



**Serviços Ecossistêmicos da Natureza e sua
Aplicação nos Estudos da Geodiversidade: uma Revisão**
Nature Ecosystem Services and its
Application on the Studies of Geodiversity: a Review

Matheus Lisboa Nobre da Silva¹; Kátia Leite Mansur² & Marcos Antonio Leite do Nascimento³

¹ Universidade Federal do Rio de Janeiro, Museu Nacional, Pós-graduação em Geociências – Patrimônio Geopaleontológico,
Quinta da Boa Vista, 20940-040 São Cristóvão, Rio de Janeiro – RJ, Brasil

² Universidade Federal do Rio de Janeiro, Instituto de Geociências, Avenida Athos da Silveira Ramos, 274, Cidade Universitária,
21941-916 Ilha do Fundão, Rio de Janeiro – RJ, Brasil

³ Departamento de Geologia, Universidade Federal do Rio Grande do Norte,
Campus Universitário s/n, Lagoa Nova, 58078-970 Natal – RN, Brasil

E-mails: nobre.mt@gmail.com; katia@geologia.ufrj.br; marcos@geologia.ufrn.br

Recebido em: 11/05/2018 Aprovado em: 17/07/2018

DOI: http://dx.doi.org/10.11137/2018_2_699_709

Resumo

O conceito de serviços ecossistêmicos já está estabelecido nos estudos de valoração qualitativa da natureza. Contudo, tais estudos têm focado principalmente na variedade biótica do meio ambiente, havendo poucas abordagens direcionadas para os componentes abióticos. Este artigo procura fazer uma revisão geral sobre o conceito, versando também sobre a aplicabilidade de seu uso no estudo da geodiversidade. Para isso, foi feita uma revisão bibliográfica em consulta às bases de dados disponíveis para estabelecer um histórico do uso do conceito de serviços ecossistêmicos, além de fazer um paralelo, em publicações nacionais, dos estudos que o aplicam na avaliação da biodiversidade e da geodiversidade. Apesar da terminologia ter sido desenvolvida ao longo das últimas quatro décadas, observou-se uma forte discrepância de uso do conceito, que é extremamente restrito a trabalhos com enfoque na natureza viva. Uma vez que a diversidade natural do planeta (bio e abiótica) deve ser abordada de forma conjunta para a conservação ou planejamento de uso, é preciso incentivar estudos interdisciplinares e integradores, a visão a partir dos serviços ecossistêmicos apresenta-se como opção metodológica adequada e compatível.

Palavras-chave: Serviços ecossistêmicos; geodiversidade; diversidade natural

Abstract

The concept of ecosystem services is already established in qualitative valuation studies of nature. However, such studies have focused mainly on the biotic variety of the environment, with few approaches directed at the abiotic components. This article aims to make a general review about the concept, also on the applicability of its use in the study of geodiversity. For this, a bibliographic review was carried out in consultation with the available databases to establish a history for the use of the ecosystem services' concept, as well as to draw a parallel, in Brazilian publications, of the studies that apply the concept in the evaluation of biodiversity and geodiversity. Although the terminology has been developed over the last four decades, there was a strong discrepancy in the use of the concept, extremely restricted to works focusing on living nature. Since the planet's natural diversity (bio and abiotic) must be addressed in a joint way for the conservation or planning of use, it is necessary to encourage interdisciplinary and integrative studies, the vision from the ecosystem services presents itself as an appropriate and compatible methodological option.

Keywords: Ecosystem services; geodiversity; natural diversity

1 Introdução

Serviços ecossistêmicos são conceituados por Andrade & Romeiro (2009) como “benefícios tangíveis (alimentos e madeira, por exemplo) e intangíveis (beleza cênica e regulação do clima, por exemplo) obtidos pelo homem através das dinâmicas e complexas interações entre os diversos componentes do capital natural”.

Trata-se de um conceito que pode ser aplicado na valoração qualitativa da diversidade natural, aqui entendida como o conjunto de elementos bióticos e abióticos que compõem a natureza. Trata-se de uma forma de embasamento científico para as ações de conservação e preservação do meio ambiente, que já se encontra consolidado nos estudos ambientais.

Diversos autores, desde o final da década de 1970, definiram a terminologia e as classificações associadas ao termo. Ao longo dos últimos 40 anos as discussões sobre serviços ecossistêmicos têm se mostrado contínuas e sua aplicação expandida, principalmente após a Avaliação Ecosistêmica do Milênio (MA) realizada no começo da década de 2000 (McDonough *et al.*, 2017).

A MA foi uma ação da Organização das Nações Unidas que integrou mais de 1300 cientistas de 95 países para pensar sobre a saúde dos ecossistemas globais. As atividades ocorreram entre os anos de 2001 e 2005 e resultaram em relatórios que integraram informações sobre o meio ambiente e que poderiam ser utilizados, a partir de então, na tomada de decisões por governos e demais entidades.

Desde sua publicação, todo o material produzido pela MA tem sido constantemente referenciado em estudos da natureza como uma base teórica fundamental. Uma das principais colaborações foi a determinação dos benefícios que as pessoas obtêm dos ecossistemas, chamados de serviços de regulação, suporte, provisão ou cultural (MA, 2005). Trata-se de uma classificação inovadora dos serviços ecossistêmicos, o que propiciou uma intensa expansão de seu uso.

Diversos trabalhos têm lançado mão, desde então, do termo serviços ecossistêmicos para a

valoração qualitativa do meio ambiente. Contudo, a maioria versa apenas, ou principalmente, sobre a biodiversidade, negligenciando os aspectos abióticos da natureza, que compõem a geodiversidade.

Entende-se por geodiversidade a variedade natural de elementos geológicos (minerais, rochas, fósseis), geomorfológicos (formas de relevo, topografia, processos físicos), pedológicos e hidrológicos. Também inclui suas assembleias, estruturas, sistemas e contribuições para a paisagem (Gray, 2013).

