



Crédito fotográfico: Stephen Elliott



RELATÓRIO RESUMIDO

2022

ENTENDENDO A RESTAURAÇÃO DA PAISAGEM FLORESTAL: REFORÇANDO OS
FUNDAMENTOS CIENTÍFICOS DA DÉCADA DAS NAÇÕES UNIDAS PARA A
RESTAURAÇÃO DE ECOSISTEMAS

Conteúdo

DESTAQUES	1
INTRODUÇÃO	2
AVANÇOS CIENTÍFICOS ESSENCIAIS DA EDIÇÃO TEMÁTICA	3
QUAIS OS PRÓXIMOS PASSOS PARA A CIÊNCIA AJUDAR A RESTAURAR AS FLORESTAS DO MUNDO?	7
REFERÊNCIAS	9
INFORMAÇÕES DE CONTATO	11
APÊNDICE 1 – DECLARAÇÕES DE CONSENSO	12

Sumário executivo para edição temática da Philosophical Transactions of the Royal Society of London, Series B, Biological Sciences, novembro de 2022 (<https://royalsocietypublishing.org/toc/rstb/2023/378/1867>)

Andrew R. Marshall, Lindsay F. Banin, Marion Pfeifer, Catherine E. Waite, Sarobidy Rakotonarivo, Susan Chomba, Fabio A.R. Matos, Gustavo Heringer, Mônica P. da Silva, Robin L. Chazdon

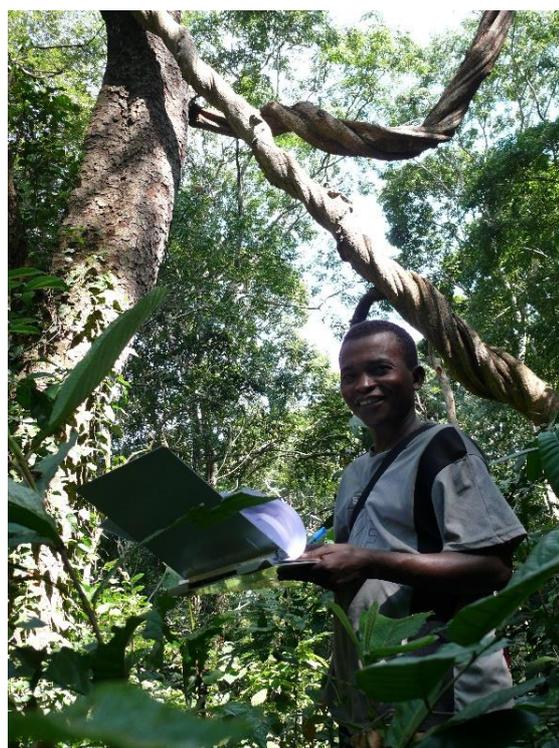
DESTAQUES

- A Década das Nações Unidas para a Restauração de Ecossistemas precisará de contribuições científicas para garantir o seu sucesso.
- Nossa edição temática identifica 15 áreas prioritárias para a ciência da restauração florestal e contém 20 artigos com avanços nessas áreas. O editorial também destaca as formas pelas quais a prática da ciência da restauração pode ser aprimorada e melhor divulgada para profissionais, legisladores e colaboradores mais amplos.
- A ciência e o monitoramento são cruciais, particularmente para entender resultados a longo prazo, no entanto, não são essenciais para o planejamento da restauração.
- O foco científico é necessário em escalas relevantes para ações de restauração e tomadas de decisões.
- A restauração florestal pode beneficiar a natureza e pessoas se executada corretamente, porém existem barreiras comuns para atingir esses objetivos simultaneamente.
- Mais pesquisas são necessárias sobre os custos e benefícios da restauração, tanto para natureza, quanto para pessoas e o que constituem as melhores práticas em um contexto específico.

