



Universidade Estadual de Goiás  
Unidade de Ciências Exatas e  
Tecnológicas  
Programa de Pós-Graduação *stricto sensu* em Recursos Naturais do Cerrado

**RENATO MURILO BORGES AGUIAR**

**ESTUDO CIENCIOMÉTRICO DO USO DA ABORDAGEM DE SERVIÇOS  
ECOSSISTÊMICOS PARA AVALIAR A RECUPERAÇÃO DE ÁREAS  
DEGRADADAS**

ANÁPOLIS  
2025

**RENATO MURILO BORGES AGUIAR**

**ESTUDO CIENCIOMÉTRICO DO USO DA ABORDAGEM DE SERVIÇOS  
ECOSSISTÊMICOS PARA AVALIAR A RECUPERAÇÃO DE ÁREAS  
DEGRADADAS**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação *Stricto Sensu* em Recursos Naturais do Cerrado, da Universidade Estadual de Goiás para obtenção do título de Mestre em Recursos Naturais do Cerrado.

Orientador: Prof. Drº. Paulo De Marco Júnior

ANÁPOLIS  
2025

Aguiar, Renato Murilo Borges.

Estudo cienciométrico do uso da  
abordagem de serviços ecossistêmicos para avaliar a recuperação de  
áreas degradadas/ Renato Murilo Borges Aguiar. – 2025.

60 f.; figs, tabs.

Orientador: Prof. Dr. Paulo De Marco Júnior

Dissertação (Mestrado) –  
Universidade Estadual de Goiás, Câmpus de Ciências Exatas e  
Tecnológicas, 2025.

Bibliografia.

**PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO *STRICTO SENSU* EM RECURSOS  
NATURAIS DO CERRADO - RENAC****ATA DE DEFESA PÚBLICA DE MESTRADO Nº 12/2025**

Aos trinta dias de abril de dois mil e vinte e cinco, a partir das quatorze horas, de forma remota, foi realizada a sessão de Banca de Defesa de Mestrado do discente **RENATO MURILO BORGES AGUIAR**, que apresentou o trabalho intitulado “**ESTUDO CIENTÍFICO DO USO DA ABORDAGEM DE SERVIÇOS ECOSISTÊMICOS PARA AVALIAR A RECUPERAÇÃO DE ÁREAS DEGRADADAS**”. A Banca Examinadora foi composta pelos seguintes Professores: Dr. Paulo De Marco Junior (Orientador - presidente da banca), Dra. Héli da Ferreira Da Cunha (Examinadora Interna) e Dr. José Vinícius Bernardy (Examinador Externo - UFG). Após a apresentação do discente, os examinadores a arguíram, tendo o discente respondido às perguntas formuladas. Terminada a arguição, a Banca Examinadora reuniu-se emitindo os seguintes pareceres:

| <b>Membros da Banca</b>        | <b>Parecer<br/>(Aprovado/Reprovado)</b> |
|--------------------------------|-----------------------------------------|
| Dr. Paulo De Marco Junior      | APROVADO                                |
| Dra. Héli da Ferreira Da Cunha | APROVADO                                |
| Dr. José Vinícius Bernardy     | APROVADO                                |

O Prof. Drº. Paulo De Marco Júnior, presidente da Banca Examinadora, deu por encerrada a sessão e, para constar, lavrou a presente Ata.



Documento assinado eletronicamente por **José Vinícius Bernardy Cardoso, Usuário Externo**, em 30/04/2025, às 16:18, conforme art. 2º, § 2º, III, "b", da Lei 17.039/2010 e art. 3ºB, I, do Decreto nº 8.808/2016.



Documento assinado eletronicamente por **PAULO DE MARCO JUNIOR, Usuário Externo**, em 30/04/2025, às 16:29, conforme art. 2º, § 2º, III, "b", da Lei 17.039/2010 e art. 3ºB, I, do Decreto nº 8.808/2016.



Documento assinado eletronicamente por **HELIDA FERREIRA DA CUNHA, Docente de Ensino Superior**, em 05/05/2025, às 11:41, conforme art. 2º, § 2º, III, "b", da Lei 17.039/2010 e art. 3ºB, I, do Decreto nº 8.808/2016.



A autenticidade do documento pode ser conferida no site

**[http://sei.go.gov.br/sei/controlador\\_externo.php?](http://sei.go.gov.br/sei/controlador_externo.php?acao=documento_conferir&id_orgao_acesso_externo=1)**  
**acao=documento\_conferir&id\_orgao\_acesso\_externo=1** informando o código  
verificador **73520767** e o código CRC **00BEBEB6**.

---

COORDENAÇÃO STRICTO SENSU - RECURSOS NATURAIS DO CERRADO  
RODOVIA BR 153 S/N Qd.ÁREA Lt., KM 99 - Bairro ZONA RURAL -  
ANAPOLIS - GO - CEP 75132-903 - (62)3328-1151.



Referência: Processo nº  
202500020002985

SEI 73520767

## **AGRADECIMENTOS**

Agradeço a Deus pela sabedoria e força para superar os desafios e alcançar o sucesso nesta jornada.

Agradeço aos meus pais Marlene Borges Alves Aguiar e Lusdinei de Souza Aguiar por todos seus esforços despendidos em minha formação como pessoa.

Agradeço ao orientador Paulo De Marco Júnior pela orientação, dedicação, paciência e incentivo ao longo de toda a realização deste trabalho, contribuindo de forma significativa para o meu crescimento.

Agradeço aos colegas de mestrado e doutorado do Laboratório Themetaland da UFG pela oportunidade de realizar este estudo em um ambiente de aprendizagem tão rico e colaborativo.

E agradeço a todos familiares e amigos pela torcida e apoio em todos os momentos.

Por fim, muito obrigado à UEG pela bolsa de mestrado concedida entre setembro de 2023 e abril de 2025, fundamental para a necessária dedicação exclusiva.

Obrigado!

## SUMÁRIO

|                                                  |           |
|--------------------------------------------------|-----------|
| <b>1 - INTRODUÇÃO.....</b>                       | <b>13</b> |
| <b>2 - METODOLOGIA.....</b>                      | <b>16</b> |
| <b>3 - RESULTADOS .....</b>                      | <b>19</b> |
| 3.1 Análise das palavras-chave .....             | 19        |
| 3.2 Publicações por ano .....                    | 19        |
| 3.3 Publicações por revista .....                | 20        |
| 3.4 Publicações por instituição .....            | 21        |
| 3.5 Publicações por país .....                   | 22        |
| 3.6 Publicação por área de pesquisa .....        | 24        |
| 3.7 Publicações por autor.....                   | 25        |
| 3.8 Publicações por serviço ecossistêmico .....  | 26        |
| 3.9 Publicações por indicadores ecológicos ..... | 30        |
| 3.10 Publicações por tipo de ambiente .....      | 33        |
| 3.11 Publicações por tipo de impacto .....       | 34        |
| <b>4. DISCUSSÃO .....</b>                        | <b>36</b> |
| <b>5. CONCLUSÃO .....</b>                        | <b>40</b> |
| <b>6. REFERÊNCIAS .....</b>                      | <b>42</b> |
| <b>8. APÊNDICE .....</b>                         | <b>50</b> |



## LISTA DE FIGURAS

|                                                                                                                                                                                                                                                                    |    |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Figura 1. Fluxograma das etapas e do tratamento dos artigos com base no modelo PRISMA 2020.....                                                                                                                                                                    | 17 |
| Figura 2. Representação das 20 palavras-chave mais frequentes nos estudos analisados. As palavras-chave mais frequentes foram ecosystem services (39 ocorrências), biodiversity (21 ocorrências) e restoration (17 ocorrências). ....                              | 19 |
| Figura 3. Artigos selecionados que abordam serviços ecossistêmicos na recuperação de áreas degradadas entre 2002 e 2024 (n=164). ....                                                                                                                              | 20 |
| Figura 4. Os 10 periódicos mais frequentes na publicação de estudos sobre serviços ecossistêmicos aplicados à recuperação de áreas degradadas, entre os 164 artigos analisados. ....                                                                               | 21 |
| Figura 5. As 10 instituições mais relevantes em número de publicações. ....                                                                                                                                                                                        | 21 |
| Figura 6. Mapa dos países que publicaram artigos sobre serviços ecossistêmicos nos 164 estudos selecionados, destacando a distribuição das pesquisas por diferentes regiões do mundo.....                                                                          | 23 |
| Figura 7. Mapa com os dez países com maior número de publicações sobre o tema, com base na afiliação institucional do primeiro autor.....                                                                                                                          | 24 |
| Figura 8. Distribuição dos estudos por país de afiliação do primeiro autor e por área do conhecimento. O gráfico apresenta os 10 países com maior número de publicações, categorizados nas áreas de Ciências Biológicas, Ciências Agrárias e Ciências Humanas..... | 25 |
| Figura 9. Distribuição dos 10 principais tipos de ambientes abordados nos artigos selecionados para a análise cienciométrica. Observa-se a predominância de estudos realizados em florestas, seguidos por pastagens e ambientes agrícolas.....                     | 34 |
| Figura 10. Os 10 impactos ambientais mais frequentes identificados nos artigos selecionados, classificados de acordo com sua influência sobre os serviços ecossistêmicos.....                                                                                      | 34 |

## LISTA DE TABELAS

|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |    |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Tabela 1. Categorias de classificação dos artigos, conforme os objetivos da revisão. ....                                                                                                                                                                                                                                  | 18 |
| Tabela 2 . Os cinco autores mais encontrados nos artigos selecionados (n=164), incluindo a instituição de vínculo, país de origem, número de publicações presentes no corpus e a menção à abordagem de serviços ecossistêmicos S.E = Serviços Ecossistêmicos; R = Regulação; S = Suporte; P = Provisão; C = Cultural. .... | 26 |
| Tabela 3. O conceito de serviços ecossistêmicos (S.E), abordados nos artigos, e suas respectivas referências. ....                                                                                                                                                                                                         | 26 |
| Tabela 4. Percentual das categorias de serviços ecossistêmicos abordados nos artigos, de acordo com sua frequência. ....                                                                                                                                                                                                   | 28 |
| Tabela 5. Temáticas ecológicas abordadas nos estudos selecionados (n= 164), suas respectivas interações ecológicas abordadas (polinização, dispersão de sementes ou ambas), e suas respectivas referências bibliográficas. ....                                                                                            | 29 |
| Tabela 6. Percentual e frequência de indicadores que ajudam a monitorar a eficácia das ações de restauração e a garantir que os processos ecológicos estejam sendo recuperados e funcionando adequadamente. ....                                                                                                           | 31 |
| Tabela 7. Número de publicações que utilizam indicadores ecológicos relacionados aos serviços ecossistêmicos (solo, vegetação, água e biodiversidade) em diferentes tipos de ambientes. Um mesmo artigo pode contemplar mais de um tipo de ecossistema e utilizar múltiplos indicadores. ....                              | 32 |
| Tabela 8. Frequência de indicadores por tipo de ambiente. ....                                                                                                                                                                                                                                                             | 33 |

## RESUMO

Os serviços ecossistêmicos representam os benefícios fornecidos pelos ecossistemas, dos quais o bem-estar humano e os sistemas econômicos dependem de forma direta. A degradação desses serviços, em decorrência de impactos ambientais, compromete a conservação da biodiversidade, do solo, da vegetação e da água. Diante desse contexto, este estudo realizou uma revisão cienciométrica com o objetivo de mapear uma área do conhecimento relacionada à aplicação da abordagem de serviços ecossistêmicos na recuperação de áreas degradadas. Foram analisados 164 artigos publicados entre 1991 e junho de 2024, na base de dados Web of Science, utilizando as palavras-chave “recover”, “biodiversity” e “degraded areas”, de acordo com os critérios do protocolo PRISMA. Os resultados revelam que, apesar do crescente interesse pelo tema, ainda há um número reduzido de estudos que abordam diretamente os serviços ecossistêmicos em contextos de restauração. As categorias mais frequentes referem-se aos serviços de regulação e suporte, com ênfase em interações ecológicas como a polinização e a dispersão de sementes. Observou-se, contudo, uma baixa integração entre abordagens ecológicas, sociais e culturais, evidenciando a necessidade de pesquisas interdisciplinares que articulem diferentes sistemas de conhecimento e múltiplas escalas de análise. Nesse sentido, este estudo contribui para orientar futuras investigações e apoiar estratégias mais eficazes de restauração ecológica e sustentabilidade.

**Palavras-chave:** biodiversidade, estudo cienciométrico, recuperação de áreas degradadas, serviços ecossistêmicos.

## ABSTRACT

Ecosystem services refer to the benefits provided by ecosystems, upon which human well-being and economic systems directly depend. The degradation of these services, caused by various environmental impacts, compromises the conservation of biodiversity, soil, vegetation, and water resources. In this context, the present study conducted a scientometric review aiming to map the scientific production related to the application of the ecosystem services approach in the recovery of degraded areas. A total of 164 articles published between 1991 and June 2024 were analyzed, indexed in the Web of Science database, using the keywords “recover,” “biodiversity,” and “degraded areas,” following the criteria established by the PRISMA protocol. The results indicate that, despite growing interest in the subject, there is still a limited number of studies that directly address ecosystem services in restoration contexts. The most frequently addressed categories were regulating and supporting services, with emphasis on ecological interactions such as pollination and seed dispersal. However, a low level of integration between ecological, social, and cultural approaches was observed, highlighting the need for interdisciplinary research that articulates different knowledge systems and multiple scales of analysis. In this regard, this work contributes to guiding future investigations and supporting more effective strategies for ecological restoration and sustainability.

**Keywords:** biodiversity, degraded land recovery, ecosystem services, scientometric study.

## 1 - INTRODUÇÃO

A crescente valorização dos benefícios fornecidos pela natureza impulsionou o desenvolvimento do conceito de serviços ecossistêmicos, os quais desempenha um papel crucial no bem-estar humano e na sustentabilidade ambiental (MEA, 2005; FISHER & TURNER, 2008; PARRON & GARCIA, 2015).

Os serviços ecossistêmicos são classificados como de suporte (e.g. formação dos solos e a ciclagem de nutrientes), provisão (e.g. alimentos, fibras/madeiras, e recursos genéticos), regulação (e.g. regulação do ar, clima e enchentes) e por último, culturais (e.g. recreação e turismo) (MEA, 2005).

Esses serviços são cada vez mais considerados na avaliação ambiental de projetos, visando melhorar a análise e a mitigação de impactos, com base na conservação da biodiversidade e uso sustentável dos recursos naturais (BADOLA et al. 2010). Um exemplo notável disso é o papel de dispersores e polinizadores no processo de recuperação de áreas degradadas (BARBOSA, 2006).

A teoria ecológica prediz que a presença de determinados grupos biológicos, como polinizadores (e.g. abelhas, borboletas, beija-flores), dispersores de sementes, (e.g. morcegos, aves e pequenos roedores), afeta diretamente o processo de sucessão ecológica considerado um dos principais mecanismos reguladores na regeneração natural de áreas degradadas (CAMPELLO, 1998). Esse processo ocorre por meio de mudanças graduais na composição das espécies, geralmente iniciando-se com organismos pioneiros capazes de colonizar ambientes severamente alterados (PICKETT et al., 2009).

Nos últimos anos, observa-se um aumento significativo de estudos que buscam compreender como os serviços ecossistêmicos, especialmente aqueles relacionados a interações ecológicas contribuem para a restauração ambiental. No entanto, ainda são escassas as revisões que sistematizam esse conhecimento em escala global. Isso evidencia a necessidade de estudos cienciométricos que não apenas quantifiquem essas publicações, mas também revelem lacunas, tendências e oportunidades de integração entre teoria e prática na recuperação de áreas degradadas.

Estudos sobre a recuperação de áreas degradadas formam um campo de pesquisa relativamente amplo. Considerando que alterações na paisagem provocadas por ações humanas afetam significativamente o meio ambiente, essas mudanças têm impacto direto nas funções ecológicas, causando perdas de espécies, de habitat e de estabilidade do solo, especialmente devido à degradação da vegetação (VIANA et al., 2012; KEYES et al., 2021).

Essas mudanças podem resultar na disponibilidade dos serviços ecossistêmicos, dos quais a sociedade humana depende (PAETZOLD et al. 2010; BURKHARD et al. 2012; YAHDJIAN et al. 2015). Normalmente, o mecanismo que explica esses efeitos é a dependência que os serviços ecossistêmicos têm da biodiversidade local. Por exemplo, as abelhas além de atuarem como bioindicadores, desempenham um papel essencial na garantia e no aumento da produtividade das culturas agrícolas (QUIGLEY et al. 2019; DURAZZO et al. 2021).

Outro exemplo importante de interação ecológica fundamental para a provisão de serviços ecossistêmicos é a dispersão de sementes, essencial para o estabelecimento de plantas pioneiras no início da sucessão ecológica ou em ações de restauração ambiental (GAGETTI et al., 2016). Nesse contexto, diversas técnicas de recuperação de áreas degradadas têm como objetivo acelerar o processo de sucessão, como o uso de poleiros artificiais (GUIDETTI et al., 2016), a técnica de nucleação (MARCUIZZO et al., 2013; REIS et al., 2010) e a transposição de “topsoil” associada ao uso de serapilheira (SILVA et al., 2015). Esses procedimentos favorecem o aumento da riqueza e da abundância de plantas com diferentes hábitos de vida e estratégias de dispersão (BLIEGE BIRD et al., 2024).

Apesar dos avanços no entendimento teórico e aplicado dos serviços ecossistêmicos na recuperação de áreas degradadas, a produção científica sobre o tema ainda é fragmentada e carece de sistematização. Embora estudos de caso e abordagens empíricas venham crescendo, ainda são escassas as revisões que consolidam o conhecimento globalmente, identificando tendências, lacunas, tipos de serviços mais abordados e abordagens metodológicas utilizadas (SEPPELT et al., 2011).

Compreender a organização das grandes bases de dados de conhecimento é fundamental, pois elas integram contribuições de diversas áreas da ciência, e não apenas da ecologia. O conceito de serviços ecossistêmicos ganhou destaque rapidamente na ciência ambiental e nas discussões políticas, mas também tem sido alvo de críticas quanto à sua abordagem reducionista para avaliar as relações entre a natureza e a sociedade (LELE et al., 2013).

Diante disso, falta uma visão panorâmica que integre as diversas áreas de pesquisa e revele quais aspectos vêm sendo mais explorados, quais permanecem negligenciados e como o conceito de serviços ecossistêmicos está sendo aplicado na prática da restauração ecológica. A ausência dessa síntese pode dificultar o avanço teórico, a formulação de políticas públicas e a definição de indicadores efetivos para monitorar a recuperação de ecossistemas degradados.

Para preencher essa lacuna, este trabalho propõe uma revisão cienciométrica da produção científica relacionada ao uso da abordagem de serviços ecossistêmicos na recuperação de áreas degradadas.

A cienciométrica, enquanto ferramenta de análise quantitativa da produção científica, permite identificar tendências de pesquisa, padrões de crescimento e lacunas no campo estudado, contribuindo para um avanço mais integrado e estratégico do conhecimento (NEFF & CORLEY, 2009).

