



Revista Brasileira de Geografia Física

Homepage: <https://periodicos.ufpe.br/revistas/rbgfe>



Conceito de serviços ecossistêmicos: desdobramento na ciência e política

Celso De Arruda Souza¹, Ernandes Sobreira Oliveira Junior², Sandra de Souza Hacon³

Possui graduação em Ciências Biológicas pelo Centro Universitário de Várzea Grande (2003–2007). Mestre em Ciências Ambientais Universidade de Cuiabá (2015–2017) Doutorado em Ciências Ambientais na Universidade do Estado de Mato Grosso UNEMAT (2019–2023). E-mail: celso.arruda@unemat.br ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-1161-9242>

Graduação (Biologia) Educação. Mestre Ecologia e Conservação da Biodiversidade Educação. PhD (Ecologia Aquática e Biologia Ambiental) Educação. E-mail: ernandes.sobreira@unemat.br ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-6953-6917>

Graduação em Ciências Biológicas pela Universidade Federal do Rio de Janeiro. Mestrado em Controle da Poluição Ambiental - Manchester University, Reino Unido e doutorado em Geociências (Geoquímica Ambiental) pela Universidade Federal Fluminense E-mail: sandrahacon@gmail.com ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-8222-0992>

Artigo recebido em 20/03/2024 e aceito em 26/05/2024

RESUMO

O conceito de *serviços ecossistêmicos* entrou na agenda política e passou a ser divulgado após o relatório da Avaliação dos Ecossistemas do Milênio em 2005. A definição diferencia os *serviços ecossistêmicos em suporte, provisão, regulação e culturais*. A literatura que trata do conceito de *serviços ecossistêmicos* ganhou força no processo acadêmico, envolvendo a ciência e a política, para incentivar a conservação da natureza a partir da preocupação com a perda da biodiversidade. Observando-se a crescente discussão sobre *serviços ecossistêmicos* e a sua subcategoria *serviços ambientais*, no cenário político, realizou-se um levantamento bibliográfico no banco de dados Scopus, com o objetivo pesquisar sobre a evolução do conceito dos serviços ecossistêmicos no período de 2005 a 2022. Primeiramente, buscamos entender a forma como os pesquisadores dialogam sobre o conceito de *serviços ecossistêmicos*, assim como a força de ligação dos países, instituições e autores. Na sequência, identificamos como a legislação brasileira está tratando o tema sobre conceitos de *serviços ecossistêmicos de suporte* em relação aos serviços ambientais. Dessa forma, nossos resultados demonstraram que os maiores números de artigos científicos publicados foram registrados em 2018 e 2020 (22%), dos trinta e três periódicos científicos analisados, a Alemanha e Estados Unidos da América têm o maior número de interação de conectividade na abordagem do conceito. No desdobramento da legislação, somente 17 estados brasileiros que já prescrevem o Pagamento por Serviços Ambientais. O conceito de *serviços ecossistêmicos* apresenta metas que buscam a perspectiva de sustentabilidade, mas torna necessário realizar instrumentos e planejamentos de política pública.

Palavras-chave: Biodiversidade; Serviços Ambientais; Sustentabilidade.

Concept of ecosystem services: development in science and policy

ABSTRACT

The concept of ecosystem services entered the political agenda and began to be publicized after the Millennium Ecosystem Assessment report in 2005. The definition differentiates ecosystem services into support, provision, regulation and cultural services. The literature that deals with the concept of ecosystem services has gained strength in the academic process, involving science and politics, to encourage nature conservation based on concerns about the loss of biodiversity. Observing the growing discussion about ecosystem services and its subcategory environmental services, in the political scenario, a bibliographic survey was carried out in the Scopus database, with the aim of researching the evolution of the concept of ecosystem services in the period from 2005 to 2022. Firstly, we seek to understand the way researchers talk about the concept of ecosystem services, as well as the strength of connection between countries, institutions and authors. Next, we identify how Brazilian legislation is dealing with the topic of concepts of ecosystem support services in relation to environmental services. Thus, our results demonstrated that the highest numbers of scientific articles published were recorded in 2018 and 2020 (22%), of the thirty-three scientific journals analyzed, Germany and the United States of America have the highest number of connectivity interactions in the approach of the concept. As the legislation unfolds, only 17 Brazilian states already prescribe Payment for Environmental Services. The concept of ecosystem services presents goals that seek the perspective of sustainability, but makes it necessary to implement public policy instruments and planning.

Keywords: Biodiversity; Environmental services; Sustainability.

Introdução

O conceito de serviço ecossistêmico passou a ser divulgado internacionalmente a partir do final da década de 2000 (Nolander et al., 2024), com o objetivo de oferecer uma visão mais orientada dos *serviços ecossistêmicos* para as governanças e a sociedade ambientalista (Stevenson et al., 2021). A clareza da definição oferece detalhamento de cada serviço ecossistêmico dentro de quatro categorias visando ao bem-estar humano: segurança, saúde, boas relações sociais e liberdade de escolha e ação (Mea, 2005; Zhang et al., 2024a).

O conceito de serviço ecossistêmico ganhou força como um meio de integrar os benefícios sociais à ecologia subjacente e ao funcionamento dos ecossistemas; por extensão, está sendo frequentemente incluído em pesquisas acadêmicas, nas tomadas de decisões técnicas e nas legislações ambientais (Townsend et al., 2018).

Os serviços disponíveis dos ecossistemas revertem-se em benefícios diretos e indiretos para o bem-estar humano tais como habitats, alimentos, água potável, qualidade do ar, regulação do clima e controle biológico de doenças (Costanza et al., 1998; Ellwanger et al., 2020; Mea, 2005). Objetivamente, o conceito de *serviços ecossistêmicos* é classificado pela *Avaliação Ecossistêmica do Milênio* (MEA) das Nações Unidas em 2005, marcou um marco significativo no reconhecimento dos *serviços ecossistêmicos* (Mea, 2005). Este projeto de pesquisa de quatro anos, envolvendo 1300 cientistas, foi um apelo aos formuladores de políticas em todo o mundo. Os *serviços ecossistêmicos* podem ser categorizados em quatro grandes tipos.

1. *Serviços de suporte* – como a formação e a fertilidade do solo, ciclagem de nutrientes, produção primária (que estão na base do crescimento e manutenção do ciclo de vida). Dispersão de sementes e polinização que auxiliam na diversidade biológica de genes e espécies (encontrada em ambientes naturais constituem o suporte a todo o funcionamento dos ecossistemas).
2. *Serviços de provisão* – como alimentos e fibras naturais, madeira, água potável, material genético e medicinais (são produtos obtidos dos ecossistemas sendo oferecidos diretamente à sociedade).
3. *Serviços de regulação* – do clima (qualidade do ar e o controle da poluição), dos fluxos de água (ciclo hidrológico), doenças (controle biológico), regulação de danos naturais (obtidos dos processos ecossistêmicos).
4. *Serviços culturais* – que são os benefícios não materiais obtidos dos ecossistemas, que

contribuem para o bem-estar da sociedade, como enriquecimento espiritual, diversidade cultural de povos, os processos naturais para a educação ambiental, oportunidades de lazer, ecoturismo e recreação (Mea, 2003).

Entretanto os *serviços ecossistêmicos* abordam vários Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS) da ONU, em sistemas naturais: ODS 1- erradicação da pobreza; 2- fome zero; 3- boa saúde e bem-estar; 6- água limpa; 8- trabalho decente e crescimento econômico; 10- redução das desigualdades; 13- ação climática; 14- vida abaixo da água; e 15- vida na terra (Sangha et al., 2024). A estrutura da *Avaliação Ecossistêmica do Milênio* incorpora a integridade ecológica e o fornecimento sustentável dos *serviços ecossistêmicos* fornecendo assim uma nova perspectiva para a compreensão das características inerentes complexas dos ecossistemas e da conexão regional do homem e a natureza (Huang et al., 2024).

O entendimento do que é serviço ecossistêmico fortalece o planejamento de política pública para enfrentar a constante mudança na estrutura e dinâmica dos ecossistemas provocada pelo uso da terra (Costanza et al., 2021). A percepção na literatura do conceito de *serviços ecossistêmicos* nos processos acadêmicos envolve a ciência-prática-política e a representações sociais locais, apoiando a deliberação participativa sobre o planejamento e a gestão dos recursos naturais (De Vreese et al., 2019; Perschke et al., 2024). A presença dos preceitos dos *serviços ecossistêmicos* no planejamento participativo regional facilitou a compreensão dos intervenientes locais como beneficiários (Spyra et al., 2019).

Devido à ampla aplicabilidade do conceito, houve muitas tentativas de incorporar os *serviços ecossistêmicos* em várias políticas e planos de gestão ambiental com a finalidade de melhorar o bem-estar humano (Wu et al., 2024). Isso tem levado a conscientização pública e política sobre os benefícios dos *serviços ecossistêmicos* (Knoke et al., 2024). Embora a pesquisa sobre *serviços ecossistêmicos* esteja relativamente avançada, há necessidade de uma investigação mais profunda sobre os caminhos e mecanismos que impulsionam o acoplamento e o desenvolvimento sinérgico entre esses serviços e o bem-estar humano (De Arruda Souza et al., 2024).

A aplicação do conceito dos *serviços ecossistêmicos* aos processos de planejamento e tomada de decisões pode levar a uma adaptação mais eficaz nos benefícios ofertados para a sociedades (Longo et al., 2024). As florestas desempenham um papel fundamental na prestação de diversos *serviços ecossistêmicos*, mas ser torna necessário realizar a gestão desses serviços e seus

benefícios (De Arruda Souza et al., 2024). Apesar da atenção acrescida dada ao conceito de *serviços ecossistêmicos*, o seu grau de integração e utilização nos processos de ordenamento do território, ainda estão aquém das expectativas de quem está a promover este conceito, entre um ativo ecossistêmico e um agente econômico (Zabel et al., 2024).

