UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO
FACULDADE DE FILOSOFIA, LETRAS E CIÊNCIAS HUMANAS
DEPARTAMENTO DE GEOGRAFIA

Dissertação de Mestrado em Geografia Física
Linha 2 - Estudos Interdisciplinares em Pedologia e Geomorfologia

ASPECTOS DO MEIO FÍSICO NO CENÁRIO DOS SERVIÇOS ECOSISTÊMICOS

Orientador: Prof. Dr. Antônio Carlos Colângelo

Aluna: Geógrafa Cecília Alarsa

02/10/2019 – APRESENTAÇÃO E APROVAÇÃO

02/12/2019 – VERSÃO CORRIGIDA

Dezembro de 2019

São Paulo – SP

Autorizo a reprodução e divulgação total ou parcial deste trabalho, por qualquer meio convencional ou eletrônico, para fins de estudo e pesquisa, desde que citada a fonte.

Catálogo na Publicação
Serviço de Biblioteca e Documentação
Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas da Universidade de São Paulo

A321a Alarsa, Cecilia
Aspectos do Meio Físico no Cenário dos Serviços
Ecossistêmicos / Cecilia Alarsa ; orientador Antônio
Carlos Colangelo. - São Paulo, 2019.
82 f.

Dissertação (Mestrado) - Faculdade de Filosofia,
Letras e Ciências Humanas da Universidade de São
Paulo. Departamento de Geografia. Área de
concentração: Geografia Física.

1. CH783.4 - GEOGRAFIA FÍSICA. 2. CH783.4.3 -
PAISAGEM. 3. CB210.15.35 - ECOSSISTEMAS . 4.
CH764.5.11.4 - BEM-ESTAR SOCIAL. 5. CB210.15.36.1 -
PLANEJAMENTO AMBIENTAL. I. Colangelo, Antônio Carlos,
orient. II. Título.

UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO
FACULDADE DE FILOSOFIA, LETRAS E CIÊNCIAS HUMANAS

ENTREGA DO EXEMPLAR CORRIGIDO DA DISSERTAÇÃO/TESE

Termo de Ciência e Concordância do (a) orientador (a)

Nome do (a) aluno (a): Cecília ALARSA

Data da defesa: 03 / 10 / 2019

Nome do Prof. (a) orientador (a): Antônio Carlos Colangelo

Nos termos da legislação vigente, declaro **ESTAR CIENTE** do conteúdo deste **EXEMPLAR CORRIGIDO** elaborado em atenção às sugestões dos membros da comissão Julgadora na sessão de defesa do trabalho, manifestando-me **plenamente favorável** ao seu encaminhamento e publicação no **Portal Digital de Teses da USP**.

São Paulo, 03 / 12 / 2019

(Assinatura do (a) orientador (a))

ASPECTOS DO MEIO FÍSICO NO CENÁRIO DOS SERVIÇOS ECOSISTÊMICOS

RESUMO

PALAVRAS CHAVES: dinâmica superficial, funções ecossistêmicas, ecossistemas, meio físico, unidades de paisagem.

O modo de vida estabelecido no planeta depende dos recursos naturais e dos benefícios por eles ofertados. As transformações humanas nos sistemas naturais se intensificaram no século XX e inúmeras estratégias de proteção foram desenvolvidas e propostas no campo científico e institucional. Os serviços ecossistêmicos surgiram neste movimento e visam à identificação da capacidade de suporte dos estoques do capital natural em relação às necessidades e benefícios associados ao ser humano e respectiva capacidade de recuperação do sistema, esta apontada como uma cascata de processos interligados. Desde a década de 80 vem sendo discutidos os conceitos dos serviços ecossistêmicos, considerando-se sua natureza e respectiva monetarização nas áreas da economia ambiental e ecológica. Em linhas gerais são considerados Serviços Ecossistêmicos o que os ecossistemas produzem para o bem estar humano e para a manutenção da qualidade de vida, sendo que o serviço não existe sem a necessidade do bem estar, o que não significa necessariamente ter a preservação da natureza. Um marco sobre o assunto foi o documento da Avaliação Ecossistêmica do Milênio (2005), referindo-se à avaliação do estado de degradação, tendências e prioridades de proteção dos ecossistemas. Por meio de uma revisão bibliográfica sobre os Serviços Ecossistêmicos, o objetivo desta dissertação foi a avaliação de como os aspectos do meio físico, no âmbito da geografia física, são abordados na área do conhecimento dos serviços ecossistêmicos (SE), destacando-se o cenário sobre o assunto principalmente no Brasil. Duas fragilidades acompanham o saber sobre este tema: (i) a diferenciação de conceitos e metodologias, onde as aplicações variam de acordo com o objetivo de cada estudo e/ou pesquisa e (ii) as lacunas entre as interações das funções ecossistêmicas incluindo aspectos do meio físico dentro do cenário dos Serviços Ecossistêmicos. Foi observado que as variáveis e métodos aplicados utilizam os aspectos do meio físico se assim forem apontados nas demandas pelos serviços ecossistêmicos. Considerando que os ecossistemas são a interação entre os fatores bióticos e abióticos, e que as funções ecossistêmicas integram aspectos dos meios físico, biótico, socioeconômico e cultural, observa-se a importância de considerar os aspectos do meio físico em relação aos processos de dinâmica superficial no cenário dos Serviços Ecossistêmicos, perante os vetores de mudanças, nas diferentes escalas espaciais e temporais, visando à manutenção da qualidade ambiental e de vida em médio e longo prazos. Nesse contexto, compreendeu-se que a definição de unidades de paisagem poderia colaborar na avaliação dos serviços ecossistêmicos de forma integrada. Definindo-se neste caso unidade de paisagem como base territorial fisiográfica com seus atributos ambientais e culturais associados (ABREU, 2017). A base fisiográfica como um sistema com delimitação física, constituído pelos aspectos do meio físico e as respectivas susceptibilidades aos processos de dinâmica superficial, características internas e externas interligadas e interdependentes entre si, incluindo os fluxos em lateralidade, horizontalidade e verticalidade, poderia evidenciar a organização dos atributos no espaço em um conjunto que denote seu funcionamento na situação atual e nas tendências de futuro, e dessa forma constituir uma base física estruturada para os Serviços Ecossistêmicos.

PHYSICAL ASPECTS IN THE ECOSYSTEM SERVICES SCENARIO

ABSTRACT

KEY WORDS: superficial dynamics, ecosystem functions, ecosystems, physical environment, landscape units.

The way of life established on the planet depends on the natural resources and the benefits they offer. Human transformations in natural systems intensified in the twentieth century and numerous protection strategies were developed and proposed in the scientific and institutional field. Ecosystem services emerged in this movement and aim to identify the carrying capacity of natural capital stocks in relation to the needs and benefits associated with human beings and their resilience of the system, which is pointed as a cascade of interconnected processes. Since the 1980s, the concepts of ecosystem services have been discussed, considering their nature and their monetization in the areas of environmental and ecological economics. In general terms are considered Ecosystem Services what ecosystems produce for human well-being and the maintenance of quality of life, and the service does not exist without the need for well-being, which does not necessarily mean preserving nature. A milestone on the subject was the Millennium Ecosystem Assessment (2005) document, which referred to the assessment of the state of degradation, trends and priorities of ecosystem protection. Through a bibliographical review about Ecosystem Services, the objective of this dissertation was to search how the aspects of the physical environment are approached in this area of knowledge. Two weaknesses accompany the knowledge on this topic: (i) the differentiation of concepts and methodologies, where applications vary according to the purpose of each study and / or research and (ii) the gaps between interactions of ecosystem functions including aspects of environment within the Ecosystem Services scenario. It was observed that the variables and methods applied use the aspects of the physical environment if so pointed in the demands for ecosystem services. Considering that ecosystems are the interaction between biotic and abiotic factors, and that ecosystem functions integrate aspects of the physical, biotic, socioeconomic and cultural environments, it is important to consider the aspects of the physical environment in relation to processes of surface dynamics. in the Ecosystem Services scenario, facing the vectors of change, in different spatial and temporal scales, aiming at the maintenance of environmental quality and life in the medium and long term. In this context, it was understood that the definition of landscape units could collaborate in the evaluation of ecosystem services in an integrated way. Defining in this case that the landscape unit would be constituted of a physiographic territorial base and its associated environmental and cultural attributes. The physiographic basis as a system with physical delimitation constituted by the aspects of the physical environment and their susceptibilities to the processes of surface dynamics, interconnected and interdependent internal and external characteristics, including the laterality, horizontality and verticality flows, could evidence the organization of attributes in space in a set that denotes its functioning in the current situation and future trends.

SUMÁRIO

1.	INTRODUÇÃO	01
2.	JUSTIFICATIVAS	04
2.1.	Conceituação e Cenário Geral dos Serviços Ecossistêmicos	04
2.2.	O Cenário dos Serviços Ecossistêmicos no Brasil	09
2.3.	Funções e os Serviços Ecossistêmicos e os Aspectos do Meio Físico	12
2.4.	A escolha do tema Serviços Ecossistêmicos	15
3.	METODOLOGIA PARA A ELABORAÇÃO DA PESQUISA	15
3.1.	Levantamento Bibliográfico	17
3.1.1.	Aplicativo Mendeley – gerenciador de referências bibliográficas	17
3.2.	Revisão bibliográfica	19
3.3.	Avaliação Teórico-Metodológica da Abordagem dos Serviços Ecossistêmicos	19
4.	REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	19
4.1.	Conceituação e Categorização dos Serviços Ecossistêmicos	20
4.2.	Metodologias para Avaliação de Serviços Ecossistêmicos	24
4.3.	Valoração dos Serviços Ecossistêmicos	37
4.4.	Considerações sobre os aspectos metodológicos para avaliação de SE	44
4.5.	Demanda pelos Serviços Ecossistêmicos	46
4.5.1.	Demanda pelos Serviços Ecossistêmicos	47
4.6.	Estudos de Caso – como os aspectos do meio físico são abordados no cenário dos serviços ecossistêmicos	51
4.6.1.	Casos Empresariais	51
4.6.2.	Estudos de Caso	57
4.6.3.	O exemplo do uso dos Serviços Ecossistêmicos na Avaliação Ambiental Estratégica (AAE)	59
4.6.4.	Abordagem dos Aspectos do Meio Físico nos estudos de caso	61
5.	CONSIDERAÇÕES FINAIS	62
5.1.	O Estado atual da Arte	62
5.2.	Planejamento para o Futuro	64
6.	BIBLIOGRAFIA	68
6.1.	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS UTILIZADAS NA PESQUISA	67
7.2.	BIBLIOGRAFIA PRINCIPAL CONSULTADA PARA A PESQUISA	71

LISTA DE FIGURAS

Figura 1	Relação natureza X sociedade na história da economia ambiental.
Figura 2	Funções dos Serviços Ecossistêmicos de acordo com a Avaliação Ecossistêmica do Milênio e a relação com o Bem-Estar Humano.
Figura 3	Categorização dos Serviços Ecossistêmicos de acordo com Sanches (2014).
Figura 4	Quadro conceitual da Avaliação Ecossistêmica do Milênio sobre a relação dos fatores de mudança
Figura 5	Metodologia de análise e tarefas principais para identificação dos SE consideradas na Avaliação Ecossistêmica do Milênio
Figura 6	Passo a Passo da abordagem de serviços ecossistêmicos segundo o PNUMA.
Figura 7	Quadro de auxílio à priorização dos serviços ecossistêmicos de acordo com o WRI.
Figura 8	Roteiro básico sobre como avaliar os serviços ecossistêmicos no caso de estudos de impacto ambiental.
Figura 9	Exemplo da identificação de SE em estudos de impacto ambiental.
Figura 10	Estrutura geral da proposta de avaliação de SE em estudos de impacto ambiental segundo Sanches (2014).
Figura 11	Decomposição do valor econômico de um recurso ambiental segundo Maia (2014).
Figura 12	Métodos de valoração ambiental segundo Maia (2004).
Figura 13	Número de estudos que mapearam a demanda de SE por diferentes classes e distribuição geográfica.
Figura 14	Visão geral para a avaliação dos Serviços Ecossistêmicos.

LISTA DE TABELAS

Tabela 1	Definições de Serviços Ecossistêmicos encontrados na literatura segundo Munk (2015).
Tabela 2	Categorias de Serviços Ecossistêmicos em diferentes classificações.
Tabela 3	Estado Geral dos Serviços de Provisão, Reguladores e Culturais, considerados pela Avaliação Ecossistêmica do Milênio.
Tabela 4	Listagem e breve definição dos Serviços Ecossistêmicos.