Abranger as tendências de pesquisa e o desenvolvimento nesse campo é essencial para identificar lacunas no conhecimento e destacar áreas que exigem maior atenção científica. Então o objetivo geral deste estudo é mapear a produção científica relacionada ao uso da abordagem de serviços ecossistêmicos na recuperação de áreas degradadas, por meio de uma revisão cienciométrica.

Os objetivos específicos são: a) avaliar se os estudos que incluem serviços ecossistêmicos como indicador avançam na recuperação da biodiversidade para uma visão mais sistêmica incluindo a recuperação dos processos ecológicos envolvidos; c) avaliar a variação na frequência entre os diferentes serviços ecossistêmicos com a predição de que os serviços associados a interações ecológicas (*e.g.*: polinização, dispersão de frutos) são os mais frequentes; d) testar a hipótese de que o tipo de indicador utilizado na avaliação de áreas degradadas em recuperação depende do tipo de ambiente analisado e e) analisar o tipo de impacto que causou a degradação da área em processo de recuperação e a abordagem dos serviços ecossistêmicos utilizada nesses contextos.

## 2 - METODOLOGIA

Os artigos foram analisados com base em ferramentas metodológicas da cienciometria, voltada à interpretação de dados quantitativos associados à produção científica (SANTOS & KOBASHI, 2009). Essa abordagem é caracterizada como mapeamento científico que utiliza dados quantitativos extraídos de publicações científicas com o objetivo de mapear tendências, identificar lacunas no conhecimento e orientar futuras pesquisas em determinada área (ARIA & CUCCURULLO, 2017; RAZERA, 2016). Para isso, foi realizada uma busca sistematizada por artigos científicos na base de dados Web of Science (ISI). A identificação, triagem e seleção dos estudos seguiram os critérios estabelecidos pelo protocolo PRISMA – Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analyses (RETHLEFSEN et al., 2021), garantindo maior transparência na revisão sistemática.

As palavras-chaves utilizadas na busca dentro da base de dados citada, foram (“restor” OR “recover\*”) AND (“biodiversity OR diversity” AND “ degraded area”), todas buscadas como tópicos de pesquisa. Tais termos foram utilizados para abranger as áreas específicas e os conceitos teóricos discutidos na pesquisa, por meio da plataforma Rayyan - uma ferramenta específica para organização dos estudos e triagem inicial de resumos e títulos usado em revisões sistemáticas (OUZZANI et al., 2016). Para aplicar filtros avançados na análise e organização dos estudos, utilizei o Rayyan, que oferece essa funcionalidade. No processo de triagem, o uso de software facilita a busca no título e no resumo, para que os estudos relevantes não sejam omitidos e que os irrelevantes sejam excluídos com precisão da seleção (REIS et al., 2023).

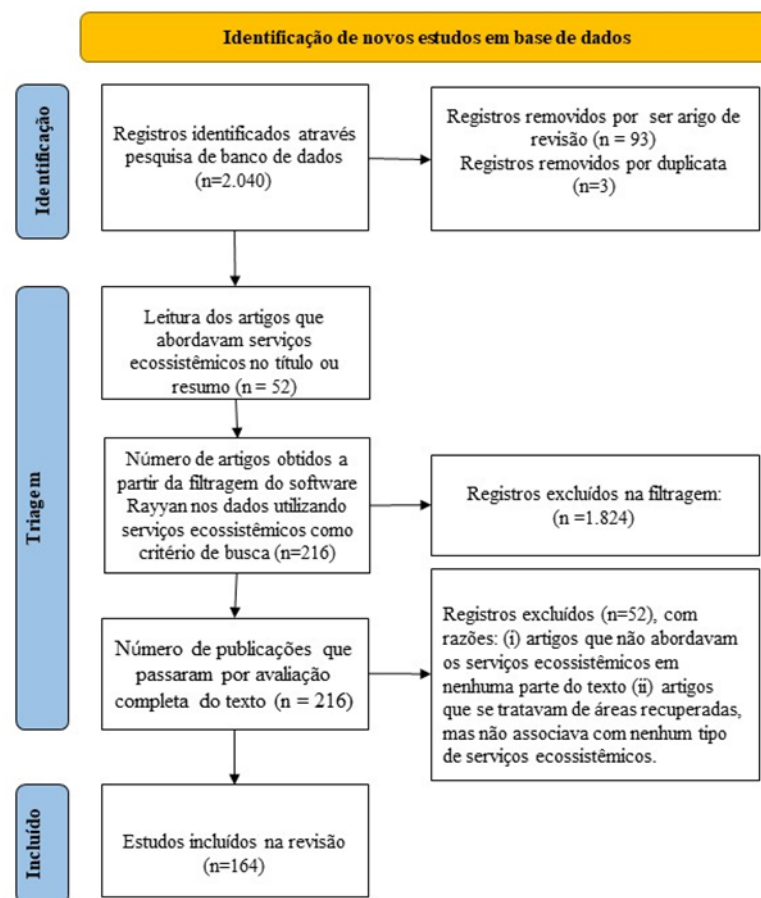
As buscas foram realizadas na base de dados Web of Science, considerando todos os anos disponíveis na plataforma, desde 1945. No entanto, os primeiros estudos relacionados ao tema datam de 1991. Assim, o período analisado abrange de 1991 até junho de 2024, resultando em 2.133 artigos. Após a remoção de duplicatas e de artigos de revisão, restaram 2.037 publicações. Em seguida, foram lidos 52 artigos que continham o termo “serviço ecossistêmico” no título ou resumo. Esses artigos foram utilizados para configurar critérios de inclusão no Rayyan, facilitando a triagem e a organização dos estudos selecionados.

Para refinar a busca, foi aplicado um filtro utilizando a palavra-chave “serviços ecossistêmicos”, selecionando-se apenas os artigos que continham esse termo no título, no resumo ou em qualquer outra parte do texto. Como resultado, foram identificados 216 estudos, os quais foram lidos na íntegra para avaliação. Durante a etapa de triagem, 1.824 artigos foram excluídos por não mencionarem diretamente os serviços ecossistêmicos, conforme os critérios



estabelecidos.

Após a leitura manual dos 216 artigos obtidos na filtragem, 52 foram excluídos, utilizando como critérios de exclusão: (i) artigos que não abordavam os serviços ecossistêmicos em nenhuma parte do texto (ii) artigos que se tratavam de áreas recuperadas, mais não associava com nenhum tipo de serviços ecossistêmicos. Foram incluídos na revisão 164 artigos, conforme representado na (Figura 1). As buscas foram realizadas sem restrição de idioma, de modo que os estudos selecionados incluem publicações em diferentes idiomas.



**Figura 1.** Fluxograma das etapas e do tratamento dos artigos com base no modelo PRISMA 2020.

Conforme ilustrado na Tabela 1, foram criadas as categorias *a priori* para a extração das informações dos artigos e análises conforme os objetivos que adotamos para esta revisão.

A descrição da categoria abrangeu aspectos como: ano de publicação, periódico em que o artigo foi publicado, instituição de pesquisa, país de origem, área temática da publicação, o autor com maior produção científica sobre o tema, artigos que abordam o conceito de serviços ecossistêmico, estudos que tratam de interações ecológicas essenciais

(como polinização e dispersão de sementes), identificação de indicadores associados à recuperação de processos ecológicos, o tipo de ambiente analisados e impactos observados.

Quanto às divisões das categorias, estas foram elaboradas com o objetivo de organizar os artigos de forma a facilitar a compreensão e a interpretação dos resultados obtidos. No presente estudo, foi aplicado o teste de independência do Qui-quadrado de Pearson para analisar a relação entre as variáveis. O nível de significância adotado foi de 5%. Antes da aplicação do teste, foi realizada a verificação dos pressupostos necessários, incluindo a adequação dos dados. O software utilizado para a análise foi o R.

**Tabela 1.** Categorias de classificação dos artigos, conforme os objetivos da revisão.

| <b>Categoria Principal</b>                                               | <b>Divisão da Categoria</b>                          | <b>Descrição</b>                                                                       |
|--------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------|
| (i) Tendências de publicação dos trabalhos sobre serviços ecossistêmicos | Ano de publicação dos artigos                        | Distribuição temporal dos artigos analisados, destacando padrões de crescimento.       |
| (ii) Características dos trabalhos                                       | Periódicos com maior concentração de estudos         | Identificação das dez revistas com mais publicações sobre o tema.                      |
|                                                                          | Instituições líderes na produção científica          | As dez instituições com maior número de publicações sobre o tema.                      |
|                                                                          | Análise geográfica da produção científica            | Mapeamento dos países com maior participação nas pesquisas relacionadas às revistas.   |
|                                                                          | Classificação temática por área de conhecimento      | Áreas do conhecimento associados ao tema central dos artigos.                          |
|                                                                          | Autores mais recorrentes e suas contribuições        | Autores com maior frequência de publicação e foco de suas pesquisas.                   |
| (iii) Uso do conceito de serviços ecossistêmicos                         | Uso sistemático do conceito nos estudos              | Relação entre os conceitos e a recuperação de áreas degradadas.                        |
| (iv) Tipos de serviços ecossistêmicos citados                            | Serviços de regulação, suporte, provisão e culturais | Identificação dos serviços mais mencionados nos artigos.                               |
| (v) Consideração de interações ecológicas                                | Polinização e dispersão de sementes                  | Frequência e importância dessas interações nos estudos analisados.                     |
| (vi) Indicadores de processos ecológicos                                 | Biodiversidade, solo, água, vegetação                | Tipos de indicadores usados para avaliar a recuperação ecológica.                      |
| (vii) Ambientes associados aos SE                                        | Tipos de ambientes estudados                         | Os dez ambientes mais recorrentes nos estudos.                                         |
| (viii) Impactos ambientais                                               | Tipos de impactos que causaram a degradação          | Os dez impactos que comprometem com a estrutura, a função e os serviços ecossistêmicos |

### 3 - RESULTADOS

#### 3.1 Análise das palavras-chave

A Figura 2 apresenta a representação das 20 palavras-chave mais frequentes nos estudos analisados. Os termos mais recorrentes foram ecosystem services (39 ocorrências), biodiversity (21 ocorrências) e restoration (17 ocorrências), o que reforça a centralidade do conceito de serviços ecossistêmicos na literatura, bem como sua forte associação com a biodiversidade e os esforços de restauração ambiental.

A presença desses termos indica que os estudos analisados tendem a explorar a inter-relação entre conservação, recuperação de ecossistemas e os benefícios que esses serviços oferecem à sociedade. Além disso, a análise das palavras-chave permite identificar tendências temáticas e priorizações conceituais dentro da área, revelando os principais focos de atenção dos pesquisadores ao longo do tempo.

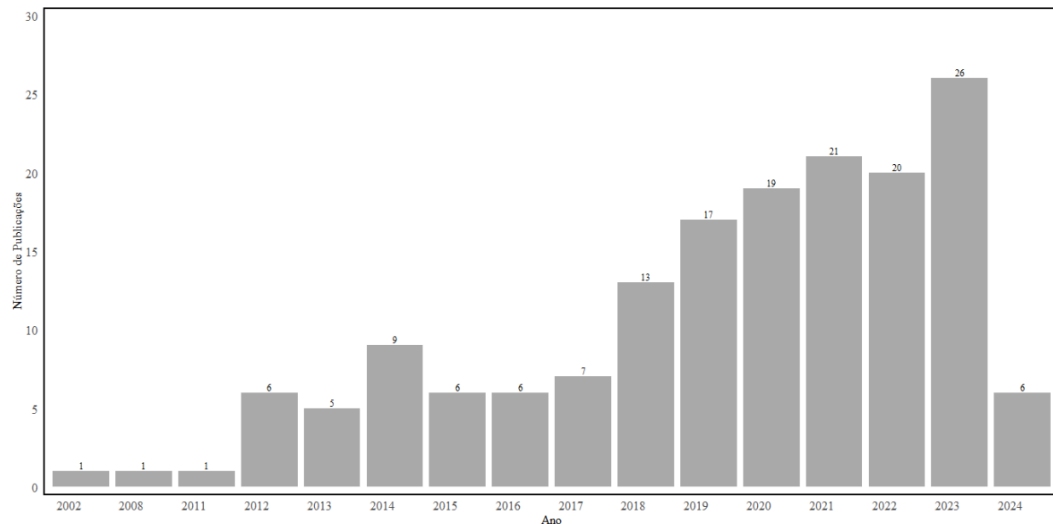


**Figura 2.** Representação das 20 palavras-chave mais frequentes nos estudos analisados. As palavras-chave mais frequentes foram ecosystem services (39 ocorrências), biodiversity (21 ocorrências) e restoration (17 ocorrências).

#### 3.2 Publicações por ano

De acordo com o levantamento realizado, foram encontrados 2.040 trabalhos publicados entre 1991 e 2024, a partir da combinação das palavras-chave "recuperação", "biodiversidade" e "áreas degradadas". No entanto, nem todos os estudos inicialmente identificados foram incluídos na análise final, em razão dos critérios de elegibilidade aplicados. A leitura detalhada de 164 artigos selecionados (Figura 3) revelou que, somente em 2023, 26 publicações abordaram os serviços ecossistêmicos com destaque, evidenciando uma ênfase crescente na conservação da biodiversidade e na promoção do bem-estar

humano.

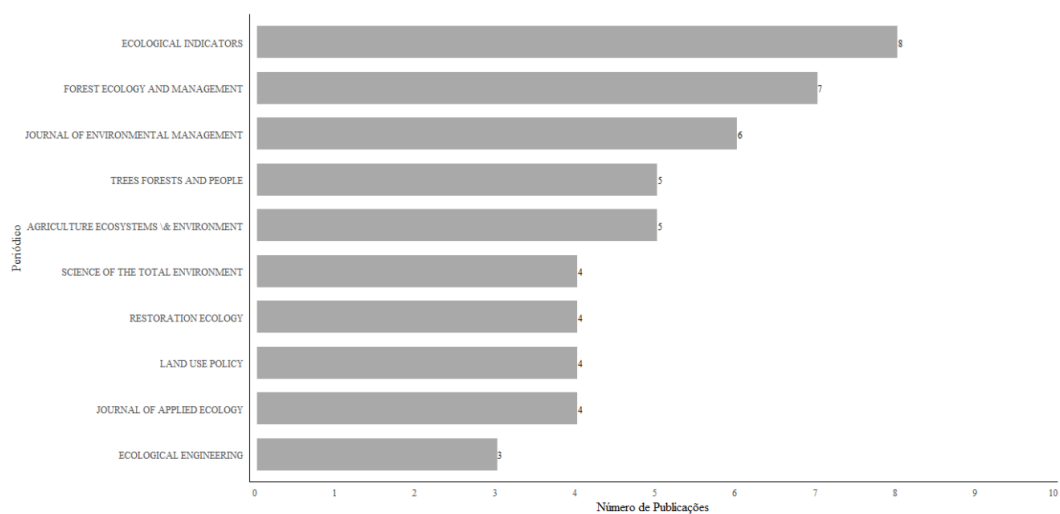


**Figura 3.** Artigos selecionados que abordam serviços ecossistêmicos na recuperação de áreas degradadas entre 2002 e 2024 (n=164).

No ano de 2024, até junho, foram identificadas apenas seis publicações, o que pode ser explicado pela demora de alguns meses no processo de indexação dos artigos nas bases de dados. De modo geral, o gráfico ilustra a expansão do tema na literatura científica, especialmente a partir de 2018.

### 3.3 Publicações por revista

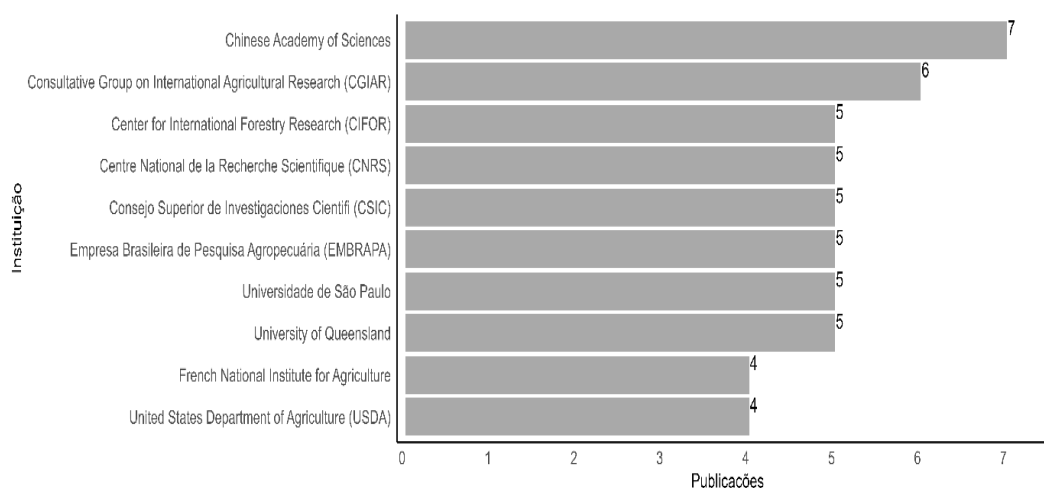
Os 164 trabalhos analisados foram publicados em um total de 96 revistas científicas. Conforme apresentado na Figura 4, observa-se o destaque das revistas *Ecological Indicators*, *Forest Ecology and Management*, e *Journal Of Environmental Management*. Esses periódicos se destacam por publicar apenas trabalhos específicos da área, além de facilitar os avanços na restauração ecológica em escalas regionais e globais. Nesse contexto, compreender quais revistas e instituições lideram a produção científica sobre os serviços ecossistêmicos é essencial para identificar as principais tendências e avanços tecnológicos neste campo. Essa revisão cienciométrica se concentra em mapear os polos de conhecimentos e as redes de colaboração promovendo novas ideias para a conservação dos recursos naturais e a biodiversidade associada, com o foco na recuperação de áreas degradadas.



**Figura 4.** Os 10 periódicos mais frequentes na publicação de estudos sobre serviços ecossistêmicos aplicados à recuperação de áreas degradadas, entre os 164 artigos analisados.

### 3.4 Publicações por instituição

Dentre as 10 instituições com maior número de publicações entre os 164 artigos selecionados, a Academia Chinesa de Ciência se destacou em relação às demais. A Figura 5 apresenta as instituições com maior influência nas pesquisas sobre serviços ecossistêmicos. A Academia Chinesa de Ciências é uma grande referência em tecnologia e inovação do conhecimento, destacando-se por seu papel no apoio e na liderança do crescimento científico e econômico (SUTTMEIER et al., 2006). Dentre suas áreas de missão prioritária, destacam-se a ecologia e a proteção ambiental.



**Figura 5.** As 10 instituições mais relevantes em número de publicações.

A análise revela que a maior parte dos estudos foi realizada por instituições da China (7 artigos), com a França (6 artigos) e a Austrália (5 artigos) na sequência. As

políticas ambientais e as ações governamentais desses países demonstram um compromisso com a restauração e preservação dos ecossistemas, como evidenciam as iniciativas promovidas pela Academia Chinesa de Ciências (CHENG & LI, 2024).

França e Indonésia enfrentam desafios relacionados à degradação ambiental, mas suas instituições adotam políticas de conservação da biodiversidade que também impulsionam seu crescimento econômico e diminui a perda da biodiversidade em escala global (GREN et al., 2016).