No quadro geral da literatura, os conceitos de *serviços ecossistêmicos* foram abordados explicitamente em documentos de planejamento, divididos nas categorias de preservação e conservação do recurso natural (Kvalvik e Solas, 2020), buscando contribuir, significativamente, para proteger os ecossistemas e a biodiversidade (Thompson e Sherren, 2019; Yan et al., 2024). Embora o conceito de serviço ecossistêmico apresente clareza na definição dentro das suas categorias, ainda ocorre uma lacuna dentro da política pública em sua aplicação para reduzir a mudança no uso e cobertura da terra (Altmann e Silva-Stanton, 2018; Parsamehr et al., 2023), o que tem gerado mudança irreversível na biodiversidade na Floresta Amazônica (Lapola et al., 2023). Por outro lado, as preocupações ecológicas e ambientais são mais proeminentes, alguns exemplos desses problemas são a diminuição da Floresta e sua biodiversidade, e ao funcionamento do solo e sua capacidade de fornecer *serviços ecossistêmicos*, essas conversões resultaram em reduções significativas no armazenamento de carbono, ciclagem de nutrientes e taxas funcionais do solo relacionadas à decomposição da matéria orgânica e a má qualidade da água (Zanin et al., 2024). Os ecossistemas estão mudando junto com sua capacidade de apoiar o bem-estar humano (Qu et al., 2024). O monitoramento dos *serviços ecossistêmicos* é necessário para avaliar o estado de mudança das interações homem-natureza (Schwantes et al., 2024). Os impactos negativos nos serviços ecossistêmicos têm levado os efeitos das mudanças climáticas refletindo diretamente no bem-estar humano (Wilkes et al., 2024). O aumento das condições climáticas extremas representa uma ameaça formidável aos serviços ecossistêmicos concedidos pelos ecossistemas à humanidade. O clima extremo afeta os processos ecológicos e as necessidades humanas, influenciando subsequentemente a relação oferta-demanda e os trade-offs entre os serviços ecossistêmicos (Han et al., 2024). Todos esses problemas são uma ameaça à sustentabilidade urbana e rural, e principalmente na saúde das populações local (Santos et al., 2023). Os ecossistemas estão sendo severamente danificados pelas atividades humanas como resultado da urbanização e do rápido crescimento populacional

(Owuor et al., 2024). Para sustentar o desenvolvimento da sociedade humana, é necessário gerenciar efetivamente a natureza como um importante capital natural, com atuação severa de política pública sobre os *serviços ecossistêmicos* (Da Conceição Bispo, et al., 2023).

Embora a relação entre os conceitos de *serviços ecossistêmicos* e os benefícios ofertado para o bem-estar humano tenha sido amplamente reconhecida e tenha se tornado uma base importante para a formulação de políticas, ainda falta uma revisão bibliométrica para análise de dimensão de redes sobre o conceito dos *serviços ecossistêmicos* e a sua aplicação na legislação ambiental brasileira (Zhang et al., 2024b; Kirby, 2023). Para colmatar esta lacuna, foi realizado o levantamento bibliográfico para esta pesquisa sobre o conceito dos *serviços ecossistêmicos*, a partir do bem comum entre ser humano e natureza, com o objetivo de pesquisar a evolução do conceito dos *serviços ecossistêmicos*, durante o período de 2005 a 2022, na perspectiva da identificação de como a legislação brasileira está tratando o tema sobre conceitos de *serviços ecossistêmicos* de suporte em relação aos serviços ambientais. Assim, acredita-se que exista uma divergência conceitual sobre os *serviços ecossistêmicos* e a sua subcategoria “serviços ambientais” na literatura e legislação vigente no Brasil (Castella e Lestrelin, 2021).

Nesse contexto, engloba a problemática da utilização dos recursos naturais e as externalidades do processo produtivo, com ênfase no uso sustentável das funções dos *serviços ecossistêmicos* e na capacidade do ecossistema de suportar o funcionamento econômico a fim de solucionar os dilemas e conflitos entre sustentabilidade e economia de mercado (Preto et al., 2022; Owuor et al., 2024), porque o conceito dos serviços ambientais se caracterizam como incentivos econômicos ou compensações para os usuários da terra que adotam atividades que promovem os *serviços ecossistêmicos*.

Material e Método

Desenho do estudo.

O trabalho está dividido em duas partes. Na primeira delas, realizou-se um levantamento bibliográfico sobre conceito de *serviços ecossistêmicos* em artigos já publicados na área de ciências ambientais durante o período de 2005 a 2022 (Marconi e Lakatos, 2010). Para tanto, foi utilizada a base de dados *Scopus*, que é considerado o maior banco de dados de periódicos indexados (Kubiszewski et al., 2023). Na sequência, utilizou-

se o software *VOSviewer* para realizar uma análise de visualização de redes bibliométricas, para verificar a dimensão dos periódicos (Van-Eck e Waltman, 2020; Kirby, 2023).

Seleção e análise das publicações.

As publicações foram exportadas do *Scopus* no formato de planilhas do programa *Excel* para cada ano completo, 2005-2022. Para análise das publicações, realizamos uma leitura do resumo do artigo. Caso se evidenciasse o conceito de *serviços ecossistêmicos*, fariamos a leitura do artigo na íntegra e, para cada artigo separado, como o título, resumo, autores, relação institucional, palavras-chave e todas as informações de citação (Pauna et al., 2018). Esse método de análise de rede bibliométrica facilita a identificação de autores, relação institucional e países que têm maior influência em rede de pesquisa na abordagem do descrito sobre o conceito de *serviços ecossistêmicos* (Pauna et al., 2018).

Revisão bibliométricas para análise de dimensão de redes sobre o conceito dos *serviços ecossistêmicos*.

Para a interpretação de redes bibliométricas no software *VOSviewer*, linhas conectam os diferentes termos e a força de ligação indica o número de publicações em que dois termos ocorrem juntos; linhas mais grossas indicam um elo mais forte (Kirby, 2023). O *VOSviewer* determina que os itens estão intimamente relacionados quando o software calcula forças de associação entre quesitos semelhantes, em que a força de associação é uma proporção do total de co-ocorrências entre os elementos para o total esperado de co-ocorrências entre esses itens (Anand e Gupta, 2020). A espessura da linha de conexão entre as palavras é chamada de força de ligação, ou seja, quanto maior a espessura, maior concentração de pesquisas na área (Van-Eck e Waltman, 2020).

Os critérios adotados para inclusão de periódicos no levantamento bibliográfico foram (i) periódicos científicos; (ii) abordagens descritoras de conceito *serviços ecossistêmicos*. A busca pelos periódicos científicos na base de dados *Scopus* deu-se a partir das seguintes palavras-chave: *conceito de serviços ecossistêmicos* OR *concept of ecosystem services*; *serviços ecossistêmicos e conceito* OR *ecosystem services AND concept*. Foram excluídos (i) registros em idiomas diferentes do inglês e português; (ii) periódicos científicos duplicados; (iii) pesquisa conduzida em ambientes marinhos e oceânico com abordagens descritoras do conceito de *serviços ecossistêmicos*.

Desdobramento da legislação brasileira sobre conceitos de *serviços ecossistêmicos de suporte* em relação aos serviços ambientais.

Na segunda parte, foi identificado o desdobramento da legislação brasileira sobre conceitos de *serviços ecossistêmicos de suporte* em relação aos serviços ambientais (Altmann e Silva-Stanton, 2018). Dessa forma, foram encontradas as leis e decretos federais no portal de assuntos jurídicos da Presidência da República, Casa Civil <https://www.planalto.gov.br>, como também foram visitados os portais de cada uma das 27 unidades federativas brasileiras que possuem suas próprias constituições.

Resultados e discussão

Gênese dos serviços ecossistêmicos

A Conferência de Estocolmo, realizada em junho de 1972, constituiu-se um marco para o alastramento do pensamento ecológico no mundo (De Prada, 1972). Entre os temas de sua pauta, contemplou-se com mais ênfase a exploração de recursos naturais (Tomassini, 1972).

No documento proposto pela delegação brasileira em Estocolmo, foi destacada a importância dos *serviços ecossistêmicos* fornecidos pelas florestas, com a riqueza genética da biodiversidade da flora e da fauna silvestres e seus diversos tipos de habitats (Cavalcanti, 1972). Consequentemente, tal documento destacou a importância de manter a conservação da vegetação, que contribui com a qualidade e manutenção da oferta de água e umidade do solo (Cdhusp, 1972).

Nessa conferência foi tratada também a preocupação com as modificações ecológicas introduzidas pelo homem no uso e cobertura da terra para a expansão da produção agropecuária, assim como o crescimento da atividade econômica da mineração, a geração de hidroenergia e pesca predatória (Cavalcanti, 1972).

O nome *serviço ecossistêmico* apareceu pela primeira vez em publicação científica na década de 1980, enfatizando a dependência dos recursos naturais pela humanidade (Ehrlich e Mooney, 1983). O termo *serviço ecossistêmico* passou a fazer parte dos debates, de modo mais efetivo, na literatura acadêmica a partir do final da década de 1990, impulsionado pela Conferência das Nações Unidas sobre o Meio Ambiente e o Desenvolvimento, a Rio92, quando diversos autores adotaram esse conceito e publicaram trabalhos que se tornaram referência em nível internacional (Daly, 1992).

Dentre essas publicações, enfatizando a importância dos *serviços ecossistêmicos* para as pessoas, destacam-se o livro *Nature's Services: Societal Dependence On Natural Ecosystems*, da autora Daily (1997), que reuniu textos de diversos especialistas em serviços ecossistêmicos, e o artigo de Costanza et al., (1998) *The value of the world's ecosystem services and natural capital*.

No entanto, foi a partir dos anos 2000 que o termo *serviço ecossistêmico* se consagrou e ultrapassou os limites da academia, por conta da primeira publicação em 2003 da Avaliação Ecossistêmica do Milênio (MEA, sigla em inglês),

relacionando a biodiversidade, os ecossistemas e serviços ofertados com o bem-estar humano (Mea, 2003) a fim de aumentar a conscientização sobre a dependência humana da natureza, bem como a necessidade de preservar a biodiversidade e os *serviços de ecossistema* (De Groot e Wilson, 2002).

Na literatura científica, existem diversas definições pedagógicas sobre o conceito de *serviços ecossistêmicos* e todas estão relacionadas entre os benefícios dos ecossistemas e o bem-estar humano. Na Tabela 1, a seguir, estão dispostos os principais autores que contribuíram para a formulação desse conceito.

