



ECOSISTEMAS ABERTOS DO BRASIL: RESERVATÓRIOS DE CARBONO NEGLIGENCIADOS PELO FINANCIAMENTO CLIMÁTICO

PRINCIPAIS MENSAGENS

Os ecossistemas abertos brasileiros estão ameaçados e seguem sendo negligenciados por políticas climáticas centradas exclusivamente em árvores, que, inadvertidamente, incentivam o florestamento desses ambientes.

Os ecossistemas abertos armazenam grandes quantidades de carbono no solo e nas raízes, apresentam altos níveis de biodiversidade única e endêmica e contribuem significativamente para a provisão estável de serviços ecossistêmicos que favorecem a adaptação às mudanças climáticas — incluindo estabilização do solo e controle da desertificação.

Para manter esses estoques de carbono e a integridade ecológica desses ecossistemas, o manejo do fogo, o controle de espécies exóticas invasoras e o pastejo por herbívoros são muitas vezes fatores-chave, em contraste com os ecossistemas florestais.

Ecossistemas abertos conservados são essenciais para a segurança hídrica do Brasil: sua vegetação, com menor interceptação e transpiração, promove maior infiltração e recarga de aquíferos, sustentando o fluxo de base dos rios.

Os múltiplos benefícios que os ecossistemas abertos oferecem para a mitigação e a adaptação às mudanças climáticas não são reconhecidos nem contemplados pelo financiamento climático. Alinhar esse reconhecimento é fundamental para valorizar, manter e restaurar os serviços ecossistêmicos, dos quais dependem a segurança climática, a disponibilidade hídrica e o bem-estar das populações brasileiras.

OBJETIVO

Este documento apresenta informações fundamentadas na ciência e recomendações práticas voltadas a gestores públicos, legisladores e organizações da sociedade civil. O objetivo é orientar a formulação e implementação de políticas, planos, programas e projetos que promovam o reconhecimento dos **ecossistemas abertos brasileiros** como provedores de **serviços ecossistêmicos** essenciais, de modo que passem a ser contemplados pelo **financiamento climático**. Demonstramos a relevância desses ecossistemas para a absorção de CO₂ e a manutenção dos **estoques de carbono**, a **segurança hídrica** e a **biodiversidade brasileira**, evidenciando como sua conservação e uso sustentável são fundamentais para fortalecer a integração entre as convenções da ONU sobre mudança do clima (UNFCCC), combate à desertificação (UNCCD) e diversidade biológica (CDB).

A. O que são e onde estão os ecossistemas abertos brasileiros?

São vegetações não florestais, com ausência ou baixa cobertura de copas, caracterizadas por um estrato herbáceo-arbustivo contínuo. Ocorrem em todos os biomas brasileiros e em todos os estados do país, incluindo ambientes campestres e savânicos, com predomínio nos biomas Caatinga, Cerrado, Pantanal e Pampa, mas com enclaves importantes nos biomas florestais Mata Atlântica e Amazônia. Características específicas do solo estão fortemente associadas à distribuição destes ecossistemas e, para a grande maioria, distúrbios como o fogo e o pastejo são processos intrínsecos à sua dinâmica, evolução e manutenção de sua biodiversidade (Overbeck et al., 2022).

A1. Qual a importância desses ecossistemas e por que estão ameaçados?

São ecossistemas altamente biodiversos contendo inúmeros endemismos e já com uma extensa lista de espécies ameaçadas de extinção. Estão associados à provisão de múltiplos serviços ecossistêmicos. Contudo, historicamente,

têm sido negligenciados, o que compromete a segurança hídrica (Item B) e a climática (Item C), além de resultar em perdas expressivas para a biodiversidade brasileira (Box 1) e no agravamento de processos de desertificação. Essa negligência histórica se reflete: A1.1. No desconhecimento, por parte da sociedade, sobre o real valor ecológico e socioeconômico desses ambientes; A1.2. Em lacunas técnicas e científicas, bem como na escassez de tecnologias voltadas à proteção, gestão, restauração e monitoramento de ecossistemas abertos; A1.3. Na carência de instrumentos legais, políticas públicas e programas específicos direcionados à conservação e ao uso sustentável dessas áreas, inclusive no que se refere ao acesso ao financiamento climático (Item D).

A1.1. Ecossistemas abertos, como campos, savanas e vários tipos de formações arbustivas, são frequentemente **percebidos pela população como áreas degradadas** ou desprovidas de biodiversidade. Por serem frequentemente considerados ambientes de menor valor ecológico ou já degradados, é comum que sejam erroneamente declarados como **pastagens antrópicas ou áreas de uso consolidado** em processos de licenciamento ambiental. No Cerrado, por exemplo, até mesmo profissionais da área ambiental podem ter dificuldade em distinguir áreas campestres nativas de áreas alteradas, devido à semelhança entre espécies de gramíneas exóticas e nativas (e.g., Pilon et al., 2024). Essa limitação técnica compromete o monitoramento e a fiscalização, favorecendo a perda contínua desses ecossistemas. A classificação incorreta dessas áreas como pastagens antrópicas tem levado à implantação de **projeto de florestamento para geração de créditos de carbono, alterando completamente a paisagem aberta para uma paisagem florestal que nunca existiu**. O resultado é uma perda dramática da biodiversidade endêmica e de serviços ecossistêmicos, incluindo o potencial para a pecuária sustentável e a regulação hídrica. As grandes iniciativas globais de mitigação dos efeitos das mudanças do clima, centradas no plantio de árvores, têm, inadvertidamente, estimulado a conversão de ecossistemas abertos em plantios de árvores de baixa diversidade. Esse problema, denominado florestamento (*afforestation*), é comum no Brasil e no mundo e tem sido responsável pela perda severa de biodiversidade e comprometimento de recursos hídricos (Honda & Durigan, 2017).