INTRODUÇÃO

A Década das Nações Unidas para a Restauração de Ecossistemas, 2021-2030, traz uma oportunidade crucial para restaurar florestas, vitais para espécies, pessoas e clima do mundo. A realização da restauração florestal e o plantio de árvores utilizando práticas baseadas em evidências são importantes para a natureza e pessoas: utilizando espécies e métodos adequados, em locais apropriados e com total colaboração entre profissionais, cientistas e populações locais. Igualmente, é essencial que os implementadores da Restauração da Paisagem Florestal (FLR) considerem regiões inteiras e todas as pessoas e organizações relevantes, não apenas localidades individuais de forma isolada. Assim, a estratégia FLR é definida como um processo cujo objetivo é restaurar o funcionamento ecológico e o bem-estar humano em paisagens florestais degradadas. Neste sentido, ao adotar uma abordagem holística, os esforços para a estratégia FLR podem abordar múltiplas razões para a regeneração florestal e garantir benefícios para todos os colaboradores, incluindo aqueles que vivem fora da paisagem. Abordagens científicas são necessárias para compreender e agir plenamente sobre os múltiplos objetivos e desafios da estratégia FLR, no entanto, cientistas são raramente envolvidos no planejamento das estratégias FLR e na implementação de ações.

Esse artigo resume os achados de uma edição temática em um importante jornal internacional, reunindo cientistas de todo o mundo e de diversas disciplinas científicas. Esta edição especial é composta por 20 artigos, com 192 autores de 27 países, incluindo muitos dos trópicos em desenvolvimento, onde se concentram a maioria dos trabalhos apresentados. A maioria desses cientistas, incluindo os 7 editores convidados, estão trabalhando na linha de frente da restauração florestal, tentando usar evidências de pesquisas para inspirar ações e mudanças. Para contribuir com esses esforços, a edição temática visa identificar como a ciência pode ajudar a alcançar as prioridades globais da estratégia FLR durante a Década das Nações Unidas para a Restauração de Ecossistemas e além. Os artigos desta edição temática testam opções e oferecem soluções para o planejamento e execução da estratégia FLR em benefício da natureza e das



Crédito fotográfico: Andrew R. Marshall

pessoas. Outros artigos incluem abordagens para identificar, monitorar, prever e mitigar os múltiplos desafios para o sucesso da estratégia FLR. Alguns artigos também apresentam desenvolvimentos metodológicos e conceituais para as florestas secundárias, tanto para biodiversidade, quanto para os estoques de carbono, utilizando métodos apropriados e práticas justas e inclusivas.

AVANÇOS CIENTÍFICOS ESSENCIAIS DA EDIÇÃO TEMÁTICA

A introdução da edição temática lista 15 maneiras que a ciência pode ajudar a fornecer informações essenciais e novas para uma melhor restauração de paisagens florestais¹. Ao elaborar essa lista, uma equipe internacional de cientistas considerou as lacunas no conhecimento ao longo de todo o ciclo da restauração florestal, desde o planejamento até a implementação, avaliação e reavaliação. A lista é utilizada para identificar áreas críticas para pesquisas no futuro e para destacar os principais avanços obtidos pelos artigos que a acompanham.

1. AVANÇOS PARA SUPERAR AS BARREIRAS À RESTAURAÇÃO DA PAISAGEM FLORESTAL



Crédito fotográfico: Andrew R. Marshall

A edição temática enfatiza que avanços essenciais na ciência são necessários para melhor compreender o bem-estar humano, os desafios econômicos e de gestão para o sucesso da estratégia FLR¹. Nas regiões em desenvolvimento, as comunidades locais têm sido frequentemente negligenciadas na restauração florestal, bem como pelas estruturas de gestão que supervisionam o trabalho. O financiamento sustentável da iniciativa FLR é um grande desafio econômico, com a maioria dos projetos de restauração tendo recurso insuficiente, além do interesse de curto prazo por parte dos agentes financiadores e nenhuma evidência científica concreta sobre a melhor forma de obter financiamento de longo prazo. Também permanece uma considerável incerteza sobre como todos esses desafios interagem com os desafios ambientais, tais como as variações climáticas naturais e as induzidas pelo homem. Consequentemente, outro grande desafio é que os distúrbios em curso, especialmente a

exploração de árvores, herbivoria, incêndios e vendavais, continuam a ameaçar a restauração florestal, mesmo em condições de boa gestão e climas favoráveis.