Tabela.1. Gênese dos *serviços ecossistêmicos* encontrados na literatura

Definição de <i>serviços ecossistêmicos</i>	Referências
A dependência da humanidade na utilização dos <i>serviços ecossistêmicos</i> .	(Ehrlich e Mooney, 1983)
As funções ecossistêmicas através dos processos naturais do funcionamento dos ecossistemas da fauna e flora, que sustentam os benefícios da vida humana.	(Daily, 1997)
Benefícios das funções ecossistêmicas ofertados para população humana de forma direta ou indiretamente.	(Costanza et al., 1998)
A conscientização sobre a dependência humana da natureza e fornecimentos de produtos e serviços que satisfaçam o bem-estar humano.	(De Groot e Wilson, 2002).
Relacionando a biodiversidade com os ecossistemas e serviços ofertados com o bem-estar humano.	(Mea, 2003).
Os benefícios que as pessoas obtêm dos ecossistemas.	(Mea, 2005)
As contribuições diretas e indiretas dos ecossistemas para o bem-estar humano.	(Teeb, 2010)

No início do século XXI, a iniciativa para promover essa dimensão pedagógica, mais compreensível, o conceito de *serviços ecossistêmicos* entrou na agenda política com o comprometimento de mais de 2.000 autores e revisores de diversos países, para realizar a Avaliação dos Ecossistemas do Milênio, publicado em 2005 (Mea, 2005). O estudo denominado “A Economia dos Ecossistemas e da Biodiversidade (TEEB)”, conduzido entre 2007 e 2011, liderado pelo economista ambiental ligado ao setor financeiro, Pavan Sukhdev, fez parte de uma iniciativa para alertar a comunidade internacional sobre os benefícios econômicos da manutenção da biodiversidade. Fortaleceu o conceito dos *serviços ecossistêmicos*, demonstrando os benefícios econômicos da biodiversidade, incluindo os custos crescentes decorrentes da sua perda e da degradação dos ecossistemas (Teeb, 2011).

O conceito de *serviços ecossistêmicos* (ES) é considerado útil como suporte para políticas ambientais voltadas para o desenvolvimento sustentável como, por exemplo, dentro da Plataforma Intergovernamental sobre Biodiversidade e *Serviços Ecossistêmicos* (IPBES) em 2012 (Teeb, 2012), e as

metas da Convenção da Diversidade Biológica para o ano de 2020 (García-Nieto et al., 2013). A classificação pedagógica mais acessível do conceito de *serviços ecossistêmicos* influenciou significativamente as políticas nacional e internacional de conservação da Biodiversidade e *Serviços Ecossistêmicos* nas últimas décadas (Altmann e Silva-Stanton, 2018; Blanco et al., 2022).

Diálogo dos pesquisadores sobre conceito de serviços ecossistêmicos

O levantamento bibliográfico identificou, na base de dados *Scopus*, 82 artigos na área de ciências ambientais; todavia, foram excluídos 49 (19 por duplicação e 30 por pesquisa conduzida em ambiente marinhos e oceânicos). Dessa forma, foram analisados 33 artigos com abordagem do conceito de *serviços ecossistêmicos*, com a principal premissa pedagógica de interdisciplinaridade, agregando ciência e políticas públicas (Mea, 2005). O maior número de artigos pertinentes a esta pesquisa foi registrado em 2018 e 2020 (22%), com destaque para a revista *Ecosystem Services* com 45% dos artigos publicados (Figura 1).

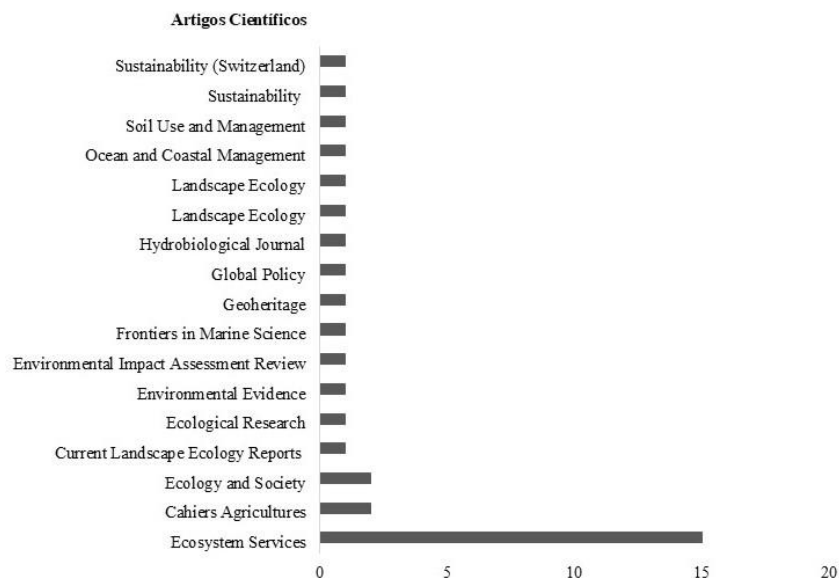


Figura 1. Revistas que publicaram artigos científicos no período de 2005 a 2022.

Desde então, a publicação da *Avaliação dos Ecossistemas do Milênio* em 2005 passou a ser mais do que um conceito teórico; é uma ferramenta operacional que facilita a integração de perspectivas sociais, econômicas e ecológicas, ligando os processos ecossistêmicos ao bem-estar humano (Nakaoka et al., 2018). Além disso, há uma dimensão do conhecimento na extensa literatura, uma vez que a discussão dos *serviços ecossistêmicos* torna os benefícios da natureza mais visíveis, permitindo que a comunidade científica compreenda a relação entre a conservação da biodiversidade, funções ecossistêmicas e *serviços ecossistêmicos* (Lima e Bastos, 2019).

O termo *serviços ecossistêmicos* foi utilizado para conceituar os benefícios que os ecossistemas oferecem para as pessoas (Costanza et al., 2017). Já *função dos ecossistemas* se referia ao conjunto de processos ecossistêmicos operando em um sistema ecológico, que desencadeia uma série de *serviços ecossistêmicos* que beneficia de forma direta ou indireta a qualidade de vida das pessoas (Le Clec'h et al., 2018). Portanto, existe uma forte relação entre a paisagem ecológica e o conceito de *serviços ecossistêmicos*, com uma ligação de dependência das funções dos ecossistemas naturais, para o desenvolvimento dos *serviços ecossistêmicos* (Alexander et al., 2016).

No entendimento de Fisher e Brown (2015), a “biodiversidade” também é entendida como sustentador do conceito *serviços ecossistêmicos*, para atingir estratégia de conservação dentro das políticas ambientais.

No entanto o conceito *serviços ecossistêmicos* tem a sua abordagem na escala geográfica de paisagem ecológica, fortalecendo tomada de decisões no contexto político e na aplicação de planejamento do uso da terra (Bastian e Grunewald, 2015).

O conceito de *serviços ecossistêmicos* chama atenção do planejamento político para que possa reduzir a degradação ambiental e a perda de biodiversidade (Hansen et al., 2015; Lin et al., 2024). O papel da compreensão da política estabelecida no conceito de *serviços ecossistêmicos*, como fenômeno complexo socioecológico, pode efetivar a prática da sustentabilidade na gestão de governança dos recursos naturais (Brück et al., 2022). Dos trinta e três periódicos científicos que foram analisados, três países sobressaem-se, apresentando o maior número de publicações e interação na abordagem do conceito de *serviços ecossistêmicos*, como a Alemanha, força total de ligação de 42, seguida pelo Reino Unido, com força total de ligação de 38 (Figura 2).

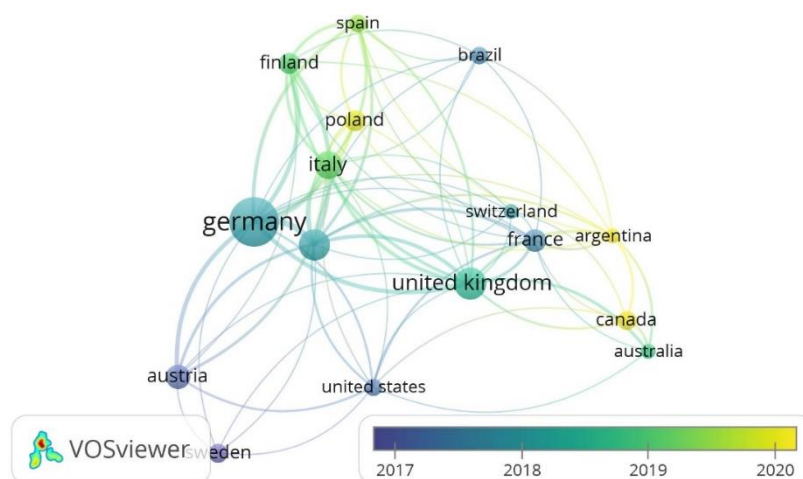


Figura 2. Força total de ligação entre os países na abordagem do conceito de *serviços ecossistêmicos*.

Há um grande esforço do conceito de *serviços ecossistêmicos* em reconectar a sociedade à natureza visando ao fortalecimento de conscientização de dependência dos ecossistemas naturais para o bem-estar humano (Muradian e Gómez-Baggethun, 2021) como ferramenta que promova o uso conceitual no saber local que influencia crenças e valores com processo de divulgação pedagógica dos *serviços ecossistêmicos* (Beery et al., 2016).

Quando se ensina o conceito de *serviços ecossistêmicos*, garante-se a disseminação do saber ecológico, os benefícios dos *serviços ecossistêmicos* (Palacios-Agundez et al., 2022), além de desempenhar o papel fundamental na divulgação dos principais aspectos conceituais, e da importância estratégica dos *serviços ecossistêmicos* e dos benefícios imprescindíveis da natureza para a vida humana (Winkler e Dade, 2021).

O fortalecimento do conceito *serviços ecossistêmicos* no espaço científico, principalmente na

área da pesquisa interdisciplinar fomenta a conscientização do uso da terra de forma sustentável (Schleyer et al., 2017). No geral, é importante a sensibilização do papel do conceito dos *serviços ecossistêmicos*, em nível de organizações públicas e privadas, no âmbito de implementação de instrumentos e políticas públicas que estimulam a conservação do meio ambiente (Blicharska e Hilding-Rydevik, 2018).

Os artigos demonstram uma conectividade de pesquisa na abordagem do conceito de *serviços ecossistêmicos* que estabelece uma relação institucional com outras universidades, entidades e centros de pesquisa, como destaque para *German Centre For Integrative Biodiversity Research*, na Alemanha, com força total de ligação de 28, seguida por *U.S. Geological Survey, Geosciences & Environmental Change Science Center*, no Estados Unidos da América, com força total de ligação de 18, representado na Figura 3.

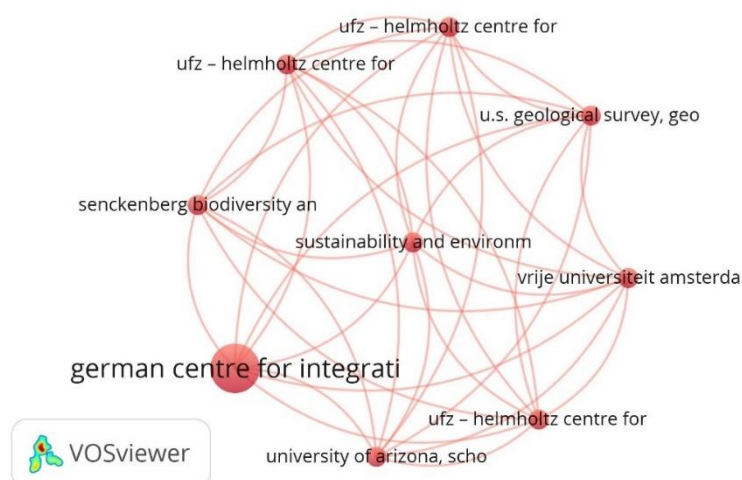


Figura 3. Conectividade de universidade na abordagem do conceito de *serviços ecossistêmicos*.