A1.2. Os ecossistemas abertos vêm sendo convertidos para outros usos da terra a uma velocidade alarmante. A identificação e diferenciação dessas formações — compostas por vegetação nativa de baixo porte, mas muitas vezes extremamente biodiversa — **ainda representam um desafio técnico, especialmente nas análises por**

sensoriamento remoto. A semelhança visual entre áreas naturais e áreas antropizadas (por exemplo, pastagens de espécies exóticas cultivadas) dificulta a detecção de supressões ilegais, resultando em subestimação das perdas reais (Pilon et al., 2024). Além disso, a restauração efetiva desses ambientes permanece um grande desafio científico e prático. Durante a COP 16 de Biodiversidade, realizada em Cali, Colômbia, mais de 130 especialistas alertaram, em carta aberta, que “...embora promissora, a recuperação desses ambientes dificilmente restabelece plenamente a complexidade, diversidade ou resiliência observadas em ecossistemas intactos” (Pilon et al., 2025). Atualmente, são especialmente as espécies exóticas invasoras que dificultam a recuperação plena destes ecossistemas, mas há expectativas para o desenvolvimento de técnicas mais eficientes de controle a partir de atividades de pesquisa conduzidas em diferentes regiões do país (Assis et al., 2021; Campos et al., 2026). Para isso, **é crucial o investimento em P&D direcionado ao mapeamento e controle de gramíneas exóticas invasoras** e à restauração ecológica de ecossistemas não florestais.

A1.3. A ausência de instrumentos legais e de políticas públicas específicas voltadas aos ecossistemas abertos compromete diretamente sua conservação e manejo sustentável. Embora a legislação nacional — como a Lei de Proteção da Vegetação Nativa (Lei nº 12.651/2012) e a Política Nacional de Pagamento por Serviços Ambientais (Lei nº 14.119/2021) — reconheça todos os tipos de vegetação nativa, **esses marcos ainda têm foco predominante em formações florestais, deixando lacunas conceituais e operacionais em campos, savanas e formações da Caatinga** (Pimenta & Fonseca, 2021). No nível estadual, poucos entes federativos dispõem de normativas técnicas que orientem a identificação e a diferenciação de áreas campestres nativas, o que dificulta a fiscalização e o licenciamento ambiental. Em escala nacional, programas estratégicos como o Planaveg e as NDCs brasileiras carecem de metas e instrumentos que reconheçam a conservação preventiva desses ecossistemas como ação climática elegível. **Essa lacuna institucional também se reflete na exclusão dos ecossistemas abertos dos mecanismos de financiamento climático, que ainda concentram recursos em formações florestais** (ver item D; Qin et al., 2023). Como resultado da mobilização técnica de alguns estados brasileiros, com o apoio do Ministério do Meio Ambiente e Mudança do Clima, foi instituído, em junho de 2025, um grupo de trabalho na CONABIO, que visa elaborar a Estratégia Nacional para os Ecossistemas Abertos do Brasil (Brasil, 2025). Para além do desenvolvimento da estratégia, é importante pensar na efetivação futura de suas ações, por meio da incorporação do tema na EPANB e EPAEBs (Estratégia e Planos de Ação para a Biodiversidade).

Possíveis linhas de ação para a conservação dos ecossistemas abertos em nível nacional

1. Investir em educação ambiental e comunicação pública voltados ao reconhecimento, pela sociedade brasileira, do papel essencial dos ecossistemas abertos para a vida humana — destacando sua contribuição à biodiversidade, à regulação climática e à segurança hídrica.
2. Integrar os ecossistemas abertos às estratégias e metas específicas das políticas nacionais (EPANB) e estaduais (EPAEBs) de biodiversidade, mudanças climáticas e uso sustentável do solo.
3. Fortalecer a base técnica e científica por meio do fomento à pesquisa e parcerias institucionais voltadas ao aprimoramento das técnicas de mapeamento por sensoriamento remoto e restauração, além da produção de documentos técnicos e capacitações que ampliem a capacidade de reconhecimento e manejo adequado dessas fisionomias nos processos de fiscalização, licenciamento e restauração.
4. Atualizar, criar e fortalecer legislações e normas federais e estaduais que estabeleçam parâmetros ecológicos e técnicos para o monitoramento, licenciamento e restauração de ecossistemas abertos, reconhecendo suas especificidades florísticas e funcionais.

