁹ sendo dominadas por planícies de maré sem vegetação e marismas salinas.¹⁰



As áreas úmidas têm uma capacidade muito elevada de armazenamento de carbono, armazenando a maior quantidade de carbono por unidade de área de qualquer ecossistema terrestre.

Visão aérea do Pantanal de Mato Grosso do Sul, Brasil. © EJF

2. De negligenciadas a essenciais – os depósitos valiosos de carbono da natureza

As áreas úmidas são verdadeiras potências no armazenamento de carbono da natureza. Embora ocupem apenas 6% da superfície terrestre do planeta,¹¹ áreas úmidas armazenam a maior parte do carbono presente nos solos globais.¹² São ecossistemas altamente produtivos,¹³ o que significa que absorvem dióxido de carbono (CO₂) da atmosfera com grande eficiência e o transformam em matéria orgânica.¹⁴ Em comparação com outros ecossistemas, as áreas úmidas armazenam a maior parte do carbono capturado em seus solos, podendo conter até 200 vezes mais carbono do que a vegetação associada.¹⁵ De forma crucial, elas podem reter esse carbono em seus solos por séculos ou até milênios, desde que permaneçam intocadas, pois a decomposição da matéria orgânica ocorre de maneira extremamente lenta sob condições de solo encharcado e anóxico (com baixa disponibilidade de oxigênio).¹⁶

As áreas úmidas, portanto, possuem uma capacidade excepcional de armazenamento de carbono, sendo os ecossistemas terrestres que mais armazenam carbono

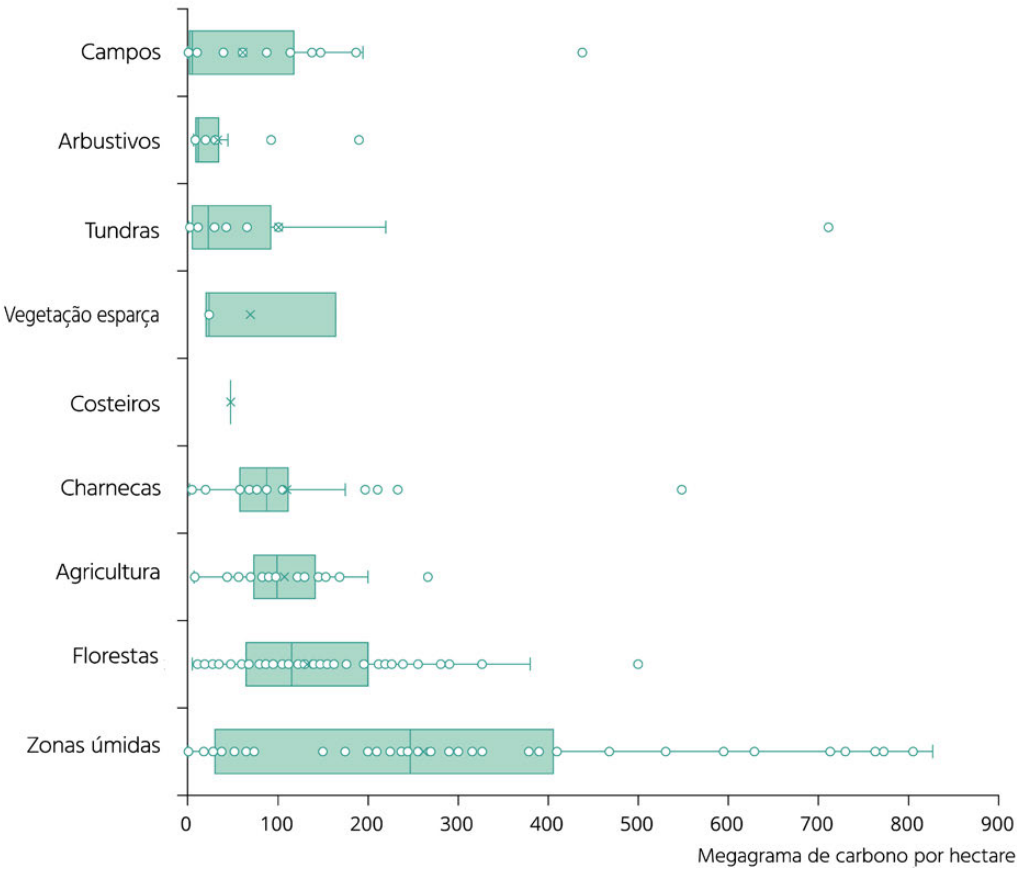
por unidade de área (**Tabela 1 e Figura 1**).¹⁷ Além disso, a taxa com que sequestram carbono está entre as mais altas da biosfera terrestre. Estudos estimam que essas áreas sequestram entre 1,0 e 2,5 toneladas métricas de carbono por hectare por ano ($t\ C\ ha^{-1}\ ano^{-1}$), enquanto as florestas sequestram entre 1,50 e 3,00 $t\ C\ ha^{-1}\ ano^{-1}$.¹⁸ Um estudo recente sobre o sequestro de carbono em ecossistemas terrestres da Europa revelou que, em média, as áreas úmidas só ficam atrás das florestas em termos de sequestro de carbono, com taxas chegando a 6,50 $t\ C\ ha^{-1}\ ano^{-1}$ em locais específicos (**Tabela 2**). Globalmente, as áreas úmidas têm o potencial de sequestrar entre 0,7 e 1,75 bilhão de toneladas de carbono anualmente,¹⁹ o que equivale a aproximadamente 4,9–12,1% das emissões globais de gases de efeito estufa,²⁰ ou ao carbono emitido anualmente por cerca de 0,6 a 1,5 bilhão de carros.²¹ No entanto, as áreas úmidas de água doce, em particular, também são fontes importantes de gases de efeito estufa, especialmente metano, o que influencia sua contribuição líquida para o ciclo global do carbono (**Quadro 2**).

Tabela 1: Densidade global de estoque de carbono na vegetação e nos solos até a profundidade de um metro

		Densidade de estoque de carbono (t C ha ⁻¹)		
Bioma	Área (10 ⁹ ha)	Vegetação	Solo	Total
Áreas úmidas (continentais e costeiras)	0.35	43	643	686
Florestas Boreais	1.37	64	344	408
Pradarias	1.25	7	236	243
Florestas Tropicais	1.76	120	123	243
Florestas Temperadas	1.04	57	96	153
Savanas Tropicais	2.25	29	117	147
Tundras	0.95	6	127	134
Terras agrícolas	1.6	2	80	82
Desertos e semi-áridos	4.55	2	42	44

Fonte: Calculado a partir do IPCC (2000).²² Existe uma considerável incerteza nos números apresentados, devido à ambiguidade das definições de biomas. Há uma considerável incerteza nos números apresentados, devido à ambiguidade das definições de biomas. Embora existam números mais recentes para ecossistemas específicos (veja, por exemplo, Goyette et al. (2024)²³ para turfeiras e Sanderman et al. (2018)²⁴ para o carbono no solo de manguezais), os dados do IPCC (2000) oferecem uma comparação ampla e útil da densidade de estoque de carbono entre diferentes ecossistemas, até uma profundidade consistente. Notas: 1 gigatonelada (Gt) é igual a um bilhão de toneladas. ha - hectares; C - carbono; t - tonelada métrica.

Figura 1: Densidade do estoque de carbono em ecossistemas terrestres



Fonte: Agência Europeia do Ambiente (EEA) (2024).²⁵ O “x” na figura representa o nível médio, as caixas verdes indicam os valores medianos e o intervalo é caracterizado pelos pontos individuais. Os valores referem-se aos ecossistemas terrestres da União Europeia.



As turfeiras são o reservatório de carbono mais importante em longo prazo da biosfera terrestre, armazenando carbono de forma mais eficaz e por períodos mais longos do que qualquer outro ecossistema terrestre.

Área úmida de altitude em Portmoak Moss in Scotland (CC BY-NC-SA 2.0: Emma Goodyer)

Tabela 2: Taxas de sequestro de carbono em ecossistemas terrestres europeus ($\text{t C ha}^{-1} \text{yr}^{-1}$)

Ecossistema	n	Média	Mediana	Mínimo	Máximo
Costeiro	2	0.66	0.66	0.58	0.73
Floresta	73	3.20	3.00	0.02	9.26
Pradarias	1	0.24	0.24	0.24	0.24
Charneca	1	0.02	0.02	0.02	0.02
Arbustivo	5	0.15	-0.02	-0.73	1.26
Vegetação esparsa	2	0.02	0.02	0.00	0.04
Tundra	5	0.60	0.29	0.10	1.37
Área úmida	85	1.01	0.35	-0.49	6.50

Fonte: Henriks et al. (2020)²⁶. Taxas de sequestro de carbono em ecossistemas ($\text{t C ha}^{-1} \text{ano}^{-1}$) média, mediana, mínimo, máximo e número de observações (n). A maior parte dos dados refere-se aos estados membros da UE27, mas também estão incluídos dados do Reino Unido. Além disso, alguns dados estão relacionados a zonas climáticas, como as florestas boreais, que podem se referir à Escandinávia, mas também à zona boreal da América do Norte boreal. No entanto, os dados de fora da UE27 são aplicados aos tipos EUNIS e, portanto, podem ser considerados estimativas para a UE27. Em alguns casos, há um pequeno número de observações, o que exige uma validação adicional dos números.

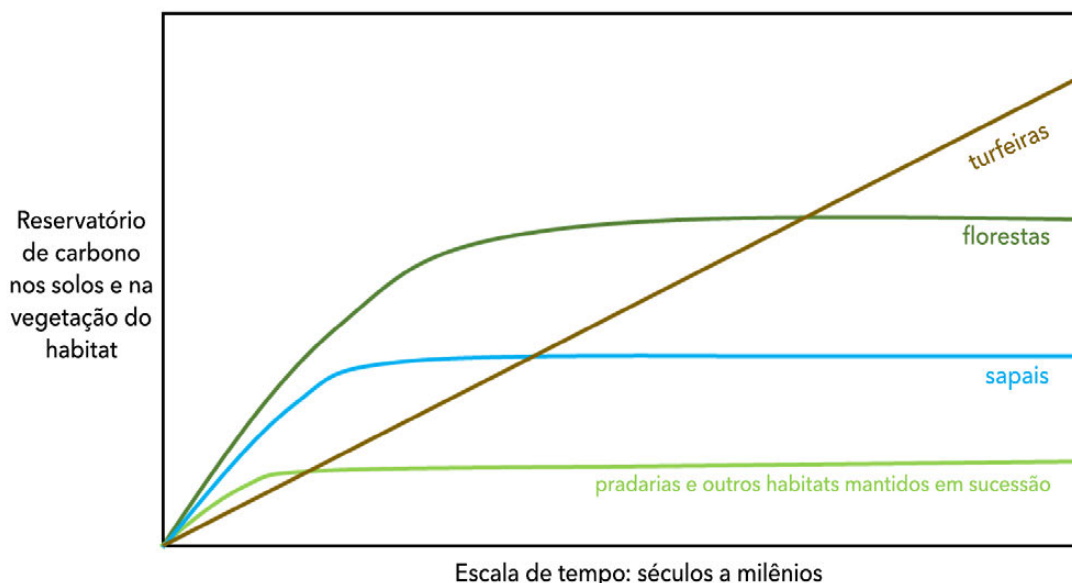
As **turfeiras** – as áreas úmidas de água doce mais ricas em carbono – representam cerca de metade de todas as áreas úmidas,²⁷ englobando uma variedade de ecossistemas únicos e diversos, desde turfeiras e brejos no hemisfério norte até florestas tropicais e pântanos no globo sul.²⁸ Elas são caracterizadas por condições permanentemente encharcadas ao longo do ano, o que resulta em taxas lentas de decomposição e no acúmulo de matéria vegetal morta, formando turfa rica em carbono.²⁹ Ao contrário das florestas naturais e de outros ecossistemas, as turfeiras podem continuar a sequestrar carbono indefinidamente (ainda que de forma relativamente lenta)³⁰, se permanecerem intactas, por meio da formação contínua de solos turfosos sob condições saturadas (Figura 2).³¹ A turfa é o primeiro estágio na formação do carvão: quase todo o carvão mineral e linhito, assim como uma parte do petróleo e do gás natural, teve origem em depósitos de turfa de períodos geológicos anteriores (Figura 3).³² Assim como os combustíveis fósseis, a turfa libera grandes quantidades de carbono quando queimada (ou quando exposta ao oxigênio devido à drenagem).

Apesar de cobrirem apenas 3–4% da superfície terrestre do planeta,³³ as turfeiras contêm tanto carbono quanto todas as florestas do mundo³⁴ e armazenam até um terço do carbono presente nos solos globais.³⁵ Elas são o reservatório de carbono de longo prazo mais importante da biosfera terrestre,³⁶ armazenando carbono de forma

mais eficiente e por períodos mais longos do que qualquer outro ecossistema terrestre.³⁷ Estima-se que o total de carbono armazenado nas turfeiras esteja na faixa de 450–650 bilhões de toneladas de carbono,³⁸ o que equivale a 31–45 vezes as emissões globais totais de gases de efeito estufa em 2023.³⁹ No entanto, os estoques totais de carbono podem ser ainda maiores. Em algumas regiões, a extensão das turfeiras ainda está sendo mapeada,⁴⁰ enquanto em outras regiões vastos estoques de carbono orgânico permanecem "ocultos" no solo, em áreas úmidas cobertas por dosséis florestais.⁴¹

Exemplos de principais hotspots de turfeiras incluem a Amazônia Ocidental, o Sudeste Asiático, a Cuvette Centrale no centro da Bacia do Congo, além das turfeiras congeladas da Sibéria Ocidental⁴². Novas áreas significativas de turfeiras ainda estão sendo descobertas, incluindo turfeiras cobertas por florestas nos trópicos.⁴³ As turfeiras tropicais representam cerca de 20–30% dos ecossistemas de turfeiras e estima-se que armazenem entre 152 e 288 bilhões de toneladas de carbono.⁴⁴ **A América do Sul contribui com a maior parte da área e do volume das turfeiras tropicais (aproximadamente 44% em ambos os casos), com o Brasil liderando a contribuição em área e volume de turfeiras tropicais.**⁴⁵ A Ásia abriga cerca de 38% da área e do volume das turfeiras tropicais do mundo, com a Indonésia sendo o principal contribuinte regional.⁴⁶

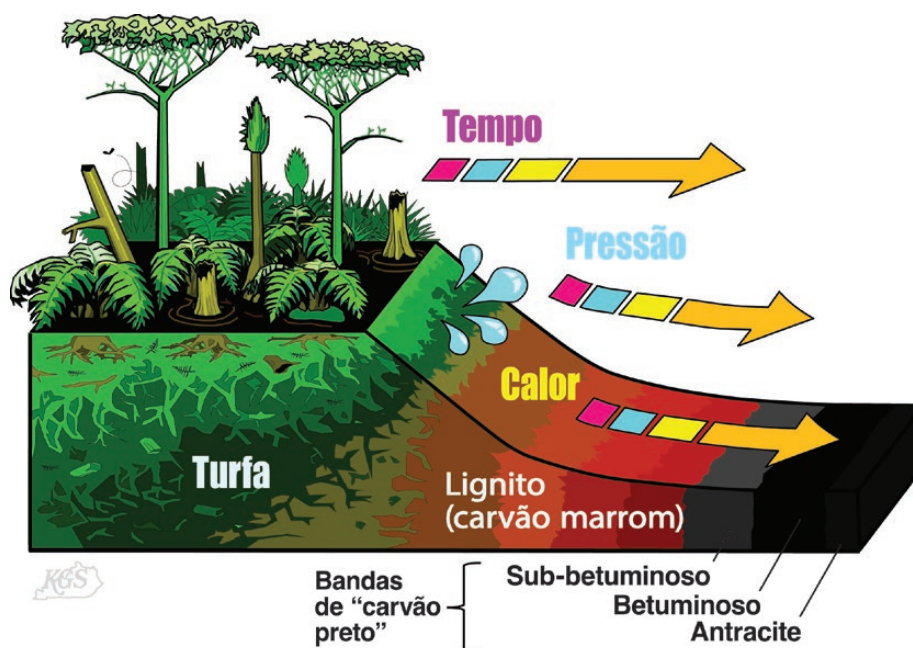
Figura 2: Comparação do sequestro de carbono ao longo do tempo em habitats terrestres não perturbados



Fonte: Gregg et al. (2021)⁴⁷



Figura 3: Processo de formação do carvão a partir da turfa (carvificação) ao longo de milhões de anos

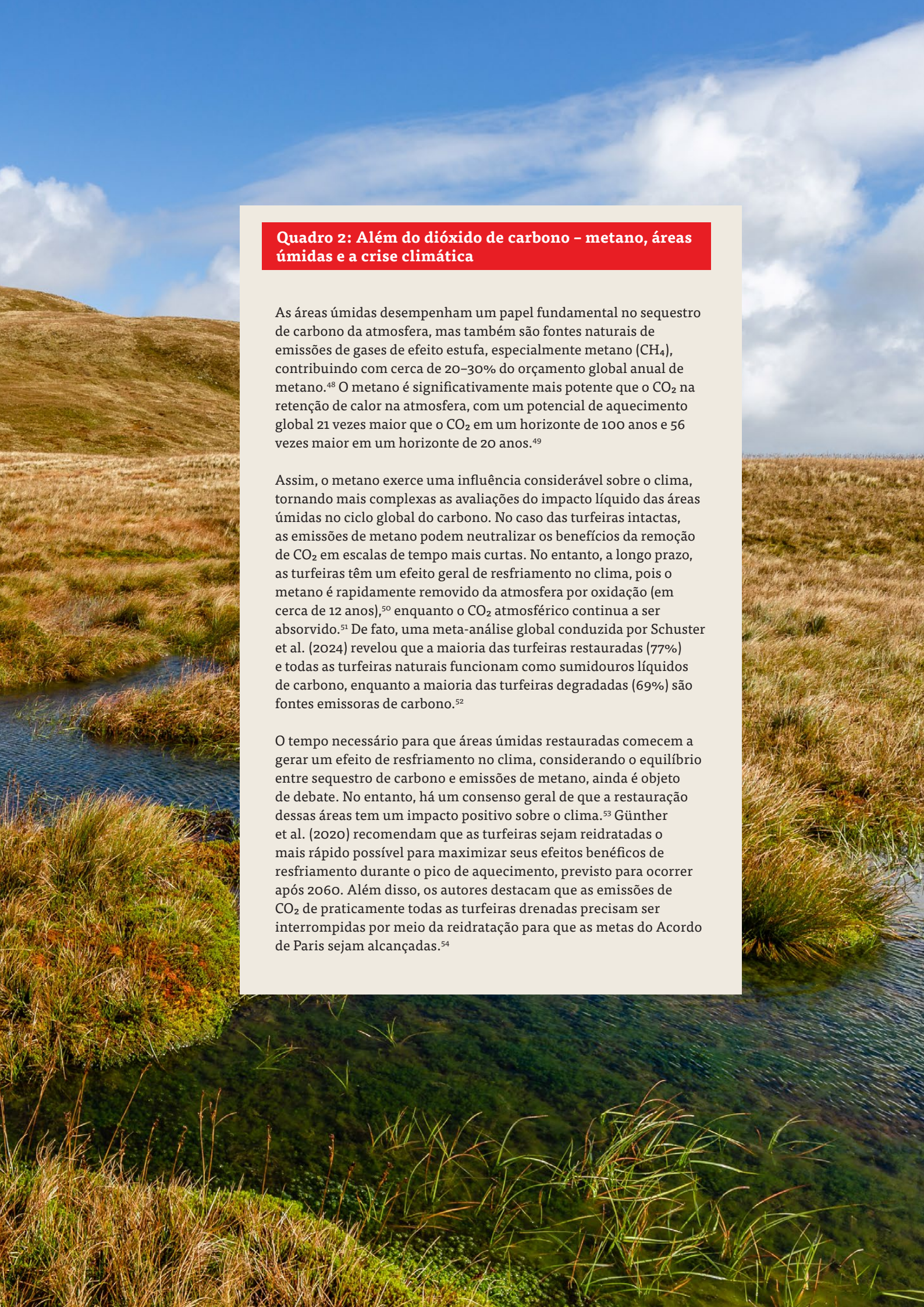


Fonte: Greb, S. F. (2009), 'Coal formation diagram: Lateral layout with coal types', University of Kentucky and Kentucky Geological Survey. <https://www.uky.edu/KGS/coal/coal-diagram-download.php> (acessado em 20 de Fevereiro de 2025)



As emissões de CO₂ de quase todas as turfeiras drenadas precisam ser interrompidas por meio de reumedecimento para cumprirmos as metas do Acordo de Paris.

Uma meta-análise global realizada por Schuster et al. (2024) constatou que a maioria das turfeiras restauradas (77%) e todas as turfeiras naturais são sumidouros líquidos de carbono, enquanto a maioria das turfeiras degradadas (69%) são fontes de carbono.



Quadro 2: Além do dióxido de carbono – metano, áreas úmidas e a crise climática

As áreas úmidas desempenham um papel fundamental no sequestro de carbono da atmosfera, mas também são fontes naturais de emissões de gases de efeito estufa, especialmente metano (CH_4), contribuindo com cerca de 20–30% do orçamento global anual de metano.⁴⁸ O metano é significativamente mais potente que o CO_2 na retenção de calor na atmosfera, com um potencial de aquecimento global 21 vezes maior que o CO_2 em um horizonte de 100 anos e 56 vezes maior em um horizonte de 20 anos.⁴⁹

Assim, o metano exerce uma influência considerável sobre o clima, tornando mais complexas as avaliações do impacto líquido das áreas úmidas no ciclo global do carbono. No caso das turfeiras intactas, as emissões de metano podem neutralizar os benefícios da remoção de CO_2 em escalas de tempo mais curtas. No entanto, a longo prazo, as turfeiras têm um efeito geral de resfriamento no clima, pois o metano é rapidamente removido da atmosfera por oxidação (em cerca de 12 anos),⁵⁰ enquanto o CO_2 atmosférico continua a ser absorvido.⁵¹ De fato, uma meta-análise global conduzida por Schuster et al. (2024) revelou que a maioria das turfeiras restauradas (77%) e todas as turfeiras naturais funcionam como sumidouros líquidos de carbono, enquanto a maioria das turfeiras degradadas (69%) são fontes emissoras de carbono.⁵²

O tempo necessário para que áreas úmidas restauradas comecem a gerar um efeito de resfriamento no clima, considerando o equilíbrio entre sequestro de carbono e emissões de metano, ainda é objeto de debate. No entanto, há um consenso geral de que a restauração dessas áreas tem um impacto positivo sobre o clima.⁵³ Günther et al. (2020) recomendam que as turfeiras sejam reidratadas o mais rápido possível para maximizar seus efeitos benéficos de resfriamento durante o pico de aquecimento, previsto para ocorrer após 2060. Além disso, os autores destacam que as emissões de CO_2 de praticamente todas as turfeiras drenadas precisam ser interrompidas por meio da reidratação para que as metas do Acordo de Paris sejam alcançadas.⁵⁴

3. Bombas de carbono em contagem regressiva: como a perda e degradação das áreas úmidas estão agravando a crise climática

As áreas úmidas de água doce são sumidouros de carbono extremamente eficientes e desempenham um papel essencial no cumprimento das metas do Acordo de Paris (**Quadro 3**). No entanto, elas estão sendo perdidas e degradadas em um ritmo alarmante, liberando enormes quantidades de carbono armazenadas há séculos e agravando a crise climática.

As áreas úmidas são o ecossistema mais ameaçado do mundo,⁵⁵ desaparecendo a uma taxa três vezes maior que as florestas.⁵⁶ Entre 1970 e 2015, 35% das áreas úmidas foram perdidas.⁵⁷ As perdas têm sido particularmente extensas e rápidas para as áreas úmidas continentais,⁵⁸ levando a uma redução de 81% nas populações de

espécies desses biomas desde 1970.⁵⁹ Uma grande ameaça é a mudança no uso da terra para expansão e intensificação agropecuária (**Quadro 4**), além da extração de água, poluição, construção de barragens, entre outros fatores (**Quadro 5**).⁶⁰ As áreas úmidas também são altamente vulneráveis aos impactos climáticos,⁶¹ desde o derretimento do permafrost em turfeiras do norte,⁶² até o aumento das queimadas em turfeiras tropicais devido às condições de seca associadas a eventos intensos do El Niño–Oscilação Sul (ENSO).⁶³ Globalmente, cerca de 89% das áreas úmidas não são protegidas, com a influência humana sendo particularmente extensa na Ásia, onde apenas cerca de 8% das áreas úmidas são protegidas (em comparação com 18% na América do Sul).⁶⁴



As áreas úmidas são o ecossistema mais ameaçado do mundo, desaparecendo três vezes mais rápido do que as florestas.

“Perdemos a vegetação nativa, perdemos áreas de floresta, áreas de savana e estamos perdendo as áreas de pastagem natural [gramíneas nativas] do Pantanal. E, se deixarmos isso acontecer, o Pantanal será reduzido a áreas de pastagem degradada, que é o que estamos vendo hoje.”

Eduardo Reis Rosa, coordenador do bioma Pantanal, Mapbiomas

Desmatamento na região de Bonito, região do entorno do Pantanal, em Mato Grosso do Sul, Brasil © EJP

Quando drenadas e degradadas, as áreas úmidas liberam quantidades significativas de gases de efeito estufa na atmosfera por meio da oxidação e liberação de carbono de seus solos,⁶⁵ e esses sumidouros naturais de carbono se tornam uma grande fonte de emissões.⁶⁶ De acordo com um estudo, a degradação das áreas úmidas pode resultar em emissões de gases de efeito estufa equivalentes a cerca de 408 bilhões de toneladas de CO₂ entre 2021 e 2100, com base nas tendências atuais,⁶⁷ —o equivalente a quase oito vezes o total das emissões globais registradas para todos os países em 2023.⁶⁸

Quadro 3: O Acordo de Paris

Em 2015, os países que fazem parte da Convenção-Quadro das Nações Unidas sobre Mudança do Clima firmaram o Acordo de Paris, com o objetivo de limitar o aumento da temperatura global a menos de 2°C acima dos níveis pré-industriais, buscando mantê-lo abaixo de 1,5°C. Para alcançar essa meta, cada país apresentou suas Contribuições Nacionalmente Determinadas (NDCs), que estabelecem seus compromissos de redução de emissões. Essas NDCs contam com um mecanismo de revisão periódica para ampliar a ambição climática ao longo do tempo. A primeira rodada de NDCs foi submetida em 2015, com metas até 2025 ou 2030, e deve ser revisada ou atualizada a cada cinco anos, visando atingir emissões líquidas zero de carbono na segunda metade do século⁷⁰.



De forma crítica, a conversão de áreas úmidas naturais tem sido identificada como uma das principais responsáveis pelo aumento da concentração de carbono atmosférico, mais significativamente do que a conversão de outros ecossistemas.⁶⁹



Um pavãozinho-do-Pará (à esquerda) e uma ariranha (à direita) às margens do Rio São Lourenço, região do Porto Jofre, coração do Pantanal brasileiro. © EJF

Quadro 4: O Pantanal – a área úmida tropical brasileira sob ameaça

O aquecimento global e as mudanças no uso da terra estão colocando o Pantanal em um futuro cada vez mais incerto. Ação urgente é necessária para proteger esse precioso bioma e garantir a ampla gama de serviços que ele fornece – desde habitat para a vida selvagem até meios de subsistência, abastecimento de água e mitigação climática. Os povos indígenas estão na linha de frente dessa crise, com suas culturas tradicionais e modos de vida ameaçados. No entanto, como guardiões desse ecossistema de importância global, eles podem ser a chave para seu futuro.

O Pantanal é uma das maiores áreas úmidas tropicais do mundo, estendendo-se pelo Brasil (78%), Bolívia (18%) e Paraguai (4%), cobrindo uma área total de aproximadamente 179.300 km².⁷¹ Suas inundações sazonais causadas pelo transbordamento do Rio Paraguai e seus tributários⁷² transformam a paisagem, criando uma rica diversidade de ecossistemas e sustentando a maior variedade de plantas aquáticas do planeta.⁷³ O bioma abriga inúmeras espécies, incluindo mais de 174 mamíferos, 580 aves, 271 peixes, 131 répteis e 57 anfíbios.⁷⁴ Entre essa biodiversidade abundante estão espécies ameaçadas, como a ariranha,⁷⁵ a arara-azul, a maior arara do mundo,⁷⁶ e a maior densidade de onças-pintadas do planeta.⁷⁷

Além de sua importância biológica, o Pantanal é essencial para mais de oito milhões de pessoas que vivem na região, funcionando como uma esponja natural que protege contra enchentes e garante o abastecimento de água.⁷⁸ Também abriga onze territórios indígenas, com muitas comunidades locais e povos indígenas dependendo diretamente das áreas alagadas para sua subsistência, recursos e herança cultural.⁷⁹ Entre eles estão os Guató, conhecidos como os canoeiros das terras baixas do Pantanal – um povo altamente dependente da pesca e intimamente ligado à complexa rede de rios e canais do bioma. Os Guató foram considerados extintos no passado, mas posteriormente redescobertos,⁸⁰ embora sua população exata seja incerta, estimada entre algumas centenas a alguns milhares de indivíduos.⁸¹



Um casal de onças-pintadas em ritual de acasalamento em Poconé, Mato Grosso. © EJF

Hoje, essa etnia emblemática enfrenta novas ameaças, como secas e mudanças climáticas, que estão matando os rios dos quais dependem.

Apesar de ocuparem uma pequena fração desse bioma icônico, os povos indígenas do Pantanal desempenham um papel crucial na preservação do ecossistema (**Quadro 8**). Pesquisas mostram que as terras indígenas contribuem significativamente para a manutenção da vegetação nativa e a redução do desmatamento, resultando em maiores níveis de sequestro de CO₂ em comparação com outras áreas.⁸² No entanto, a expansão da pecuária tem expulsado povos indígenas e comunidades locais de seus territórios tradicionais,⁸³ ameaçando culturas centenárias e seu papel fundamental como guardiões desse bioma de importância global.