SIGLAS

AAE	Avaliação Ambiental Estratégica
ABNT	Associação Brasileira de Normas Técnicas
ANA	Agência Nacional de Águas
CSC	Custo Social do Carbono
CDB	Convenção da Biodiversidade
CEBDS	Conselho Empresarial Brasileiro para o Desenvolvimento Sustentável
CNPq	Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico
COMPERJ	Complexo Petroquímico do Rio de Janeiro
EUPS	Equação Universal de Perda do Solo
FAPESP	Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo
FGVCes	Centro de Estudos em Sustentabilidade da Escola de Administração de Empresas de São Paulo Fundação Getúlio Vargas
FFLCH	Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas
GRI	Global Report Initiative
ICMS Ecológico	Imposto sobre a Circulação de Mercadorias e Serviços Ecológicos
IFC	<i>International Finance Corporation</i>
IPBES	<i>Intergovernmental Science Policy Platform on Biodiversity and Ecosystem Services</i> (Plataforma Intergovernamental sobre Biodiversidade e Serviços Ecosistêmicos)
IPCC	<i>Intergovernmental Painel Climate Change</i>
IPEA	Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada
MCR	Método de Custo de Reposição
MEA	<i>Millenium Ecosystem Assessment</i>
MMA	Ministério de Meio Ambiente
NASA	<i>National Aeronautics and Space Administration</i>
ONU	Organização das Nações Unidas
PESE	Parceria Empresarial pelos Serviços Ecosistêmicos
PNPSA	Política Nacional de Pagamento por Serviços Ambientais
PNUMA	Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente
PROHIDRO	Programa de Conservação e Revitalização de Recursos Hídricos
PSA	Pagamento por serviços ambientais
SE	Serviços Ecosistêmicos
SIBI-USP	Sistema Integrado de Bibliotecas da Universidade de São Paulo
SNUC	Sistema Nacional de Unidades de Conservação

SIGLAS (continuação)

TEEB	<i>The Economics of Ecosystems and Biodiversity</i>
EU	União Europeia
UFPA	Universidade Federal do Paraná
UFSCar	Universidade Federal de São Carlos
UNESP	Universidade Estadual Paulista
UNICAMP	Universidade Estadual de Campinas
USP	Universidade de São Paulo
WoS	<i>Web of Science</i>
WRI	<i>World Resources Institute</i>

* * *

AGRADECIMENTOS

À minha família que sempre apoia e está perto, meu porto seguro, e certamente aqueles que poderei contar para a eternidade. Nunca se está só quando há família, quando há amor. Que não lhes falte inspiração para a vida. Em especial aos meus pais, que são guerreiros, incríveis em força e luz. Agradecida por acreditarem e me amarem como sou.

À Alexandrina Moze Totoamo, minha gata felina, que me tirou da rua e me humanizou. O maior serviço ecossistêmico dos tempos. O compartilhamento da vida e do amor para sempre.

Ao Departamento de Geografia da FFLCH/USP pela oportunidade e apoio para a realização da presente pesquisa, em especial ao pessoal da Secretaria de Pós-Graduação, destacando Maria Aparecida, a “Cida”, cujo apoio foi mais do que fundamental para encerrar este curso dentro das regras da casa. Que lhe seja abundante a vida, em saúde e amor.

Ao Professor Antônio Carlos Colângelo, pelo apoio e oportunidade desta pesquisa, pela compreensão na mudança do caminho. Que lhe seja abundante a vida em inspiração para a continuidade de sua caminhada.

À Profa. Sueli Angelo Furlan e Prof. Paulo Antônio de Almeida Sinisgalli, também membros da banca examinadora, pelo apoio e incentivo sobre o tema proporcionado no período. Que seja abundante a vida, com muita inspiração para o desenvolvimento de vossas pesquisas e de incentivo aos seus alunos. O Amor que reverbera de vocês envolve a alma, encanta a pesquisa.

Aos demais membros da banca examinadora, Prof. Ricardo Pereira Fraga, e aos suplentes, Prof. Sidnei Raimundo e Profa. Simone El Khour, que a vida seja abundante em conhecimento.

Ao CPNq pelo apoio durante o período de 6 meses, com recurso residual de uma bolsa anterior. Ao Prof. Leonardo Cordeiro dos Santos, da UFPA, pelo apoio neste processo, fundamental para o realinhamento dos compromissos assumidos com a instituição.

Às pessoas que me acolheram, confiaram e puderam acompanhar meu caminho nesses últimos meses. Em especial Mariana, Lucas e Fabiana, minha gratidão. Que seja um desejo para o mundo, de amor e fraternidade sempre.

Aos colegas e professores da pós graduação, pela presença, ensinamentos, apoio e discussões sobre o tema e a vida. Ao Laboratório de Climatologia e Biogeografia, em especial ao Rogério, e ao Laboratório de Geomorfologia, à Marisa, pelo apoio sempre que solicitado.

E finalmente, importante agradecer às ausências, falhas e lacunas! O maior dos aprendizados num retorno à academia após 25 anos. Eis o trabalho! Pode não ser o melhor, mas uma travessia a ser feita em sentido ao futuro.

E num momento inspirado...

Ah Terra! Vamos cuidar de ti! E que se faça poesia, que sejamos amor. Que venha muita geografia, pra curar essa dor!

Minha Gratidão!

Cecília

Dezembro/2019

ASPECTOS DO MEIO FÍSICO NO CENÁRIO DOS SERVIÇOS ECOSISTÊMICOS

1. INTRODUÇÃO

Considerando que os ecossistemas são a interação entre os fatores bióticos e abióticos, e que as funções ecossistêmicas integram aspectos dos meios físico, biótico e socioeconômico, o objetivo desta pesquisa, por meio de revisão bibliográfica, foi a avaliação de como os aspectos do meio físico, no âmbito da geografia física, são abordados na área do conhecimento dos Serviços Ecossistêmicos (SE), destacando-se o cenário sobre o assunto principalmente no Brasil. Foi realizada uma revisão bibliográfica sobre serviços ecossistêmicos e suas aplicações, observando-se os conceitos e metodologias utilizados. Posteriormente, foi realizada uma avaliação teórico-metodológica seguida da identificação de variáveis em diferentes tipos de estudos.

Em relação aos serviços ecossistêmicos, o assunto surgiu em meio a outros eventos ambientais globais iniciados em 1972 pela ONU, na Conferência Internacional de Meio Ambiente, seguido por eventos e institucionalização da conservação dos recursos naturais, à exemplo do desenvolvimento de leis e políticas ambientais e criação de índices e certificações internacionais. A questão de base no cenário atual dos ecossistemas refere-se às condições de troca do sistema homem X natureza e da capacidade de suporte¹ do planeta em função de propriedades de consumo não necessariamente responsáveis. Alguns temas ambientais estão em destaque nas discussões técnicas e acadêmicas atuais, abarcando as esferas institucionais e legais perante o binômio conservação da natureza e a capacidade de suporte planetária.

Nas áreas do conhecimento os Serviços Ecossistêmicos adentram a biologia, a geografia, a sociedade e sua integração com a natureza, os usos do solo, as rochas e os recursos hídricos superficiais e subterrâneos, entre outros, podendo compor com as características climáticas e tendências culturais, políticas e estratégicas, um cenário mais do que integrado – um complexo sistema. Compreender e buscar o equilíbrio desses ecossistemas com as atividades e necessidades humanas, por um lado usando dos recursos e a natureza, e por outro dando suporte e provendo às necessidades humanas, é a grande questão chave para a sobrevivência e manutenção da vida na Terra.

Foi neste cenário que surgiram os serviços ecossistêmicos, cuja classificação mais tradicional (Santos, 2004) baseia-se nas funções que geram benefícios ao homem (denominados serviços) e são categorizadas como serviços de regulação, de suporte, de abastecimento ou provisão e culturais.

Os estudos sobre os serviços ecossistêmicos avançam em nível global, sendo as demandas identificadas caso a caso, conforme objetivos e foco definido para cada

---

¹ **Capacidade de Suporte:** Desde a década de 70, o conceito de capacidade de suporte tem sido aplicado para capturar, calcular e exprimir os limites ambientais causados pelas atividades humanas no planeta. Em ecologia aplicada, este conceito tem sido usado para a gestão de determinados habitats e ecossistemas e ao turismo (em parques nacionais, por exemplo). Em ecologia humana (análises das interações entre indivíduos, ambiente e sociedade, e das demandas dos seres humanos em relação ao meio ambiente), o conceito é aplicado para discutir e ilustrar os impactos ecológicos do crescimento da população humana, bem como os impactos causados pelo aumento do consumo (Seidl; Tisdell, 1999, in Fichino, 2014).

pesquisa. A Avaliação Ecosistêmica do Milênio (MEA, 2005) em seus estudos apontou as seguintes lacunas sobre o assunto:

- Restrições e divergências conceituais;
- Quantidade restrita de dados globais que possam servir de base para a avaliação dos serviços ecossistêmicos em ampla escala; e
- Abertura dos métodos de investigação e definição das variáveis a cada caso, destacando-se os sistemas participativos (consulta e manifestação das partes interessadas² no estudo e respectivos cenários).

A observação dos temas relacionados aos serviços ecossistêmicos permitiu constatar o uso de diferentes metodologias e conceitos, e o uso de variáveis a cada caso, sendo estas as principais características referentes ao assunto. Isto torna o tema intenso pela quantidade de informações geradas, porém, que podem não se corresponder nas diferenças e, tanto pelas fragilidades geradas por essas características que podem incorrer no questionamento dos resultados. Logo, serviços ecossistêmicos é um conceito polissêmico em franco desenvolvimento.

Por fim, vale ressaltar que do pensar sobre os ecossistemas e suas funções surgiu a necessidade de identificar como os aspectos do meio físico são abordados dentro deste arcabouço, considerando que o tema é bastante amplo, não sendo objetivo desta pesquisa discutir conceitos ou abarcar toda a bibliografia disponível, nem tampouco inventariar os estudos e metodologias. Visa trazer à tona alguns questionamentos quanto à abordagem dos aspectos do meio físico e a importância deste tema como base para a definição dos Serviços Ecossistêmicos.

Esta Dissertação está estruturada da seguinte forma:

- O Capítulo I refere-se à introdução, que traz uma visão geral da pesquisa, visando à inserção do leitor no cenário dos Serviços Ecossistêmicos.
- O Capítulo II apresenta as justificativas sobre a definição do tema desta dissertação, parte fundamental para a compreensão da pesquisa, trazendo o cenário e os conceitos sobre serviços ecossistêmicos, de forma a introduzir o leitor no assunto justificando a importância nos cenários mundial e brasileiro.
- Por se tratar de um levantamento bibliográfico, o Capítulo III discorre sobre os procedimentos adotados para a sistematização da pesquisa, referente basicamente a um levantamento bibliográfico e análise das informações sobre o tema e subtemas selecionados.

---

² Partes Interessadas - ISO 9001:2015 as partes interessadas correspondem a todos os elementos (pessoas, instituições, grupos, órgãos governamentais, etc.) que de alguma forma afetam ou são afetados pela sua organização (<https://blogdaqualidade.com.br/o-que-sao-partes-interessadas/>)

- O Capítulo IV – Revisão Bibliográfica adentra os conceitos necessários para embasar o objetivo da pesquisa, apresenta as metodologias utilizadas para a avaliação dos serviços ecossistêmicos, alguns estudos de caso permitindo especificar as diferentes visões nos ramos institucional, empresarial, acadêmico e estratégico.
- O Capítulo V apresenta as Considerações Finais do levantamento bibliográfico relativo à abordagem dos aspectos do meio físico no cenário dos serviços ecossistêmicos e analisa todos os demais conteúdos, de forma a aclarar a pesquisa e proporcionar um caminho de informação atual, tendências e passos possíveis em relação ao tema, na visão do autor.
- E por fim, o Capítulo VI apresenta as bibliografias utilizadas na pesquisa e referenciadas em texto e aquelas que foram consultadas como apoio à análise pertinente.

* * *

2. JUSTIFICATIVAS

O tema Serviços Ecosistêmicos é bastante amplo, sendo sua discussão um desafio perante as linhas científicas e aplicadas nas diversas áreas do conhecimento, compondo universos conceituais distintos, agrupados para um mesmo objetivo. É um conceito polissêmico, envolvendo diferentes disciplinas, e estas por sua vez dinâmicas no contexto conceitual, aplicado e nos cenários mundial e brasileiro. A seguir serão traçadas algumas considerações de base sobre os cenários e a conceituação geral dos Serviços Ecosistêmicos no mundo e no Brasil, visando introduzir a presente pesquisa sobre como os aspectos do meio físico estão sendo abordados nesse contexto.

2.1. Conceituação e Cenário Geral dos Serviços Ecosistêmicos

As transformações humanas nos sistemas naturais se intensificaram no século XX e inúmeras estratégias de proteção foram desenvolvidas e propostas no campo científico, pelas instituições responsáveis pelo planejamento ambiental e no mercado empresarial. Um marco nessas avaliações foi o documento da Avaliação Ecosistêmica do Milênio (MEA, 2005), cujos estudos iniciaram-se em meados da década de 1990, envolvendo mais de 1.360 especialistas dos principais centros de pesquisa do mundo, além de tomadores de decisão que trabalharam nas convenções internacionais³, apoiados pela Secretaria Geral das Nações Unidas. Esse documento refere-se à avaliação do estado de degradação, tendências e prioridades de proteção dos ecossistemas (<http://www.millenniumassessment.org>).

