



SERVIÇOS ECOSISTÊMICOS: ABORDAGEM TEÓRICO- CONCEITUAL NA PERSPECTIVA DA GEOGRAFIA FÍSICA

**Ecosystem Services: theoretical-conceptual approach in the perspective of physical
geography**

**Servicios Ecosistémicos: enfoque teórico-conceptual en la perspectiva de la geografía
física**

Nayara Marques Santos ¹

Denise Santos Saldanha ²

Diógenes Félix da Silva Costa ³

Zuleide Maria Carvalho Lima ⁴

RESUMO

Os processos ecológicos dos ecossistemas são responsáveis pelo funcionamento dos sistemas ambientais e prestação de serviços para manutenção do bem-estar humano, denominados de Serviços Ecosistêmicos (SE). Compreender as interrelações entre processos e funções dos ecossistemas para os serviços prestados à sociedade, apresenta-se como um desafio para a Geografia, posto que esta ciência tem como objeto de estudo a relação do homem com a natureza considerando a dinâmica espacial em que o primeiro está inserido. A presente proposta teve como objetivo discutir como a ciência geográfica embasa e contribui de forma teórico-metodológica para a discussão da dinâmica espacial dos Serviços Ecosistêmicos. O principal procedimento metodológico utilizado foi o levantamento, revisão e análise de material bibliográfico referente a temática abordada. Os conceitos, teorias e métodos presentes na Geografia podem contribuir em diferentes perspectivas para análise, identificação e classificação dos SE, como por exemplo, o conceito de paisagem e as abordagens das teorias Geossistêmica e da Ecologia da Paisagem. Desse modo, é notória a necessidade da integração de abordagens dentro do estudo dos Serviços Ecosistêmicos, visto a complexidade que envolve a dinâmica entre os ecossistemas e a sociedade.

Palavras-chave: Geossistema, Ecossistema, Paisagem.

ABSTRACT

Ecological processes of ecosystems are controlled by the functioning of environmental systems and the provision of human well-being services, called Ecosystem Services (SE). Understanding the interrelationships between processes and functions of ecosystems for

¹ Doutoranda do Programa de Pós Graduação em Geografia da Universidade Federal do Rio Grande do Norte, e-mail: nayaramarques3@hotmail.com; Endereço - Av. Senador Salgado Filho, 3000 – BR101 km, 92, Lagoa Nova, Natal/RN, 59078-970; Tel.: (98) 988807-7171

² Mestranda do Programa de Pós Graduação em Geografia da Universidade Federal do Rio Grande do Norte, e-mail: denisesaldanha.lama@gmail.com;

³ Profº Drº da Universidade Federal do Rio Grande do Norte – Campus Caicó, e-mail: diogenes.costa@pq.cnpq.br;

⁴ Profª Drª da Universidade Federal do Rio Grande do Norte – Campus Natal, e-mail: zuleide@ufrnet.br;

services rendered to society presents itself as a challenge for Geography, since this science has as object of study the relation of man to nature considering the spatial dynamics in which the first it's inserted. The present proposal had as objective to discuss how the geographic science bases and contributes in a theoretical-methodological way for the discussion of the spatial dynamics of the Ecosystem Services. The main methodological procedure used was the survey, review and analysis of bibliographic material referring to the subject matter. The concepts, theories and methods present in Geography can contribute in different perspectives for the analysis, identification and classification of SE, such as the concept of landscape and the approaches of Geosystemic and Landscape Ecology. Thus, the need for the integration of approaches within the Ecosystem Services study is notorious, since the complexity involved in the dynamics between ecosystems and society.

Keywords: Geosystem, Ecosystem, Landscape.

RESUMEN

Los procesos ecológicos del ecosistema son responsables del funcionamiento de los sistemas ambientales y de la provisión de servicios para el mantenimiento del bienestar humano, llamados Servicios del Ecosistema (SE). Comprender las interrelaciones entre los procesos y las funciones del ecosistema para los servicios prestados a la sociedad es un desafío para la Geografía, ya que esta ciencia tiene como objeto de estudio la relación entre el hombre y la naturaleza considerando la dinámica espacial en la que el primero está insertado. El propósito de esta propuesta es discutir cómo la ciencia geográfica sustenta y contribuye de manera teórica y metodológica a la discusión de la dinámica espacial de los Servicios de los Ecosistemas. El principal procedimiento metodológico utilizado fue la encuesta, revisión y análisis de material bibliográfico relacionado con el tema abordado. Los conceptos, teorías y métodos presentes en Geografía pueden contribuir en diferentes perspectivas para el análisis, identificación y clasificación de SE, como el concepto de paisaje y los enfoques de las teorías geosistémicas y la ecología del paisaje. Por lo tanto, la necesidad de integrar enfoques en el estudio de los servicios de los ecosistemas es notoria, dada la complejidad que implica la dinámica entre los ecosistemas y la sociedad.

Palabra clave: Geosistema, Ecosistema, Paisaje.

INTRODUÇÃO

A superfície terrestre é constituída de diversos sistemas ambientais que englobam um mosaico de ecossistema (terrestre, costeiros e marinhos). Os processos ecológicos dos ecossistemas são responsáveis pelo funcionamento destes sistemas ambientais e pela prestação de serviços para manutenção do bem-estar humano, denominados de Serviços Ecossistêmicos (SE).

Abordada inicialmente no contexto econômico e ecológico, a análise dos Serviços Ecossistêmicos é pouco discutida na perspectiva geográfica. As diferenças nas abordagens entre economistas e ecólogos podem ser reconciliadas a partir do momento em que se tenha uma compreensão mais ampla dessas relações mútuas e dos desdobramentos espaciais e temporais da ação humana sobre os ecossistemas (ANDRADE; ROMEIRO, 2013), ou seja, é necessária uma abordagem que contemple as diferentes esferas envolvidas na dinâmica dos SE.

Considerando que a natureza interdepende das funções ecossistêmicas, é necessário compreender as interconexões existentes entre os seus componentes (LIMBURG; FOLKE, 1999). Ou seja, entender primeiramente como os elementos bióticos e abióticos interagem dentro do

sistema e a sua capacidade de gerar SE, e associar estes elementos a dinâmica espacial em que estão inseridas considerando os SE providos e utilizados, seus valores e capacidade de suporte às demandas da sociedade.

Diante destas inquietações de entender as interrelações entre processos e funções dos ecossistemas para os serviços prestados à sociedade, a Geografia apresenta-se como uma ciência com suporte teórico e metodológico para contribuir com a análise espacial associada a esta temática (HAINES-YOUNG; POTCHIN, 2011 – ARTIGO SE NA PERSPECTIVA GEOGRAFICA). Esta ciência tem como objeto de estudo a relação do homem com a natureza, considerando a dinâmica espacial a que está inserido, baseado em uma visão sistêmica (CHRISTOFOLETI, 1999).

A utilização dos conceitos e categorias geográficas para analisar os SE é importante para compreender como as características locais interferem na prestação e nos usos dos serviços. As diferentes ramificações da Geografia fornecem subsídios para contribuir na discussão dos Serviços Ecossistêmicos, seja pela Geografia Econômica, na perspectiva da valoração, seja pela Biogeografia, em uma perspectiva dos ecossistemas.