Um indígena Guató lava suas roupas em um dos muitos rios que banham o Pantanal. Créditos: André Luiz Siqueira- ECOA

O Pantanal em chamas

Apesar de sua importância tanto para a biodiversidade quanto para as comunidades locais, o Pantanal está cada vez mais ameaçado⁸⁴. A intensificação da pecuária está impulsionando a conversão em larga escala da paisagem, removendo a vegetação nativa e substituindo-a por gramíneas exóticas para pastagem. Esse processo geralmente envolve o uso do fogo para limpar rapidamente a vegetação, mas muitas vezes resulta em incêndios descontrolados.

Em 2020, incêndios provocados por atividades humanas, combinados com uma seca prolongada, causaram os piores incêndios florestais já registrados no Pantanal.⁸⁵ Aproximadamente um terço do bioma foi consumido pelo fogo,⁸⁶ matando diretamente mais de 17 milhões de vertebrados silvestres⁸⁷ e liberando 115,6 milhões de toneladas de CO₂⁸⁸ – mais do que as emissões anuais da Bélgica no mesmo ano.⁸⁹ Em 2023, os incêndios voltaram a devastar o Pantanal, queimando uma área três vezes maior que a cidade de Londres apenas nas três primeiras semanas de novembro, um mês no qual os incêndios normalmente não ocorrem. Já em 2024, 2,6 milhões de hectares – quase um quinto da porção brasileira do Pantanal – foram novamente consumidos pelas chamas⁹⁰ – evidenciando que os incêndios catastróficos, antes considerados eventos excepcionais, estão se tornando recorrentes. Nos últimos

anos, o fogo atingiu todos os territórios indígenas do Pantanal. Entre os mais afetados estão os Guató, que perderam 90% de seu território nos incêndios de 2020⁹¹ e os Kadiwéu, que, apenas em 2024, viram quase 70% de suas terras serem consumidas pelas chamas.⁹²

Mais de 38.000 quilômetros quadrados – uma área maior que a Bélgica – queimaram em 2020, matando mais de 17 milhões de vertebrados silvestres e emitindo 115,6 milhões de toneladas de CO₂.

A crescente indústria da pecuária no Brasil é impulsionada, em grande parte, por cadeias de suprimento internacionais, que estão promovendo a conversão da vegetação nativa no Pantanal. Um estudo da EJF estimou que, entre 2012 e 2021, mais de 46.000 hectares de vegetação nativa foram convertidos em pastagens em fazendas pantaneiras com vínculos com o mercado da União Europeia, uma área equivalente a quase 6.500 campos de futebol.⁹³ Há uma década, cientistas previram que, se as altas taxas de desmatamento continuarem, o Pantanal, como ecossistema, poderá efetivamente desaparecer até 2050.⁹⁴

“É claro que existe uma demanda local por produção de alimentos, mas o que impulsiona as grandes mudanças na produção e no uso da terra no Pantanal e em sua área circundante são, com muita frequência, [...] economias e demandas de outros países.”

Dr. Fabio Roque, Ecologista, Universidade Federal de Mato Grosso do Sul

Mocho em campo destinado à criação de gado em Poconé, Pantanal norte. © EJF



Linha de fogo ao longo da Transpantaneira, Mato Grosso, Brasil. © EJF

Incêndios catastróficos recentes e as emissões associadas também são consequência das alterações no ciclo hidrológico do Pantanal⁹⁵. O ciclo anual de cheias – pulso de vida no Pantanal – tem sido gravemente impactado pela construção de barragens, que armazenam e liberam água de acordo com a demanda energética, interrompendo o regime natural do fluxo das águas.⁹⁶ Em 2021, havia 57 usinas hidrelétricas na Bacia do Alto Paraguai e outras 80 estão em fase de consideração. Caso sejam construídas, essas usinas irão impactar cerca de 40% do fluxo hídrico do bioma.⁹⁷ O pulso anual de cheias já tem diminuído drasticamente nos últimos anos: entre 1985 e 2022, a área do Pantanal que permanece alagada por seis meses ou mais encolheu aproximadamente 82% (**Figura 4**).⁹⁸ Em 2024, o Pantanal não teve um período de cheia – nos cinco primeiros meses do ano, o nível do Rio Paraguai ficou, em média, 68% abaixo da média esperada para o período, indicando mais um ano de seca histórica no bioma.⁹⁹ O projeto de navegação da Hidrovia Paraguai-Paraná, que voltou à pauta, representa outra ameaça extremamente significativa. Caso seja aprovado, a dragagem e derrocagem em diferentes pontos do rio causarão impactos irreversíveis e as alterações no canal do rio irão desconectar o Rio Paraguai de sua planície de inundação, encurtando o período de alagamento, resultando em uma degradação severa desta emblemática área úmida.¹⁰⁰

O aquecimento global está agravando as ameaças ao Pantanal. Os incêndios florestais de 2020 foram precedidos por um período de chuvas extremamente escassas na Bacia do Pantanal, com a estação chuvosa de 2019-2020 registrando 40% menos precipitação do que a média dos anos anteriores, o que agravou um período já acumulado de estresse hídrico.¹⁰¹ Modelos climáticos indicam que períodos de seca severa e prolongada tendem a se tornar mais frequentes nas próximas décadas, combinando-se com temperaturas mais altas e maior evaporação, afetando o balanço hídrico da região.¹⁰² Segundo um estudo, as temperaturas no Pantanal podem aumentar até 7°C até o final do século.¹⁰³

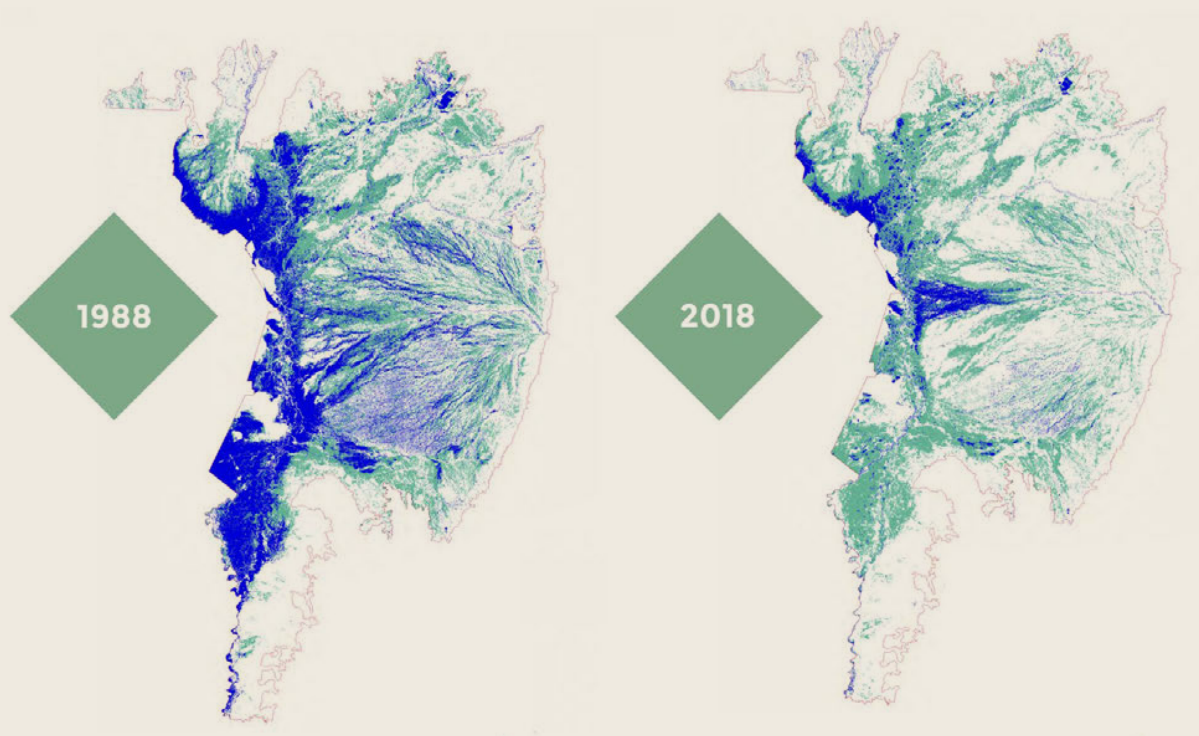
As implicações desses desdobramentos para o funcionamento ecológico do Pantanal — e para a vida silvestre e as populações que dele dependem — são devastadoras. A EJF (Environmental Justice Foundation) insiste que o Governo Federal do Brasil tome, com urgência, as medidas necessárias para manter e restaurar a saúde hidrológica e ecológica do Pantanal, a fim de evitar a perda de um bioma inteiro. As recomendações detalhadas da EJF ao Governo Federal estão descritas no **Quadro 10**.

“Há algum tempo, o Pantanal vem descaído, descaído. Alguns lugares que nunca tinham secado, [este ano] secaram a ponto de rachar o chão.”

Vandir Garcia, guia de turismo e pesca

Leito de um rio seco, em Porto Jofre, Pantanal Norte. © EJF

Figura 4: Redução da cobertura de água no Pantanal durante a estação chuvosa entre 1988 e 2018



Fonte: MapBiomas (2022)¹⁰⁴





Visão aérea do Delta do Okavango (crédito: iStock / Rainer von Brandis)

Cegonha-de-lombo-preto, Okavango Delta
(crédito: Diego Delso: CC BY-SA/ Wikimedia Commons)

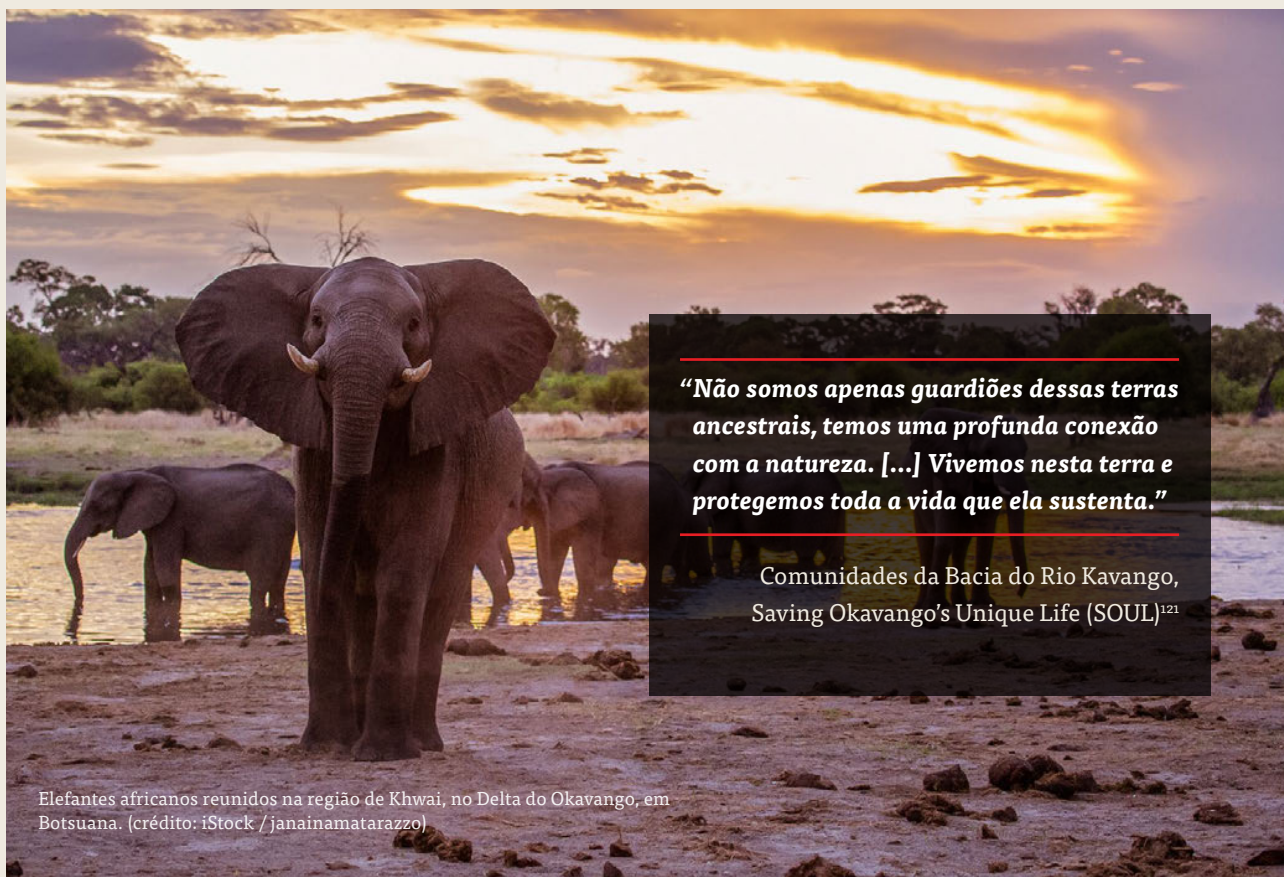
Quadro 5: O Delta do Okavango – a destruição do paraíso por petróleo?

Aninhado dentro do árido deserto do Kalahari, o Delta do Okavango é um verdadeiro berço de vida. Este sistema úmido, um dos maiores deltas interiores do mundo, oferece um santuário insubstituível para espécies ameaçadas e uma fonte essencial de água e sustento para as comunidades da região.¹⁰⁵ Localizado no noroeste de Botsuana, o Delta do Okavango é formado pelo quarto maior rio do sul da África, o Rio Okavango.¹⁰⁶ No auge da estação seca em Botsuana, águas vitais fluem das terras altas de Angola, passando pela Namíbia até alcançar o Okavango, criando uma complexa rede de pântanos, planícies alagáveis, turfeiras, ilhas e lagoas profundas, abrangendo uma área imensa de aproximadamente 200.000 km².¹⁰⁷ Esse mosaico de cursos d'água sustenta cerca de um milhão de pessoas,¹⁰⁸ incluindo os grupos étnicos Bayei, Tawana, Hambukushu, Herero e Banoka, cujas práticas de caça e coleta coexistem de forma sustentável com o delta há séculos.¹⁰⁹

O Delta do Okavango sustenta algumas das espécies mais icônicas e ameaçadas do mundo.¹¹⁰ À medida que o delta se inunda, guepardos, cães-selvagens-africanos, pangolins-gigantes-terrestres e rinocerontes criticamente ameaçados descem até os cursos d'água, juntamente com a maior população remanescente de elefantes-da-savana africanos.¹¹¹ No total, os habitats úmidos do Okavango

abrigam uma biodiversidade abundante, incluindo 1.061 espécies de plantas, 89 espécies de peixes, 64 répteis, 482 aves e 130 mamíferos.¹¹² A região é um local importante para o ecoturismo comunitário, que sustenta meios de vida rurais, preserva culturas indígenas, gera receita nacional significativa e contribui para o monitoramento e a gestão ambiental.¹¹³

O Delta do Okavango foi designado como uma Área Úmida de Importância Internacional pela Convenção de Ramsar e declarado Patrimônio Mundial da UNESCO. Cerca de 95% do Sítio Ramsar pertence coletivamente a comunidades locais sob o sistema de posse de terras tribais e abriga paisagens culturais significativas, incluindo locais sagrados e usos tradicionais da terra.¹¹⁴ As estruturas organizacionais tradicionais e o manejo da terra pelas comunidades locais têm desempenhado um papel positivo na conservação do delta.¹¹⁵ No entanto, essa zona úmida única e insubstituível enfrenta pressões sem precedentes devido à seca persistente, extração e desvio de água rio acima, mudanças no uso da terra, extração de madeira e caça ilegal de animais silvestres¹¹⁶.



Elefantes africanos reunidos na região de Khwai, no Delta do Okavango, em Botsuana. (crédito: iStock / janainamatarazzo)

“Não somos apenas guardiões dessas terras ancestrais, temos uma profunda conexão com a natureza. [...] Vivemos nesta terra e protegemos toda a vida que ela sustenta.”

Comunidades da Bacia do Rio Kavango,
Saving Okavango's Unique Life (SOUL)¹²¹

Agravando essas ameaças, uma empresa canadense recebeu concessões para exploração de petróleo e gás na Namíbia e em Botsuana, em áreas que se sobrepõem à bacia hidrográfica do Delta do Okavango e à Área de Conservação Transfronteiriça Kavango-Zambeze (KAZA). As operações de exploração e perfuração têm o potencial de causar sérios danos a esse ecossistema frágil, trazendo consigo infraestrutura destrutiva, novas estradas e mudanças no uso da terra. Já há sérias preocupações quanto à contaminação dos lençóis freáticos e seus impactos.¹¹⁷ Até o momento, a empresa enfrenta acusações de supostas violações ambientais e de direitos humanos, incluindo a falta de consulta às populações indígenas e comunidades locais, intimidação de líderes comunitários, irregularidades no tratamento e descarte de resíduos,¹¹⁸ desmatamento ilegal de florestas nativas¹¹⁹ e perfuração dentro de reservas de vida selvagem sem as devidas autorizações.¹²⁰

A EJF apela aos governos da Namíbia e do Botsuana para protegerem este ecossistema de vital importância regional e global, pedindo que:

- suspendam imediatamente as atividades de exploração de petróleo e gás no Delta do Okavango;
- mantenham os seus compromissos sob o Acordo de Paris ao não conceder novas licenças de petróleo e gás na região; e
- pressionem, em parceria com o governo de Angola, pela expansão do Patrimônio Mundial da UNESCO para proteger toda a bacia hidrográfica.

“Pedimos aos governos regionais que implementem uma moratória total sobre o desenvolvimento de petróleo e gás neste ecossistema vital e que auxiliem na criação de novos meios de subsistência e oportunidades para as pessoas, baseados em princípios ambientais sólidos e sustentabilidade de longo prazo.”

Comunidades da Bacia do Rio Kavango,
Saving Okavango's Unique Life (SOUL)¹²²



As turfeiras degradadas cobrem apenas 0,4% da superfície terrestre da Terra, mas contribuem com cerca de 4% das emissões antropogênicas de gases de efeito estufa anualmente.

Turfeira degradada na região de Kalimantan, na Indonésia. (crédito: Anna Finke/CIFOR)

Emissões da Degradação de Turfeiras

Áreas úmidas ricas em carbono, como as turfeiras, são particularmente vulneráveis à degradação.¹²³ Cerca de 11-15% das turfeiras do mundo foram drenadas para a agricultura, silvicultura e pastagem, e outros 5-10% estão degradados devido à mudança de uso da terra ou mudanças na cobertura do solo.¹²⁴ Todos os anos, 0,5 milhão de hectares de turfeiras em formação (ou seja, que estão ativamente capturando e armazenando carbono) são destruídos por atividades humanas.¹²⁵ Na Europa, quase metade das turfeiras já foram perdidas, enquanto no Sudeste Asiático, mais da metade de suas florestas de turfa foram perdidas somente entre 1990 e 2010.¹²⁶

Comparadas a outros ecossistemas terrestres, as turfeiras estão perigosamente sub protegidas. Um estudo recente revelou que apenas 17% das turfeiras estão dentro de áreas protegidas, significativamente menos do que outros ecossistemas de alto valor, como manguezais (42%) e florestas tropicais (38%).¹²⁷ Mesmo as turfeiras dentro de áreas protegidas permanecem vulneráveis devido à ausência ou má implementação de marcos legais e à falta de gestão. Quase um terço das turfeiras globais, e quase metade das turfeiras temperadas e tropicais dentro de áreas protegidas, ainda sofrem pressão humana de média a alta intensidade.¹²⁸

Com seus imensos estoques de carbono ameaçados pela atividade humana, as turfeiras são verdadeiras bombas de carbono prestes a explodir. Embora cubram apenas 0,4% da superfície terrestre, as turfeiras degradadas contribuem com cerca de 4% das emissões antrópicas de gases de efeito estufa anualmente, o que equivale a mais de 1,9 bilhão de toneladas de CO₂ equivalente, excluindo as emissões provenientes de incêndios.¹²⁹ As turfeiras tropicais são responsáveis por cerca de 80% das emissões de carbono das turfeiras, sendo uma parte significativa originada da conversão de turfeiras na Indonésia (aproximadamente 60%) (**ver Figura 5**)¹³⁰ No Sudeste Asiático, vastas áreas de turfeiras foram convertidas em plantações de dendê; ao longo de um ciclo típico de 25 anos de cultivo, um único hectare de palma de óleo emite mais de 2.000 toneladas métricas de CO₂,¹³¹ o equivalente às emissões de 467 carros rodando por um ano.¹³² A expectativa é que haja o agravamento desses impactos com o aquecimento global, pois secas severas aumentam as emissões de CO₂ dos solos turfosos e elevam as emissões de metano decorrentes de incêndios.¹³³

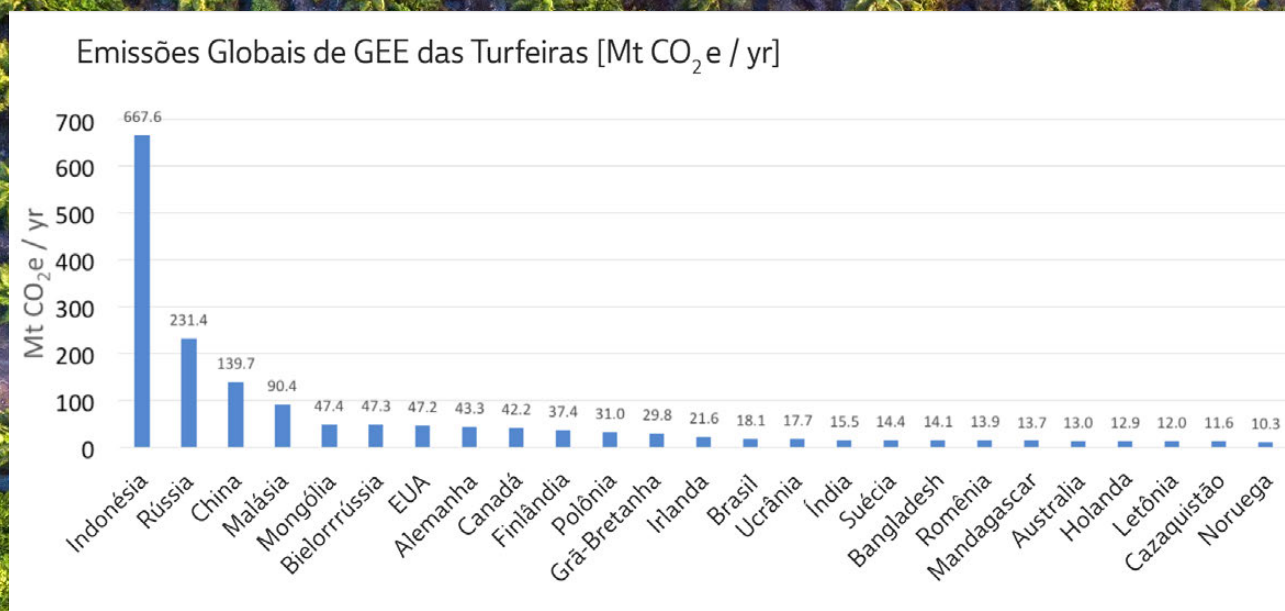
Incêndios significativos de turfa que queimam abaixo da superfície em turfeiras degradadas podem fazer com que sua contribuição para as emissões de gases de efeito

estufa dobre.¹³⁴ As emissões anuais de incêndios de turfa são altamente variáveis, estimadas, em média, em 0,5 a 1,0 bilhão de toneladas de CO₂ equivalente por ano,¹³⁵ o que equivale a cerca de 1-2% das emissões globais de gases do efeito de estufa¹³⁶. As turfeiras drenadas correm mais risco de incêndio em decorrência de condições mais secas, uma situação exacerbada pelo aquecimento global.¹³⁷ Em 2015, incêndios particularmente intensos em florestas e turfeiras no sudeste da Ásia liberaram mais CO₂ por dia do que toda a União Europeia no mesmo período.¹³⁸ Durante o evento El Niño de 1997, incêndios florestais devastaram as turfeiras da Indonésia, liberando cerca de 0,81 a 2,57 bilhões de toneladas de carbono na atmosfera, o que equivale a 13 a 40% da média anual de emissões de carbono de combustíveis fósseis e contribuiu para o maior aumento anual na concentração de CO₂ atmosférico detectado desde o início dos registros.¹³⁹ As queimadas de turfa emitem grandes quantidades de compostos orgânicos voláteis e 15 vezes mais mercúrio do que as queimadas regulares, com sérias implicações para a saúde humana.¹⁴⁰ A poluição do ar causada por incêndios em turfeiras provoca, em média, a morte prematura de 33.100 adultos e 2.900 bebês na Indonésia a cada ano.¹⁴¹

As implicações para os esforços de mitigação do clima são significativas. Se as tendências atuais continuarem, as emissões de gases de efeito estufa de turfeiras drenadas e degradadas consumirão cerca de 12% a 41% do orçamento de emissões que resta para manter o aquecimento abaixo de +1,5 a +2°C.¹⁴² Cerca de 85% dessas emissões são originárias de apenas 25 partes da Convenção-Quadro das Nações Unidas sobre Mudanças Climáticas, sendo a Indonésia, de longe, o maior contribuinte para as emissões de turfeiras, com aproximadamente 667,6 milhões de toneladas de CO₂ equivalente por ano (**Figura 5**).¹⁴³

Em 2015, incêndios particularmente intensos em florestas e turfeiras no sudeste da Ásia liberaram mais CO₂ por dia do que toda a União Europeia no mesmo período.

Figura 5: Emissões globais de gases do efeito estufa oriundas de turfeiras degradadas nos 25 principais países



Fonte: Dados da Avaliação Global de Turfeiras obtidos do Banco de Dados Globais de Turfeiras, compilado pelo Greifswald Mire Centre. Inclui apenas emissões líquidas de gases de efeito estufa no local. Emissões de incêndios florestais não estão incluídas.

4. Soluções baseadas na natureza: mitigação climática eficaz e comprovada

A escala da crise climática exige cortes profundos e imediatos nas emissões de gases de efeito estufa em todos os setores da economia global. No entanto, até o momento, não houve ambição, com cortes nas emissões globais de 42% e 57% ainda necessários até 2030 e 2035, respectivamente, para limitar o aquecimento a 1,5°C.¹⁴⁴ Os compromissos assumidos pelos países em suas NDCs (**Quadro 3**) ficaram muito aquém das ações necessárias para evitar níveis perigosos de aquecimento global, colocando o mundo no rumo de um aumento catastrófico de temperatura de 2,6 a 3,1 °C neste século, com “impactos debilitantes para as pessoas, o planeta e as economias”.¹⁴⁵ A janela para ação está diminuindo a cada ano: em 2024, o orçamento de carbono restante foi estimado em 900 bilhões de toneladas de CO₂ para limitar o aquecimento a 2°C e 200 bilhões de toneladas de CO₂ para ficar abaixo de 1,5°C, sendo que este último equivale a apenas 3,8 vezes o total de emissões globais de gases de efeito estufa em 2023.¹⁴⁶

Potencial de mitigação das soluções baseadas na natureza (SbN)

As emissões do uso da terra - ou emissões da Agricultura, Silvicultura e Outros Usos da Terra (ASOUT) - são uma das principais contribuições para o aquecimento global, representando 22% do total de emissões globais.¹⁴⁷

As medidas que visam reduzir as emissões AFOLU ou aumentar as remoções de carbono (sequestro) no sistema terrestre são, portanto, uma parte essencial da ação para enfrentar a crise climática.¹⁴⁸ Essas medidas podem incluir a conservação ou a melhoria do gerenciamento de ecossistemas naturais ou artificiais, como florestas, zonas úmidas, campos, plantações e pastagens. As ações de mitigação do clima dentro do sistema terrestre costumam ser chamadas indistintamente de mitigação

AFOLU, medidas de mitigação do clima baseadas na terra ou soluções climáticas naturais (SCN).¹⁴⁹

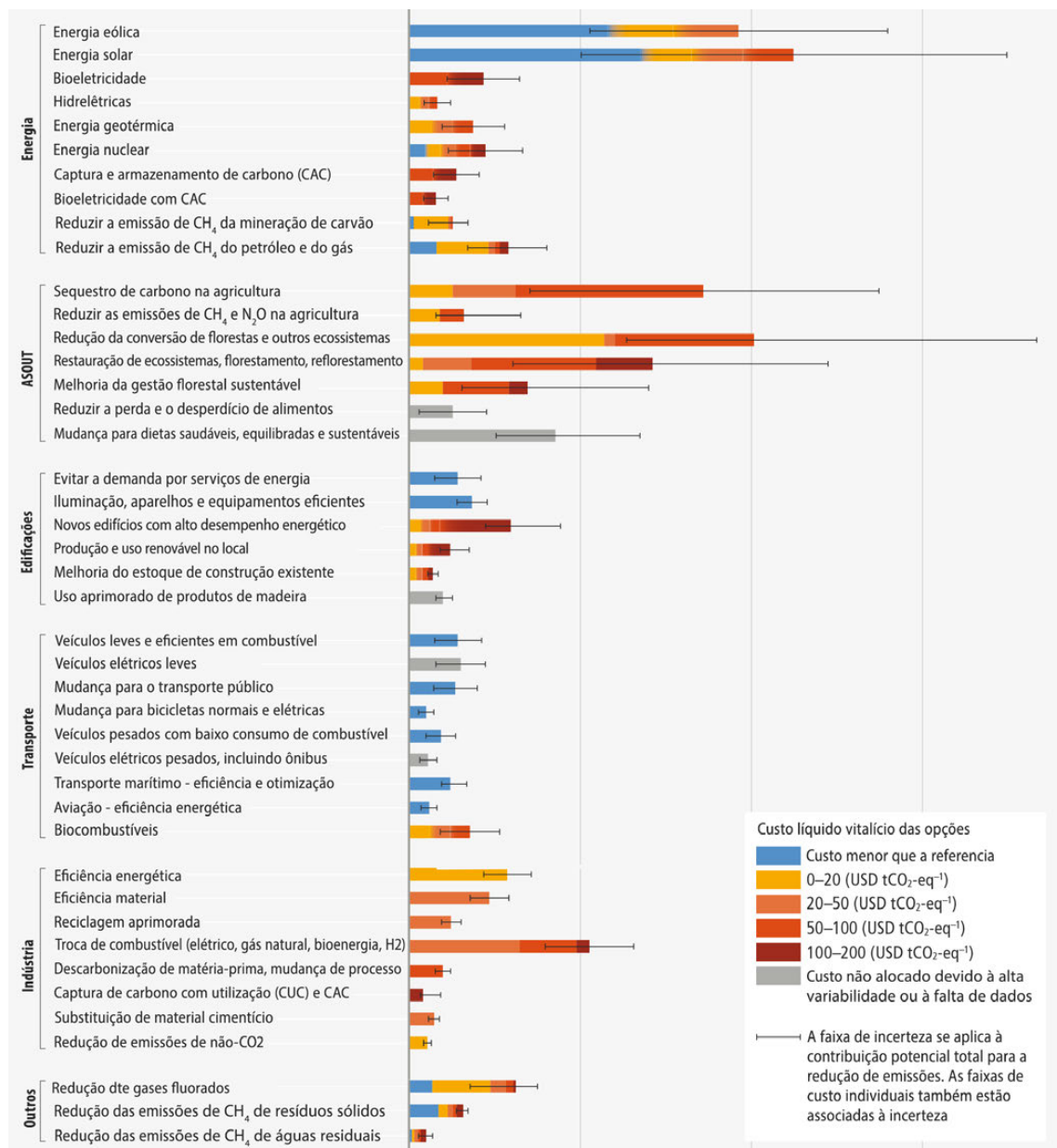
As SNC têm alguns dos maiores potenciais de mitigação de todos os setores (**Figura 6**)¹⁵⁰ com o potencial de contribuir com cerca de 20-30% da mitigação econômica necessária até 2050 para limitar o aquecimento a +1,5°C (**Figura 7**).¹⁵¹ De acordo com o IPCC, as medidas de mitigação da ASOUT podem proporcionar a mitigação de 8 a 14 bilhões de toneladas de CO₂ equivalente por ano a custos inferiores a US\$100 por tonelada entre 2020 e 2050, dos quais 30 a 50% estão disponíveis a menos de US\$20 por tonelada de CO₂ equivalente.¹⁵² A maioria das opções de mitigação da NCS está disponível e pronta para ser implantada, o que significa que as reduções de emissões podem ser liberadas em um ritmo acelerado.¹⁵³ Apenas 15 países respondem por 62% do potencial de mitigação global da NCS, em ordem decrescente: Brasil, China, Indonésia, Estados Unidos, Índia, Federação Russa, Canadá, República Democrática do Congo (RDC), Colômbia, México, Argentina, Austrália, Bolívia, Peru e Mianmar (**Figura 8**).¹⁵⁴

Quando implementadas com benefícios para o bem-estar humano e a biodiversidade, as NCS são chamadas de soluções baseadas na natureza (NbS). SbN é um termo amplo que engloba todas as ações destinadas a proteger, gerenciar de forma sustentável e restaurar os ecossistemas de maneira a enfrentar os desafios da sociedade, como o aquecimento global, ao mesmo tempo em que proporciona co-benefícios para as pessoas e a natureza.¹⁵⁵ No contexto da mitigação climática, a SbN pode aumentar a capacidade dos ecossistemas de sequestrar CO₂ ou reverter a degradação de um ecossistema para que ele não emita mais gases de efeito estufa e volte a ser um sumidouro líquido de carbono.