Isto motivou a proposição de avaliação dos serviços que os ecossistemas produzem à manutenção da qualidade de vida e as bases científicas para identificar, medir e propor a sua conservação, contando com associações múltiplas de conceitos e enfoques teóricos e metodológicos. Em 1998 foi publicado um estudo pelo PNUMA (Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente) da ONU (Organização das Nações Unidas), NASA (*National Aeronautics and Space Administration*) e Banco Mundial, apontando para uma avaliação mais integradora para as questões relacionadas ao clima, biodiversidade, desertificação e recursos florestais. Identificaram também que as metodologias e modelagens desenvolvidas ainda não haviam repercutido nos meios de interesse.

Esta discussão surgiu em meio a outros eventos ambientais globais, iniciados em 1972 pela ONU (Conferência Internacional de Meio Ambiente), seguida por eventos e institucionalização da conservação dos recursos naturais e manutenção da vida na Terra, à exemplo: desenvolvimento de leis e políticas ambientais, criação de índices e certificações de valores internacionais inclusive no mercado financeiro (Instituto Ethos – Selo IBase, 1998; ISE Bovespa, 2005; GRI – *Global Report Initiative*; Protocolo Verde; Pacto Global; Certificação Life; etc) políticas de desenvolvimento como Princípios do Equador (2003), o IPCC (*Intergovernmental Painel Climate Change*) com os relatórios sobre mudanças climáticas (2007), entre outros temas associados nesta tendência. O objetivo desse movimento foi a criação de valores sustentáveis, adentrando a esfera de

---

³ Documentos prospectados do site <http://www.millenniumassessment.org> relatam que esses grupos estiveram envolvidos na elaboração e implementação das Convenções da Rio-92 (Biodiversidade, Clima e Desertificação).

responsabilidade socioambiental, buscando agregar valor aos fluxos necessários à manutenção da vida e o uso sustentável dos recursos naturais.

A questão de base referia-se às condições de troca do sistema homem X natureza e da capacidade de suporte exaurida em função de propriedades de consumo não necessariamente responsáveis. Na ocasião, a Avaliação Ecosistêmica do Milênio revelou *que todos os ecossistemas da terra foram transformados de alguma forma através de ações humanas nos últimos 50 anos (MEA, 2005).*

Fichino (2014), citando Balmford *et al.* (2003), mostrou que as *estimativas sobre a situação dos ecossistemas apontam para um declínio de habitats e populações selvagens a uma média de 0.5% ao ano.* Entre os serviços ecosistêmicos considerados pela Avaliação Ecosistêmica do Milênio (2005), *60% estavam sendo degradados ou usados insustentavelmente* até o momento do relatório. Ainda apresentado por Fichino (*op cit*), os custos de perdas cumulativas do capital natural não estavam sendo repassados ou considerados em sua ordem de grandeza ao mercado produtor e consumidor, havendo um desequilíbrio das relações dentro da cascata de processos ecosistêmicos⁴.

O relatório TEEB⁵ (*The Economics of Ecosystems and Biodiversity*, 2008, in Munk, 2015), apresentou na ocasião que as florestas foram reduzidas em cerca de 40% nos últimos 300 anos, que o mundo perdeu cerca de metade das suas zonas úmidas desde o início do século 20, e que um terço dos recifes de coral tinham sido seriamente danificados por meio da pesca, poluição, doenças e branqueamento de corais.

A Plataforma Intergovernamental da Biodiversidade e Serviços Ecosistêmicos (IPBES, 2018, do inglês *Intergovernmental Science-Policy Platform on Biodiversity and Ecosystem Services*), lançou em março de 2018 a avaliação da condição da biodiversidade e serviços ecosistêmicos para as 4 regiões do mundo (África, Américas, Ásia-Pacífico e Europa e Ásia Central). Identificaram que:

...para a região das Américas, as populações de espécies diminuíram em 31% relativamente ao existente no tempo da chegada dos Europeus e que essa diminuição poderá chegar aos 40% em 2050. Com relação ao valor econômico das contribuições da natureza para as pessoas, este é correspondente ao PIB na região das Américas, no entanto cerca de 65% destas contribuições estão em decaimento, com 21% estando em declínio forte.

Atribuem o declínio da biodiversidade devido a um conjunto de pressões como mudanças no habitat, exploração e uso insustentável dos recursos naturais, poluição, mudança do clima e espécies invasoras, entre outras ameaças. Concluíram ainda que

---

⁴ Cascata de processos ecosistêmicos: cascata de relações e eventos entre processos e funções ecosistêmicas (Fichino, 2014).

⁽⁵⁾ TEEB - *The Economics of Ecosystems and Biodiversity* - parceria do MMA com o governo alemão para implementação de políticas Regionais e Locais com objetivo de integrar a biodiversidade e os serviços ecosistêmicos em processos de tomada de decisão nacional e regional; sediado pelo Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente e conta com o apoio da Comissão Europeia, do Ministério Federal do Meio Ambiente da Alemanha e do Departamento para o Meio Ambiente, Alimentação e Assuntos Rurais do Reino Unido; Ministério para Assuntos Externos da Noruega; Programa Interministerial para a Biodiversidade da Holanda; e a Agência Internacional de Cooperação para o Desenvolvimento da Suécia.

esse fato reduz a capacidade da natureza de contribuir com o bem-estar humano e ameaça economias, modos de vida, a segurança alimentar e a qualidade de vida das populações humanas ao redor do mundo.

De acordo com TEEB (2010b, c), conforme apresentado por Munk (2015), a degradação dos ecossistemas e a perda da biodiversidade ocorre devido à falta de reconhecimento da relação do bem estar humano com a conservação da biodiversidade. Atribui a abordagem do conceito dos serviços ecossistêmicos como um caminho complementar para colaborar na compreensão e conscientização dessas relações e estabelecer caminhos de bem estar humano e preservação ambiental junto às outras disciplinas sobre os diversos assuntos que cabem dentro desses serviços, num movimento de identificação de riscos e oportunidades e solução de conflitos. Discorre ainda sobre a incorporação dos SE nos cenários de decisão – institucional, pública, empresarial – otimizando custos e garantindo a *perpetuação dos meios de subsistência e auxiliar no combate à pobreza, ao revelar a distribuição de recursos e serviços essenciais* e escassos. O autor conclui ainda que por se tratar de um conceito que visa ao equilíbrio das necessidades humanas e à preservação dos recursos naturais, que deveria ser incluída nos estudos de impacto ambiental e nos planos de desenvolvimento econômico. Neste contexto vale ressaltar que bem estar não significa necessariamente a preservação do recurso natural, tornando-se um conceito frágil no cenário dos serviços ecossistêmicos.

Em linhas gerais, segundo Santos (2004), a classificação mais tradicional para os Serviços Ecossistêmicos :

...se baseia nas categorias das funções ecossistêmicas que originam o serviço. Porém, quando essas funções geram benefícios ao homem são chamadas de serviços e subdivididas em quatro categorias: (i) serviços de regulação (responsáveis pela regulação dos processos dos ecossistemas, como regulação do clima e da água); (ii) de suporte (necessários para a produção de todos os outros serviços dos ecossistemas, como a produção do solo, o ciclo de nutriente e a produção primária); (iii) de abastecimento ou provisão (fornecedores diretos de bens obtidos dos ecossistemas como alimentos, água potável e recursos genéticos); e (iv) culturais (fornecedoras de benefícios intangíveis obtidos dos ecossistemas, como recreação e educação).

O uso dos conceitos dos serviços ecossistêmicos vem sendo discutido também como uma ferramenta para o planejamento ambiental integrado em diversos setores e políticas. Segundo Munk (2015),

...o alcance limitado da atual visão estratégica de desenvolvimento, baseada no curto e médio prazo, não têm se mostrado eficaz para o uso sustentável dos serviços ecossistêmicos e da repartição equitativa dos bens naturais. Sendo, assim, de suma relevância a exploração e avaliação das opções de desenvolvimento calcado na percepção das limitações de uso dos serviços ecossistêmicos (Avaliação Ecossistêmica do Milênio, 2005).

À exemplo, conforme apontado por Turetta (2017), “a cada ano, perdem-se mais de 20 bilhões de toneladas de solos devido à erosão no mundo”, estando seis serviços ecossistêmicos dos solos sob ameaça: biomassa, recursos hídricos, saúde do solo, biodiversidade e provimentos econômico e social.

De acordo com o mesmo autor (Turetta, *op cit*), em levantamento realizado na literatura internacional e nacional, os serviços de provisão são os mais estudados e abordados no planejamento e gestão pública. Não dar tanta importância aos demais serviços de regulação, culturais e turismo podem levar ao esgotamento de recursos de base e prejuízos para a sociedade. Ao utilizar-se a abordagem dos serviços ecossistêmicos às demais formas de conhecimento agrega-se um valor de base visando, inclusive, à perpetuidade dos recursos em prol do bem-estar humano (visando a um sistema em equilíbrio).

Vale ressaltar que uma forma de identificar os serviços é pela aplicação de metodologias participativas⁶, sendo ouvidas as partes interessadas que vivem a realidade do sistema (ecossistema) estudado.

Na bibliografia algumas questões se repetem, enfatizando que se os SE forem considerados nas instâncias de tomadas de decisão para o planejamento ambiental e estratégico, os recursos naturais poderiam perpetuar, reduzindo custos de sobrevivência, melhorando a qualidade de vida, entre outros aspectos, auxiliando ainda a identificar de onde são provindos os recursos e quem se beneficia dos serviços.

Um exemplo de gestão pública refere-se ao Departamento do Meio Ambiente, Alimentação e Assuntos Rurais do Reino Unido, que criou um plano de ação para a integração da abordagem ecossistêmica nos seus planos de desenvolvimento (Munk, 2015). O sucesso desse plano foi refletido na compreensão dos benefícios providos por ecossistemas equilibrados; na comunicação mais eficaz das questões ambientais; e na maior consciência do valor dos recursos naturais. Houve ainda a melhoria da compreensão dos impactos ambientais, o que possibilitou uma tomada de decisão mais ajustada à realidade.

Dentro deste cenário e como exemplo de uma política de desenvolvimento sustentável, podem-se citar os Princípios do Equador⁷, política de sustentabilidade da *International Finance Corporation (IFC)*, setor financeiro do Banco Mundial. Esta instituição estabeleceu padrões de desempenho que visam ao desenvolvimento de projetos em países emergentes, de forma sustentável, visando ao gerenciamento de riscos e impactos socioambientais a fim de melhorar as oportunidades de desenvolvimento. A classificação adotada é bastante similar à definida pela Avaliação Ecossistêmica do Milênio (MEA, 2005): serviços de abastecimento, regulação, culturais e de apoio.

Outros mecanismos econômicos também já utilizam o conceito dos serviços ecossistêmicos, como os programas de Pagamento por Serviços Ambientais (PSA⁸). A

---

⁶ Metodologia Participativa - processo decisório participativo que implica em consultar as opiniões a todos que estejam de alguma forma envolvidos. Métodos de gestão participativa são adotados por organizações e/ou grupo de indivíduos que têm como objetivo principal uma melhor distribuição do poder de decidir. Promove o conhecimento e a aprendizagem por meio do processo decisório em si, que na maioria das vezes se torna mais importante do que a decisão final que será tomada (ANGELIS, 2011).

⁷ Princípios do Equador – Política de sustentabilidade adotada pela IFC – *International Finance Corporation* (instituição filiada ao Banco Mundial), para aplicação em projetos de desenvolvimento social e econômico em países abaixo da linha do Equador.

⁸ PSA - Uma transação voluntária na qual um serviço ambiental bem definido ou uma forma de uso da terra que possa segurar este serviço é comprado por pelo menos um comprador de pelo menos um provedor sob a condição de que o provedor garanta a provisão deste serviço (Wunder, 2005).

ideia base do instrumento é recompensar aqueles que produzem ou mantêm serviços ecossistêmicos e incentivar outros, que não o fariam sem o incentivo, a garantirem o provimento dos mesmos (MMA, 2011).

A preocupação com os serviços ecossistêmicos também pode ser observada em iniciativas setoriais conforme segue (Munk, 2015), mas sem a estas se restringir:

- Associação Internacional da Indústria do Petróleo para a Conservação Ambiental (IPIECA).
- África do Sul, mineração, guia publicado pelo Ministério de Meio Ambiente e Água.
- Índia, ranqueamento das minerações, baseado no desempenho das mesmas em vários aspectos ligados a sustentabilidade.
- Reino Unido: plano de ação para a integração da abordagem ecossistêmica, o qual já tem uma avaliação nacional dos ecossistemas.

Essa ação do Reino Unido, por exemplo, integra a Estratégia para Biodiversidade da União Europeia (UE) para 2020, que incluiu a necessidade dos países reconhecerem seus serviços ecossistêmicos com o mapeamento e valoração dos mesmos (*European Commission*, 2013a, *in* Munk, 2015).