A visão dos pesquisadores sobre conceito *serviços ecossistêmicos* e sociedade

Em teoria pedagógica, o conceito de *serviços ecossistêmicos* aparece como estrutura, destacando a importância dos ecossistemas para a sociedade humana (Lebreton et al., 2019) como os *serviços ecossistêmicos* de suporte (ESS) que contribuem para a manutenção da produtividade e da heterogeneidade, aumentando a multifuncionalidade da paisagem da floresta (Bellón et al., 2022), dando suporte para funcionalidade da vida da fauna e flora que refletem benefícios socioecológicos (Fearnside e Nogueira, 2018). De acordo com Barros et al. (2019), o conceito da categoria de serviços de suporte contribui diretamente na formação do solo e sua fertilidade, ciclagem de nutrientes, produção primária, e dispersão de sementes e polinização que auxilia na biodiversidade biológica.

Além do mais, o conceito de *serviços ecossistêmicos* tem sido amplamente adotado por diversos pesquisadores como os benefícios, contribuições ou presentes que a natureza fornece aos seres humanos (Jax et al., 2018; Uzunov e Protasov, 2019). Cada vez mais os pesquisadores têm reconhecido que o conceito de *serviços ecossistêmicos* precisa ser conectado aos sistemas socioecológicos para criar oportunidades eficazes para entrega de gestão de políticas públicas dos *serviços ecossistêmicos* à sociedade (Holzer et al., 2022). A maioria das pesquisas mostra uma preocupação dos autores com a abordagem do conceito de *serviços ecossistêmicos* e isso tem levado um aumento de conectividade entre os autores, com destaque para os dois principais: *Grunewald k.* com força total de ligação 21, seguida por *Schleyer* com força total de ligação 7, representado na Figura 4.

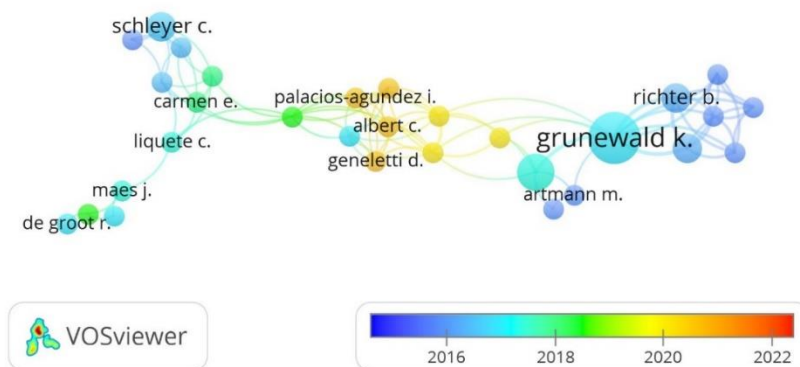


Figura 4. Força total de ligação entre a conectividade entre os autores.

Convém que os aspectos dos conceitos de *serviços ecossistêmicos* incluam valores da importância do suporte da natureza nos processos dos formuladores de políticas públicas efetivas, com elementos que assegurem a manutenção dos *serviços ecossistêmicos* no desenvolvimento humano (Urban et al., 2022). O conceito de *serviços ecossistêmicos* pode contribuir para as metas e práticas de sustentabilidade, com indicadores de qualidade sustentáveis dos *serviços ecossistêmicos*, com avaliação de perda e ganho da biodiversidade (Swangjang, 2022). O conceito de *serviço ecossistêmico* é considerado um instrumento no quadro político brasileiro, fomentando plataformas de fóruns de diversas discussões e até mesmo negociações internacionais visando ao cumprimento de protocolos e metas que contribuam com a sustentabilidade (Klink et al., 2020).

De acordo com Singh e Singh (2017), o conceito *serviço ecossistêmico* é uma ligação entre a ecologia e a economia prestada à sociedade para sua

sobrevivência, e depende do funcionamento do ecossistema da natureza que se encontra constantemente ameaçado pelo crescimento econômico (Mea, 2005).

O conceito dos *serviços ecossistêmicos* na literatura recorrente tem sido cada vez mais abordado através da perspectiva que busca reduzir os efeitos das mudanças socioambientais (Wilkes et al., 2024). Mas, para isso acontecer nos estados brasileiros, precisa ocorrer formulação de instrumentos e planejamentos de política pública voltados para projetos sustentáveis, que promovam a conservação do meio ambiente para alcançar o desenvolvimento do conceito dos *serviços ecossistêmicos* (Ainscough et al., 2019).

O desdobramento do conceito dos *serviços ecossistêmicos* na política brasileira

A Constituição da República Federativa do Brasil de 1988 estabeleceu o marco inicial do

ordenamento jurídico compartilhado entre o setor público e a sociedade civil, servindo de parâmetro para a manutenção de um ambiente ecologicamente equilibrado (Brasil, 1988). O governo deve conservar e restaurar os processos ecológicos essenciais e providenciar o manejo ecológico de espécies e ecossistemas (art. 225, §1º, I da Constituição Federal de 1988); preservar a diversidade e a integridade do patrimônio genético do país, fiscalizando seu uso (art. 225, § 1º, II da CF/88), bem como fixar áreas protegidas (art. 225, § 1º, III da CF/88), promover a dimensão pedagógica em níveis de ensino para a preservação do meio ambiente (art. 225, § 1º, VI da CF/88), bem como proteger a fauna e flora para não colocar em risco sua função ecológica no ecossistema (art. 225, § 1º, V da CF/88). O poder constituinte garante a criação e manutenção de áreas protegidas, que leva a proteção legal dos *serviços ecossistêmicos* (Brasil, 1988).

O Código Florestal Brasileiro (CFB) (Lei nº 12.651/2012) ratifica a proteção das Áreas de Reserva Legal (RL) e Áreas de Preservação Permanente (APPs) (Brasil, 2012). Segundo o CFB, essas áreas protegidas desempenham papel importante à preservação da biodiversidade e são fornecedoras dos *serviços ecossistêmicos de suporte* ofertados pela vegetação na área de entorno de nascentes. Assim sendo, as APPs servem para a manutenção de oferta de serviço de provisão de água potável, bem como proteção de matas ciliares nas margens dos córregos, rios e lagos, evitando assoreamento do solo, assim como auxiliam no fluxo genético de fauna e flora, asseguram biodiversidade local, garantido o bem-estar das populações humanas (art.3 Lei 12.651/2012). Vale ressaltar que a Área de Reserva Legal é prestadora de *serviço ecossistêmico* de suporte, ofertando madeira, reposição de sementes e manejo de produtos não madeireiros obtidos dos ecossistemas, tais como frutos, cipós, folhas, e ainda servem de habitat para a fauna e flora (Art. 21 Lei 12.651/2012).

Entretanto, a Política Nacional de Biodiversidade apresentava várias referências dos *serviços ecossistêmicos* no texto como serviços ambientais, destacando a importância de estudos de valorização para garantir a oferta dos *serviços ecossistêmicos* (Brasil, 2002). Conforme quinto relatório nacional para a Convenção da Diversidade Biológica, publicado em 2016, o tema de *serviços ecossistêmicos* já é mencionado no documento como bens e serviços ambientais (Mma, 2015).

A Política Nacional de Pagamento por Serviços Ambientais (PNPSA) – promulgada em 2021 – instituiu o Cadastro Nacional de Pagamento por Serviços Ambientais e o Programa Federal de Pagamento por Serviços Ambientais (Brasil, 2021). O Governo considera o ecossistema como interação de comunidade de flora e fauna e microrganismos que

interagem como uma unidade funcional na natureza (Art. 2º, I da Lei 14.119/2021); beneficiando a sociedade com os *serviços ecossistêmicos* e melhorando as condições ambientais (Art. 2º, II da Lei 14.119/2021); como o *serviços ecossistêmicos de suporte* que mantêm a perenidade da vida na Terra, tais como a ciclagem de nutrientes, a decomposição de resíduos, a produção, a manutenção ou a renovação da fertilidade do solo, a polinização, a dispersão de sementes, o controle de populações de potenciais pragas e de vetores potenciais de doenças humanas, a proteção contra a radiação solar ultravioleta e a manutenção da biodiversidade e do patrimônio genético (Art. 2º, II b da Lei 14.119/2021).

Conceito de *serviços ecossistêmicos* e serviços ambientais na política

A incorporação do conceito de *serviços ambientais* no Brasil tem sido feita no campo político (no nível de governos estaduais) e nas organizações não governamentais em escalas local e regional, gerando incentivo para realização dos Pagamentos por Serviços Ambientais para a manutenção e produção de *serviços ecossistêmicos* (Mma, 2015). O conceito de *serviços ambientais* (SA) foi definido pela Embrapa (2015) como os benefícios ambientais resultantes de intervenções intencionais da sociedade na dinâmica dos ecossistemas, tais como as atividades humanas para a manutenção ou a recuperação dos componentes dos ecossistemas. O conceito de *serviços ambientais* (SA) é uma subcategoria do conceito de *serviços ecossistêmicos* (SE), abordado na administração política e inserido na legislação de gestão dos recursos naturais como política de Pagamentos por Serviços Ambientais (PAS) para o desenvolvimento econômicos (Castro et al., 2024; Castella e Lestrelin, 2021).

Essa legislação (PNPSA) permite que o Poder Executivo federal crie programas que utilizem Pagamentos por Serviços Ambientais para práticas de gestão nos estados brasileiros, com o intuito de proteger o conjunto de ecossistemas da vegetação remanescente (Brasil, 2021). A ideia de pagamentos por serviço ambiental refere-se à ação para manter ou aumentar os *serviços ecossistêmicos* (Meral et al., 2022). Embora o uso de PSA seja apenas uma das ferramentas disponíveis para o pagamento de recuperação de áreas degradadas, para manter a oferta dos *serviços ecossistêmicos* (Allan et al., 2022), coloca o conceito de *serviços ecossistêmicos* e ambientais no centro das atenções para os formuladores de políticas e uma maior conscientização (Altmann e Silva-Stanton, 2018).