Portanto, considerando-se a Geografia como uma ciência integradora e que engloba todos os elementos presentes na dinâmica terrestre a partir dos seus conceitos e categorias de análise, este estudo tem como objetivo discutir como a ciência geográfica embasa e contribui de forma teórico-metodológica na abordagem dos Serviços Ecossistêmicos em uma perspectiva.

MATERIAIS E MÉTODOS

O presente artigo teve como principal procedimento metodológico a realização de uma revisão e análise bibliográfica de trabalhos que abordam os temas: Teoria e Método em Geografia Física, Serviços Ecossistêmicos, Ecossistema e Geossistema. Como elementos métricos desta revisão, buscou-se realizar a obtenção de informações em livros e periódicos indexados (online), como: *Ecosystem Services*, *Ecological Economics*, *Landscape Ecology* e *Nature*, associando-se as palavras-chave com base nos temas acima descritos.

Considerando o recorte temporal, a análise partiu da publicação de Costanza et al (1997), considerada um marco na consolidação do termo Serviços Ecossistêmicos, até as pesquisas mais atuais relacionadas ao tema, no contexto internacional (CICES, 2013; SOUZA et al, 2016) e nacional (SANTOS, 2018), englobando diferentes perspectivas e aplicações da abordagem geográfica.

Quanto ao suporte teórico das análises foram utilizadas referenciais como: Bertrand (1971), Bolós i Capdevila (1992), Cavalcanti (2013), Haber (1994), Odum (2012), Potschin e Haines-Young (2011), Sochava (1978) Tansley (1935), Troll (1966), entre outros. Foram obtidos cerca de 41 arquivos que foram analisados, considerando a discussão apresentada na presente pesquisa

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Serviços Ecosistêmicos: conceitos e classificações

Os serviços ecossistêmicos (SE) são responsáveis pelo bem-estar humano, são os benefícios diretos e indiretos, quantitativos e qualitativos obtidos pelo homem a partir das características, funções e processos dos ecossistemas (COSTANZA et al., 2017), atualmente classificados como provisão, regulação/manutenção e cultural. (CICES, 2013).

Segundo Andrade et al. (2009), os serviços ecossistêmicos são classificados como tangíveis (madeiras e alimentos - fluxos dos recursos naturais) e intangíveis (regulação do clima e interações espirituais com o ecossistema) derivados do capital natural. Os serviços tangíveis são responsáveis por grande parte da economia (serviços de provisão) local/regional, enquanto os intangíveis são determinantes na forma que o homem modifica a paisagem, devido à regulação climática (serviços de regulação) e a identidade com o lugar (serviços culturais).

O termo “serviços ecossistêmicos” vem acompanhado, geralmente, da expressão “capital natural”, ou seja, à medida que atribuem valor humano ao capital natural, passa-se a denominar serviços ecossistêmicos, já as funções ecossistêmicas surgem da interação entre os elementos estruturais do capital natural, devido à inclusão do homem no ambiente natural (COSTANZA et al., 2014). Logo, evidencia-se que as atividades econômicas e o bem-estar humano são dependentes dos serviços ecossistêmicos, sendo necessária à conservação desses ecossistemas para que o seu capital natural não perca suas funcionalidades (RABELO, 2014).

No âmbito desta temática é crescente o número de estudos acerca dos serviços ecossistêmicos, sendo discutido e trabalhado esse conceito inicialmente na década de 70 (COSTANZA et al., 2017). Debatida inicialmente por economistas e ecólogos nas discussões sobre a sustentabilidade e conservação dos ecossistemas para o bem estar humano (MEA, 2003), os SE consolidaram-se no âmbito científico apenas na década de 90, com a valoração econômica de 17 serviços por Costanza et al. (1997).

Através da *Millennium Ecosystem Assessment*, patrocinado pelas Nações Unidas entre os anos de 2000 a 2005, reunindo cientistas de diversas áreas, os Serviços Ecosistêmicos

tiveram destaque mundial. Concluíram no relatório que pouco se conhece sobre o assunto em escala mundial, e que o uso desordenado dos recursos naturais pode acarretar na degradação dos ecossistemas, comprometendo assim os serviços e ocasionando impactos negativos para o bem estar humano (MEA, 2005).

O termo SE contava com um arcabouço de definições e nomenclaturas, dadas por estudiosos que atuavam em diferentes áreas do conhecimento. Empregado na economia ecológica, Costanza et al. (1997) e De Groot et al. (2002), definiam o termo SE como um conjunto de bens, que eram gerados a partir da capacidade dos processos naturais e seus componentes (ecossistemas) de fornecer produtos e serviços em função do bem-estar humano.

Quando pautado apenas na ecologia, o termo era aplicado a partir das condições e processos que os ecossistemas juntamente com as espécies que o compõem passavam, direto ou indiretamente, para obter o sustento e a qualidade de vida (DAILY, 1997; HARRINGTON et al., 2010). Na geografia, os SE são as contribuições que os ecossistemas fazem para o bem-estar humano, seja no âmbito econômico ou social, relacionados às interações que o homem tem com o meio e os benefícios que esse ambiente pode oferecer (POTSCHIN; HAYNES –YOUNG, 2011).

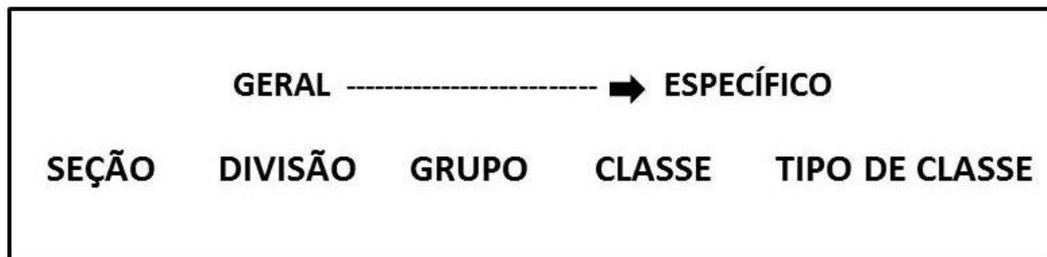
Contudo, dentro da gama de serviços prestados a sociedade foi necessária à categorização destes em algumas classes para subsidiar a sua análise e utilização no que se refere a tomadas de decisão. De Groot et al. (2002) afirma que a identificação e classificação dos serviços ecossistêmicos fornece uma visão geral das principais funções e produtos atribuídos aos ecossistemas, suas estruturas ecológicas e processos associados. Desta forma, vale ressaltar que foram propostas diversas formas de classificações para identificar os serviços ecossistêmicos (Quadro 01).

A classificação proposta por De Groot et al. (2002) analisa os serviços ecossistêmicos através de funções, avaliando os ecossistemas de maneira mais geral, abordando as interações ecológicas e econômicas, sendo divididas em quatro grupos: provisão, regulamentação, habitat e informações. Em seguida vem o MEA e o TEEB, ambas dividem-se em quatro categorias, o que diferencia uma da outra é a criação de uma nova categoria: habitat ou suporte, que foi adicionada no intuito de ressaltar a importância do ecossistema em promover habitat para as espécies (MEA, 2003; TEEB, 2010).