B. Ecossistemas abertos são essenciais para o abastecimento hídrico do Brasil

A ciência já demonstrou que **quanto mais árvores, maior o volume de água extraída do solo pelas raízes e maior a proporção da chuva que é retida pelas copas** (Jackson et al., 2005; Honda & Durigan, 2016), de modo que menor será a proporção da chuva que irá reabastecer as reservas subterrâneas e os cursos d'água. Por essa razão, **os ecossistemas abertos, com poucas árvores, são mais eficientes do que as florestas em termos de serviços ecossistêmicos hídricos abaixo da superfície** (Honda & Durigan, 2016). Esta relação é ainda mais importante em regiões de clima sazonal, nas quais as chuvas podem ser mais escassas por vários meses. O Cerrado possui uma extensa área com essas características, abrigando milhares de nascentes, que alimentam rios perenes de oito regiões hidrográficas do país. A perenidade dos rios que nascem no Cerrado é um notável privilégio em relação às outras grandes savanas do planeta, cujos rios secam por longos períodos, inviabilizando a **irrigação e a geração de energia hidrelétrica**, por exemplo. Esse sistema só funciona porque o Cerrado é predominantemente composto por ecossistemas

abertos (ou seja, campos e savanas), garantindo com alta eficiência a recarga hídrica. No Cerrado, há estimativa de que até 2050 haverá mais de 30% de perda de vazão dos cursos d'água se forem mantidas as atuais taxas de supressão da vegetação nativa (Salmona et al., 2023).

C. Ecossistemas abertos e os estoques de carbono

Os ecossistemas abertos armazenam cerca de um terço do carbono terrestre do planeta, concentrando a maior parte desse estoque em estruturas subterrâneas e no carbono orgânico do solo (SOC, na sigla em inglês) (Bai & Cotrufo, 2022). A magnitude desses estoques parece estar fortemente relacionada à diversidade vegetal, especialmente em regiões quentes e áridas (Spohn et al., 2023). No contexto brasileiro, evidências recentes indicam que os ecossistemas campestres armazenam quantidades substanciais de carbono no solo, reforçando seu papel estratégico no balanço nacional de gases de efeito estufa (Andrade et al., 2025).

C1. Áreas úmidas do Cerrado representam grandes estoques de carbono

Ecossistemas abertos, como campos e savanas, armazem grandes quantidades de carbono no solo e nas raízes. **Porém, são os solos de campos úmidos e veredas — áreas encharcadas com solos ricos em matéria orgânica — que podem armazenar mais carbono do que florestas de terra firme na Amazônia** (Wantzen et al., 2012). Estes ecossistemas possuem solos turfosos que estocam até 1100 toneladas de carbono em cada hectare, uma concentração cerca de 8x maior que a encontrada na biomassa da Amazônia (Beer et al., 2024; Verona, 2024). Este carbono tem sido estocado ao longo dos últimos 35.000 anos (Barberi et al., 2000; Horák-Terra et al., 2022). Contudo, sua estabilidade depende diretamente da manutenção do regime hídrico da zona freática a longo prazo (Silva et al., 2023). Alterações na infiltração de água podem rebaixar o lençol freático, expondo a turfa à decomposição e liberando grandes volumes de carbono na atmosfera, sobretudo na forma de metano (CH_4) e dióxido de carbono (CO_2) (Verona, 2024). Nestes ecossistemas, o carbono orgânico do solo cumpre um papel importante para a manutenção de grandes estoques de água no subsolo e, por isso, condições que levam à decomposição do carbono — a partir do rebaixamento do lençol freático — também levam à perda da capacidade de estocagem hídrica (Souza et al., 2025). **As áreas úmidas campestres do Cerrado estão distribuídas por todo o bioma e representam um estoque de carbono de escala continental** (Verona, 2024), ainda invisível para políticas públicas e estratégias climáticas (Bassani et al., 2025). A perda desses ambientes implica a perda de estoques de carbono que, uma vez perdidos, não poderão ser compensados por nenhum tipo de florestamento para mitigar o aquecimento global. **É fundamental compreender que a água que infiltra nos**

campos e savanas é a mesma que sustenta a estabilidade das turfeiras em campos úmidos e veredas. Proteger o Cerrado exige uma abordagem integrada, que reconheça a interdependência entre vegetação, solo e água.