No entanto, o foco do PSA é gerar fonte de financiamento para fortalecer e manter os *serviços ecossistêmicos*, no nível territorial, em áreas

anteriormente ocupadas pela cobertura da vegetação nativa, substituída para criar áreas de produção (Monteiro et al., 2018). Portanto, a adoção do PSA baseada em incentivos econômicos revelou ao público em geral a importância dos serviços ecossistêmicos pelos projetos do MEA/2005 para o bem-estar humano (Meyer et al., 2016; Londres et al., 2023). A compreensão dos serviços ambientais, bem como dos serviços-ecossistêmicos, é fundamental para a adoção dessa política do PSA, em todo o país, assim adotando

progressivamente pelos estados esse conceito em sua legislação (Castro et al., 2023; Paudyal e Baral, 2016).

Das vinte e sete unidades federativas, somente dezessete possuem legislação sobre PSA. São eles Santa Catarina, Paraná, Rio Grande do Sul, São Paulo, Rio de Janeiro, Espírito Santo, Minas Gerais, Mato Grosso, Mato Grosso do Sul, Goiás, Bahia, Paraíba, Pernambuco, Tocantins, Rondônia, Acre e Amazonas, conforme mostra a Tabela 2.

Tabela 2. Estados Brasileiros com Pagamentos por Serviços Ambientais

NACIONAL		LEI Nº	DESCRIÇÃO
BRASIL	Constituição da República Federativa do Brasil de 1988		
BRASIL	12.651/2012	Institui o Código Florestal Brasileiro	
BRASIL	12.651/2012	Institui o Código Florestal Brasileiro	
BRASIL	14.119/2021	Institui a Política Nacional de Pagamento por Serviços Ambientais	
ESTADO	Lei Nº	Decreto	Descrição
REGIÃO SUL			
SANTA CATARINA	15.133/2010		Cria a Política e o Programa Estadual para o PSA e seu Fundo.
PARANÁ	17.134/2012	4.381/2012	Institui o PSA no estado no âmbito do Programa BIOCLIMA e institui o Programa Biocrédito.
RIO GRANDE DO SUL	15.434/2020	56.640/2022	Institui o PSA no âmbito das atividades que favorecem a conservação, proteção, recuperação e melhoria dos <i>serviços ecossistêmicos</i> .
REGIÃO SUDESTE			
SÃO PAULO		66.549/2022	Institui o PPSA para incentivar as ações que contribuam para a recuperação e melhoria dos <i>serviços ecossistêmicos</i> .
RIO DE JANEIRO	3.239/99 (artigos 5º, II e 11)	42.029/2011	Regulamenta o Programa Estadual de Conservação e Revitalização dos Recursos Hídricos; institui o Programa Estadual de Pagamento por Serviços Ambientais para proteção florestal.

ESPÍRITO SANTO	9.864/2012	3.182-R/2012	Institui o PSA para contribuir com a conservação e recuperação dos serviços prestados pela natureza, denominados serviços ambientais e ecossistêmicas.
MINAS GERAIS	9.978/2013		Institui o programa "Bolsa Verde"
REGIÃO CENTRO-OESTE			
MATO GROSSO	9878/2013		Cria o Sistema de Redução de Emissões por Desmatamento e Degradação Florestal, Conservação, Manejo Florestal Sustentável e Aumento dos Estoques de Carbono Florestal (REDD+).
MATO GROSSO DO SUL	5235/2018		Institui o PAS com diretrizes e ações de preservação dos Serviços Ambientais de forma a promover o desenvolvimento sustentável.
GOIÁS		9.130/2017	Cria PEPSA como finalidade de fomentar atividades de preservação, conservação e recuperação ambiental.
REGIÃO NORDESTE			
BAHIA	13.223/2015		Institui PSA e o Programa e Incentivos de Pagamentos por Serviços.
PARAÍBA	10.165/2013		Estabelece a PSA e prevê autorização para a criação de um Fundo de Pagamentos por Serviços Ambientais dedicado.
PERNAMBUCO	14.090/2010		Institui a PEMC que tem como um de seus instrumentos os Pagamentos por Serviços Ambientais.
REGIÃO NORTE			
ACRE	2.025/2008	Portaria nº 17/10/SEMA	Estabelece o programa de Certificação da Unidade de Produção Familiar.
	2.308/2010		Cria o SISA – Sistema de Incentivos a Serviços Ambientais.

AMAZO-NAS	4.266/2015	Institui a PESGSA e Fundo Estadual para as Alterações Climáticas, a Conservação Ambiental e os Serviços Ambientais.
TOCAN-TINS	1.917/2008	Institui a PEMC e Desenvolvimento Sustentável para Conservação Ambiental. Embora não mencione diretamente o PSA, menciona no art. 8º a possibilidade de oferecer incentivos econômicos para a prevenção e restauração ambiental.
RONDÔNIA	4437/2018	Cria o Sistema Estadual de Governança Climática e Serviços Ambientais – SGSA.

OBS: Dezesete unidades federativas que instituíram Leis e Decretos de Pagamentos por Serviços Ambientais.

O conceito dos *serviços ecossistêmicos* impulsionou o surgimento da criação do pagamento por serviços ambientais (PSA) nas unidades federativas brasileiras, como uma estratégia para lidar de forma mais consciente com os *trade-offs* entre objetivos ambientais e de desenvolvimento (Wunder, 2015; Han et al., 2024). Conforme Castro et al. (2023) identificaram o PSA nos municípios de maior área ou território, localizados no Centro-Oeste, Sudeste e Norte, que possuem Conselho Municipal e Fundo de Meio Ambiente. O sucesso destes municípios no PSA dependeu das circunstâncias locais, com a participação efetiva da governança ambiental no nível municipal (Castro et al., 2024). Entretanto o monitoramento de mudanças de *serviços ecossistêmicos de suporte* é chave da avaliação da política do PSA, nesses municípios da região do Centro-Oeste, Sudeste e Norte (Schwantes et al., 2024). Para Nolander et al. (2024) a valoração dos *serviços ecossistêmicos* é um método para quantificar os benefícios não mercantis das florestas para entender os custos totais do manejo florestal. Portanto a quantificação dos valores físicos e monetários dos *serviços ecossistêmicos* pelo PSA, pode promover a participação local no manejo sustentável do solo e dos recursos agrícolas. (Lin et al., 2024). Recentemente, os resultados da 15ª reunião da Conferência das Partes (COP15) da Convenção das Nações Unidas sobre Diversidade Biológica (CDB) colocaram os holofotes nas adoções de vários objetivos (por exemplo, fechar a lacuna de financiamento da biodiversidade de \$US de 700 bilhões) e metas (por exemplo, proteger 30%

da terra e da água pelo PSA até 2030 (Mundaca et al., 2024).

A adoção do pagamento por serviços ambientais na Amazônia Legal contempla quatro unidades federativas brasileiras na região Norte, Tocantins, Rondônia, Acre e Amazonas e o estado de Mato Grosso na região Centro-Oeste. A criação da Política Estadual de Pagamento por Serviços Ambientais contempla outras regiões do Brasil, como estados da região Sul, Santa Catarina, Paraná e Rio Grande do Sul; na sequência, os estados da região Sudeste, São Paulo, Rio de Janeiro, Espírito Santo e Minas Gerais; na região Nordeste, os estados Bahia, Paraíba e Pernambuco e mais dois estados da região Centro-Oeste, Goiás e Mato Grosso do Sul (Altmann e Silva-Stanton, 2018).

Todas as dezessete unidades federativas brasileiras seguem os mesmos princípios do "usuário paga" e do "provedor recebe", quem contribui para a geração de *serviços ecossistêmicos* deve ser remunerado por isso e quem se beneficia deve pagar por isso (Wunder, 2015; Mundaca et al., 2024). Portanto, o conceito do pagamento por serviços ambientais caracteriza-se como incentivos econômicos ou compensações para os usuários da terra que adotam atividades que promovem os *serviços ecossistêmicos* (Mamedes et al., 2023; Mertens et al., 2024).

Algumas unidades federativas como Mato Grosso, Amazonas e Santa Catarina sancionaram a lei, criando a política estadual de mudanças climáticas REDD, buscando o desenvolvimento sustentável. Com objetivo de reduzir as emissões por

desmatamento e degradação florestal, o REDD+ é uma técnica para reduzir a emissão de gases de efeito estufa (GEE) e, ao mesmo tempo, proteger os *serviços ecossistêmicos* da Floresta (Parsamehr et al., 2023).

Vale ressaltar que as unidades federativas como Mato Grosso e Acre são beneficiadas pelo Programa *Global REDD Early Movers* (REM), recebendo remuneração de serviços ambientais baseada em resultados de comprometimento com a redução de emissões de CO₂ por meio de ações de conservação dos serviços ecossistêmicos da Floresta (Boyd et al., 2018). O REM contribui com a Convenção das Nações Unidas sobre Mudanças Climáticas (UNFCCC, na sigla em inglês) firmada na Rio 92 (Mcfarland, 2015). Os recursos do programa REM são distribuídos nos subprogramas; agricultura familiar de povos e comunidades tradicionais na Amazônia, Cerrado e Pantanal, territórios indígenas e produção, e inovação e mercado sustentáveis, além do fortalecimento institucional e políticas públicas estruturantes de entidades governamentais do estado (Boyd et al., 2018).

Ocorre também uma outra linha de pagamento por serviços ambientais para a conservação e revitalização dos recursos hídricos, buscando reduzir a mudança insustentável dos *serviços ecossistêmicos de suporte* no uso da terra (Preto et al., 2022), que tem resultado em vários danos, como erosão do solo, esgotamento de nutrientes, escassez de água, salinidade, poluição, perda de biodiversidade, desertificação da terra e assoreamento de rios (Mamedes et al., 2023). O conceito dos *serviços ecossistêmicos*, dentro da política das dezessete unidades federativas brasileiras, busca compensar financeiramente através do pagamento por serviços ambientais os proprietários rurais que realizaram o desmatamento dentro da sua propriedade rural (Azevedo-Santos et al., 2021; Bellón et al., 2022; Castro et al., 2024).

Conclusão

Não ocorre divergência conceitual sobre os *serviços ecossistêmicos* e a sua subcategoria serviços ambientais. Portanto a legislação brasileira tem avançado em relação aos Pagamentos por Serviços Ambientais (PAS) em dezessete unidades federativas brasileiras, buscando desenvolver os planejamentos para realizar os programas e projetos voltados para *serviços ecossistemas de suporte*.