A classificação *Common International Classification of Ecosystem Services* – CICES é uma das metodologias mais atuais. Ela apresenta níveis hierárquicos, onde se iniciam em uma descrição geral até uma mais específica (Figura 01), onde os serviços são enquadrados nas seguintes seções: 1) Serviços de provisão (provisão comida e outros recursos, etc.); 2) Serviços

de regulação e manutenção (regulação da qualidade da água e do solo e degradação de áreas, etc.); 3) Serviços culturais - benefícios recreacionais, de saúde física e mental, turismo, apreciação estética da paisagem e outros benefícios não materiais (HAINES-YOUNG; POTSCHIN, 2013).

Figura 01 – Estrutura hierárquica da classificação CICES.



Fonte: Adaptado de Haines-Young, Potschin (2013).

A estrutura metodológica foi criada para que se fosse identificado os SE em diferentes escalas, possibilitando um enquadramento das classes em qualquer realidade, tendo como objetivo dividir os serviços que são em benefício do homem daqueles que são reguladores do próprio ecossistema. Vários estudos utilizam dessas abordagens em diferentes escalas, como Turkelboom (2013), Souza et al. (2016) e Guedes (2018).

Os serviços de provisão estão subdivididos nas seguintes divisões: Nutrição, Materiais e Energia, dentro das quais são também subdivididos em grupos. Dentre a divisão “Nutrição”, encontra-se o grupo da biomassa (ex. plantas, origem vegetal), que proporciona através dos ecossistemas provisão de alimentos (pesca). A divisão “Materias” é caracterizada pelos grupos bióticos e abióticos, que vem como filtrador, realizando a função de manter o equilíbrio do meio, a última classe é a “Energia”, que utiliza-se da matéria-prima para a produção de biocombustíveis renováveis e de energia renovável através do meio abiótico (CICES, 2013).

Os serviços de manutenção e regulação são subdivididos em quatro grupos, atuando como regulador do microclima local e a manutenção do fluxo de água, além de minimizar processos erosivos, regulando a qualidade da pedogênese e do solo. Também é considerado o serviço de berçário e refúgio para diversas espécies, realizando a manutenção do ciclo da vida e do habitat, através de processos biogeoquímicos e desenvolvimento de substratos (CICES, 2013).

Quanto aos serviços culturais, estes trazem o apego ao lugar, à identificação que o homem tem com o ambiente em que mora, além do entretenimento, que auxiliam a saúde física e mental, através da admiração e recreação de pessoas em lugares que oferecem cenários paisagísticos. Por exemplo, na classe educacional, podem-se utilizar os ambientes naturais para práticas de educação ambiental (CICES, 2013).

Diante disso, Rabelo (2014) coloca que a categorização dos serviços ecossistêmicos facilitou de maneira didática o entendimento dos benéficos que os ecossistemas proporcionavam ao homem, promovendo assim possibilidades de criações de novas medidas que ajudem na conservação desses ecossistemas. De acordo com Costanza (2008), apesar das tentativas de padronizar as classificações e definições dos serviços ecossistêmicos, não se deve criar modelos, pois é devido ao pluralismo de tipologias que se consegue responder propósitos e questionamentos variados.

Geografia: uma ciência integradora para os Serviços Ecossistêmicos

O termo serviços ecossistêmicos é uma abordagem muito recente, na geografia ele se aplica nas relações espaciais do homem com o bem estar humano. A perspectiva geográfica pode fornecer enfoques, principalmente, nos ecossistemas, e em como esses ambientes beneficiam o homem a partir do capital natural (POTSCHIN; HAINES-YOUNG, 2011).

A ciência geográfica por ter como objeto de estudo o espaço e as relações que ocorrem nele (social, ambiental, econômica, política, etc.), passou a analisar a abordagem dos serviços ecossistêmicos, visto que esta possui uma perspectiva de integração de todos os elementos inerentes que compõem a construção do espaço geográfico, compreendido de maneira mais ampla as relações espaciais e temporais da ação humana sobre os ecossistemas a partir dessas interações (POTSCHIN; HAINES-YOUNG, 2013).

As relações espaciais, de acordo Boyd (2008), é a maneira de dinamizar a produção dos serviços ecossistêmicos, porque é a partir das ações e do comportamento do ambiente, que se pode diversificar e melhorar a produção dos serviços. O autor afirma ainda que a maneira de avaliar as relações de causa e efeito nos ecossistemas se dá através do contexto espacial que envolve os processos biofísicos.

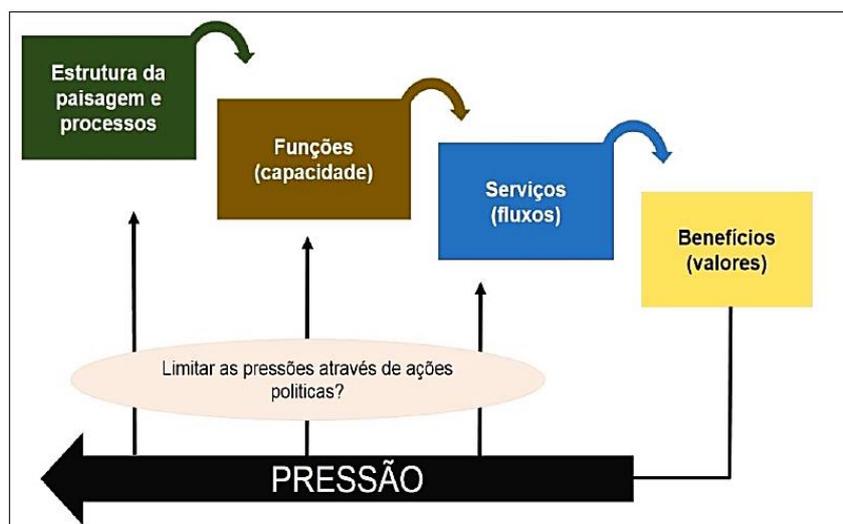
Para os serviços ecossistêmicos, a compreensão das interações e relações são importantes, pois é a partir dela que o homem consegue enxergar o funcionamento do ecossistemas (seus fatores bióticos e abióticos), atribuindo valor tanto econômico como social, interferido assim na oferta, avaliação e valoração dos ecossistemas como dos serviços (BASTIAN; GRUNEWALD; KHORSHEV, 2015).

Diante disso, os geógrafos, principalmente aqueles que estudam o meio físico, necessitam buscar formas de estruturar e caracterizar a dinâmica dos serviços a partir dos métodos que foram criados, porque relacionando uma perspectiva geográfica na temática dos SE, pode-se enquadrar

novas abordagens para avaliação dos ecossistemas, buscando assim sua manutenção e conservação (POTSCHIN; HAINES-YOUNG, 2011).

Haines-Young e Potschin (2010; 2011) sugeriram um modelo de cascata para avaliar os serviços ecossistêmicos (Figura 02), partindo da interação entre as estruturas da paisagem (processos ecológicos), as funções e os serviços que são oferecidos (elementos do bem-estar humano).

Figura 02 – Modelo de cascata proposto para avaliação do Serviços Ecossistêmicos.



Fonte: Adaptado Haynes-Young e Potschin (2010; 2011).