As NbS estão ganhando cada vez mais atenção como um meio econômico e eficiente de sequestrar carbono atmosférico,¹⁵⁶ trabalhando em conjunto com cortes nas emissões de combustíveis fósseis.¹⁵⁷ O IPCC, em seu Sexto Relatório de Avaliação, analisou uma série de SbN quanto aos seus potenciais de mitigação climática, incluindo medidas para proteger, gerenciar de forma sustentável e restaurar florestas, turfeiras, zonas úmidas costeiras, savanas e pastagens. Essas medidas foram responsáveis por uma parcela substancial do potencial de mitigação econômica (**Figura 6**), projetada para reduzir a emissão e/ou sequestrar cerca de 7,3 bilhões de toneladas de CO₂ equivalente por ano, em média, entre 2020 e 2050,¹⁵⁸

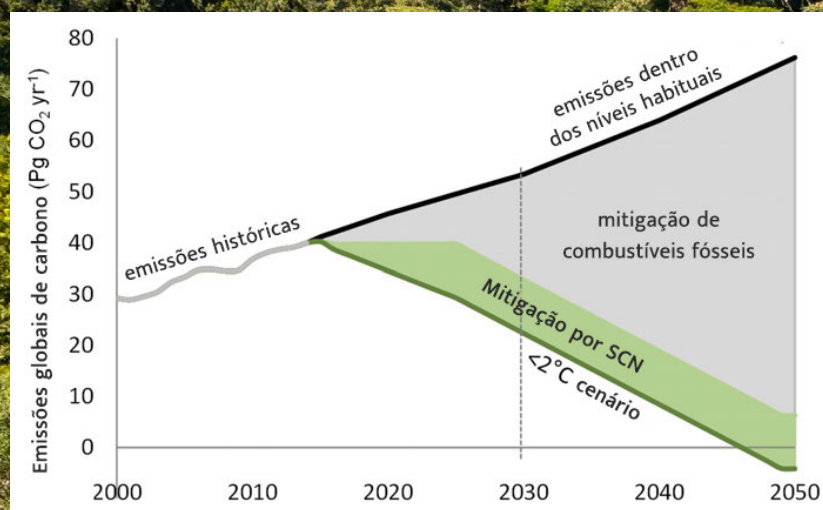
o que equivale a cerca de 14% das emissões globais de gases de efeito estufa registradas em 2023¹⁵⁹ e representa cerca de metade do potencial total de mitigação das medidas climáticas baseadas em SNC/uso da terra.¹⁶⁰ Das medidas analisadas pelo IPCC, as medidas para proteger os ecossistemas naturais, como a redução do desmatamento e a conversão/degradação de áreas úmidas, tiveram a maior mitigação total (**Figura 6**) e as maiores densidades de mitigação das SbN estudadas (consulte também a **Tabela 3**).¹⁶¹ As medidas de proteção podem representar uma estimativa de 28% do potencial de mitigação econômica, em comparação com 13% para a restauração, de acordo com um estudo de Roe et al. (2021).¹⁶²

Figura 6: Visão geral das opções de mitigação e suas faixas estimadas de custos e potenciais em 2030



Fonte: IPCC (2022)¹⁶³

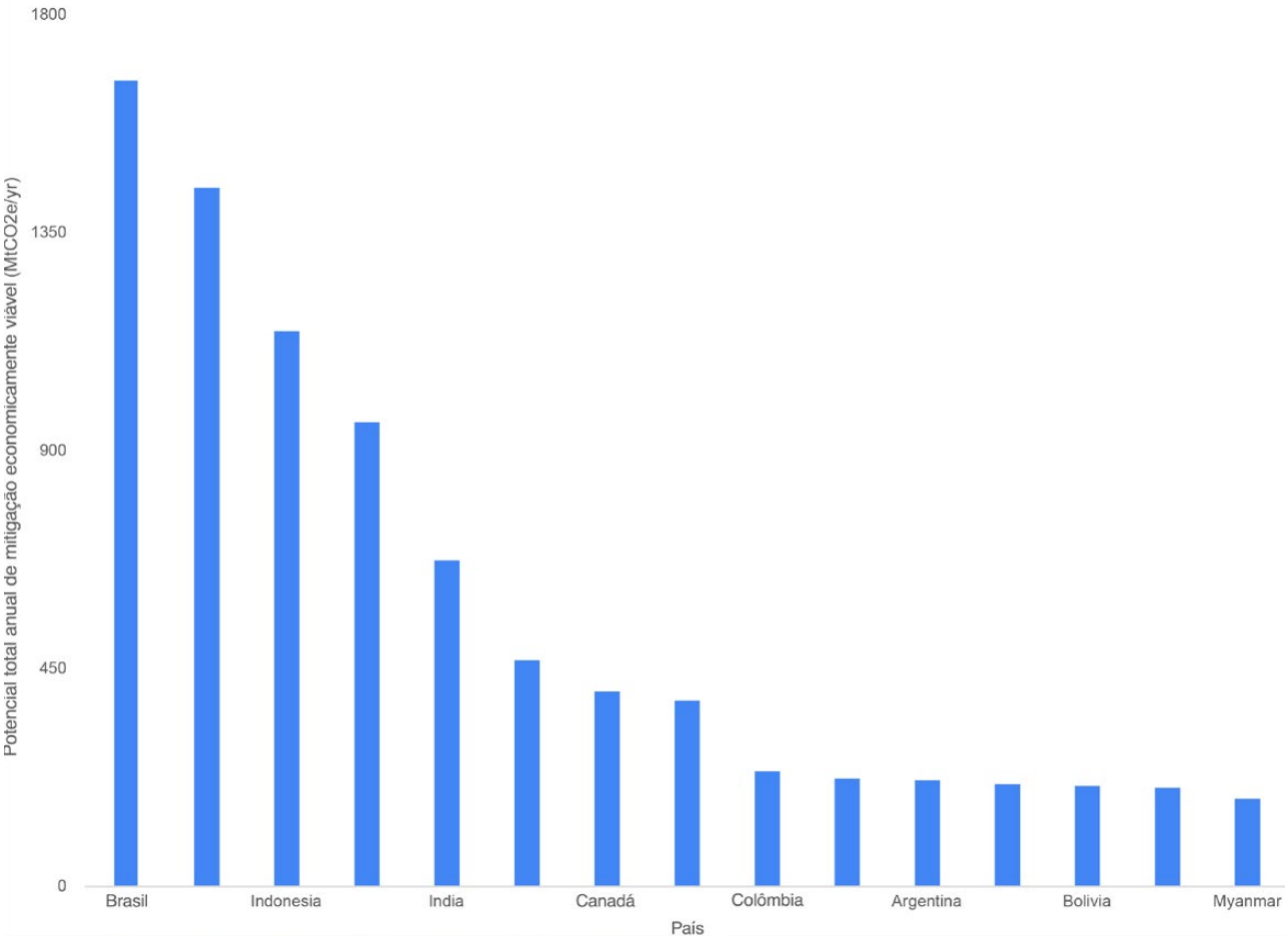
Figura 7: Contribuição das SNC para estabilizar o aquecimento abaixo de 2°C



Fonte: Griscom et al. (2017)

Apenas 15 países são responsáveis por 62% do potencial global de mitigação do NCS, em ordem decrescente: Brasil, China, Indonésia, Estados Unidos, Índia, Federação Russa, Canadá, República Democrática do Congo (RDC), Colômbia, México, Argentina, Austrália, Bolívia, Peru e Mianmar.

Figura 8: Os 15 principais países com o maior potencial global de mitigação econômica de medidas baseadas em terra (SNC)¹⁶⁴



Fonte: Baseado em dados de Roe et al. (2021)

Tabela 3: Densidades de mitigação de carbono para as soluções climáticas naturais para ecossistemas terrestres chaves

Ecossistema	Tipo de intervenção	Solução Natural do Clima	Densidade de mitigação (tCO ₂ /ha)
Florestas	Proteger	Redução do desmatamento	316
	Manejar	Melhoria do manejo florestal	29
	Restaurar	Aflorestamento e reflorestamento	166
Áreas úmidas costeiras	Proteger	Redução da perda de manguezais	1505
	Manejar	Restauração de manguezais	704
Campos e savanas	Restaurar	Manejo do fogo em campos e savanas	10
Áreas úmidas continentais	Proteger	Redução da degradação de turfeiras	1232
	Restaurar	Restauração de turfeiras	857

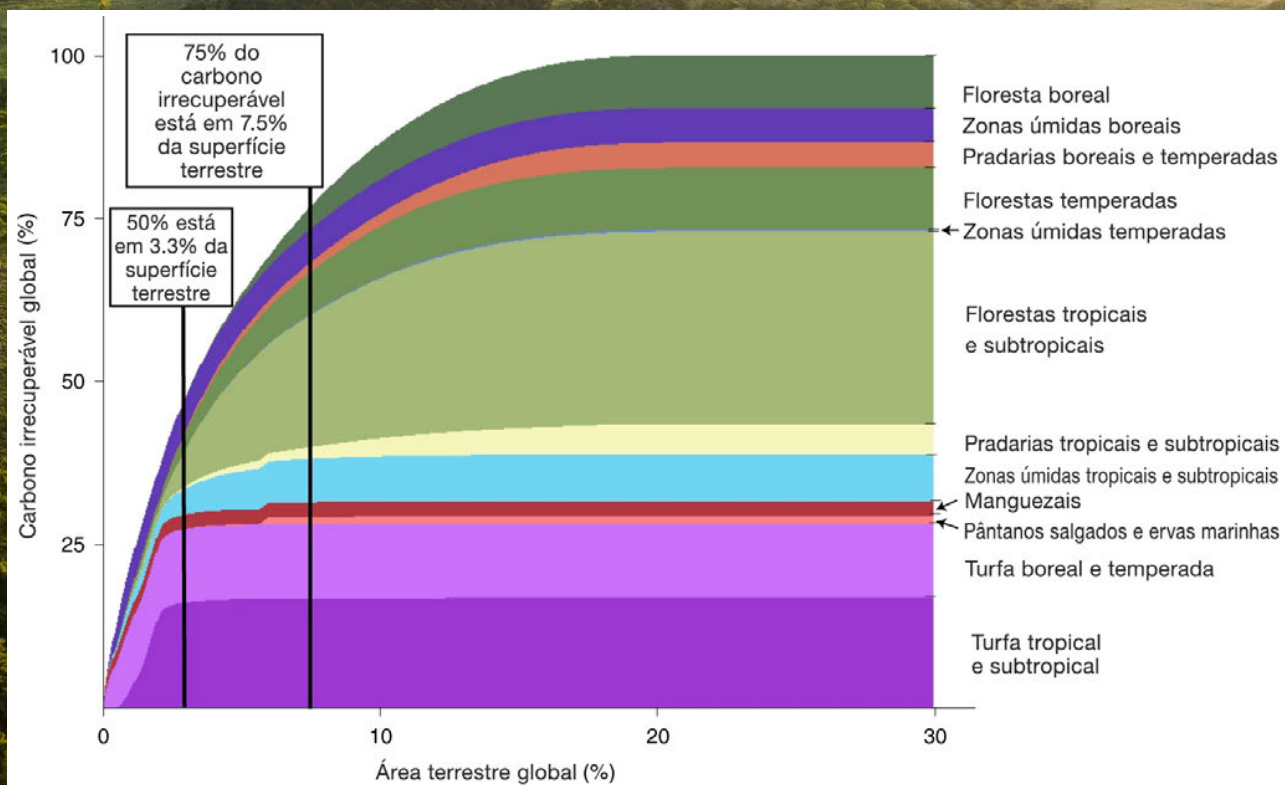
Fonte: Baseado em dados de Roe et al. (2021)¹⁶⁵

Mantendo o Carbono Armazenado nas Turfeiras

Garantir que o carbono permaneça armazenado em ecossistemas ricos em carbono, como florestas tropicais e turfeiras, é fundamental para alcançar as metas do Acordo de Paris. A proteção desses ecossistemas é uma das opções mais impactantes e economicamente viáveis para a mitigação climática¹⁶⁶ comparando-se favoravelmente com métodos convencionais de redução de emissões, como os aplicados nos setores de energia e transporte (**Figura 6**).¹⁶⁷ Se degradados ou perdidos, o carbono armazenado nesses ecossistemas geralmente não poderia ser recuperado por meio da restauração até 2050, prazo necessário para atingir as metas de 1,5–2°C do Acordo de Paris.¹⁶⁸ Com isso em mente, há

um apelo crescente para priorizar a proteção e o manejo sustentável de áreas de "carbono irrecuperável" (**Figura 9**),¹⁶⁹ o que proporcionaria benefícios significativos para o desenvolvimento sustentável e a conservação da biodiversidade (**ver Seção 5 abaixo**).¹⁷⁰ Grandes reservas de carbono irrecuperável de alta densidade estão localizadas nas florestas tropicais e turfeiras da Amazônia, da Bacia do Congo (**Quadro 6**) e do Sudeste Asiático, assim como nas turfeiras boreais do leste do Canadá e da Sibéria Ocidental.¹⁷¹

Figura 9: Extensão das áreas de carbono irrecuperável por ecossistema terrestre, destacando a significativa contribuição das turfeiras



Fonte: Noon et al. (2021)¹⁷²



Estima-se que as turfeiras da Bacia Central do Congo contenham cerca de 29 bilhões de toneladas de carbono, o que representa a mesma quantidade de carbono de toda a biomassa florestal acima do solo na Bacia do Congo, ou o equivalente a cerca de 33 anos de emissões de gases de efeito estufa da UE.

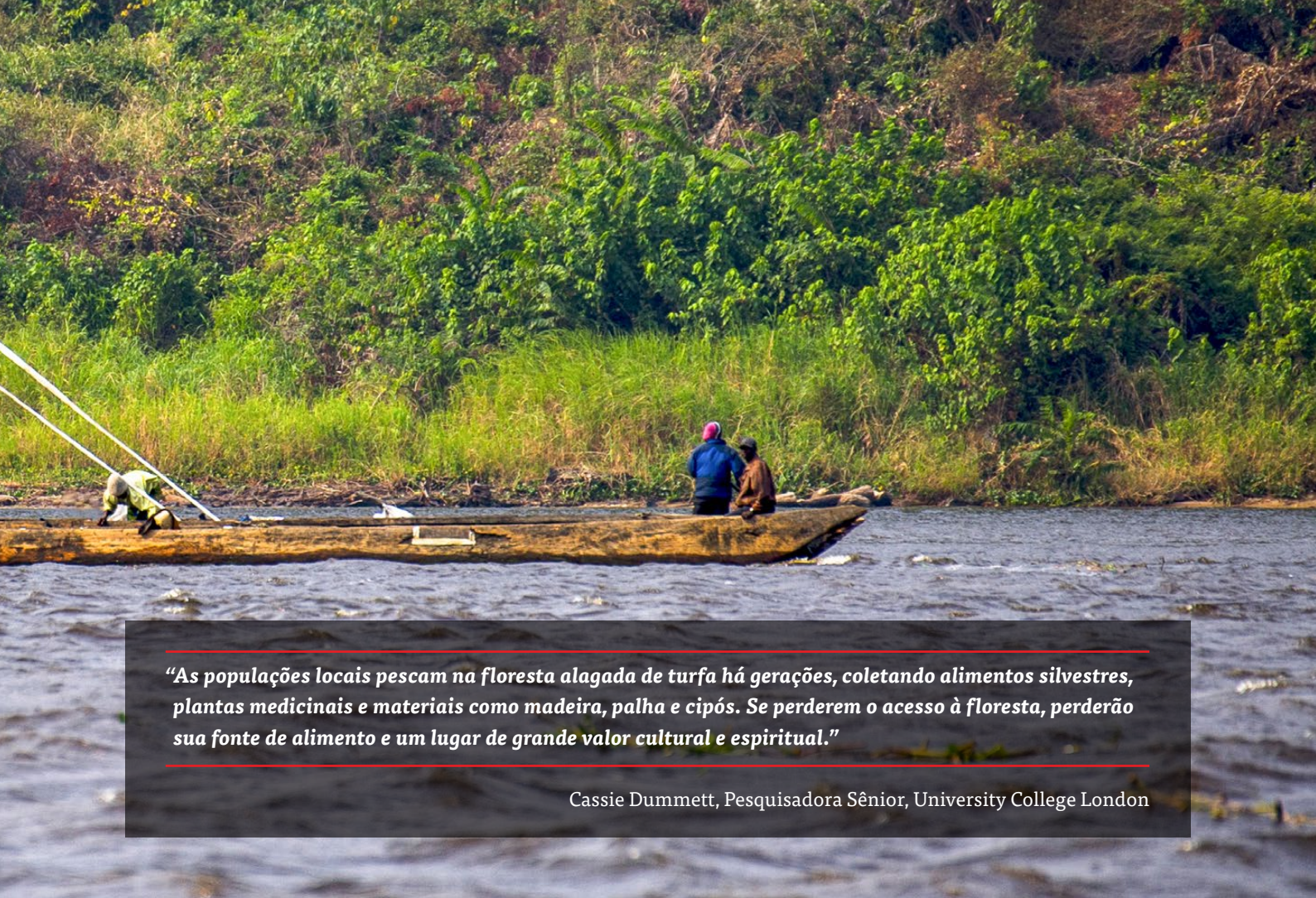
Vista do rio Congo entre Kinshasa e Lukolela, República Democrática do Congo (crédito: Ollivier Girard/CIFOR, CC BY-NC-ND 2.0)

Quadro 6: As Turfeiras Centrais da Bacia do Congo

As turfeiras centrais da Bacia do Congo formam o maior complexo de turfeiras tropicais (ou seja, uma área quase contínua de turfeiras) do mundo, estendendo-se pela República Democrática do Congo (RDC) e pela República do Congo (RoC). Estudos recentes descobriram que esse complexo é maior do que se pensava anteriormente, cobrindo uma área estimada de 167.600 km² — equivalente ao tamanho da Inglaterra e do País de Gales juntos — e representando cerca de 36% das turfeiras tropicais do mundo.¹⁷³ Estima-se que essas turfeiras armazenem aproximadamente 29 bilhões de toneladas de carbono,¹⁷⁴ o que equivale a todo o carbono contido na biomassa florestal acima do solo da Bacia do Congo¹⁷⁵ ou a cerca de 33 anos de emissões de gases de efeito estufa da União Europeia.¹⁷⁶ As florestas alagadas de turfa abrigam populações importantes de bonobos e crocodilos-anões, além do gorila-da-planície e do elefante-da-floresta, ambos criticamente ameaçados de extinção. Também são habitat de espécies altamente dependentes dessas florestas alagadas, como o macaco-do-pântano (*Allenopithecus nigroviridis*).¹⁷⁷



Uma fêmea de gorila-do-ocidente segura seu filhote, na Bacia do Congo (crédito: guenterguni)



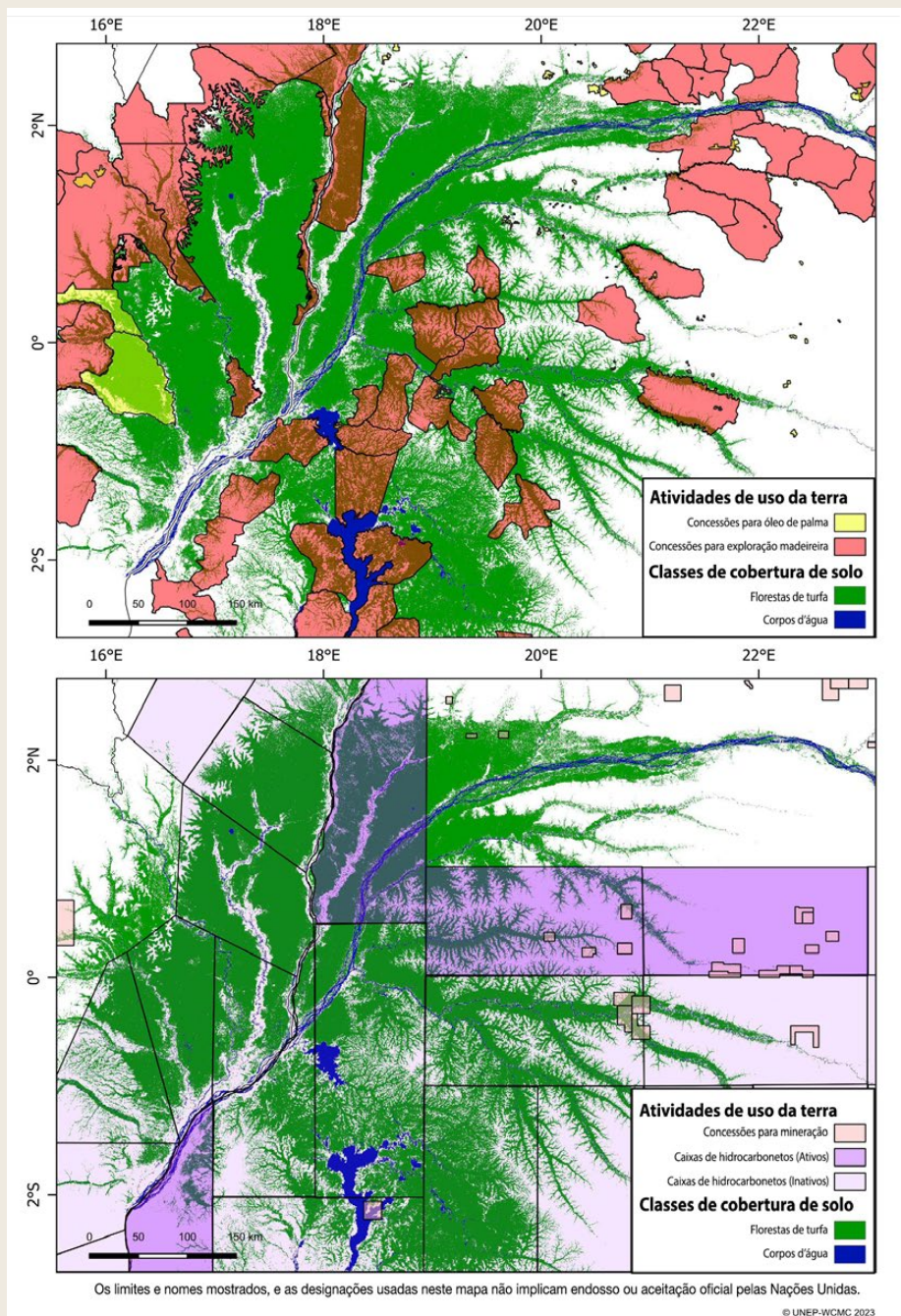
“As populações locais pescam na floresta alagada de turfa há gerações, coletando alimentos silvestres, plantas medicinais e materiais como madeira, palha e cipós. Se perderem o acesso à floresta, perderão sua fonte de alimento e um lugar de grande valor cultural e espiritual.”

Cassie Dummett, Pesquisadora Sênior, University College London

Cerca de 5,5 milhões de pessoas vivem dentro ou ao redor do complexo de turfeiras centrais da Bacia do Congo, a maioria (>80%) na República Democrática do Congo (RDC).¹⁷⁸ A RDC abriga entre 700.000 e 2.000.000 de indígenas,¹⁷⁹ incluindo grupos nômades e seminômades que vivem nas florestas e habitam as turfeiras.¹⁸⁰ Comunidades do grupo étnico Bantu, entre outros, também vivem na Bacia, cada uma com sistemas distintos de posse consuetudinária da terra.¹⁸¹ Para as comunidades dependentes das turfeiras, a floresta alagada de turfa é uma fonte essencial de alimento, lenha, remédios tradicionais, materiais de construção e meios de subsistência.¹⁸² A pesca é uma das principais atividades de sustento, assim como a caça e a coleta de produtos silvestres, sendo, em geral, consideradas práticas sustentáveis.¹⁸³ Além disso, as turfeiras possuem um valor cultural e espiritual significativo, pois são vistas como morada dos espíritos ancestrais.¹⁸⁴ Os sistemas de posse consuetudinária, as culturas e as tradições locais desempenharam um papel fundamental na conservação e no manejo sustentável das turfeiras.¹⁸⁵ No entanto, os povos indígenas enfrentam altos níveis de discriminação na Bacia do Congo, e seus direitos tradicionais sobre a floresta são frequentemente ignorados.¹⁸⁶

Apesar de sua importância para as pessoas, a biodiversidade e o clima global, as turfeiras centrais da Bacia do Congo estão sob intensa pressão devido à exploração madeireira, à prospecção de petróleo e gás, ao desenvolvimento de infraestrutura e à drenagem para a agricultura em larga escala.¹⁸⁷ Juntas, as concessões para plantio de óleo de palma, extração de madeira e mineração abrangem áreas que armazenam mais de 7 bilhões de toneladas métricas de carbono, o que representa cerca de um quarto do estoque de carbono das turfeiras.¹⁸⁸ Grandes áreas de floresta alagada de turfa já estão sob concessões de petróleo, gás e mineração (**ver Figura 10**). Em 2022, o governo da RDC lançou um processo de licitação para 27 blocos de petróleo na Bacia do Congo, três dos quais se sobrepunham às turfeiras centrais da Bacia do Congo, cobrindo um milhão de hectares de turfeiras.¹⁸⁹ A perfuração para extração de petróleo e gás ameaçaria a liberação de enormes quantidades de carbono armazenadas nos solos de turfa, além de causar a degradação da hidrologia das turfeiras, a poluição de águas subterrâneas e rios, a perda de vegetação e biodiversidade, e o deslocamento de comunidades locais.¹⁹⁰ As próprias turfeiras também são vulneráveis aos impactos climáticos. Evidências obtidas a partir de núcleos de turfa sugerem que secas futuras podem transformar esse ecossistema de um grande sumidouro de carbono para uma grande fonte de emissões de carbono, acelerando ainda mais a crise climática em um perigoso ciclo de retroalimentação.¹⁹¹

Figura 10: Mapa das concessões de uso da terra que ameaçam as turfeiras centrais da Bacia do Congo



Source: CongoPeat Consortium¹⁹²

“As concessões industriais e a conservação baseada em exclusão das comunidades locais representam uma ameaça para essas populações. Novas concessões para óleo de palma, exploração florestal, mineração ou petróleo acabariam com a posse consuetudinária e o manejo tradicional das turfeiras, que têm sido eficazes por gerações.”

Cassie Dummett, Pesquisadora Sênior, University College London

A proteção contínua das turfeiras centrais da Bacia do Congo é essencial para evitar grandes emissões de carbono e salvaguardar a ampla gama de bens e serviços ecossistêmicos dos quais as comunidades rurais e indígenas dependem.¹⁹³ Atualmente, cerca de 8% do carbono armazenado nas turfeiras desse complexo está dentro de áreas protegidas nacionais,¹⁹⁴ com áreas adicionais protegidas por meio de sítios internacionais da Convenção de Ramsar e florestas comunitárias.¹⁹⁵ Nos últimos anos, a República do Congo (RoC) e a República Democrática do Congo (RDC) intensificaram a colaboração e os esforços para proteger as turfeiras, incluindo a assinatura da Declaração de Brazzaville em 2018 e a inclusão das turfeiras em suas Contribuições Nacionalmente Determinadas (NDCs), políticas florestais nacionais e estratégias REDD+, entre outras iniciativas.¹⁹⁶ No entanto, esses compromissos devem ser apoiados por uma vontade política sustentada e financiamento adequado para garantir sua implementação e fortalecer a proteção das turfeiras.