C2. A Caatinga como importante sumidouro de carbono

A Caatinga, ainda pouco contemplada nas políticas climáticas, abriga uma grande diversidade de ecossistemas abertos e tem desempenhado um papel estratégico na remoção de carbono. **Estudos recentes indicam que seus ecossistemas podem atuar como um grande sumidouro de CO₂, especialmente em períodos de maior precipitação** (Da Costa et al., 2025). Além disso, técnicas de sensoriamento remoto — como os satélites O-CO₂ e O-CO₃ (NASA) — têm identificado fontes e sumidouros de carbono em diversos biomas brasileiros (Santos et al., 2022; Da Costa et al., 2024). Novas ferramentas e caracterizações, como a análise da variação temporal de xCO₂, combinada com dados de fluorescência induzida pelo sol (SIF), confirmam a Caatinga como uma região com alta atividade fotossintética e alta remoção de carbono, especialmente sensível às chuvas. **O principal desafio é incorporar essas remoções, devido à atividade fotossintética das plantas, ao inventário nacional de emissões.** Quando isso é feito, ecossistemas antes subestimados, como a Caatinga, revelam seu potencial para as estratégias de enfrentamento nacional às mudanças climáticas. Se tal componente fosse considerado, simulações indicam que, com desmatamento zero e considerando a captura de carbono pelas plantas (base da *Climate Trace*), o Brasil teria sido um sumidouro líquido de cerca de 2 Gt de CO₂ entre 2015 e 2022 — mesmo contabilizando as emissões dos setores de energia, transporte e agropecuária (Da Costa et al., 2025). Assim, apesar de representar apenas 10% da área do território nacional, a conservação dos remanescentes de vegetação da Caatinga poderia contribuir significativamente para o balanço de gases de efeito estufa no Brasil.

C3. O Pampa e a manutenção de carbono no solo por meio do uso sustentável

O gado doméstico no Pampa, substitui de certa maneira, a megafauna de pastadores hoje extinta, conhecida a partir de fósseis e outras evidências paleoecológicas. Assim, o pastejo é um processo importante na manutenção da biodiversidade e das características ecológicas dos ecossistemas campestres, principalmente no Sul do Brasil (Campos Sulinos, compreendendo as áreas de campo do bioma Pampa e as áreas de campo na parte sul do bioma Mata Atlântica). **O bioma Pampa possui o segundo maior valor de estoques de carbono por hectare** entre todos os biomas brasileiros (Mapbiomas, 2023) e o pastejo

sustentável é um fator-chave para a manutenção desses estoques e de outros serviços ecossistêmicos providos pelos Campos Sulinos, entre eles a própria produção de carne e de outros produtos animais. No debate sobre emissões de gases de efeito estufa, o gado geralmente é considerado negativamente por emitir metano. No entanto, estudos realizados em diferentes regiões do mundo, inclusive no bioma Pampa, demonstram que ecossistemas campestres, quando manejados adequadamente, podem ser sumidouros de carbono, compensando as emissões de metano do gado (Conant et al., 2017; Roberti et al., 2024). Para campos do bioma Pampa, foi demonstrada a absorção de 207,6 g C por metro quadrado por ano, mesmo considerando as emissões de metano com uma considerável variação conforme o clima, mas sempre atuando como sumidouro de carbono (Roberti et al., 2024). Cabe destacar que, embora o gado hoje desempenhe um papel-chave no Pampa, a manutenção dos estoques de carbono e de outros serviços ecossistêmicos precisa ser avaliada em outros ecossistemas abertos do Brasil. No entanto, já há evidências científicas de manutenção da estrutura e da diversidade em ecossistemas campestres do Cerrado (Campos et al., 2026).

Box1. Como a perda de vegetação em ecossistemas abertos impacta a perda de biodiversidade brasileira?

Tradicionalmente, acreditava-se que os biomas florestais concentravam a maior parte da biodiversidade terrestre. No entanto, essa visão tem sido gradualmente revista à medida que os ecossistemas abertos recebem maior atenção científica. **O Cerrado, por exemplo, é atualmente o segundo bioma mais rico em espécies de angiospermas no Brasil, com 12.563 espécies catalogadas**, atrás apenas da Mata Atlântica (Flora do Brasil, 2020). A grande diversidade de espécies está justamente nas plantas pequenas que compõem o estrato rasteiro (capins, ervas, arbustos); para cada 1 espécie de árvore temos outras 6 espécies de plantas pequenas (Flora do Brasil, 2020). Embora frequentemente negligenciada, a **Caatinga** também revela uma notável riqueza biológica. As espécies não lenhosas, como ervas e trepadeiras, contribuem significativamente para essa diversidade, elevando a **relação espécies/área quase o dobro da observada na Amazônia** (Fernandes et al., 2020). Estudos recentes revelam que os Campos Sulinos podem abrigar **mais de 50 espécies de plantas em apenas 1 m²** (Menezes et al., 2018), evidenciando a alta diversidade desses ambientes. Revisões de dados de flora e fauna em três continentes (Murphy et al., 2016; Bond, 2019) reforçam essa perspectiva ao demonstrar que: (1) ecossistemas abertos podem apresentar riqueza de espécies comparável ou até superior à das florestas tropicais; (2)

sua biodiversidade é única e insubstituível, com comunidades de plantas e animais muito distintas daquelas encontradas em florestas; e (3) grande parte dessa diversidade é endêmica, ou seja, exclusiva desses ambientes. Um exemplo emblemático é o **campo rupestre**, que ocupa menos de 0,8% da área do Brasil, mas abriga cerca de 15% de toda a flora nacional (Silveira et al., 2016). Ainda mais impressionante é o fato de que 41% dessas espécies são endêmicas, o que representa a maior taxa de endemismo do país (BFG, 2018). **Perder esses ecossistemas significa perder grande parte da diversidade de espécies nacional.**