Entre outras várias iniciativas, destaca-se o levantamento realizado pela agência BSR (*The Business of a Better World*) relacionando as iniciativas em serviços ecossistêmicos pelo mundo, sem a estas se restringir:

- África (Quênia, África do Sul, Botswana, Madagascar, Ruanda),
- Ásia (China, Vietnã, Filipinas, Japão),
- Oceania (Austrália e Nova Zelândia),
- América do Sul e Central (Colômbia, Equador, Costa Rica, Guatemala, México, Brasil e Peru),
- América do Norte (Estados Unidos e Canadá) e
- Europa (Alemanha, Suíça, Reino Unido, Espanha, Sérvia e Finlândia).

Destacam-se ainda, entre várias outras iniciativas em pauta no mundo, financiamentos públicos nas grandes potências mundiais – China, Estados Unidos e Europa (BSR, 2014, *in* Munk 2015). Deve-se ressaltar que outras iniciativas estão em pauta atualmente, mas não é objetivo desta pesquisa inventariá-las.

Outra tendência crescente é o aumento das pesquisas sobre os serviços ecossistêmicos. Oliveira *et al* (2016) realizou um estudo com análise cienciométrica sobre a valoração econômica dos serviços ecossistêmicos. Descreveu e analisou as *tendências da produção científica em valoração econômica dos serviços ecossistêmicos* por meio de uma busca por artigos publicados na base de dados Thomson-ISI, constando, entre outros resultados, que:

- Houve um aumento de publicações sendo que a maioria foram estudos teóricos (83%), possivelmente por se tratar de um assunto recente na literatura.

- A partir de 2012 ocorreu o predomínio da valoração de “paisagens” e serviços ecossistêmicos da categoria “cultural”.

Concluiu que o tema tem crescido, mas mesmo assim há serviços, organismos e paisagens globalmente importantes que não estão sendo enfatizados por parte dos estudos. Os principais interesses estão relacionados à mudanças climáticas, produtividade agrícola, créditos de carbono, contaminação da água e mudanças no uso do solo. Também foi observada uma avaliação de acordo com os interesses econômicos.

Observa-se que a valorização do assunto é crescente, pois as empresas e instituições começaram a identificar que esse tipo de avaliação auxilia a tomada de decisão num vasto leque de temas, trazendo robustez e eficácia às ações, numa relação positiva de custo benefício, abertura de novos mercados, valorização dos produtos e ecossistemas, além do cumprimento dos ditames legais e regulatórios pertinentes ao assunto.

2.2. O Cenário dos Serviços Ecossistêmicos no Brasil

A iniciativa de serviços ecossistêmicos no Brasil foi estimulada e introduzida num contexto de grande motivação relacionada ao desmatamento ocasionado pela expansão da agricultura na Amazônia (Balvanera *et al*, 2012, *in* Munk, 2015). Porém, o cenário ainda é incipiente, pois o tema vem sendo tratado, na maioria das instituições, de forma conceitual.

No Brasil destacam-se as seguintes instituições e organizações envolvidas com o assunto: MMA (Ministério de Meio Ambiente), FAPESP (Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo), SNUC (Sistema Nacional de Unidades de Conservação), PSA (Pagamento por serviços ambientais), ANA (Agência Nacional de Águas), PROHIDRO (Programa de Conservação e Revitalização de Recursos Hídricos), IPEA (Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada), Parceria Empresarial pelos Serviços Ecossistêmicos (PESE), Centro de Estudos em Sustentabilidade da Fundação Getúlio Vargas e o Conselho Empresarial Brasileiro para o Desenvolvimento Sustentável (CEBDS), e com apoio de instituições internacionais, TEEB (*The Economics of Ecosystems and Biodiversity*), e o WRI ⁹ (*World Resources Institute*), com apoio da Agência Americana para o Desenvolvimento Internacional.

Iniciativas como o Imposto sobre a Circulação de Mercadorias e Serviços Ecológicos (ICMS–Ecológico – década de 90) foi considerada uma iniciativa relacionada à questão da biodiversidade, arcabouço este que se desenvolveu junto à legislação ambiental de forma significativa desde a década de 90. Hoje outros recursos associados ao Sistema Nacional de Unidades de Conservação (SNUC) da Lei 9.965/2000, Política Nacional de Recursos Hídricos (Lei 9433/1997), Política Nacional de Mudanças do Clima

---

⁹ *WRI - World Resources Institute* - instituição global de pesquisa com atuação em mais de 50 países. No Brasil é um instituto de pesquisa que transforma grandes ideias em ações para promover a proteção do meio ambiente, oportunidades econômicas e bem-estar humano. Atua no desenvolvimento de estudos e implementação de soluções sustentáveis em clima, florestas e cidades. Alia excelência técnica à articulação política e trabalha em parceria com governos, empresas, academia e sociedade civil (<https://wribrasil.org.br/pt>)

(Lei 12.187/2009), Programa Bolsa Verde (Lei 12.512/2011), Programa de Desenvolvimento Socioambiental da Produção Familiar Rural (Proambiente) associado ao MMA, Agência Nacional de Águas (ANA) com o Programa Produtor de Água, entre outros programas e diplomas legais nas esferas estaduais e federal, discorrem sobre gestão de recursos naturais, biodiversidade, compensações entre outros temas similares.

Na esfera estadual, algumas leis de Pagamentos por Serviços Ambientais (PSA) já foram instituídas, as quais de alguma forma sucedem serviços ecossistêmicos, a saber: Estados de São Paulo, Acre, Amazonas, Espírito Santos, Minas Gerais, Rio de Janeiro, Santa Catarina, Paraná, Rio Grande do Sul. O Plenário da Câmara dos Deputados aprovou em setembro de 2019 o Projeto de Lei 312/15, que cria a Política Nacional de Pagamento por Serviços Ambientais (PNPSA), destinada a ajudar produtores, indígenas, quilombolas e comunidades tradicionais a conservar áreas de preservação.

Neste ponto vale um aporte sobre o conceito de PSA. De acordo com MUNK (2015), e conforme observado em várias bibliografias,

No Brasil, o termo “serviços ecossistêmicos” é muitas vezes utilizado como sinônimo do termo “serviços ambientais”... Embora reconheçam a diferença, adotam o termo serviços ambientais como um termo geral, englobando as duas definições (MMA, 2011; Santos e Vivan, 2012; Tito e Ortiz, 2013).

No Projeto de Lei sobre a Política Nacional de Pagamentos por Serviços Ambientais (PSA, PL 792/2007), é apontada a diferença entre os conceitos, onde:

(i) Os serviços ecossistêmicos são definidos como benefícios relevantes para a sociedade, gerados pelos ecossistemas e os (ii) serviços ambientais são aqueles que podem favorecer a manutenção, a recuperação ou o melhoramento desses benefícios.

Wunder (2005) define pagamento por serviços ambientais como

Uma transação voluntária na qual um serviço ambiental bem definido ou uma forma de uso da terra que possa segurar este serviço é comprado por pelo menos um comprador de pelo menos um provedor sob a condição de que o provedor garanta a provisão deste serviço.

Observa-se que no Brasil, além da condução da temática pelos PSA, os projetos estão direcionados prioritariamente para os temas de proteção aos recursos naturais, mudanças climáticas, biodiversidade e gestão das águas, sendo os demais temas pouco abordados.

Além da esfera pública responsável pelo planejamento e pelos ditames legais, vale citar no Brasil iniciativas do setor empresarial, destacando-se que o primeiro relatório do TEEB foi direcionado para o setor privado de negócios (TEEB no Brasil - Iniciativa Capital Natural do Brasil - TEEB- Brasil, 2012). O TEEB foi fruto de uma parceria do MMA com o governo alemão para implementação de políticas Regionais e Locais com objetivo de integrar a biodiversidade e os serviços ecossistêmicos em processos de tomada de decisão nacional e regional. Desta parceria foram estruturados manuais e

realizados treinamentos para a integração dos serviços ecossistêmicos no planejamento. Iniciaram as atividades em 2011 com o objetivo de trazer para a gestão pública e os tomadores de decisão, o valor econômico da biodiversidade e dos serviços ecossistêmicos. Foi dividido em quatro componentes: formulação de políticas nacionais; setor de negócios; para cidadãos; e governos regionais e locais.

No mesmo ano de 2011 foi criada a Parceria Empresarial pelos Serviços Ecossistêmicos (PESE), uma cooperação entre o Centro de Estudos em Sustentabilidade da Fundação Getúlio Vargas, o Conselho Empresarial Brasileiro para o Desenvolvimento Sustentável (CEBDS), e o WRI, com apoio da Agência Americana para o Desenvolvimento Internacional. A PESE tem como objetivos:

...melhorar a capacidade das empresas de reduzir seus impactos negativos sobre os serviços ecossistêmicos; demonstrar o valor dos ecossistemas e da conservação da biodiversidade, por meio do desenvolvimento de estratégias empresariais para a manutenção desses serviços; e alcançar resultados práticos que colaborem com a ampliação das estratégias empresariais.

Dessa parceria foi estruturado um manual com uma metodologia para Avaliação Empresarial dos Serviços dos Ecossistemas (FGVCes, 2016), visando não somente a avaliação dos SE, mas o *desenvolvimento de estratégias para a gestão de riscos e oportunidades decorrentes da dependência e impactos das empresas nos ecossistemas*, a qual pode ser integrada aos sistemas de gestão ambiental já existentes (WRI, 2012). Neste ritmo, o CEBDS realizou estudos visando identificar as oportunidades e riscos da internalização dos serviços ecossistêmicos nos negócios das empresas. Os resultados, neste caso, apontaram para a integração entre os setores público e privado, por meio de ações para aperfeiçoar processos de licenciamento ambiental e a necessidade de estruturação de um banco de dados sobre o assunto. O autor concluiu que

...no Brasil existem diferentes ações envolvendo o conceito de serviços ecossistêmicos. Entretanto, essas iniciativas no setor público possuem, em geral, uma abordagem mais compensatória que estratégica, no sentido de não estarem inseridas em iniciativas de planejamento.

Conforme organizado por Roma *et al* (2013), o Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada (IPEA) publicou uma análise das lacunas de informação sobre o assunto. Em linhas gerais, foi dada ênfase aos temas Regulação Hídrica e Climática, seguidos do Turismo, destacando-se os serviços ecossistêmicos de regulação, suporte e culturais, cujos valores não costumam estar incorporados aos preços de mercado. Cabe ressaltar que o foco dessa análise se restringiu a ações que levaram em consideração o valor econômico dos serviços ecossistêmicos. A maioria dos trabalhos levantados foi realizada na Amazônia, e os Pampas tiveram o menor número de estudos.

Nota-se que as ações citadas se inserem no campo conceitual, sendo restritos os resultados até o momento.

Destaca-se que atualmente a plataforma da biodiversidade brasileira, programa gerido pela FAPESP (Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo), tem

como um dos objetivos formatar um banco de dados sobre a biodiversidade considerando-se também os serviços ecossistêmicos.

Observa-se com o cenário acima que o tema no Brasil, mesmo que em parceria com instituições globais e internacionais, vem sendo abordado por algumas instituições públicas e privadas, porém, de forma incipiente e ainda conceitual na maioria dos casos.

2.3. Funções e Serviços Ecossistêmicos e os aspectos do Meio Físico

De acordo com MMA (2003), ecossistemas são complexos, pois integram *dinâmicas e contínuas interações entre seres vivos e não vivos em seus ambientes físicos e biológicos, nos quais o homem é parte integral*. Nessa interação a dinâmica de adaptação às mudanças é um processo contínuo, mesmo que devido a condições naturais. Apresentam *propriedades sistêmicas macroscópicas como estrutura, relação produtividade-diversidade e padrões de fluxos de nutrientes* como efeitos de retroalimentação (“feedback”) segundo Levin (1998, *in* MMA, 2003), implicando em um equilíbrio dinâmico evolutivo. Somado à Tansley (1935, *in* Kato et al, 2016), incluem não apenas as interações entre os organismos, mas entre a totalidade complexa dos fatores físicos que formam o que é conhecido como ambiente. Cabe destacar os aspectos da estrutura do ecossistema, associado pelo autor aos recursos bióticos (flora e fauna, sua distribuição, etc) e recursos abióticos (combustíveis fósseis, minerais, terra e energia solar), *a qual fornece as fundações sobre as quais os processos ecológicos ocorrem* (Turner; Daily, 2008; Daly; Farley, 2004 *in* MMA, 2003).