Embora ameaçadas, as turfeiras ainda estão relativamente intactas, o que representa uma oportunidade significativa para investimentos que possam apoiar benefícios globais para o clima e a biodiversidade.¹⁹⁷

O **CongoPeat Consortium**, um projeto que reúne uma equipe interdisciplinar de especialistas dedicados a estudar este ecossistema único de turfeiras centrais da Bacia do Congo, propôs diversas medidas para garantir a proteção de longo prazo das turfeiras centrais da Bacia do Congo, incluindo:

- (1) **Reforçar regulamentos e legislações** sobre o uso prejudicial da terra em áreas de turfeiras, incluindo exploração de hidrocarbonetos, mineração, agricultura e extração madeireira industrial.
- (2) **Revogar concessões agrícolas, madeireiras e de hidrocarbonetos** onde as operações ainda não começaram e, para as concessões em operação, eliminar progressivamente as atividades garantindo uma transição justa.
- (3) **Desenvolver políticas e legislações justas e inclusivas**, que reconheçam os direitos fundiários locais e indígenas, além de fornecer às comunidades ferramentas para mapear, garantir e gerir suas terras tradicionais a longo prazo.
- (4) **Adotar a cogestão de todas as áreas de turfeiras**, fortalecendo e compensando o papel das comunidades locais e dos povos indígenas como guardiões desses ecossistemas.
- (5) **Elaborar planos de gestão para os sítios Ramsar existentes** e avaliar se as turfeiras atualmente não cobertas por essa designação poderiam se beneficiar dessa proteção.
- (6) **Expandir os mecanismos de governança protetora**, como áreas protegidas nacionais e reservas/concessões florestais comunitárias, além de criar uma zona de amortecimento ao redor das turfeiras para desencorajar atividades prejudiciais, ao mesmo tempo em que se reconhecem e protegem os direitos humanos, a posse da terra e as práticas tradicionais das populações locais e indígenas.

“Alcançar as metas climáticas do Acordo de Paris requer a proteção de todas as turfeiras intactas remanescentes e a rápida restauração de quase todas as turfeiras drenadas.”

Secretaria da Convenção sobre Áreas Úmidas (2021)¹⁹⁸

Prevenir a conversão e degradação das turfeiras ricas em carbono é especialmente crucial para evitar a aceleração da crise climática. Os estoques de carbono das turfeiras se acumulam lentamente e persistem por milênios, sendo que suas perdas são essencialmente irreversíveis dentro dos prazos estabelecidos pelo Acordo de Paris.¹⁹⁹ É urgente proteger as turfeiras remanescentes – especialmente os 88% dos ecossistemas de turfeiras que ainda não foram drenados ou severamente degradados – para impedir a liberação de seus enormes estoques de carbono.²⁰⁰ A redução da degradação das turfeiras está associada a densidades de mitigação particularmente

altas, em torno de 1.230 toneladas de CO₂ equivalente por hectare – quase quatro vezes a densidade de mitigação da proteção florestal – e ficando atrás apenas da proteção de manguezais, que atinge 1.500 toneladas de CO₂ equivalente por hectare (**Tabela 3**).²⁰¹

Embora haja algum debate sobre o impacto da restauração de turfeiras nas emissões líquidas (**Quadro 2**), há um consenso amplo de que tanto a proteção quanto a restauração das turfeiras são essenciais para alcançar um caminho de mitigação de 2°C,²⁰² com potencial para reduzir significativamente as emissões.²⁰³ De fato, uma resolução adotada sob a Convenção de Ramsar sobre Zonas Úmidas incentiva os países signatários a adotarem medidas de conservação e/ou restauração das turfeiras que reduzam as emissões antropogênicas e aumentem a remoção de carbono, contribuindo assim para suas Contribuições Nacionalmente Determinadas (NDCs).²⁰⁴ A restauração envolve o reumedecimento de turfeiras drenadas ou degradadas para recuperar suas funções

ecossistêmicas, prevenir emissões e reduzir a incidência de incêndios e inundações.²⁰⁵ Estimativas indicam que cerca de 50 milhões de hectares de turfeiras drenadas precisam ser reumedecidos e restaurados até 2050, o que equivale a aproximadamente dois milhões de hectares por ano, sendo que cerca da metade dessas áreas atualmente é utilizada para a agricultura.²⁰⁶

Juntas, a conservação e a restauração das turfeiras poderiam contribuir com cerca de 10% da redução total de emissões e remoções provenientes de soluções baseadas em ecossistemas até 2030.²⁰⁷ Existe um potencial significativo de mitigação nos trópicos, onde há grandes estoques de carbono (por exemplo, em florestas tropicais sobre turfeiras) e onde as taxas de perda de carbono associadas às mudanças na cobertura do solo são elevadas.²⁰⁸ Somente nos países tropicais com turfeiras, estima-se que 800 milhões de toneladas de emissões de gases de efeito estufa poderiam ser reduzidas anualmente (o equivalente a 1,5% das emissões globais) por meio da conservação e restauração das turfeiras, a um custo total de US\$40 bilhões.²⁰⁹

Os co-benefícios associados às soluções baseadas em turfeiras também são consideráveis (**ver Seção 5**), especialmente nos trópicos, reforçando a eficácia dessa estratégia de mitigação.²¹⁰

A proteção e restauração das turfeiras inevitavelmente removerão ou reduzirão a terra disponível para a produção agrícola. No entanto, de acordo com projeções de modelos, isso teria impactos mínimos na segurança alimentar regional.²¹¹ As turfeiras contribuem de forma desproporcional para as emissões globais, mas representam uma parcela relativamente pequena das terras agrícolas no mundo.²¹² O manejo inteligente das áreas úmidas voltado para o clima também pode oferecer uma forma de utilizar as turfeiras de maneira produtiva e em harmonia com as funções dos ecossistemas, protegendo o estoque de carbono e garantindo meios de subsistência. Um exemplo é a paludicultura, na qual culturas são cultivadas em turfeiras úmidas ou reumedecidas de forma a preservar o solo turfoso, minimizando as emissões e protegendo a biodiversidade (**Quadro 7**).²¹³

Quadro 7: Exemplos de iniciativas de restauração de turfeiras e paludicultura

Na Rússia Central, um projeto para reabilitar quase 100.000 hectares de turfeiras drenadas teve como objetivo evitar a repetição dos devastadores incêndios florestais em turfeiras do verão de 2010. A reumedificação das turfeiras resultou em uma redução de emissões de aproximadamente 320.000 toneladas métricas de CO₂ equivalente por ano, com a prevenção de incêndios reduzindo emissões em uma quantidade semelhante. O projeto incluiu melhorias na gestão do nível da água, restauração do ecossistema e infraestrutura aprimorada para controle e monitoramento de incêndios. Os custos de restauração foram de aproximadamente €30–100 por hectare para a restauração do ecossistema e €3.000–5.000 por hectare para melhorias na infraestrutura.²¹⁴

Na Bielorrússia, mais da metade das turfeiras do país (que cobrem cerca de 15% de seu território) foram drenadas para mineração, agricultura e silvicultura. Desde 2006, diversos esforços de restauração vêm sendo realizados, incluindo a reumedificação de cerca de 50.000 hectares de turfeiras e a promoção de meios de subsistência alternativos a partir dos ecossistemas restaurados.²¹⁵ GEF et al. (2010) relataram reduções de emissões equivalentes a cerca de 87.500 toneladas de carbono por ano, além de inúmeros co-benefícios.²¹⁶ A reumedificação das turfeiras interrompeu a ocorrência de incêndios, resultando em economia de fundos públicos que antes eram destinados ao combate e prevenção de incêndios e a serviços de saúde para comunidades impactadas pela fumaça e poeira.²¹⁷ Também foi relatado um aumento na biodiversidade nos ecossistemas restaurados.

Na Alemanha, o Greifswald Mire Centre está conduzindo um projeto de paludicultura para demonstrar como o musgo de turfa (*Sphagnum*) pode ser cultivado e colhido em turfeiras reumedecidas. O *Sphagnum* é colhido, seco e processado como substituto da turfa em aplicações hortícolas.

Na Indonésia, comunidades estão sendo apoiadas no desenvolvimento de modelos de negócios sustentáveis baseados no cultivo de sagu em turfeiras, em vez de dendê (*oil palm*), o que mantém níveis elevados de água, impede a liberação de carbono e reduz o risco de incêndios. O sagu fornece alimento, e seus resíduos podem ser usados na alimentação de patos.²¹⁸



Uma onça-pintada caminha no barranco às margens do rio São Lourenço, no coração do Pantanal norte. © EJP

5. Proteger e restaurar as zonas úmidas de água doce: um ganha-ganha-ganha para as pessoas, a natureza e o clima

Uma oportunidade subaproveitada na busca pelas metas climáticas, de biodiversidade e de desenvolvimento sustentável

As zonas úmidas de água doce não apenas sequestram e armazenam grandes quantidades de carbono, mas também ajudam sociedades e a vida selvagem a se adaptarem aos impactos do aquecimento global.²¹⁹ Suas funções de adaptação climática incluem a mitigação de enchentes, a prevenção da erosão causada por eventos extremos de chuva e a oferta de refúgios para espécies durante condições climáticas adversas.²²⁰

Proteger e restaurar as áreas úmidas continentais pode, portanto, ajudar os países a atingir tanto as metas de

mitigação quanto de adaptação climática, ao mesmo tempo que proporciona inúmeros co-benefícios para as pessoas e a natureza.²²¹ Entre esses benefícios estão a regulação da qualidade da água, a reposição de aquíferos, o suporte à produção de alimentos e o fornecimento de água para cultivos, aquicultura e pecuária (**Figura 11**).

Mais de um bilhão de pessoas em todo o mundo dependem das áreas úmidas para sua subsistência, e um número ainda maior se beneficia delas para fins recreativos, culturais, espirituais e de saúde (Quadro 8).²²² Além disso, as áreas úmidas continentais oferecem habitat essencial para a vida selvagem e frequentemente são hotspots globais de biodiversidade²²³ (ver abaixo os **Quadros 4 e 5**).

Figura 11: Serviços ecossistêmicos de áreas úmidas



Fonte: Ramsar Convention on Wetlands (2018)²²⁴

Quadro 8: Povos indígenas e comunidades locais – os guardiões legítimos das áreas úmidas

Os povos indígenas e as comunidades locais (PICLs) são guardiões essenciais das paisagens naturais remanescentes da Terra, incluindo as áreas úmidas.²²⁵ Globalmente, pelo menos 36% dos locais mais importantes para a biodiversidade estão situados em terras de povos indígenas e comunidades locais, e mais da metade dessa área está fora de áreas protegidas formais.²²⁶ As terras de povos indígenas e comunidades locais tendem a estar em melhor estado de conservação, com a grande maioria em boas (65%) ou moderadas (27%) condições ecológicas, o que significa que estão sujeitas a níveis relativamente baixos de modificação humana.²²⁷ Pesquisas mostraram, por exemplo, que a perda de florestas intactas e de estoques de carbono florestal tem sido consideravelmente menor em terras indígenas do que em outras terras.²²⁸ De todas as terras globais em boas condições ecológicas, pelo menos 42% estão localizadas dentro de territórios de povos indígenas e comunidades locais, abrangendo uma área total de aproximadamente 66 milhões de quilômetros quadrados.²²⁹

Os povos indígenas e as comunidades locais são guardiões de mais de um terço dos locais mais importantes do mundo para a biodiversidade.

As áreas úmidas são frequentemente áreas preciosas para os povos indígenas e as comunidades locais. Elas fazem parte de muitos territórios tradicionais, servem como base para meios de subsistência e frequentemente possuem grande valor cultural e espiritual (ver Quadros 4 e 5).²³⁰ Muitos povos indígenas desenvolveram suas culturas a partir da interação com as zonas úmidas e a água, e seus modos de vida, expressões culturais e sistemas de valores estão profundamente conectados a esses ecossistemas.²³¹ Os povos indígenas e comunidades locais, portanto, são significativamente impactados pelas crescentes ameaças às zonas úmidas em todo o mundo, incluindo o deslocamento forçado devido à intensificação da crise climática.

A Convenção de Ramsar reconhece que o conhecimento tradicional, as práticas de uso dos recursos e os valores culturais dos IPLCs são de grande importância para o uso sustentável e a conservação das zonas úmidas. Por isso, incentiva os países signatários a fortalecerem a participação ativa dos IPLCs na gestão e conservação desses ecossistemas²³² além de promover o reconhecimento do direito consuetudinário e dos direitos tradicionais em relação à sua proteção.²³³

A Convenção de Ramsar reconhece o papel dos povos indígenas como guardiões das áreas úmidas e os múltiplos benefícios que essa gestão tem proporcionado, além de defender o fortalecimento de suas práticas tradicionais.²³⁴



“Os povos indígenas desempenham um papel muito importante na preservação do meio ambiente [...] porque a própria relação com o meio ambiente, com a natureza, é uma relação de respeito e cuidado. E entender que é exatamente isso que garante a vida.”

Sonia Guajajara, Ministra dos Povos Indígenas do Brasil.

Jéssica Terena participa de um projeto de reflorestamento no Território Indígena Buritizinho, Mato Grosso do Sul. Crédito: Chalana Esperança



O valor dos serviços ecossistêmicos das zonas úmidas é significativo, estimado, de forma conservadora²³⁵ em US\$47,4 trilhões por ano²³⁶ ou 43,5% do valor monetário de todos os biomas naturais.²³⁷

Mais da metade desse valor provém das áreas úmidas continentais (cerca de US\$27,0 trilhões por ano,²³⁸ ou 24,7% do valor de todos os biomas), considerando serviços como a regulação do clima e do fluxo hídrico, o fornecimento de alimentos e água, a prevenção da erosão e a manutenção de habitats para a vida selvagem, entre outros.²³⁹ A maior parte dessas contribuições vem de zonas úmidas vegetadas não florestadas, incluindo turfeiras não florestadas, pântanos e brejos em solos aluviais.²⁴⁰ Por outro lado, a maior perda anual de valor dos serviços ecossistêmicos das zonas úmidas ocorre em turfeiras florestadas.²⁴¹ Proporcionalmente, as zonas úmidas costeiras geram o maior valor monetário de serviços ecossistêmicos em relação ao seu tamanho, representando apenas 10% da área total das zonas úmidas, mas contribuindo com 43,1% do valor monetário.²⁴²

As turfeiras – devido aos seus vastos estoques de carbono – representam uma oportunidade significativa, ainda amplamente inexplorada, para atingir metas de redução de emissões, ao mesmo tempo que contribuem para o desenvolvimento sustentável e a conservação da biodiversidade no âmbito de diversos acordos e agendas internacionais. A proteção e restauração das turfeiras podem contribuir para as metas do Marco Global da Biodiversidade Kunming-Montreal, adotado pelos países signatários da Convenção sobre Diversidade Biológica, do Marco de Sendai para Redução de Riscos de Desastres

2015–2030 e da Convenção sobre Espécies Migratórias de Animais Silvestres, além das metas de Neutralidade da Degradação da Terra estabelecidas pela Convenção das Nações Unidas para o Combate à Desertificação, entre outras.²⁴³

“A conservação, restauração e gestão sustentável das turfeiras podem oferecer um triplo benefício para o clima, as pessoas e o planeta.”

Global Peatlands Assessment (2022)²⁴⁴

As soluções baseadas em turfeiras – e nas zonas úmidas de água doce de forma mais ampla – também são essenciais para o cumprimento de diversas Metas de Desenvolvimento Sustentável (ODS), incluindo a ODS 6, Meta 6.6, sobre a proteção e restauração de ecossistemas relacionados à água, e a ODS 15, Meta 15.1, sobre a conservação, restauração e uso sustentável de ecossistemas terrestres e de água doce interior e seus serviços, além da Meta 15.5, que trata da redução da degradação de habitats naturais. Essas ODS, por sua vez, podem fortalecer a provisão de serviços ecossistêmicos de água doce para apoiar a ODS 2, relacionada à segurança alimentar, e a ODS 13, que trata da resiliência climática.²⁴⁵

“Os benefícios da conservação e restauração das áreas úmidas abrangem diferentes estruturas e podem ajudar os países a alcançar múltiplas metas por meio de uma solução holística.”

Anisha et al. (2020)²⁴⁶



Um orangutango encara a fotógrafa no Parque Nacional Tanjung Puting em Kalimantan, Borneo. © EJJ

Enfrentando as crises climática e da biodiversidade

Apesar de cobrirem apenas 6% da superfície terrestre,²⁴⁷ as zonas úmidas fornecem habitats críticos e áreas de reprodução para cerca de 40% de toda a vida vegetal e animal.²⁴⁸ As áreas úmidas continentais são refúgios de biodiversidade, abrigando uma grande variedade de espécies e oferecendo locais essenciais para reprodução, descanso e hibernação de aves migratórias.²⁴⁹ O Pantanal – uma das maiores zonas úmidas tropicais do mundo – abriga cerca de 174 espécies de mamíferos, incluindo a maior densidade de onças-pintadas do planeta (**ver Quadro 4**). Em todo o mundo, as turfeiras abrigam uma diversidade de espécies ameaçadas e endêmicas, desde os orangotangos das turfeiras tropicais do Sudeste Asiático até os gorilas-do-ocidente-de-planície das turfeiras da Cuvette Centrale, na República Democrática do Congo e na República do Congo (**ver Quadro 6**).²⁵⁰ As florestas tropicais de turfa do Sudeste Asiático são hotspots de biodiversidade, estimando-se que sustentem até um terço de todas as espécies de mamíferos e aves da Península da Malásia e de Bornéu.²⁵¹

A importância da conservação de todos os tipos de zonas úmidas é reconhecida pela Convenção de Ramsar, um dos mais antigos acordos ambientais multilaterais, datado de 1971. Mais de 2.500 Sítios Ramsar – Zonas Úmidas de Importância Internacional – foram designados sob a Convenção, abrangendo mais de 2,5 milhões de quilômetros quadrados.²⁵² No entanto, cerca de 89% das zonas úmidas de água doce permanecem desprotegidas, e mesmo aquelas dentro de áreas protegidas podem estar sujeitas a intensa influência humana.²⁵³

Apesar de cobrirem apenas 6% da superfície terrestre, as zonas úmidas fornecem habitats críticos e áreas de reprodução para cerca de 40% de toda a vida vegetal e animal.

Globalmente, os ecossistemas de água doce estão sob forte pressão. De acordo com o Índice Planeta Vivo, as populações de espécies de água doce sofreram as maiores reduções, diminuindo 85% desde 1970, em comparação com 69% para as terrestres e 56% para as marinhas.²⁵⁴ Cerca de um quarto das espécies globais que dependem das zonas úmidas de água doce estão agora classificadas como ameaçadas, das quais 6% encontram-se em perigo crítico de extinção.²⁵⁵

A perda dramática de biodiversidade nas zonas úmidas de água doce representa uma grande ameaça ao potencial de mitigação climática desses ecossistemas. Pesquisas mostram que biodiversidade e mitigação climática se reforçam mutuamente, sendo que zonas úmidas biodiversas estão associadas a taxas mais altas de sequestro de carbono e a uma maior capacidade de armazenamento de carbono.²⁵⁶ Além disso, a alta biodiversidade contribui para uma maior resiliência ecossistêmica, o que pode aumentar a estabilidade dos estoques de carbono frente a perturbações.²⁵⁷ Por outro lado, a perda de biodiversidade em todos os ecossistemas tem sido associada à redução da capacidade de armazenamento de carbono e ao aumento das emissões de carbono (**ver Quadro 9**).

Os esforços para conservar e restaurar zonas úmidas de água doce podem abordar, simultaneamente, tanto a perda de biodiversidade quanto a crise climática, de forma alinhada aos objetivos do *Marco Global da Biodiversidade Kunming-Montreal* e do *Acordo de Paris*. Os benefícios transversais das turfeiras para a mitigação e adaptação climática, bem como para a conservação da biodiversidade, são reconhecidos em resoluções da *Assembleia das Nações Unidas para o Meio Ambiente*,²⁵⁸ da *União Internacional para a Conservação da Natureza*,²⁵⁹ da *Convenção sobre Diversidade Biológica*²⁶⁰ da *Convenção de Ramsar de Áreas Úmidas*.²⁶¹ As medidas para conservar e restaurar as zonas úmidas de água doce são relevantes não apenas para as Metas 2 e 3 do *Marco Global da Biodiversidade Kunming-Montreal*, que tratam da restauração e conservação de ecossistemas de água doce, mas também para a Meta 8, que estabelece a conexão entre biodiversidade e clima. A Meta 8 enfatiza a minimização dos impactos das mudanças climáticas sobre a biodiversidade, o papel da biodiversidade na mitigação e adaptação climática e a promoção de impactos positivos das ações climáticas sobre a biodiversidade.²⁶²

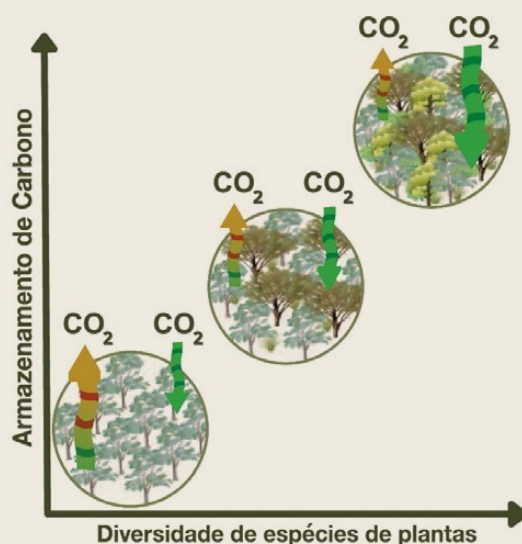
Quadro 9: Implicações da perda de biodiversidade para o armazenamento global de carbono

Há uma compreensão crescente sobre a relação entre a biodiversidade e o potencial de um ecossistema para sequestrar e armazenar carbono. Um estudo recente publicado na *Nature Communications* revelou que o aumento da perda de biodiversidade está associado à redução do potencial global de armazenamento de carbono e ao aumento das emissões de carbono.²⁶³ O estudo estimou que o declínio da biodiversidade devido às mudanças climáticas e ao uso da terra poderia levar a uma perda global de 7,44 a 103,14 bilhões de toneladas de carbono sob um cenário de sustentabilidade global e de 10,87 a 145,95 bilhões de toneladas de carbono sob um cenário de desenvolvimento baseado em combustíveis fósseis.

Alarmantemente, a própria mudança climática é um fator impulsionador da perda de biodiversidade, que, por sua vez, leva a um aumento ainda maior nas emissões de carbono, alimentando um ciclo de retroalimentação positiva que intensifica as mudanças climáticas.

Os resultados ressaltam a importância da conservação e restauração da biodiversidade para a mitigação das mudanças climáticas e a necessidade de considerar a perda de biodiversidade nos cenários de emissões. Segundo o estudo, a perda de biodiversidade poderia consumir cerca de 73,3% do orçamento de carbono restante para limitar o aquecimento a 1,5°C e 33,1% do orçamento de carbono para limitar o aquecimento a 2°C, com base nas estimativas mais altas dentro de um cenário de sustentabilidade global (embora haja incertezas significativas). Aumentar a diversidade de plantas, além de expandir a extensão dos ecossistemas naturais – como por meio da ampliação de áreas protegidas – pode, portanto, contribuir para o aumento do potencial de armazenamento de carbono, ao mesmo tempo em que fortalece a resiliência dos ecossistemas aos impactos das mudanças climáticas.

Figura 12: Relação entre diversidade de plantas e armazenamento de carbono



Fonte: Weiskopf et al. (2024)²⁶⁴

Gráfico conceitual representando o papel desempenhado pela biodiversidade no sequestro biológico de carbono. O estoque de biomassa aumenta com o aumento da diversidade vegetal, representado por uma relação crescente entre o sequestro de carbono (setas verdes) e as emissões de carbono (setas amarelas).



Um jacaré-do-Pantanal recebe um adorno inusitado às margens do rio São Lourenço, na região do Porto Jofre, Pantanal norte. © EJP

6. O futuro se apresenta

A comunidade global não está conseguindo enfrentar os desafios da crise climática, correndo o risco de atingir níveis perigosos de aquecimento, com consequências graves para a humanidade e o mundo natural. O que está em jogo é a possibilidade de um planeta habitável e seguro para as futuras gerações, além da sobrevivência da incrível e diversa vida selvagem com a qual compartilhamos nosso precioso lar.

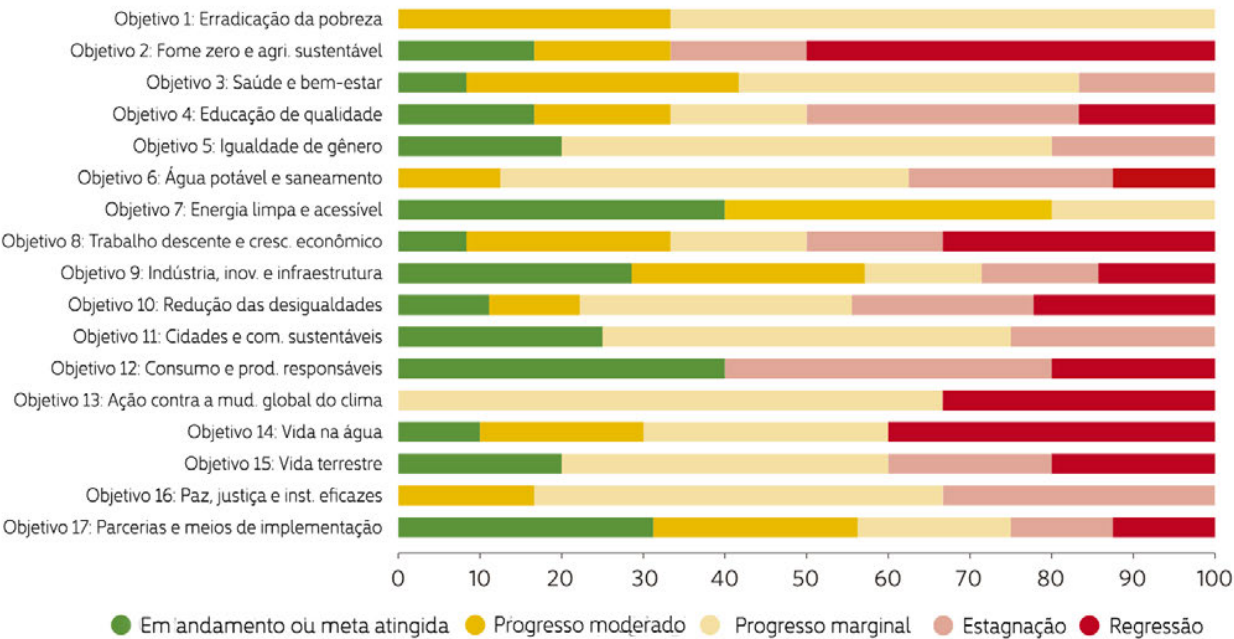
Até o momento, os países falharam em apresentar compromissos suficientemente ambiciosos para a redução de emissões sob o Acordo de Paris. Essa falta de ação também se reflete em outras áreas - do fracasso no cumprimento das Metas de Biodiversidade de Aichi ²⁶⁵ aos retrocessos nos Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS) (Figura 13).²⁶⁶ Espécies e populações selvagens

continuam a desaparecer e diminuir em um ritmo sem precedentes, enquanto as pressões sobre a natureza se intensificam.²⁶⁷ O progresso nos ODS estagnou e até mesmo regrediu em várias metas, resultando em 23 milhões de pessoas adicionais empurradas para a extrema pobreza e mais de 100 milhões passando fome em 2022 em comparação a 2019.²⁶⁸

“Sem investimentos massivos e uma ação ampliada, a concretização dos ODS — o plano para um mundo mais resiliente e próspero e o caminho para sair das crises globais atuais — permanecerá inalcançável.”