D. Por que os ecossistemas abertos não são contemplados no financiamento climático?

Apesar de sua relevância ecológica e do grande volume de carbono armazenado em seus solos e raízes profundas, os ecossistemas abertos ainda não são plenamente contemplados pelos principais mecanismos de financiamento climático, como o REDD+ e os padrões voluntários de carbono (Verra/VCS, Gold Standard). Esses instrumentos foram concebidos originalmente para lidar com o desmatamento florestal, adotando definições de “floresta” baseadas em cobertura arbórea mínima (geralmente superior a 10–30%) (UNFCCC, 2001). Por isso, **ambientes predominantemente herbáceos, ainda que ricos em carbono subterrâneo, como as áreas úmidas do Cerrado, não se enquadram nas metodologias atuais de mensuração e certificação**. Além disso, a maioria dos modelos de **crédito de carbono exige “mudança de uso” ou “restauração”, o que inviabiliza projetos de conservação preventiva — como a manutenção de ecossistemas abertos — mesmo quando estes evitam emissões e preservam estoques expressivos de carbono**. Sem esse reconhecimento metodológico, os projetos em ecossistemas abertos não conseguem emitir créditos nem acessar recursos de fundos climáticos (como o Fundo Verde para o Clima ou o Fundo Amazônia).

D1. O que é preciso para que os ecossistemas abertos sejam reconhecidos e contemplados no financiamento climático?

É necessário revisar as metodologias internacionais de créditos de carbono, criando parâmetros específicos para a **incorporação e a mensuração do carbono armazenado debaixo do solo**, incluindo em solos e raízes profundas — como já vem sendo discutido por iniciativas como a Verra e por projetos regionais na África. Também é fundamental que a **regeneração natural de savanas secundárias seja reconhecida como técnica válida de restauração, evitando-se o plantio de árvores e implementando-se o**

manejo integrado do fogo, permitindo, assim, que essas áreas mantenham seus estoques de carbono. Quando incorporado o carbono debaixo do solo, os biomas abertos são responsáveis por 42% de todo o carbono sequestrado pela restauração ecológica (Tölgyesi et al., 2025). Esse reconhecimento exige **articulação política e técnico-científica, com a ampliação do conceito de sumidouro nos marcos internacionais de clima**, incorporando os solos e ecossistemas não florestais com base em evidências científicas e metodologias padronizadas.

D2. Há outras estratégias de acesso ao financiamento climático, além do carbono?

Idealmente, ecossistemas abertos deveriam ser valorizados, acima de tudo, pelos múltiplos benefícios fornecidos para a mitigação e adaptação às mudanças climáticas (carbono, biodiversidade, água e benefícios sociais). Principalmente, por seu papel na **segurança hídrica. As águas que nascem nesses ambientes são essenciais para a segurança hídrica em escala nacional e, assim, para a estabilidade dos ecossistemas florestais e das turfeiras tropicais** (Lima & Silva, 2008). Contudo, mesmo antes do pleno reconhecimento desses ambientes pelas políticas de financiamento climático, há caminhos que podem ser mobilizados para incluir os ecossistemas abertos em estratégias de mitigação e adaptação. Algumas das abordagens possíveis são:

Abordagem Baseada em Ecossistemas (EbA): adaptação às mudanças climáticas

A Abordagem Baseada em Ecossistemas (EbA) é reconhecida pelos principais acordos internacionais — UNFCCC, UNCCD e CDB — como uma estratégia legítima de adaptação às mudanças climáticas. Diferentemente dos mecanismos focados exclusivamente na mitigação (como o REDD+), a EbA permite enquadrar ações de conservação, manejo sustentável e restauração de ecossistemas como medidas de adaptação. **As ações EbA podem ser incorporadas às Contribuições Nacionalmente Determinadas (NDCs) dos países**, mesmo que não sejam contabilizadas como reduções de emissões, mas como medidas de adaptação (Brasil, 2018). Isso significa que, mesmo sem o reconhecimento formal dos **ecossistemas abertos** como sumidouros de carbono, **as ações de conservação e manejo sustentável nesses ambientes já podem ser contabilizadas nas metas nacionais de adaptação — o que abre caminho para o acesso a fundos climáticos voltados à resiliência, como o Fundo Verde para o Clima e o Fundo de Adaptação**. No entanto, seu uso ainda depende da capacidade nacional de reunir evidências e desenvolver projetos robustos sobre os benefícios da utilização da biodiversidade e dos serviços ecossistêmicos de ambientes não florestais para ajudar as pessoas a se adaptarem à mudança do clima.

Abordagem Baseada em Ecossistemas

Foco: Adaptação climática.

Fonte de recursos: Fundos públicos e multilaterais (como GCF, GEF, Adaptation Fund e Global Eba Fund).

Mecanismo de acesso: Projetos que demonstrem benefícios de adaptação (ex.: regulação hídrica, redução de vulnerabilidade).