Segundo Costanza et al. (1993, *in* MMA 2003), o comportamento do sistema não é mecanicista, ou seja, há uma dinâmica não linear nos processos, o que os torna mais sensíveis às mudanças, mesmo com boa capacidade e resiliência. MMA (2003), com base no estudo em vários autores, apresenta a **variabilidade** dos ecossistemas, a qual

*...consiste nas mudanças dos estoques e fluxos ao longo do tempo, devido, principalmente, a fatores estocásticos, intrínsecos e extrínsecos, enquanto que a **resiliência** pode ser considerada como a habilidade de os ecossistemas retornarem ao seu estado natural após um evento de perturbação natural, sendo que quanto menor o período de recuperação, maior é a resiliência de determinado ecossistema.*

Segundo Andrade (2009), ao se ultrapassar os limiares ou pontos de ruptura (*breakpoints*) poderão ser causados danos irreversíveis aos ecossistemas, considerando que as atividades antrópicas só serão sustentáveis perante a resiliência de um ecossistema.

Observa-se acima que a dinâmica dos ecossistemas associa-se às **funções ecossistêmicas**, definidas como *as constantes interações existentes entre os elementos estruturais de um ecossistema, incluindo transferência de energia, ciclagem de nutrientes, regulação de gás, regulação climática e do ciclo da água* (Daly; Farley, 2004, *in* MMA, 2003), ou seja, *subconjunto dos processos ecológicos e das estruturas ecossistêmicas* (De Groot et al., 2002). Completa este raciocínio considerando que é por

meio das funções que os serviços são originados (como se pode observar em sua própria classificação já apresentada nesta pesquisa). Fluxos de materiais, energia e informações derivados dos ecossistemas naturais e cultivados que, combinados com os demais tipos de capital (humano, manufaturado e social) produzem o bem-estar humano, trazendo implícita a ideia de valor humano.

A despeito de sua grande variedade, as funções ecossistêmicas podem ser agrupadas em quatro categorias primárias, quais sejam: i) funções de regulação; ii) funções de habitat; iii) funções de produção; e iv) funções de informação (De Groot *et al.*, 2002, *in* MMA, 2003). As duas primeiras classes proporcionam suporte e manutenção dos processos e componentes naturais, contribuindo para a provisão das demais funções. Observa-se acima que as funções muito se aproximam da classificação dos serviços ecossistêmicos.

Fato importante nesta integração é que *um único serviço ecossistêmico poder ser o produto de duas ou mais funções, ou uma única função pode gerar mais que um serviço ecossistêmico* (Costanza *et al.*, 1997; De Groot *et al.*, 2002 *in* MMA, 2003). Soma-se nesta condição a questão das escalas de observação e objetivo do olhar que se propõe a definir os SE.

Nas funções de regulação relacionadas à capacidade dos ecossistemas regularem processos ecológicos essenciais de suporte à vida, através de ciclos biogeoquímicos e outros processos da biosfera, destacam-se os solos e os processos de dinâmica superficial associados.

Todos esses processos são mediados pelos fatores abióticos de um ecossistema, juntamente com organismos vivos através de processos evolucionários e mecanismos de controle. Além de manterem a saúde dos ecossistemas, as funções de regulação estão envolvidas com os fatores bióticos e abióticos e manifestam impactos diretos e indiretos sobre as populações humanas.

Um exemplo relaciona-se às mudanças climáticas, ou seja, esse sistema tem fatores preponderantes de regulação do clima com impactos / consequências sistêmicas significativas. Os componentes avaliados para a mudança climática são de caráter biótico e abiótico, numa cadeia de eventos bem complexa, observando-se um impacto global para situações que são geradas de forma pontual e/ou regional. Conclui-se que os ecossistemas impactados não são somente aqueles onde o impacto é gerado.

Outras funções de regulação relacionam-se a aspectos estruturais dos ecossistemas, como:

- Cobertura vegetal e o sistema de raízes;
- Capacidade de absorção de água e resistência eólica da vegetação;
- A capacidade de retenção (proteção) de solo, que previne o fenômeno de erosão e compactação do solo, proporcionando as (re)ciclagens de nutrientes vitais ao crescimento e ocorrência das formas de vida.
- Assimilação e reciclagem de resíduos (orgânicos e inorgânicos)

Os **serviços de suporte** são aqueles necessários para a produção dos outros serviços ecossistêmicos. Eles se diferenciam das demais categorias na medida em que

seus impactos sobre o homem são indiretos e/ou ocorrem no longo prazo. Como exemplos, pode-se citar a produção primária, produção de oxigênio atmosférico, formação e retenção de solo, ciclagem de nutrientes, ciclagem da água e provisão de habitat.

É interessante observar que sem os serviços de regulação e suporte, os serviços de produção ou provisão e outros podem sofrer alterações. Com este conceito de base conclui-se que se os serviços ecossistêmicos tem como referência as funções ecossistêmicas, todo e qualquer serviço terá sua base no contexto físico, incluindo os serviços culturais mesmo que de forma indireta.

Neste sentido, observa-se que os aspectos do meio físico, além de estarem associados principalmente aos serviços de suporte e regulação (mas não somente a estes), também perfazem a base do funcionamento do ecossistema.

Com base nestes conceitos, os aspectos do meio físico considerados referem-se aos componentes dos processos de dinâmica superficial, estando associados à estruturação dos ecossistemas. Ou seja, deve-se considerar as rochas de origem, os aspectos litoestruturais, a atuação do clima sobre os materiais e o desenvolvimento do relevo, a formação dos solos e os usos naturais e antrópicos associados, bem como aos efeitos de toda essa dinâmica sobre a superfície. Incluem-se na dinâmica superficial os processos erosivos, movimentos de massa, com consequências como perda de solo, assoreamento, inundações, processos de desertificação, muitas vezes considerados como mudanças irreversíveis ao denominado estado original. As variáveis integram-se no contexto geográfico que mostra a susceptibilidade das áreas aos diferentes tipos de ocupação e uso da terra – antrópico ou natural – e se apresentam em diferentes gradações de risco aos processos de dinâmica superficial (erosão, assoreamento, movimentos de massa, etc).

Vale observar que as mudanças ora atribuídas se referem principalmente aos efeitos das atividades antrópicas em alterar ou acelerar as transformações e/ou modificações em um sistema ou ecossistema, pois o estado original é uma condição de constante mudança.

Em resumo, vale citar Giustina e Neto (2008), que concluíram que o meio físico é fundamental para a compreensão dos processos ecológicos locais e regionais, associados às configurações fisiográficas que modelam os tipos de ecossistemas, ou seja, também são responsáveis pela manifestação biogeográfica, sendo a base de um processo. Turetta *et al* (2017), aponta que o solo é a cobertura de contato com o meio, sendo representativo na abordagem dos serviços ecossistêmicos.

Nota-se a importância dos aspectos do meio físico no cenário dos serviços ecossistêmicos, os quais são necessários para a compreensão do funcionamento do sistema. Não incluí-los na análise pode ameaçar a capacidade de suporte do ecossistema ao longo do tempo com consequências para o próprio SE, para a natureza e o bem estar humano.

2.4. A escolha do tema Serviços Ecossistêmicos

De acordo com as dimensões acima se pode observar o espectro multi e interdisciplinar associado ao assunto, sendo sua condução um desafio profissional, científico e para a gestão pública, porém, de grande importância perante o cenário ambiental global.

As definições e metodologias sobre e para a avaliação dos SE apresentam-se em franco desenvolvimento e sua aplicação incipiente no Brasil, com alguma ênfase em países europeus. Tem-se uma equação com variáveis diversas, que são definidas a cada caso, de acordo com a entrada e saída dos sistemas, num fluxo de ações, impactos, responsabilidades e benefícios devidamente distribuídos.

Esta justificativa demonstra a importância e a extensão do assunto SE em nível mundial, permitindo estabelecer um grau de relevância significativo, uma vez que visa trabalhar o equilíbrio entre o bem estar humano e preservação da biodiversidade.

Em relação ao meio físico, devido ao seu posicionamento na função ecossistêmica, compreende-se que sua inclusão como base da identificação e avaliação dos SE é de grande importância e vai além da definição de bem estar desejada no conceito – inclui aspectos que são fundamentais não somente para os SE, mas para a manutenção da qualidade de vida e preservação da natureza.

3. METODOLOGIA PARA A ELABORAÇÃO DA PESQUISA

Considerando os métodos existentes para revisões bibliográficas (mapeamento, avaliação e síntese), foi utilizada para a pesquisa a revisão sistemática (DEPAEPE; VERSCHAFFEL; KELCHTERMANS, 2013, *apud* UNESP, 2015), sendo este método explícito e passível de reprodução, proporcionando uma varredura analítica com critério científico. Segundo BRITES (2010), a revisão sistemática da literatura

... estabelece previamente e torna explícitos os critérios utilizados na busca e na seleção de publicações, resultando em levantamento abrangente e rigoroso do tópico pesquisado, que evita enviesamentos e aumenta a confiabilidade da discussão (AKOBENG, 2005).

Também foi utilizada a consulta a especialistas, considerando-se o arcabouço de bibliografias disponibilizados nas disciplinas cursadas durante o período.

A pesquisa foi desenhada em três grandes etapas: (i) levantamento bibliográfico; (ii) revisão bibliográfica e (iii) avaliação teórico-metodológica da abordagem dos serviços ecossistêmicos, com foco nos aspectos do meio físico.

Para o mapeamento sistemático foi realizado o Levantamento Bibliográfico, *que tem por finalidade localizar as referências sobre os temas (CERVO; BERVIAN, 2002, apud UNESP, 2015), em seus diferentes formatos: livros, artigos, sites, revistas, teses, relatórios, etc.* Foi utilizado o aplicativo Mendeley que permite a catalogação e o acesso via internet de material identificado sobre o assunto.

Na consulta aos especialistas e outras fontes foram pesquisadas as seguintes bases de dados: (i) bibliotecas das universidades nacionais (SIBI_USP, UFSCar, UNESP,

UNICAMP); (ii) *Web of Science* (WoS); *Science Direct*; institutos nacionais e internacionais (FAPESP, Instituto Humboldt); bibliografia disponibilizada nas disciplinas durante os cursos do período.

No levantamento sistemático, num primeiro momento as publicações foram arquivadas a partir dos seguintes critérios de inclusão:

- Discussões conceituais sobre Serviços Ecossistêmicos;
- Discussões práticas;
- Resultados de monitoramentos.

Com os avanços do levantamento novas classes foram definidas e referenciadas pelas palavras-chaves, conforme será visto adiante.

Ao explorar a ferramenta Mendeley em sua totalidade e a fim de manter critério científico, num segundo momento da pesquisa bibliográfica foram utilizadas palavras chaves neste gerenciador, cuja avaliação foi realizada também pela combinação das palavras, apontadas pelos conjuntos definidos nos títulos e por outras palavras chaves das referências bibliográficas. As principais palavras chaves e adicionais para a presente pesquisa foram: serviços ecossistêmicos, valoração ambiental, processos do meio físico, geomorfologia, pedologia, solos, paisagem e planejamento ambiental integrado. Esta fase da busca proporcionou uma nova divisão dos resultados em duas partes:

- Relacionados ao conceito de Serviços Ecossistêmicos propriamente dito e o atual estado da arte – quais os resultados de sua aplicação e tendências; e
- Como estão sendo abordados os aspectos do meio físico nesse cenário.

Nota-se que ambas as divisões foram mantidas, sendo necessária a migração do primeiro lote de referências para a nomenclatura da busca por palavras chaves.

Paralelamente foram agregadas nessas classificações as bibliografias de outras fontes (consulta a especialistas e outros), sendo realizada a avaliação teórico-metodológica para a contextualização dos Serviços Ecossistêmicos seguida da análise do “estado da arte” (aprofundamento da análise segundo PICHETH, 2007; ROMANOWSKI; ENS, 2006, *apud* UNESP, 2015) da aplicação e o papel dos aspectos do meio físico dentro desse contexto.

Conforme apresentado acima, o levantamento bibliográfico foi realizado em duas etapas distintas:

- Uma fase inicial utilizando-se buscas pela internet em diferentes sites, com o tema Serviços Ecossistêmicos e Meio Físico;
- Num segundo momento, busca com a ferramenta Mendeley, como gerenciador de referências bibliográficas.

3.1. Levantamento Bibliográfico

Na primeira fase o levantamento bibliográfico foi realizado em diferentes fontes, a saber:

- Science Direct e Web of Science (WoS);
- Google Acadêmico e Google;
- Bibliotecas das universidades nacionais (SIBI_USP, UFSCar, UNESP, UNICAMP);
- Institutos nacionais e internacionais (FAPESP, Instituto Humboldt, etc);
- Arcabouço das disciplinas realizadas no período.

No total foram selecionadas e baixadas 810 referências das fontes variadas, incluindo disciplinas cursadas durante a fase do mestrado, e 112 do sistema disponibilizado pelo SCIENCE DIRECT utilizando-se a “expressão” chave Serviços Ecosistêmicos.

Na segunda etapa foram seguidos os passos abaixo com o Gerenciador Mendeley, detalhados no item a seguir:

- Construção de uma lista de palavras-chaves em duas categorias: i) ampla e ii) direta (tema e subtemas);
- Condução da busca no foco do tema e subtemas definidos para a pesquisa;
- Armazenamento (para o tema e subtemas), em subpastas com as palavras-chaves e referências mais relevantes;
- Identificação de referências sobre o estado da arte do tema e outras necessárias para o embasamento da pesquisa por meio da leitura do título, do resumo e em alguns casos acessando o material.