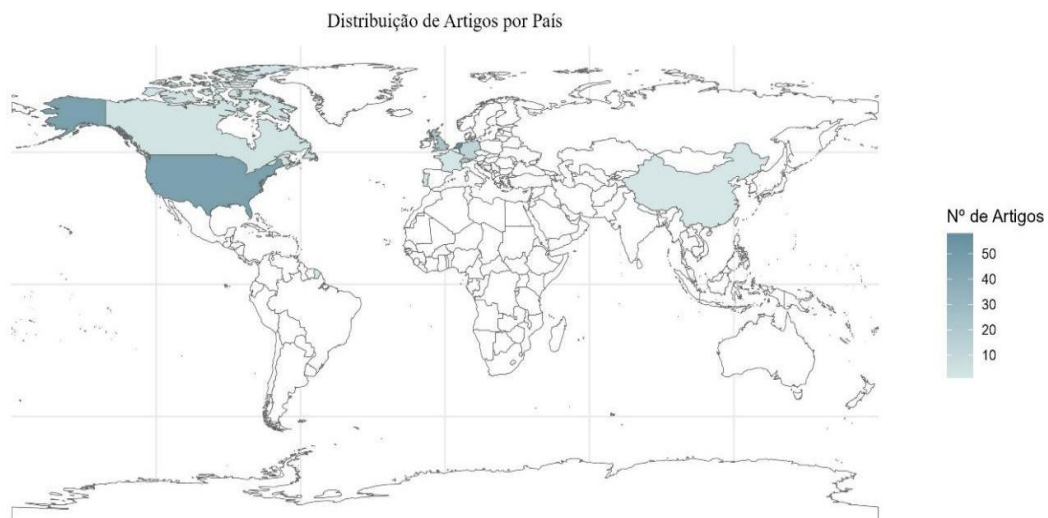
Duas instituições brasileiras se destacaram entre as publicações analisadas: a Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (EMBRAPA) e a Universidade de São Paulo (USP), ambas com cinco artigos cada. As pesquisas da Embrapa contribuem para qualificar a implementação de políticas e ações ligadas aos serviços ecossistêmicos (FERRAZ et al., 2019). As universidades têm desempenhado um papel significativo na pesquisa, com diversas publicações que abordam temas como conservação da biodiversidade e serviços ecossistêmicos.

### 3.5 Publicações por país

Para contextualizar a relação entre a produção científica e a distribuição global das publicações sobre o tema, a Figura 6 apresenta um mapa-múndi com afiliação institucional das revistas onde os artigos analisados foram publicados. Observa-se que essas publicações estão concentradas em apenas 10 países.

Os serviços ecossistêmicos nesses países têm papel importante na economia, agregando valor e contribuindo para a gestão sustentável dos recursos naturais (SCHENAU et al., 2022). Destacam-se a Holanda (58 artigos), os Estados Unidos (46 artigos) e a Inglaterra (23 artigos), que juntos respondem por mais da metade das publicações. Essa concentração reflete o maior investimento desses países em pesquisa ambiental e na formulação de políticas públicas voltadas à sustentabilidade (KUBISZEWSKI et al., 2023).

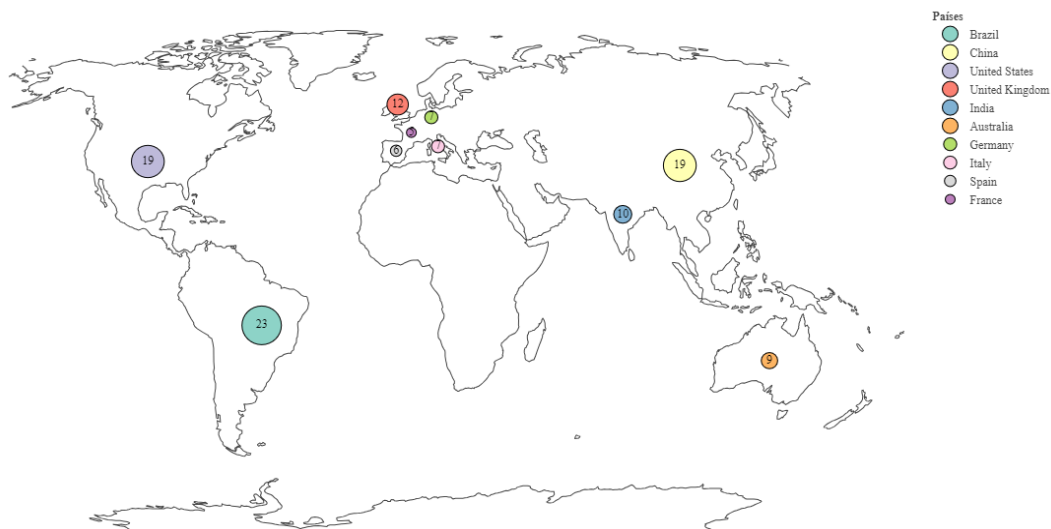
A Suíça (18 artigos), a Alemanha (12 artigos) e o Canadá (3 artigos) também apresentaram participação relevante. Por outro lado, a pouca presença de periódicos localizados na América Latina, África e em algumas regiões da Ásia evidencia desigualdades na forma como o conhecimento científico é divulgado. Isso pode dificultar a inclusão de diferentes realidades ecológicas e sociais nas publicações sobre serviços ecossistêmicos.



**Figura 6.** Mapa dos países que publicaram artigos sobre serviços ecossistêmicos nos 164 estudos selecionados, destacando a distribuição das pesquisas por diferentes regiões do mundo.

A análise da afiliação do primeiro autor dos artigos selecionados revela uma distribuição geográfica distinta daquela observada quanto ao local de publicação das revistas. A Figura 7 ilustra essa diferença ao mostrar que os países com maior número de primeiros autores são o Brasil (23 autores), a China (19) e os Estados Unidos (12), o que destaca a participação relevante de pesquisadores na produção científica sobre serviços ecossistêmicos.

Além desses, destacam-se também a Índia com 10 publicações e a Austrália com 9 publicações, evidenciando a preocupação desses países com a mitigação dos impactos ambientais e a restauração de ecossistemas. Na Europa, embora com números mais baixos, aparecem Alemanha (6 publicações), Itália (5 publicações), Espanha (5 publicações) e França (4 publicações), indicando uma participação relevante, ainda que menos expressiva, na produção científica sobre o tema. Esse resultado indica que, embora a maior parte das revistas esteja vinculada a instituições de países desenvolvidos, a pesquisa sobre o tema tem sido conduzida por autores de diferentes regiões do mundo, incluindo países da América do Sul. Além disso, observou-se a presença de pesquisadores com afiliações em mais de um país, o que pode indicar a realização de pesquisas conjuntas ou parcerias internacionais.



**Figura 7.** Mapa com os dez países com maior número de publicações sobre o tema, com base na afiliação institucional do primeiro autor.

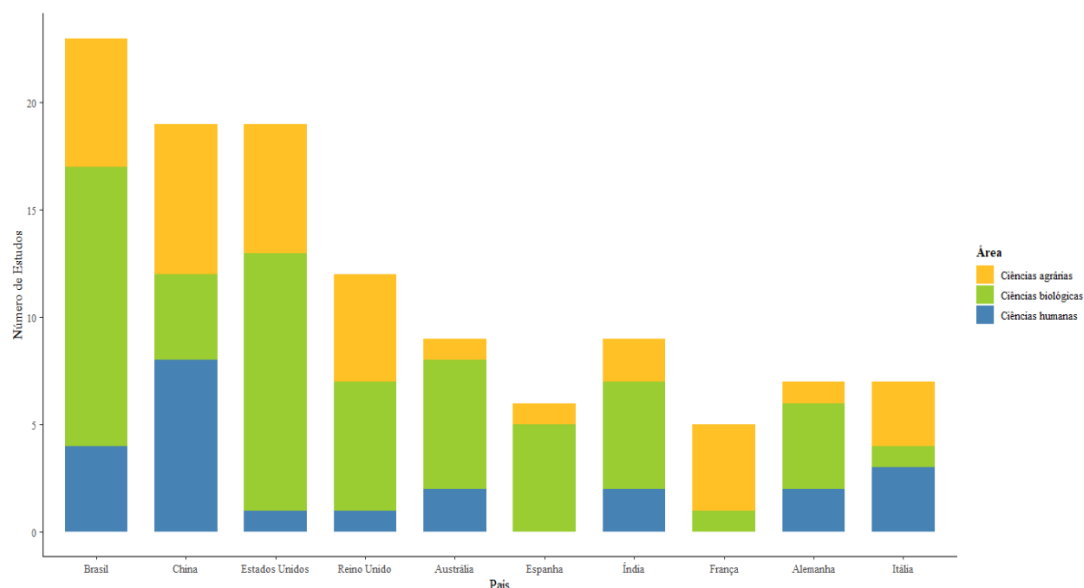
### 3.6 Publicação por área de pesquisa

Os estudos sobre serviços ecossistêmicos e bem-estar humano foram distribuídos entre várias áreas do conhecimento, sejam elas biológicas, agrárias e humanas (Figura 8). A análise da distribuição dos estudos por país, considerando a afiliação do primeiro autor e a respectiva área do conhecimento, revelou que a maioria das publicações está concentrada nas Ciências Biológicas, representando 43,9% dos estudos. As Ciências Agrárias correspondem a 33,5%, enquanto as Ciências Humanas somam 22,5%. Observa-se que os países com maior número de publicações estão predominantemente associados às Ciências Biológicas, refletindo uma tendência global de maior produção científica nessa área no contexto dos serviços ecossistêmicos.

Em relação à distribuição dos estudos por país, observa-se que o Brasil se destaca como o país com o maior número de publicações, evidenciando sua liderança na produção científica sobre serviços ecossistêmicos, especialmente nas áreas de Ciências Biológicas e Ciências Agrárias. Outros países que também apresentam expressiva quantidade de estudos são os Estados Unidos, China, Reino Unido, Alemanha e Austrália, os quais possuem forte tradição na pesquisa ambiental e interdisciplinar.

Nota-se que a maior parte desses países está localizada no Hemisfério Norte, refletindo um viés geográfico comum nas produções científicas, embora países do Hemisfério Sul, como Brasil, vem ganhando espaço, principalmente em temas relacionados à conservação da biodiversidade e sustentabilidade global.





**Figura 8.** Distribuição dos estudos por país de afiliação do primeiro autor e por área do conhecimento. O gráfico apresenta os 10 países com maior número de publicações, categorizados nas áreas de Ciências Biológicas, Ciências Agrárias e Ciências Humanas.

### 3.7 Publicações por autor

A análise dos autores foi realizada com base na frequência de ocorrência nos 164 artigos selecionados. Observou-se que o número máximo de publicações atribuídas a um mesmo autor foi três, valor que foi utilizado como referência para identificar os pesquisadores mais recorrentes. Os resultados revelam uma participação relativamente equilibrada entre os autores, sendo que a maioria contribuiu com dois ou três artigos.

Considerando esse recorte, foram destacados os cinco autores com maior frequência de publicações (Tabela 3). Destacam-se Francisco A. Comín e Martine Maron, ambos com três publicações, com atuações voltadas, respectivamente, para a restauração ecológica e a ciência da conservação, refletindo a importância dessas temáticas nas discussões sobre serviços ecossistêmicos.

No contexto brasileiro, destacam-se Pedro H. S. Brancalion e E. Vital, cada um com duas publicações na amostra analisada. Ambos desenvolvem trabalhos relevantes relacionados à restauração ecológica e à avaliação de diferentes categorias de serviços ecossistêmicos, evidenciando a crescente inserção da comunidade científica brasileira nas discussões globais sobre sustentabilidade, conservação e recuperação ambiental.

**Tabela 2 .** Os cinco autores mais encontrados nos artigos selecionados (n=164), incluindo a instituição de vínculo, país de origem, número de publicações presentes no corpus e a menção à abordagem de serviços ecossistêmicos S.E = Serviços Ecossistêmicos; R = Regulação; S = Suporte; P = Provisão; C = Cultural.

| <b>Autor</b>        | <b>Instituição</b>                                             | <b>Origem</b> | <b>Publicações</b> | <b>S. E.</b> |
|---------------------|----------------------------------------------------------------|---------------|--------------------|--------------|
| Comín, F. A.        | Instituto Pirenaico de Ecologia (IPE)                          | Espanha       | 3                  | R, S, P, C   |
| Maron, M.           | University of Queensland                                       | Austrália     | 3                  | R, S, P      |
| Brancaion, P. H. S. | Universidade de São Paulo                                      | Brasil        | 2                  | R, S, P, C   |
| Dampney, F. G.      | Brandenburgische Technische Universität<br>Cottbus-Senftenberg | Alemanha      | 2                  | R, S, P, C   |
| Vital, E            | Universidade de São Paulo                                      | Brasil        | 2                  | R, S, P, C   |

### 3.8 Publicações por serviço ecossistêmico

Dos 164 artigos selecionados, apenas 17 fazem referência explícita a autores que conceituam os serviços ecossistêmicos, evidenciando a adoção do conceito como fundamentação teórica para orientar as práticas de restauração ambiental, considerando o grau de degradação das áreas estudadas. A Tabela 3 apresenta os conceitos de serviços ecossistêmicos utilizados nesses estudos, acompanhados das respectivas referências, destacando como são aplicados em diferentes contextos ambientais e ecológicos.

Observa-se que 147 artigos abordam os serviços ecossistêmicos de maneira superficial sem apresentar uma definição clara do termo, indicando uma fragilidade tanto na fundamentação teórica quanto na padronização do conceito nos estudos analisados.

**Tabela 3.** O conceito de serviços ecossistêmicos (S.E), abordados nos artigos, e suas respectivas referências.

|   | <b>Conceito (S,E)</b>                                                                                                                                             | <b>Referência</b>                                |
|---|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------|
| 1 | São processos e condições dos ecossistemas naturais que sustentam e beneficiam as pessoas fornece uma justificativa robusta para a conservação da biodiversidade. | (Mallick et al. 2018; Daily 2017; MEA 2005)      |
| 2 | Refere à entrega, provisão, proteção ou manutenção de bens e benefícios que os humanos obtêm das funções do ecossistema.                                          | (Hu et al. 2018; Costanza et al. 1997; MEA 2005) |

|    |                                                                                                                                                                |                                                                                         |
|----|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------|
| 3  | Os serviços ecossistêmicos (SE) são contribuintes importantes para a estrutura e função dos ecossistemas em prol do bem-estar humano.                          | (Durazzo et al. 2021; Burkhard & Maes 2017)                                             |
| 4  | Definidos como funções e produtos que beneficiam a sociedade.                                                                                                  | (Dampney et al. 2021; MEA, 2005)                                                        |
| 5  | Referem-se aos benefícios que os seres humanos derivam das funções dos ecossistemas.                                                                           | (Lal, 2013; Costanza et al. 1997; Boyd & Banzhaf 2007)                                  |
| 6  | Funções do ecossistema                                                                                                                                         | (Brasileiro et al. 2022; Isbell et al. 2011; Ceașu et al. 2021)                         |
| 7  | São os benefícios transmitidos aos humanos pela natureza                                                                                                       | (Elliot et al. 2022)                                                                    |
| 8  | Os benefícios que as pessoas derivam dos ecossistemas                                                                                                          | (Wang et al. 2023; Erlich et al. 1997; MEA 2005)                                        |
| 9  | Produtos de sistemas naturais que são diretamente apreciados, consumidos ou usados para gerar bem-estar e benefícios humanos                                   | (Smith et al. 2022)                                                                     |
| 10 | Contribuições da natureza para as pessoas                                                                                                                      | (Abdulai & Osumanu, 2023; IPBES 2019)                                                   |
| 11 | São normalmente bens públicos e externalidades não mercantis que acumulam na sociedade a nível local e global                                                  | (Pienaar et al. 2019; Costanza et al. 2014; Anel et al. 2009)                           |
| 12 | Os benefícios que os ecossistemas proporcionam ao bem-estar humano                                                                                             | (Chaudhary et al. 2016; MEA 2005)                                                       |
| 13 | Os benefícios humanos (materiais e não materiais) derivados dos ecossistemas são considerados serviços ecossistêmicos                                          | (Aniah & Bawakyillenuo, 2023; Bennett et al. 2015; Karki et al. 2018; Wang et al. 2018) |
| 14 | Foram reconhecidos como vantagens e benefícios que as pessoas obtêm dos ecossistemas                                                                           | (Novitskyi et al. 2024; MEA 2005)                                                       |
| 15 | Podem ser definidos como várias condições ambientais e utilidades que os ecossistemas podem fornecer para manter e atender às necessidades de vida das pessoas | (Xu et al. 2022; Daily et al. 2000)                                                     |
| 16 | Benefícios da natureza para as pessoas                                                                                                                         | (Rio - Mena et al. 2020)                                                                |

Esses estudos também ressaltam a importância das categorias dos serviços ecossistêmicos como um mecanismo de comunicação entre a sociedade e a natureza na tomada de decisões políticas (BERRY et al., 2016). Vários autores se basearam no conceito definido pelo Millennium Ecosystem Assessment (MEA, 2005) que descreve os serviços ecossistêmicos como benefícios que as pessoas obtêm dos ecossistemas.

Observa-se que, desde 1997, essa definição vem incorporada e discutida nas pesquisas científicas. Alguns autores enfatizaram a provisão e proteção de bens e benefícios advindos das funções dos ecossistemas (Hu et al., 2018; Costanza et al., 1997; MEA, 2005), enquanto outros ressaltaram a contribuição dos serviços ecossistêmicos para a estrutura, função e manutenção do bem-estar humano (Durazzo et al., 2021; Burkhard & Maes, 2017). O restante dos artigos, embora utilizasse o termo "serviços ecossistêmicos" em seus textos, tratou o conceito de forma implícita ou superficial, sem apresentar uma definição formal.

Em relação às categorias abordadas, de modo geral, entre os estudos que especificaram os tipos de serviços ecossistêmicos abordados, foi possível identificar quatro categorias principais: regulação, suporte, provisão e cultural.

Conforme apresentado na Tabela 4, a categoria mais frequente foi a de regulação (95%), seguida por suporte (82,3%) e provisão (73%). A predominância dos serviços de regulação nos estudos destaca sua importância para a segurança humana e para o funcionamento adequado dos demais serviços ecossistêmicos (MENGIST et al., 2020).

Por outro lado, os serviços culturais foram identificados em apenas (26,2%) dos estudos, refletindo sua dependência de decisões políticas, uma vez que estão diretamente relacionados à saúde e ao bem-estar humano (SCHAEFER et al., 2015). Cada artigo analisado pode abordar simultaneamente diferentes categorias de serviços ecossistêmicos.

**Tabela 4.** Percentual das categorias de serviços ecossistêmicos abordados nos artigos, de acordo com sua frequência.

| Serviços Ecossistêmicos | Frequência | %    |
|-------------------------|------------|------|
| Regulação               | 156        | 95,1 |
| Suporte                 | 135        | 82,3 |
| Provisão                | 120        | 73,1 |
| Cultural                | 43         | 26,2 |

Apesar da relevância dos serviços ecossistêmicos de regulação, como a polinização, e de suporte, como a dispersão de sementes, esses temas ainda são pouco explorados nas pesquisas sobre recuperação de áreas degradadas, estando presentes em apenas 14% dos trabalhos analisados.