O conceito de *serviços ecossistêmicos* apresenta metas e práticas, que busca a perspectiva de sustentabilidade, mas torna necessário realizar instrumentos e planejamentos de política pública voltados para projetos sustentáveis, que promovam a conservação do meio ambiente. Ocorre que, para uma compreensão mais profunda do conceito *serviços*

ecossistêmicos, deve haver desenvolvimento de programa e projeto de ação nas unidades federativas que ainda não possuam iniciativa legislativa sobre os *serviços ecossistêmicos*.

Agradecimentos

Os autores agradecem à Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – Brasil (CAPES) – Código de Financiamento – 001, ao Programa de Pós-graduação em Ciências Ambientais da Universidade do Estado de Mato Grosso.

Referências

- Ainscough, J., De Vries Lentsch, A., Metzger, M., Rounsevell, M., Schröter, M., Delbaere, B., De Groot, R., Staes, J., 2019. Navigating pluralism: Understanding perceptions of the ecosystem services concept. *Ecosystem Services* 36, 1-13. <https://doi.org/10.1016/j.ecoser.2019.01.004>.
- Alexander, S., Aronson, J., Whaley, O., Lamb, D., 2016. The relationship between ecological restoration and the ecosystem services concept. *Ecology and Society* 21, 1-10. <https://www.jstor.org/stable/26270353>.
- Allan, J. I., Auld, G., Cadman, T., Stevenson, H., 2022. Comparative Fortunes of Ecosystem Services as an International Governance Concept. *Global Policy* 13, 62–75. <https://doi.org/10.1111/1758-5899.13036>.
- Altmann, A., Silva Stanton, M., 2018. The densification normative of the ecosystem services concept in Brazil: Analyses from legislation and jurisprudence. *Ecosystem Services* 29, 282–293. <https://doi.org/10.1016/j.ecoser.2017.10.013>.
- Anand, S., Gupta, S., 2020. Provisioning ecosystem services: Multitier bibliometric analysis and visualisation, *Environmental and Sustainability Indicators* 8, 1-12. <https://doi.org/10.1016/j.indic.2020.100081>.
- Azevedo-Santos, V. M., Rodrigues-Filho, J. L., Fearnside, P. M., Lovejoy, T. E., Brito, M. F. G., 2021. Conservation of Brazilian freshwater biodiversity: Thinking about the next 10 years and beyond. *Biodiversity and Conservation* 30, 235–241. <https://doi.org/10.1007/s10531-020-02076-5>.
- Barros, F. M., Peres, C. A., Pizo, M. A., Ribeiro, M. C., 2019. Divergent flows of avian-mediated ecosystem services across forest-matrix interfaces in human-modified landscapes. *Landscape Ecology* 34, 879–894. <https://doi.org/10.1007/s10980-019-00812-z>.
- Bastian, O., Grunewald, K., Khoroshev, A. V., 2015. The significance of geosystem and landscape concepts for the assessment of ecosystem services: exemplified in a case study in Russia. *Landscape*

- Ecology 30, 1145–1164.
<https://doi.org/10.1007/s10980-015-0200-x>.
- Blanco, J., Bellón, B., Barthelemy, L., Camus, B., Jaffre, L., Masson, A. S., Masure, A., Roque, F. O., Souza, F. L., Renaud, P. C., 2022. A novel ecosystem (dis)service cascade model to navigate sustainability problems and its application in a changing agricultural landscape in Brazil. *Sustainability Science* 17, 105–119. <https://doi.org/10.1007/s11625-021-01049-z>.
- Beery, T., Stålhammar, S., Jönsson, K. I., Wamsler, C., Bramryd, T., Brink, E., Ekelund, N., Johansson, M., Palo, T., Schubert, P., 2016. Perceptions of the ecosystem services concept: Opportunities and challenges in the Swedish municipal context. *Ecosystem Services* 17, 123–130.
- Bellón, B., A.W. Henry, D., Renaud, P. C., Roque, F. O., Santos, C. C., Melo, I., Arvor, D., De Vos, A., 2022. Landscape drivers of mammal habitat use and richness in a protected area and its surrounding agricultural lands. *Agriculture, Ecosystems and Environment* 334, 1–13. <https://doi.org/10.1016/j.agee.2022.107989>.
- Blicharska, M., Hilding-Rydevik, T., 2018. “A thousand flowers are flowering just now” – Towards integration of the ecosystem services concept into decision making. *Ecosystem Services* 30, 181–191. <https://doi.org/10.1016/j.ecoser.2018.03.001>.
- Boyd, W., Stickler, C., Duchelle, A. E., Seymour, F., Nepstad, D., Bahar, N. H. A., Rodriguez-Ward, D., 2018. Jurisdictional approaches to REDD+ and low emissions development: progress and prospects ending tropical deforestation: A stock-take of progress and challenges: World Resources Institute. Disponível: <https://www.gcftf.org/wp-content/uploads/2020/12/ending-tropical-deforestation-jurisdictional-approaches-redd.pdf>. Acesso: 20 set. 2021.
- BRASIL, 1988. Constituição da República Federativa do Brasil, de 5 de outubro de 1988.
- BRASIL, 2002. Decreto-Lei n. 4.339, de 22 de agosto de 2002.
- BRASIL, 2012. Lei n. 12.651, de 25 de maio de 2012.
- BRASIL, 2021. Lei n. 14.119, de 13 de janeiro de 2021.
- Brück, M., Abson, D. J., Fischer, J., Schultner, J., 2022. Broadening the scope of ecosystem services research: Disaggregation as a powerful concept for sustainable natural resource management. *Ecosystem Services* 53, 1–11.
- Burnham, J. F., 2006. Scopus database: A review. *Biomedical Digital Libraries* 3, 1–9.
- Carmen, E., Watt, A., Carvalho, L., Dick, J., Fazey, I., Garcia-Blanco, G., Grizzetti, B., Hauck, J., Izakovicova, Z., Kopperoinen, L., Lique, C., Odee, D., Steingröver, E., Young, J., 2018. Knowledge needs for the operationalisation of the concept of ecosystem services. *Ecosystem Services* 29, 441–451. <https://doi.org/10.1016/j.ecoser.2017.10.012>.
- Castella, J. C., Lestrelin, G., 2021. Exploring the environmental impact of agrarian changes in Southeast Asia through participatory evaluation of ecosystem services. *Cahiers Agricultures* 30, 1–11.
- Castro, B. S., Young, C. E. F., Oliveira, M. S., 2024. Instrumentos de coordenação da política do ICMS-Ecológico na Amazônia Legal: aprendizados para o Brasil. *Revista De Gestão Ambiental E Sustentabilidade* 13, 24288 - 24298. <https://doi.org/10.5585/2024.24288>.
- Castro, B. S. D., Young, C. E. F., Sebastião, B. B. S., Santos, M. D. A., 2023. Caracterização das iniciativas municipais de pagamentos por serviços ambientais no Brasil. *Revista Iberoamericana de Economía Ecológica*, 21, 1- 22.
- Cavalcanti, J. C., 1972. Conferência das Nações Unidas sobre o Meio Ambiente Humano (Estocolmo, 1972): relatório da Delegação do Brasil à Conferência das Nações Unidas sobre o Meio Ambiente. Disponível: https://cetesb.sp.gov.br/proclima/wp-content/uploads/sites/36/2013/12/estocolmo_72_Volume_I.pdf. Acesso: 30 set. 2021.
- Chen, X., Lupi, F., An, L., Sheely, R., Viña, A., Liu, J., 2012. Agent-based modeling of the effects of social norms on enrollment in payments for ecosystem services. *Ecological Modelling* 229, 16–24.
- Costanza, R., D’arge, R., De Groot, R., Farber, S., Grasso, M., Hannon, B., Limburg, K., Naeem, S., O’Neill, R. V., Paruelo, J., Raskin, R. G., Sutton, P., Van Den Belt, M., 1998. The value of the world’s ecosystem services and natural capital. *Ecological Economics* 25, 3–15.
- Costanza, R., De Groot, R., Braat, L., Kubiszewski, I., Fioramonti, L., Sutton, P., Farber, S., Grasso, M., 2017. Twenty years of ecosystem services: How far have we come and how far do we still need to go? *Ecosystem Services* 28, 1–16. <https://doi.org/10.1016/j.ecoser.2017.09.008>.
- Cdhusp, C. D. H., 1972. Declaração, de Estocolmo Sobre o Meio Ambiente Humano. In: Conferência Das Nações Unidas Sobre O Meio Ambiente Humano. Disponível: https://www.mpma.mp.br/arquivos/COCOM/arquivos/centros_de_apoio/cao_direitos_humanos/direitos_humanos/meio_ambiente/decEstocolmo.htm. Acesso: 30 set. 2021.
- Daily, G. C., 1997. Nature’s Services: Societal Dependence On Natural Ecosystems. *The Future of Nature*.