A geodiversidade, portanto, está presente em todos os ambientes do planeta, sendo fundamental para o estabelecimento e desenvolvimento da vida. É parte fundamental do ecossistema e deve ser analisada em conjunto com a biodiversidade nos processos de avaliação, preservação e conservação da natureza.

O objetivo principal deste estudo consiste numa revisão geral sobre o conceito de serviços ecossistêmicos, enquanto metodologia de valoração qualitativa da diversidade natural. Também foi realizada uma avaliação da aplicabilidade e o uso deste conceito nos estudos da geodiversidade, com enfoque principal nos trabalhos brasileiros.

2 Material e Métodos

O estudo foi realizado por meio de uma revisão bibliográfica, com consulta a periódicos nas áreas de ciências ambientais, geociências e ciências econômicas, principalmente. A maioria está disponibilizada nas plataformas *Google Scholar*, *SciELO* e *Periódicos CAPES*. A Biblioteca Digital Brasileira de Teses e Dissertações (BDTD-IBICT) foi também consultada para obter dados referentes às produções de pós-graduação no país.

Para avaliação das publicações sobre a temática dos serviços ecossistêmicos e geodiversidade no Brasil, as buscas nas bases de dados citadas lançaram mão dos seguintes termos: “serviços ecossistêmicos”, “serviços geossistêmicos” e “serviços ecossistêmicos e geodiversidade”. Foram filtradas as ocorrências dos termos em títulos e

palavras-chave, utilizando apenas fontes brasileiras, independentemente do idioma do trabalho, de forma a obter dados sobre a situação atual das publicações nacionais sobre a temática. Os dados de 2017 correspondem a trabalhos publicados até setembro.

Foi realizada também uma busca por livros e capítulos de livros que tratassem da temática dos serviços ecosistêmicos e para o embasamento teórico da conceituação em torno da geodiversidade.

3 Resultados e Discussão

Os pensadores pré-socráticos já entendiam a importância dos elementos da natureza para o meio ambiente e para o ser humano em si, não se abstendo de analisar o relacionamento de ambos. A *physis* é, para tais pensadores, a expressão de qualquer nível de ser, sejam as rochas, as plantas, o ser humano ou ainda algum sentimento ou divindade (Unger, 2006).

Assim, é dada relevância à natureza desde a Grécia Antiga, que ao longo da história foi se modificando, em duas vertentes. Uma pelo aumento da exploração utilitarista desenfreada dos recursos naturais, devido ao intenso desenvolvimento tecnológico do ser humano. E outra vertente pela interpretação da importância do meio ambiente para o bem-estar da própria sociedade, o que determinou uma finalidade para a conservação da natureza, que seria a conservação do ser humano por consequência.

“Em sua gênese, as relações do homem com a natureza foram estabelecidas pela dependência do primeiro às condições naturais” (Naves & Bernardes, 2014). O estabelecimento dos povos, anteriormente nômades, o desenvolvimento da *urbis* e da urbanidade, as revoluções político-filosóficas, as guerras, a Revolução Industrial, em suma, todos os processos de evolução da sociedade acarretaram em um maior uso dos recursos naturais pelo ser humano, devido à sua primordial dependência da natureza, onde o ser humano é um dos componentes do ecossistema.

Apesar de ser comum, não é imprescindível abdicar do desenvolvimento pelo meio ambiente ou o meio ambiente pelo desenvolvimento, mas necessário é balancear a conta em busca do desenvolvimento

sustentável. Neste sentido e ao longo de séculos diversos pensadores tentaram entender como se dá a relação ser humano/natureza e como agir para que essa relação seja estável e duradora para todo o ecossistema, de forma sustentável, a exemplo de Balmford *et al.* (2002), Hopwood *et al.* (2005) e Raufflet *et al.* (2014).

Assim, se iniciam já na segunda metade do século XX discussões mais intensas no meio científico sobre como proteger os elementos da natureza. Os economistas apontaram que a maneira mais eficiente seria determinar um valor para tais recursos. Westman (1977) cria, então, o que ele chama de valor da natureza, que estaria associado a um valor monetário perdido pela degradação de um ecossistema ou parte dele. Ou ainda, estaria associado ao montante necessário para que se revertesse os impactos ambientais. Ehrlich & Mooney (1983) foram os primeiros a utilizar o termo Serviços Ecosistêmicos, que perdura até hoje.

A definição destes serviços buscava demonstrar como a perda massiva de espécies afetaria o ecossistema e como as mudanças ambientais afetariam a estabilidade e resistência do sistema Terra (Mooney & Ehrlich, 1997).

De forma geral, os serviços ecosistêmicos consistem no fluxo de materiais, energia e informação obtidos a partir do capital natural, que, combinados com o capital humano e manufaturado, fornecem o bem-estar para o ser humano (Costanza *et al.*, 1997).

Andrade & Romeiro (2009) definem capital natural como “a totalidade dos recursos oferecidos pelo ecossistema terrestre que suporta o sistema econômico, os quais contribuem direta e indiretamente para o bem-estar humano”.

Para Guerry *et al.* (2015), capitais ativos se mostram em diferentes vertentes e incluem desde maquinário produzido pelo homem, que constituiria o capital manufaturado, até a produção de conhecimento e habilidades, que seria o capital humano, as relações sociais, capital social, a riqueza monetária, tida como capital financeiro, e o capital natural. Essas diferentes formas de capital possuem diversas interações que são responsáveis pela

qualidade de vida das sociedades humanas. Nessa definição, o capital natural possui um estoque de componentes bióticos e abióticos, que por sua vez constituem os ecossistemas.

É, portanto, a partir do capital natural (componentes vivos e não-vivos dos ecossistemas) que os serviços ecossistêmicos existem, possibilitando a vida humana, seu bem-estar e desenvolvimento.

Ao longo das últimas duas décadas diversos trabalhos trazem em seu escopo revisões conceituais, a exemplo de Farber *et al.* (2002), Egoh (2007), Costa (2008), Gómez-Baggethun *et al.* (2010), Lele *et al.* (2013), Van Ree & Van Beukering (2016) e Silva (2016).