Dentre os 164 artigos analisados, apenas 10 abordaram especificamente a polinização, 8 trataram da dispersão de sementes e apenas 5 consideraram ambas as interações ecológicas (Tabela 5). Nos estudos em que esses serviços foram abordados, a polinização, segundo a temática ecológica, esteve diretamente associada à recuperação e restauração de habitats degradados, além de contribuir para o restabelecimento da vegetação e controle de espécies invasoras.

Já a dispersão de sementes foi relacionada à regeneração natural de áreas perturbadas, favorecendo o estabelecimento de espécies pioneiras e impulsionando o avanço da sucessão ecológica (NUNES et al., 2017). Os demais estudos (n = 141) até podem ter citado serviços ecossistêmicos, mas não trataram diretamente dessas interações ecológicas como tema principal da investigação.

Em relação aos outros tipos de serviços ecossistêmicos, como os de suporte, provisão e culturais, essa diferença evidencia uma lacuna na literatura, ressaltando a necessidade de aprofundamento nas abordagens que considerem essas interações como elementos essenciais nos processos de recuperação ecológica.

**Tabela 5.** Temáticas ecológicas abordadas nos estudos selecionados (n= 164), suas respectivas interações ecológicas abordadas (polinização, dispersão de sementes ou ambas), e suas respectivas referências bibliográficas.

| Temática Ecológica                                      | Interação Ecológica     | Citação                  |
|---------------------------------------------------------|-------------------------|--------------------------|
| Restabelecimento da vegetação por interações ecológicas | Polinização             | (Carvalho et al. 2022)   |
| Restabelecimento de espécies por interações ecológicas  | Polinização             | (Araújo et al. 2021)     |
| Restauração das espécies vegetais                       | Polinização e Dispersão | (Giannini et al. 2017)   |
| Bioindicadores (aves) para restauração florestal        | Dispersão               | (Chowfin & Leslie, 2021) |
| Ecologia da interação entre espécies                    | Polinização e Dispersão | (Morellato et al. 2018)  |
| Restauração de habitats e espécies                      | Polinização             | (Egoh et al. 2014)       |
| Recuperação e restauração de habitats degradados        | Polinização             | (Durazzo et al. 2021)    |

|                                                                                   |                         |                             |
|-----------------------------------------------------------------------------------|-------------------------|-----------------------------|
| Provisão de habitat                                                               | Polinização e Dispersão | (Castellano et al. 2022)    |
| Espécies pioneiras                                                                | Dispersão               | (Yano et al. 2021)          |
| Recuperação e restauração da paisagem                                             | Polinização             | (Lowicki & Katarzyna, 2021) |
| Interações entre polinizadores e plantas hospedeiras                              | Polinização             | (Scott-Brown & Koch, 2020)  |
| Regeneração e expansão florestal                                                  | Dispersão               | (Lindsell et al. 2015)      |
| Regeneração natural de áreas perturbadas                                          | Dispersão               | (Paolucci et al. 2019)      |
| Restauração de habitats degradados e remoção de espécies invasoras                | Polinização             | (Barron & Beston, 2022)     |
| Bioindicadores (abelhas e vespas solitárias) na avaliação de áreas em restauração | Polinização             | (Gobatto et al. 2023)       |
| Estabilidade e Resiliência                                                        | Polinização e Dispersão | (Brasileiro et al. 2022)    |
| Regeneração natural de habitats degradados                                        | Dispersão               | (Coelho et al. 2023)        |
| Conectividade ecológica das espécies                                              | Dispersão               | (Capotorti et al. 2019)     |
| Restauração da estabilidade do habitat                                            | Polinização             | (Araújo et al. 2020)        |
| Restauração ecológica urbana                                                      | Polinização             | (Skaldina et al. 2024)      |
| Colonização e restabelecimento                                                    | Dispersão               | (Dornbush & Hahn, 2013)     |
| Estabilidade e resiliência                                                        | Polinização e Dispersão | (Elizalde et al. 2020)      |
| Estabelecimento de espécies                                                       | Dispersão               | (Durbecq et al. 2023)       |
| Total                                                                             |                         | 23                          |

### 3.9 Publicações por indicadores ecológicos

Para avaliar o progresso e o sucesso da recuperação em um ecossistema, os estudos mostram a aplicação de quatro indicadores ecológicos básicos: biodiversidade, composição e estrutura da vegetação, solo e água (Tabela 6).

Foram identificadas que (92,7%) dos estudos abordaram aspectos relacionados à conservação da biodiversidade. Dos trabalhos que abordaram o solo, (75,6%) trataram do controle da erosão, da qualidade e da formação do solo.

A conservação desse recurso pode influenciar a provisão de outros serviços ecossistêmicos, impactando a manutenção da biodiversidade e a regulação dos ciclos naturais (XU et al., 2022).

Os indicadores da estrutura da vegetação (73,8%) concentraram-se principalmente na biomassa, cobertura e organização da vegetação, refletindo a resiliência e estabilidade do

ecossistema. A diferença entre os dois indicadores referenciais foi pequena, pois ambos estão correlacionados e focam nas mudanças na cobertura vegetal, no uso e ocupação do solo e na ciclagem de nutrientes.

Esses fatores estão diretamente influenciados pelo uso da terra e pelas atividades humanas no ambiente natural (NIE et al., 2021). Apenas 46,9% dos estudos abordaram questões relacionadas à água, o que destaca a importância de valorizar esse recurso para a manutenção dos serviços ecossistêmicos.

**Tabela 6.** Percentual e frequência de indicadores que ajudam a monitorar a eficácia das ações de restauração e a garantir que os processos ecológicos estejam sendo recuperados e funcionando adequadamente.

| <b>Indicadores</b> | <b>Frequência</b> | <b>%</b> |
|--------------------|-------------------|----------|
| Biodiversidade     | 152               | 92,7     |
| Solo               | 124               | 75,6     |
| Vegetação          | 121               | 73,8     |
| Água               | 77                | 46,9     |

A Tabela 7 representa os indicadores ecológicos aplicados em diferentes tipos de ambientes, com o objetivo de ilustrar qualitativamente como esses indicadores são utilizados nos 164 artigos analisados. Eles contemplam categorias relacionadas à biodiversidade, à composição e estrutura da vegetação, ao solo e à água. Esses indicadores são essenciais para avaliar o estado dos ecossistemas, monitorar a recuperação de áreas degradadas e acompanhar as dinâmicas dos recursos naturais, considerando aspectos como composição de espécies, estrutura de comunidades, heterogeneidade ambiental, estabilidade ecológica, interações bióticas, perturbações naturais e resiliência dos ecossistemas (NIEMI & McDONALD, 2004).

A análise da distribuição dos indicadores utilizados na avaliação dos serviços ecossistêmicos, de acordo com os tipos de ecossistemas, revela um predomínio das florestas como o ecossistema mais frequentemente estudado. Esse grupo concentra o maior número de publicações para todos os componentes analisados: biodiversidade (72), solo (58), vegetação (55) e água (31). Esse padrão reflete, possivelmente, a relevância ecológica e os desafios associados à conservação e manejo das florestas.

As pastagens aparecem como o segundo ecossistema mais estudado, com destaque também para a conservação da biodiversidade (25) componentes do solo (22), seguidos da vegetação (22) e água (13). Ecossistemas agrícolas, zonas úmidas também

apresentam números expressivos, indicando que há uma preocupação crescente com a provisão e manutenção dos serviços ecossistêmicos nesses ambientes.

Por outro lado, ecossistemas como montanhas, cerrados, savanas e mediterrâneos apresentam baixa representatividade, evidenciando um viés nas pesquisas, que tendem a se concentrar em determinados tipos de ecossistemas em detrimento de outros. Além disso, alguns artigos não especificaram o tipo de ecossistema, o que sugere uma restrição metodológica nesses estudos, que não descrevem claramente o ambiente de atuação.

**Tabela 7.** Número de publicações que utilizam indicadores ecológicos relacionados aos serviços ecossistêmicos (solo, vegetação, água e biodiversidade) em diferentes tipos de ambientes. Um mesmo artigo pode contemplar mais de um tipo de ecossistema e utilizar múltiplos indicadores.

| Tipo de ecossistema                                       | Biodiversidade | Solo | Vegetação | Água |
|-----------------------------------------------------------|----------------|------|-----------|------|
| Florestas                                                 | 72             | 58   | 55        | 31   |
| Pastagens                                                 | 25             | 22   | 22        | 13   |
| Agrícolas                                                 | 11             | 9    | 9         | 3    |
| <b>*Não informado</b>                                     | 8              | 8    | 9         | 4    |
| Zonas úmidas e pântanos                                   | 7              | 8    | 7         | 7    |
| Urbanos                                                   | 5              | 5    | 4         | 2    |
| Ecossistemas áridos e semiáridos                          | 5              | 5    | 4         | 2    |
| Deserto                                                   | 4              | 4    | 3         | 2    |
| Manguezais                                                | 5              | 3    | 4         | 4    |
| Padrarias e Turfeiras                                     | 4              | 3    | 4         | 3    |
| Montanhas                                                 | 3              | 3    | 2         | 3    |
| Outros: campo rupestres, bosques e ecossistemas cársticos | 5              | 3    | 3         | 0    |
| Ecossistemas costeiros e estaurinos                       | 4              | 2    | 2         | 4    |
| Ecossistemas Aquáticos (lagos, rios, lacustre)            | 6              | 2    | 1         | 2    |
| Zonas Ribeirinhas                                         | 2              | 2    | 2         | 2    |
| Savana                                                    | 2              | 2    | 0         | 1    |
| Cerrado                                                   | 2              | 2    | 2         | 1    |
| Mediterrâneos                                             | 2              | 1    | 1         | 1    |

\* “Não informado” indica que os artigos analisados não especificaram o tipo de ecossistema avaliado.

Foi realizada uma análise de associação entre os tipos de indicadores ambientais (Biodiversidade, Vegetação, Solo e Água) e os tipos de ambientes (Floresta, Pastagem, Agrícola, Aquático e Outros), por meio do teste de Qui-quadrado. A Tabela 8 apresenta a distribuição das frequências observadas.



O teste de Qui-quadrado não indicou associação significativa entre os tipos de indicadores e os tipos de ambientes ( $\chi^2 = 5,93$ ; gl = 12; p = 0,9195), sugerindo que os indicadores ambientais foram distribuídos de forma relativamente equilibrada entre os ambientes considerados.

**Tabela 8.** Frequência de indicadores por tipo de ambiente.

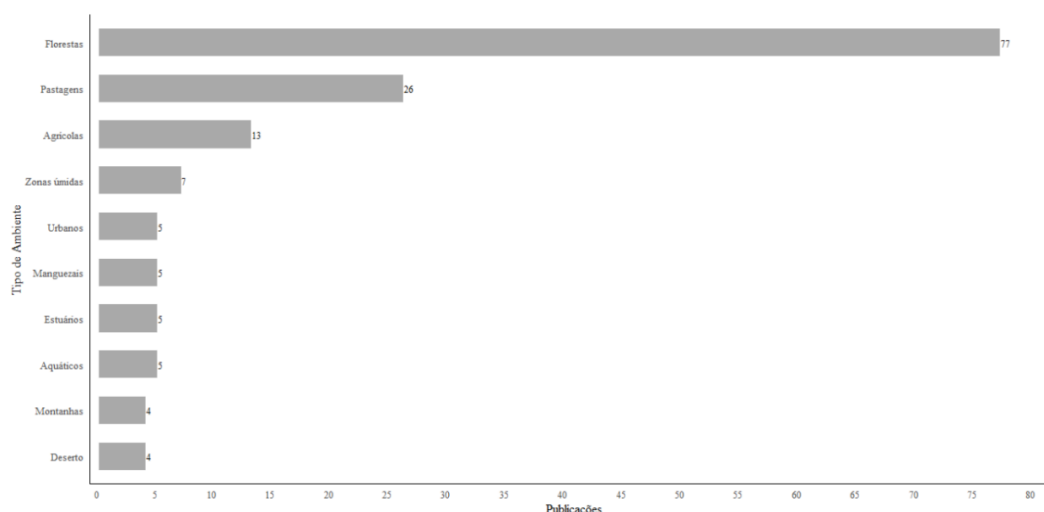
| <b>Indicador</b> | <b>Floresta</b> | <b>Pastagem</b> | <b>Agrícola</b> | <b>Aquático</b> | <b>Outros</b> |
|------------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|---------------|
| Biodiversidade   | 72              | 23              | 11              | 20              | 41            |
| Vegetação        | 55              | 20              | 9               | 12              | 36            |
| Solo             | 58              | 21              | 9               | 14              | 35            |
| Água             | 31              | 13              | 3               | 15              | 20            |

### 3.10 Publicações por tipo de ambiente

Dos 164 artigos analisados, foi possível identificar o tipo de ambiente abordado em grande parte dos estudos. Os estudos analisados se concentraram principalmente em ecossistemas terrestres 80,48%, enquanto os ecossistemas aquáticos foram menos explorados 14,63%. Apenas 1,21% dos estudos abordaram de forma integrada os ambientes terrestres e aquáticos, e essas poucas publicações destacam os impactos duradouros nos ambientes afetados (NOWLIN et al., 2008).

Embora tenham sido identificados 24 tipos de ambientes nos estudos analisados, foram selecionados os 10 mais frequentes para compor a análise, considerando sua maior representatividade no conjunto de dados. Na Figura 9, observa-se que os ambientes florestais foram os mais recorrentes, sendo citados em 77 artigos.

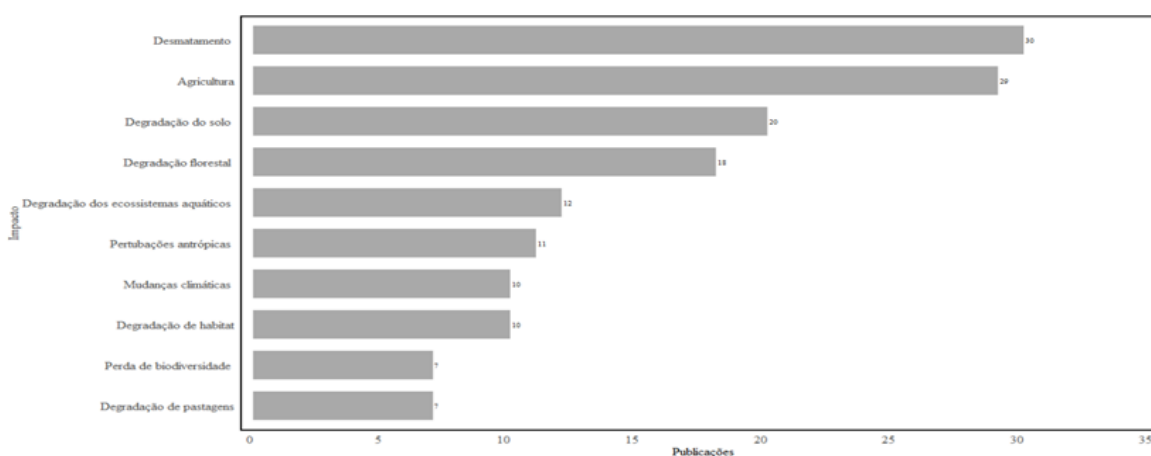
As pastagens foram abordadas em 26 artigos, enquanto os ecossistemas agrícolas apareceram em 13 artigos. Um mesmo trabalho pode abordar mais de um tipo de ambiente de estudo, o que explica a soma das frequências ser superior ao número total de artigos analisados.



**Figura 9.** Distribuição dos 10 principais tipos de ambientes abordados nos artigos selecionados para a análise cienciométrica. Observa-se a predominância de estudos realizados em florestas, seguidos por pastagens e ambientes agrícolas.

### 3.11 Publicações por tipo de impacto

A Figura 10 apresenta os principais impactos ambientais abordados nas publicações analisadas que relacionam os serviços ecossistêmicos à recuperação de áreas degradadas. Observa-se que desmatamento e agricultura aparecem como os impactos mais recorrentes, cada um com 30 publicações, refletindo a intensa pressão que essas atividades exercem sobre os ecossistemas, especialmente em países que estão fortemente associados à expansão da agricultura, em diferentes escalas, bem como à extração de madeira, ambos contribuindo significativamente para a remoção da vegetação nativa (GEIST & LAMBIN, 2002; PENDRIL et al., 2022).



**Figura 10.** Os 10 impactos ambientais mais frequentes identificados nos artigos selecionados, classificados de acordo com sua influência sobre os serviços ecossistêmicos.

Em seguida, destacam-se os temas degradação do solo (20 publicações) e degradação florestal (18 publicações), indicando uma preocupação significativa da comunidade científica com os processos de perda da capacidade produtiva dos solos e das florestas, que comprometem diretamente os serviços ecossistêmicos. Nesse contexto, a remoção da vegetação nativa se apresenta como um fator determinante, uma vez que altera significativamente a estrutura e o funcionamento dos ecossistemas, resultando na perda de habitat, no aumento da erosão do solo e na liberação de grandes quantidades de carbono na atmosfera, o que, consequentemente, contribui para o agravamento das mudanças climáticas (QU et al., 2024).

Outros impactos ambientais também aparecem com relevância, como a degradação dos ecossistemas aquáticos (12 publicações), perturbações antrópicas diversas (11 publicações), além das mudanças climáticas e degradação de habitat, ambas com 10 publicações. Esses temas refletem a crescente preocupação com os efeitos das ações humanas e das alterações climáticas na manutenção dos serviços ecossistêmicos.

Por fim, perda de biodiversidade e degradação de pastagens, com 7 publicações cada, embora menos recorrentes, também são destacados como fatores que comprometem os serviços ecossistêmicos, sobretudo no contexto da recuperação de áreas degradadas. De forma geral, embora os artigos analisados abordem uma diversidade de impactos ambientais, é importante destacar que qualquer ação humana que comprometa a integridade dos ecossistemas terrestres pode resultar na perda de biodiversidade e na redução da oferta de bens e serviços essenciais à sociedade (CARDINALE et al., 2012), o que reforça a necessidade de estratégias eficazes para a conservação e recuperação desses ambientes.

#### 4. DISCUSSÃO

As pesquisas sobre serviços ecossistêmicos em áreas degradadas têm apresentado um crescimento expressivo, especialmente a partir de 2018. Esse avanço está diretamente relacionado a marcos globais que fortalecem as políticas públicas e os acordos internacionais voltados para a sustentabilidade, como a Agenda 2030 da Organização das Nações Unidas (ONU), que estabelece metas para o desenvolvimento sustentável. Outro marco relevante é o Relatório Especial sobre o Aquecimento Global de 1,5°C, que evidencia a relação direta entre as mudanças climáticas e os serviços ecossistêmicos, destacando seu papel na mitigação dos impactos sobre os ecossistemas terrestres e aquáticos (HOEGH-GULDBERG et al., 2019).

Em 2019, destaca-se a consolidação da Plataforma Intergovernamental de Política Científica sobre Biodiversidade e Serviços Ecossistêmicos (IPBES), que passou a realizar avaliações periódicas e abrangentes sobre os serviços ecossistêmicos, com foco na ciência da conservação e na formulação de políticas focadas na biodiversidade (KOVÁCS & PATAKI, 2016). É uma organização internacional que tem a colaboração de pesquisadores de diversas áreas, com objetivo de integrar o conhecimento científico aos processos de tomada de decisão no que diz respeito à biodiversidade e aos serviços ecossistêmicos.