Os autores ainda colocam que é a partir da classificação e identificação desses serviços que é possível propor medidas que facilitem a conservação dos ecossistemas, onde a geografia parte da análise sistêmica, estudando a parte pelo todo e entendendo que um não funciona sem o outro, havendo a necessidade de avaliar todos os elementos de maneira integrada. Segundo Calvalcanti (2013), a análise geográfica considera a abordagem integrada do ponto de vista dos elementos do meio natural, os fatores econômicos e sociais sob uma perspectiva de relações interdependentes, se dando de maneira intrínseca uns com os outros. Todavia há necessidade de entender como alguns conceitos podem influenciar na compreensão da abordagem dos Serviços.

Ecossistema, Geossistema e Paisagem: questões epistemológicas

Ao ouvir o termo Serviços Ecossistêmicos a primeira atitude é remeter a ideia de ecossistema, e a segunda é associar este a prestação de serviços pela biota e/ou organismos vivos. Isto ocorre porque o conceito de ecossistema está fortemente associado a interação dos organismos com o meio, caracterizando uma visão monocêntrica/biocêntrica.

Concebido na Ecologia, o conceito de Ecossistema proposto pelo botânico Tansley (1935) corresponde a uma unidade caracterizada pela interação entre os organismos (biótico) e o meio físico (abiótico), através das trocas de fluxos de matéria e energia, formando um sistema em interação. A constituição do termo ecossistema possibilitou a Ecologia avançar nos estudos da compreensão da dinâmica dos ambientes naturais inseridos em uma perspectiva sistêmica e trazer o homem como organismo e agente transformador do equilíbrio dinâmico dos sistemas ambientais (Ecologia de Ecossistemas) e sociais (Ecologia Humana) (ODUM, 2012)

Apesar de apresentar uma análise mais verticalizada da estrutura e funcionamento dos ecossistemas (HABER, 1994), buscando compreender estruturas tróficas, processos biogeoquímicos, produtividade primária, entre outros, a perspectiva da abordagem ecossistêmica fornece base para discussão dos Serviços Ecossistêmicos. Essa afirmativa também se refere no que tange a compreender a capacidade dos ecossistemas em fornecer serviços e a sua capacidade de suporte para o uso e exploração destes, principalmente no que se refere aos SE de provisão e regulação que incidem de forma mais direta sobre a necessidades socioeconômicas.

O modelo de cascata proposto por Haines-Young e Potschin (2010) apresenta uma estrutura para análise da relação entre os ecossistemas e os seus serviços/benefícios, onde o primeiro passo para entender esta relação é o entendimento da estrutura e processos biofísicos do ecossistema considerando sua capacidade de suporte e resiliência.

Compreender como a interação entre elementos bióticos e abióticos irá influenciar na dinâmica dos serviços, por exemplo, áreas de planície flúvio-marinha com elevado teor de sal pode limitar a ocorrência de fauna e flora, mas podem oferecer potencial para instalação de salinas, limitando assim um serviço e potencializando outro (COSTA, 2013). O conhecimento destas informações coopera com a produção de dados que auxiliam diretamente nas tomadas de decisão para o planejamento de gestão destes ambientes.

O ecossistema pode ser representado em diferentes escalas de abrangência, desde uma árvore até o planeta Terra (HABER, 1994), desde que haja presença dos organismos vivos. Diante disto a inserção do homem como agente transformador nesta abordagem só é alcançada quando atinge escala maiores, ao nível da paisagem (BERTRAND, 1971). Este conceito é concebido na Geografia como uma unidade integradora dos aspectos naturais, sociais e culturais, onde a abordagem dos Serviços Ecossistêmicos se configura na interface de valorização da saúde dos sistemas ecológicos para a manutenção do bem estar social, econômico e cultural.

Em contrapartida tem-se o conceito de Geossistema, cunhado na Geografia por Vitor Sochava (1963) onde estes são sistemas abertos e hierarquicamente organizados, que

apresentam uma organização geográfica inerente, que englobam os fatores ambientais (bióticos e abióticos) e consideram as intervenções antrópicas (fatores socioeconômicos). Segundo Rodriguez e Silva (2016), o geossistema apresenta um caráter policêntrico onde mais de um elemento é tomado como referência para análise das interações.

Clima, geologia, relevo, solos, vegetação, hidrografia e atividades antrópicas compõe uma análise equilibrada das interações, diferente da perspectiva apresentada pelo ecossistema. Como afirma Cavalcanti (2013), a grande vantagem da teoria dos geossistemas é que ela permite investigar diferentes aspectos da natureza (estrutura, dinâmica e evolução) sob uma base unificada em termos de perspectiva e tratamento dos problemas.

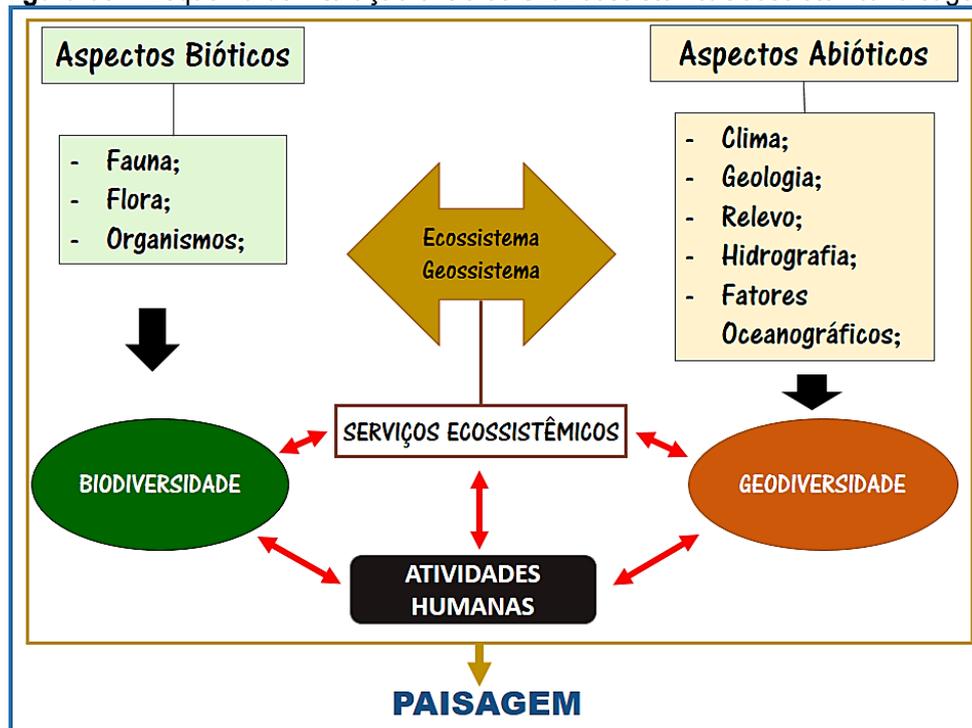
Considerar o Geossistema na abordagem do Serviços Ecossistêmicos é entender que o serviços estão associados a um contexto geográfico de macro e microescalas configurando-se em diferentes unidades de paisagens e englobando uma diversidade de ecossistemas. Entendendo que a diversidade de elementos bióticos e abióticos influenciará na oferta de SE em uma determinada unidade de paisagem, enquanto o nível social e econômico em que está inserido a dinâmica de serviços influenciará nas formas de uso, exploração e transposição destes.