Os trabalhos de Fisher *et al.* (2009) e McDonough *et al.* (2017) fazem uma avaliação do uso do termo serviços ecossistêmicos em publicações estrangeiras desde o início da aplicação da terminologia e mostram uma ampliação quase que exponencial, sobretudo a partir do começo da década de 2000, que coincide com a Avaliação Ecossistêmica do Milênio. As figuras 1 e 2 mostram os resultados obtidos pelos dois trabalhos.

Como uma forma de mostrar a interdependência do ser humano com o resto da natureza, as estimativas monetárias dos valores do ecossistema têm sido bastante aplicadas em diversos estudos.

Constanza *et al.* (2014) afirmam que se trata de uma forma de criar preocupação e consciência acerca da importância dos serviços ecossistêmicos para todo o sistema natural, assim como para o bem-estar humano. No mesmo trabalho, os autores fazem uma avaliação de que entre 1997 e 2011 a perda de serviços ecossistêmicos, sejam eles quais forem, pode ser calculada em cerca de 20,2 trilhões de dólares ao ano.

É importante frisar que existem sinergias, mas também limitações e desafios na aplicação do conceito de serviços ecossistêmicos, como mostram os

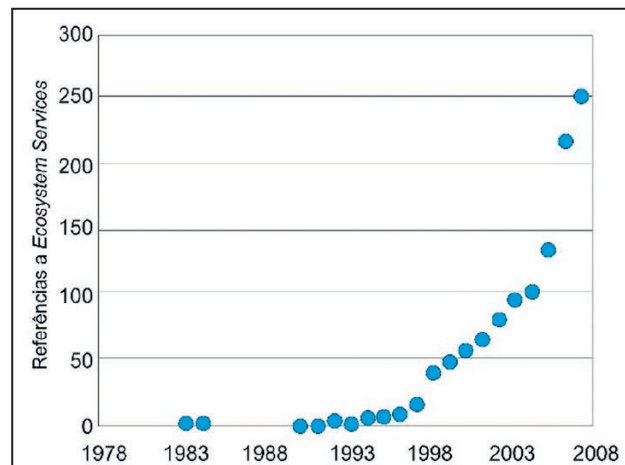


Figura 1 Número de artigos publicados até 2007 que citam o termo “ecosystem services” ou “ecological services” (Fonte: Fisher *et al.*, 2009).

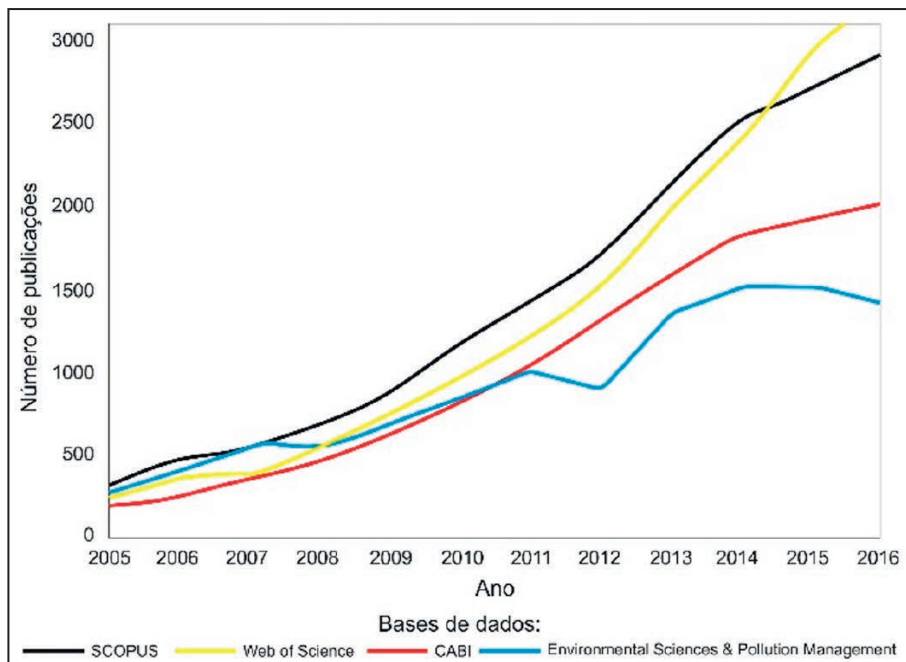


Figura 2 Número de artigos publicados entre 2005 e 2016 que citam o termo “ecosystem services” (Fonte: McDonough *et al.*, 2017).

trabalhos de Potschin & Haines-Young (2011), Von Haaren & Albert (2011) e La Notte *et al.* (2017). Destacam-se aqui a limitação de uma avaliação econômica, tanto pelas metodologias aplicadas, como as condições geográficas, que influenciam a definição dos valores de lugar para lugar. É preciso, portanto, aplicar também métodos não-monetários de avaliação. O segundo ponto levantado pelos trabalhos é a necessidade de inclusão dos elementos abióticos da natureza nas avaliações, ainda pouco explorado.

3.1 Definição

As primeiras tentativas de conceituação dos serviços ecossistêmicos versavam muito sobre o fator monetário da natureza. O enfoque se dava principalmente à tratativa com a biodiversidade e como a extinção em massa iria afetar o ecossistema, a exemplo do que tratam os trabalhos de Westman (1977) e Ehrlich & Mooney (1983).

Daily (1997) definiu serviços ecossistêmicos como: “condições e processos através dos quais ecossistemas naturais, e as espécies que os compõem, sustentam e preenchem a vida humana”.

A Avaliação Ecossistêmica do Milênio define os serviços ecossistêmicos como: “os benefícios que as pessoas obtêm do ecossistema. Isso inclui serviços de provisão [...], de regulação [...], suporte [...] e cultural [...]” (MA, 2005).

Fisher *et al.* (2009) indicam que os serviços ecossistêmicos são “os aspectos dos ecossistemas utilizados (ativa ou passivamente) para produzir o bem-estar humano”.