No entanto, observa-se que a produção científica sobre o tema permanece concentrada, em sua maioria, em países desenvolvidos, localizados no hemisfério norte e em regiões de clima temperado, como Holanda, Estados Unidos e Inglaterra, evidenciando uma assimetria na geração e disseminação do conhecimento. Esses países desenvolvidos aplicam abordagens científicas, políticas públicas e incentivos econômicos para incorporar os serviços ecossistêmicos em projetos de recuperação, priorizando o sequestro de carbono, melhoria da biodiversidade, especialmente em áreas florestais (CHAZDON, 2008).

Apesar da importância dos países tropicais na conservação da biodiversidade, ainda há um desequilíbrio na distribuição geográfica das pesquisas sobre serviços ecossistêmicos. O Brasil, por exemplo, aparece com o maior número de primeiros autores, o que indica que a produção científica está sendo impulsionada por pesquisadores locais. No entanto, a quantidade de publicações ainda é incipiente se comparada aos países desenvolvidos. Isso pode estar relacionado a dificuldades estruturais e institucionais, como falta de recursos, investimentos em pesquisa e apoio governamental.

Além disso, muitos desses países enfrentam pressões socioeconômicas que priorizam a exploração econômica dos recursos naturais, em vez do desenvolvimento científico e da conservação ambiental (BARLOW et al., 2018). Esse resultado reforça o fato de que grande parte dos estudos sobre biodiversidade ainda é conduzida por pesquisadores de países mais desenvolvidos economicamente, enquanto aqueles de nações com menor Produto Interno Bruto (PIB) enfrentam maiores obstáculos para participar ativamente dessas pesquisas (TITLEY et al., 2017). As colaborações internacionais com países de maior poder econômico, tanto em pesquisa quanto em ações práticas, são fundamentais para a proteção da biodiversidade em escala global (OCAMPO-ARIZA et al., 2023). Esse viés geográfico e temático pode ser explicado por fatores como a maior infraestrutura científica nos países desenvolvidos, a concentração de periódicos de alto impacto na área de pesquisa e a disponibilidade de financiamento para estudos em regiões ambientalmente estratégicas. Também contribuem fatores socioeconômicos e políticos, como a fragilidade das políticas ambientais em países emergentes, e a exploração desordenada dos recursos naturais. Entretanto, para compreender de forma mais precisa a importância de uma determinada área de pesquisa, o ideal é utilizar uma combinação de diferentes métricas bibliométricas (ROLDAN-VALADEZ et al., 2019)

Mesmo parecendo um ponto negativo, focar em certos temas pode ajudar a criar uma base forte para que, no futuro, as pesquisas avancem mais, sejam feitas de forma mais completa e com métodos mais bem elaborados. Por exemplo, os estudos focados em florestas têm fornecido subsídios valiosos para entender os efeitos do sequestro de carbono, a mitigação das mudanças climáticas e a conservação da biodiversidade (HURTEAU et al., 2014). Por outro lado, em ambientes de savanas e do Cerrado são negligenciados porque estão fortemente degradados pela expansão agrícola, recebem menos atenção internacional, o que reforça a necessidade de maior proteção da vegetação nativa (LAHSEN et al., 2016).

No entanto, nosso estudo demonstra que os serviços de regulação, como a polinização e a dispersão de sementes, têm sido amplamente estudados devido à sua importância crucial para a biodiversidade, a produção de alimentos e a resiliência dos ecossistemas. Além disso, esses processos são apontados como os mais ameaçados entre os mecanismos naturais de regeneração vegetal (NEUSCHULZ et al., 2016). Outros serviços ecossistêmicos considerados ‘menos prioritários’, como os serviços culturais, embora subestimados neste estudo, enfrentam desafios relacionados à falta de metodologias adequadas e à subvalorização

desses serviços nas políticas públicas, apesar de sua grande importância social (McELWEE et al., 2022)

Ainda assim, apesar de todos os seus benefícios, os serviços ecossistêmicos representam um campo de pesquisa interdisciplinar em constante crescimento (COSTANZA & KUBISZEWSKI, 2012). A abordagem desses serviços demanda contribuições integradas de áreas como engenharia, agronomia, economia, geografia e ciência política.

No entanto, os grupos de pesquisa frequentemente permanecem restritos a suas respectivas disciplinas, sem estabelecer colaborações consistentes com outras áreas do conhecimento. Essas diferentes áreas, no entanto, são fundamentais para incorporar efetivamente o conceito de serviços ecossistêmicos nas decisões técnicas e nas legislações ambientais, promovendo uma gestão mais integrada e sustentável dos recursos naturais (DAILY et al., 2009). A dinâmica dos ecossistemas é, por natureza, uma ciência interdisciplinar, com contribuições relevantes provenientes não só da ecologia e biologia, mas também de diversas outras áreas das ciências naturais e ambientais (KRIVTSOV, 2004).

Para avançar, é necessário diversificar os enfoques temáticos e geográficos das pesquisas. A ampliação dos estudos em regiões tropicais, especialmente no Cerrado, Campo, Savana e Caatinga, é fundamental, não apenas para preencher lacunas científicas, mas também para subsidiar políticas públicas adequadas à realidade socioambiental desses biomas.

Esses ecossistemas muitas vezes têm sofrido com a degradação severa devido às mudanças na forma de uso da terra e na cobertura do solo ao longo das últimas décadas (KOO et al., 2018). Além disso enfrentam outros impactos relevantes como o desmatamento, a fragmentação, a degradação de habitats, perturbações antrópicas e pelas atuais mudanças climáticas (CAMPOS et al., 2022; TIEMANN & RING, 2022).

Tais mudanças comprometem a capacidade desses ambientes de sustentar a biodiversidade e a prestação de serviços ecossistêmicos essenciais (BOAFO et al., 2016). Além disso, o principal desafio da pesquisa atual está em promover a interdisciplinaridade entre as comunidades científicas e os periódicos associados.

A grande quantidade de estudos desenvolvidos por países desenvolvidos pode estar relacionada à atuação de autores e periódicos de relevância em seus respectivos campos de estudo, ou adotar trabalhos que contribuem para o avanço científico e para o desenvolvimento de áreas específicas do conhecimento (PINSKY et al., 2015).

Os serviços ecossistêmicos menos estudados, como os culturais e provisão, devem ser explorados com maior profundidade, especialmente no contexto da recuperação de áreas

degradadas. Esses serviços são muitas vezes difíceis de quantificar, pois são intangíveis (ROMANAZZI et al., 2023), mas desempenham papéis essenciais na estabilidade ecológica e no bem-estar humano, embora continuem sendo subvalorizados em muitas análises.

Por fim, fortalecer a conexão entre ciência e políticas públicas por meio de plataformas como a IPBES é um caminho promissor para traduzir o conhecimento científico em ações práticas e eficazes para a conservação da biodiversidade e restauração ecológica (BORIE & HULME, 2015; DÍAZ et al., 2015).

Diante desse cenário, é fundamental que os estudos futuros se concentrem na expansão tanto dos temas quanto dos conceitos relacionados aos serviços ecossistêmicos, a fim de identificar, quantificar e comunicar de maneira clara os benefícios que os ecossistemas oferecem à sociedade (VAN SCHOTHORST et al., 2025). Isso comprova que, desde a publicação do MEA, há 20 anos, estudos têm mostrado que ainda existem dúvidas e dificuldades em relação à forma como os serviços ecossistêmicos e suas categorias foram definidos (PANARO et al., 2025).

Por isso que as propostas de iniciativas ambientais e políticas voltadas ao combate dos impactos ambientais refletem a necessidade conservar os ecossistemas, incorporando conceitos que reforçam a importância de compreender a relação entre a biodiversidade e o restabelecimento das interações ecológicas no processo de recuperação (POSNER et al., 2016).

## 5. CONCLUSÃO

Os serviços ecossistêmicos são muito importantes para o funcionamento ecológico de qualquer ecossistema. Seus usos e benefícios estão relacionados à qualidade de vida das populações humanas.

A partir do conceito do MEA (2005), esses serviços ganharam um destaque nas publicações, abordando as quatro categorias principais: regulação, provisão, suporte e cultura. Este conceito direciona a nossa atenção para a recuperação de áreas degradadas e os processos ecossistêmicos como polinização e dispersão de sementes.

Sabendo que essas duas interações ecológicas facilitam a revegetação de novas áreas. Embora os serviços ecossistêmicos constituam um ramo muito importante para as ciências ambientais e a ecologia, a análise dos artigos revelou um número reduzido de publicações sobre o tema, o que indica uma lacuna de pesquisa e a necessidade de abordagens mais integradas e transdisciplinares.

Além disso, há uma carência de pesquisas de sínteses que buscam entender como a complexidade molda as respostas dos ecossistemas e identifica estratégias para melhorar o fornecimento de serviços ecossistêmicos, atendendo a diversas necessidades humanas e ambientais (HALPERN et al., 2023).

O Brasil, embora seja um país extremamente rico em biodiversidade e abrigue ecossistemas tão diversos, não apareceu no mapa de distribuição dos países que mais publicaram sobre o tema.

No entanto, identificaram-se autores nacionais atuando sobretudo na área das Ciências Biológicas. Esse contraste evidencia a necessidade de maior incentivo à produção científica brasileira nesse campo, sobretudo considerando a relevância econômica, social, política e cultural dos serviços ecossistêmicos para a recuperação de áreas degradadas.

Os estudos analisados mostram que áreas florestais e de pastagens são as mais frequentemente abordadas nas pesquisas sobre recuperação ambiental, refletindo uma maior atenção científica a esses ecossistemas devido aos impactos do desmatamento, à perda de biodiversidade e à redução de serviços ecossistêmicos essenciais.

Diante disso, é fundamental integrar o conhecimento científico às decisões políticas, promovendo estratégias ou iniciativas ambientais mais eficazes para a conservação e recuperação ambiental.

A revisão cienciometria permitiu mapear e analisar uma área do conhecimento sobre o tema, contribuindo para a compreensão das abordagens utilizadas na literatura



científica. Para pesquisas futuras, recomenda-se investigar com maior profundidade a aplicação prática do conceito de serviços ecossistêmicos em projetos de restauração ecológica, bem como fomentar o desenvolvimento de metodologias integradas que incorporem aspectos sociais, econômicos e culturais nos processos de recuperação de áreas degradadas.

## 6. REFERÊNCIAS

- ARIA, M.; CUCCURULLO, C. **bibliometrix: An R-tool for comprehensive science mapping analysis**. Journal of Informetrics, v. 11, n. 4, p. 959–975, 2017.
- BADOLA, R.; HUSSAIN, A. S.; MISHRA, K. B.; KONTHOUJAM, B.; THAPLIYAL, DHAKATE, M. P. **An assessment of ecosystem services of Corbett Tiger Reserve, India**. The environmentalist, v. 30, p. 320-329, 2010.
- BARBOSA, K.C. **A importância da interação animal-plantas na recuperação de áreas degradadas**. In: BARBOSA, L. M (Coord.) Manual para recuperação de áreas degradadas do estado de São Paulo: mata ciliares do interior paulista. São Paulo: Instituto de Botânica, p. 42-51, 2006.
- BARLOW, J.; FRANÇA, F.; GARDNER, T. A.; HICKS, C. C.; LENNOX, G. D.; BERENGUER, E.; CASTELLO, L.; ECONOMO, E. P.; FERREIRA, J.; GUÉNARD, B.; LEAL, C. G.; ISAAC, V.; LEES, A. C.; PARR, C. L.; WILSON, S. K.; YOUNG, P. J.; GRAHAM, N. A. J. **The future of hyperdiverse tropical ecosystems**. Nature, London, v. 559, p. 517–526. 2018.
- BLIEGE BIRD, B. R.; BIRD, W. D.; MARTINE, T. C.; McGUIRE, C.; GREENWOOD, L.; TAYLOR, D.; WILLIAMS, M. T.; VETH, M. P. **Seed dispersal by Martu peoples promotes the distribution of native plants in arid Australia**. Nature Communications, v. 15, n. 1, p. 1-17. 2024.
- BLOUIN, D.; BISSONNETTE, J.-F.; GOYETTE, J.-O.; DUBÉ, J. **Ecosystem services concept: Challenges to its integration in government organizations**. Ecosystem Services, v. 71. 2025.
- BOAFO, Y. A.; SAITO, O.; JASAW, G. S.; OTSUKI, K.; TAKEUCHI, K. **Provisioning ecosystem services-sharing as a coping and adaptation strategy among rural communities in Ghana's semi-arid ecosystem**. Ecosystem Services, v. 19, p. 92-102. 2016.
- BORIE, M.; HULME, M. **Framing global biodiversity: IPBES between mother earth and ecosystem services**. Environmental Science & Policy, v. 54, p. 487-496. 2015.
- BURKHARD, B.; KROLL, F.; NEDKOV, S.; MULLER, F. **Mapping ecosystem service supply, demand and budgets**. Ecological Indicators, Amsterdam, v. 21, p. 17-29. 2012.
- CAMPELLO, E. F. C. **Sucessão vegetal na recuperação de áreas degradadas**. In: DIAS, L. M.; MELLO, J. W. V. (Org.). Recuperação de Áreas Degradadas. 1ªed.Viçosa: Universidade Federal de Viçosa, v. 1, p. 183-196. 1998.
- CAMPOS, J. C.; RODRIGUES, S.; SIL, Â.; HERMOSO, V.; FREITAS, T. R.; SANTOS, J. A.; FERNANDES, P. M.; AZEVEDO, J. C.; HONRADO, J. P.; REGOS, A. **Climate regulation ecosystem services and biodiversity conservation are enhanced differently by climate- and fire-smart landscape management**. Environmental Research Letters, v. 17, n. 5. 2022.
- CARDINALE, B. J.; DUFFY, J. E.; GONZALEZ, A.; HOOPER, D. U.; PERRINGS, C.;

VENAIL, P.; NARWANI, A.; MACE, G. M.; TILMAN, D.; WARDLE, D. A.; KINZIG, A. P.; DAILY, G. C.; LOREAU, M.; GRACE, J. B.; LARIGAUDERIE, A.; SRIVASTAVA, D. S.; NAEEM, S. **Biodiversity loss and its impact on humanity**. Nature, v. 486, p. 59–67, 2012. CGIAR. Consultative Group on International Agricultural Research. Disponível em: <https://www.cgiar.org/> Acesso em: 10 abr. 2025.

CHAZDON, R. L. **Beyond deforestation: Restoring forests and ecosystem services on degraded lands**. v. 320, n. 5882, p. 1458-1460. 2008.

CHENG, C.; LI, F. **Ecosystem restoration and management based on nature-based solutions in China: Research progress and representative practices**. Nature-Based Solutions, v. 6. 2024.

COSTANZA, R.; KUBISZEWSKI, I. **The authorship structure of "ecosystem services" as a transdisciplinary field of scholarship**. Ecosystem Services, v. 1, n. 1, p. 16-25. 2012.

DAILY, G. C.; POLASKY, S.; GOLDSTEIN, J.; KAREIVA, P. M.; MOONEY, H. A.; PEJCHAR, L.; RICKETTS, T. H.; SALZMAN, J.; SHALLENBERGER, R. **Ecosystem services in decision making: time to deliver**. Frontiers in Ecology and the Environment, Washington, DC: Ecological Society of America, v. 7, n. 1, p. 21-28, 2009.

DÍAZ, S.; DEMISSEW, S.; CARABIAS, J.; JOLY, C.; LONSDALE, M.; ASH, N.; LARIGAUDERIE, A.; RAM ADHIKARI, J.; ARICO, S.; BÁLDI, A.; BARTUSKA, A.; BASTE, I. A.; BILGIN, A.; BRONDIZIO, E.; CHAN, K. M. A.; FIGUEROA, V. E.; DURAIAPPAH, A.; FISCHER, M.; HILL, R.; KOETZ, T.; LEADLEY, P.; LYVER, P.; MACE, G. M.; MARTIN-LÓPEZ, B.; OKUMURA, M.; PACHECO, D.; PASCUAL, U.; PÉREZ, E. S.; REYERS, B.; ROTH, E.; SAITO, O.; SCHOLES, R. J.; SHARMA, N.; TALLIS, H.; THAMAN, R.; WATSON, R.; YAHARA, T.; ABDUL HAMID, Z.; AKOSIM, C.; AL-HAFEDH, Y.; ALLAHVERDIYEV, R.; AMANKWAH, E.; ASAH, S. T.; ASFAW, Z.; BARTUS, G.; BROOKS, L. A.; CAILLAUX, J.; DALLE, G.; DARNAEDI, D.; DRIVER, A.; ERPUL, G.; ESCOBAR-EYZAGUIRRE, P.; FAILLER, P.; FOU DA, A. M. M.; FU, B.; GUNDIMEDA, H.; HASHIMOTO, S.; HOMER, F.; LAVOREL, S.; LICHTENSTEIN, G.; MALA, W. A.; MANDIVENYI, W.; MATCZAK, P.; MBIZVO, C.; MEHRDADI, M.; METZGER, J. P.; MIKISSA, J. B.; MOLLER, H.; MOONEY, H. A.; MUMBY, P.; NAGENDRA, H.; NESSHOVER, C.; OTENG-YEBOAH, A. A.; PATAKI, G.; ROUÉ, M.; RUBIS, J.; SCHULTZ, M.; SMITH, P.; SUMAILA, R.; TAKEUCHI, K.; THOMAS, S.; VERMA, M.; YEO-CHANG, Y.; ZLATANOVA, D. **The IPBES Conceptual Framework—connecting nature and people**. Current Opinion in Environmental Sustainability, v. 14, p. 1–16, 2015.

DURAZZO, A.; LUCARINI, M.; PLUTINO, M.; LUCINI, L.; AROMOLO, R.; MARTINELLI, E.; SOUTO, B. E.; SANTINI, A.; PIGNATTI, G. **Bee Products: A Representation of Biodiversity, Sustainability, and Health**. Life, v. 11, n. 9, p. 1-32, 2021.

FERRAZ, R. P. D.; PRADO, R. B.; PARRON, L. M.; CAMPANHA, M. M. (eds.). **Marco referencial em serviços ecossistêmicos**. Brasília, DF: Embrapa. 2019.

FISHER, B.; TURNER, R. K. **Ecosystem services: classification for valuation**. Biological

Conservation, v. 141, p. 1167-1169, 2008.

GAGETTI, B L.; PIRATELLI, A J.; PIÑA-RODRIGUES, F C M. **Fruit color preference by birds and applications to ecological restoration.** Brazilian Journal of Biology, v. 76, n. 4, p. 955–966. 2016.

GREN, I-M.; CAMPOS, M.; GUSTAFSSON, L. **Economic development, institutions, and biodiversity loss at the global scale.** Regional Environmental Change, v. 16, n. 2, p. 445-457. 2016.

GUIDETTI, Y.B.; AMICO, C. G.; DARDANELLI, S.; RODRIGUEZ-CABAL, A. M. **Artificial perches promote vegetation restoration.** Plant Ecology, v. 24, p. 935-942. 2016.