De acordo com Boyd (2008), as relações espaciais explicam porque uma ação em um determinado local, afeta a produção dos serviços ecossistêmicos em outro. Potschin e Haynes-Young (2011) enfatizam que é necessário mostrar como a estrutura e a dinâmica (ecossistema) dos sistemas ecológicos variam de acordo com a localização geográfica, para compreender de que maneira o contexto espacial interfere nas formas de uso e os valores atribuídos pela sociedade.

O Geossistema fornece base teórica para embasar uma análise equilibrada das interações entre os elementos constituintes da paisagem, posto que é necessário conhecer as características de cada um destes e como se dão as relações. Considerando o policêntrismo desta abordagem, é possível atingir uma análise uniforme, evitando um naturalismo ou antropocentrismo radical (RODRIGUEZ; SILVA, 2013).

A incorporação da visão sistêmica na abordagem das ciências naturais possibilitou a definição de conceitos que fornecem a base para as análises integradoras da estrutura e gênese da paisagem e dos sistemas ambientais (BOLÓS i CAPDEVILA, 1992). Ecossistema e Geossistema (Figura 03), foram postos respectivamente, pela Ecologia e pela Geografia para subsidiar os estudos relacionando elementos bióticos, abióticos e as ações antrópicas que configuram a base da dinâmica do objeto de estudo da Geografia, assim como o principal foco da discussão que envolve os Serviços Ecossistêmicos.

Figura 03 – Esquema de interação entre os SE/Ecosistema/Geossistema/Paisagem.



Fonte: Elaborado pelos autores (2018).

A utilização dos conceitos de ecossistema, geossistema e paisagem são aplicáveis a abordagem do Serviços Ecossistêmicos, a depender do objeto e do objetivo da pesquisa a ser desenvolvida. É possível considerar também, que o conceito de Paisagem permite integrar tanto o ecossistema, quanto o geossistema dentro da discussão geográfica dos SE. As teorias e métodos presentes na Geografia podem contribuir em diferentes perspectivas para análise, identificação e classificação dos SE, como será apresentado no tópico seguinte.

Teoria geossistêmica

A teoria geossistêmica configura-se como uma teoria que permite integrar de modo mais homogêneo, perspectivas estruturais, dinâmicas e evolutivas para o estudo de áreas naturais, dentro da realidade de unidades físico-geográficas (CAVALACANTI, 2013). Essa abordagem além de trazer o homem como agente atuante na dinâmica dos sistemas ambientais (SOCHAVA, 1978), ela indica que a análise sistêmica é passível da definição de unidades homogêneas que podem auxiliar na compreensão da interação dos elementos naturais e sociais.

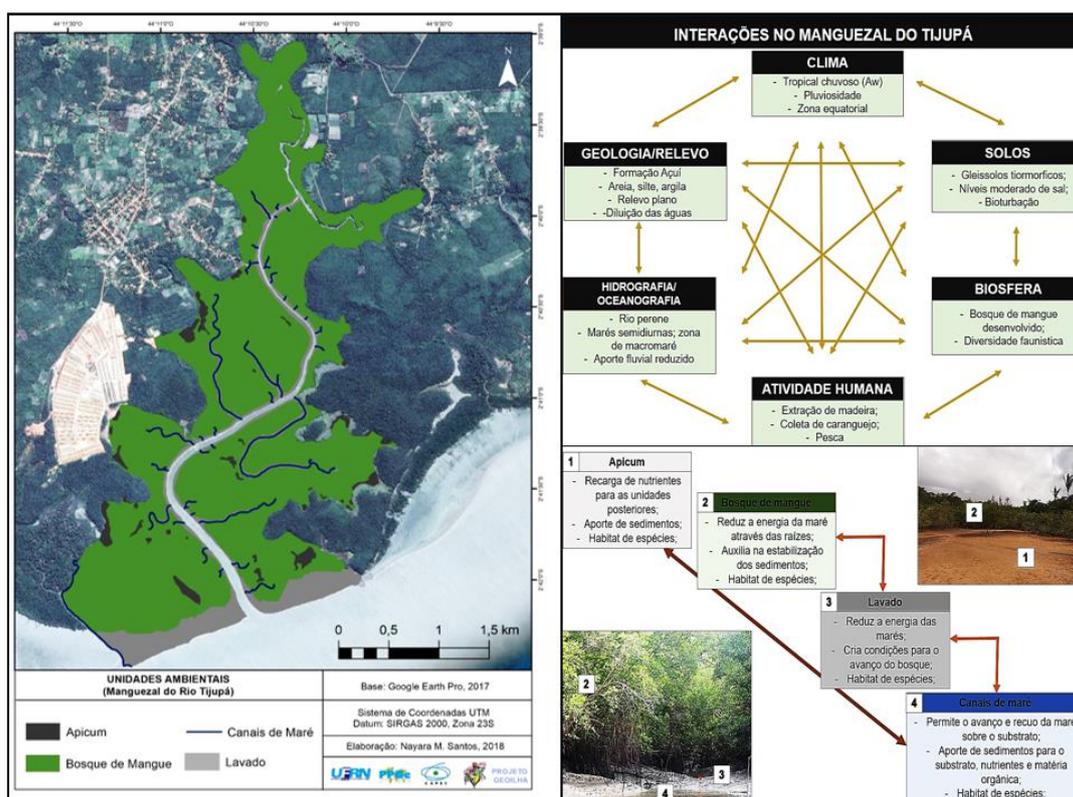
Neste contexto, a aplicação da abordagem aos estudos sobre Serviços Ecossistêmicos pode se configurar através da delimitação de unidades de paisagens ou geoambientais. Bastian, Grunewald e Khorshev (2015) fala da necessidade de delimitação de unidades homogêneas para a amostragem, análise e atribuição de dados, bem como avaliação e modelagem dos SE. Estas

unidades devem estar relacionadas a escalas relevantes para o planejamento, nas quais os serviços podem depender das propriedades internas e também dos efeitos causados pelas interações entre elas.

Permitindo uma análise minuciosa e equilibrada de cada elemento e suas relações, pois a compartimentação do ambiente em unidades, leva em consideração as características comuns que um fragmento apresenta de acordo com a diversidade do ambiente, onde, estas unidades se individualizam pelo relevo, clima, cobertura vegetal, solos, pelo arranjo estrutural ou pelo tipo de litologia (ROSS, 1992).

Um exemplo de aplicação é o estudo desenvolvido por Santos (2018) no manguezal do rio Tijupá na Ilha do Maranhão, onde para caracterização e identificação dos serviços de provisão, foi realizado a compartimentação do ecossistema em unidades geoambientais e a descrição física dos elementos que a compõe (Figura 04). Auxiliando na compreensão das limitações e potencialidades do uso e oferta dos SE por unidade.

Figura 04 – Representação da aplicação da abordagem geossistêmica no estudo dos SE .



Fonte: Santos (2018).