A partir da aplicação de método Delphi, Ruppert & Duncan (2017) conceituaram os serviços ecossistêmicos (SE) como uma vasta gama de benefícios diretos e indiretos, monetários e não-monetários, que seres humanos obtêm como resultado de estarem envolvidos dentro de um ecossistema ativo, nativo ou modificado. A atividade humana que altera a estrutura do ecossistema é a maior contribuidora para as mudanças nos SE. Assim, incluir os SE nas tomadas de decisão pode prover incentivos para preservar ecossistemas nativos ou restaurar o funcionamento dos ecossistemas.

Em todas as definições, apesar de pequenas variações, permanece a importância da relação do

ser humano com a natureza e os benefícios, aqui entendidos como serviços, que esta relação propicia ao ser humano.

O conceito obtido pelo trabalho de Ruppert & Duncan (2017) deixa claro a intervenção antrópica como a de maior impacto nos serviços do ecossistema, sendo fundamental sua avaliação e mitigação. Reafirma-se, portanto, a viabilidade da aplicação do conceito nas ações de conservação do meio ambiente.

Essa definição mostra que os serviços ecossistêmicos não estão limitados aos estudos da biodiversidade, mas da diversidade natural. Assim, é função da aplicação dos serviços ecossistêmicos a avaliação de todos os elementos do meio ambiente, de forma a avaliar os possíveis impactos em todo o sistema, não se detendo apenas à análise de degradação nos seres vivos.

3.2 Áreas de Aplicação

Apesar de estarem mais concentrados na área de ecologia, os estudos que aplicam o conceito de serviços ecossistêmicos transbordam esse ciclo e se tornaram multidisciplinares. McDonough *et al.* (2017) fizeram uma análise das publicações que citam o termo “ecosystem services” no título, palavras-chave ou resumo, no período de 2005 a 2016, cujo resultado está na figura 3 abaixo.

Destacam-se, portanto, as ciências ambientais, biológicas e agrárias. Isso se deve ao forte desenvolvimento do conceito nessas áreas, sobretudo pelo estudo do pagamento de passivos ambientais gerados pelo impacto de ações antrópicas. As ciências sociais têm-se destacado devido à interpretação da relação ser humano/natureza, facilitada pelo conceito de serviços ecossistêmicos. Esses resultados não diferem da realidade brasileira, como pode ser exemplificado pelos trabalhos de Costa (2008) e Silva (2016).

3.3 Serviços Ecossistêmicos e Geodiversidade

O trabalho da English Nature (2002) indica que é possível aplicar os serviços ecossistêmicos da natureza aos estudos da geodiversidade, pois é uma

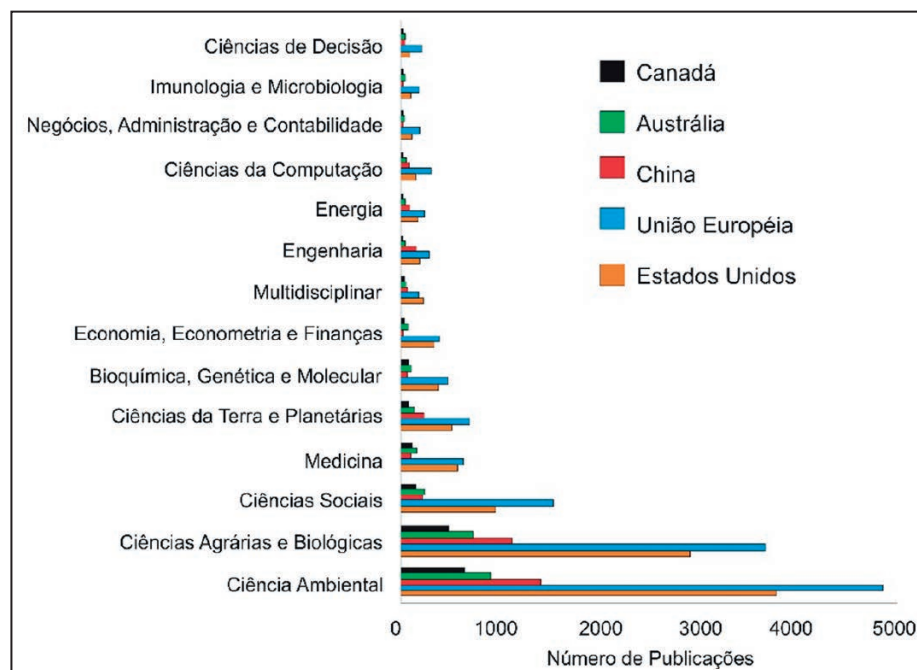


Figura 3 Número de artigos publicados entre 2005 e 2016 que citam o termo “ecosystem services” classificados por área de estudo e países de origem. (Fonte: McDonough *et al.*, 2017).

forma de descrever a contribuição da natureza para a qualidade de vida no planeta, promovendo uma boa relação entre os estudos da geodiversidade com os da biodiversidade.

Gray (2008) se refere aos “serviços geossistêmicos”, que seriam os valores intrínseco, cultural, estético, econômico, funcional e científico/educativo. Esta sistemática, adaptada de um dos primeiros sistemas de valores da geodiversidade (Gray, 2004), procura fazer um paralelo com as definições dos serviços ecossistêmicos feita anos antes pela Avaliação Ecossistêmica do Milênio.

Gray (2011) desenvolveu melhor o conceito e adaptou a definição dos serviços ecossistêmicos da MA para a geodiversidade. Assim, foram definidos os serviços de regulação, suporte, cultural, provisão e de conhecimento.

A figura 4 sintetiza as definições dos diferentes serviços ecossistêmicos referentes à biodiversidade, à geodiversidade ou a ambas, a partir do que foi definido pela MA (2005) e por Gray (2013).