HALPERN, B. S.; BOETTIGER, C.; DIETZE, M. C.; GEPHART, J. A.; GONZÁLEZ, P.; GRIMM, N. B.; GROFFMAN, P. M.; GUREVITCH, J.; HOBBIE, S. E.; KOMATSU, K. J.; KROEKER, K. J.; LAHR, H. J.; LODGE, D. M.; LORTIE, C. J.; LOWNDES, J. S. S.; MICHELI, F.; POSSINGHAM, H. P.; RUCKELSHAUS, M. H.; SCARBOROUGH, C.; WOOD, C. L.; WU, G. C.; AOYAMA, L.; ARROYO, E. E.; BAHLÁI, C. A.; BELLER, E. E.; BLAKE, R. E.; BORK, K. S.; BRANCH, T. A.; BROWN, N. E. M.; BRUN, J.; BRUNA, E. M.; BUCKLEY, L. B.; BURNETT, J. L.; CASTORANI, M. C. N.; CHENG, S. H.; COHEN, S. C.; COUTURE, J. L.; CROWDER, L. B.; DEE, L. E.; DIAS, A. S.; DIAZ-MAROTO, I. J.; DOWNS, M. R.; DUDNEY, J. C.; ELLIS, E. C.; EMERY, K. A.; EURICH, J. G.; FERRISS, B. E.; FREDSTON, A.; FURUKAWA, H.; GAGNÉ, S. A.; GARLICK, S. R.; GARROWAY, C. J.; GAYNOR, K. M.; GONZÁLEZ, A. L.; GRAMES, E. M.; GUY-HAIM, T.; HACKETT, E.; HALLETT, L. M.; HARMS, T. K.; HAULSEE, D. E.; HAYNES, K. J.; HAZEN, E. L.; JARVIS, R. M.; JONES, K.; KANDLIKAR, G. S.; KINCAID, D. W.; KNOPE, M. L.; KOIRALA, A.; KOLASA, J.; KOMINOSKI, J. S.; KORICHEVA, J.; LANCASTER, L. T.; LAWLOR, J. A.; LOWMAN, H. E.; MULLER-KARGER, F. E.; NORMAN, K. E. A.; NOURN, N.; O'HARA, C. C.; OU, S. X.; PADILLA-GAMINO, J. L.; PAPPALARDO, P.; PEEK, R. A.; PELLETIER, D.; PLANT, S.; PONISIO, L. C.; PORTALES-REYES, C.; PROVETE, D. B.; RAES, E. J.; RAMIREZ-REYES, C.; RAMOS, I.; RECORD, S.; RICHARDSON, A. J.; SALGUERO-GÓMEZ, R.; SATTERTHWAITE, E. V.; SCHMIDT, C.; SCHWARTZ, A. J.; SEE, C. R.; SHEA, B. D.; SMITH, R. S.; SOKOL, E. R.; SOLOMON, C. T.; SPANBAUER, T.; STEFANOUDIS, P. V.; STERNER, B. W.; SUDBRACK, V.; TONKIN, J. D.; TOWNES, A. R.; VALLE, M.; WALTER, J. A.; WHEELER, K. I.; WIEDER, W. R.; WILLIAMS, D. R.; INVERNO, M.; WINTEROVA, B.; WOODALL, L. C.; WYMORE, A. S.; YOUNGFLESH, C. **Priorities for synthesis research in ecology and environmental science.** Ecosphere, v. 14, n. 1. 2023.

HOEGH-GULDBERG, O.; JACOB, D.; TAYLOR, M.; GUILLÉN BOLAÑOS, T.; BINDI, M.; BROWN, S.; CAMILLONI, I. A.; DIEDHIOU, A.; DJALANTE, R.; EBI, K.; ENGELBRECHT, F.; GUIOT, J.; HIJIOKA, Y.; MEHROTRA, S.; HOPE, C. W.; PAYNE, A. J.; PÖRTNER, H.-O.; SENEVIRATNE, S. I.; THOMAS, A.; WARREN, R.; ZHOU, G. **The human imperative of stabilizing global climate change at 1.5°C.** Science, v. 365, n. 6459, 2019.

HURTEAU, M. D.; BRADFORD, J. B.; FULÉ, P. Z.; TAYLOR, A. H.; MARTIN, K. L. **Climate change, fire management, and ecological services in the southwestern US.** Forest Ecology and Management, Amsterdam, v. 327, p. 280-289. 2014.

IPBES – INTERGOVERNMENTAL SCIENCE-POLICY PLATFORM ON BIODIVERSITY AND ECOSYSTEM SERVICES. **Summary for policymakers of the global assessment report on biodiversity and ecosystem services of the Intergovernmental Science-Policy Platform on Biodiversity and Ecosystem Services.** Bonn: IPBES Secretariat. 2019. Disponível em: <https://ipbes.net/global-assessment> . Acesso em: 24 abr. 2025.

KEYES, A. A.; MCLAUGHLIN, P. J.; BARNER K. A.; DEE, E. L. **An ecological network approach to predict ecosystem service vulnerability to species losses.** Nature Communications, v. 12, p. 1-11. 2021.

KOO, H.; KLEEMANN, J.; FÜRST, C. **Land Use Scenario Modeling Based on Local Knowledge for the Provision of Ecosystem Services in Northern Ghana.** Land, v. 7, n. 2. 2018.

KOVÁCS, E. K.; PATAKI, G. **The participation of experts and knowledges in the Intergovernmental Platform on Biodiversity and Ecosystem Services (IPBES).** Environmental Science & Policy, v. 57, p. 131-139, mar. 2016.

KRIVTSOV, V. **Investigations of indirect relationships in ecology and environmental sciences: A review and the implications for comparative theoretical ecosystem analysis.** Ecological Modelling, v. 174, p. 37-54. 2004.

KUBISZEWSKI, I.; CONCOLLATO, L.; COSTANZA, R.; STERN, D. I. **Changes in authorship, networks, and research topics in ecosystem services.** Ecosystem Services, v. 59. 2023.

LAHSEN, M.; BUSTAMANTE, M. M. C.; DALLA-NORA, E. L. **Undervaluing and Overexploiting the Brazilian Cerrado at Our Peril.** Environment: Science and Policy for Sustainable Development, v. 58, n. 6, p. 4–15, 2016.

LELE, S.; SPRINGATE-BAGINSKI, O.; LAKERVELD, R.; DEB, D.; DASH, P. **Ecosystem Services: Origins, Contributions, Pitfalls, and Alternatives.** Conservation and Society, v. 11, n. 4, p. 343–358. 2013.

MARCUZZO, S.; GANADE, G.; ARAUJO, M. M. **Comparação da eficácia de técnicas de nucleação para restauração de área degradada no sul do Brasil.** Floresta, v. 43, n. 1 , p. 39-48. 2013.

MCELWEE, P.; HE, J.; HSU, M. J. **Challenges to understanding and managing cultural ecosystem services in the global South.** Ecology and Society, v. 27, n. 3, 2022.

MEA, Millennium Ecosystem Assessment. **Ecosystem and human well-being: synthesis,** Island Press: Washington, DC. 2005. Disponível em: <http://www.millenniumassessment.org/documents/document.356.aspx.pdf>. Acesso em: 14 fev. de 2024.

MENGIST, W.; SOROMESSA, T.; FEYISA, G. L. **A global view of regulatory ecosystem**

**services: existed knowledge, trends, and research gaps.** *Ecological Processes*, v. 9, n. 40. 2020.

NEFF, M. W.; CORLEY, E. A. **35 years and 160,000 articles: A bibliometric exploration of the evolution of ecology.** *Scientometrics*, v. 80, p. 657–682. 2009.

NEUSCHULZ, E. L.; MUELLER, T.; SCHLEUNING, M.; BÖHNING-GAESE, K. **Pollination and seed dispersal are the most threatened processes of plant regeneration.** *Scientific Reports*, v. 6. 2016.

NIE, T.; DONG, G.; JIANG, X.; LEI, Y. **Spatiotemporal changes and driving forces of vegetation cover on the Loess Plateau of northern Shaanxi.** *Remote Sensing*, v. 13, n. 4, p. 613. 2021.

NIEMI, G. J.; McDONALD, M. E. **Application of ecological indicators.** *Annual Review of Ecology, Evolution, and Systematics*, v. 35, p. 89-111. 2004.

NOWLIN, W. H.; VANNI, M. J.; YANG, L. H. **Comparing resource pulses in aquatic and terrestrial ecosystems.** *Ecology*, v. 89, n. 3, p. 647-659. 2008.

NUNES, F. S. M.; SOARES-FILHO, B. S.; RAJÃO, R.; MERRY, F. **Enabling large-scale forest restoration in Minas Gerais state, Brazil.** *Environmental Research Letters, Bristol*, v. 12, n. 4, 2017.

OCAMPO-ARIZA, C.; TOLEDO-HERNÁNDEZ, M.; LIBRÁN-EMBED, F.; ARMENTERAS, D.; VANSYNGHEL, J.; RAVELOARITIANA, E.; ARIMOND, I.; ANGULO-RUBIANO, A.; TSCHARNTKE, T.; RAMÍREZ-CASTANEDA, V.; WURZ, A.; MARCACCI, G.; ANDERS, M.; URBINA-CARDONA, N. J.; VOS, A.; DEVY, S.; WESTPHAL, C.; TOOMEY, A.; SHEHERAZADE.; CHIRANGO, Y.; MAAS, B. **Global South leadership towards inclusive tropical ecology and conservation.** v. 21, n. 1, p. 17-24. 2023.

OUZZANI, M.; HAMMADY, H.; FEDOROWICZ, Z.; ELMAGARMID, A. **Rayyan—a web and mobile app for systematic reviews.** *Systematic Reviews*, v. 5, n. 210, p. 1-10. 2016.

PAETZOLD, A.; WARREN, H. P.; MALTBY, L. L. **A framework for assessing ecological quality based on ecosystem services.** *Ecological Complexity*, v. 7, n. 3, p. 273-281. 2010.

PANARO, S.; DELABRE, I.; MARSHALL, F. **Cultural ecosystem services and opportunities for inclusive and effective nature-based solutions.** *Ecological Economics*, v. 230. 2025.

PARRON, L. M.; GARCIA, J. R. Serviços ambientais: conceitos, classificação, indicadores e aspectos correlatos. In: PARRON, L. M.; GARCIA, J. R.; OLIVEIRA, E. B. de; BROWN, G. G.; PRADO, R. B. (Ed.). **Serviços ambientais em sistemas agrícolas e florestais do Bioma Mata Atlântica.** Brasília, DF: Embrapa, 2015.

PICKETT, S. T. A.; CADENASSO, M. L.; MEINERS, S. J. **Ever since clements: from succession to vegetation dynamics and understanding to intervention.** Applied Vegetation Science, v. 12, n. 1, p. 9-21. 2009.

PINSKY, Vanessa Cuzziol; MORETTI, Sérgio Luiz do Amaral; KRUGLIANSKAS, Isak; PLONSKI, Guilherme Ary. Inovação sustentável: uma perspectiva comparada da literatura internacional e nacional. RAI - Revista de Administração e Inovação, v. 12, n. 3, p. 226–250. 2015.

QUIGLEY, P. T.; AMDAM, V. G.; HARWOOD, H. G. **Honey bees as bioindicators of changing global agricultural landscapes.** Current opinion in insect science, v. 35, p. 132-137. 2019.

RAYYAN SYSTEMS, Inc. **Rayyan: A web and mobile app for systematic reviews.** Disponível em: <https://www.rayyan.ai/>. Acesso em: 10 jun. 2024.

RAZERA, J .C. C. **A formação de professores em artigos da revista Ciência & Educação (1998-2014): uma revisão cienciométrica.** Ciência & Educação, v. 22, p. 561-583, 2016.

REIS, A.; BECHARA, F. C.; TRES, D. R. Nucleation in tropical ecological restoration Agric. Piracicaba, Braz., v. 67, n. 2, p. 244-250. 2010.

REIS, A. H. S.; OLIVEIRA, A. L. M.; FRITSCH, C.; ZOUCHE, J.; FERREIRA, P.; POLESE, J. C. **Usefulness of machine learning softwares to screen titles of systematic reviews: a methodological study.** Systematic Reviews, v. 12, p. 68. 2023.

RETHLEFSEN, M. L.; KIRTLEY, S.; WAFFENSCHMIDT, S.; AYALA, A. P.; MOHER, D.; PAGE, M. J.; KOFFEL, J. B. PRISMA-S Group. **PRISMA-S: an extension to the PRISMA Statement for Reporting Literature Searches in Systematic Reviews.** Systematic Reviews, v. 10, n. 39. 2021.

ROLDAN-VALADEZ, E.; SALAZAR-RUIZ, S. Y.; IBARRA-CONTRERAS, R. RIOS, C. **Current concepts on bibliometrics: a brief review about impact factor, Eigenfactor score, CiteScore, SCImago Journal Rank, Source-Normalised Impact per Paper, H-index, and alternative metrics.** Irish Journal of Medical Science, v. 188, n. 3, p. 939-951. 2019.

ROMANAZZI, G. R.; KOTO, R.; DE BONI, A.; PALMISANO, G. O.; CIOFFI, M.; ROMA, R. **Cultural ecosystem services: A review of methods and tools for economic evaluation.** Environmental and Sustainability Indicators, v. 20. 2023.

SANTOS, R. M. S.; KOBASHI, N. Y. **Bibliometria, cientometria, infometria: conceitos e aplicações.** Tendências da Pesquisa Brasileira em Ciência da Informação, v. 2, n.1, p. 155- 172. 2009.

SCHAEFER, M.; GOLDMAN, E.; BARTUSKA, A. M.; SUTTON-GRIER, A.; LUBCHENCO, J. **Nature as capital: advancing and incorporating ecosystem services in United States federal policies and programs.** Proceedings of the National Academy of Sciences, v. 112, n. 24, p. 7383-7389. 2015.

SCHENAU, S.; VAN BERKEL, J.; BOGAART, P.; BLOM, C.; DRIESSEN, C.; DE JONGH, L.; DE JONG, R.; HORLINGS, E.; MOSTERD, R.; HEIN, L.; LOF, M. **Valuing ecosystem services and ecosystem assets for The Netherlands**. *One Ecosystem*, 7, Article e84624. 2022.

SEPPELT, R.; DORMANN, C. F.; EPPINK, F. V.; LAUTENBACH, S.; SCHMIDT, S. **A quantitative review of ecosystem service studies: approaches, shortcomings and the road ahead**. *Journal of Applied Ecology*, v. 48, n. 3, p. 630–636. 2011.

SILVA, A. K.; MARTINS, V. S.; NETO, M. A.; CAMPOS, H. W. **Semeadura direta com transposição de serapilheira como metodologia de restauração ecológica**. *Revista Árvore*, v. 39, n.5, p. 811-820. 2015.

SUTTMEIER, R. P.; CAO, C.; SIMON, D. F. **"Knowledge Innovation" and the Chinese Academy of Sciences**. *Science*, v. 312, n. 5770, p. 58–59. 2006.

TIEMANN, A.; RING, I. **Towards ecosystem service assessment: Developing biophysical indicators for forest ecosystem services**. *Ecological Indicators*, v. 137. 2022.

TITLEY, M. A.; SNADDON, J. L.; TURNER, E. C. **Scientific research on animal biodiversity is systematically biased towards vertebrates and temperate regions**. *PLOS ONE*, v. 12, n. 12. 2017.

VAN SCHOTHORST, C.; JANSEN, S.; LAUSBERG, L. **The Indispensable Role of Software Ecosystem Services**. *Journal of Software: Evolution and Process*, v. 37, n. 2. 2025.

VIANA, B.F. ; BOSCOLO, D. ; MARIANO-NETO, E. ; LOPES, L. E. ; LOPES, A.V. ; FERREIRA, P.A. ; PIGOZZO, C. M ; PRIMO, L. . A polinização no contexto da paisagem: o que de fato sabemos e o que precisamos saber?. In: IMPERATRIZ-FONSECA, V. L; CANHOS, D. A. L; ALVES, D. A.; SARAIVA, A. M. (Org.). **Polinizadores no Brasil - contribuição e perspectivas para a biodiversidade, uso sustentável, conservação e serviços ambientais**. 1. ed. São Paulo: EDUSP, v. 1, p. 67-102. 2012.

XU, C.; JIANG, Y.; SU, Z.; LIU, Y.; LYU, J. **Assessing the impacts of Grain-for-Green Programme on ecosystem services in Jinghe River basin, China**. *Ecological Indicators*, v. 37. 2022.

YAHDJIAN, L.; SALA, E. O.; HAVSTAD, M. K. **Rangeland ecosystem services: shifting focus from supply to reconciling supply and demand**. *Frontiers in ecology and the environment*, v. 13, p. 44-51. 2015.