- Daly, H. E. U.N., 1992. Conferences on Environment and Development: Retrospect on Stockholm and Prospects for Rio. *Economia Ecológica* 5, 9–14.
- Da Conceição Bispo, P., Picoli, M.C., Marimon, B.S., Marimon Júnior, B.H., Peres, C.A., Menor, I.O., Silva, D.E., de Figueiredo Machado, F., Alencar, A.A., de Almeida, C.A., Anderson, L.O., Aragão, L.E., Breunig, F.M., Bustamante, M., Dalagnol, R., Diniz-Filho, J., Ferreira, L.G., Ferreira, M.E., Fisch, G., Galvão, L.S., Giarolla, A., Gomes, A.R., de Marco Junior, P., Kuck, T.N., Lehmann, C.E., Lemes, M.R., Liesenberg, V., Loyola, R., Macedo, M.N., De Souza Mendes, F., Do Couto de Miranda, S., Morton, D.C., Moura, Y.M., Oldekop, J.A., Ramos-Neto, M.B., Rosan, T.M., Saatchi, S., Sano, E.E., Segura-Garcia, C., Shimbo, J.Z., Silva, T.S., Trevisan, D.P., Zimbres, B., Wiederkehr, N.C., Silva-Junior, C.H., 2023. Overlooking vegetation loss outside forests imperils the Brazilian Cerrado and other non-forest biomes. *Nature Ecology & Evolution* 8, 12-23. <https://doi.org/10.1038/s41559-023-02256-w>.
- De Arruda Souza, C., Junior, E. S., Hacon, S. S., 2024. Serviços Ecossistêmicos da Amazônia Brasileira. *Revista Brasileira de Geografia Física* 17, 178–198. <https://doi.org/10.26848/rbgf.v17.1.p178-198>.
- De Groot, R. S., Wilson, M. A., Boumans, R. M. J., 2002. A typology for the classification, description and valuation of ecosystem functions, goods and services. *Ecological Economics* 41, 393-408.
- De Vreese, R., Van Herzele, A., Dendoncker, N., Fontaine, C. M., Leys, M., 2019. Are stakeholders' social representations of nature and landscape compatible with the ecosystem service concept? *Ecosystem Services* 37, 1-11.
- De Prada, V. R., 1972. La conferencia de Estocolmo sobre el medio ambiente. *Revista de administración pública* 5, 381–404.
- Ehrlich, P. R., Mooney, H. A., 1983. Extinction, Substitution, and Ecosystem Services Source: *Bioscience* 33, 248-254.
- EMBRAPA, 2015. Serviços ambientais em sistemas agrícolas e florestais do Bioma Mata Atlântica. Brasília, DF.
- Fearnside, P. M., Nogueira, E. M., Yanai, A. M., 2018. Maintaining carbon stocks in extractive reserves in Brazilian Amazonia. *Desenvolvimento e Meio Ambiente* 48, 446–476.
- Fisher, J. A., Brown, K., 2015. Ecosystem services concepts and approaches in conservation: Just a rhetorical tool? *Ecological Economics* 108, 257–265. <https://doi.org/10.1016/j.ecolecon.2014.11.004>.
- García-Nieto, A. P., García-Llorente, M., Iniesta-Arandia, I., Martín-López, B., 2013. Mapping Forest ecosystem services: From providing units to beneficiaries. *Ecosystem Services* 4, 126–138. <https://doi.org/10.1016/j.ecoser.2013.03.003>.
- Grêt-Regamey, A., Sirén, E., Brunner, S. H., Weibel, B., 2017. Review of decision support tools to operationalize the ecosystem services concept. *Ecosystem Services* 26, 306–315. <https://doi.org/10.1016/j.ecoser.2016.10.012>.
- Han, H., Su, Z., Zhang, K., Bai, Y., 2024. Impact of extreme weather events on ecosystem services. *Applied ecology and environmental research* 22, 3577-3602. https://doi.org/10.15666/aer/2204_35773602.
- Hansen, R., Frantzeskaki, N., Mcphearson, T., Rall, E., Kabisch, N., Kaczorowska, A., Kain, J. H., Artmann, M., Pauleit, S., 2015. The uptake of the ecosystem services concept in planning discourses of European and American cities. *Ecosystem Services* 12, 228–246.
- Holzer, J. M., Hobbs, I., Baird, J., Hickey, G., 2022. How is the ecosystem services concept used as a tool to foster collaborative ecosystem governance? A systematic map protocol. *Environmental Evidence* 11, 1–8. <https://doi.org/10.1186/s13750-022-00278-8>.
- Huang, Y., Gan, X., Feng, Y., Li, J., Niu, S., Zhou, B., 2024. A new framework for assessing ecosystem health with consideration of the sustainable supply of ecosystem services. *Landscape Ecology* 39, 37 - 49. <https://doi.org/10.1007/s10980-024-01834-y>.
- Jax, K., Furman, E., Saarikoski, H., Barton, D. N., Delbaere, B., Dick, J., Duke, G., Görg, C., Gómez-Baggethun, E., Harrison, P. A., Maes, J., Pérez-Soba, M., Saarela, S. R., Turkelboom, F., Van Dijk, J., Watt, A. D., 2018. Handling a messy world: Lessons learned when trying to make the ecosystem services concept operational. *Ecosystem Services* 29, 415-427.
- Kirby, A., 2023. Exploratory Bibliometrics: Using VOSviewer as a Preliminary Research Tool. *Publications* 11, 1-14. <https://doi.org/10.3390/publications11010010>.
- Klink, C. A., Sato, M. N., Cordeiro, G. G., Ramos, M. I. M., 2020. The role of vegetation on the dynamics of water and fire in the cerrado ecosystems: Implications for management and conservation. *Plants* 9, 1-27. <https://doi.org/10.3390/plants9121803>.
- Kvalvik, I., Solas, A. M., Sordahl, P. B., 2020. Introducing the ecosystem services concept in Norwegian coastal zone planning. *Ecosystem Services* 42, 1-11. <https://doi.org/10.1016/j.ecoser.2020.101071>.
- Knoke, T., Elsasser, P., Kindu, M., 2024. Considering the land-cover elasticity of ecosystem service value coefficients improves assessments of large land-use changes, *Ecosystem Services* 68, 101645 – 4275

101656.
<https://doi.org/10.1016/j.ecoser.2024.101645>.
- Kubiszewski, I., Concollato, L., Costanza, R., Stern, D. I., 2023. Changes in authorship, networks, and research topics in ecosystem services. *Ecosystem Services* 59, 1-20.
<https://doi.org/10.1016/j.ecoser.2022.101501>.
- Lapola, D. M., Pinho, P., Barlow, J., Aragão, L. E. O. C., Berenguer, E., Carmenta, R., Liddy, H. M., Seixas, H., Silva, C. V. J., Silva-Junior, C. H. L., Alencar, A. A. C., Anderson, L. O., Armenteras, D. P., Brovkin, V., Calders, K., Chambers, J., Chini, L., Costa, M. H., Faria, B. L., Fearnside, P. M., Ferreira, J., Gatti, L., Hugo Gutierrez-Velez, V., Han, Z., Hibbard, K., Koven, C., Lawrence, P., Pongratz, J., Portela, B. T. T., Rounsevell, M., Ruane, A. C., Schaldach, R., Da Silva, S. S., Von Randow, C., Walker, W. S., 2023. The drivers and impacts of Amazon Forest degradation Extended summary. *Science* 379, 1-32.
- Lebreton, B., Rivaud, A., Picot, L., Prévost, B., Barillé, L., Sauzeau, T., Beseres Pollack, J., Lavaud, J., 2019. From ecological relevance of the ecosystem services concept to its socio-political use. The case study of intertidal bare mudflats in the Marennes-Oléron Bay, France. *Ocean and Coastal Management* 172, 41-54.
<https://doi.org/10.1016/j.ocecoaman.2019.01.024>.
- Le Clec'h, S., Sloan, S., Gond, V., Cornu, G., Decaens, T., Dufour, S., Grimaldi, M., Oszwald, J., 2018. Mapping ecosystem services at the regional scale: the validity of an upscaling approach. *International Journal of Geographical Information Science* 32,1593-1610.
<https://doi.org/10.1080/13658816.2018.1445256>.
- Lima, F. P., Bastos, R. P., 2019. Perceiving the invisible: Formal education affects the perception of ecosystem services provided by native areas. *Ecosystem Services* 40, 1-9.
- Lin, K. T., Pan, S. Y., Yuan, M. H., Guo, H. Y., Huang, Y. C., 2024. Quantifying and monetarizing cropland ecosystem services towards sustainable soil management, *Ecological Indicators* 159, 111751 - 111769.
<https://doi.org/10.1016/j.ecolind.2024.111751>.
- Londres, M., Schmink, M., Börner, J., Duchelle, A. E., Frey, G. P., 2023. Multidimensional forests: Complexity of forest-based values and livelihoods across Amazonian socio-cultural and geopolitical contexts. *World Development* 165, 1-15.
<https://doi.org/10.1016/j.worlddev.2023.106200>.
- Longo, A., Zardo, L., Maragno, D., Musco, F., Burkhard, B., 2024. Let's Do It for Real: Making the Ecosystem Service Concept Operational in Regional Planning for Climate Change Adaptation. *Sustainability* 16 483 - 498.
<https://doi.org/10.3390/su16020483>.
- Mamedes, I., Guerra, A., Rodrigues, D. B. B., Garcia, L. C., Godoi, R. F., Oliveira, P. T. S., 2023. Brazilian payment for environmental services programs emphasize water-related services. *International Soil and Water Conservation Research* 11, 276-289.
<https://doi.org/10.1016/j.iswcr.2023.01.001>.
- Marconi, M. A., Lakatos, E. N., 2010. *Fundamentos de Metodologia Científica*. ed. Atals S.A.
- Mcfarland, B. J., 2015. International Finance for REDD+ Within the Context of Conservation Financing Instruments. *Journal of Sustainable Forestry* 34, 534-546.
<https://doi.org/10.1080/10549811.2015.1017109>.
- MEA. Millennium Ecosystem Assessment. (2003). *Ecosystems and human well-being: a framework for assessment*. Millennium ed. Washington. Disponível: <http://www.millenniumassessment.org/en/index.aspx>. Acesso: 20 out. 2020.
- MEA. Millennium Ecosystem Assessment. (2005). *Ecosystems and Human Well-being: Desertification Synthesis*. Millennium ed. Washington. Disponível: <https://www.millenniumassessment.org/documents/document.356.aspx.pdf>. Acesso: 20 out. 2020.
- Meral, P., Andriamahefazafy, F., Castella, J. C., Neang, M., Serpantie, G., Tittonell, P., 2022. Integrating the concept of ecosystem services into agricultural policies and practices in the South. *Cahiers Agricultures* 31, 1-10.
<https://doi.org/10.1016/j.ecolind.2022.109218>.
- Mertens, K., Ruymbeke, V. K., Vranken, L., 2024. Making explicit an Ecosystem Services indicator as a policy instrument. *Science as Culture* 65, 1-22.
<https://doi.org/10.1080/09505431.2024.2339829>.
- Meyer, C., Schomers, S., Matzdorf, B., Biedermann, C., Sattler, C., 2016. Civil society actors at the nexus of the ecosystem services concept and agri-environmental policies. *Land Use Policy* 55, 352-356.
- MMA, 2015. 5º Relatório nacional à convenção sobre a diversidade biológica instituído da conservação da natureza e das florestas. Disponível: <https://www.icnf.pt/api/file/doc/bb709ce80ed2991c>. Acesso: 22 maio. 2019.
- Monteiro, L. I. B., Pruski, F. F., Calegario, A. T., Oliveira, A. N. G., Pereira, S. B., 2018. Methodology for payment for ecosystem services based on the concept of land use and management capability. *Soil Use and Management* 34, 515-524.
<https://doi.org/10.1111/sum.12442>.
- Muradian, R., Gómez-Baggethun, E., 2021. Beyond ecosystem services and nature's contributions: Is it time to leave utilitarian environmentalism behind? *Ecological Economics* 185, 1-9.