A autora conclui que generalização dos serviços no ecossistema como uma grande unidade provedora, reduz a capacidade de visualizar todas as informações que podem ser extraídas de cada elemento que é responsável por gerar um determinado SE. Diante disso, a

compartimentação do ecossistema manguezal em unidades ambientais mostrou-se como um método eficiente para auxiliar na distinção dos serviços neste ambiente.

Compartimentar as unidades auxilia na compreensão de como ocorre a interação entre os elementos abióticos e bióticos (clima, relevo, geologia, solos, fauna e flora, hidrografia e as atividades antrópicas) dentro das unidades geoambientais. A delimitação e caracterização de unidades geoambientais e a utilização de abordagens integradoras (MACEDO et al., 2017) são essenciais para aprofundar nas discussões sobre os serviços ecossistêmicos e a contribuição da ciência geográfica dentro da perspectiva sistêmica.

O caráter descritivo-analítico da abordagem geossistêmica fornece suporte para análise primária dos Serviços Ecossistêmicos, buscando compreender a complexidade inerente a dinâmica dos sistemas ambientais atrelado a complexidade do contexto da produção, uso e exploração dos SE. É importante que mesmo assim a visão geossistêmica não dá suporte para apreender a totalidade da abordagem dos serviços sendo necessária a utilização de outros métodos que estão associados a outras teorias.

Ecologia da paisagem

No intuito de unir esforços da ecologia e da geografia, Carl Troll (1966) ao estudar questões relacionadas ao uso da terra por meio de fotografias aéreas e interpretação das paisagens (considerando sua estrutura vertical e horizontal), desenvolveu a Ecologia da Paisagem. Incorporando a dimensão espacial as investigações ecológicas com o objetivo de estudar as relações entre os organismos (biocenoses), seu entorno e fatores ambientais considerando também o planejamento e gestão - ambiental e territorial (RODRIGUEZ; SILVA; CAVALCANTI, 2013).

Voltada para o entendimento do arranjo espacial da gênese, estrutura e função da paisagem, através de métodos como a mancha-corredor-matriz (estabelecimento de critérios para delimitação de unidades de paisagem, mosaicos) e das métricas de paisagem (trata das características e as mudanças da estrutura da paisagem). Esta abordagem enfatiza a necessidade da utilização de outras ferramentas, como as geotecnologias (SIQUEIRA; CASTRO; FARIA, 2013), através de uso de Sistemas de Informações Geográficas (SIG) e modelagens para fins de mapeamento e prognósticos.

Considerando o suporte desta abordagem na discussão dos Serviços Ecossistêmicos, esta análise teórico-metodológica traz importantes contribuições no que se refere ao mapeamento dos serviços. Através deste é possível identificar as áreas potencialmente prestadoras de SE, além

de permitir indicar as áreas mais suscetíveis as pressões antrópicas e qual serviço será mais afetado. Outra importante contribuição, é a possibilidade de calcular perdas e ganhos na capacidade dos ecossistemas na oferta dos serviços ecossistêmicos.

Porém, a disponibilidade de dados confiáveis e atualizados das propriedades dos ecossistemas é o grande desafio para mapear os serviços ecossistêmicos, estes são responsáveis por descrever as características, a estrutura e os processos do sistema. Os dados são referentes ao estado de saúde e aos elementos que integram o ecossistema, o que determina sua capacidade de gerar serviços (SYRBE et al., 2017).

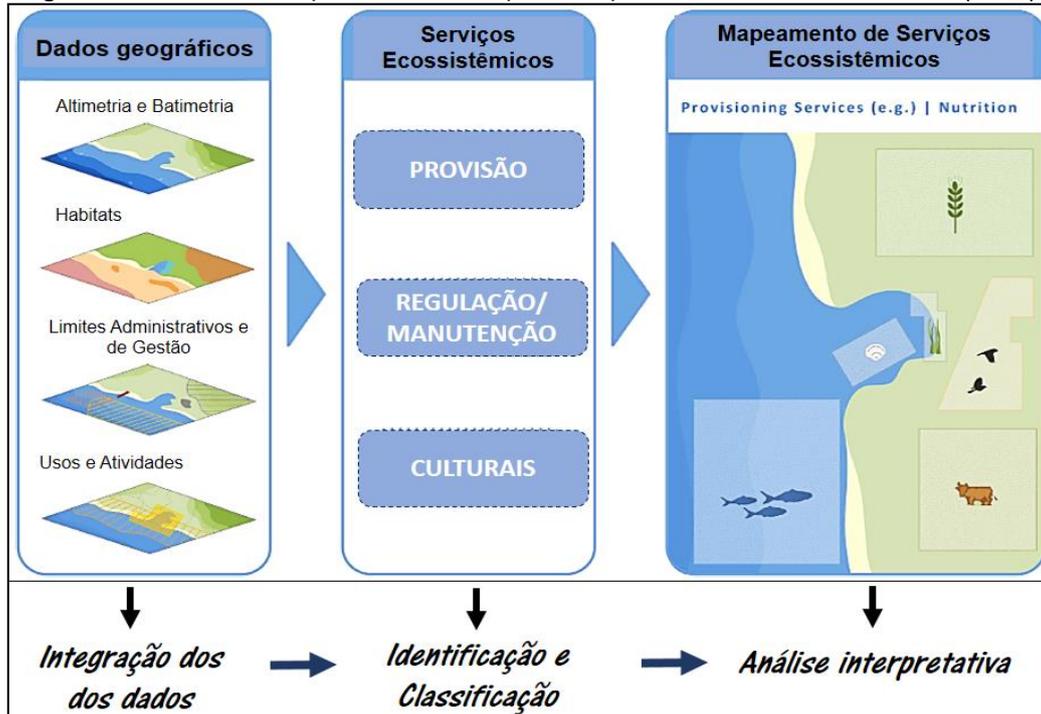
Sendo necessário maior produção de dados sobre a estrutura e processos dos ecossistemas, ou seja, considerando o viés ecológico da abordagem, está supre teoricamente os métodos para análise dos ecossistemas, através dos estudos de produção primária, capacidades de suporte, dos processos biogeoquímicos e outros, fornecendo dados para que haja a integração a outros elementos no contexto geográfico.

Na perspectiva da paisagem, considerando os aspectos ecológicos e geográficos (através da inserção do homem como agente transformador), as informações produzidas sobre a dinâmica dos ecossistemas são integradas a outros dados referentes a processos transformadores da paisagem, que englobam aspectos sociais, culturais e econômicos. A utilização de arquivos *raster* (imagens de satélites) e vetores (*shapefile*) é comum na integração destes dados, através do geoprocessamento e técnicas de sensoriamento remoto.

O estudo de Souza et al. (2016) sobre a classificação e mapeamento de SE em uma região costeira de Portugal (Ria de Aveiro), apresenta como embasamento teórico os conceitos de conectividade estrutural e complementaridade para o desenvolvimento do estudo, posto a complexidade e interação entre a diversidades de ecossistemas presentes na área (marinhos, de transição, fluviais e terrestres), estes estão associados a noção de corredores e matrizes.