Na edição temática, uma revisão de literatura e um estudo de caso raro mostram que o bem-estar humano em regiões de FLR podem ser beneficiado por práticas justas e equitativas, por exemplo, por meio de esquemas de incentivos² e certificação florestal³, mas isso ainda precisa ser testado em regiões que diferem em relação a condições biofísicas, socioeconômicas, de governança e histórico de uso da terra. O bem-estar pode melhorar com o aumento do rendimento das colheitas e por meio do acesso aos recursos florestais², porém há tanto benefícios como custos associados à biodiversidade⁴. Embora a

superação do bem-estar e outros desafios humanos sejam muitas vezes difíceis em regiões em desenvolvimento, uma teoria pioneira na edição temática sublinha que uma avaliação relativamente simples da capacidade da comunidade pode prever e melhorar a forma de superar alguns desafios com relativa facilidade⁵. Novos dados ao nível de paisagem apresentados na edição temática mostram que a restauração florestal em áreas protegidas existentes podem evitar muitas das complexidades humanas da estratégia FLR, diminuindo custos⁶. No entanto, isso também destaca a tentação de seguir o caminho mais rápido para atingir as metas de restauração, ignorando as necessidades de restauração da comunidade em terras públicas ou privadas⁶. Além disso, estudos de caso na edição temática mostram que a recomposição florestal se torna mais vulnerável a estresses ambientais^{7,8,9} onde os desafios humanos e de gestão levaram a distúrbios ou práticas inadequadas. O fogo permanece como um estresse ambiental representativo em muitas partes do mundo, mas abordagens para manejá-lo geralmente precisam de mais conhecimento específico do local em relação ao seu papel natural, como observado na edição temática sobre planejamento da paisagem⁶ e novos conceitos emergentes¹⁰.

2. AVANÇOS PARA PLANEJAR E AVALIAR A RESTAURAÇÃO DA PAISAGEM FLORESTAL

O planejamento da restauração da paisagem raramente considera as diversas razões potenciais para restauração florestal, por exemplo, a recomposição da biodiversidade e das espécies, sequestro de carbono, desenvolvimento econômico e necessidades de subsistência¹. As decisões de planejamento são agravadas pela falta de avaliação científica de procedimentos alternativos para tomada de decisões. Como resultado, faltam informações científicas críticas sobre onde (e onde não) restaurar florestas. A carência de informação disponível também tem sido controversa, em especial para tentativas globais de mapear locais prioritários para a restauração, que não incorporam alguns fatores de viabilidade essenciais para tomada de decisão regional. A avaliação científica também é seriamente limitada em termos de identificação do valor e das cadeias de suprimentos cruciais para o estabelecimento de benefícios financeiros advindos das florestas a população local. Mais amplamente, a maioria dos projetos de restauração carece de medição e monitoramento suficientes para avaliar verdadeiramente o sucesso da restauração da paisagem florestal tanto para a natureza quanto para as pessoas^{8,12}.

Estudos regionais da edição temática mostram diferenças na definição de prioridades espaciais quando comparadas às previsões de avaliações globais, indicando as limitações dos estudos globais, e que a escala do planejamento da restauração precisa se conectar com as decisões que estão sendo tomadas e com a confiabilidade dos dados^{6,11}. A edição temática apresenta novas abordagens técnicas para avaliar e sintetizar as múltiplas considerações do planejamento regional da restauração da paisagem, mostrando que o planejamento deficiente aumenta o conflito entre as pessoas e a vida selvagem⁴ e leva ao uso ineficiente do financiamento⁶. A avaliação da capacidade da comunidade é usada na edição especial para prever o potencial da restauração, o valor e a oferta – comunidades com maior capital financeiro e social necessitam menos apoio financeiro⁵. No entanto, a receita pode levar tempo para ser acumulada, assim, o foco do planejamento em outros aspectos do bem-estar e meios de subsistência também são importantes³. A medição e monitoramento do bem-estar, resultados econômicos e de governança da restauração também têm potencial para melhorar os objetivos da estratégia FLR^{3,4}, porém, dados socioeconômicos estão menos disponíveis e os métodos são bem menos estabelecidos em estudos de restauração, especialmente para grupos marginalizados⁵. A edição temática também

identifica que dados de monitoramento biológico são no geral insuficientes, necessitando de controles comparáveis¹ e requerem ajustes para considerar melhor a sobrevivência e crescimento de plantas⁸, da diversidade e composição de espécies¹² e a dispersão de sementes¹³. Para maximizar os resultados biológicos, os estudos de caso na edição especial destacam a importância da avaliação da cobertura da terra em mosaicos de paisagem de floresta-savana para identificar qual ecossistema é o alvo da restauração adequada^{6,11}.