Gordon *et al.* (2012) entendem, contudo, a geodiversidade como parte integrante dos serviços ecossistêmicos, não sendo necessária a implementação de um termo separado para os elementos abióticos da natureza. De forma semelhante, Lele *et al.*

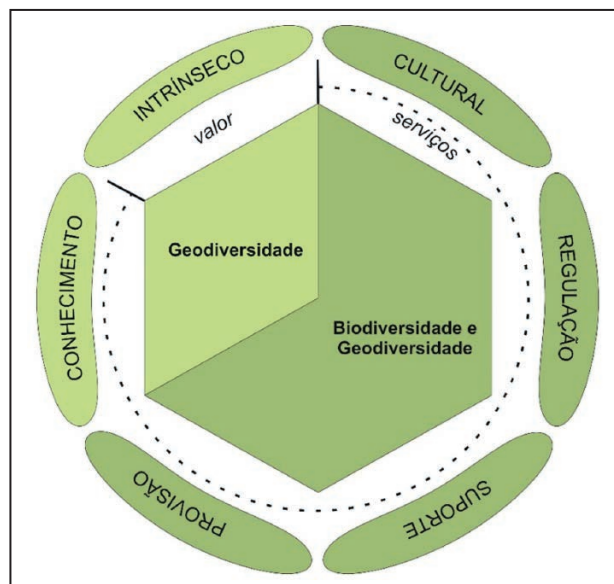


Figura 4 Diagrama síntese dos serviços e valor ecossistêmicos da natureza (biodiversidade e geodiversidade) de acordo com MA (2005) e Gray (2013).

(2013) afirmam que a formulação do termo serviços geossistêmicos é facilmente subsumido pela abordagem da economia ambiental.

Feeley *et al.* (2014), por sua vez, separam os serviços em ecossistêmicos, geossistêmicos e humanos/sociais. E Chakraborty *et al.* (2014)

colocam que a noção de serviços geossistêmicos é a espinha dorsal de uma ética de conservação da natureza baseada em geossistemas.

Hjort *et al.* (2015) indicam que a geodiversidade, enquanto parte fundamental da natureza, é responsável por diversos processos cuja simples manutenção facilitará a conservação da biodiversidade, e por isso precisa ter seus valores próprios definidos. Lançam mão do termo serviços ecossistêmicos abióticos.

Van Ree & Van Beukering (2016), entretanto, entendem que a separação dos serviços ecossistêmicos e geossistêmicos é necessária. Apresentam para isso razões como a diferença na escala do tempo e magnitude dos fenômenos geológicos, em comparação com os biológicos e que o termo pode favorecer a integração dos geólogos com cientistas sociais.

A tabela 1 resume as principais opiniões dos autores sobre a exequibilidade de diferenciação entre serviços ecossistêmicos e geossistêmicos.

Os serviços geossistêmicos, que foram propostos como um modelo próprio para os estudos da geodiversidade podem ser unidos aos serviços ecossistêmicos, de forma a tratar a natureza como uma unidade e avaliar não a biodiversidade ou a geodiversidade separadamente, mas interpretar de forma unificada a diversidade natural do planeta, importante para o entendimento do sistema Terra e para a existência do ser humano.

Contudo, os modelos de serviços integrados publicados até o momento ainda não satisfizeram completamente essa unidade, sendo necessárias adaptações. Credita-se esta situação ao fato de que ainda não foi inserida nos modelos a questão do tempo geológico, ao longo do qual foram desenvolvidos os ecossistemas do planeta, como resultado de bilhões de anos de evolução.

Também, a aplicação do conceito de serviços ecossistêmicos nos estudos da geodiversidade ainda não possui muitos exemplos em todo o mundo. Gordon & Barron (2013), entretanto, conseguem aplicar o conceito na avaliação da geodiversidade da Escócia.

Trabalho	Abordagem	Justificativa
English Nature (2002)	Serviços Ecossistêmicos	Ainda não havia sido criada a definição de serviços geossistêmicos
Gray (2008), Gray (2011) e Gray (2013), Chakraborty <i>et al.</i> (2014), Hjort <i>et al.</i> (2015)	Serviços Geossistêmicos ou Serviços Ecossistêmicos Abióticos	A geodiversidade tem seus próprios valores
Gordon <i>et al.</i> (2012)	Serviços Ecossistêmicos	Geodiversidade é parte do ecossistema
Lele <i>et al.</i> (2013)	Serviços Ecossistêmicos	O termo ecossistêmico já é amplo o bastante para agregar a geodiversidade
Feeley <i>et al.</i> (2014)	Serviços Ecossistêmicos, Geossistêmicos e Sociais	Cada componente da natureza, o ser humano incluído, fornece serviços diferenciados
Van Ree & Van Beukering (2016)	Serviços Geossistêmicos	Dá um maior destaque aos elementos abióticos da natureza e ao papel do geólogo

Tabela 1 Relação de trabalhos com as abordagens utilizadas (serviços da natureza, ecossistêmicos ou geossistêmicos) e a justificativa para o uso de cada termo.

3.4 Publicações no Brasil

Em relação à análise das publicações sobre a temática no Brasil, foram identificados 198 trabalhos, sejam de publicações em periódicos ou trabalhos de pós-graduação que destacam os serviços ecossistêmicos. O primeiro encontrado é o de Nielsen (2001), que, apesar de ser obra de um pesquisador estrangeiro, pode ser considerado pioneiro ao trazer para um periódico nacional as bases da terminologia.

Com a definição da Avaliação Ecossistêmica do Milênio, as publicações brasileiras começam a ter um maior impulso no uso dos serviços ecossistêmicos. Mas apenas em 2010 é que o termo passa a ter um uso mais amplo.

É possível relacionar esse aumento intenso das publicações sobre serviços ecossistêmicos no começo da década com o início das discussões em torno de mudanças no Código Florestal Brasileiro, que na época incitou diversas pesquisas sobre como o meio ambiente seria afetado pelas modificações realizadas. Exemplo disso é o número especial da revista *Biota Neotropica* em 2010, que trouxe trabalhos como os de Fonseca & Nunes-Silva (2010), Galetti *et al.* (2010), Develey & Pongluppi (2010) e Ribeiro & Freitas (2010), que fazem reflexões sobre como os serviços ecossistêmicos da natureza seriam afetados.