Para isto consideraram às suas características biofísicas e socioculturais, estrutura de governança e escala de análise (Figura 05). De acordo com os autores estrutura proposta provou ser adequada para abordagem dos Serviços Ecossistêmicos em ambientes costeiros, por utilizar critérios claros e objetivos para delinear os ambientes geográficos, respeitando a conectividade dos ecossistemas e também a complexidade da estrutura de governança presente nestes sistemas.

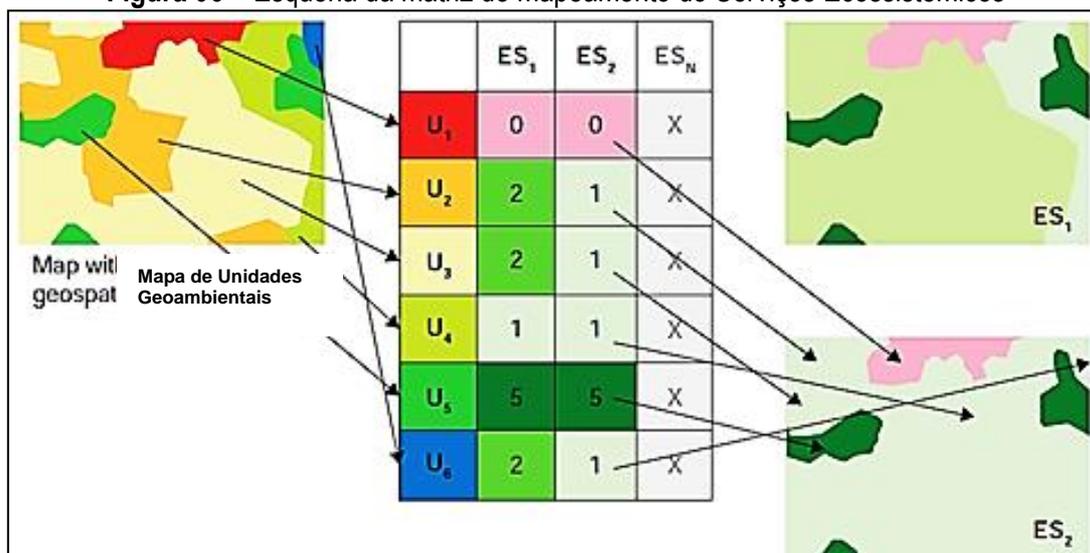
Figura 05 – Síntese dos procedimentos aplicados para o estudo de Souza et al. (2016).



Fonte: Adaptado de Souza et al. (2016).

Outro método de mapeamento é a matriz de Serviços Ecosistêmicos (Figura 06), que liga estes a unidades geoambientais. Este método tem o potencial de integrar todos os tipos de dados relacionados aos serviços, que podem ser identificados, podendo ser aplicados em áreas com uma vasta disponibilização de dados, assim como, em locais onde não há dados produzidos (BURKHARD, 2017).

Figura 06 – Esquema da matriz de mapeamento do Serviços Ecosistêmicos



Fonte: Burkhard (2017).

Na abordagem da matriz de SE a possibilidade de integrar outros dados permite agregar a análise do mapeamento, as informações coletadas *in loco*, através de atividades de campo e aplicação de entrevistas, onde os usuários dos serviços podem fornecer informações mais reais e atuais sobre dinâmica dos SE, como temporalidade, localização, o nível de dependência, as espécies da biota mais consumidas (SANTOS, 2018).

A abordagem dos SE é um campo integrativo, multi, inter e transdisciplinar, portanto é necessário agregar múltiplas abordagens, métodos e dados que potencializem os resultados esperados para os objetivos do mapeamento e de outras análises, fornecendo subsídios para tomadas de decisão mais eficientes, possibilitando redução de custos durante a gestão.

A utilização da Ecologia da Paisagem como suporte teórico-metodológico apresenta-se como um potencial para trabalhar os Serviços Ecossistêmicos, visto que envolve pressupostos tanto da Ecologia, quanto da Geografia. As especialidades e ferramentas utilizadas por estas ciências, no desenvolvimento de seus estudos, fortalecem a discussão dos SE pela produção de dados dentro de um contexto espacial que podem ser utilizados em micro e macroescalas dentro da gestão do ambiente e do território.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

A abordagem dos Serviços Ecossistêmicos apresenta-se como uma nova perspectiva para trabalhar a análise integrada da paisagem, posto que a partir dela é possível visualizar e estabelecer as ligações entre os processos e agentes transformadores da paisagem com o desenvolvimento das atividades antrópicas, através da identificação dos SE.

Todavia, a Geografia como ciência que busca compreender as relações espaciais entre os aspectos naturais e a dinâmica da sociedade, apresenta elementos que contribuem para elucidar algumas questões dentro da discussão dos Serviços Ecossistêmicos. Como os SE podem variar de acordo com a escala de análise, indicar a influência do contexto geográfico nas potencialidades e fragilidades da oferta de SE, a aplicação das geotecnologias para potencializar a produção de dados referentes aos serviços.

A utilização do conceito de paisagem permite integrar diferentes métodos em suas aplicações, devido as diferentes formas de analisar a paisagem, seja pela sua estrutura vertical e horizontal, ou pela sua gênese e evolução, assim como através de sua perspectiva mais cultural. Tudo isto, levando em consideração o objeto de estudo, para definir qual o método mais adequado para sua análise.

É notório a necessidade da integração de abordagens dentro do estudo dos Serviços Ecosistêmicos, visto a complexidade que envolve a dinâmica entre os ecossistemas e a sociedade. As teorias, conceitos e métodos presentes na Geografia não se limitam as apresentadas durante o texto, existindo outras que podem contribuir positivamente para discussão no âmbito da valoração dos serviços.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem o Programa de Pós Graduação em Geografia da Universidade Federal do Rio Grande do Norte (UFRN), CERES/UFRN - (Centro de Ensino Superior do Seridó/UFRN) e ao LABIGEO - (Laboratório de Biogeografia, UFRN-Caicó), pelo apoio logístico e instrumental, e a CAPES, pela concessão de Bolsa de Pesquisa/Mestrado para DS Saldanha (CAPES/PPGE/UFRN) e o apoio financeiro do Projeto VALSA – Valoração dos Serviços Ambientais.

REFERÊNCIAS

- ANDRADE, D.C, ROMEIRO, A.R. Capital natural, serviços ecossistêmicos e sistema econômico: rumo a uma “Economia dos Ecossistemas”. **Texto para Discussão**, São Paulo, IE/UNICAMP, n. 159, 2009.
- BASTIAN, O.; GRUNEWALD, K.; KHORSHEV, A. V. The significance of geosystem and landscape concepts for the assessment of ecosystem services: exemplified in a case study in Russia. **Landscape Ecology** 30, p 1145-1164. 2015.
- BERTRAND, G. Paisagem e Geografia Física Global: ensaio metodológico. **Caderno de Ciências**. São Paula.USP. 1971.
- BOLÓS I CAPDEVILA, M. **Manual de Ciencia del Paisaje**. Barcelona; Masson. 1992. 273 pg.
- BOYD, J. Location, location, location: the geography of ecosystem services. **Resources for the Future**, p 11-15. 2008.
- BURKHARD, B. Integrative approaches. In: MAES, J.; BURKHARD, B. **Mapping Ecosystem Services**. Sofia: Pensoft Publishers, 2017. p212.
- CAVALCANTI, L. C. de S. **Da descrição de áreas à Teoria dos Geossistemas** – Uma abordagem epistemológica sobre sínteses naturalistas. Tese de doutorado apresentada ao Programa de Pós Graduação em Geografia da Universidade Federal de Pernambuco. 2013. 218p.
- COSTA, D. F. da S. **Caracterização Ecológica e Serviços Ambientais Prestados por Salinas Tropicais**. Tese de doutorado apresentado ao Departamento de Biologia da Universidade de Aveiro. 2013. 206p.
- COSTANZA, R. et al. The value of the world's ecosystem services and natural capital. **Nature**, v. 387, p. 253-260, 1997.
- COSTANZA, R. Ecosystem services: multiple classification systems are needed. **Biological Conservation**, v. 141, p. 350–352, 2008.
- COSTANZA, R. et al. Changes in the global value of ecosystem services. **Global Environmental Change**, v. 26, p. 152–158, 2014.