3. AVANÇOS PARA MELHORAR AS TÉCNICAS DE RESTAURAÇÃO FLORESTAL

Existem muitas técnicas para restaurar os ecossistemas florestais, no entanto, há uma dependência excessiva do plantio de árvores em vez da recuperação natural. A consequência do plantio inapropriado de árvores é a composição inadequada de espécies, sobrevivência e crescimento insatisfatórios e benefícios limitados para a biodiversidade e para pessoas. Assim, mais informações científicas são necessárias para ajudar a determinar os métodos de restauração apropriados e como realizar um trabalho melhor no plantio de árvores, se esse for o método mais indicado. Por exemplo, a edição temática identifica a necessidade de avanços científicos essenciais para determinar os impactos de plantas competidoras e como realizar o manejo, o que terá consequências representativas para melhorar o crescimento de árvores, o sequestro global de carbono¹. Avanços também são necessários para entender melhor a importância do solo e subsolo, cruciais para o sucesso da restauração, que raramente são manejados. Da mesma forma, animais são fundamentais para a dispersão de sementes e polinização, porém também são ignorados com frequência no planejamento de restauração. Neste sentido, são necessários avanços científicos para entender melhor os impactos ambientais da restauração que podem ser representativos. Além disso, resultados conflitantes foram relatados, especialmente no que diz respeito ao fluxo e disponibilidade de água, que podem ser impactados positiva e negativamente pela restauração florestal¹.

Os métodos de restauração são economicamente mais viáveis quando consideram as condições ambientais e os níveis de degradação, embora a restauração ecológica ativa seja um processo caro, torna-se financeiramente viável quando utilizada de forma apropriada^{6,8,14,15}. No entanto, a edição temática também destaca que os métodos para seleção de espécies arbóreas são inconsistentes e mal definidos¹⁴ e os plantios muitas vezes são pobres em espécies⁸. Ainda, embora as espécies exóticas possam ajudar a melhorar as perspectivas de plantação de árvores aumentando o crescimento de árvores nativas, também podem reduzir a biodiversidade global¹⁸. Um estudo de caso adicional na edição temática mostra que métodos economicamente viáveis facilitam a recuperação natural, ao invés do plantio, e também, melhoram a resistência aos danos causados pelo vento⁷. A avaliação espacial na edição temática mostra que as melhores práticas de restauração variam entre as paisagens e podem ser previstas usando informações biológicas básicas⁶, mas mesmo estas informações são extremamente limitadas em muitas regiões⁸. Informações aperfeiçoadas sobre solo e perturbação podem ajudar a selecionar melhor os métodos de restauração^{9,16} e as espécies¹⁴. Da mesma forma, uma pesquisa na edição temática mostra como é importante considerar os animais na seleção de espécies e locais, tanto para estimular a dispersão de sementes¹³, quanto para minimizar o conflito entre humanos e a vida selvagem⁴.



Crédito fotográfico: Revocatus Laurian, Reforest Africa

QUAIS OS PRÓXIMOS PASSOS PARA A CIÊNCIA AJUDAR A RESTAURAR AS FLORESTAS DO MUNDO?

A primeira mensagem abrangente da edição temática é que mais pesquisas científicas são necessárias, com foco em todo o ciclo de manejo da restauração florestal¹. A partir do resumo acima, vemos que o foco científico é necessário no planejamento espacial e na projeção dos resultados da iniciativa FLR em escalas realistas para garantir a confiabilidade e relevância dos dados para os profissionais e tomadores de decisões. Identificar onde e quando é melhor restaurar exigirá uma maior compreensão da governança, considerações sociais e de posse da terra, dos benefícios bióticos, abióticos, humanos e dos custos da ação de restauração. Uma vez que os locais de restauração tenham sido selecionados, pesquisas científicas são necessárias para melhor auxiliar a seleção de métodos, e conseqüentemente, melhor aproveitar e auxiliar a sucessão natural para florestas mais resilientes e em recuperação natural. Monoculturas ou plantações de árvores pobres em espécies não são florestas saudáveis, resilientes e totalmente funcionais e possuem serviços ecossistêmicos limitados, restringindo os benefícios disponíveis para a população local. Os cientistas também estão posicionados para ajudar a encontrar maneiras de financiar a restauração sustentável, tanto por meio de investigação, quanto por meio de seus contatos internacionais e fontes de financiamento, que podem não ser acessíveis ou aparentes para os profissionais que trabalham em campo. Propostas de financiamento colaborativo entre cientistas e profissionais da restauração ecológica de ecossistemas também podem ampliar o conjunto de financiamento acessível para ambos e permitir que a ciência prossiga simultaneamente com ações de manejo.