Em relação aos serviços geossistêmicos, o único trabalho nacional que traz a terminologia em seu texto é o de Silva (2016), de acordo com a consulta realizada nas bases de dados. Contudo, o autor não discorre mais profundamente sobre o termo e seu comparativo com os serviços ecossistêmicos.

Os trabalhos de Silva & Nascimento (2016 a, b), Pereira *et al.* (2016), Santos & Bacci (2017) e Covello *et al.* (2017) são os únicos encontrados nesta pesquisa que relacionam os serviços ecossistêmicos com a geodiversidade. Trabalhos anteriores (vide Machado & Pacheco, 2010) apenas citavam ambas

as terminologias separadamente, não havendo ainda uma visão integradora como nos trabalhos publicados a partir de 2016.

O gráfico da figura 5 mostra o histórico de publicações com a temática dos serviços ecossistêmicos e, a partir de 2016, os poucos trabalhos que fazem a relação desses serviços com a geodiversidade.

O crescimento em tendência exponencial do número de publicações sobre a temática dos serviços ecossistêmicos demonstra o interesse da comunidade científica na terminologia e reflete a sua aplicabilidade nos estudos da natureza.

É indispensável, no que tange à avaliação do meio ambiente, que todos os aspectos naturais, bióticos e abióticos, sejam considerados. Assim, a união dos estudos, por meio dos serviços ecossistêmicos, pode ser facilitadora do processo de interpretação ambiental e uma ferramenta poderosa nas ações de manejo e conservação da natureza. Cabe à comunidade geocientífica desenvolver os trabalhos com a terminologia dos serviços ecossistêmicos, já amplamente aceito e empregado nos estudos biológicos. Assim, na medida em que os estudos da geodiversidade passarem a integrar a visão dos

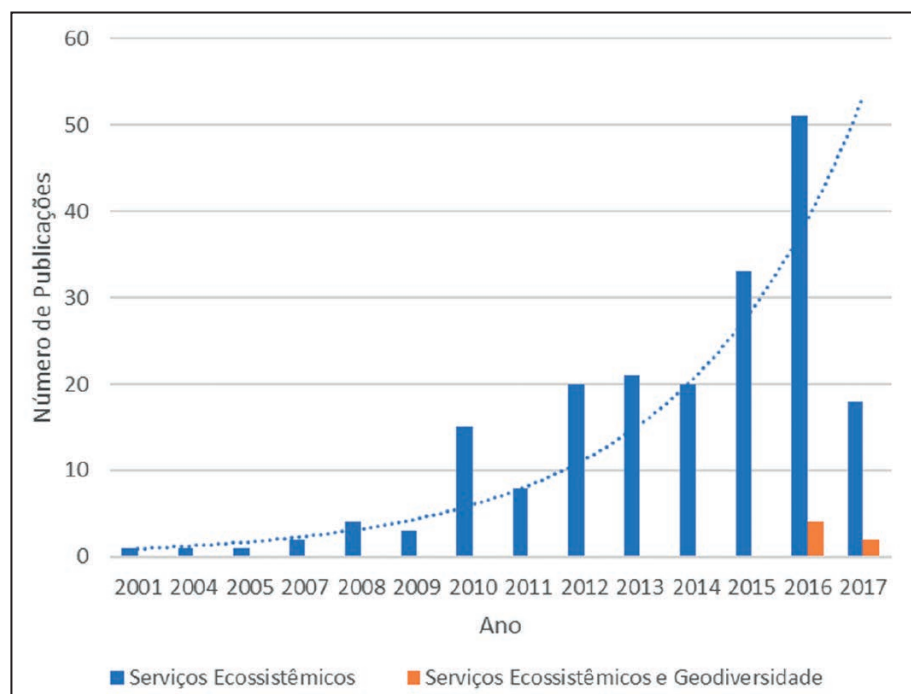


Figura 5 Número de publicações nacionais que citam o termo “serviços ecossistêmicos” ou que fazem relação desses serviços com a geodiversidade, entre 2001 e setembro de 2017. As publicações com foco no meio abiótico ainda são restritas.

serviços como forma de valoração da diversidade natural, estará aplicando na prática um método de análise mais universal que permitirá a tão almejada visão unificada da bio e geodiversidade.

4 Conclusões

Os serviços ecosistêmicos constituem uma metodologia amplamente consolidada nos estudos da biodiversidade e sua conservação. Tal terminologia, por vezes, não avalia os elementos abióticos da natureza, que têm importância fundamental para a diversidade natural da Terra, como também para a manutenção da vida no planeta.

É possível integrar os estudos da geodiversidade com os da biodiversidade, analisando-se a diversidade natural do planeta. Assim, poderão ser unidas diversas ações em prol da conservação do meio ambiente. Contudo, ainda são poucos os autores que utilizam a geodiversidade como fornecedora fundamental dos serviços ecosistêmicos, prova disto é o comparativo entre as publicações que versam sobre os serviços ecosistêmicos e os que fazem a sua relação com a diversidade abiótica da natureza, a exemplo de Gordon *et al.* (2012) e Feeley *et al.* (2014).

Apesar de compreender as razões da conceituação dos chamados serviços geossistêmicos, a separação dos elementos abióticos do ecossistema poderá apenas aumentar a discrepância entre o estado atual da divulgação e conservação da biodiversidade e da geodiversidade.

A partir das reflexões apresentadas neste trabalho, afirma-se que o desenvolvimento de uma unidade nos estudos da conservação da diversidade natural, integrando numa única terminologia os serviços da natureza fornecidos tanto por seus elementos abióticos como bióticos, parece ser a solução mais adequada.

É fundamental frisar que os sistemas de valoração propostos até o momento e em vigor nos estudos especializados, não possuem esta característica de unidade avaliativa. Será necessária a proposição de novos modelos que abranjam igualmente os elementos abióticos e bióticos no

processo de definição dos serviços ecosistêmicos da natureza.