- Mundaca, L., Heintze, J. N., 2024. Banking on ecosystem services, *Ecological Economics* 224, 108284 – 108298. <https://doi.org/10.1016/j.ecolecon.2024.108284>.
- Nakaoka, M., Sudo, K., Namba, M., Shibata, H., Nakamura, F., Ishikawa, S., Makino, M., Yamano, H., Matsuzaki, S. Ichiro S., Yamakita, T., Yu, X., Hou, X., Li, X., Brodie, J., Kanemoto, K., Moran, D., Verones, F., 2018. TSUNAGAR: a new interdisciplinary and transdisciplinary study toward conservation and sustainable use of biodiversity and ecosystem services. *Ecological Research* 33, 35–49.
- Nolander, C., Lundmark, R., 2024. A Review of Forest Ecosystem Services and their Spatial Value Characteristics. *Forests* 15, 919 – 932. <https://doi.org/10.3390/f15060919>.
- Owuor, M.A., Santos, T.M., Otieno, P., Mazzuco, A.C., Iheaturu, C.J., Bernardino, A.F., 2024. Flow of mangrove ecosystem services to coastal communities in the Brazilian Amazon. *Frontiers in Environmental Science* 25, 1-23. <https://doi.org/10.3389/fenvs.2024.1329006>.
- Palacios-Agundez, I., Rodríguez-Loinaz, G., Hagemann, N., Sylla, M., Spyra, M., 2022. Teaching the ecosystem service concept: experience from academia. *Ecology and Society* 27, 1–14. <https://doi.org/10.5751/ES-13286-270302>.
- Parsamehr, K., Gholamalifard, M., Kooch, Y., Azadi, H., Scheffran, J., 2023. Impact of Land Cover Changes on Reducing Greenhouse Emissions: Site Selection, Baseline Modeling, and Strategic Environmental Assessment of REDD+ Projects. *Land Degradation & Development* 129, 1–16. <https://doi.org/10.1002/ldr.4628>.
- Paudyal, K., Baral, H., Keenan, R. J., 2016. Local actions for the common good: Can the application of the ecosystem services concept generate improved societal outcomes from natural resource management? *Land Use Policy* 56, 327–332. <https://doi.org/10.1016/j.landusepol.2015.11.010>.
- Pauna, V. H., Picone, F., Le Guyader, G., Buonocore, E., Franzese, P. P., 2018. The scientific research on ecosystem services: A bibliometric analysis. *Ecological Questions* 29, 53–62. <https://doi.org/10.12775/EQ.2018.022>.
- Perschke, M. J., Harris, L. R., Sink, K. J., Lombard, A. T., 2024. Systematic conservation planning for people and nature: Biodiversity, ecosystem services, and equitable benefit sharing, *Ecosystem Services* 68, 101637 – 101644. <https://doi.org/10.1016/j.ecoser.2024.101637>.
- Preto, M. F., Garcia, A. S., Nakai, É. S., Casarin, L. P., Vilela, V. M. De F. N., Ballester, M. V. R., 2022. The role of environmental legislation and land use patterns on riparian deforestation dynamics in an Amazonian agricultural frontier (MT, Brazil). *Land Use Policy* 118, 1-13. <https://doi.org/10.1016/j.landusepol.2022.106132>.
- Santos, F. L., Silvano, R. A. M., 2016. Aplicabilidade, potenciais e desafios dos Pagamentos por Serviços Ambientais para conservação da água no sul do Brasil. *Desenvolvimento e Meio Ambiente* 38, 1-20.
- Santos, J. B. G., Hacon, S.S., Neves, S.S. M. A., 2023. Índice de Vegetação por Diferença Normalizada (NDVI) e seu uso no estudo da saúde humana: uma revisão de escopo. *Revista Brasileira de Geografia Física* 16, 1115–1144. <https://doi.org/10.26848/rbgf.v16.3.p1115-1144>.
- Sangha, K., Ahammad, R., Russell-Smith, J., Costanza, R., 2024. Payments for Ecosystem Services opportunities for emerging Nature-based Solutions: Integrating Indigenous perspectives from Australia, *Ecosystem Services* 66, 101600 - 101619. <https://doi.org/10.1016/j.ecoser.2024.101600>.
- Schwantes, A. M., Firkowski, C. R., Affinito, F., Rodriguez, P. S., Fortin, M. J., Gonzalez, A., 2024. Monitoring ecosystem services with essential ecosystem service variables. *Frontiers in Ecology and the Environment* 2792, 124 – 138. <https://doi.org/10.1002/fee.2792>.
- Schleyer, C., Lux, A., Mehring, M., Görg, C., 2017. Ecosystem Services as a Boundary Concept: Arguments from Social Ecology. *Sustainability* 9, 1107–1121.
- Spyra, M., Kleemann, J., Cetin, N. I., Vázquez Navarrete, C. J., Albert, C., Palacios-Agundez, I., Ametzaga-Arregi, I., La Rosa, D., Rozas-Vásquez, D., Adem Esmail, B., Picchi, P., Geneletti, D., König, H. J., Koo, H. M., Kopperoinen, L., Fürst, C., 2019. The ecosystem services concept: a new Esperanto to facilitate participatory planning processes? *Landscape Ecology* 34, 1715–1735.
- Stevenson, H., Auld, G., Allan, J. I., Elliott, L., Meadowcroft, J., 2021. The practical fit of concepts: Ecosystem services and the value of nature. *Global Environmental Politics* 21, 3–22.
- Swangjang, K., 2022. Linkage of Sustainability to Environmental Impact Assessment Using the Concept of Ecosystem Services: Lessons from Thailand. *Sustainability (Switzerland)* 14, 1–18. <https://doi.org/10.3390/su14095487>.
- TEEB. The economics of ecosystems and biodiversity, 2010. Mainstreaming the economics of nature: a synthesis of the approach, conclusions and recommendations of TEEB. Ed Progress Press, Malta [online]. Disponível: <https://teebweb.org/publications/teeb>. Acesso: 22 maio. 2021.

- TEEB. The economics of ecosystems and biodiversity, 2012. Ecological and economic foundations. The Economics of Ecosystems and Biodiversity: Ecological and Economic Foundations. Ed. By Pushpam Kumar [online]. Disponível: <https://www.taylorfrancis.com/books/mono/10.4324/9781849775489/economics-ecosystems-biodiversity-ecological-economic-foundations-pushpam-kumar>. Acesso: 22 maio. 2021.
- Tomassini, L., 1972. Implicaciones internacionales del deterioro ambiental. *Estudios Internacionales* 5, 88–118.
- Thompson, K., Sherren, K., Duinker, P. N., 2019. The use of ecosystem services concepts in Canadian municipal plans. *Ecosystem Services* 38, 1-12. <https://doi.org/10.1016/j.ecoser.2019.100950>.
- Townsend, M., Davies, K., Hanley, N., Hewitt, J. E., Lundquist, C. J., Lohrer, A. M., 2018. The challenge of implementing the marine ecosystem service concept. *Frontiers in Marine Science* 5, 1–13. <https://doi.org/10.3389/fmars.2018.00359>.
- Tusznio, J., Pietrzyk-Kaszyńska, A., Rechciński, M., Olszańska, A., Grodzińska-Jurczak, M., 2020. Application of the ecosystem services concept at the local level – Challenges, opportunities, and limitations. *Ecosystem Services* 42, 1-13. <https://doi.org/10.1016/j.ecoser.2020.101077>.
- Urban, J., Radwanek-Bak, B., Margielewski, W., 2022. Geoheritage Concept in a Context of Abiotic Ecosystem Services (Geosystem Services) — How to Argue the Geoconservation Better? *Geoheritage* 14, 1–15. <https://doi.org/10.1007/s12371-022-00688-7>.
- Urzedo, D. I., Neilson, J., Fisher, R., Junqueira, R. G. P., 2020. A global production network for ecosystem services: The emergent governance of landscape restoration in the Brazilian Amazon. *Global Environmental Change* 61, 59–62. <https://doi.org/10.1016/j.gloenvcha.2020.102059>.
- Van Eck, N. J., Waltman, L., 2020. VOSviewer Manual Version 1.6.15. Ed. Universiteit Leiden. Países Baixos. Disponível: <https://www.vosviewer.com/getting-started?vosviewer-manual>. Acesso: 29 maio. 2021.
- Winkler, K. J., Dade, M. C., Rieb, J. T., 2021. Mismatches in the Ecosystem Services Literature—a Review of Spatial, Temporal, and Functional-Conceptual Mismatches. *Current Landscape Ecology Reports* 6, 23–34. <https://doi.org/10.1007/s40823-021-00063-2>.
- Wilkes, L. N., Barner, A. K., Keyes, A. A., Morton, D., Byrnes, J. E., Dee, L. E., 2024. Quantifying co-extinctions and ecosystem service vulnerability in coastal ecosystems experiencing climate warming. *Global Change Biology*, 30, 17422 - 17435. <https://doi.org/10.1111/gcb.17422>.
- Wunder, S., 2015. Revisiting the concept of payments for environmental services. *Ecological Economics* 117, 234–243.
- Wu, S., Liu, K. D., Zhang, W., Dou, Y., Chen, Y., Zhang, T., Li, D., 2024. An integrated analysis framework of supply, demand, flow, and use to better understand realized ecosystem services. *Ecosystem Services* 69, 101649 – 101659. <https://doi.org/10.1016/j.ecoser.2024.101649>.
- Yan, X., Huang, M., Tang, Y., Guo, Q., Wu, X., Zhang G., 2024. Study on the Dynamic Change of Land Use in Megacities and Its Impact on Ecosystem Services and Modeling Prediction" *Sustainability* 16, 53 - 64. <https://doi.org/10.3390/su16135364>.
- Zabel, A., Bokusheva, R., Bozzola, M., 2024. Dealing with negative monetary ecosystem services values in environmental and economic accounting. *Ecosystem Services* 66, 101602 – 101623. <https://doi.org/10.1016/j.ecoser.2024.101602>.
- Zanin, P. R., Cavalcante, R. B. L., Fleischmann, A. S., Peres, C. A., Ferreira, D. M., Serrão, E. A. O., Pontes, P. R. M., 2024. Do protected areas enhance surface water quality across the Brazilian Amazon?, *Journal for Nature Conservation* 81, 126684 – 126700. <https://doi.org/10.1016/j.jnc.2024.126684>.
- Zhang, C., Su, B., Beckmann, M., Volk, M., 2024a. Emergy-based evaluation of ecosystem services: Progress and perspectives. *Renewable and Sustainable Energy Reviews* 192, 114201-114223. <https://doi.org/10.1007/s10668-024-04791-3>.
- Zhang, X., Du, H., Feng, H., Luo, J., Liu, Y., Yu, J., Li, X., 2024b. "Spatial and Temporal Variations in the Coupled Relationship between Ecosystem Services and Human Well-Being in Gansu Province Counties and the Factors Affecting Them" *Sustainability* 16, 5816 - 5828. <https://doi.org/10.3390/su16135816>.