- CHRISTOFOLETTI, A. **Modelagem de sistemas ambientais**. São Paulo: Edgar Blücher, 1999.
- DAILY, G. C. Introduction: What are Ecosystem Services? In: DAILY, G.C. (Ed.) **Nature's Services: Societal Dependence on Natural Ecosystems**. Island Press, Washington, D.C., 1-10. 1997.
- DE GROOT, R. S.; WILSON, A. M. BOUMANS, R. M. A typology for the classification, description and valuation of ecosystem functions, goods and services. **Ecological Economics**, v. 41, p. 393-408, 2002.
- GUEDES, D. R. da C. **Análise dos serviços ecossistêmicos de provisão em dois sistemas estuarinos no litoral do Rio Grande do Norte, Brasil**. Dissertação de mestrado apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Geografia da UFRN, 2018. 131p.
- HAINES-YOUNG, R.; POTSCHEIN, M. The links between biodiversity, ecosystem services and human well-being. In: RAFFAELLI, D. G.; FRID, C. L. J (eds.). **Ecosystem Ecology: a new synthesis**. Cambridge University Press: 1ed. 2010.
- HAINES-YOUNG, R.; POTSCHEIN, M. **Common International Classification of Ecosystem Services (CICES): Consultation on Version 4, August-December (2013)**.
- HARBER, W. System ecological concepts for environmental planning. In: KLIJN, F (eds.). **Ecosystem Classification for Environmental Management**. Dordrecht Ecology & Environment, vol 2. Springer, p 49-67.
- HARRINGTON, R., et al. Ecosystem services and biodiversity conservation: concepts and a glossary. **Biodiversity Conservation**. v. 19, n. 10, p2773-2790. 2010.
- JUNIPER, T. **What has nature ever done for us?** How money really does grow on trees. London: Profile Books, 2013.
- LIMBURG, K. E.; FOLKE, C. The ecology of ecosystem services: introduction to the special issue. **Ecological Economics**, v. 29, p. 215-233. 1999.
- MACEDO, Y. et al. Serviços ambientais das unidades geoambientais no município de São Miguel do Gostoso/RN, Brasil. **Revista de Geografia e Ordenamento do Território**. n 12, p205-229. 2017.
- MAES, J.; CROSSMAN, N.D.; BURKHARD, B. Mapping ecosystem services. In: POTSCHEIN, P.; HAINES-YOUNG, R.; FISH, R.; TURNER, R.K. (Eds). **Routledge Handbook of Ecosystem Services**. London: Routledge, 2016, p. 188-204.
- MILLENNIUM ECOSYSTEM ASSESSMENT (MEA). **Ecosystem and Human Well-Being: A framework for assessment**. Washington, D.C.: Island Press. 2003. Disponível em: http://pdf.wri.org/ecosystems_human_wellbeing.pdf. Acesso em: 07/05/2018.
- MILLER JUNIOR, G. T. **Ciência Ambiental**. São Paulo: Thomson Learning, 2007.
- NAHLIK, A. M; KENTULA, M. E; FENNESSY, M. S; LANDERS, D. H. Where is the consensus? A proposed foundation for moving ecosystem service concepts into practice. **Ecological Economics**. v. 77, p. 27-35, 2012.
- ODUM, G. K. **Ecologia**. Editora Guanabara Koogan, Rio de Janeiro, 2012.
- POTSCHEIN, M. B; HAINES-YOUNG R. H. **Proposal for a common international classification of ecosystem goods and services (CICES) for integrated environmental and economic accounting**. Ney York: European Environment Agency. 2010. 23 p.
- POTSCHEIN, M. B.; HAINES-YOUNG, R. H. Ecosystem services: Exploring a geographical perspective. **Progress in Physical Geography**, v. 35, p. 575–594, 2011.
- RODRIGUEZ, J. M. M. e SILVA, E.V. **Planejamento e Gestão Ambiental: subsídios da Geoecologia das Paisagens e da Teoria Geossistêmica**. Fortaleza: Ed UFC. 2013.

RODRIGUEZ, J. M. M.; SILVA, E. V. da; CAVALCANTI, A. P. B. **Geoecologia das Paisagens** – Uma visão geossistêmica. Fortaleza. Edições UFC. 2013. 222p

ROSS, J. L. S. O registro cartográfico dos fatos geomórficos e a questão da taxionomia do relevo. **Revista do Departamento de Geografia da Universidade de São Paulo**. São Paulo. v. 6, p17-29. 1992.

SANTOS, N. M. **Serviços Ecosistêmicos em Manguezal: identificação e mapeamento dos serviços de provisão do manguezal do rio Tijupá**. Dissertação de mestrado apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Geografia da Universidade Federal do Rio Grande do Norte, 2018. 125p.

SIQUEIRA, M. N.; CASTRO, S. S.; FARIA, K. M. S. Geografia e Ecologia da Paisagem: pontos para discussão. **Sociedade & Natureza**, v 3, n. 25, .p. 557-566p, 2013.

SOUZA, L. P.; SOUZA, A. I.; ALVES, F. LILLEBØ, A. I. Ecosystem services provided by a complex coastal region: challenges of classification and mapping. **Scientific Reports**, v. 6, n. 22782, 2016.

SOTCHAVA, V. B. **Por uma teoria de classificação dos geossistemas de vida terrestre**. Biogeografia. São Paulo, n. 14, 1978.

SYRBE, R.; SCHROTER, M.; GRUNEWALD, K.; WALZ, U.; BURKHARD, B. What to map?. In: MAES, J.; BURKHARD, B. **Mapping Ecosystem Services**. Pensoft Publishers. 2017. 374p.

TEEB. **The Economics of Ecosystems and Biodiversity: ecological and economic foundation**. Cambridge: Earthscan, 2010.

TROLL, C. **Landscape Ecology**. ITC - UNESCO. Delft., The Netherhaldns. Especial Publication s 4. 1966. 23p

TURKELBOOM, F. et al. CICES Going Local: Ecosystem Services Classification Adapted for a Highly Populated Country. In: JACOBS, S.; DENDONCKER, N.; KEUNE, H. (eds.). **Ecosystem Services: Global Issues, Local Practices**. Elsevier Boston. 1ed. 2013. 407p.