Nações Unidas (2024)²⁶⁹

Figura 13: Avaliação do progresso dos 17 ODS com base nas metas avaliadas por Objetivo (percentual)



Fonte: Adaptado de Nações Unidas (2024)²⁷⁰

As *Soluções baseadas na Natureza (SbN)* oferecem uma maneira de enfrentar essas crises interconectadas, com soluções geralmente prontas para implementação, custo-efetivas e que trazem múltiplos co-benefícios. A proteção e restauração de zonas úmidas de água doce, como as turfeiras, é um exemplo disso, proporcionando uma solução holística que pode ser aplicada com benefícios líquidos para a sociedade e com um investimento relativamente modesto. Tais medidas têm sido descritas como uma “oportunidade de fácil aproveitamento” para alcançar metas de mitigação e adaptação,²⁷¹ podendo ser ampliadas imediatamente e integradas às *Contribuições Nacionalmente Determinadas (NDCs)* dos países.²⁷²

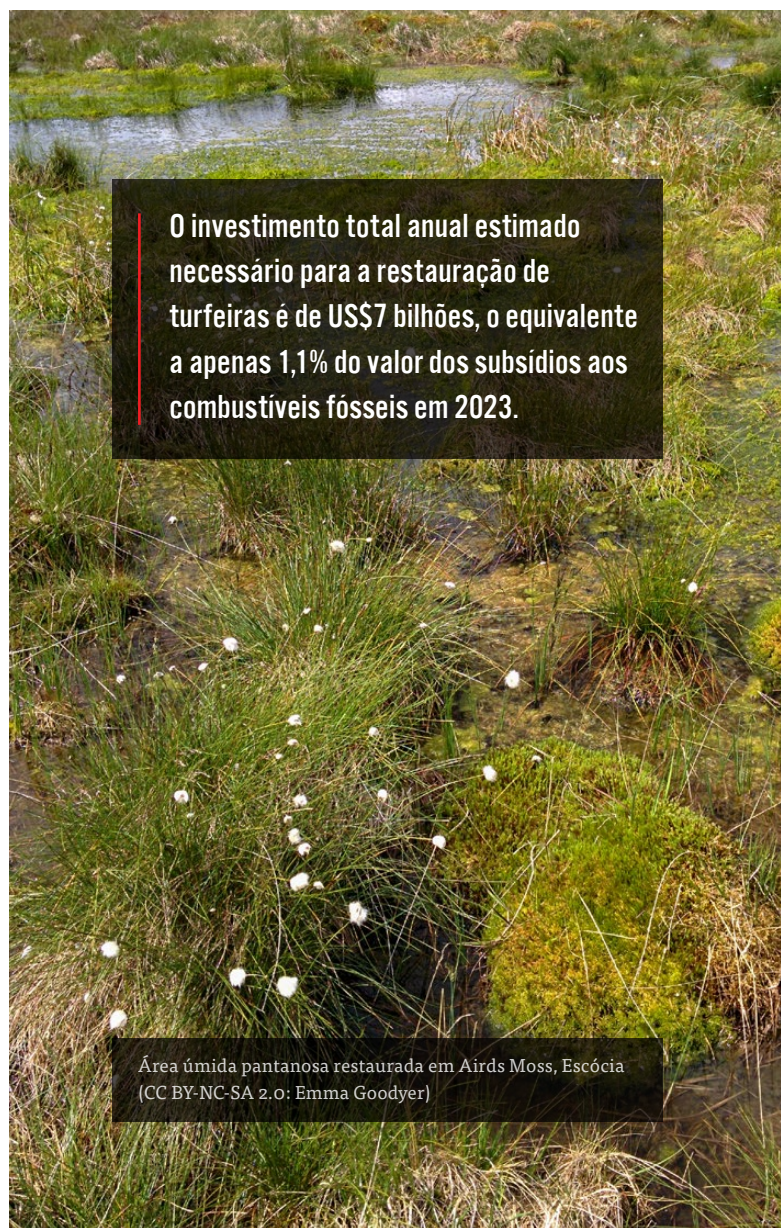
A terceira rodada de NDCs sob o *Acordo de Paris* deve ser submetida pelas Partes da UNFCCC em 2025. Na segunda rodada de NDCs, as zonas úmidas receberam mais atenção em comparação com as primeiras submissões de 2015, embora o foco tenha sido, em grande parte, nos ecossistemas de carbono azul, especialmente os manguezais (incluídos em 62% das NDCs), em oposição às turfeiras (incluídas em apenas 13% das NDCs), e os níveis gerais de ambição permaneceram baixos.²⁷³ Poucas NDCs incluíram ações ou metas específicas relacionadas às áreas úmidas,²⁷⁴ ou buscaram abordar os fatores humanos que impulsionam sua degradação.²⁷⁵

Intervenções políticas eficazes e financiamento direcionado como parte das *Contribuições Nacionalmente Determinadas (NDCs)* podem impulsionar a implementação de *Soluções baseadas na Natureza (SbN)*, que até o momento ficaram muito aquém de seu potencial.²⁷⁶ Entre 2009 e 2019, as medidas climáticas baseadas na terra proporcionaram uma mitigação total de apenas 8 bilhões de toneladas de CO₂, o que equivale a cerca de 0,5% das emissões totais durante esse período de 11 anos.²⁷⁷ Embora as barreiras para a implementação das SbN variem conforme o contexto, elas frequentemente incluem a falta de financiamento e investimentos para sua aplicação e expansão.²⁷⁸

O financiamento precisa ser mobilizado com rapidez para maximizar os ganhos de mitigação, considerando a urgência das metas de redução de emissões e a necessidade de manter imensas quantidades de carbono armazenadas em ecossistemas como as turfeiras. De acordo com o relatório *State of Finance for Nature* do PNUMA (2023), os fluxos financeiros para SbN atualmente somam US\$200 bilhões por ano – a grande maioria proveniente de fundos públicos (82%) – representando apenas um terço do necessário para alcançar as metas climáticas, de biodiversidade e de combate à degradação da terra até 2030.²⁷⁹ Apesar desse déficit, há uma grande oportunidade de redirecionar os fluxos financeiros para garantir que estejam alinhados com as metas climáticas e de biodiversidade.²⁸⁰ O financiamento estimado necessário para SbN globalmente, por exemplo, é atualmente menor do que os subsídios concedidos

à agricultura e à silvicultura.²⁸¹ O investimento anual total estimado para a restauração de turfeiras é de US\$7 bilhões,²⁸² o que equivale a apenas 1,1% do valor dos subsídios aos combustíveis fósseis em 2023.²⁸³

Iniciativas como a *Década da ONU para a Restauração de Ecossistemas (2021–2030)*²⁸⁴ e o ‘*Freshwater Challenge*’ (Desafio das Águas Doces)²⁸⁵ podem ajudar a gerar impulso político e do setor privado para mobilizar ações em prol das zonas úmidas de água doce como uma *Solução baseada na Natureza (SbN)*. Até março de 2025, 49 países haviam aderido ao desafio, que busca acelerar a restauração de 300.000 km² de rios degradados e 350 milhões de hectares de áreas úmidas degradadas até 2030, além de conservar ecossistemas de água doce prioritários que ainda estão intactos.²⁸⁶ A próxima COP 30 da UNFCCC, que será sediada pelo Brasil – o país com a maior área e volume de turfeiras e lar de uma das maiores zonas úmidas tropicais do mundo –, representa mais uma oportunidade para colocar as zonas úmidas de água doce no centro da agenda política, equiparando sua importância ao desmatamento da Floresta Amazônica (**Quadro 10**).



O investimento total anual estimado necessário para a restauração de turfeiras é de US\$7 bilhões, o equivalente a apenas 1,1% do valor dos subsídios aos combustíveis fósseis em 2023.

Área úmida pantanosa restaurada em Airds Moss, Escócia
(CC BY-NC-SA 2.0: Emma Goodyer)



Quadro 10: Brasil – líder em áreas úmidas e nação sede da UNFCCC COP 30

O status do Brasil como país anfitrião da *COP 30 da UNFCCC* pode impulsionar a ação para conservar áreas úmidas continentais únicas e vulneráveis do país, além de promover a conservação dessas áreas globalmente. O Brasil foi identificado como um dos cinco países prioritários para a conservação de zonas úmidas,²⁸⁷ e abriga algumas das maiores do planeta, incluindo o emblemático Pantanal (**Quadro 4**). Globalmente, o país contribui com a maior proporção do estoque de carbono vegetal em áreas úmidas (excluindo o carbono do solo)²⁸⁸ (**Figure 14**) e foi identificado como o país com o maior potencial total de mitigação custo-efetiva por meio de *Soluções Climáticas Naturais* (**Figura 8**) (**ver Seção 4**).²⁸⁹

Figura 14: Contribuição para o estoque global de carbono vegetal em áreas úmidas em 2020



Fonte: Banco Mundial (2024)²⁹⁰

No entanto, o Pantanal, que cobre apenas 1,8% da área terrestre do Brasil, é de longe o ecossistema mais rico em turfa do país.

O Brasil é o país tropical com a maior área de turfeiras, estimada em 26 milhões de hectares, embora grandes extensões ainda não tenham sido mapeadas.²⁹¹ As turfeiras brasileiras são grandes reservatórios de carbono, desempenhando um papel crucial nos ciclos de carbono nacional e global. Estima-se que armazenem 39 bilhões de toneladas de carbono, cuja liberação equivaleria a cerca de 44 vezes as emissões totais de gases de efeito estufa da União Europeia em 2023.²⁹² Além disso, essas turfeiras armazenam água para a estação seca e ajudam a prevenir incêndios florestais, mitigando os impactos locais do aquecimento global.²⁹³

Os solos turfosos no Brasil costumam ser encontrados em fragmentos, formando um mosaico que se estende pelos diversos ecossistemas terrestres do país.²⁹⁴ Cerca de 75% desses solos estão na Amazônia Brasileira, com áreas significativas também no Pantanal, Cerrado e Mata Atlântica (**Tabela 4**).²⁹⁵ No entanto, o Pantanal, que cobre apenas 1,8% da área terrestre do Brasil, é de longe o ecossistema mais rico em turfa do país, com solos turfosos encontrados em 12,3% do bioma, em comparação com 4,1% na Amazônia. Este é um achado significativo, destacando o benefício desproporcionalmente grande para a mitigação climática que poderia ser obtido por meio de investimentos e políticas direcionadas para a conservação do Pantanal.

Tabela 4: Área de solos orgânicos por biomas brasileiros em km² e proporção da extensão total do bioma

	Solos de turfa dominantes (km²)	Solos de turfas em manchas (km²)	Total (km²)	Área total do bioma (km²)	% do bioma no território brasileiro	% do bioma com solos de turfa
Pantanal	183	18,375	18,558	150,355	1.8	12.3
Amazônia	212	170,930	171,142	4,196,943	49.3	4.1
Mata Atlântica	12,079	4,121	16,200	1,110,182	13.0	1.5
Pampa	1,033	1,253	2,286	176,496	2.1	1.3
Cerrado	3,696	14,140	17,836	2,036,448	23.9	0.9
Caatinga	35	0	35	844,453	9.9	0

Fonte: Cálculos da EJF com base em dados do Global Peatland Map 2.0, conforme apresentado no Greifswald Mire Centre (GMC), Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri (UFVJM) & Instituto Nacional de Pesquisa do Pantanal (INPP) (2024) *Peatlands in Brazil – the most carbon dense ecosystem under threat*. Documento informativo, 6 p.²⁹⁶ Extensão areal dos biomas segundo IBGE/MMA, *Mapa de Biomas do Brasil – Primeira Aproximação* (2004): <https://brasilemsintese.ibge.gov.br/territorio.html>. Note-se que os números relativos às áreas de turfeiras no Brasil baseiam-se quase inteiramente em modelagem, com dados terrestres limitados disponíveis. Os números nesta tabela são, portanto, estimativas.²⁹⁷

No entanto, apesar de sua importância, as turfeiras permanecem praticamente não reconhecidas e desprotegidas pela legislação brasileira.²⁹⁸ A Lei de Proteção da Vegetação Nativa (LPVN) do país²⁹⁹ oferece apenas proteções limitadas aos ecossistemas úmidos e exclui vários tipos de áreas úmidas de suas definições, incluindo regiões permanentemente saturadas de água, como as turfeiras.³⁰⁰ As áreas úmidas de água doce sofrem forte pressão no Brasil, especialmente devido à agricultura industrial, como pecuária, produção de milho e soja, extração de água e desmatamento (**ver Quadro 4**).³⁰¹ Atualmente, o Brasil não monitora nem reporta as emissões provenientes do uso da terra em solos orgânicos/turfeiros para a UNFCCC, representando uma grande lacuna na contabilização das emissões causadas pela drenagem de turfeiras, agricultura e expansão urbana – que provavelmente são significativas.³⁰²

A COP 30 pode marcar um ponto de virada no destino das áreas úmidas do Brasil, uma oportunidade para aproveitar seu potencial em prol das metas climáticas, com benefícios para a biodiversidade e as populações locais. Recomenda-se que o governo federal aproveite essa oportunidade e demonstre liderança na COP 30, assumindo os seguintes compromissos:

- (1) Garantir que ações, metas e mecanismos de financiamento para a proteção e restauração de áreas úmidas sejam incluídos nos planos setoriais em desenvolvimento no âmbito da Estratégia Nacional de Adaptação³⁰³ e da Estratégia Nacional de Mitigação³⁰⁴ vinculadas ao Plano Climático do Brasil.
- (2) Adotar e implementar proteções mais eficazes e coerentes para ecossistemas úmidos, como o Pantanal, delimitando zonas onde atividades que causem a perda permanente da vegetação nativa – e seus impactos no armazenamento de carbono e na biodiversidade – sejam proibidas.
- (3) Reconhecer e fortalecer o papel dos povos indígenas e comunidades tradicionais como guardiões do Pantanal, assegurando que áreas protegidas sejam criadas e geridas com sua participação ativa, especialmente daqueles que dependem ou habitam essas regiões.
- (4) Estabelecer medidas para regular o uso do solo em nível de bacias hidrográficas, garantindo o funcionamento hidrológico das áreas úmidas e a recarga suficiente de águas subterrâneas para manter o abastecimento hídrico.
- (5) Revisar a definição de áreas úmidas nas leis ambientais federais e estaduais, incluindo explicitamente as turfeiras como um tipo distinto devido ao seu papel crítico no armazenamento de carbono e na regulação hídrica.
- (6) Monitorar e reportar às Nações Unidas (UNFCCC) as emissões provenientes do uso da terra em solos orgânicos/turfeiros.
- (7) Proteger os estoques de carbono, interrompendo a conversão e drenagem de turfeiras – inclusive por meio da criação de novos Sítios Ramsar.

“O diagnóstico é de que poderemos perder o Pantanal até o final do século. [...] A cada ano se vai perdendo cobertura vegetal, seja em função de desmatamento ou de queimadas, você prejudica toda a bacia e assim, segundo eles (os cientistas), até o final do século, nós poderemos perder a maior planície alagada do planeta.”

Marina Silva, Ministra de Estado do Meio Ambiente e Mudança do Clima³⁰⁵

“Não há mais tempo a perder. [...] Quem vai no Pantanal no período que tem incêndio tem vontade de chorar. Ou nós atuamos na causa mesmo, de verdade, em um pacto, produtores, pecuaristas, governos estaduais com o governo federal e voltar a ter esse bioma recomposto da forma mais original possível ou nós vamos perder o Pantanal brasileiro.”

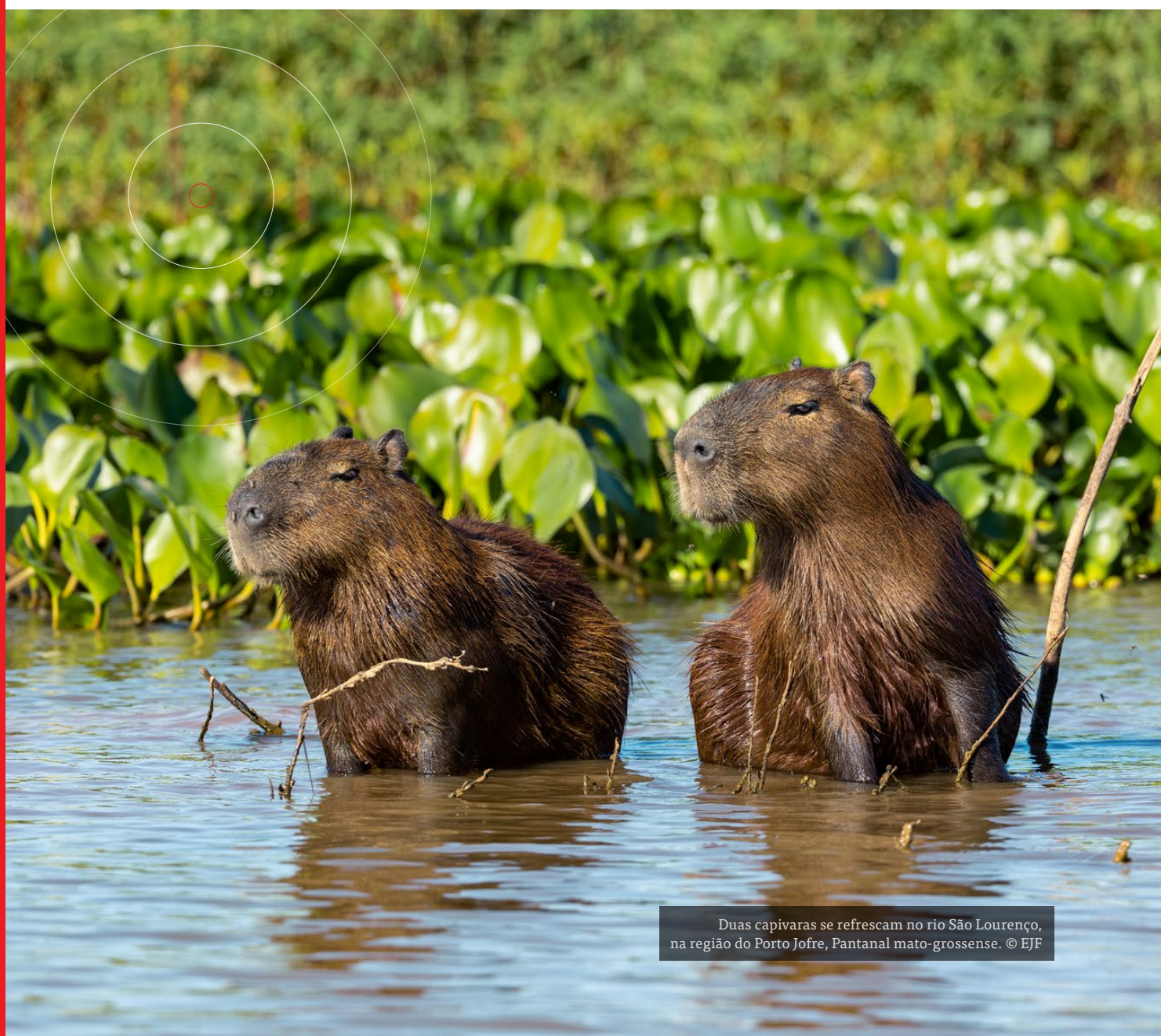
Carlos Fávaro, Ministro da Agricultura e Pecuária³⁰⁶

7. Recomendações

Este relatório destacou o imenso valor de armazenamento de carbono das áreas úmidas de água doce e os significativos benefícios adicionais para as pessoas e a biodiversidade caso esses ecossistemas sejam protegidos e restaurados. Medidas podem ser implementadas imediatamente, com custos financeiros e políticos moderados, e com ganhos potencialmente enormes para a mitigação das emissões de gases de efeito estufa e a adaptação aos piores efeitos da crise climática.

A falta de ações urgentes para frear a perda e degradação das turfeiras ricas em carbono, em particular, ameaça liberar quantidades vastas de carbono armazenadas nesses ecossistemas por milênios. Essas "bombas de carbono" podem descarrilar os objetivos do Acordo de Paris e devem ser priorizadas na conservação e restauração.

Os próximos anos representam uma janela crítica para evitar níveis perigosos de aquecimento global e o colapso de sistemas ecológicos essenciais à vida. Trabalhar com a natureza e aproveitar soluções baseadas nela oferece um aliado poderoso nesse esforço. No entanto, é preciso mobilizar urgentemente ambição política e investimentos em escala proporcional às emergências climática e ecológica que enfrentamos.



Duas capivaras se refrescam no rio São Lourenço, na região do Porto Jofre, Pantanal mato-grossense. © EJF

A EJJ exige que governos de todo o mundo se comprometam a proteger e restaurar áreas úmidas de água doce, em linha com os Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS) e acordos internacionais, reconhecendo seu papel crítico em evitar os piores efeitos da crise climática. Com base nas conclusões deste relatório, recomenda-se que os governos:

1. Tomem ações urgentes para proteger o carbono estocado em áreas úmidas, interrompendo sua conversão e drenagem. Proteger integralmente turfeiras intactas – não drenadas ou degradadas – para garantir seu papel no sequestro de carbono, armazenamento e conservação da biodiversidade.
2. Ampliar a rede de áreas protegidas, incluindo Sítios Ramsar (Zonas Úmidas de Importância Internacional), para aumentar a cobertura de áreas úmidas, como turfeiras, e destinar recursos para sua implementação efetiva. Priorizar zonas que ofereçam oportunidades para mitigação climática, adaptação e benefícios para a vida selvagem e populações locais, assegurando que a criação e gestão dessas áreas incluam a participação ativa de povos indígenas e comunidades tradicionais que dependem delas.
3. Reconhecer e fortalecer o papel de povos indígenas e comunidades locais como guardiões das áreas úmidas, por meio do respeito a seus direitos tradicionais, representação em estruturas de gestão em todos os níveis, garantia de acesso aos benefícios desses ecossistemas e integração de seus conhecimentos, práticas de uso sustentável e valores culturais nas políticas de proteção.
4. Garantir a consideração adequada do funcionamento e conectividade hidrológica na proteção das áreas úmidas, regulando atividades em nível de bacias hidrográficas e adotando planos integrados de gestão de rios.
5. Aumentar o financiamento direcionado à conservação e restauração, criando incentivos econômicos que rivalizem com usos concorrentes do solo (como agropecuária) e redirecionando gradualmente subsídios prejudiciais a esses ecossistemas.
6. Incluir metas de proteção e restauração em larga escala de áreas úmidas/turfeiras nas NDCs (Contribuições Nacionalmente Determinadas) do Acordo de Paris, bem como em estratégias e planos nacionais de biodiversidade (NBSAPs), planos de adaptação (NAPs/NAPAs), planos de ação para redução de riscos de desastres (SNAPs), metas de Neutralidade em Degradação de Terras (LDN), estratégias Ramsar nacionais e planos de implementação dos ODS. Vincular essas metas a planos nacionais de investimento para viabilizar recursos.
7. Aproveitar a Década da ONU sobre Restauração de Ecossistemas para acelerar a recuperação de áreas úmidas, especialmente o reumedecimento e restauração de turfeiras.
8. Refinar fatores de emissão e promover troca de conhecimentos para aprimorar inventários de gases de efeito estufa, incluindo emissões de solos orgânicos e do processo de restauração de turfeiras, a fim de mensurar com precisão os impactos da drenagem, queimadas e conversão desses ecossistemas.
9. Fomentar pesquisas sobre a extensão, profundidade do solo, estoques de carbono, biodiversidade e importância socioeconômica das turfeiras para comunidades locais e sociedades.
10. Integrar a proteção e o valor climático/ biodiversidade das áreas úmidas em políticas setoriais (agropecuária, infraestrutura, energia, planejamento territorial), promovendo incentivos alinhados à sua conservação.



Uma fêmea de onça-pintada espia através da vegetação
no Pantanal de Miranda, Mato Grosso do Sul. © EJF