Exemplo: Conservar campos naturais em cabeceiras para garantir a recarga hídrica e reduzir a vulnerabilidade das comunidades rurais à seca.

Nature Finance: integração de múltiplos créditos e mecanismos híbridos

O Nature Finance é uma abordagem de investimento e de geração de receita que cria produtos financeiros que reconhecem o valor agregado dos serviços ecossistêmicos. É a transição do “mercado de carbono” para o “mercado da natureza”, explorando modelos híbridos (público + privado) (Nature Finance, 2023). Experiências recentes na África do Sul (Grasslands Carbon) e Namíbia (Kunene Elephant Highlands), incubadas pela Sustainable Finance Coalition (2025), demonstram que ecossistemas abertos, como savanas e campos naturais, podem ser efetivamente integrados a mecanismos de financiamento climático. A gestão sustentável dessas áreas, aliada a metodologias de mensuração de carbono no solo (como a VM0032 - Verra, 2024) e à criação de créditos complementares (biodiversidade, água e benefícios sociais), tem permitido gerar resultados ambientais e econômicos consistentes. Entre os resultados projetados estão 18,7 milhões de toneladas de CO₂ sequestradas em 30 anos, 66% de aumento na abundância de espécies e 136% de aumento na disponibilidade de água. Esses projetos demonstram o potencial do Nature Finance, uma abordagem de paisagem, que valoriza múltiplos serviços ecossistêmicos, mas que ainda tem limitações que precisam ser superadas (Wunder et al., 2025).

Nature Finance

Foco: Valorização integrada de múltiplos serviços ecossistêmicos.

Fonte de recursos: Mercados voluntários de carbono + fundos privados + parcerias corporativas.

Mecanismo de acesso: Venda de créditos múltiplos ou créditos “empilhados” (carbono, biodiversidade, água, inclusão social).

Exemplo: Projeto que combina créditos de carbono no solo com indicadores de biodiversidade e inclusão social, atraindo empresas ou fundos ESG (fundos de investimento que aplicam recursos em projetos, empresas ou ativos que atendem a padrões de sustentabilidade).

Recomendações no contexto do financiamento climático

1. Promover cooperação internacional entre países megadiversos para defender o reconhecimento dos ecossistemas abertos nos mecanismos climáticos da UNFCCC e nos padrões voluntários, reunindo evidências científicas e desenvolvendo/padronizando metodologias específicas de mensuração de carbono.

2. Desenvolver uma estratégia nacional integrada para viabilizar o financiamento climático para ecossistemas abertos, por meio da aplicação de métricas padronizadas de mensuração de carbono e integração desses ambientes aos sistemas nacionais de quantificação e verificação de carbono.

3. Adotar a Abordagem Baseada em Ecossistemas (Eba) como via imediata para a conservação e o manejo sustentável de ecossistemas abertos como ações de adaptação, viabilizando sua inclusão nas NDCs brasileiras e o acesso a fundos climáticos voltados à adaptação e à resiliência hídrica.

4. Criar instrumentos financeiros híbridos e multibenefício para integrar créditos de carbono, biodiversidade e água em modelos de Nature Finance, valorizando os múltiplos serviços ecossistêmicos prestados por esses ambientes.

ORGANIZADORES E COLABORADORES

Franciele Parreira Peixoto (SEMAD Goiás/CTBio ABEMA), Natasha Pilon (Unicamp), Gerhard Ernst Overbeck (UFRGS), Fernando A. O. Silveira (UFMG), Newton La Scala Júnior (UNESP), Alexandre Bonesso Sampaio (ICMBio), Giselda Durigan (IPA-SP), Amy Zanne (Cary Institute of Ecosystem Studies), Larissa Verona (Unicamp), Valério D. Pillar (UFRGS), Ellane Van Wyk (Sustainable Finance Coalition), Rafael S. Oliveira (Unicamp), Alessandra Bassani (Unicamp), Camila Carvalho de Carvalho (IDSM).

Diagramação: Bianca Carvalho de Carvalho e Camila Carvalho de Carvalho.

Como citar esse documento:

Peixoto, Franciele Parreira; Pilon, Natasha; Overbeck, Gerhard Ernst; Silveira, Fernando A.O.; La Scala Júnior, Newton; Sampaio, Alexandre Bonesso; Durigan, Giselda; Zanne, Amy; Verona, Larissa; Pillar, Valério D.; Van Wyk, Ellane; Oliveira, Rafael S.; Bassani, Alessandra; Carvalho, Camila Carvalho de. Ecossistemas abertos do Brasil: reservatórios de carbono negligenciados pelo financiamento climático, 2025.