A segunda mensagem abrangente é que uma ciência aprimorada é necessária. Controvérsias recentes mostram que os próprios cientistas podem melhorar seu trabalho, com um prefácio científico, a edição temática destaca seis maneiras de melhorar a ciência da restauração para garantir transparência, realismo, forte foco nos dados e atenção aos custos e benefícios financeiros¹⁹. A iniciativa FLR também precisa ser sustentada por métodos aprimorados de medição e monitoramento dos resultados biológicos e não biológicos, especialmente aqueles relacionados à capacidade local e bem-estar, que podem ser facilmente usados por outros. As medições são importantes para o monitoramento retroativo do sucesso, ou seja, indicadores mensurados ao longo do tempo, mas os indicadores também podem ser de um período específico de tempo na medida em que podem ser usados para prever ameaças iminentes, tendências futuras, oportunidades ou adequações de decisões de gestão alternativas. Financiadores e doadores precisam reconhecer a importância do monitoramento de longo prazo como um componente crítico dos ciclos de projetos de restauração.

A terceira mensagem abrangente é que a ciência da iniciativa FLR e o conhecimento científico precisam ser comunicados e aplicados de forma mais eficaz. As descobertas científicas precisam alcançar com sucesso os tomadores de decisões e as organizações executoras que serão mais capazes de usar as informações para alavancar ações. Assim, um prefácio prático da edição temática apresenta três caminhos para ajudar cientistas da iniciativa FLR a melhorar a utilização dos seus trabalhos, enfatizando a necessidade da ciência direcionar melhor as informações com relevância prática e melhor colaborar e

comunicar com os parceiros de fora da academia para que os resultados sejam compreendidos²⁰. No geral, cientistas precisam se tornar e tornar os seus trabalhos mais acessíveis, construindo relações de trabalho eficaz e de diálogo com profissionais e tomadores de decisões.

As principais conclusões da edição temática de relevância para as políticas e práticas são também resumidas em doze declarações de consenso (ver Anexo).

REFERÊNCIAS (todas são da edição temática da Phil. Trans. B, novembro de 2022)

1. Marshall et al., Fifteen essential science advances needed for effective restoration of the world's forest landscapes.
2. Tedesco et al., The role of incentive mechanisms in promoting forest restoration.
3. Loveridge et al., Pathways to win–wins or trade-offs? How certified community forests impact forest restoration and human wellbeing.
4. Pfeifer et al., A systems approach framework for evaluating tree restoration interventions for wellbeing and ecological outcomes in rural tropical landscapes.
5. Herbohn et al., The Community Capacity Curve applied to reforestation: a framework to support success.
6. Wills et al., A practice-led assessment of landscape restoration potential in a biodiversity hotspot.
7. Stas et al., Implications of tropical cyclones on damage and potential recovery and restoration of logged forests in Vietnam.
8. Banin et al., The road to recovery: a synthesis of outcomes from ecosystem restoration in tropical and sub-tropical Asian forests.
9. König et al., Restoration success in former Amazonian mines is driven by soil amendment and forest proximity.
10. Lindenmayer et al., Forest restoration in a time of fire: perspectives from tall, wet, eucalypt forests subject to stand-replacing wildfires.
11. Lewis et al., Identifying hotspots for ecosystem restoration across heterogeneous tropical savannah-dominated regions.
12. Chazdon et al., Monitoring recovery of tree diversity during tropical forest restoration: lessons from long-term trajectories of natural regeneration.
13. Estrada-Villegas et al., Animal seed dispersal recovers quickly during passive restoration.
14. Elliott et al., The framework species method—harnessing natural regeneration to restore tropical forest ecosystems.
15. Kulikowski et al., Restoration interventions mediate tropical tree recruitment dynamics over time.
16. van der Sande et al., Soil resistance and recovery during Neotropical forest succession.
17. Werden et al., Belowground traits mediate tree survival in a tropical dry forest restoration.
18. Matos et al., Invasive alien acacias rapidly stock carbon, but threaten biodiversity recovery in young second growth forests.
19. Lewis, Realizing the potential of restoration science.
20. Gnadjia and Vidal, How can science help to implement the UN Decade on Ecosystem Restoration 2021–2030?