- 1 Eurostat (undated), 'Glossary: Carbon dioxide equivalent', European Commission, https://ec.europa.eu/eurostat/statistics-explained/index.php?title=Glossary:Carbon_dioxide_equivalent (accessed 20 February 2025)
- 2 UNFCCC Secretariat (2004). *Information on global warming potentials*. Technical paper. FCCC/TP/2004/3. <https://unfccc.int/documents/3631>
- 3 Goldstein, A., Turner, W. R., Spawn, S. A., Anderson-Teixeira, K. J., Cook-Patton, S., Fargione, J., Gibbs, H. K., Griscom, B., Hewson, J. H., Howard, J. F., Ledezma, J. C., Page, S., Koh, L. P., Rockström, J., Sanderman, J., & Hole, D. G. (2020). Protecting irrecoverable carbon in Earth's ecosystems. *Nature Climate Change* 2020 10:4, 10(4), 287–295. <https://doi.org/10.1038/s41558-020-0738-8>
- 4 Ramsar COP 8 Resolution VII.17, Annex, para. 1
- 5 UNEP (2022). *Global Peatlands Assessment – The State of the World's Peatlands: Evidence for action toward the conservation, restoration, and sustainable management of peatlands*. Main Report. Global Peatlands Initiative. United Nations Environment Programme, Nairobi.
- 6 Wantzen, K. M., Beer, F., Jungkunst, H. F., & Glatzel, S. (2022). Carbon Dynamics in Wetlands. *Encyclopedia of Inland Waters*, Second Edition, 3, 169–181. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-819166-8.00051-7>
- 7 Davidson, N. C., Fluet-Chouinard, E., & Finlayson, C. M. (2018). Global extent and distribution of wetlands: trends and issues. *Marine and Freshwater Research*, 69(4), 620–627. <https://doi.org/10.1071/MF17019>
- 8 Davidson, N., and Finlayson, C. M. (2018). Extent, regional distribution and changes in area of different classes of wetlands. *Marine and Freshwater Research* 69, 1525–1533.
- 9 Davidson, N. C., Fluet-Chouinard, E., & Finlayson, C. M. (2018). Global extent and distribution of wetlands: trends and issues. *Marine and Freshwater Research*, 69(4), 620–627. <https://doi.org/10.1071/MF17019>
- 10 Davidson, N., and Finlayson, C. M. (2018). Extent, regional distribution and changes in area of different classes of wetlands. *Marine and Freshwater Research* 69, 1525–1533.
- 11 Convention on Wetlands (undated). What are wetlands? Ramsar Information Paper No. 1. <https://www.ramsar.org/sites/default/files/documents/library/info2007-01-e.pdf>
- 12 Ramsar Convention on Wetlands (2018). *Global Wetland Outlook: State of the World's Wetlands and their Services to People*. Gland, Switzerland: Ramsar Convention Secretariat. <https://www.global-wetland-outlook.ramsar.org/gwo-2018>
- 13 Pant, H., Rechigl, J., Food, M. B. Adjei (2003). Carbon sequestration in wetlands: concept and estimation. *Food, Agriculture and Environment*, Vol.1(2): 308–313. 2003
- 14 Lolu, A. J., Ahluwalia, A. S., Sidhu, M. C., Reshi, Z. A., & Mandotra, S. K. (2020). Carbon Sequestration and Storage by Wetlands: Implications in the Climate Change Scenario. *Restoration of Wetland Ecosystem: A Trajectory Towards a Sustainable Environment*, 45–58. https://doi.org/10.1007/978-981-13-7665-8_4
- 15 Lal, R. (2007). Carbon sequestration. *Philosophical Transactions of the Royal Society B: Biological Sciences*, 363(1492), 815. <https://doi.org/10.1098/RSTB.2007.2185>
- 16 Richardson, J. L. and Vepraskas, M. J. (Eds.), (2001). *Wetland soils: Genesis, Hydrology, Landscapes and Classification*. CRC Press LLC. Florida.
- 17 IPCC (2000). *Land Use, Land-Use Change, and Forestry*. Robert T. Watson, Ian R. Noble, Bert Bolin, N. H. Ravindranath, David J. Verardo and David J. Dokken (Eds.) Cambridge University Press, UK. pp 375
- 18 Lal, R., Smith, P., Jungkunst, H. F., Mitsch, W. J., Lehmann, J., Ramachandran Nair, P. K., McBratney, A. B., de Moraes Sá, J. C., Schneider, J., Zinn, Y. L., Skorupa, A. L. A., Zhang, H. L., Minasny, B., Srinivasrao, C., & Ravindranath, N. H. (2018). The carbon sequestration potential of terrestrial ecosystems. *Journal of Soil and Water Conservation*, 73(6), 145A–152A. <https://doi.org/10.2489/JSWC.73.6.145A>
- 19 Ibid.
- 20 Calculated based on total global GHG emissions reported for 2023 in European Commission (2024) 'EDGAR - Emissions Database for Global Atmospheric Research. GHG emissions of all world countries.' 2024 Report. https://edgar.jrc.ec.europa.eu/report_2024?vis=g_hgtot#emissions_table (accessed 5 February 2025)
- 21 United States Environmental Protection Agency (2025) 'Greenhouse Gas Equivalencies Calculator', <https://www.epa.gov/energy/greenhouse-gas-equivalencies-calculator> (accessed 5 February 2025).
- 22 IPCC (2000). *Land Use, Land-Use Change, and Forestry*. Robert T. Watson, Ian R. Noble, Bert Bolin, N. H. Ravindranath, David J. Verardo and David J. Dokken (Eds.) Cambridge University Press, UK. pp 375
- 23 Goyette, J. O., Loisel, A., Mendes, P., Cimon-Morin, J., Pellerin, S., Poulin, M., & Dupras, J. (2024). Above and belowground carbon stocks among organic soil wetland types, accounting for peat bathymetry. *Science of The Total Environment*, 946, 174177. <https://doi.org/10.1016/J.SCIOTENV.2024.174177>
- 24 Sanderman, J., Hengl, T., Fiske, G., Solvik, K., Adame, M. F., Benson, L., Bukoski, J. J., Carnell, P., Cifuentes-Jara, M., Donato, D., Duncan, C., Eid, E. M., Ermgassen, P. Z., Lewis, C. J. E., Macreadie, P. I., Glass, L., Gress, S., Jardine, S. L., Jones, T. G., ... Landis, E. (2018). A global map of mangrove forest soil carbon at 30 m spatial resolution. *Environmental Research Letters*, 13(5), 055002. <https://doi.org/10.1088/1748-9326/AAAE1C>
- 25 EEA (2024). 'Average levels of carbon storage in the main types of terrestrial and marine habitats', modified 11 September 2024. <https://www.eea.europa.eu/en/analysis/maps-and-charts/average-levels-of-carbon-stocks?activeTab=570bee2d-1316-48cf-adde-4b640f92119b> (accessed 14 February 2025)
- 26 Hendriks, K., Gubbay, S., Arets, E. and Janssen, J. (2020). Carbon storage in European ecosystems; A quick scan for terrestrial and marine EUNIS habitat types. Wageningen, Wageningen Environmental Research, Internal Report. 66 pp.; 22 fig.; 22 tab.; 77 ref
- 27 Calculated based on peatland area reported in: UNEP (2022). *Global Peatlands Assessment – The State of the World's Peatlands: Evidence for action toward the conservation, restoration, and sustainable management of peatlands*. Main Report. Global Peatlands Initiative. United Nations Environment Programme, Nairobi.
- 28 UNEP (2022). *Global Peatlands Assessment – The State of the World's Peatlands: Evidence for action toward the conservation, restoration, and sustainable management of peatlands*. Main Report. Global Peatlands Initiative. United Nations Environment Programme, Nairobi.
- 29 Ibid.
- 30 Gregg, R., Elias, J. L., Alonso, I., Crosher, I. E., Muto, P. and Morecroft, M. D. (2021) Carbon storage and sequestration by habitat: a review of the evidence (second edition) Natural England Research Report NERRO94. Natural England, York
- 31 Gregg, R., Elias, J. L., Alonso, I., Crosher, I. E., Muto, P. and Morecroft, M. D. (2021) Carbon storage and sequestration by habitat: a review of the evidence (second edition) Natural England Research Report NERRO94. Natural England, York; IPCC (2019). *Climate Change and Land: an IPCC special report on climate change, desertification, land degradation, sustainable land management, food security, and greenhouse gas fluxes in terrestrial ecosystems* [P. R. Shukla, J. Skea, E. Calvo Buendia, V. Masson-Delmotte, H.-O. Pörtner, D. C. Roberts, P. Zhai, R. Slade, S. Connors, R. van Diemen, M. Ferrat, E. Haughey, S. Luz, S. Neogi, M. Pathak, J. Petzold, J. Portugal Pereira, P. Vyas, E. Huntley, K. Kissick, M. Belkacemi, J. Malley, (eds.)]. Cambridge University Press, Cambridge, UK and New York, NY, USA, 896 pp. <https://doi.org/10.1017/9781009157988>
- 32 Parish, F., Sirin, A., Charman, D., Joosten, H., Minayeva, T., Silvius, M. and Stringer, L. (Eds.) (2008). *Assessment on Peatlands, Biodiversity and Climate Change: Main Report*. Global Environment Centre, Kuala Lumpur and Wetlands International, Wageningen.
- 33 UNEP (2022). *Global Peatlands Assessment – The State of the World's Peatlands: Evidence for action toward the conservation, restoration, and sustainable management of peatlands*. Main Report. Global Peatlands Initiative. United Nations Environment Programme, Nairobi.
- 34 Erb, K. H., Kastner, T., Plutzer, C., Bais, A. L. S., Carvalhais, N., Petzel, T., Gingrich, S., Haberl, H., Lauk, C., Niedertscheider, M., Pongratz, J., Thurner, M., & Luysaert, S. (2017). Unexpectedly large impact of forest management and grazing on global vegetation biomass. *Nature* 2018 553:7686, 553(7686), 73–76. <https://doi.org/10.1038/nature25138>; Santoro, M., Cartus, O., Carvalhais, N., Rozendaal, D. M. A., Avitabile, V., Araza, A., de Bruin, S., Herold, M., Quegan, S., Rodríguez-Veiga, P., Balzter, H., Carreiras, J., Schepaschenko, D., Korets, M., Shimada, M., Itoh, T., Moreno Martínez, Á., Cavlovic, J., Gatti, R. C., ... Willcock, S. (2021). The global forest above-ground biomass pool for 2010 estimated from high-resolution satellite observations. *Earth System Science Data*, 13(8), 3927–3950. <https://doi.org/10.5194/ESSD-13-3927-2021>
- 35 Friedlingstein, P., O'Sullivan, M., Jones, M. W., Andrew, R. M., Bakker, D. C. E., Hauck, J., Landschützer, P., le Qué, C., Luijckx, I. T., Peters, G. P., Peters, W., Pongratz, J., Schwingshackl, C., Stith, S., Canadell, J. G., Ciais, P., Jackson, R. B., Alin, S. R., Anthoni, P., ... Zheng, B. (2023). Global Carbon Budget 2023. *Earth System Science Data*, 15(12), 5301–5369. <https://doi.org/10.5194/ESSD-15-5301-2023>
- 36 Parish, F., Sirin, A., Charman, D., Joosten, H., Minayeva, T., Silvius, M. and Stringer, L. (Eds.) (2008). *Assessment on Peatlands, Biodiversity and Climate Change: Main Report*. Global Environment Centre, Kuala Lumpur and Wetlands International, Wageningen.
- 37 Convention on Wetlands. (2021). *Restoring drained peatlands: A necessary step to achieve global climate goals*. Ramsar Policy Brief No. 5. Gland, Switzerland: Secretariat of the Convention on Wetlands.
- 38 UNEP (2022). *Global Peatlands Assessment – The State of the World's Peatlands: Evidence for action toward the conservation, restoration, and sustainable management of peatlands*. Main Report. Global Peatlands Initiative. United Nations Environment Programme, Nairobi.
- 39 Calculated based on total global GHG emissions reported for 2023 in European Commission (2024) 'EDGAR - Emissions Database for Global Atmospheric Research. GHG emissions of all world countries.' 2024 Report. https://edgar.jrc.ec.europa.eu/report_2024?vis=g_hgtot#emissions_table (accessed 5 February 2025)
- 40 Crezee, B., Dargie, G. C., Ewango, C. E. N., Mitchard, E. T. A., Emba B. O., Kanyama T. J., Bola, P., Ndjango, J. B. N., Girkin, N. T., Bocko, Y. E., Ifo, S. A., Hubau, W., Seidensticker, D., Batumike, R., Imani, G., Cuní-Sánchez, A., Kiatipies, C. A., Lebamba, J., Wotzka, H. P., ... Lewis, S. L. (2022). Mapping peat thickness and carbon stocks of the central Congo Basin using field data. *Nature Geoscience* 2022 15:8, 15(8), 639–644. <https://doi.org/10.1038/s41561-022-00966-7>
- 41 Stewart, A. J., Halabisky, M., Babcock, C., Butman, D. E., D'Amore, D. v., & Moskal, L. M. (2024). Revealing the hidden carbon in forested wetland soils. *Nature Communications* 2024 15:1, 15(1), 1–13. <https://doi.org/10.1038/s41467-024-44888-x>
- 42 UNEP (2024). *Global Peatland Hotspot Atlas: The State of the World's Peatlands in Maps*. Visualizing global threats and opportunities for peatland conservation, restoration, and sustainable management. Nairobi. <https://www.unep.org/resources/report/global-peatland-hotspot-atlas-2024>
- 43 Convention on Wetlands. (2021). *Restoring drained peatlands: A necessary step to achieve global climate goals*. Ramsar Policy Brief No. 5. Gland, Switzerland: Secretariat of the Convention on Wetlands.
- 44 GMC, UFVJM & INPP (2024) Peatlands in Brazil – the most carbon dense ecosystem under threat. Briefing paper. 6 p. https://greifswaldmoor.de/files/dokumente/Infopapiere_Briefings/2004_GMC_information_paper_PeatlandofBrazil_final.pdf
- 45 Gumbrecht, T., Roman-Cuesta, R. M., Verchot, L., Herold, M., Wittmann, F., Householder, E., Herold, N., & Murdiyarso, D. (2017). An expert system model for mapping tropical wetlands and peatlands reveals South America as the largest contributor. *Global Change Biology*, 23(9), 3581–3599. <https://doi.org/10.1111/GCB.13689>
- 46 Ibid.
- 47 Gregg, R., Elias, J. L., Alonso, I., Crosher, I. E., Muto, P. and Morecroft, M. D. (2021) Carbon storage and sequestration by habitat: a review of the evidence (second edition) Natural England Research Report NERRO94. Natural England, York.
- 48 Zhang, Z., Fluet-Chouinard, E., Jensen, K., McDonald, K., Hugelius, G., Gumbrecht, T., Carroll, M., Prigent, C., Bartsch, A., & Poulter, B. (2021). Development of the global dataset of Wetland Area and Dynamics for Methane Modeling (WAD2M). *Earth System Science Data*, 13(5), 2001–2023. <https://doi.org/10.5194/ESSD-13-2001-2021>
- 49 UNFCCC (undated), 'Global Warming Potentials (IPCC Second Assessment Report)', <https://unfccc.int/process/transparency-and-reporting/greenhouse-gas-data/greenhouse-gas-data-unfccc/global-warming-potentials> (accessed 20 February 2025).
- 50 Ibid.
- 51 Joosten, H. (2015). *Peatlands, climate change mitigation and biodiversity conservation*. Policy brief. https://www.ramsar.org/sites/default/files/documents/library/ny_2_korrektur_anp_peatland.pdf
- 52 Schuster, L., Taillardat, P., Macreadie, P. I., & Malerba, M. E. (2024). Freshwater wetland restoration and conservation are long-term natural climate solutions. *Science of The Total Environment*, 922, 172128. <https://doi.org/10.1016/J.SCIOTENV.2024.172128>
- 53 IPCC (2022). *Climate Change 2022. Mitigation of Climate Change. Working Group III Contribution to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*. Humpenöder, F., Karstens, K., Lotze-Campen, H., Leifeld, J., Menichetti, L., Barthelme, A., & Popp, A. (2020). Peatland protection and restoration are key for climate change mitigation. *Environmental Research Letters*, 15(10), 104093. <https://doi.org/10.1088/1748-9326/ABAE2A>; Günther, A., Barthelme, A., Huth, V., Joosten, H., Jurasinski, G., Koebisch, F., & Couwenberg, J. (2020). Prompt rewetting of drained peatlands reduces climate warming despite methane emissions. *Nature Communications*, 11(1). <https://doi.org/10.1038/s41467-020-15499-Z>; Zou, J., Ziegler, A. D., Chen, D., McNicol, G., Ciais, P., Jiang, X., Zheng, C., Wu, J., Wu, J., Lin, Z., He, X., Brown, L. E., Holden, J., Zhang, Z., Ramchunder, S. J., Chen, A., & Zeng, Z. (2022). Rewetting global wetlands effectively reduces major greenhouse gas emissions. *Nature Geoscience*, 15(8), 627–632. <https://doi.org/10.1038/s41561-022-00989-0>. See also Schuster, L., Taillardat, P., Macreadie, P. I., & Malerba, M. E. (2024). Freshwater wetland restoration and conservation are long-term natural climate solutions. *Science of The Total Environment*, 922, 172128. <https://doi.org/10.1016/J.SCIOTENV.2024.172128>
- Convention on Wetlands. (2021). *Restoring drained peatlands: A necessary step to achieve global climate goals*. Ramsar Policy Brief No. 5. Gland, Switzerland: Secretariat

of the Convention on Wetlands.

- 54 Günther, A., Barthelmes, A., Huth, V., Joosten, H., Jurasinski, G., Koebisch, E., & Couwenberg, J. (2020). Prompt rewetting of drained peatlands reduces climate warming despite methane emissions. *Nature Communications*, 11(1). <https://doi.org/10.1038/S41467-020-15499-2>
- 55 United Nations (2024) 'World Wetlands Day', 02 February 2024, (accessed 18 July 2024) <https://www.un.org/en/observances/world-wetlands-day>
- 56 Ramsar Convention on Wetlands (2018). *Global Wetland Outlook: State of the World's Wetlands and their Services to People*. Gland, Switzerland: Ramsar Convention Secretariat. <https://www.globalwetland-outlook.ramsar.org/gwo-2018>
- 57 Ramsar Convention on Wetlands (2018). *Global Wetland Outlook: State of the World's Wetlands and their Services to People*. Gland, Switzerland: Ramsar Convention Secretariat. <https://www.globalwetland-outlook.ramsar.org/gwo-2018>
- 58 Davidson, N. C. (2014). How much wetland has the world lost? Long-term and recent trends in global wetland area. *Marine and Freshwater Research* 65, 934–941.
- 59 Ramsar Convention on Wetlands (2018). *Global Wetland Outlook: State of the World's Wetlands and their Services to People*. Gland, Switzerland: Ramsar Convention Secretariat. <https://www.globalwetland-outlook.ramsar.org/gwo-2018>. Compared to 36% of coastal and marine species.
- 60 Ramsar Convention on Wetlands (2018). *Global Wetland Outlook: State of the World's Wetlands and their Services to People*. Gland, Switzerland: Ramsar Convention Secretariat. <https://www.globalwetland-outlook.ramsar.org/gwo-2018>; UNEP (2022). *Global Peatlands Assessment – The State of the World's Peatlands: Evidence for action toward the conservation, restoration, and sustainable management of peatlands*. Main Report. Global Peatlands Initiative. United Nations Environment Programme, Nairobi.
- 61 Xi, Y., Peng, S., Ciais, P., & Chen, Y. (2020). Future impacts of climate change on inland Ramsar wetlands. *Nature Climate Change* 2020 11(1), 45–51. <https://doi.org/10.1038/s41558-020-00942-2>
- 62 Schuur, E. A. G., McGuire, A. D., Schädel, C., Grosse, G., Harden, J. W., Hayes, D. J., Hugelius, G., Koven, C. D., Kuhry, P., Lawrence, D. M., Natali, S. M., Olefeldt, D., Romanovsky, V. E., Schaefer, K., Turetsky, M. R., Treat, C. C., & Vonk, J. E. (2015). Climate change and the permafrost carbon feedback. *Nature* 2015 520:7546, 520(7546), 171–179. <https://doi.org/10.1038/nature14338>; Goldstein, A., Turner, W. R., Spawn, S. A., Anderson-Teixeira, K. J., Cook-Patton, S., Fargione, J., Gibbs, H. K., Griscom, B., Hewson, J. H., Howard, J. F., Ledezma, J. C., Page, S., Koh, L. P., Rockström, J., Sanderman, J., & Hole, D. G. (2020). Protecting irrecoverable carbon in Earth's ecosystems. *Nature Climate Change* 2020 10(4), 287–295. <https://doi.org/10.1038/s41558-020-0738-8>
- 63 Parish, F., Sirin, A., Charman, D., Joosten, H., Minayeva, T., Silvius, M. and Stringer, L. (Eds.) (2008). *Assessment on Peatlands, Biodiversity and Climate Change: Main Report*. Global Environment Centre, Kuala Lumpur and Wetlands International, Wageningen.
- 64 Reis, V., Hermoso, V., Hamilton, S. K., Ward, D., Fluet-Chouinard, E., Lehner, B., & Linke, S. (2017). A Global Assessment of Inland Wetland Conservation Status. *BioScience*, 67(6), 523–533. <https://doi.org/10.1093/BIOSCI/BIX045>; Davidson, N. C. (2014). How much wetland has the world lost? Long-term and recent trends in global wetland area. *Marine and Freshwater Research* 65, 934–941.
- 65 Joosten, H. (2015). Peatlands, climate change mitigation and biodiversity conservation. Policy brief. https://www.ramsar.org/sites/default/files/documents/library/ny_2_korrektur_anp_peatland.pdf.
- 66 Convention on Wetlands. (2021). *Global Wetland Outlook: Special Edition 2021*. Gland, Switzerland: Secretariat of the Convention on Wetlands; Schuster, L., Taillardat, P., Macreadie, P. I., & Malerba, M. E. (2024). Freshwater wetland restoration and conservation are long-term natural climate solutions. *Science of The Total Environment*, 922, 172128. <https://doi.org/10.1016/J.SCIOTENV.2024.172128>; Lal, R., Smith, P., Jungkunst, H. F., Mitsch, W. J., Lehmann, J., Ramachandran Nair, P. K., McBratney, A. B., de Moraes Sá, J. C., Schneider, J., Zinn, Y. L., Skorupa, A. D., Chen, D., McNicol, G., Ciais, P., Jiang, X., Zheng, C., Wu, J., Wu, J., Lin, Z., He, X., Brown, L. E., Holden, J., Zhang, Z., Ramchunder, S. J., Chen, A., & Zeng, Z. (2022). Rewetting global wetlands effectively reduces major greenhouse gas emissions. *Nature Geoscience*, 15(8), 627–632. <https://doi.org/10.1038/S41561-022-00989-0/TABLES/2>
- 68 Calculated based on total global GHG emissions reported for 2023 in European Commission (2024) 'EDGAR - Emissions Database for Global Atmospheric Research. GHG emissions of all world countries.' 2024 Report. https://edgar.jrc.ec.europa.eu/report_2024?vis=g_hgtot#emissions_table (accessed 5 February 2025)
- 69 Were, D., Kansime, F., Fetahi, T., Cooper, A., & Jjuuko, C. (2019). Carbon Sequestration by Wetlands: A Critical Review of Enhancement Measures for Climate Change Mitigation. *Earth Systems and Environment*, 3(2), 327–340. <https://doi.org/10.1007/S41748-019-00094-0>
- 70 METRICS. In a study from China, Zhang et al (2015) found that compared to other natural ecosystems, wetland conversion caused the highest carbon loss (113 Tg) from 1995 and 201X
- 70 Although, as at February 2025, many countries had failed to meet the deadline for submission of their updated NDCs: Climate Action Network International (2025), 'Over 90% of countries fail to submit new NDCs by deadline', 11 February 2025. <https://climatenetwork.org/2025/02/11/over-90-of-countries-fail-to-submit-new-ndcs-by-deadline/> (accessed 13 March 2025)
- 71 Keddy, P.A. & Fraser, L.H. (2005) 'Introduction: Big is beautiful', pages 1–10 in Fraser, L.H. & Keddy, P.A., eds. *The World's Largest Wetlands: Ecology and Conservation*. Cambridge (United Kingdom): Cambridge University Press.
- 72 Hamilton, S. K. (2002). Hydrological controls of ecological structure and function in the Pantanal wetland (Brazil). Pages 133–158 in M. E. McClain (ed.). *The Ecology of South American Rivers and Wetlands*. IAHS Special Publication no. 6.
- 73 Pott, V. J., and Pott, A. (2000). *Plantas Aquáticas do Pantanal*. Brasília, DF: EMBRAPA Comunicação para Transferência de Tecnologia.
- 74 Tomas, W. M., de Oliveira Roque, F., Morato, G. R., Medici, P. E., Chiaravalloti, R. M., Tortato, F. R. et al. (2019) 'Sustainability Agenda for the Pantanal Wetland: perspectives on a Collaborative Interface for Science, Policy and Decision-Making', *Tropical Conservation Science*, 12, pp. 1–30. <https://doi.org/10.1177/1940082919872634>; Moraes Tomas, W., Niel Berlinck, C., Moraes Chiaravalloti, R., Paganini Faggioni, G., Strüßmann, C., Libonati, R., Roberto Abrahão, C., do Valle Alvarenga, G., Elisa de Faria Bacellar, A., Regina de Queiroz Batista, F., Silva Bornato, T., Restel Camilo, A., Castedo, J., Maria Espinóza Fernando, A., Oliveira de Freitas, G., Martins Garcia, C., Santos Gonçalves, H., Butti de Freitas Guilherme, M., Maria Guedes Layme, V., ... Morato, R. (2021.). Distance sampling surveys reveal 17 million vertebrates directly killed by the 2020's wildfires in the Pantanal, Brazil. *Scientific Reports*, 11(1), 23547. <https://doi.org/10.1038/s41598-021-02844-5>
- 75 Groenendijk, J., Leuchtenberger, C., Marmontel, M., Van Damme, P. et al. (2022). *Pteronura brasiliensis* (amended version of 2021 assessment). The IUCN Red List of Threatened Species 2022: e.T1871A222719180, <https://www.iucnredlist.org/species/18711/244867206> (accessed 06 June 2024).
- 76 BirdLife International (2016) *Anodorhynchus hyacinthinus*. The IUCN Red List of Threatened Species 2016: e.T22685516A93077457, <https://www.iucnredlist.org/species/22685516/93077457> (accessed 06 June 2024)
- 77 Quigley, H., Foster, R., Petracca, L., Payan, E., Salom, R. & Harmsen, B. (2017) *Panthera onca* (errata version published in 2018). The IUCN Red List of Threatened Species 2017: e.T15953A123791436. <https://dx.doi.org/10.2305/IUCN.UK.2017-3.RLTS.T15953A50658693.en> (accessed 13 June 2023).
- 78 Global Environment Facility (2020) Transboundary cooperation for the conservation, sustainable development and integrated management of the Pantanal - Upper Paraguay River Basin: Project information, https://www.thegef.org/sites/default/files/web-documents/10554_IW_PIF_v1.pdf
- 79 Rossetto, O. C., & Girardi, E. P. (2015) 'Trajetória e resiliência dos povos indígenas do Pantanal brasileiro', *Ambiente Agrário do Pantanal Brasileiro: Socioeconomia & Conservação da Biodiversidade*. Imprensa Livre and Compasso Lugar Cultura, Porto Alegre, Brazil, pp 193–235.
- 80 Jorge Eremites de Oliveira, Marilene da Silva Ribeiro, Giovanni José da Silva (undated). 'Guatô - Indígenas Peoples in Brazil', *Povos Indígenas no Brasil*, <https://pib.socioambiental.org/en/Povo:Guat%C3%B3> (accessed 26 February 2025)
- 81 Oliveira, J.R. (2022). Os Guatô e a história não contada: reflexões sobre questão social, racismo, transferência de renda e direito indigenista. *Perspectivas Sociais*, 8(02), 175–195. <https://doi.org/10.15210/rps.v8i02.22578>
- 82 Fidalgo, E. C. C., Monteiro, J. M. G., Prado, R. B., & da Silva, J. dos S. V. (2023). Carbon balance of land use, land-use change and forestry (LULUCF) in the Brazilian Chaco. *Revista Árvore*, 47, e4720. <https://doi.org/10.1590/1806-9088202303000020>
- 83 Jorge Eremites de Oliveira, Marilene da Silva Ribeiro, Giovanni José da Silva (undated). 'Guatô - Indigenous Peoples in Brazil', *Povos Indígenas no Brasil*, <https://pib.socioambiental.org/en/Povo:Guat%C3%B3> (accessed 26 February 2025); EJF (2022). *Paradise lost? Protecting the Pantanal, a precious ecosystem in crisis*. <https://ejfoundation.org/resources/downloads/EJF-EU-Brazil-Pantanal-Briefing-2022-v3-1.pdf>
- 84 Wantzen, K.M.; Girard, P.; Roque, F.O.; Nunes da Cunha, C.; Chiaravalloti, R.M.; Nunes, A.V.; Bortolotto, I.M.; Guerra, A.; Pauliquevis, C.; Friedlander, M.; Penha, J. (2023). The Pantanal: How long will there be Life in the Rhythm of the Waters? In: Wantzen, K.M. (ed.): *River Culture – Life as a Dance to the Rhythm of the Waters*. Pp. 497–536. UNESCO Publishing, Paris. DOI: 10.54677/DYRD7304
- 85 de Magalhães Neto, N. & Evangelista, H. (2022) 'Human Activity Behind the Unprecedented 2020 Wildfire in Brazilian Wetlands (Pantanal)', *Frontiers in Environmental Science*, 10, <https://doi.org/10.3389/fenvs.2022.888578>
- 86 de Barros, A. E., Morato, R. G., Fleming, C. H., Pardini, R., Oliveira-Santos, L. G. R., Tomas, W. M., Kantek, D. L. Z., Tortato, F. R., Frago, C. E., Azevedo, F. C. C., Thompson, J. J., & Prado, P. I. (2022) 'Wildfires disproportionately affected jaguars in the Pantanal', *Communications Biology* 2022 5:1, 5(1), 1–12. <https://doi.org/10.1038/s42003-022-03937-1>
- 87 Tomas, W. M., Berlinck, C. N., Chiaravalloti, R. M., Faggioni, G. P., Strüßmann, C., Libonati, R. et al. (2021) 'Distance sampling surveys reveal 17 million vertebrates directly killed by the 2020's wildfires in the Pantanal, Brazil', *Scientific Reports*, 11, 23547. <https://doi.org/10.1038/s41598-021-02844-5>
- 88 Pletsch, M. A. J. S., Silva Junior, C. H. L., Penha, T. V., Körting, T. S., Silva, M. E. S., Pereira, G. et al (2021) 'The 2020 Brazilian Pantanal fires', *Anais da Academia Brasileira de Ciências*, 93, <https://doi.org/10.1590/0001-376520210210077>
- 89 Global Carbon Atlas (undated), 'Emissions: Territorial (MtCO₂)', <https://globalcarbonatlas.org/emissions/carbon-emissions/> (accessed 22 June 2023).
- 90 Azevedo, L.F. (2024), 'Pantanal teve um sexto da área total queimada em 2024, aponta estudo', *O Globo*, 26 January 2025, <https://oglobo.globo.com/brasil/meio-ambiente/noticia/2025/01/26/pantanal-teve-quase-um-quinto-da-area-total-queimada-em-2024-aponta-estudo.ghtml> (accessed 20 February 2025)
- 91 Angelo, M. (2020). 'It burned everything': Fires surge on indigenous land in Brazil', *Reuters*, 30 September, <https://www.reuters.com/article/us-brazil-wildfires-indigenous-idUSKBN26M40Q> (accessed 16 August 2023).
- 92 Câmara, J. (2024), 'Fogo já destruiu 70% de terra indígena com 1.700 habitantes no Pantanal', *G1 Globo Brasil*, 30 October 2024, <https://g1.globo.com/mg/mato-grosso-do-sul/noticia/2024/08/30/terra-indigena-kadiweu-fogo-consome-mais-da-metade-de-territorio-ancestral-devastado-pelas-chamas-no-pantanal.ghtml> (accessed 20 February 2025).
- 93 EJF (2023) *The impact of EU supply chains on deforestation and biodiversity in Brazil's Pantanal: a global wetland under threat*, <https://ejfoundation.org/reports/impact-of-eu-supply-chains-on-deforestation-and-biodiversity-in-brazils-pantanal-a-global-wetland-under-threat-2>
- 94 Ibid.
- 95 Wantzen, K.M.; Girard, P.; Roque, F.O.; Nunes da Cunha, C.; Chiaravalloti, R.M.; Nunes, A.V.; Bortolotto, I.M.; Guerra, A.; Pauliquevis, C.; Friedlander, M.; Penha, J. (2023). The Pantanal: How long will there be Life in the Rhythm of the Waters? In: Wantzen, K.M. (ed.): *River Culture – Life as a Dance to the Rhythm of the Waters*. Pp. 497–536. UNESCO Publishing, Paris. DOI: 10.54677/DYRD7304
- 96 Ibid.
- 97 Souza Filho, E. E. (2013). As barragens na bacia do Rio Paraguai e a possível influência sobre a descarga fluvial e o transporte de sedimentos. *Boletim de Geografia*, 31, 117–133. doi: 10.4025/bolgeogr.v31i1.13638; Ely, P., Fantin-Cruz, I., Tritico, H. M., Girard, P., & Kaplan, D. (2020). Dam-Induced Hydrologic Alterations in the Rivers Feeding the Pantanal. *Frontiers in Environmental Science*, 8, 579031. <https://www.frontiersin.org/journals/environmental-science/articles/10.3389/fenvs.2020.579031/full>
- 98 WWF Brazil (2024). Early warning to mitigate impacts of drought in the Pantanal. Technical Note. <https://www.wwf.org.br/789121/Pantanal-may-face-a-historic-water-crisis-in-2024>
- 99 Ibid.
- 100 Wantzen, K. M., Assine, M. L., Bortolotto, I. M., Calheiros, D. F., Campos, Z., Catella, A. C., Chiaravallotti, R. M., Collischonn, W., Couto, E. G., da Cunha, C. N., Damasceno-Junior, G. A., da Silva, C. J., Eberhard, A., Ebert, A., de Figueiredo, D. M., Friedlander, M., Garcia, L. C., Girard, P., Hamilton, S. K., ... Urbanetz, C. (2024). The end of an entire biome? World's largest wetland, the Pantanal, is menaced by the Hidroviva project which is uncertain to sustainably support large-scale navigation. *Science of The Total Environment*, 908, 167751. <https://doi.org/10.1016/J.SCIOTENV.2023.167751>; Wantzen, K. M., Suárez, Y. R., Solórzano, J. C. J., Carvalho, F. R., Mateus, L.