REFERÊNCIAS

- ASSIS, G. B. et al. Effectiveness and costs of invasive species control using different techniques to restore cerrado grasslands. *Restoration Ecology*, 29, e13219, 2021.
- ANDRADE, B. O. et al. The GrassSyn dataset: Soil organic carbon stocks in Brazilian grassy ecosystems. *Journal of Environmental Quality*, v. 54, n. 2, p. 335–348, 2025.
- BARBERI, M.; SALGADO-LABOURIAU, M. L.; SUGUIO, K. Paleovegetation and paleoclimate of "Vereda de Águas Emendadas", central Brazil. *Journal of South American Earth Sciences*, v. 13, p. 241–254, 2000.
- BAI, Y.; COTRUFO, M. F. Grassland soil carbon sequestration: Current understanding, challenges and solutions. *Science*, v. 377, p. 603–608, 2022.
- BASSANI, A. et al. Legally protected, practically overlooked: The neglect of diffuse seeps in the conservation of Cerrado non-floodplain wetlands. *Perspectives in Ecology and Conservation*, 2025.
- BEER, F. et al. Peatlands in the Brazilian Cerrado: insights into knowledge, status and research needs. *Perspectives in Ecology and Conservation*, 2024.
- BFG. The Brazilian Flora 2020: Innovation and collaboration to meet Target 1 of the Global Strategy for Plant Conservation (GSPC)p. *Rodriguésia*, 69(4), 1513–1527. 2018.
- BOND, W. J. *Open ecosystems: ecology and evolution beyond the forest edge*. Oxford University Press. 2019
- BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. Secretaria de Biodiversidade—Departamento de Conservação de Ecossistemas. *Adaptação baseada em Ecossistemas (AbE) frente à Mudança do Clima: Apostila do Curso*. Brasília: MMA, 2018. Disponível em: https://cooperacao-brasil-alemanha.com/Mata_Atlantica/Apostila_AbE.pdf. Acesso em: 06 nov. 2025.
- BRASIL. Ministério do Meio Ambiente e Mudança do Clima. Comissão Nacional de Biodiversidade. Resolução CONABIO nº 12, de 26 de junho de 2025. Dispõe sobre a instituição do Grupo de Trabalho para a elaboração da Estratégia Nacional para a Conservação, Restauração, Uso Sustentável e Repartição de Benefícios dos Campos Naturais Brasileiros. Diário Oficial da União: seção 1, Brasília, DF, n. 158, p. 89, 21 ago. 2025. Disponível em: <https://www.in.gov.br/en/web/dou/-/resolucao-conabio-n-12-de-26-de-junho-de-2025-649884953>. Acesso em: 11 nov. 2025.
- CAMPOS, B. H., et al. Cattle grazing controls non-native grass invasion and restores ground layer diversity and structure in tropical open ecosystems. *Agriculture, Ecosystems & Environment*, 397, 110050, 2026.
- CONANT, R. et al. Grassland management impacts on soil carbon stocks: a new synthesis. *Ecological Applications* 27(2): 662–668, 2017.
- DA COSTA, L. M. et al. A comparative analysis of GHG inventories and ecosystems carbon absorption in Brazil. *Science of the Total Environment*, v. 958, p. 177932, 2025.
- DA COSTA, L.M. et al. Exploring CO₂ anomalies in Brazilian biomes combining OCO-2 & 3 data: Linkages to wildfires patterns. *Advances in Space Research*, v. 73, n. 8, p. 4158–4174, 2024.
- FERNANDES, M. F., et al. An updated plant checklist of the Brazilian Caatinga seasonally dry forests and woodlands reveals high species richness and endemism. *Journal of Arid environments*, 174, 104079. 2020.
- FLORA DO BRASIL 2020. Jardim Botânico do Rio de Janeiro. Disponível em: <http://floradobrasil.jbrj.gov.br>. Acesso em: 06 nov. 2025.
- HONDA, E. A.; DURIGAN, G. Woody encroachment and its consequences on hydrological processes in the savannah. *Philosophical Transactions of the Royal Society B: Biological Sciences*, v. 371, n. 1703, 2016.
- HONDA, E. A.; DURIGAN, G. A restauração de ecossistemas e a produção de água. *Hoehnea*, v. 44, n. 3, p. 315–327, 2017.
- HORÁK-TERRA, I. Soil processes and properties related to the genesis and evolution of a Pleistocene savanna palm swamp (vereda) in central Brazil. *Geoderma* 410, 115671, 2022.
- JACKSON, R. B. et al. Trading water for carbon with biological carbon sequestration. *Science*, v. 310, p. 1944–1947, 2005.
- LIMA, J. E. F. W.; SILVA, E. D. Recursos hídricos do bioma Cerrado: importância e situação. In: SANO, S. M.; ALMEIDA, S. P.; RIBEIRO, J. F. (Orgs.). *Cerrado: ecologia e flora*. v. 1. Brasília: Embrapa Cerrados, 2008. p. 87–106.
- MAPBIOMAS. *Mapeamento anual do estoque de carbono orgânico do solo no Brasil 1985–2021 (coleção beta)*. MapBiomass Data, v. 1, 2023. Disponível em: <https://mapbiomas.org>. Acesso em: 06 nov. 2025.