Desta etapa foram selecionadas 392 referências, de um montante de aproximadamente 1.600, priorizando o aplicativo Mendeley.

O arcabouço total de referências direcionadas ao assunto chegou a 1.314 títulos, com corte em março de 2019, considerando que, de todos os canais de busca, ocorreram referências repetidas e por vezes conteúdos similares publicados em locais diferentes.

3.1.1. Aplicativo Mendeley – gerenciador de referências bibliográficas

O Mendeley é um aplicativo com interface intuitiva com integração com o pacote Office e integração com o MS Word, disponível para ambientes IOS e Android com plataforma web. Tem como opção a formatação no estilo da ABNT, vídeos tutoriais, extensão para *google chrome*. Permite a edição de estilos e adição de arquivos digitais além da conversão para outros formatos.

A partir das referências baixadas é possível acessar, do próprio arquivo em word, a citação bibliográfica de uma determinada referência, assim como sua transcrição para a bibliografia no formato definido ABNT.

- **Busca no aplicativo Mendeley**

Para a seleção dos materiais no gerenciador de referências Mendeley foram seguidos os seguintes passos:

1. Seleção por palavra chave principal - TEMA:

Linha mestra: SERVIÇOS ECOSSISTEMICOS - foram abarcados mais de 1.600 títulos inicialmente, considerando que com a palavra serviços várias derivações de outros temas foram agregadas. A busca foi realizada em português, inglês e espanhol. Destas, foi realizada uma seleção visual pelo tema, restando 392 que abordavam SE, já direcionadas para o interesse desta pesquisa.

2. Seleção pelos títulos e resumos dentro do TEMA

Do universo de referências foi feita uma análise de títulos e resumos (quando disponíveis), e em alguns casos o acesso ao conteúdo da referência para checar a compatibilidade com o interesse da pesquisa. Foram descartadas as seguintes referências por não estarem no foco da presente pesquisa:

- Anteriores ao ano 2000, a não ser que partilhassem conceitos e história necessárias para a compreensão do assunto, destacando-se autores mais conhecidos na bibliografia;
- Referências genéricas que discutiam os conceitos e a pertinência de questões globais exceto algumas referências básicas necessárias para embasar a presente pesquisa;
- Discussões políticas e institucionais, que embora importantes para a compreensão do assunto, não são foco neste momento; e
- Discussões conceituais sobre funções ecossistêmicas e as controvérsias com serviços ambientais e valoração econômica.
- Restaram nesta 2ª. etapa 332 referências.

3. Seleção por palavras chaves de relação direta - SUBTEMAS e separação em pastas¹⁰

Dentro deste conjunto, uma nova seleção por palavras chaves foi realizada:

- Geomorfologia / Dinâmica de Superfície;
- Paisagem / Dinâmica da Paisagem;
- Solos / Erosão;
- Meio Físico;
- Valoração Ambiental.

---

¹⁰ As palavras chaves selecionadas estavam inseridas como subtemas no conjunto de referências bibliográficas dos Serviços Ecossistêmicos (dentro da busca sistemática). Procurou-se utilizar as palavras chaves diretamente relacionadas aos atributos do meio físico. O conceito de Geodiversidade não foi utilizado como palavra chave por se tratar de mais um conceito polissêmico, o qual abarca os aspectos do meio físico, inclusive como patrimônio, base para a biodiversidade e geoconservação. Sugere-se, no entanto, o uso deste conceito associado aos serviços ecossistêmicos para a continuidade da pesquisa.

Foram procuradas outras referências com geoindicadores, dinâmica superficial, processos do meio físico e pedologia, as quais não refletiram em resultados significativos relacionados aos serviços ecossistêmicos dentro do Mendeley, sendo estes temas agrupados aos demais definidos acima. Conforme os estudos avançaram, percebeu-se que a distinção em subtemas não estava apropriada, uma vez que serviços ecossistêmicos é um assunto complexo e multidisciplinar. Optou-se em manter uma seleção sobre meio físico geral, somando 210 referências alocadas. Destas, 55 foram efetivamente analisadas e trabalhadas nesta dissertação.

3.2. Revisão bibliográfica

Num primeiro momento e em paralelo à fase inicial do levantamento bibliográfico, a abordagem foi encaminhada para três grandes blocos: empresarial, científica e institucional. Com o avanço do levantamento bibliográfico, também foi ressaltada a seleção dos blocos por palavras chaves, optando-se em utilizar a separação pelos blocos subtemáticos apresentados no item anterior. Nas duas seleções foram priorizadas a qualidade dos dados, as escalas de trabalho, os cenários definidos para cada análise, a flexibilidade possível, seja de resultados práticos ou conceituais, as variáveis / indicadores utilizados e a importância atribuída aos mesmos, entre outros contextos e atributos que colaboraram no delineamento da amostra analisada.

3.3. Avaliação Teórico-Metodológica da Abordagem dos Serviços Ecossistêmicos

Para realizar a avaliação teórico-metodológica foi estruturada inicialmente uma planilha com o objetivo de permitir a visualização dos seguintes dados: Referência Bibliográfica, Variáveis, Método, Indicadores e Avaliação Geral. Com esta estrutura o objetivo foi compreender o arcabouço de variáveis e indicadores do meio físico nas referências avaliadas. Essa construção permitiu observar a diferença entre os estudos e referências analisadas, não sendo possível uma padronização para apresentação. Desta forma, os dados levantados foram discutidos em texto, conforme demonstram os próximos capítulos.

4. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

Para a adequada compreensão do objetivo desta pesquisa, foram necessárias análises sobre os conceitos e metodologias existentes sobre Serviços Ecossistêmicos, de forma a identificar como são abordados os aspectos do meio físico nesse contexto. A seguir são traçadas as seguintes considerações, sem o objetivo de inventariar os materiais sobre o assunto:

- Conceitos sobre as definições dos SE, compreendendo o cenário mundial, tendências, a origem dentro do contexto econômico, entre outros aspectos.
- Metodologias de avaliação dos serviços ecossistêmicos trazendo alguns exemplos das instituições que deram origem ao tema (Avaliação Ecossistêmica do Milênio, WRI, PNUMA, etc), além de contextos práticos relacionados ao setor de planejamento ambiental como a inserção da avaliação dos SE em impactos

- ambientais e avaliações estratégicas;
- Valoração ambiental, visando à compreensão conceitual geral e o cenário junto aos SE;
- Demanda por serviços ecossistêmicos - estudos de caso que exemplificam o cenário mundial sobre a situação;
- Abordagem dos SE em Estudos de Caso no Brasil.

O cenário permitido pelas informações acima ofereceu uma referência para a análise dos aspectos do meio físico apresentada adiante.

4.1. Conceituação e Categorização dos Serviços Ecossistêmicos

Conforme já apresentado na justificativa desta pesquisa e apontado por GOMEZ *et al* (2009), desde a década de 70 vem sendo discutidos os conceitos dos serviços ecossistêmicos, considerando sua natureza e respectiva monetarização nas áreas da economia ambiental e ecológica, tratados em diferentes áreas do conhecimento, a saber:

- Planejamento e gestão pública, visando ao manejo integrado dos ecossistemas;
- Contexto ambiental e de desenvolvimento sustentável, considerando a cadeia de eventos de produção (entradas e saídas dos processos produtivos).

De acordo com Guedes e Seehusen (2011, *apud* Bernardo, 2016), o modo de vida estabelecido no planeta depende dos recursos naturais e dos benefícios por eles ofertados, que por sua vez associam-se às condições físico-químicas e biológicas estabelecidas entre os fatores bióticos e abióticos. Conforme analisado por Fichino (2014), os serviços ecossistêmicos visam à identificação da capacidade de suporte dos estoques do capital natural em relação às necessidades e benefícios associados ao ser humano e respectiva capacidade de recuperação e regeneração do sistema, esta apontada como uma cascata de processos interligados.

Em linhas gerais, e segundo Munk (2015), a contribuição dos ecossistemas para o bem-estar humano vem sendo descrita por meio dos serviços ecossistêmicos, conceito originado na década de 70 (Nahlik, *et al.*, 2012, *in* Munk *op cit*) e foi consolidado durante a década de 1990, com a valoração econômica de 17 serviços (Costanza *et al*, 1997, *in* Munk, *op cit*). Conforme já apontado na introdução desta pesquisa, o conceito passou a ser reconhecido após a Avaliação Ecossistêmica do Milênio (*Millenium Ecosystem Assessment*, MEA), reconhecido pela Convenção da Diversidade Biológica (CBD) e pelo setor empresarial (WRI, 2012, CEBDS, 2013, *in* Munk, *op cit*). Destacam-se ainda os pesquisadores que trouxeram consistência ao assunto, conforme apontado por Munk (2015): botânico Walter Westman (na década de 70), Fisher *et al.* (2009), Santos (2014) e Paul e Anne Ehrlich (1981). A **Tabela 1** a seguir (segundo Munk, 2015), mostra um histórico do conceito sobre SE, o que demonstra o avanço perante as resistências e fragilidades da área temática.

Tabela 1 - Definições de serviços ecossistêmicos encontrados na literatura segundo Munk

Definições de serviços ecossistêmicos	Referências
Benefícios para população humana decorrentes, direta ou indiretamente, das funções ecossistêmicas.	Costanza <i>et al.</i> , 1997
As condições e os processos através dos quais os ecossistemas naturais, e as espécies que o compõem, sustentam e beneficiam a vida humana.	Daily, 1997
A capacidade dos processos naturais e seus componentes de fornecer produtos e serviços que satisfaçam as necessidades humanas, direta ou indiretamente.	de Groot <i>et al.</i> , 2002
Um conjunto de funções ecossistêmicas útil para os homens	Kremen, 2005
Os benefícios que as pessoas obtêm dos ecossistemas	MEA, 2005
Os componentes da natureza diretamente aproveitados, consumidos ou utilizados em função do bem-estar humano.	Boyd and Banzhaf, 2007
Os aspectos dos ecossistemas utilizados, ativa ou passivamente, em prol do bem-estar humano.	Fisher <i>et al.</i> , 2009
Um grupo de bens e serviços gerados pelos ecossistemas que são importantes para o bem-estar humano.	Nelson <i>et al.</i> , 2009
Benefícios que os homens reconhecem como obtidos a partir dos ecossistemas, que suportam, direta ou indiretamente, sua sobrevivência e qualidade de vida.	Harrington <i>et al.</i> , 2010
Um termo coletivo para bens e serviços produzidos pelos ecossistemas, que beneficiam a espécie humana.	Jenkins <i>et al.</i> , 2010

Fonte: Traduzido de Nahlik *et al.*, 2012, organizado por Munk, 2015.

Segundo Oliveira *et al* (2016),

...Definem-se como serviços ecossistêmicos o fluxo de material, energia e informação de “estoques” naturais que combinadas com atividades humanas e manufaturadas, produzem bens para o bem-estar humano (Costanza et. al., 1997) e de acordo com a Avaliação Mundial do Milênio (Millenium Ecosystem Assessment – MEA, 2003) são quatro as categorias dos serviços ecossistêmicos: provisão, cultural, suporte e regulação.

Partindo-se da conceituação de Fisher *et al.*, (2009, *in* Munk, 2015), que compreende que o serviço só existe se houver uma relação com a sociedade, mesmo que indiretamente (caso contrário são caracterizados como processos ecológicos) a definição a ser escolhida deve contemplar os benefícios ao bem-estar humano, de forma clara e compondo o cenário com todas as partes interessadas.

De acordo com Costanza (2008, *in* Munk, *op cit*), o objetivo não deve apontar para um único modelo, mas sim para um pluralismo de tipologias úteis a propósitos variados. O autor afirma que a complexidade natural dos ecossistemas não comportaria

tal singularidade. E a partir desta colocação de Costanza, vários exemplos de uso dos conceitos podem ser observados conforme a melhor aplicação para o objetivo proposto.

Segundo Sanches (2014), *Serviços ecossistêmicos são um conceito, uma forma de descrever a relação entre natureza e sociedade*. Em seu estudo passa pela economia ambiental, onde dentro dos conceitos das visões clássica, clássica modificada e sistêmica, há uma variação na consideração sobre as funções ecológicas, funções da natureza e principalmente os benefícios que a sociedade obtém dos ecossistemas, sempre partindo do pressuposto fundamental de que sem beneficiário não há serviço. O esquema da **Figura 1** a seguir ilustra de forma sucinta a relação natureza X sociedade na história da economia ambiental segundo Sanches (2014).

Figura 1 - Relação natureza X sociedade na história da economia ambiental.

Fonte: Sanches, 2014

Observa-se que na visão clássica os recursos naturais eram utilizados pela sociedade; na visão clássica modificada iniciaram-se as relações de retorno de “resíduos” para a natureza e, na visão sistêmica, considera-se a natureza também como provedora de meio de vida material e espiritual. Nota-se que outras definições sobre a visão econômica também foram discutidas por vários autores, incluindo os termos da economia neoclássica, entre outros.