- A. F., Haydar, M. F. M., Girard, P., & Penha, J. M. F. (2025). Paraguay. *Rivers of South America*, 659–703. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-823429-7.00006-9>
- 101 Marengo, J. A., Cunha, A. P., Cuatras, L. A., Deusdará Leal, K. R., Broedel, E., Seluchi, M. E., Michelin, C. M., de Praga Baião, C. F., Chuchón Ángulo, E., Almeida, E. K., Kazmierczak, M. L., Mateus, N. P. A., Silva, R. C., & Bender, F. (2021). Extreme Drought in the Brazilian Pantanal in 2019–2020: Characterization, Causes, and Impacts. *Frontiers in Water*, 3, 639204. <https://doi.org/10.3389/FRWA.2021.639204/BIBTEX>
- 102 Thielen, D., Schuchmann, K. L., Ramoni-Perazzi, P., Marquez, M., Rojas, W., Quintero, J. I., & Marques, M. I. (2020). Quo vadis Pantanal? Expected precipitation extremes and drought dynamics from changing sea surface temperature. *PLOS ONE*, 15(1), e0227437. <https://doi.org/10.1371/JOURNAL.PONE.0227437>
- 103 Marengo, J. A., Oliveira, G. S., & Alves, L. M. (2016). Climate change scenarios in the pantanal. *Handbook of Environmental Chemistry*, 37, 227–238. https://doi.org/10.1007/978-94-007-5357-1_15
- 104 Projeto MapBiomass (2022). *Destacados do mapeamento anual de cobertura e uso da terra entre 1985 a 2021 – Pantanal*. https://brasil.mapbiomas.org/wp-content/uploads/sites/4/2023/10/FactSheet-Pantanal_2022.pdf
- 105 Moliner Cachazo, L., Makati, K., Chadwick, M. A., Catford, J. A. et al. (2023) 'A review of the freshwater diversity in the Okavango Delta and Lake Ngami (Botswana): taxonomic composition, ecology, comparison with similar systems and conservation status', *Aquatic Sciences*, 85, <https://doi.org/10.1007/s00027-023-01008-2>
- 106 Britannica, The Editors of Encyclopaedia (undated) 'Okavango River', *Encyclopedia Britannica*, (accessed 20 August 2024) <https://www.britannica.com/place/Okavango-River>
- 107 UNESCO (2023) 'Okavango Delta' (accessed 5 June 2024) <https://whc.unesco.org/en/list/1432>
- 108 National Geographic (undated) 'The People of the Okavango', (accessed 5 June 2024) <https://www.nationalgeographic.com/environment/slideshow/paid-content-the-people-of-the-okavango-delta>
- 109 McInnes R., Ali M., & Pritchard D. (2017) *Ramsar and World Heritage Conventions: Converging towards success*. Ramsar Convention Secretariat.
- 110 Andrias, L. (2020) 'Okavango Delta: recognizing cultural heritage in a natural site', *The Alliance for Food Sovereignty in Africa*, https://afsafrica.org/wp-content/uploads/2019/04/okavango-delta_cultural-a4.pdf
- 111 Chase MJ, Schlossberg S, Griffin CR, Bouché PJ, Djene SW, Elkan PW, Ferreira S, Grossman F, Kohi EM, Landen K, Omondi P, Peltier A, Selier SA, Sutcliffe R. 2016. Continent-wide survey reveals massive decline in African savannah elephants. *PeerJ* 4:e2354 <https://doi.org/10.7717/peerj.2354>; Barbee, J. & Neme, L. (2021) 'Oil company exploring in sensitive elephant habitat accused of ignoring community concerns', *National Geographic*, 11 May 2021 (accessed 14 August 2024) <https://www.nationalgeographic.com/animals/article/oil-company>
- 112 Ramsar (2021) *Botswana: Okavango Delta System*, https://rsls.ramsar.org/RI/Sapp/files/RI/Srep/BW879RIS_2103_en.pdf
- 113 McInnes R., Ali M., & Pritchard D. (2017) *Ramsar and World Heritage Conventions: Converging towards success*. Ramsar Convention Secretariat.
- 114 Ibid.
- 115 Ibid.
- 116 IUCN (2020), 'Okavango Delta – Conservation Outlook Assessment', <https://worldheritageoutlook.iucn.org/explore-sites/okavango-delta> (accessed 21 March 2025)
- 117 Sheldon, R., Esterhuysen, S., Lukas, A., & Greenwood, S. (2023). Potential groundwater contamination from oil drilling in the Okavango. *Physics and Chemistry of the Earth, Parts A/B/C*, 131, 103430. <https://doi.org/10.1016/j.pce.2023.103430>
- 118 Barbee, J. & Neme, L. (2021) 'Oil company exploring in sensitive elephant habitat accused of ignoring community concerns', *National Geographic*, 11 May 2021 (accessed 14 August 2024) <https://www.nationalgeographic.com/animals/article/oil-company>
- 119 Barbee, J., Neme, L. (2022), 'Canadian oil company illegally bulldozes protected land in Africa', *National Geographic*, 23 February, <https://www.nationalgeographic.com/environment/article/canadian-oil-company-illegally-bulldozes-protected-land-in-africa/?loggedin=true&rnd=1698848399632>
- 120 Barbee, J., Neme, L. (2021), 'Oil company accused of drilling in African wildlife reserve, offering jobs for silence', *National Geographic*, 23 February, <https://www.nationalgeographic.com/animals/article/oil-company-reconafica-accused-of-drilling-in-african-wildlife-reserve?loggedin=true>
- 121 Saving Okavango's Unique Life (SOUL) (2022), 'Our Concerns', <https://savetheokavango.com/our-concerns/> (accessed 18 March 2025)
- 122 Ibid.
- 123 IPCC (2019). *Climate Change and Land: an IPCC special report on climate change, desertification, land degradation, sustainable land management, food security, and greenhouse gas fluxes in terrestrial ecosystems* [P.R. Shukla, J. Skea, E. Calvo Buendia, V. Masson-Delmotte, H.-O. Pörtner, D. C. Roberts, P. Zhai, R. Slade, S. Connors, R. van Diemen, M. Ferrat, E. Haughey, S. Luz, S. Neogi, M. Pathak, J. Petzold, J. Portugal Pereira, P. Vyas, E. Huntley, K. Kissick, M. Belkacemi, J. Malley, (eds.)]. Cambridge University Press, Cambridge, UK and New York, NY, USA, 896 pp. <https://doi.org/10.1017/9781009157988>
- 124 Humpenöder, F., Karstens, K., Lotze-Campen, H., Leifeld, J., Menichetti, L., Barthelmes, A., & Popp, A. (2020). Peatland protection and restoration are key for climate change mitigation. *Environmental Research Letters*, 15(10), 104093. <https://doi.org/10.1088/1748-9326/ABAE2a>; FAO (2020). *Peatlands Mapping and Monitoring: Recommendations and Technical Overview*. FAO. <https://www.fao.org/3/CA8200EN/CA8200EN.pdf>. See also: UNEP (2022). *Global Peatlands Assessment – The State of the World's Peatlands: Evidence for action toward the conservation, restoration, and sustainable management of peatlands*. Main Report. Global Peatlands Initiative. United Nations Environment Programme, Nairobi.
- 125 UNEP (2022). *Global Peatlands Assessment – The State of the World's Peatlands: Evidence for action toward the conservation, restoration, and sustainable management of peatlands*. Main Report. Global Peatlands Initiative. United Nations Environment Programme, Nairobi.
- 126 Ibid.
- 127 Austin, K. G., Elsen, P. R., Coronado, E. N. H., DeGemmis, A., Gallego-Sala, A. v., Harris, L., Kretser, H. E., Melton, J. R., Murdiyarso, D., Sasmito, S. D., Swails, E., Wijaya, A., Winton, R. S., & Zarin, D. (2025). Mismatch Between Global Importance of Peatlands and the Extent of Their Protection. *Conservation Letters*, 18(1), e13080. <https://doi.org/10.1111/CONL.13080>
- 128 Ibid.
- 129 UNEP (2021c). *The Global Peatland Map 2.0*. <https://wedocs.unep.org/20.500.11822/37571> cited in UNEP (2022). *Global Peatlands Assessment – The State of the World's Peatlands: Evidence for action toward the conservation, restoration, and sustainable management of peatlands*. Main Report. Global Peatlands Initiative. United Nations Environment Programme, Nairobi.
- 130 IPCC (2022). *Climate Change 2022. Mitigation of Climate Change. Working Group III Contribution to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*.
- 131 Cooper, H. v., Evers, S., Aplin, P., Crout, N., Dahalan, M. P. bin, & Sjogersten, S. (2020). Greenhouse gas emissions resulting from conversion of peat swamp forest to oil palm plantation. *Nature Communications* 2020 11:1, 11(1), 1–8. <https://doi.org/10.1038/s41467-020-14298-w>
- 132 United States Environmental Protection Agency (2025) 'Greenhouse Gas Equivalencies Calculator', <https://www.epa.gov/energy/greenhouse-gas-equivalencies-calculator> (accessed 5 February 2025).
- 133 Field, R. D., van der Werf, G. R., Fanin, T., Fetzer, E. J., Fuller, R., Jethva, H., Levy, R., Livesey, N. J., Luo, M., Torres, O., & Worden, H. M. (2016). Indonesian fire activity and smoke pollution in 2015 show persistent nonlinear sensitivity to El Niño-induced drought. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, 113(33), 9204–9209. https://doi.org/10.1073/PNAS.1524888113/SUPPL_FILE/PNAS.201524888SI.PDF
- 134 UNEP (2022). *Global Peatlands Assessment – The State of the World's Peatlands: Evidence for action toward the conservation, restoration, and sustainable management of peatlands*. Main Report. Global Peatlands Initiative. United Nations Environment Programme, Nairobi.
- 135 Rossi, S., Tubiello, F. N., Prosperi, P., Salvatore, M., Jacobs, H., Biancalani, R., House, J. I., & Boschetti, L. (2016). FAOSTAT estimates of greenhouse gas emissions from biomass and peat fires. *Climatic Change*, 135(3–4), 699–711. <https://doi.org/10.1007/S10584-015-1584-Y>
- 136 Calculated based on total global GHG emissions reported for 2023 in European Commission (2024) 'EDGAR - Emissions Database for Global Atmospheric Research. GHG emissions of all world countries'. 2024 Report. https://edgar.jrc.ec.europa.eu/report_2024?vis=ghgtot&emissions_table (accessed 5 February 2025)
- 137 Ibid.
- 138 Huijnen, V., Wooster, M., Kaiser, J. et al. (2016) 'Fire carbon emissions over maritime southeast Asia in 2015 largest since 1997', *Scientific Reports*, 6, <https://doi.org/10.1038/srep26886>
- 139 Page, S. E., Siegert, F., Rieley, J. O., Boehm, H. D. v., Jaya, A., & Limin, S. (2002). The amount of carbon released from peat and forest fires in Indonesia during 1997. *Nature* 2002 420:6911, 420(6911), 61–65. <https://doi.org/10.1038/nature01131>
- 140 Rein, G., Xinyan Huang, X. (2021) 'Smouldering wildfires in peatlands, forests and the arctic: Challenges and perspectives', *Current Opinion in Environmental Science & Health*, 24, <https://doi.org/10.1016/j.coesh.2021.100296>
- 141 Hein, L., Spadaro, J.V., Ostro, B. et al. (2022) 'The health impacts of Indonesian peatland fires', *Environmental Health*, 21, <https://doi.org/10.1186/s12940-022-00872-w>
- 142 Leifeld, J., Wüst-Galley, C., & Page, S. (2019). Intact and managed peatland soils as a source and sink of GHGs from 1850 to 2100. *Nature Climate Change* 2019 9:12, 9(12), 945–947. <https://doi.org/10.1038/s41558-019-0615-5>
- 143 UNEP (2022). *Global Peatlands Assessment – The State of the World's Peatlands: Evidence for action toward the conservation, restoration, and sustainable management of peatlands*. Main Report. Global Peatlands Initiative. United Nations Environment Programme, Nairobi.
- 144 Compared to 2019 levels. UNEP (2024). *Emissions Gap Report (2024)*. No more hot air ... please! With a massive gap between rhetoric and reality, countries draft new climate commitments. Nairobi. <https://doi.org/10.59117/20.500.11822/46404>
- 145 UNEP (2024), 'Emissions Gap Report 2024', *United Nations Environment Programme*, <https://www.unep.org/resources/emissions-gap-report-2024> (accessed 20 February 2025)
- 146 UNEP (2024). *Emissions Gap Report (2024)*. No more hot air ... please! With a massive gap between rhetoric and reality, countries draft new climate commitments. Nairobi. <https://doi.org/10.59117/20.500.11822/46404>. Calculated based on total global GHG emissions reported for 2023 in European Commission (2024) 'EDGAR - Emissions Database for Global Atmospheric Research. GHG emissions of all world countries'. 2024 report. https://edgar.jrc.ec.europa.eu/report_2024?vis=ghgtot&emissions_table (accessed 5 February 2025)
- 147 IPCC (2022) *Climate Change 2022. Mitigation of Climate Change. Working Group III Contribution to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*.
- 148 Ibid.
- 149 Griscom, B. W., Adams, J., Ellis, P. W., Houghton, R. A., Lomax, G., Miteva, D. A., Schlesinger, W. H., Shoch, D., Siikamäki, J. v., Smith, P., Woodbury, P., Zganjar, C., Blackman, A., Campari, J., Conant, R. T., Delgado, C., Elias, P., Gopalakrishna, T., Hamsik, M. R., ... Fargione, J. (2017). Natural climate solutions. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, 114(44), 11645–11650. https://doi.org/10.1073/PNAS.1710465114/SUPPL_FILE/PNAS.1710465114.SAPP.PDF
- 150 IPCC (2022) *Climate Change 2022. Mitigation of Climate Change. Working Group III Contribution to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*.
- 151 Roe, S., Streck, C., Beach, R., Busch, J., Chapman, M., Daigoul, V., Deppermann, A., Doelman, J., Emmet-Booth, J., Engelmann, J., Fricko, O., Frischmann, C., Funk, J., Grassi, G., Griscom, B., Havlik, P., Hanssen, S., Humpenöder, F., Landholm, D., ... Lawrence, D. (2021). Land-based measures to mitigate climate change: Potential and feasibility by country. *Global Change Biology*, 27(23), 6025–6058. <https://doi.org/10.1111/GCB.15873>; Roe, S., Streck, C., Obersteiner, M., Frank, S., Griscom, B., Drouet, L., Fricko, O., Gusti, M., Harris, N., Hasegawa, T., Hausfather, Z., Havlik, P., House, J., Nabuurs, G. J., Popp, A., Sánchez, M. J. S., Sanderman, J., Smith, P., Stehfest, E., & Lawrence, D. (2019). Contribution of the land sector to a 1.5 °C world. *Nature Climate Change* 2019 9:11, 9(11), 817–828. <https://doi.org/10.1038/s41558-019-0591-9>; Jia, G., Shevliakova, E., Artaxo, P., Noblet-Ducoudré, N. D., Houghton, R., House, J., Kitajima, K., Lennard, C., Popp, A., Sirin, A., Sukumar, R., & Verchot, L. (2019). Land-climate interactions. In *Climate Change and Land: An IPCC special report on climate change, desertification, land degradation, sustainable land management, food security, and greenhouse*

- gas fluxes in terrestrial ecosystems; Griscorn, B. W., Adams, J., Ellis, P. W., Houghton, R. A., Lomax, G., Miteva, D. A., Schlesinger, W. H., Shoch, D., Siikamäki, J. v., Smith, P., Woodbury, P., Zganjar, C., Blackman, A., Campari, J., Conant, R. T., Delgado, C., Elias, P., Gopalakrishna, T., Hamsik, M. R., ... Fargione, J. (2017). Natural climate solutions. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, 114(44), 11645–11650. https://doi.org/10.1073/PNAS.1710465114/SUPPL_FILE/PNAS.1710465114.SAPP.PDF
- 152 IPCC (2022) *Climate Change 2022. Mitigation of Climate Change. Working Group III Contribution to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*.
- 153 Ibid.
- 154 Roe, S., Streck, C., Beach, R., Busch, J., Chapman, M., Daiglou, V., Deppermann, A., Doelman, J., Emmet-Booth, J., Engelmann, J., Fricko, O., Frischmann, C., Funk, J., Grassi, G., Griscorn, B., Havlik, P., Hanssen, S., Humpenöder, F., Landholm, D., ... Lawrence, D. (2021). Land-based measures to mitigate climate change: Potential and feasibility by country. *Global Change Biology*, 27(23), 6025–6058. <https://doi.org/10.1111/GCB.15873>
- 155 IUCN (2020). Ensuring effective nature-based solutions. Issues Brief. July 2020. <https://iucn.org/resources/issues-brief/ensuring-effective-nature-based-solutions>
- 156 Were, D., Kansime, F., Fetahi, T., Cooper, A., & Jjuuko, C. (2019). Carbon Sequestration by Wetlands: A Critical Review of Enhancement Measures for Climate Change Mitigation. *Earth Systems and Environment*, 3(2), 327–340. <https://doi.org/10.1007/S41748-019-00094-0/METRICS>; Griscorn, B. W., Adams, J., Ellis, P. W., Houghton, R. A., Lomax, G., Miteva, D. A., Schlesinger, W. H., Shoch, D., Siikamäki, J. v., Smith, P., Woodbury, P., Zganjar, C., Blackman, A., Campari, J., Conant, R. T., Delgado, C., Elias, P., Gopalakrishna, T., Hamsik, M. R., ... Fargione, J. (2017). Natural climate solutions. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, 114(44), 11645–11650. https://doi.org/10.1073/PNAS.1710465114/SUPPL_FILE/PNAS.1710465114.SAPP.PDF; Roe, S., Streck, C., Beach, R., Busch, J., Chapman, M., Daiglou, V., Deppermann, A., Doelman, J., Emmet-Booth, J., Engelmann, J., Fricko, O., Frischmann, C., Funk, J., Grassi, G., Griscorn, B., Havlik, P., Hanssen, S., Humpenöder, F., Landholm, D., ... Lawrence, D. (2021). Land-based measures to mitigate climate change: Potential and feasibility by country. *Global Change Biology*, 27(23), 6025–6058. <https://doi.org/10.1111/GCB.15873>
- 157 Roe, S., Streck, C., Beach, R., Busch, J., Chapman, M., Daiglou, V., Deppermann, A., Doelman, J., Emmet-Booth, J., Engelmann, J., Fricko, O., Frischmann, C., Funk, J., Grassi, G., Griscorn, B., Havlik, P., Hanssen, S., Humpenöder, F., Landholm, D., ... Lawrence, D. (2021). Land-based measures to mitigate climate change: Potential and feasibility by country. *Global Change Biology*, 27(23), 6025–6058. <https://doi.org/10.1111/GCB.15873>
- 158 IPCC (2022) *Climate Change 2022. Mitigation of Climate Change. Working Group III Contribution to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*.
- 159 Calculated based on total global GHG emissions reported for 2023 in European Commission (2024) 'EDGAR - Emissions Database for Global Atmospheric Research. GHG emissions of all world countries.' 2024 Report. https://edgar.jrc.ec.europa.eu/report_2024?vis=ghgtot#emissions_table (accessed 5 February 2025)
- 160 IPCC (2022) *Climate Change 2022. Mitigation of Climate Change. Working Group III Contribution to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*.
- 161 Ibid.
- 162 Roe, S., Streck, C., Beach, R., Busch, J., Chapman, M., Daiglou, V., Deppermann, A., Doelman, J., Emmet-Booth, J., Engelmann, J., Fricko, O., Frischmann, C., Funk, J., Grassi, G., Griscorn, B., Havlik, P., Hanssen, S., Humpenöder, F., Landholm, D., ... Lawrence, D. (2021). Land-based measures to mitigate climate change: Potential and feasibility by country. *Global Change Biology*, 27(23), 6025–6058.
- 163 IPCC (2022) *Climate Change 2022. Mitigation of Climate Change. Working Group III Contribution to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*.
- 164 Roe, S., Streck, C., Beach, R., Busch, J., Chapman, M., Daiglou, V., Deppermann, A., Doelman, J., Emmet-Booth, J., Engelmann, J., Fricko, O., Frischmann, C., Funk, J., Grassi, G., Griscorn, B., Havlik, P., Hanssen, S., Humpenöder, F., Landholm, D., ... Lawrence, D. (2021). Land-based measures to mitigate climate change: Potential and feasibility by country. *Global Change Biology*, 27(23), 6025–6058. <https://doi.org/10.1111/GCB.15873>
- 165 Ibid.
- 166 IPCC (2022) *Climate Change 2022. Mitigation of Climate Change. Working Group III Contribution to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*.
- Climate Change. Working Group III Contribution to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. IPCC (2019). *Climate Change and Land: an IPCC special report on climate change, desertification, land degradation, sustainable land management, food security, and greenhouse gas fluxes in terrestrial ecosystems* [P.R. Shukla, J. Shee, E. Calvo Buendia, V. Masson-Delmotte, H.-O. Pörtner, D. C. Roberts, P. Zhai, R. Slade, S. Connors, R. van Diemen, M. Ferrat, E. Haughey, S. Luz, S. Neogi, M. Pathak, J. Petzold, J. Portugal Pereira, P. Vyas, E. Huntley, K. Kissick, M. Belkacemi, J. Malley, (eds.)]. Cambridge University Press, Cambridge, UK and New York, NY, USA, 896 pp; Parish, F., Sirin, A., Charman, D., Joosten, H., Minayeva, T., Silvius, M. and Stringer, L. (Eds.) (2008). *Assessment on Peatlands, Biodiversity and Climate Change: Main Report*. Global Environment Centre, Kuala Lumpur and Wetlands International, Wageningen.
- 167 Parish, F., Sirin, A., Charman, D., Joosten, H., Minayeva, T., Silvius, M. and Stringer, L. (Eds.) (2008). *Assessment on Peatlands, Biodiversity and Climate Change: Main Report*. Global Environment Centre, Kuala Lumpur and Wetlands International, Wageningen.
- 168 Goldstein, A., Turner, W. R., Spaw, S. A., Anderson-Teixeira, K. J., Cook-Patton, S., Fargione, J., Gibbs, H. K., Griscorn, B., Hewson, J. H., Howard, J. F., Ledezma, J. C., Page, S., Koh, L. P., Rockström, J., Sanderman, J., & Hole, D. G. (2020). Protecting irrecoverable carbon in Earth's ecosystems. *Nature Climate Change* 2020 10:4, 10(4), 287–295. <https://doi.org/10.1038/s41558-020-0738-8>
- 169 Ibid.
- 170 Roe, S., Streck, C., Beach, R., Busch, J., Chapman, M., Daiglou, V., Deppermann, A., Doelman, J., Emmet-Booth, J., Engelmann, J., Fricko, O., Frischmann, C., Funk, J., Grassi, G., Griscorn, B., Havlik, P., Hanssen, S., Humpenöder, F., Landholm, D., ... Lawrence, D. (2021). Land-based measures to mitigate climate change: Potential and feasibility by country. *Global Change Biology*, 27(23), 6025–6058. <https://doi.org/10.1111/GCB.15873>
- 171 Noon, M. L., Goldstein, A., Ledezma, J. C., Roehrdanz, P. R., Cook-Patton, S. C., Spaw, S. A., Wright, T. M., Gonzalez-Roglich, M., Hole, D. G., Rockström, J., & Turner, W. R. (2021). Mapping the irrecoverable carbon in Earth's ecosystems. *Nature Sustainability* 2021 5:1, 5(1), 37–46. <https://doi.org/10.1038/s41558-021-00803-6>
- 172 Ibid.
- 173 Crezee, B., Dargie, G. C., Ewango, C. E. N., Mitchard, E. T. A., Emba, B. O., Kanyama, T. J., Bola, P., Ndjango, J. B. N., Girkin, N. T., Bock, Y. E., Ifo, S. A., Hubau, W., Seidensticker, D., Batumike, R., Imani, G., Cunl-Sanchez, A., Kiahtipes, C. A., Lebamba, J., Wotzka, H. P., ... Lewis, S. L. (2022). Mapping peat thickness and carbon stocks of the central Congo Basin using field data. *Nature Geoscience* 2022 15:8, 15(8), 639–644. <https://doi.org/10.1038/s41561-022-00966-7>
- 174 UNEP (2022). *Global Peatlands Assessment – The State of the World's Peatlands: Evidence for action toward the conservation, restoration, and sustainable management of peatlands*. Main Report. Global Peatlands Initiative. United Nations Environment Programme, Nairobi.
- 175 Eba'a Atyi, R., Hiol Hiol, F., Lescuyer, G., Mayaux, P., Defourny, P., Bayol, N., Saracco, F., Pokem, D., Sufo Kankeu, R. and Nasi, R. (2022). *The Forests of the Congo Basin: State of the Forests 2021*. Bogor, Indonesia: CIFOR. https://www.cifor-icraf.org/publications/pdf_files/Books/State-of-the-Forests-2021.pdf
- 176 Calculated based on EU GHG emissions reported for 2023 in European Commission (2024) 'EDGAR - Emissions Database for Global Atmospheric Research. GHG emissions of all world countries.' 2024 Report. https://edgar.jrc.ec.europa.eu/report_2024?vis=ghgtot#missions_table (accessed 5 February 2025)
- 177 CongoPeat Consortium (2023). *Value and Vulnerability of the Central Congo Basin Peatlands. A product of the CongoPeat network*. United Nations Environment Programme World Conservation Monitoring Centre, Cambridge.
- 178 CongoPeat Consortium (2023). *Value and Vulnerability of the Central Congo Basin Peatlands. A product of the CongoPeat network*. United Nations Environment Programme World Conservation Monitoring Centre, Cambridge.
- 179 IWGIA (n.d.). 'Indigenous peoples in the Democratic Republic of Congo'. <https://iwgia.org/en/democratic-republic-of-congo.html> (accessed 28 February 2025).
- 180 Dummett, C. (2022). *Forest use in the peat swamp forests of the Democratic Republic of Congo*. September 2022. Submitted for the MSc Conservation at University College London.
- 181 Ibid.
- 182 Dummett, C. (2022). *Forest use in the peat swamp forests of the Democratic Republic of Congo*. September 2022. Submitted for the MSc Conservation at University College London.
- forests of the Democratic Republic of Congo. September 2022. Submitted for the MSc Conservation at University College London; Eba'a Atyi, R., Hiol Hiol, F., Lescuyer, G., Mayaux, P., Defourny, P., Bayol, N., Saracco, F., Pokem, D., Sufo Kankeu, R. and Nasi, R. (2022). *The Forests of the Congo Basin: State of the Forests 2021*. Bogor, Indonesia: CIFOR. https://www.cifor-icraf.org/publications/pdf_files/Books/State-of-the-Forests-2021.pdf
- 183 Dargie, G. C., Lawson, I. T., Rayden, T. J., Miles, L., Mitchard, E. T. A., Page, S. E., Bock, Y. E., Ifo, S. A., & Lewis, S. L. (2019). Congo Basin peatlands: threats and conservation priorities. *Mitigation and Adaptation Strategies for Global Change*, 24(4), 669–686. <https://doi.org/10.1007/S1027-017-9774-8/FIGURES/2>
- CongoPeat Consortium (2023). *Value and Vulnerability of the Central Congo Basin Peatlands. A product of the CongoPeat network*. United Nations Environment Programme World Conservation Monitoring Centre, Cambridge.
- 184 Dummett, C. (2022). *Forest use in the peat swamp forests of the Democratic Republic of Congo*. September 2022. Submitted for the MSc Conservation at University College London; Eba'a Atyi, R., Hiol Hiol, F., Lescuyer, G., Mayaux, P., Defourny, P., Bayol, N., Saracco, F., Pokem, D., Sufo Kankeu, R. and Nasi, R. (2022). *The Forests of the Congo Basin: State of the Forests 2021*. Bogor, Indonesia: CIFOR. https://www.cifor-icraf.org/publications/pdf_files/Books/State-of-the-Forests-2021.pdf
- 185 Eba'a Atyi, R., Hiol Hiol, F., Lescuyer, G., Mayaux, P., Defourny, P., Bayol, N., Saracco, F., Pokem, D., Sufo Kankeu, R. and Nasi, R. (2022). *The Forests of the Congo Basin: State of the Forests 2021*. Bogor, Indonesia: CIFOR. https://www.cifor-icraf.org/publications/pdf_files/Books/State-of-the-Forests-2021.pdf
- 186 Dummett, C. (2023). 'Guest blog: the people of the Congo Basin peat swamp forest', Rainforest Foundation UK blog, 20 October 2023, <https://www.rainforestfoundationuk.org/guest-blog-the-people-of-the-congo-basin-peat-swamp-forest/> (accessed 27 February 2025)
- 187 CongoPeat Consortium (2023). *Value and Vulnerability of the Central Congo Basin Peatlands. A product of the CongoPeat network*. United Nations Environment Programme World Conservation Monitoring Centre, Cambridge; Dargie, G. C., Lawson, I. T., Rayden, T. J., Miles, L., Mitchard, E. T. A., Page, S. E. et al. (2019). Congo Basin peatlands: threats and conservation priorities. *Mitigation and Adaptation Strategies for Global Change* 24(4), 669–686. DOI: 10.1007/s1027-017-9774-8; Lambrou, J. (2023) 'True size of world's largest tropical peatland revealed for the first time' <https://www.nmbu.no/en/research/true-size-worlds-largest-tropical-peatland-revealed-first-time>
- 188 CongoPeat Consortium (2023). *Value and Vulnerability of the Central Congo Basin Peatlands. A product of the CongoPeat network*. United Nations Environment Programme World Conservation Monitoring Centre, Cambridge.
- 189 Lewis, S. L., Ewango, C. E. N., Crezee, B., Dargie, G., and CongoPeat consortium (2022). *Oil Exploration in the Peatlands of Democratic Republic of the Congo. A Briefing from the CongoPeat International Team of Scientists*. CongoPeat.
- 190 Lewis, S. L., Ewango, C. E. N., Crezee, B., Dargie, G., and CongoPeat consortium (2022). *Oil Exploration in the Peatlands of Democratic Republic of the Congo. A Briefing from the CongoPeat International Team of Scientists*. CongoPeat; Lawson, I. T., Coronado, E. N. H., Andueza, L., Cole, L., Dargie, G. C., Davies, A. L., Laurie, N., Okafor-Yarwood, I., Roucoux, K. H., & Simpson, M. (2022). The vulnerability of tropical peatlands to oil and gas exploration and extraction. <https://doi.org/10.1177/27539687221124046>, 1(1–4), 84–114. <https://doi.org/10.1177/27539687221124046>; Eba'a Atyi, R., Hiol Hiol, F., Lescuyer, G., Mayaux, P., Defourny, P., Bayol, N., Saracco, F., Pokem, D., Sufo Kankeu, R. and Nasi, R. (2022). *The Forests of the Congo Basin: State of the Forests 2021*. Bogor, Indonesia: CIFOR. https://www.cifor-icraf.org/publications/pdf_files/Books/State-of-the-Forests-2021.pdf
- 191 Garcin, Y., Schefuß, E., Dargie, G. C., Hawthorne, D., Lawson, I. T., Seb, D., Biddulph, G. E., Crezee, B., Bock, Y. E., Ifo, S. A., Mampouya Wenina, Y. E., Mbemba, M., Ewango, C. E. N., Emba, O., Bola, P., Kanyama Tabu, J., Tyrrell, G., Young, D. M., Gassier, G., ... Lewis, S. L. (2022). Hydroclimatic vulnerability of peat carbon in the central Congo Basin. *Nature* 2022 612:7939, 612(7939), 277–282. <https://doi.org/10.1038/s41586-022-05389-3>
- 192 CongoPeat Consortium (2023). *Value and Vulnerability of the Central Congo Basin Peatlands. A product of the CongoPeat network*. United Nations Environment Programme World Conservation Monitoring Centre, Cambridge. Concessions were digitised using spatial data from RFUK, WRI, MEFDDE, DIAF, DGF and forest atlases of the Republic of the Congo and DRC.
- 193 Dargie, G. C., Lawson, I. T., Rayden, T. J. et al. (2019). Congo Basin peatlands: threats and conservation