INFORMAÇÕES DE CONTATO

Professor Andrew R. Marshall
University of the Sunshine Coast
Sippy Downs QLD 4558, Australia
amarsha1@usc.edu.au

Dr Lindsay F. Banin
UK Centre for Ecology & Hydrology
Bailrigg, Lancaster, LA1 4AP, UK
libanin@ceh.ac.uk

Dr Marion Pfeifer
Newcastle University
Newcastle upon Tyne, NE1 7RU, UK
marion.pfeifer@newcastle.ac.uk

Dr Catherine E. Waite
University of the Sunshine Coast
Sippy Downs, QLD 4558, Australia
cwaite@usc.edu.au

Dr Sarobidy Rakotonarivo
Université d'Antananarivo
BP 566 Antananarivo, Madagascar
sarobidy.rakotonarivo@gmail.com

Dr Susan Chomba
World Resources Institute
Nairobi, Kenya
susan.chomba@wri.org

Dr Fabio A. R. Matos
Universidade Federal do Espírito Santo,
Campus CEUNES, São Mateus, Brasil
fabiomatos.bio@gmail.com

Dr Gustavo Heringer
Universidade Federal de Lavras
Lavras, MG, Brasil
gustavoheringer@hotmail.com

Dr Mônica Pacheco da Silva
Instituto Federal do Norte de Minas Gerais
Januária, MG, CEP: 39.480-000, Brasil
monica.silva@ifnmg.edu.br

Professor Robin L. Chazdon
University of the Sunshine Coast
Sippy Downs QLD 4558, Australia
rchazdon@usc.edu.au

APÊNDICE 1 – DECLARAÇÕES DE CONSENSO

DECLARAÇÕES DE CONSENSO PARA REFORÇAR AS BASES CIENTÍFICAS PARA A RESTAURAÇÃO FLORESTAL SOB A DÉCADA DAS NAÇÕES UNIDAS PARA A RESTAURAÇÃO DE ECOSISTEMAS

As seguintes declarações de consenso destinam-se a ajudar a comunicar as descobertas científicas da edição temática acima e destinam-se ao desenvolvimento de um artigo destinado a profissionais e formuladores de políticas públicas:

1. Profissionais, biólogos, cientistas sociais e economistas devem trabalhar de maneira colaborativa para planejar, implementar e avaliar a restauração florestal.
2. Os locais variam muito em seu potencial de restauração de florestas, exigindo avaliações iniciais das condições socioambientais e planejamento espacial das atividades.
3. Os métodos de restauração florestal devem ser adaptados às condições do local, processos naturais e necessidades das comunidades locais.
4. As informações científicas podem ser usadas para melhorar a seleção de espécies de árvores e as abordagens de plantio, para facilitar a recuperação natural, economizar custos e melhorar os resultados.
5. Distúrbios e plantas altamente competitivas estão causando problemas para a recuperação de florestas em todo o mundo, mas podem ser manejadas usando abordagens colaborativas.
6. A restauração florestal é complexa e deve considerar múltiplos objetivos, resultados, direcionadores, partes interessadas, usos da terra, compensações e caminhos para o sucesso.
7. Os custos e benefícios da restauração são mal compreendidos e podem se estender além dos limites dos projetos de restauração, incluindo comunidades e bacias hidrográficas mais amplas.
8. Os desafios locais de subsistência e gestão são frequentemente mal compreendidos, portanto, difíceis de enfrentar, exigindo estratégias que visem o bem-estar humano e a posse da terra como prioridades.
9. A população local tem maior probabilidade de implementar, apoiar e se beneficiar da restauração florestal se estiver envolvida em todo o processo e tiver níveis mínimos de capacidade.
10. Incentivos financeiros e esquemas de certificação beneficiam tanto a natureza quanto as pessoas, se administrados corretamente.
11. Os sistemas financeiros para restauração florestal requerem desenvolvimento para melhorar a relação custo-benefício, sustentabilidade e compromissos de longo prazo dos parceiros do projeto.
12. O monitoramento dos resultados ecossistêmicos, sociais e de governança de projetos de restauração florestal requer controles adequados e métodos apropriados.