Em relação à categorização, seguem abaixo algumas colocações.

A Avaliação Ecológica do Milênio (MEA, 2005) estabeleceu que os SE seriam classificados de acordo com as funções dos ecossistemas, estas divididas em quatro categorias, originando os denominados serviços, conforme esquema da **Figura 2** a seguir. Estes serviços, por sua vez, estabelecem condições de vida e bem-estar humano.

Figura 2 – Funções dos Serviços Ecossistêmicos de acordo com a Avaliação Ecossistêmica do Milênio e a relação com o Bem-Estar Humano.

Fonte: Proposta Sintética da Junta Coordenadora da Avaliação Ecossistêmica do Milênio, 2005. Adaptado e traduzido de <http://www.millenniumassessment.org>, in Munk, 2015

Conforme levantado por Munk (2015), a classificação (categorização) dos SE pouco difere em relação aos conceitos em algumas instituições, sendo somente a categoria de suporte distinta, equiparada a habitat, conforme mostra a **Tabela 2** a seguir.

Tabela 2 - Categorias de Serviços Ecossistêmicos em diferentes classificações

Classificação	Fonte				
	De GROOT et al. (2002)	MEA	TEEB	CICES	WRI
Categorias	Produção	Provisão	Provisão	Provisão	Provisão
	Regulação	Regulação	Regulação	Regulação e Manutenção	Regulação
	Informação	Culturais	Culturais e Amenidades	Culturais	Culturais
	Habitat	Suporte	Habitat	-	Suporte

Fonte: Organizado por Munk, 2015.

Sanches (2014) pesquisou sobre os conceitos e concluiu que não há padronização na descrição dos serviços em cada categoria, e simplificou a matriz dos processos ecossistêmicos, conforme segue na Figura 3:

Figura 3 - Categorização dos Serviços Ecosistêmicos de acordo com Sanches (2014).

Serviços de provisão	Serviços de regulação	Serviços culturais
Produtos obtidos dos ecossistemas	Benefícios obtidos da regulação de processos naturais	Benefícios imateriais obtidos dos ecossistemas
Alimentos Água doce Combustível Fibras e outras matérias-primas Recursos genéticos Substâncias bioquímicas	da qualidade do ar do clima do ciclo hidrológico da qualidade da água da qualidade do solo de doenças de pestes de riscos naturais polinização	Recreação e ecoturismo Valores éticos e espirituais Valores educacionais e de inspiração
Serviços de suporte		
Serviços necessários para a produção dos outros serviços		
Hábitat	Ciclagem de nutrientes	Ciclagem de água
		Produção primária
Serviços intermediários	Regulação Suporte	Beneficiários diretos (identificáveis)
Serviços finais	Provisão Culturais	Beneficiários indiretos (difusos, inclui futuras gerações)

serviço → benefício → beneficiário

Fonte: Sanches, 2014

A conclusão de Sanches é pela ausência de padrão, tanto conceitual como estrutural para a avaliação dos SE, assim como consideraram outros autores.

Observa-se com os dados acima que apesar de algumas diferenças conceituais, há um caminho convergente para a definição dos serviços ecossistêmicos até o nível de suas categorizações ora descrita. Porém, nota-se também a abertura e amplitude dos temas dos SE o que torna o cenário de escolha das metodologias e variáveis um desafio em relação à sua aplicação, conforme será abordado a seguir.

4.2. Metodologias para Avaliação de Serviços Ecosistêmicos

O relatório publicado pelo TEEB (2012) voltado para políticas locais e regionais aponta as vantagens da incorporação da avaliação dos serviços ecossistêmicos na tomada de decisão. O trabalho também aborda os regimes PSA e faz uma análise sobre áreas protegidas, nas quais os serviços ecossistêmicos seriam uma possibilidade de tornar visíveis os benefícios auferidos pela conservação, levando em conta a conexão entre áreas protegidas e áreas vizinhas. Como forma de auxiliar a inclusão do conceito de serviços ecossistêmicos na formulação de políticas foi sugerida uma abordagem metodológica que procura orientar os formuladores de políticas, na elaboração de seus próprios processos de avaliação. A relevância de cada passo depende do contexto em que será utilizada.

Segundo essa metodologia ao se analisar uma política e chegar a um acordo sobre sua problemática central, garante que as questões mais relevantes sejam consideradas no processo. Para tal, é necessário analisar os diferentes pontos de vista, reconhecendo, assim, os atores sociais envolvidos. Posteriormente, para a identificação dos serviços ecossistêmicos mais relevantes é importante observar quais são essenciais para a sociedade e para a economia local/regional e quais se encontram em risco. Também identifica quem são os usuários mais dependentes e como eles podem ser afetados. Aponta que para a análise dos serviços selecionados deve ser previamente identificado o tipo de abordagem que vai ser adotada (quantitativa ou qualitativa), o horizonte de tempo da análise e a escala. Com essas informações definidas, diferentes ferramentas como, por exemplo, análises de custo-benefício, metodologias multi-critério e/ou abordagens com metodologias participativas (TEEB, 2010).

Segundo a Avaliação Ecossistêmica do Milênio (MEA, 2003), os serviços ecossistêmicos são afetados por diferentes forças de forma interativa, podendo ocorrer sinergias e interdependência funcional entre esses fatores de mudança – diretos e indiretos. Esses fatores podem vir a influenciar as próprias forças motrizes e as interações podem ocorrer em mais de uma escala, ou seja, a avaliação sobre os SE completa requer uma abordagem em múltiplas escalas, espacial e temporalmente específicas, relativas a cada caso. A Figura 4 a seguir mostra a relação dos fatores de mudança, conceito fundamental para a compreensão e adequada avaliação nas diferentes escalas de abordagem dos SE. As forças diretas são as físicas, químicas e biológicas, associadas aos aspectos dos meios físico, biótico e socioeconômico, como por exemplo: uso e ocupação do solo, alterações climáticas, poluição do ar e da água, irrigação, uso de fertilizantes, utilização dos recursos e a introdução de espécies exóticas invasivas.

Observa-se com o esquema da **Figura 4** a interdependência dos fatores de mudança, sendo estes essenciais para a adequada compreensão do funcionamento dos sistemas (ecossistemas) e das respostas aos estímulos antrópicos e naturais (resiliência e limite), tema que será abordado adiante.

Com base nesses conceitos de referência, foram desenvolvidas as metodologias de análise dos SE, sendo apresentadas aquelas utilizadas pela Avaliação Ecossistêmica do Milênio e pelo PNUMA¹¹ (Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente), conforme **Figuras 5 e 6** a seguir.

---

¹¹ PNUMA - Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente, PNUMA (no Brasil), é um programa das Nações Unidas voltado à proteção do meio ambiente e à promoção do desenvolvimento sustentável.

Figura 4 - Quadro conceitual da Avaliação Ecosistêmica do Milênio sobre a relação dos fatores de mudança

Fonte: Traduzido da Avaliação Ecosistêmica do Milênio, 2005a, *in* Munk, 2015.

Figura 5 - Metodologia de análise e tarefas principais para identificação dos SE consideradas na Avaliação Ecosistêmica do Milênio

Fonte: Traduzido de Avaliação Ecosistêmica do Milênio, 2003, *in* Munk, 2015.

Figura 6 - Passo a Passo da abordagem de serviços ecossistêmicos segundo o PNUMA

Fonte: Traduzido de PNUMA, 2014, *in* Munk, 2015.

Observa-se acima que as metodologias, embora tenham passos distintos, representam o mesmo produto final – a avaliação dos serviços ecossistêmicos. A discussão sobre esta avaliação das metodologias gerais são apresentadas adiante nesta dissertação.

Um outro caso de uso dos SE para áreas de reserva da Biosfera na Espanha, mais especificamente em Andaluzia, Villa (2010) concluiu pela necessidade de adequar os SE ao contexto das áreas naturais. Identificou a necessidade de definições e métodos específicos para compreender a complexidade dos sistemas pertinentes; compreender a natureza específica dos bens culturais; analisar experiências com gestão e planejamento dessas áreas, e regulamentar as atividades para o pagamento dos SE.

O Instituto de *Investigacion de Recursos Biológicos Alexander Von Humboldt* (Nieto et al, 2016) da Colômbia, elaborou um guia de estudos sociológicos da alta montanha na Colômbia, para análise de serviços ecossistêmicos de provisão e regulação hídrica. De todas as metodologias institucionais analisadas para a presente pesquisa, esta foi quem mais detalhou os temas e variáveis a serem considerados. Neste caso definiram duas fases:

- Fase diagnóstico, incluindo caracterização das unidades climáticas, precipitação, temperatura, balanço hídrico, umidade do solo, rede hídrica, topografia e modelos de elevação digital do terreno, subzonas hidrográficas e microbacias; e
- Fase de avaliação: considerando vulnerabilidade e mudanças climáticas (temperatura e precipitação em cenários de referência, uso do solo e biodiversidade), identificação de atores e análises de redes sociais, população e socioeconomia, tipo de uso da água, análises de demanda e variações socioeconômicas no tempo.

Observa-se com os itens acima que o caminho para a definição dos SE passou por uma fase diagnóstica mais detalhada, mesmo não considerando uma análise pormenorizada do meio físico em seus aspectos de dinâmica superficial.

Dos exemplos de metodologias de avaliação dos serviços ecossistêmicos apresentados acima, pode-se concluir que:

- O TEEB parte da problemática central, envolvendo os atores sociais, define os SE essenciais (de acordo com as prioridades da sociedade e dos riscos), identifica usuários afetados, define os tipos de abordagem (qualitativa ou quantitativa) e a escala de atuação temporal e espacial. Coloca que a relevância de cada passo depende do contexto em que a metodologia será utilizada, pois se trata de base para definição de políticas de desenvolvimento.
- A Avaliação Ecossistêmica do Milênio parte dos conceitos das forças interativas (diretas, indiretas, físicas, químicas e biológicas), dos fatores de mudança e das múltiplas escalas temporais e espaciais, para então identificar ecossistemas e SE, a relação dos SE com a sociedade, quais os fatores de mudança e os indicadores a serem trabalhados. A partir daí estabelece as condições e analisa as tendências, identifica os impactos em relação ao bem estar humano e avalia os

- cenários, estabelecendo alternativas e incertezas.
- O PNUMA, dentro de um processo interativo com os atores sociais, analisa o contexto dos SE e seus beneficiários, estabelece as prioridades, verifica as alternativas e impactos, define medidas mitigadoras para os impactos negativos e potencializadoras para os positivos e propõe um monitoramento e acompanhamento das ações definidas.
- O Instituto Humboldt apresentou uma metodologia para SE de provisão e regulação hídrica com maior número de temas e variáveis, incluindo aspectos do meio físico, mas não considerou os processos de dinâmica superficial.

Na **Figura 7** a seguir, num esquema apresentado por MUNK (*op cit*) e de acordo com o WRI (*World Resources Institute*), observa-se um exemplo do fluxo de pensamento para a definição de quais serviços ecossistêmicos devem ser avaliados para um caso em questão (rotina de priorização). Este fluxo demonstra o que a bibliografia, em diferentes países, tem relatado sobre a definição dos SE a serem avaliados a cada caso.

Figura 7 - Quadro de auxílio à priorização dos serviços ecossistêmicos de acordo com o WRI.

Fonte: Adaptado de WRI, 2013, *in* Munk, 2015.

Nesta análise observa-se o circuito de interação entre a relação oferta/demanda, o impacto do SE, a questão regulatória e as partes interessadas (stakeholders). Os fatores subsistência, saúde, segurança ou cultura são avaliados à luz de alternativas, e a partir daí definidos os serviços prioritários.

As iniciativas observadas acima têm origem em instituições internacionais, que vem desenvolvendo suas atividades em escala global, e algumas atuam no território nacional. Observa-se no contexto das metodologias um caráter instrutivo sobre como fazer uma avaliação dos serviços ecossistêmicos e quais os principais passos, apresentando diretrizes por vezes em formato de manuais, utilizadas por instituições da área de planejamento. Em todas elas observa-se a abertura para a definição de métodos e variáveis, os quais devem ser escolhidos a cada caso, após o principal passo de compreensão da problemática a ser abordada. O próprio fluxo sugerido para a definição de prioridades ressalta este contexto.

Seguindo com as questões metodológicas para a avaliação dos serviços ecossistêmicos no Brasil, o MMA (2008), de acordo com a Convenção sobre Diversidade Biológica (CDB)¹², desenvolveu um manual sobre a Integração dos Serviços Ecossistêmicos ao Planejamento do Desenvolvimento com o objetivo de apoiar planejadores a reconhecer as conexões entre natureza e desenvolvimento, visando à incorporação das estratégias de desenvolvimento e as oportunidades e riscos associados aos serviços ecossistêmicos.