- priorities. *Mitig Adapt Strateg Glob Change* 24, 669–686. <https://doi.org/10.1007/s11027-017-9774-8>
- 194 Crezee, B., Dargie, G.C., Ewango, C.E.N. et al. (2022) 'Mapping peat thickness and carbon stocks of the central Congo Basin using field data', *Nature Geoscience* 15, pp. 639–644 <https://doi.org/10.1038/s41561-022-00966-7>
- 195 CongoPeat Consortium (2023). *Value and Vulnerability of the Central Congo Basin Peatlands*. A product of the CongoPeat network. United Nations Environment Programme World Conservation Monitoring Centre, Cambridge.
- 196 Ibid.
- 197 Ibid.
- 198 Ibid.
- 199 Goldstein, A., Turner, W. R., Spawn, S. A., Anderson-Teixeira, K. J., Cook-Patton, S., Fargione, J., Gibbs, H. K., Griscom, B., Hewson, J. H., Howard, J. F., Ledezma, J. C., Page, S., Koh, L. P., Rockström, J., Sanderman, J., & Hole, D. G. (2020). Protecting irrecoverable carbon in Earth's ecosystems. *Nature Climate Change* 2020 10:4, 10(4), 287–295. <https://doi.org/10.1038/s41558-020-0738-8>
- 200 UNEP (2022). *Global Peatlands Assessment – The State of the World's Peatlands: Evidence for action toward the conservation, restoration, and sustainable management of peatlands*. Main Report. Global Peatlands Initiative. United Nations Environment Programme, Nairobi.
- 201 Roe, S., Streck, C., Beach, R., Busch, J., Chapman, M., Daigoglou, V., Deppermann, A., Doelman, J., Emmet-Booth, J., Engelmann, J., Fricko, O., Frischmann, C., Funk, J., Grassi, G., Griscom, B., Havlik, P., Hanssen, S., Humpenöder, F., Landholm, D., ... Lawrence, D. (2021). Land-based measures to mitigate climate change: Potential and feasibility by country. *Global Change Biology*, 27(23), 6025–6058. <https://doi.org/10.1111/GCB.15873>
- 202 IPCC (2022). *Climate Change 2022. Mitigation of Climate Change. Working Group III Contribution to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change; Convention on Wetlands*. (2021). *Restoring drained peatlands: A necessary step to achieve global climate goals*. Ramsar Policy Brief No. 5. Gland, Switzerland: Secretariat of the Convention on Wetlands.
- 203 IPCC (2022). *Climate Change 2022. Mitigation of Climate Change. Working Group III Contribution to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*.
- 204 Para. 32, Ramsar COP 13 Resolution XIII.13: Restoration of degraded peatlands to mitigate and adapt to climate change and enhance biodiversity and disaster risk reduction
- 205 IPCC (2022) *Climate Change 2022. Mitigation of Climate Change. Working Group III Contribution to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*.
- 206 Secretariat of the Convention on Wetlands. (2021). *Restoring drained peatlands: A necessary step to achieve global climate goals*. Ramsar Policy Brief No. 5. Gland, Switzerland: Secretariat of the Convention on Wetlands.
- 207 UNEP (2022). *Global Peatlands Assessment – The State of the World's Peatlands: Evidence for action toward the conservation, restoration, and sustainable management of peatlands*. Main Report. Global Peatlands Initiative. United Nations Environment Programme, Nairobi; see also UNEP and IUCN (2021)
- 208 Goldstein, A., Turner, W. R., Spawn, S. A., Anderson-Teixeira, K. J., Cook-Patton, S., Fargione, J., Gibbs, H. K., Griscom, B., Hewson, J. H., Howard, J. F., Ledezma, J. C., Page, S., Koh, L. P., Rockström, J., Sanderman, J., & Hole, D. G. (2020). Protecting irrecoverable carbon in Earth's ecosystems. *Nature Climate Change* 2020 10:4, 10(4), 287–295. <https://doi.org/10.1038/s41558-020-0738-8>
- IPCC (2022). *Climate Change 2022. Mitigation of Climate Change. Working Group III Contribution to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*.
- 209 UNEP (2022). *Global Peatlands Assessment – The State of the World's Peatlands: Evidence for action toward the conservation, restoration, and sustainable management of peatlands*. Main Report. Global Peatlands Initiative. United Nations Environment Programme, Nairobi.
- 210 Roe, S., Streck, C., Obersteiner, M., Frank, S., Griscom, B., Drouet, L., Fricko, O., Gusti, M., Harris, N., Hasegawa, T., Hausfather, Z., Havlik, P., House, J., Nabuurs, G. J., Popp, A., Sánchez, M. J. S., Sanderman, J., Smith, P., Stehfest, E., & Lawrence, D. (2019). Contribution of the land sector to a 1.5 °C world. *Nature Climate Change* 2019 9:11, 9(11), 817–828. <https://doi.org/10.1038/s41558-019-0591-9>
- IPCC (2022) *Climate Change 2022. Mitigation of Climate Change. Working Group III Contribution to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*.
- 211 Humpenöder, F., Karstens, K., Lotze-Campen, H., Leifeld, J., Menichetti, L., Barthelmes, A., & Popp, A. (2020). Peatland protection and restoration are key for climate change mitigation. *Environmental Research Letters*, 15(10), 104093. <https://doi.org/10.1088/1748-9326/ABAE2A>
- 212 IPCC (2022) *Climate Change 2022. Mitigation of Climate Change. Working Group III Contribution to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*.
- 213 Convention on Wetlands (2024) *Scaling up wetland conservation and restoration to deliver the Kunming-Montreal Global Biodiversity Framework: Guidance on including wetlands in National Biodiversity Strategy and Action Plans (NBSAPs) to boost biodiversity and halt wetland loss and degradation*. Ramsar Technical Report No. 12. Gland, Switzerland: Secretariat of the Convention on Wetlands. DOI: 10.69556/strp.tr12.24
- 214 Anisha, N.F., Mauroner, A., Lovett, G., Neher, A., Servos, M., Minayeva, T., Schutten, H. & Minelli, L. (2020). *Locking Carbon in Wetlands: Enhancing Climate Action by Including Wetlands in NDCs*. Corvallis, Oregon and Wageningen, The Netherlands: Alliance for Global Water Adaptation and Wetlands International.
- 215 Epplé, C., García Rangel, S., Jenkins, M., & Guth, M. (2016). *Managing ecosystems in the context of climate change mitigation: A review of current knowledge and recommendations to support ecosystem-based mitigation actions that look beyond terrestrial forests*. Technical Series No.86. Secretariat of the Convention on Biological Diversity, Montreal, 55 pages.
- 216 GEF, UNDP, Government of Belarus (2010). *Renaturalization and sustainable management of peatlands in Belarus to combat land degradation, ensure conservation of globally valuable biodiversity, and mitigate climate change*. Terminal Evaluation. GEF Peatland Project, Belarus.
- 217 GEF, UNDP, Government of Belarus (2010). *Renaturalization and sustainable management of peatlands in Belarus to combat land degradation, ensure conservation of globally valuable biodiversity, and mitigate climate change*. Terminal Evaluation. GEF Peatland Project, Belarus.
- 218 Convention on Wetlands (2024) *Scaling up wetland conservation and restoration to deliver the Kunming-Montreal Global Biodiversity Framework: Guidance on including wetlands in National Biodiversity Strategy and Action Plans (NBSAPs) to boost biodiversity and halt wetland loss and degradation*. Ramsar Technical Report No. 12. Gland, Switzerland: Secretariat of the Convention on Wetlands. DOI: 10.69556/strp.tr12.24
- 219 Ibid.
- 220 Selwood, K. E., & Zimmer, H. C. (2020). Refuges for biodiversity conservation: A review of the evidence. *Biological Conservation*, 245, 108502. <https://doi.org/10.1016/j.biocon.2020.108502>
- 221 Anisha, N.F., Mauroner, A., Lovett, G., Neher, A., Servos, M., Minayeva, T., Schutten, H. & Minelli, L. (2020). *Locking Carbon in Wetlands: Enhancing Climate Action by Including Wetlands in NDCs*. Corvallis, Oregon and Wageningen, The Netherlands: Alliance for Global Water Adaptation and Wetlands International.
- 222 Ramsar Convention COP14 Resolution XIV.17 The protection, conservation, restoration, sustainable use and management of wetland ecosystems in addressing climate change
- 223 IPCC (2022). *Climate Change 2022. Mitigation of Climate Change. Working Group III Contribution to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*.
- 224 Ramsar Convention on Wetlands (2018). *Global Wetland Outlook: State of the World's Wetlands and their Services to People*. Gland, Switzerland: Ramsar Convention Secret
- 225 WVE, UNEP-WCMC, SGP/ICCA-GSI, LM, TNC, CI, WCS, EP, ILC-S, CM, IUCN (2021). *The State of Indigenous Peoples' and Local Communities' Lands and Territories: A technical review of the state of Indigenous Peoples' and Local Communities' lands, their contributions to global biodiversity conservation and ecosystem services, the pressures they face, and recommendations for actions*. Gland, Switzerland.
- 226 Ibid.
- 227 Good ecological condition means less than 10% modified by humans (zero to low human modification). Moderate ecological condition means >10-40% modified by humans (moderate human modification). Lands with low and moderate human modification warrant increased attention to prevent loss of biodiversity and ecosystem services.
- 228 Fa, J. E., Watson, J. E. M., Leiper, I., Potapov, P., Evans, T. D., Burgess, N. D., Molnár, Z., Fernández-Llamazares, Á., Duncan, T., Wang, S., Austin, B. J., Jonas, H., Robinson, C. J., Malmer, P., Zander, K. K., Jackson, M. v., Ellis, E., Brondizio, E. S., & Garnett, S. T. (2020). Importance of Indigenous Peoples' lands for the conservation of Intact Forest Landscapes. *Frontiers in Ecology and the Environment*, 18(3), 135–140. <https://doi.org/10.1002/FEE.2148>
- Walker, W. S., Gorelik, S. R., Baccini, A., Aragon-Osejo, J. L., Josse, C., Meyer, C., Macedo, M. N., Augusto, C., Rios, S., Katan, T., de Souza, A. A., Cuellar, S., Llanos, A., Zager, I., Mirabal, G. D., Solvik, K. K., Farina, M. K., Moutinho, P., & Schwartzman, S. (2020). The role of forest conversion, degradation, and disturbance in the carbon dynamics of Amazon indigenous territories and protected areas. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, 117(6), 3015–3025. <https://doi.org/10.1073/PNAS.1913321117/-DCSUPPLEMENTAL>
- FAO and FILAC (2021). *Forest Governance by Indigenous and Tribal People. An Opportunity for Climate Action in Latin America and the Caribbean*. Santiago; Veit, P. (2021). '4 Ways Indigenous and Community Lands Can Reduce Emissions', <https://www.wri.org/insights/4-ways-indigenous-and-community-lands-can-reduce-emissions>
- 229 WVE, UNEP-WCMC, SGP/ICCA-GSI, LM, TNC, CI, WCS, EP, ILC-S, CM, IUCN (2021). *The State of Indigenous Peoples' and Local Communities' Lands and Territories: A technical review of the state of Indigenous Peoples' and Local Communities' lands, their contributions to global biodiversity conservation and ecosystem services, the pressures they face, and recommendations for actions*. Gland, Switzerland.
- 230 G. Oviedo and M. Kenza Ali. (2018). *Indigenous peoples, local communities and wetland conservation*. Ramsar Convention Secretariat.
- 231 Ibid.
- 232 12th Meeting of the Conference of the Parties to the Convention on Wetlands, Resolution XII.2: The Ramsar Strategic Plan 2016-2024, Punta del Este, Uruguay, 1-9 June 2015.
- 233 G. Oviedo and M. Kenza Ali. (2018). *Indigenous peoples, local communities and wetland conservation*. Ramsar Convention Secretariat.
- 234 Ramsar Convention policy on the involvement of IPLCs cited in G. Oviedo and M. Kenza Ali. (2018). *Indigenous peoples, local communities and wetland conservation*. Ramsar Convention Secretariat.
- 235 This estimate does not fully reflect values for a number of ecosystem services considered to be of importance in natural wetlands, including, for inland wetlands, regulation of water flows, erosion protection, nutrient cycling, pollination and inspiration for culture, art and design. Therefore the authors advise the figures should be treated as underestimates. See: Davidson, N. C., van Dam, A. A., Finlayson, C. M., & McInnes, R. J. (2019). Worth of wetlands: revised global monetary values of coastal and inland wetland ecosystem services. *Marine and Freshwater Research*, 70(8), 1189–1194. <https://doi.org/10.1071/MF18391>
- 236 Based on 2011 values. Original figures in Int\$ were converted to US\$. In 2011, Int\$1 was equal to US\$1: World Bank (undated), 'PPP conversion factor, GDP (LCU per international \$)', *International Comparison Program, World Bank, World Development Indicators database*, World Bank, Eurostat-OECD PPP Programme. License : CC BY-4.0. <https://data.worldbank.org/indicator/PA.NUS.PPP>
- 237 At 2011 values. Davidson, N. C., van Dam, A. A., Finlayson, C. M., & McInnes, R. J. (2019). Worth of wetlands: revised global monetary values of coastal and inland wetland ecosystem services. *Marine and Freshwater Research*, 70(8), 1189–1194. <https://doi.org/10.1071/MF18391>
- 238 Based on 2011 values. Original figures in Int\$ were converted to US\$. In 2011, Int\$1 was equal to US\$1: World Bank (undated), 'PPP conversion factor, GDP (LCU per international \$)', *International Comparison Program, World Bank, World Development Indicators database*, World Bank, Eurostat-OECD PPP Programme. License : CC BY-4.0. <https://data.worldbank.org/indicator/PA.NUS.PPP>
- 239 Davidson, N. C., van Dam, A. A., Finlayson, C. M., & McInnes, R. J. (2019). Worth of wetlands: revised global monetary values of coastal and inland wetland ecosystem services. *Marine and Freshwater Research*, 70(8), 1189–1194. <https://doi.org/10.1071/MF18391>
- 240 Ibid.
- 241 Ibid.
- 242 Ibid.
- 243 UNEP (2022). *Global Peatlands Assessment – The State of the World's Peatlands: Evidence for action toward the conservation, restoration, and sustainable management of peatlands*. Main Report. Global Peatlands Initiative. United Nations Environment Programme, Nairobi.
- 244 UNEP (2022). *Global Peatlands Assessment – The State of the World's Peatlands: Evidence for action toward the conservation, restoration, and sustainable management of peatlands*. Main Report. Global Peatlands Initiative. United Nations Environment Programme, Nairobi.
- 245 Convention on Wetlands. (2021). *Restoring drained peatlands: A necessary step to achieve global climate goals*. Ramsar Policy Brief No. 5. Gland, Switzerland: Secretariat of the Convention on Wetlands.
- 246 Anisha, N.F., Mauroner, A., Lovett, G., Neher, A., Servos, M., Minayeva, T., Schutten, H. & Minelli, L. (2020). *Locking Carbon in Wetlands: Enhancing Climate Action by Including Wetlands in NDCs*. Corvallis, Oregon and Wageningen, The Netherlands: Alliance for Global Water Adaptation and Wetlands International.
- 247 Convention on Wetlands (undated). *What are wetlands?* Ramsar Information Paper No. 1. <https://www.ramsar.org/sites/default/files/documents/library/info2007-01-e.pdf>
- 248 Ramsar Convention on Wetlands (2018). *Global Wetland Outlook: State of the World's Wetlands and their Services to People*. Gland, Switzerland: Ramsar

- Convention Secretariat. <https://www.globalwetland-outlook.ramsar.org/gwo-2018>
- 249 Szabo, J. K., & Mundkur, T. (2017). Conserving Wetlands for Migratory Waterbirds in South Asia. *Wetland Science: Perspectives From South Asia*, 105–127. https://doi.org/10.1007/978-81-322-3715-0_6; Yang, H., Ma, M., Thompson, J. R., & Flower, R. J. (2017). Protect coastal wetlands in China to save endangered migratory birds. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, 114(28), E5491–E5492. <https://doi.org/10.1073/PNAS.1706111114> / [ASSET/559C566A-6E2E-4EC1-A6CC-04531D7EAB61/ASSETS/PNAS.1706111114.FPPNG](https://doi.org/10.1073/PNAS.1706111114)
- 250 UNEP (2022). *Global Peatlands Assessment – The State of the World's Peatlands: Evidence for action toward the conservation, restoration, and sustainable management of peatlands*. Main Report. Global Peatlands Initiative. United Nations Environment Programme, Nairobi.
- 251 Posa, M. R. C., Wijedasa, L. S., & Corlett, R. T. (2011). Biodiversity and Conservation of Tropical Peat Swamp Forests. *BioScience*, 61(1), 49–57. <https://doi.org/10.1525/BIOL.2011.61.1.10>
- 252 Convention on Wetlands (undated), 'The Ramsar List', Ramsar, <https://www.ramsar.org/our-work/wetlands-international-importance/ramsar-list>
- 253 Reis, V., Hermoso, V., Hamilton, S. K., Ward, D., Fluet-Chouinard, E., Lehner, B., & Linke, S. (2017). A Global Assessment of Inland Wetland Conservation Status. *BioScience*, 67(6), 523–533. <https://doi.org/10.1093/BIOSCI/BIW045>
- 254 WWF (2024) *Living Planet Report 2024 – A System in Peril*. WWF, Gland, Switzerland.
- 255 Ramsar Convention on Wetlands (2018). *Global Wetland Outlook: State of the World's Wetlands and their Services to People*. Gland, Switzerland: Ramsar Convention Secretariat. <https://www.globalwetland-outlook.ramsar.org/gwo-2018>
- 256 Epple, C., García Rangel, S., Jenkins, M., & Guth, M. (2016). *Managing ecosystems in the context of climate change mitigation: A review of current knowledge and recommendations to support ecosystem-based mitigation actions that look beyond terrestrial forests*. Technical Series No.86. Secretariat of the Convention on Biological Diversity, Montreal, 55 pages.
- 257 Ibid.
- 258 Resolution adopted by the United Nations Environment Assembly on 15 March 2019 on the Conservation and Sustainable Management of Peatlands. UNEP/EA.4/Res.16. <https://digitallibrary.un.org/record/3982464?view=pdf&in=en>
- 259 IUCN Resolution 43 on securing the future for global peatlands (2016). WCC-2016-Res-043. https://portals.iucn.org/library/sites/library/files/resrecfiles/WCC_2016_RES_043_EN.pdf
- 260 Decision adopted by the Conference of the Parties to the Convention on Biological Diversity on Biodiversity and Climate Change (2018). CBD/COP/DEC/14/5. 30 November 2018. <https://www.cbd.int/doc/decisions/cop-14/cop-14-dec-05-en.pdf>
- 261 Resolution XIII.13 of the Conference of the Parties to the Ramsar Convention on the restoration of degraded peatlands to mitigate and adapt to climate change, and enhance biodiversity and disaster risk reduction. <https://www.ramsar.org/document/resolution-xiii13-restoration-degraded-peatlands-mitigate-adapt-climate-change-enhance>
- 262 Convention on Biological Diversity (undated), 'Kunming-Montreal Global Biodiversity Framework – Target 8', <https://www.cbd.int/gbif/targets/8> (accessed 7 February 2025)
- 263 Weiskopf, S. R., Isbell, F., Arce-Plata, M. I., di Marco, M., Harfoot, M., Johnson, J., Lerman, S. B., Miller, B. W., Morelli, T. L., Mori, A. S., Weng, E., & Ferrier, S. (2024). Biodiversity loss reduces global terrestrial carbon storage. *Nature Communications* 2024 15:1, 15(1), 1–12. <https://doi.org/10.1038/s41467-024-47872-7>. A previous paper by O'Connor et al. (2017) found evidence of a general positive relationship between biodiversity and biomass: O'Connor, M. I., Gonzalez, A., Byrnes, J. E. K., Cardinale, B. J., Duffy, J. E., Gamfeldt, L., Griffin, J. N., Hooper, D., Hungate, B. A., Paquette, A., Thompson, P. L., Dee, L. E., & Dolan, K. L. (2017). A general biodiversity–function relationship is mediated by trophic level. *Oikos*, 126(1), 18–31. <https://doi.org/10.1111/OIK.03652>
- 264 Weiskopf, S. R., Isbell, F., Arce-Plata, M. I., di Marco, M., Harfoot, M., Johnson, J., Lerman, S. B., Miller, B. W., Morelli, T. L., Mori, A. S., Weng, E., & Ferrier, S. (2024). Biodiversity loss reduces global terrestrial carbon storage. *Nature Communications* 2024 15:1, 15(1), 1–12. <https://doi.org/10.1038/s41467-024-47872-7>
- 265 Secretariat of the Convention on Biological Diversity (2020). *Global Biodiversity Outlook 5*. Montreal. <https://www.cbd.int/gbo5>
- 266 United Nations (2024). *The Sustainable Development Goals Report*. <https://unstats.un.org/sdgs/report/2024/>
- 267 Secretariat of the Convention on Biological Diversity (2020). *Global Biodiversity Outlook 5*. Montreal. <https://www.cbd.int/gbo5>
- 268 United Nations (2024). *The Sustainable Development Goals Report*. <https://unstats.un.org/sdgs/report/2024/>
- 269 United Nations (2024). *The Sustainable Development Goals Report 2024*, 20 June 2024 <https://unstats.un.org/sdgs/report/2024/> (accessed 20 February 2025)
- 270 United Nations (2024). *The Sustainable Development Goals Report*. <https://unstats.un.org/sdgs/report/2024/>
- 271 Lovett, G., Mauroner, A., Chorover, T. (2020), 'Why wetlands can (and should) boost your NDC', NDC Partnership, 10 September 2020. <https://ndcpartnership.org/news/why-wetlands-can-and-should-boost-your-ndc> (accessed 5 February 2025); Anisha, N.F., Mauroner, A., Lovett, G., Neher, A., Servos, M., Minayeva, T., Schutten, H. & Minelli, L. (2020). *Locking Carbon in Wetlands: Enhancing Climate Action by Including Wetlands in NDCs*. Corvallis, Oregon and Wageningen, The Netherlands: Alliance for Global Water Adaptation and Wetlands International.
- 272 Anisha, N.F., Mauroner, A., Lovett, G., Neher, A., Servos, M., Minayeva, T., Schutten, H. & Minelli, L. (2020). *Locking Carbon in Wetlands: Enhancing Climate Action by Including Wetlands in NDCs*. Corvallis, Oregon and Wageningen, The Netherlands: Alliance for Global Water Adaptation and Wetlands International; Roe, S., Streck, C., Beach, R., Busch, J., Chapman, M., Daioglou, V., Deppermann, A., Doelman, J., Emmet-Booth, J., Engelmann, J., Fricko, O., Frischmann, C., Funk, J., Grassi, G., Griscom, B., Havlik, P., Hanssen, S., Humpenöder, F., Landholm, D., ... Lawrence, D. (2021). Land-based measures to mitigate climate change: Potential and feasibility by country. *Global Change Biology*, 27(23), 6025–6058. <https://doi.org/10.1111/GCB.15873>
- 273 UN FAO and Greifswald Mire Centre (2022). *Wetlands in climate commitments. Preliminary results*. 10 November 2022. <https://openknowledge.fao.org/server/api/core/bitstreams/fa9fd57b-5bb4-4caa-908a-c0f832113baf/content>
- 274 Convention on Wetlands. (2021). *Global Wetland Outlook: Special Edition 2021*. Gland, Switzerland: Secretariat of the Convention on Wetlands.
- 275 UN FAO and Greifswald Mire Centre (2022). *Wetlands in climate commitments. Preliminary results*. 10 November 2022. <https://openknowledge.fao.org/server/api/core/bitstreams/fa9fd57b-5bb4-4caa-908a-c0f832113baf/content>
- 276 IPCC (2022). *Climate Change 2022. Mitigation of Climate Change. Working Group III Contribution to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*.
- 277 Roe, S., Streck, C., Beach, R., Busch, J., Chapman, M., Daioglou, V., Deppermann, A., Doelman, J., Emmet-Booth, J., Engelmann, J., Fricko, O., Frischmann, C., Funk, J., Grassi, G., Griscom, B., Havlik, P., Hanssen, S., Humpenöder, F., Landholm, D., ... Lawrence, D. (2021). Land-based measures to mitigate climate change: Potential and feasibility by country. *Global Change Biology*, 27(23), 6025–6058. <https://doi.org/10.1111/GCB.15873>
- 278 Ibid.
- 279 United Nations Environment Programme (2023). *State of Finance for Nature: The Big Nature Turnaround – Repurposing \$7 trillion to combat nature loss*. Nairobi. <https://doi.org/10.59117/20.500.11822/44278>
- 280 Ibid.
- 281 United Nations Environment Programme (2023). *State of Finance for Nature: The Big Nature Turnaround – Repurposing \$7 trillion to combat nature loss*. Nairobi. <https://doi.org/10.59117/20.500.11822/44278>; IPCC (2022) *Climate Change 2022. Mitigation of Climate Change. Working Group III Contribution to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*.
- 282 United Nations Environment (2021). *State of Finance for Nature 2021*. Nairobi. <https://www.unep.org/resources/state-finance-nature-2021>
- 283 Calculated based on subsidies reported in: International Energy Agency (IEA) (undated). 'Tracking the impact of government support: Fossil fuel subsidies', IEA, <https://www.iea.org/topics/fossil-fuel-subsidies> (accessed 20 February 2025).
- 284 UNEP and FAO (n.d.), 'Preventing, halting and reversing loss of nature', <https://www.decadeonrestoration.org/> (accessed 5 March 2025)
- 285 Freshwater Challenge (2023), 'About the challenge', <https://www.freshwaterchallenge.org/about-the-challenge> (accessed 6 March 2025).
- 286 Freshwater Challenge (2023), 'Joining the freshwater challenge', <https://www.freshwaterchallenge.org/joining> (accessed 6 March 2025).
- 287 Yi, Q., Huixin, G., Yaomin, Z. et al. (2024) Global conservation priorities for wetlands and setting post-2025 targets. *Commun. Earth Environ* 5, 4. <https://doi.org/10.1038/s43247-023-01195-5>
- 288 World Bank, Alessio (2024). *The Changing Wealth of Nations: Global Estimates of Carbon Stocks in the Vegetation and Soils of Terrestrial Ecosystems*. © Washington, DC: World Bank. <http://hdl.handle.net/10986/42320>.
- License: CC BY-NC 3.0 IGO
- 289 Roe, S., Streck, C., Beach, R., Busch, J., Chapman, M., Daioglou, V., Deppermann, A., Doelman, J., Emmet-Booth, J., Engelmann, J., Fricko, O., Frischmann, C., Funk, J., Grassi, G., Griscom, B., Havlik, P., Hanssen, S., Humpenöder, F., Landholm, D., ... Lawrence, D. (2021). Land-based measures to mitigate climate change: Potential and feasibility by country. *Global Change Biology*, 27(23), 6025–6058. <https://doi.org/10.1111/GCB.15873>
- 290 World Bank, Alessio (2024). *The Changing Wealth of Nations: Global Estimates of Carbon Stocks in the Vegetation and Soils of Terrestrial Ecosystems*. © Washington, DC: World Bank. <http://hdl.handle.net/10986/42320> License: CC BY-NC 3.0 IGO
- 291 UNEP (2022). *Global Peatlands Assessment – The State of the World's Peatlands: Evidence for action toward the conservation, restoration, and sustainable management of peatlands*. Main Report. Global Peatlands Initiative. United Nations Environment Programme, Nairobi.
- 292 Calculated based on total global GHG emissions reported for 2023 in European Commission (2024) 'EDGAR - Emissions Database for Global Atmospheric Research. GHG emissions of all world countries.' 2024 Report. https://edgar.jrc.ec.europa.eu/report_2024?vis=g_hgtotwemissions_table (accessed 5 February 2025)
- 293 GMC, UFVJM & INPP (2024) *Peatlands in Brazil – the most carbon dense ecosystem under threat*. Briefing paper. 6 p. https://www.greifswaldmire.de/files/dokumente/Infopapiere/Briefings/2004_GMC_information_paper_PeatlandofBrazil_final.pdf
- 294 Ibid.
- 295 Ibid.
- 296 Ibid.
- 297 Felix Beer, Greifswald Mire Centre, pers. comm. to E/JF, 13 March 2025.
- 298 Ibid.
- 299 Law No. 12.651 of 5 May 2012.
- 300 Art. 3 XXV and Art. 6 IX of Law No. 12.651 of 5 May 2012. Grasel, D., Fearnside, P. M., Rovai, A. S., Vitule, J. R. S., Rodrigues, R. R., Mormul, R. P., Sampaio, F. D. F., & Jarenkow, J. A. (2019). Brazil's Native Vegetation Protection Law jeopardizes Wetland Conservation: A Comment on Maltchik et al. *Environmental Conservation*, 46(2), 121–123. <https://doi.org/10.1017/S0376892918000474>; Durigan, G., Munhoz, C. B., Zakia, M. J. B., Oliveira, R. S., Pilon, N. A. L., Valle, R. S. T. do, Walter, B. M. T., Honda, E. A., & Pott, A. (2022). Cerrado wetlands: multiple ecosystems deserving legal protection as a unique and irreplaceable treasure. *Perspectives in Ecology and Conservation*, 20(3), 185–196. <https://doi.org/10.1016/j.PECON.2022.06.002>
- 301 E/JF (2023). *The impact of EU supply chains on deforestation and biodiversity in Brazil's Pantanal: a global wetland under threat*. <https://ejfoundation.org/reports/impact-of-eu-supply-chains-on-deforestation-and-biodiversity-in-brazils-pantanal-a-global-wetland-under-threat-2>
- 302 GMC, UFVJM & INPP (2024) *Peatlands in Brazil – the most carbon dense ecosystem under threat*. Briefing paper. 6 p.
- 303 Ministério do Meio Ambiente e Mudança do Clima (n.d.), 'Plano Clima - Adaptação', *Governo Federal*, <https://www.gov.br/mma/pt-br/composicao/smc/plano-clima/plano-clima-adaptacao> (accessed 21 February 2025)
- 304 Ministério do Meio Ambiente e Mudança do Clima (n.d.), 'Plano Clima - Mitigação', *Governo Federal*, <https://www.gov.br/mma/pt-br/composicao/smc/plano-clima/plano-clima-mitigacao/plano-clima-mitigacao> (accessed 21 February 2025)
- 305 g1.globo (2024), 'Queimadas e seca histórica: Pantanal pode desaparecer até o fim do século, alerta Marina Silva', 4 September 2024, <https://g1.globo.com/jornal-nacional/noticia/2024/09/04/queimadas-e-seca-historica-pantanal-pode-desaparecer-ate-o-fim-do-seculo-alerta-marina-silva.ghtml> (accessed 6 March 2025)
- 306 Journal Estadão Mato Grosso (2024), 'Fávaro diz que Brasil pode perder o Pantanal e critica gestão Mauro Mendes', 12 July 2024, <https://www.estadaomatogrosso.com.br/politica/favaro-diz-que-brasil-pode-perder-o-pantanal-e-critica-gestao-mauro-mendes/95414> (accessed 6 March 2025)



Environmental Justice Foundation (EJF)
Gensurco House, 3-5 Spafield Street
London, EC1R 4QB, UK
tel: +44 (0) 207 239 3310
info@ejfoundation.org, ejfoundation.org
Registered charity No. 1088128