O termo serviços ecosistêmicos, apesar de ter sido definido inicialmente para os estudos da biodiversidade, possui, em sua essência, possibilidade de aplicação nos estudos abióticos, necessitando, porém, algumas adaptações para que o modelo seja usado numa avaliação mais ampla, de forma a valorar a participação da geodiversidade na diversificação do meio ambiente, como base essencial para a vida. Assim, é importante que haja uma maior divulgação conceitual e prática da geodiversidade, indicando sua participação no estabelecimento dos serviços ecosistêmicos da natureza. Estudos propositivos nesse sentido são necessários e devem ser buscados.

Nota-se a necessidade de realização de trabalhos interdisciplinares, agrupando pesquisadores das diversas ciências da natureza, na perspectiva de criação de um modelo de análise que, a partir de uma visão integradora da natureza e dos valores e serviços por ela prestados, possa auxiliar na gestão ambiental e ordenamento territorial em bases mais amplas e coerentes.

5 Agradecimentos

O presente trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - Brasil (CAPES) - Código de Financiamento 1696250

6 Referências

- Andrade, D.C. & Romeiro, A.R. 2009. *Capital natural, serviços ecosistêmicos e sistema econômico: rumo a uma "Economia dos Ecossistemas"*. Texto para Discussão. IE/UNICAMP, n. 159.
- Balmford, A.; Brunner, A.; Cooper, P.; Costanza, R.; Farber, S.; Green, R.E.; Jenkins, M.; Jefferiss, P.; Jassamy, V.; Madden, J.; Munro, K.; Myers, N.; Naeem, S.; Paavola, J.; Rayment, M.; Rosendo, S.; Roughgarden, J.; Trumper, K. & Turner, R. L. 2002. Economic Reasons for Conserving Wild Nature. *Science*, 297: 950-953.
- Chakraborty, A.; Cooper, M. & Chakraborty, S. 2014. Geosystems as a Framework for Geoconservation: the Case of Japan's Izu Peninsula Geopark. *Geoheritage*, 7(4): 351-363.
- Costa, R.C. 2008. *Pagamento por serviços ambientais: limites e oportunidades para o desenvolvimento sustentável da*

- agricultura familiar na Amazônia Brasileira. Programa de Pós-Graduação em Ciência Ambiental, Universidade de São Paulo, Tese de Doutorado, 246 p.
- Costanza, R.; de Groot, R.; Sutton, P.; Ploeg, S.V.D.; Anderson, S.J.; Kubiszewski, I.; Farber, S. & Turner, R.K. 2014. Change in the global value of ecosystem services. *Global Environmental Change*, 26: 152-158.
- 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. & Belt, M.V.D. 1997. The value of the world's ecosystem services and natural capital. *Nature*, 387: 253-260.
- Covello, C.; Horn Filho, N.O. & Brilha, J. 2017. A Geodiversidade do Município de Florianópolis, Santa Catarina, Brasil: Valores e Ameaças. *Revista do Departamento de Geografia, Volume Especial*: 104-111.
- Daily, G.C. 1997. Introduction: What are Ecosystem Services? In: DAILY, G.C. (ed.). *Nature's Services: Societal Dependence on Natural Ecosystems*. Island Press, p. 1-10.
- Develey, R.F. & Pongiluppi, T. 2010. Impactos potenciais na avifauna decorrentes das alterações propostas para o Código Florestal Brasileiro. *Biota Neotropica*, 10(4): 43-46.
- Egoh, B.; Rouget, M.; Reyers, B.; Knight, A.T.; Cowling, R.M.; Jaarsveld, A.S.V. & Welz, A. 2007. Integrating ecosystem services into conservation assessments: A review. *Ecological Economics*, 63: 714-721.
- Ehrlich, P.R. & Mooney, H. A. 1983. Extinction, Substitution, and Ecosystem Services. *BioScience*, 33(4): 248-254.
- English Nature 2002. *Revealing the value of nature*. Birmingham, W Lake, 38 p.
- Farber, S.C.; Costanza, R. & Wilson, M.A. 2002. Economic and ecological concepts for valuing ecosystem services. *Ecological Economics*, 41: 375-392.
- Feeley, H.B.; Bruen, M.; Bullock, C.; Christie, M.; Kelly, F.; Remoundou, K.; Siwicki, E. & Kelly-Quinn, M. 2014. *ESManage Project: Freshwater Ecosystem Services - An Introduction for Stakeholders*. Report No. 208. Wexford, Environmental Protection Agency, 18 p.
- Fisher, B.; Turner, R.K. & Morling, P. 2009. Defining and classifying ecosystem services for decision making. *Ecological Economics*, 68: 643-653.
- Fonseca, V.L.I. & Nunes-Silva, P. 2010. As abelhas, os serviços ecológicos e o Código Florestal Brasileiro. *Biota Neotropica*, 10(4): 59-62.
- Galetti, M.; Pardini, R.; Duarte, J.M.B.; Silva, V.M.F.; Rossi, A. & Peres, C.A. 2010. Mudanças no Código Florestal e seu impacto na ecologia e diversidade dos mamíferos no Brasil. *Biota Neotropica*, 10(4): 47-52.
- Gómez-Baggethun, E.; de Groot, R.; Lomas, P. L. & Montes C. 2010. The history of ecosystem services in economic theory and practice: From early notions to markets and payment schemes. *Ecological Economics*, 69: 1209-1218.
- Gordon, J.E.; Barron, H.F.; Hansom, J.D. & Thomas, M.F. 2012. Engaging with geodiversity — why it matters. *Proceedings of the Geologists' Association*, 123: 1-6.
- Gordon, J.E. & Barron, H.F. 2013. The role of geodiversity in delivering ecosystem services and benefits in Scotland. *Scottish Journal of Geology*, 49(1): 41-58.
- Gray, M. 2004. *Geodiversity: valuing and conserving abiotic nature*. 1st edition. Chichester, John Wiley & Sons, 434 p.
- Gray, M. 2008. Geodiversity: developing the paradigm. *Proceedings of the Geologists' Association*, 119(3-4): 287-298.
- Gray, M. 2011. Other nature: geodiversity and geosystem services. *Environmental Conservation*, 38(3): 271-274.
- Gray, M. 2013. *Geodiversity: valuing and conserving abiotic nature*. 2nd edition. Chichester, John Wiley & Sons, 495 p.
- Guerrey, A.D.; Polasky, S.; Lubchenco, J.; Chaplin-Kramer, R.; Daily, G.C.; Griffin, R.; Ruckelshaus, M.; Bateman, I.J.; Duraipah, A.; Elmqvist, T.; Feldman, M.W.; Folke, C.; Hoekstra, J.; Kareiva, P.M.; Keeler, B.L.; Li, S.; McKenzie, E.; Ouyang, Z.; Reyers, B.; Ricketts, T.H.; Rockström, J.; Tallis, H. & Vira, B. 2015. Natural capital and ecosystem services informing decisions: From promise to practice. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, 112(24): 7348-7355.
- Hjort, J.; Gordon, J.E.; Gray, M. & Hunter Jr, M.L. 2015. Why geodiversity matters in valuing nature's stage. *Conservation Biology*, 29(3): 630-639.
- Hopwood, B.; Mellor, M. & O'Brien, G. 2005. Sustainable development: mapping different approaches. *Sustainable Development*, 13(1): 38-52.
- La Notte, A.; D'Amato, D.; Mäkinen, H.; Paracchini, M.L.; Lique, C.; Egoh, B.; Geneletti, D. & Crossman, N.D. 2017. Ecosystem services classification: A systems ecology perspective of the cascade framework. *Ecological Indicators*, 74: 392-402.
- Lele, S.; Springate-Baginski, O.; Lakerveld, R.; Deb, D. & Dash, P. 2013. Ecosystem Services: Origins, Contributions, Pitfalls, and Alternatives. *Conservation and Society*, 11(4): 343-358.
- Machado, A.L.S. & Pacheco, J.B. 2010. Serviços Ecológicos e o Ciclo Hidrológico da Bacia Hidrográfica Amazônica — the biotic pump. *Revista Geonorte*, 1(1): 71-89.
- McDonough, K.; Hutchinson, S.; Moore, T. & Hutchinson, J.M.S. 2017. Analysis of publication trends in ecosystem services research. *Ecosystem Services*, 25: 82-88.
- MA — Millenium Ecosystem Assessment 2005. MA Conceptual Framework. In: MILLENIUM ECOSYSTEM ASSESSMENT. *Ecosystems and Human Well-being: A Framework for Assessment*. Island Press, p. 1-25.
- Mooney, H. A. & Ehrlich, P.R. 1997. Ecosystem Services: a fragmentary history. In: DAILY, G.C. (ed.). *Nature's Services: Societal Dependence on Natural Ecosystems*. Island Press, p. 11-19.
- Naves, J.G.P. & Bernardes, M.B.J. 2014. A relação histórica homem/natureza e sua importância no enfrentamento da questão ambiental. *Geosul*, 29(57): 7-26.
- Nielsen, N.O. 2001. Ecosystem approaches to human health. *Caderno de Saúde Pública*, 17(suplemento): 69-75.
- Pereira, R.G.F.A.; Rios, D.C. & Garcia, P.M.P. 2016. Geodiversidade e Patrimônio Geológico: ferramentas para a divulgação e ensino das Geociências. *Terrae Didática*, 12(3):196-208.
- Potschin, M.B. & Haines-Young, R.H. 2011. Ecosystem services: Exploring a geographical perspective. *Progress in Physical Geography*, 35 (5): 575-594.
- Raufflet, E.; Bres, L. & Fillion, L. J. 2014. Desenvolvimento Sustentável e Empreendedorismo. *Revista de Empreendedorismo e Gestão de Pequenas Empresas*, 3(1): 3-32.
- Ribeiro, K.T. & Freitas, L. 2010. Impactos potenciais das