## 8. APÊNDICE

### Apêndice I. Relação dos artigos analisados

| DOI                                    | TÍTULO                                                                                                                                                                             | ANO  | AUTORES               | PERIÓDICO                             |
|----------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------|-----------------------|---------------------------------------|
| 10.1016/j.ecohyd.2018.04.002           | Forest, wetland and biodiversity: Revealing multi-faceted ecological services from ecorestoration of a degraded tropical landscape                                                 | 2018 | Mallick & Chakraborty | ECOHYDROLOGY \& HYDROBIOLOGY          |
| 10.1371/journal.pone.0208523           | Restoration of ecosystem services in tropical forests: A global meta-analysis                                                                                                      | 2018 | Shimamoto et al.      | PLOS ONE                              |
| 10.1016/j.heliyon.2023.e16473          | Woody species diversity and regeneration status of Sub-Alpine forest of Mount Adama exclosure site, Northwestern highlands of Ethiopia                                             | 2023 | Mengistu et al.       | HELIYON                               |
| 10.1016/j.for-eco.2018.10.064          | Can agroforestry systems enhance biodiversity and ecosystem service provision in agricultural landscapes? A meta-analysis for the Brazilian Atlantic Forest                        | 2019 | Freire Santos et al.  | FOREST ECOLOGY AND MANAGEMENT         |
| 10.1111/cobi.12918                     | Restoration planning to guide Aichi targets in a megadiverse country                                                                                                               | 2017 | Tobon et al.          | CONSERVATION BIOLOGY                  |
| 10.1002/ldr.3923                       | Effects of grazing control on ecosystem recovery, biological productivity gains, and soil carbon sequestration in long-term degraded loess farmlands in the Northern Negev, Israel | 2021 | Leu et al.            | LAND DEGRADATION \& DEVELOPMENT       |
| 10.1111/emr.12084                      | Co-benefits of planting species mixes in carbon projects                                                                                                                           | 2014 | Standish & Hulvey     | ECOLOGICAL MANAGEMENT \& RESTORATION  |
| 10.1111/1365-2664.14240                | Landscape conservation as a strategy for recovering biodiversity: Lessons from a long-term program of pasture restoration in the southern Atlantic Forest                          | 2022 | Cardoso et al.        | JOURNAL OF APPLIED ECOLOGY            |
| 10.1016/j.tfp.2023.100394              | Rehabilitation options for degraded secondary forests in Adiyo district of Kaffa zone, Southwest Ethiopia                                                                          | 2023 | Kassa et al.          | TREES FORESTS AND PEOPLE              |
| 10.1016/j.agee.2016.11.005             | Effects of excluding grazing on the vegetation and soils of degraded sparse-elm grassland in the Horqin Sandy Land, China                                                          | 2016 | Tang et al.           | AGRICULTURE ECOSYSTEMS \& ENVIRONMENT |
| 10.1146/annurev-resource-101422-085414 | Economics of Ecosystem Restoration                                                                                                                                                 | 2023 | Mirzabaev & Wuepper   | ANNUAL REVIEW OF RESOURCE ECONOMICS   |
| 10.1016/j.agee.2022.108048             | Environmental drivers for riparian restoration success and ecosystem services supply in Mediterranean agricultural landscapes                                                      | 2022 | Castellano et al.     | AGRICULTURE ECOSYSTEMS \& ENVIRONMENT |

|                                 |                                                                                                                                                           |      |                      |                                                         |
|---------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------|----------------------|---------------------------------------------------------|
| 10.1016/j.gloenvcha.2018.07.008 | Restoration to offset the impacts of developments at a landscape scale reveals opportunities, challenges and tough choices                                | 2018 | Budiharta et al.     | GLOBAL ENVIRONMENTAL CHANGE-HUMAN AND POLICY DIMENSIONS |
| 10.1111/conl.12660              | Strengthening China's national biodiversity strategy to attain an ecological civilization                                                                 | 2019 | Wu et al.            | CONSERVATION LETTERS                                    |
| 10.1016/j.ecoleng.2012.12.106   | Afforestation or natural succession? Looking for the best way to manage abandoned cut-over peatlands for biodiversity conservation                        | 2014 | Woziwoda & Kopec     | ECOLOGICAL ENGINEERING                                  |
| 10.1016/j.gecco.2021.e01739     | Effects of logging on landscape-level tree diversity across an elevational gradient in Bornean tropical forests                                           | 2021 | Yano et al.          | GLOBAL ECOLOGY AND CONSERVATION                         |
| 10.1177/194008291300600601      | Biodiversity persistence in highly human-modified tropical landscapes depends on ecological restoration                                                   | 2013 | Brancalion et al.    | TROPICAL CONSERVATION SCIENCE                           |
| 10.1016/j.jenvman.2022.115450   | Insect pollination services in actively and spontaneously restored quarries converge differently to natural reference ecosystem                           | 2022 | Carvalho et al.      | JOURNAL OF ENVIRONMENTAL MANAGEMENT                     |
| 10.1016/j.foreco.2021.118932    | Pure or mixed plantings equally enhance the recovery of the Atlantic forest                                                                               | 2021 | Guerin et al.        | FOREST ECOLOGY AND MANAGEMENT                           |
| 10.1007/s11676-022-01508-y      | Taxonomic and community composition of epigeal arthropods in monoculture and mixed tree species plantations in a deciduous forest of Ghana                | 2023 | Dampney et al.       | JOURNAL OF FORESTRY RESEARCH                            |
| 10.1088/1748-9326/ab5eb1        | Optimal strategies for ecosystem services provision in Amazonian production forests                                                                       | 2019 | Piponiot et al.      | ENVIRONMENTAL RESEARCH LETTERS                          |
| 10.1016/j.agee.2015.08.016      | Drivers and consequences of land use patterns in a developing country rural community                                                                     | 2015 | Wagner et al.        | AGRICULTURE ECOSYSTEMS & ENVIRONMENT                    |
| 10.1111/aec.12470               | Selecting plant species for practical restoration of degraded lands using a multiple-trait approach                                                       | 2017 | Giannini et al.      | AUSTRAL ECOLOGY                                         |
| 10.1111/1365-2664.14262         | Spatial planning for restoration in Cerrado: Balancing the trade-offs between conservation and agriculture                                                | 2022 | Schuler & Bustamante | JOURNAL OF APPLIED ECOLOGY                              |
| 10.1016/j.tfp.2020.100048       | Using birds as bioindicators of forest restoration progress: A preliminary study                                                                          | 2021 | Chowfin & Leslie     | TREES FORESTS AND PEOPLE                                |
| 10.1016/j.foreco.2013.04.024    | Floristic composition, species diversity and carbon storage in charcoal and agriculture fallows and management implications in Miombo woodlands of Zambia | 2013 | Kalaba et al.        | FOREST ECOLOGY AND MANAGEMENT                           |
| 10.1016/j.jnc.2020.125921       | A rapid approach for informing the prioritization of degraded agricultural lands for ecological recovery: A case study for Colombia                       | 2020 | Sylvester et al.     | JOURNAL FOR NATURE CONSERVATION                         |
| 10.1016/j.landusepol.2021.06142 | Patterns of (future) environmental risks from cocoa expansion and intensification in West Africa call for context specific responses                      | 2022 | Sassen et al.        | LAND USE POLICY                                         |

|                                   |                                                                                                                                                                           |      |                      |                                             |
|-----------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------|----------------------|---------------------------------------------|
| 10.1007/s00442-021-04920-z        | Re-establishment of cavity-nesting bee and wasp communities along a reforestation gradient in southern Amazonia                                                           | 2021 | de Araújo et al.     | OECOLOGIA                                   |
| 10.1016/j.tfp.2023.100376         | People's attitudes and perceptions towards area enclosure in Ethiopian central rift valley: Implications for land restoration and livelihood improvement                  | 2023 | Seid et al.          | TREES FORESTS AND PEOPLE                    |
| 10.1016/j.jenvman.2022.116174     | Identification of key priority areas under different ecological restoration scenarios on the Qinghai-Tibet Plateau                                                        | 2022 | Liu et al.           | JOURNAL OF ENVIRONMENTAL MANAGEMENT         |
| 10.1016/j.flora.2017.12.001       | Plant life in campo rupestre: New lessons from an ancient biodiversity hotspot                                                                                            | 2018 | Morellato & Silveira | FLORA                                       |
| 10.1111/1365-2664.12251           | Exploring restoration options for habitats, species and ecosystem services in the European Union                                                                          | 2014 | Egoh et al.          | JOURNAL OF APPLIED ECOLOGY                  |
| 10.1016/j.indic.2021.100122       | Tree diversity, soil organic carbon lability and ecosystem carbon storage under a fallow age chronosequence in North East India                                           | 2021 | Nath et al.          | ENVIRONMENTAL AND SUSTAINABILITY INDICATORS |
| 10.1016/j.biocon.2021.109283      | Private reserves suffer from the same location biases of public protected areas                                                                                           | 2021 | D'Albertas et al.    | BIOLOGICAL CONSERVATION                     |
| 10.1016/j.tfp.2020.100059         | A comparative analysis of indigenous and exotic tree species management practices in agricultural landscapes of Southwest Ethiopia                                        | 2021 | Gemechu et al.       | TREES FORESTS AND PEOPLE                    |
| 10.1016/j.landusepol.2020.104874  | Assessing restoration priorities for high-risk ecosystems: An application of the IUCN Red List of Ecosystems                                                              | 2020 | Etter et al.         | LAND USE POLICY                             |
| 10.1007/s10980-021-01306-7        | Large-scale afforestation for ecosystem service provisioning: learning from the past to improve the future                                                                | 2021 | Perez-Silos et al.   | LANDSCAPE ECOLOGY                           |
| 10.1016/j.ecolind.2017.11.006     | Integrated methods for determining restoration priorities of coal mining subsidence areas based on green infrastructure: -A case study in the Xuzhou urban area, of China | 2018 | Hu et al.            | ECOLOGICAL INDICATORS                       |
| 10.3390/life11090970              | Bee Products: A Representation of Biodiversity, Sustainability, and Health                                                                                                | 2021 | Durazzo et al.       | LIFE-BASEL                                  |
| 10.1016/j.landurbplan.2012.04.002 | Resilience analysis of the interaction of between typhoons and land use change                                                                                            | 2012 | Wang et al.          | LANDSCAPE AND URBAN PLANNING                |
| 10.1016/j.ecoser.2021.101370      | A new model of pollination services potential using a landscape approach: A case study of post-mining area in Poland                                                      | 2021 | Lowicki & Fagiewicz  | ECOSYSTEM SERVICES                          |
| 10.1007/s13280-021-01646-3        | A classification of cultivated pastures in the Brazilian Cerrado for sustainable intensification and savanna restoration                                                  | 2022 | Vieira et al.        | AMBIO                                       |
| 10.1111/rec.13230                 | Integrated climate sensitive restoration framework for                                                                                                                    | 2020 | Dhyani et al.        | RESTORATION ECOLOGY                         |

|                                   |                                                                                                                                                                |      |                      |                                      |
|-----------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------|----------------------|--------------------------------------|
|                                   | transformative changes to sustainable land restoration                                                                                                         |      |                      |                                      |
| 10.1016/j.ecoleng.2022.106674     | Landscape level ecological assessment and eco-restoration strategies for alpine and sub-alpine regions of the Central Himalaya                                 | 2022 | Maiti et al.         | ECOLOGICAL ENGINEERING               |
| 10.1038/s41467-023-39434-0        | Accounting for forest condition in Europe based on an international statistical standard                                                                       | 2023 | Maes et al.          | NATURE COMMUNICATIONS                |
| 10.1111/rec.12016                 | Ecosystem Changes Following Restoration of a Buckthorn-Invaded Woodland                                                                                        | 2014 | Larkin et al.        | RESTORATION ECOLOGY                  |
| 10.1016/j.agee.2023.108353        | Semi-natural habitats on organic strawberry farms and in surrounding landscapes promote bird biodiversity and pest control potential                           | 2023 | Garcia et al.        | AGRICULTURE ECOSYSTEMS & ENVIRONMENT |
| 10.1016/j.jenvman.2024.120473     | Livestock intensification and environmental sustainability: An analysis based on pasture management scenarios in the Brazilian savanna                         | 2024 | dos Santos et al.    | JOURNAL OF ENVIRONMENTAL MANAGEMENT  |
| 10.1016/j.scitotenv.2020.138441   | Sparing and sharing land for maintaining the multifunctionality of large floodplain rivers                                                                     | 2020 | Eros & Banyai        | SCIENCE OF THE TOTAL ENVIRONMENT     |
| 10.1080/10549811.2022.2150417     | Biodiversity and Ecosystem Services of Bamboo Carbon Stocks Regulation in the Western Highlands of Cameroon                                                    | 2023 | Cedric et al.        | JOURNAL OF SUSTAINABLE FORESTRY      |
| 10.1111/rec.13400                 | Active restoration leads to rapid recovery of aboveground biomass but limited recovery of fish diversity in planted mangrove forests of the North Brazil Shelf | 2021 | Ram et al.           | RESTORATION ECOLOGY                  |
| 10.1007/s00267-014-0264-4         | Mapping Ecological Processes and Ecosystem Services for Prioritizing Restoration Efforts in a Semi-arid Mediterranean River Basin                              | 2014 | Trabucchi et al.     | ENVIRONMENTAL MANAGEMENT             |
| 10.3390/f11101062                 | Participatory Assessment of Ecosystem Services from Community-Managed Planted Forests in Bhutan                                                                | 2020 | Rai et al.           | FORESTS                              |
| 10.1042/ETLS20200123              | New directions in pollinator research: diversity, conflict and response to global change                                                                       | 2020 | Scott-Brown & Koch   | EMERGING TOPICS IN LIFE SCIENCES     |
| 10.3390/d16040233                 | Resilience of Aboveground Biomass of Secondary Forests Following the Abandonment of Gold Mining Activity in the Southeastern Peruvian Amazon                   | 2024 | Garate-Quispe et al. | DIVERSITY-BASEL                      |
| 10.1177/194008291500800104        | Availability of large seed-dispersers for restoration of degraded tropical forest                                                                              | 2015 | Lindsell et al.      | TROPICAL CONSERVATION SCIENCE        |
| 10.1016/j.landurbplan.2018.03.001 | Spatial alternatives for Green Infrastructure planning across the EU: An ecosystem service perspective                                                         | 2018 | Vallecillo et al.    | LANDSCAPE AND URBAN PLANNING         |
| 10.1371/journal.pbio.1002052      | Optimal Conservation Outcomes Require Both Restoration and Protection                                                                                          | 2015 | Possingham et al.    | PLOS BIOLOGY                         |

|                                 |                                                                                                                                                                             |      |                       |                                                |
|---------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------|-----------------------|------------------------------------------------|
| 10.1016/j.jenvman.2018.06.065   | Effects of soil erosion on agro-ecosystem services and soil functions: A multidisciplinary study in nineteen organically farmed European and Turkish vineyards              | 2018 | Costantini et al.     | JOURNAL OF ENVIRONMENTAL MANAGEMENT            |
| 10.1111/btp.12627               | Lowland tapirs facilitate seed dispersal in degraded Amazonian forests                                                                                                      | 2019 | Paolucci et al.       | BIOTROPICA                                     |
| 10.1016/j.ecolind.2020.106550   | Termites as indicators of soil ecosystem services in transformed amazon landscapes                                                                                          | 2020 | Duran-Bautista et al. | ECOLOGICAL INDICATORS                          |
| 10.1002/ldr.2368                | Comparative Assessment of Goods and Services Provided by Grazing Regulation and Reforestation in Degraded Mediterranean Rangelands                                          | 2017 | Papanastasis et al.   | LAND DEGRADATION \& DEVELOPMENT                |
| 10.3375/22-13                   | Pollinator Abundance and Diversity under Differing Wet Prairie Management                                                                                                   | 2022 | Barron & Beston       | NATURAL AREAS JOURNAL                          |
| 10.3390/ijgi9120710             | Supporting SDG 15, Life on Land: Identifying the Main Drivers of Land Degradation in Honghe Prefecture, China, between 2005 and 2015                                        | 2020 | Wang et al.           | ISPRS INTERNATIONAL JOURNAL OF GEO-INFORMATION |
| 10.3389/ffgc.2021.630959        | Trade-Offs and Synergies Between Food and Fodder Production and Other Ecosystem Services in an Actively Restored Forest, Natural Forest and an Agroforestry System in Ghana | 2021 | Dampney et al.        | FRONTIERS IN FORESTS AND GLOBAL CHANGE         |
| 10.1007/s10531-022-02510-w      | Agricultural landscape influences on the solitary bees and wasps that nest in ecological restoration sites                                                                  | 2023 | Gobatto et al.        | BIODIVERSITY AND CONSERVATION                  |
| 10.1017/S1742170512000452       | Enhancing ecosystem services with no-till                                                                                                                                   | 2013 | Lal                   | RENEWABLE AGRICULTURE AND FOOD SYSTEMS         |
| 10.1007/s11056-018-9644-6       | Production, restoration, mitigation: a new generation of plantations                                                                                                        | 2019 | Silva et al.          | NEW FORESTS                                    |
| 10.1017/S0959270916000514       | The Ndiel, a former floodplain on the brink of change from dry to wet?                                                                                                      | 2018 | Bos et al.            | BIRD CONSERVATION INTERNATIONAL                |
| 10.3389/fevo.2022.852177        | Ecosystems Services Provided by Bats Are at Risk in Brazil                                                                                                                  | 2022 | Brasileiro et al.     | FRONTIERS IN ECOLOGY AND EVOLUTION             |
| 10.1016/j.baae.2021.02.010      | A conceptual framework for urban ecological restoration and rehabilitation                                                                                                  | 2021 | Klaus & Kiehl         | BASIC AND APPLIED ECOLOGY                      |
| 10.1111/een.13221               | Soil disturbance impacts on ant-dispersal multilayer networks in a tropical savanna                                                                                         | 2023 | Coelho et al.         | ECOLOGICAL ENTOMOLOGY                          |
| 10.1016/j.ecolind.2014.05.023   | Land management implications for ecosystem services in a South African rangeland                                                                                            | 2014 | Petz et al.           | ECOLOGICAL INDICATORS                          |
| 10.1016/j.scitotenv.2022.155875 | Ecosystem service deficits of European cities                                                                                                                               | 2022 | Elliot et al.         | SCIENCE OF THE TOTAL ENVIRONMENT               |
| 10.1016/j.ufug.2017.12.014      | Biodiversity and ecosystem services in urban green infrastructure planning: A case study from the metropolitan area of Rome (Italy)                                         | 2019 | Capotorti et al.      | URBAN FORESTRY \& URBAN GREENING               |

|                                 |                                                                                                                                                         |      |                    |                                                    |
|---------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------|--------------------|----------------------------------------------------|
| 10.1890/ES14-00173.1            | Montane meadow hydrology, plant community, and herbivore dynamics                                                                                       | 2014 | Roche et al.       | ECOSPHERE                                          |
|                                 | Monitoring land degradation at national level using satellite Earth Observation time-series data to support SDG15- exploring the potential of data cube | 2020 | Giuliani et al.    | BIG EARTH DATA                                     |
| 10.1007/s11056-023-09970-0      | Pit volume, soil cover and Eucalyptus forestry residues determine plant growth in restoring areas after gravel mining in eastern Amazon, Brazil         | 2024 | de Oliveira et al. | NEW FORESTS                                        |
| /10.1007/s11273-015-9479-2      | Carbon stocks in artificially and naturally regenerated mangrove ecosystems in the Mekong Delta                                                         | 2016 | Nam et al.         | WETLANDS ECOLOGY AND MANAGEMENT                    |
| 10.1007/s11356-023-28255-9      | Priority areas and benefits of ecosystem restoration in Beijing                                                                                         | 2023 | Wang et al.        | ENVIRONMENTAL SCIENCE AND POLLUTION RESEARCH       |
| 10.1016/j.jrurstud.2019.02.023  | 'Crisis restoration' in post-frontier tropical environments: Replanting cloud forests in the Ecuadorian Andes                                           | 2019 | Wilson & Coomes    | JOURNAL OF RURAL STUDIES                           |
| 10.1016/j.scitotenv.2020.143312 | Using remote sensing to assess peatland resilience by estimating soil surface moisture and drought recovery                                             | 2021 | Lees et al.        | SCIENCE OF THE TOTAL ENVIRONMENT                   |
| 10.5890/JEA M.2021.03.006       | Measuring the Effectiveness of Four Restoration Technologies Applied in a Degraded Alpine Swamp Meadow in the Qinghai-Tibet Plateau, China              | 2021 | Wei et al.         | JOURNAL OF ENVIRONMENTAL ACCOUNTING AND MANAGEMENT |
| 10.1016/j.ecolind.2022.109385   | A conceptual approach to characterizing ecological suitability: Informing socio-ecological measures for restoration effectiveness                       | 2022 | Smith et al.       | ECOLOGICAL INDICATORS                              |
| doi.org/10.1111/rec.13250       | Temporal stability of cavity-nesting bee and wasp communities in different types of reforestation in southeastern Amazonia                              | 2020 | Araújo et al.      | RESTORATION ECOLOGY                                |
| 10.1016/j.ecolind.2019.05.008   | The impact of secondary forest restoration on multiple ecosystem services and their trade-offs                                                          | 2019 | Zeng et al.        | ECOLOGICAL INDICATORS                              |
| 10.5751/ES-04572-170121         | Forest Landscape Restoration in the Drylands of Latin America                                                                                           | 2012 | Newton et al.      | ECOLOGY AND SOCIETY                                |
| 10.1016/j.tfp.2023.100445       | Human-driven degradation impacts on mangroves in southern Sierra Leone                                                                                  | 2023 | Huber et al.       | TREES FORESTS AND PEOPLE                           |
| 10.1016/j.ecoser.2018.07.004    | Can control of invasive vegetation improve water and rural livelihood security in Nepal?                                                                | 2018 | Everard et al.     | ECOSYSTEM SERVICES                                 |
| 10.3390/f14020272               | Rainfall Modifies the Disturbance Effects on Regulating Ecosystem Services in Tropical Forests of Bangladesh                                            | 2023 | Sultana et al.     | FORESTS                                            |