- MENEZES, L. S. et al. Plant species richness record in Brazilian Pampa grasslands and implications. *Brazilian Journal of Botany*, v. 41, n. 4, p. 817–823, 2018.
- MURPHY. The underestimated biodiversity of tropical grassy biomes. *Philosophical Transactions of the Royal Society B: Biological Sciences*, 371(1703), 20150319, 2016.
- NATURE FINANCE. *The Future of Biodiversity Credit Markets*. Taskforce on Nature Markets, 2023. Disponível em: <https://www.naturefinance.net/wp-content/uploads/2023/02/TheFutureOfBiodiversityCreditMarkets.pdf>. Acesso em: 06 nov. 2025.
- OVERBECK, G. E. et al. Placing Brazil's grasslands and savannas on the map of science and conservation. *Perspectives in Plant Ecology, Evolution and Systematics*, v. 56, p. 125687, 2022.
- PILON, N. et al. *Manual para identificação e conservação das fisionomias abertas do Cerrado* [E-book]. Forest Criações, 2024. ISBN 978-65-98289-1-3.
- PILON, N. et al. Open letter: There are more than just trees and forests to be conserved and restored. *Plants, People, Planet*, 7, 1220–1224, 2025.
- PIMENTA, M. A.; FONSECA, A. de F. C. To what extent are threatened plant species considered in impact assessment decision-making? Insights from southeastern Brazil. *Environmental Impact Assessment Review*, v. 86, p. 106516, 2021.
- QIN, S. et al. Changing determinants of international conservation funding committed to major deforestation regions in South America. *Biological Conservation*, v. 288, p. 110362, 2023.
- ROBERTI, D. R., et al. Sustainability in Natural Grassland in the Brazilian Pampa Biome: Livestock Production with CO₂ Absorption. *Sustainability*, 16(9), 3672, 2024.
- SALMONA, Y. B. et al. A Worrying Future for River Flows in the Brazilian Cerrado Provoked by Land Use and Climate Changes. *Sustainability*, v. 15, n. 5, p. 4251, 2023.
- SANTOS, G. A. de A. et al. Hot spots and anomalies of CO₂ over eastern Amazonia, Brazil: A time series from 2015 to 2018. *Environmental Research*, v. 215, p. 114379, 2022.
- SILVA, A. C.; RECH, A. R.; TASSINARI, D. (Orgs.). *Turfeiras da Serra do Espinhaço Meridional: serviços ecossistêmicos, interações bióticas e paleoambientes*. Curitiba: Editora e Livraria Appris Ltda., 2023. ISBN 978-65-250-3413-3.
- SILVEIRA, F. A. O., et al. Ecology and evolution of plant diversity in the endangered campo rupestre: a neglected conservation priority. *Plant and soil*, 403(1), 129–152, 2016.
- SPOHN, M. et al. The positive effect of plant diversity on soil carbon depends on climate. *Nature Communications*, v. 14, n. 1, p. 6624, 2023.
- SOUZA, I.S., et al. Soil organic carbon stock in a peat-wetland ecosystem in the Cerrado biome under different land covers and its role in water storage. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, 49, e0240137. 2025.
- SUSTAINABLE FINANCE COALITION. *Sustainable Finance Coalition – Official Website*. Disponível em: <https://sustainablefinancecoalition.org/>. Acesso em: 06 set. 2025.
- TÖLGYESI, C. et al. Limited carbon sequestration potential from global ecosystem restoration. *Nature Geoscience*, v. 18, n. 8, p. 761–768, 2025.
- UNEP. *Nature Finance: Expanding Climate Finance Beyond Forests*. Nairobi: United Nations Environment Programme, 2023.
- UNFCCC. Decision 11/CP.7: Land use, land-use change and forestry (Marrakesh Accords). 2001. Disponível em: https://unfccc.int/files/meetings/workshops/other_meetings/application/pdf/11cp7.pdf. Acesso em: 06 nov. 2025.
- VERRA. Verra consolidates sustainable grassland methodologies. 2024. Disponível em: <https://verra.org/verra-consolidates-sustainable-grassland-methodologies/>. Acesso em: 06 nov. 2025.
- VERONA, L. Carbon dynamics and stability in an endangered Cerrado wetland. 2024. Dissertação (Mestrado em Biologia Vegetal) – Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2024.
- WANTZEN, K.M. et al. Soil carbon stocks in stream-valley-ecosystems in the Brazilian Cerrado agroscape. *Agriculture Ecosystems & Environment*, 151, 70–79. 2012.
- WUNDER, S. et al. Biodiversity Credits: An Overview of the Current State, Future Opportunities, and Potential Pitfalls. *Business Strategy and the Environment*, 2025.



Laboratório de Ecologia e Hidrologia
Floresta Estadual de Assis



IPA
INSTITUTO DE
PESQUISAS AMBIENTAIS



ABEMA
Associação Brasileira de Entidades Estaduais de Meio Ambiente

SE MAD
Secretaria de Estado
de Meio Ambiente e
Desenvolvimento
Sustentável



UFRGS
UNIVERSIDADE FEDERAL
DO RIO GRANDE DO SUL

UFGM
BIOTA **CAMPOS**



GOV GO
O ESTADO QUE DÁ CERTO

UNICAMP