- alterações no Código Florestal sobre a vegetação de campos rupestres e campos de altitude. *Biota Neotropica*, 10(4): 239-246.
- Ruppert, J. & Duncan, R.G. 2017. Defining and Characterizing Ecosystem Services for Education: A Delphi Study. *Journal of Research in Science Teaching*, 54(6): 737-763.
- Santos, V.M.N. & Bacci, D.L.C. 2017. Proposta para governança ambiental ante os dilemas socioambientais urbanos. *Estudos Avançados*, 31(89): 199-212.
- Silva, M.L.N. 2016. *Geodiversidade da Cidade do Natal: Valores, Classificações e Ameaças*. Curso de Geologia, Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Monografia de Conclusão de Curso, 170 p.
- Silva M.L.N. & Nascimento M.A.L. 2016a. Os Valores da Geodiversidade de acordo com os Serviços Ecossistêmicos Sensus Murray Gray Aplicados a Estudos In Situ na Cidade do Natal (RN). *Caderno de Geografia*, 26 (número especial 2): 338-354.
- Silva M.L.N. & Nascimento M.A.L. 2016b. Panorama Geral Sobre a Geoconservação em Natal (RN): Ameaças à Geodiversidade In Situ e Ex Situ. *Holos*, 32(7): 3-14.
- Silva, S.M. 2016. *Serviços ecossistêmicos de carbono e biodiversidade e os projetos de lei sobre pagamentos por serviços ambientais no Brasil: uma análise sobre a perspectiva atual*. Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Dissertação de Mestrado, 249 p.
- Unger, N.M. 2006. Os Pré-Socráticos: os pensadores originários e o brilho do ser. In: CARVALHO, I.C.M.; GRÜN, M. & TRAJBER, R. (org.). *Pensar o Ambiente: bases filosóficas para a Educação Ambiental*. Ministério da Educação, p. 25-31.
- Van Ree, C.C.D.F. & Van Beukering, P.J.H. 2016. Geosystem services: a concept in support of sustainable development of the subsurface. *Ecosystem Services*, 20: 30-36.
- Von Haaren, C. & Albert, C. 2011. Integrating ecosystem services and environmental planning: limitations and synergies. *International Journal of Biodiversity Science, Ecosystem Services & Management*, 7 (3): 150-167.
- Westman W.E. 1977. How Much Are Nature's Services Worth? *Science*, 197: 960-964.