|                                |                                                                                                                                                                  |      |                            |                                                        |
|--------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------|----------------------------|--------------------------------------------------------|
| 10.1155/2014/379306            | Improving Carbon Mitigation Potential through Grassland Ecosystem Restoration under Climatic Change in Northeastern Tibetan Plateau                              | 2014 | Huang et al.               | ADVANCES IN METEOROLOGY                                |
| 10.1007/s11842-011-9186-7      | Socioeconomic and Environmental Basis for the Development of Small Scale Forestry in a Highly Degraded Watershed in the Venezuelan Andes                         | 2012 | Torres-Lezama et al.       | SMALL-SCALE FORESTRY                                   |
| 10.3390/land10020156           | Investment in Land Restoration: New Perspectives with Special Reference to Australia                                                                             | 2021 | Leake                      | LAND                                                   |
| 10.3389/fenvs.2023.1107466     | Grassland management effect on ecosystem services in the livestock system in an oxisol from the Eastern high plains of Colombia                                  | 2023 | Rodriguez-Hernandez et al. | FRONTIERS IN ENVIRONMENTAL SCIENCE                     |
| 10.1007/s10113-012-0392-4      | Hierarchical priority setting for restoration in a watershed in NE Spain, based on assessments of soil erosion and ecosystem services                            | 2013 | Trabucchi et al.           | REGIONAL ENVIRONMENTAL CHANGE                          |
| 10.1080/19463138.2023.2267518  | How urbanisation shapes availability of provisioning ecosystem services in peri-urban Ghana                                                                      | 2023 | Abu Abdulai & Osumanu      | INTERNATIONAL JOURNAL OF URBAN SUSTAINABLE DEVELOPMENT |
| 10.1007/s40333-020-0013-x      | Prioritizing woody species for the rehabilitation of arid lands in western Iran based on soil properties and carbon sequestration                                | 2020 | Bazgir et al.              | JOURNAL OF ARID LAND                                   |
| 10.1016/j.ecolecon.2019.01.011 | Would County Residents Vote for an Increase in Their Taxes to Conserve Native Habitat and Ecosystem Services? Funding Conservation in Palm Beach County, Florida | 2019 | Pienaar et al.             | ECOLOGICAL ECONOMICS                                   |
| 10.3390/rs6010716              | Empirical Modelling of Vegetation Abundance from Airborne Hyperspectral Data for Upland Peatland Restoration Monitoring                                          | 2014 | Cole et al.                | REMOTE SENSING                                         |
| 10.1007/s40333-023-0073-9      | Evaluation of restoration success in arid rangelands of Iran based on the variation of ecosystem services                                                        | 2023 | Sharafatmandrad & Mashizi  | JOURNAL OF ARID LAND                                   |
| 10.1016/j.ecocom.2016.04.002   | Implications of land cover change on ecosystems services and people's dependency: A case study from the Koshi Tappu Wildlife Reserve, Nepal                      | 2016 | Chaudhary et al.           | ECOLOGICAL COMPLEXITY                                  |
| 10.1002/fee.2265               | Restoration concessions: a second lease on life for beleaguered tropical forests?                                                                                | 2020 | Harrison et al.            | FRONTIERS IN ECOLOGY AND THE ENVIRONMENT               |
| 10.3368/er.35.2.167            | Converting Lawn to Restored Forest on a Midwest College Campus: A Seven Year Assessment of Herbaceous Plant Establishment                                        | 2017 | DeJong et al.              | ECOLOGICAL RESTORATION                                 |
| 10.1016/j.ecoinf.2023.102182   | Ecosystem services profiles for communities benefitting from estuarine habitats along the Massachusetts coast, USA                                               | 2023 | Yee et al.                 | ECOLOGICAL INFORMATICS                                 |

|                               |                                                                                                                                                                                            |      |                       |                                               |
|-------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------|-----------------------|-----------------------------------------------|
| 10.1080/27685241.2023.2274583 | Smallholder farmers' perceived effects of land use and cover change on provisioning ecosystem services in the savannah ecological zone of Ghana                                            | 2023 | Aniah & Bawakyillenuo | NJAS-IMPACT IN AGRICULTURAL AND LIFE SCIENCES |
| 10.3390/su9060890             | Mining Site Reclamation Planning Based on Land Suitability Analysis and Ecosystem Services Evaluation: A Case Study in Liaoning Province, China                                            | 2017 | Wang et al.           | SUSTAINABILITY                                |
| 10.3390/rs13112047            | Mapping the Extent of Mangrove Ecosystem Degradation by Integrating an Ecological Conceptual Model with Satellite Data                                                                     | 2021 | Lee et al.            | REMOTE SENSING                                |
| 10.1016/j.envres.2022.114413  | Assessing the impact of global initiatives on current and future land restoration scenarios in India                                                                                       | 2023 | Edrisi et al.         | ENVIRONMENTAL RESEARCH                        |
| 10.1016/j.ecolind.2023.110843 | Ecosystem services of lake-wetlands exhibit significant spatiotemporal heterogeneity and scale effects in a multi-lake megacity                                                            | 2023 | Xu et al.             | ECOLOGICAL INDICATORS                         |
| 10.5751/ES-00289-050214       | Integrated natural resource management: Approaches and lessons from the Himalaya                                                                                                           | 2002 | Saxena et al.         | CONSERVATION ECOLOGY                          |
| 10.1007/s00248-023-02193-y    | Estuarine Sediment Microbiomes from a Chronosequence of Restored Urban Salt Marshes                                                                                                        | 2023 | Morris et al.         | MICROBIAL ECOLOGY                             |
| 10.5751/ES-08964-210446       | Mapping wetland loss and restoration potential in Flanders (Belgium): an ecosystem service perspective.                                                                                    | 2016 | Declerck et al.       | ECOLOGY AND SOCIETY                           |
| 10.3389/fenvs.2019.00073      | Soil Health Changes Over a 25-Year Chronosequence From Forest to Plantations in Rubber Tree ( <i>Hevea brasiliensis</i> ) Landscapes in Southern Cote d'Ivoire: Do Earthworms Play a Role? | 2019 | Tondoh et al.         | FRONTIERS IN ENVIRONMENTAL SCIENCE            |
| 10.19182/bft2012.313.a20498   | Mapping priority areas for forest landscape restoration and improvement of rural community livelihoods in Guatemala's San Marcos Highlands                                                 | 2012 | Gutierrez et al.      | BOIS ET FORETS DES TROPIQUES                  |
| 10.1016/j.ecss.2016.02.017    | Mangrove plantation over a limestone reef - Good for the ecology?                                                                                                                          | 2016 | Asaeda et al.         | ESTUARINE COASTAL AND SHELF SCIENCE           |
| 10.3390/f10110946             | Examining the Sustainability of Tropical Island Forests: Advances and Challenges in Measurement, Monitoring, and Reporting in the US Caribbean and Pacific                                 | 2019 | McGinley et al.       | FORESTS                                       |
| 10.1088/1748-9326/aa6658      | Enabling large-scale forest restoration in Minas Gerais state, Brazil                                                                                                                      | 2017 | Nunes et al.          | ENVIRONMENTAL RESEARCH LETTERS                |
| 10.3389/fenvs.2024.1301435    | Losses in fishery ecosystem services of the Dnipro river Delta and the Kakhovske                                                                                                           | 2024 | Novitskyi et al.      | FRONTIERS IN ENVIRONMENTAL SCIENCE            |



|                                              |                                                                                                                                                                                 |      |                        |                                         |
|----------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------|------------------------|-----------------------------------------|
|                                              | reservoir area caused by military actions in Ukraine                                                                                                                            |      |                        |                                         |
| 10.1016/j.ecss.2019.106300                   | Impact of deforestation on mangrove tree diversity, biomass and community dynamics in the Segara Anakan lagoon, Java, Indonesia: A ten-year perspective                         | 2019 | Nordhaus et al.        | ESTUARINE COASTAL AND SHELF SCIENCE     |
| 10.1016/j.agr.2015.03.012                    | Effect of land shaping on soil properties and crop yield in tsunami inundated coastal soils of Southern Andaman Island                                                          | 2015 | Velmurugan et al.      | AGRICULTURE ECOSYSTEMS & ENVIRONMENT    |
| 10.1016/j.jenvman.2023.119465                | Contributions of climate change and human activities to grassland degradation and improvement from 2001 to 2020 in Zhaosu County, China                                         | 2023 | Zhang et al.           | JOURNAL OF ENVIRONMENTAL MANAGEMENT     |
| 10.1111/cobi.13873                           | Tropical and subtropical Asia's valued tree species under threat                                                                                                                | 2022 | Gaisberger et al.      | CONSERVATION BIOLOGY                    |
| 10.1016/j.scitotenv.2021.150715              | Thinning and plantation of resprouting species redirect overstocked pine stands towards more functional communities in the Mediterranean basin                                  | 2022 | Moghli et al.          | SCIENCE OF THE TOTAL ENVIRONMENT        |
| 10.1016/j.ecolind.2022.108757                | Assessing the impacts of Grain-for-Green Programme on ecosystem services in Jinghe River basin, China                                                                           | 2022 | Xu et al.              | ECOLOGICAL INDICATORS                   |
| 10.1111/sum.12405                            | Riparian reforestation with a single exotic species restores soil aggregation and porosity but not humic substances                                                             | 2018 | Santos & Scotti        | SOIL USE AND MANAGEMENT                 |
| 10.1007/s10661-022-10575-x                   | Assessment of mangrove cover dynamics and its health status in the Gulf of Khambhat, Western India, using high-resolution multi-temporal satellite data and Google Earth Engine | 2022 | Solanki et al.         | ENVIRONMENTAL MONITORING AND ASSESSMENT |
| 10.15517/rbt.v67i1.33445                     | Ecosystem dynamics and services of a paired Neotropical montane forest and pine plantation                                                                                      | 2019 | Baruch et al.          | REVISTA DE BIOLOGIA TROPICAL            |
| 10.1111/btp.12388                            | Ecological outcomes and livelihood benefits of community-managed agroforests and second growth forests in Southeast Brazil                                                      | 2016 | de Souza et al.        | BIOTROPICA                              |
| 10.1016/j.catena.2016.11.014                 | What is the main cause of grassland degradation? A case study of grassland ecosystem service in the middle-south Inner Mongolia                                                 | 2017 | Wang et al.            | CATENA                                  |
| 10.1016/j.for.2011.12.044                    | Biomass accumulation in tropical lands with different disturbance histories: Contrasts within one landscape and across regions                                                  | 2012 | Omeja et al.           | FOREST ECOLOGY AND MANAGEMENT           |
| 10.2980/1195-6860(2008)15[44:DEIDTC]2.0.CO;2 | Designing ecosystems in degraded tropical coastal dunes                                                                                                                         | 2008 | Moreno-Casasola et al. | ECOSCIENCE                              |
| 10.1007/s40333-020-0123-5                    | Community structure and carbon and nitrogen storage of                                                                                                                          | 2020 | Dong et al.            | JOURNAL OF ARID LAND                    |

|                                  |                                                                                                                                                                                              |      |                         |                                     |
|----------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------|-------------------------|-------------------------------------|
|                                  | sagebrush desert under grazing exclusion in Northwest China                                                                                                                                  |      |                         |                                     |
| 10.1007/s10980-024-01881-5       | Neglected puzzle pieces of urban green infrastructure: richness, cover, and composition of insect-pollinated plants in traffic-related green spaces                                          | 2024 | Skaldina et al.         | LANDSCAPE ECOLOGY                   |
| 10.1111/j.1365-2664.2011.02052.x | Factors affecting moorland plant communities and component species in relation to prescribed burning                                                                                         | 2011 | Harris et al.           | JOURNAL OF APPLIED ECOLOGY          |
| 10.1016/j.ecolind.2020.106182    | Remote sensing for mapping ecosystem services to support evaluation of ecological restoration interventions in an arid landscape                                                             | 2020 | del Rio-Mena et al.     | ECOLOGICAL INDICATORS               |
| 10.1016/j.for-eco.2021.119265    | Relevance of secondary tropical forest for landscape restoration                                                                                                                             | 2021 | Bieng et al.            | FOREST ECOLOGY AND MANAGEMENT       |
| 10.1016/j.for-eco.2021.120002    | Effects of different vegetation restoration on soil nutrients, enzyme activities, and microbial communities in degraded karst landscapes in southwest China                                  | 2022 | Lu et al.               | FOREST ECOLOGY AND MANAGEMENT       |
| 10.1890/13-2182.1                | Trends and stability of inland fishery resources in Japanese lakes: introduction of exotic piscivores as a driver                                                                            | 2015 | Matsuzaki &             | ECOLOGICAL APPLICATIONS             |
| 10.1016/j.pedobi.2024.150944     | Soil macrofauna and water-related functions in patches of regenerating Atlantic Forest in Brazil                                                                                             | 2024 | Demetrio et al.         | PEDOBIOLOGIA                        |
| 10.1002/ldr.3136                 | Agroforestry systems: Meta-analysis of soil carbon stocks, sequestration processes, and future potentials                                                                                    | 2018 | Shi et al.              | LAND DEGRADATION \& DEVELOPMENT     |
| 10.1016/j.landusepol.2020.105020 | Evaluation and simulation of the impact of land use change on ecosystem services trade-offs in ecological restoration areas, China                                                           | 2020 | He et al.               | LAND USE POLICY                     |
| 10.1016/j.ecolmodel.2014.07.001  | Assessing the potential supply of landscape services to support ecological restoration of degraded landscapes: A case study in the Austrian-Hungarian trans-boundary region of Lake Neusiedl | 2015 | Hainz-Renetzeder et al. | ECOLOGICAL MODELLING                |
| 10.1016/j.jenvman.2018.02.033    | The recovery of estuarine quality and the perceived increase of cultural ecosystem services by beach users: A case study from northern Spain                                                 | 2018 | Pouso et al.            | JOURNAL OF ENVIRONMENTAL MANAGEMENT |
| 10.1007/s12237-022-01052-2       | Plant-Microbial Symbioses in Coastal Systems: Their Ecological Importance and Role in Coastal Restoration                                                                                    | 2022 | Farrer et al.           | ESTUARIES AND COASTS                |
| 10.1007/s12237-012-9498-7        | Identifying Major Stressors: The Essential Precursor to Restoring Cultural Ecosystem Services in a Degraded Estuary                                                                          | 2012 | Davis & Kidd            | ESTUARIES AND COASTS                |
| 10.1002/2688-8319.12161          | The Natural Capital approach: A framework for the successful recovery of nature in estuaries                                                                                                 | 2022 | Dowdall et al.          | ECOLOGICAL SOLUTIONS AND EVIDENCE   |

|                                  |                                                                                                                                                                                                         |      |                       |                                              |
|----------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------|-----------------------|----------------------------------------------|
| 10.1016/j.geodrs.2023.e00688     | The effect of different canopy composition of shrublands on soil quality indicators in a semi-arid climate of Iran                                                                                      | 2023 | Kooch & Zarei         | GEODERMA REGIONAL                            |
| 10.1007/s10530-013-0484-1        | Consumers and establishment limitations contribute more than competitive interactions in sustaining dominance of the exotic herb garlic mustard in a Wisconsin, USA forest                              | 2013 | Dornbush & Hahn       | BIOLOGICAL INVASIONS                         |
| 10.1111/brv.12616                | The ecosystem services provided by social insects: traits, management tools and knowledge gaps                                                                                                          | 2020 | Elizalde et al.       | BIOLOGICAL REVIEWS                           |
| 10.1016/j.for eco.2018.09.046    | Evaluating degradation in a North American temperate forest                                                                                                                                             | 2019 | Gunn et al.           | FOREST ECOLOGY AND MANAGEMENT                |
| 10.3389/fevo.2023.1152549        | Persisting effects of seed bed preparation and early grazing on plant communities in grassland restoration                                                                                              | 2023 | Durbecq et al.        | FRONTIERS IN ECOLOGY AND EVOLUTION           |
| 10.3390/land11101747             | Forest Landscape Restoration Legislation and Policy: A Canadian Perspective                                                                                                                             | 2022 | Mansuy et al.         | LAND                                         |
| 10.1016/j.envsci.2017.10.011     | Land in balance: The scientific conceptual framework for Land Degradation Neutrality                                                                                                                    | 2018 | Cowie et al.          | ENVIRONMENTAL SCIENCE \& POLICY              |
| 10.1016/j.landusepol.2020.104596 | Policy lessons from spatiotemporal enrollment patterns of payment for ecosystem service programs in Argentina                                                                                           | 2020 | Nunez-Regueiro et al. | LAND USE POLICY                              |
| 10.1002/ecs2.3495                | Forest restoration increases isolated wetland hydroperiod: a long-term case study                                                                                                                       | 2021 | Golladay et al.       | ECOSPHERE                                    |
| 10.1007/s11273-020-09754-9       | The beaver's menu: species and spatial selection of a European beaver population and implications for riverbank bioengineering                                                                          | 2020 | Piton et al.          | WETLANDS ECOLOGY AND MANAGEMENT              |
| 10.1007/s11273-020-09742-z       | Ensuring the adaptive potential of Coastal wetlands of India- the need of the hour for sustainable management                                                                                           | 2021 | Ragavan et al.        | WETLANDS ECOLOGY AND MANAGEMENT              |
| 10.1016/j.catena.2023.107111     | Soil function indicators below shrublands with different species composition                                                                                                                            | 2023 | Kooch & Zarei         | CATENA                                       |
| 10.1007/s11356-022-24299-5       | Does location of the households' matters? Identifying the households' willingness to pay and preference heterogeneity in advancement of vulnerable ecosystem services: An approach of choice experiment | 2023 | Ali et al.            | ENVIRONMENTAL SCIENCE AND POLLUTION RESEARCH |
| 10.1016/j.rama.2019.03.006       | Prescribed Summer Fire and Seeding Applied to Restore Juniper-Encroached and Exotic Annual Grass-Invaded Sagebrush Steppe                                                                               | 2019 | Davies & Dean         | RANGELAND ECOLOGY \& MANAGEMENT              |
| 10.1128/AEM.00735-19             | Optimizing the Production of Nursery-Based Biological Soil Crusts for Restoration of Arid Land Soils                                                                                                    | 2019 | Bethany et al.        | APPLIED AND ENVIRONMENTAL MICROBIOLOGY       |
| 10.3390/su1205706                | Application of the Soil Security Concept to Two Contrasting Soil                                                                                                                                        | 2019 | Murphy & Fogarty      | SUSTAINABILITY                               |

|                                       |                                                                                                                           |      |             |                           |
|---------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------|-------------|---------------------------|
|                                       | Landscape Systems-Implications<br>for Soil Capability and<br>Sustainable Land Management                                  |      |             |                           |
| 10.1016/j.ec<br>oleng.2019.1<br>05695 | The use of small-Unmanned<br>Aerial Systems for high<br>resolution analysis for intertidal<br>wetland restoration schemes | 2020 | Dale et al. | ECOLOGICAL<br>ENGINEERING |