Este manual especifica muito bem os pontos de entrada das informações e sua distribuição na matriz de partes interessadas. Nota-se que o entendimento dos interesses, das comunidades, instituições, empresariado entre outros atores, torna-se fundamental no desenho do cenário dos SE a serem avaliados. Neste manual são apresentados conceitos-chaves de base para a compreensão dos SE, a saber:

- Trade off - *São um equilíbrio ou meio termo alcançado entre duas características concorrentes, conflitantes ou incompatíveis. Eles surgem a partir de escolhas ou ações de gestão que, intencionalmente ou não, alteram a quantidade ou qualidade de um serviço ecossistêmico a fim de alcançar um objetivo. Por exemplo, a extração de madeira por razões econômicas afeta à prestação de outros serviços ambientais (o sequestro de carbono, a qualidade da água, a beleza da paisagem) ao longo do tempo. Muitas decisões e escolhas que afetam os serviços ecossistêmicos resultam em trade offs.*
- Externalidade - *Consequência positiva ou negativa de uma atividade econômica que é experimentada por terceiros não relacionados a ela, que não se reflete no preço dos bens ou serviços que estão sendo produzidos e para a qual nenhuma compensação é paga ou recebida.*

---

¹² Convenção sobre Diversidade Biológica (CDB) - Tratado da Organização das Nações Unidas e um dos mais importantes instrumentos internacionais relacionados ao meio ambiente. Foi estabelecida durante a ECO-92 – a Conferência das Nações Unidas sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento (CNUMAD), Rio de Janeiro, 1992 – e é hoje o principal fórum mundial para questões relacionadas ao tema. Mais de 160 países já assinaram o acordo, que entrou em vigor em dezembro de 1993. A Convenção está estruturada sobre três bases principais – a conservação da diversidade biológica, o uso sustentável da biodiversidade e a repartição justa e equitativa dos benefícios provenientes da utilização dos recursos genéticos – e se refere à biodiversidade em três níveis: ecossistemas, espécies e recursos genéticos.

- Custo da oportunidade – refere-se ao custo entre escolhas, sendo aquele que deixou de ser prioritário em detrimento de outra. São o valor de um bem, serviço ou recursos para a economia em sua segunda melhor alternativa de uso. São os benefícios que são perdidos ou diminuídos com a opção de se usar a terra, recursos ou serviços ecossistêmicos de uma forma particular.

Esse manual, com base na convenção, estabeleceu 6 passos para a avaliação dos serviços ecossistêmicos, o que inclui o plano de desenvolvimento e a avaliação dos riscos e oportunidades, a saber:

1. Definir escopo e as partes interessadas, necessidades, transmissão de informação;
2. Analisar e priorizar, quem são os afetados, custo benefício, competição, conflito ou sinergia, e como priorizar;
3. Identificar as condições, tendências e *trade-offs*, informações e evidências disponíveis, condições atuais e tendências, oferta e demanda, e agentes de mudança;
4. Avaliar o marco institucional e cultural, instituições, políticas, conflitos e necessidades;
5. Preparar melhor tomadas de decisão, riscos e oportunidades, valoração econômica, opções e experiências;
6. Implementar a mudança, opções, recursos, papéis, monitoramento e manutenção.

Segundo Emerton & Howard (*in* MMA, 2008), para fechar o escopo de avaliação dos serviços ecossistêmicos na visão do MMA, para a avaliação dos SE deve-se incluir:

- Avaliação da principal tendência de oferta e demanda de SE e os Riscos e oportunidades;
- Realização de atividades de Comunicação e sistema participativo, sendo fundamentais para o sucesso da identificação e planejamento dos SE.
- Proposição de matriz de avaliação – identificação, avaliação, tendências e mudanças - dos SE partindo-se pela tipologia .
- Utilização de softwares e ferramentas computadorizadas, destacando-se os SIG para cruzamento e integração de informações.

Segundo Ditt (s/d), algumas perguntas são fundamentais para a identificação dos SE: (i) Quais serviços ecossistêmicos são relevantes? (ii) Em que condições os serviços ecossistêmicos existem? (iii) Quem são seus beneficiários? E os principais passos para a identificação referem-se a: (i) Avaliação física dos serviços ecossistêmicos; (ii) Valoração de serviços ecossistêmicos; (iii) Mapas de valores de serviços ecossistêmico; e (iv) Análise de cenários de uso do solo. Coloca ainda que para o mapeamento dos SE devem ser considerados os seguintes aspectos do meio físico (Características biofísicas segundo o autor), tratados por meio do SIG: Solo; Uso do solo; Relevo; Paisagem; Água; e Nutrientes do solo. Considera ainda o tratamento por meio da valoração e do cumprimento e descumprimento da legislação ambiental vigente.

Observa-se nas citações acima que o contexto de avaliação dos serviços ecossistêmicos está mais detalhado e foi aprofundada a questão dos cenários e tendências, além do acompanhamento e monitoria, importantes ações para a verificação de resultados.

Sanches (2014) elaborou um apanhado sobre a aplicação de serviços ecossistêmicos em estudo de impacto ambiental. A visão do autor é de cunho prático aplicado a estudos de licenciamento, os quais são regidos por uma série de ditames legais. Adota a Convenção da Biodiversidade (CDB) onde, de acordo com essa política, quando houver a possibilidade de o projeto impactar negativamente os serviços ecossistêmicos, deverá ser realizada revisão sistemática para identificar os serviços prioritários, sendo eles: (i) aqueles serviços sobre os quais ocorra maior probabilidade de as operações do projeto exercerem impacto e que, portanto, resultam em impactos adversos para as Comunidades Afetadas e/ou (ii) aqueles serviços dos quais as operações do projeto dependam diretamente (como, por exemplo, água). O esquema da **Figura 8** a seguir, compilado de Sanches (2014), apresenta um roteiro básico sobre como avaliar os serviços ecossistêmicos no caso de estudos de impacto ambiental. E a **Figura 9** mostra um exemplo dessa identificação.

Conforme ainda abordado por Sanches (2014), deve ser feita uma Análise de Serviços Ecossistêmicos mediante um processo de consulta pública, incluindo:

- Analisar a natureza e extensão dos serviços ecossistêmicos no local do projeto e sua área de influência;
- Diferenciar os beneficiários desses serviços;
- Avaliar a relevância dos serviços em termos de subsistência, saúde, segurança e patrimônio cultural;
- Identificar procedimentos e medidas de mitigação que podem reduzir os riscos identificados.

Os passos para a identificação dos SE em avaliação de impacto propostos pelo autor referem-se a:

1. Descrição do projeto e questões chave;
2. Descrição dos ecossistemas;
3. Identificação de serviços ecossistêmicos potencialmente afetados;
4. Identificação dos beneficiários de cada serviço;
5. Priorização dos serviços;
6. Delimitação da área de estudo para os serviços;
7. Diagnóstico dos serviços prioritários;
8. Previsão de impactos sobre os serviços;
9. Avaliação dos impactos sobre os serviços prioritários; e
10. Recomendação de mitigação específica.

Figura 8- Roteiro básico sobre como avaliar os serviços ecossistêmicos no caso de estudos de impacto ambiental

Fonte: Sanches, 2014.

Figura 9 - Exemplo da identificação de SE em estudos de impacto ambiental

Fonte: Sanches, 2014

Com base na análise de alguns estudos de impacto, o autor concluiu em alguns casos que *a análise de serviços ecossistêmicos pode melhorar a prática da AIA apenas se integrada com outros tópicos relevantes e se as diretrizes e guias atuais são seguidos*. Concluiu ainda que o grau de integração entre informações é baixo e que a única tarefa comum seria a priorização dos SE.

O esquema da **Figura 10** a seguir mostra uma estrutura geral da proposta de avaliação de SE em processos de estudos de impacto ambiental. Observa-se nesta figura a integração entre os impactos dos meios físico, biótico e socioeconômico, bem como a interação com os SE e o bem estar humano, num processo de retroalimentação e dependência, ou ainda dentro da cascata de eventos onde cada ação poderá refletir, direta ou indiretamente, nos demais serviços do sistema.

Figura 10 - Estrutura geral da proposta de avaliação de SE em estudos de impacto ambiental segundo Sanches (2014).

Fonte: Sanches (2014).

A estrutura proposta por Sanches até o momento parece a mais detalhada, valendo ressaltar que, por se tratar de estudos de impactos ambientais, o formato e o conteúdo já são regulamentados por lei. Isto posto, há uma série de informações que devem ser prestadas incluindo um diagnóstico completo, partindo-se dos temas dos meios físico, biótico e socioeconômico. Essa estrutura dos estudos de impacto parece bastante interessante para o caso da avaliação dos serviços ecossistêmicos, uma vez que se trata de um estudo multidisciplinar com visão ampliada e integrada que se utiliza de múltiplos temas e variáveis.

Conforme já apresentado, os SE também surgem no contexto dos Princípios do Equador – política da *International Finance Corporation (IFC)*, correspondente ao braço financeiro do Banco Mundial, que prevê o atendimento a política de sustentabilidade aos agentes financiadores, de forma a promover o desenvolvimento sustentável em países em desenvolvimento situados abaixo da linha do Equador. Os ditames dos Princípios do Equador são um exemplo similar à questão dos SE, pois abarcam, em seus padrões e princípios, um nível de integração de variáveis que podem ultrapassar a

capacidade humana de representatividade e gestão. Logo, o conceito de SE encaixa-se perfeitamente junto a esta política, ambos de cunho visionário e integrados em todos os seus aspectos. Não apresentam, no entanto, um roteiro específico ou metodologias para a avaliação dos SE, mas destacam a necessidade da apresentação nos resultados do projeto financiado.

No caso dos Princípios do Equador, após dez anos de experiência com o assunto aplicado a empreendimentos de geração de energia hidrelétrica, observou-se que o grau de envolvimento com a comunidade e o nível de integração desejado em seus ditames, de fato parecem ultrapassar as possibilidades de implantação, operação e gestão de um projeto potencialmente causador de impacto. Isto torna a política restrita à aplicação em larga escala, demonstrando a importância da definição das prioridades e escalas espaciais e temporais com base em cada projeto.

Segundo Munk (2015), que realizou a análise da inclusão de SE em AAE - Avaliação Ambiental Estratégica, o

alcance limitado da atual visão estratégica de desenvolvimento, baseada no curto e médio prazos, não têm se mostrado eficaz para o uso sustentável dos serviços ecossistêmicos e da repartição equitativa dos bens naturais. Sendo, assim, de suma relevância a exploração e avaliação das opções de desenvolvimento calcado na percepção das limitações de uso dos serviços ecossistêmicos (Avaliação Ecossistêmica do Milênio, 2005).

Como destacado pelo TEEB, a Avaliação Ambiental Estratégica (AAE) é uma ferramenta promissora, utilizada para tomada de decisão como um instrumento de ordem estratégica que visa integrar as questões ambientais no contexto da sustentabilidade, em uma visão ampla e de longo prazo (Kumar *et al.*, 2013, *in* Munk, 2015). A abordagem ambiental com foco nos serviços ecossistêmicos tem potencial para proporcionar uma maior compreensão dos riscos e das oportunidades como uma forma de comunicar e integrar a questão ambiental com mais eficiência. A AAE, como o próprio nome traduz, passa a ser uma ferramenta estratégica que visa ao embasamento das tomadas de decisão em relação a aspectos de planejamento e ações associadas aos mercados público e privado. Para desenvolver esta metodologia de forma adequada deve-se iniciar com as seguintes questões:

- Qual questão ambiental/sustentabilidade será considerada e quais os possíveis objetivos, alvos e indicadores para testar as opções estratégicas?
- Quais as limitações devem ser consideradas durante o processo de tomada de decisão?
- Qual e como outra decisão estratégica pode influenciar a decisão em questão?
- Quais alternativas ou opções devem ser consideradas?
- O que incluir no relatório e quem consultar?
- Quais são os efeitos das alternativas sobre o meio ambiente/sustentabilidade? Quais as alternativas preferidas? Que medidas de mitigação podem ser incluídas?
- Como apresentar as informações dos passos anteriores?

Com esta estratégia é possível identificar o que é compreendido como bem-estar humano, e desta forma avaliar os fatores de mudança que alteram os serviços ecossistêmicos, partindo-se do pressuposto que os principais fatores que indiretamente afetam os ecossistemas referem-se às questões socioculturais e econômicas. Considera como forças diretas, as físicas, químicas e biológicas, tais como mudanças do uso e ocupação do solo, alterações climáticas, poluição do ar e da água, irrigação, uso de fertilizantes, utilização dos recursos e a introdução de espécies exóticas invasivas.

Assim, os serviços ecossistêmicos são afetados por diferentes forças de forma interativa, em diferentes escalas espaço-temporais, podendo ocorrer sinergias e interdependência funcional entre esses fatores de mudança.

De acordo com Munk (2015), no caso de AAE setoriais, os questionamentos são focados *nas possíveis mudanças biofísicas, como no uso da terra, fragmentação de habitat e outras questões, como o processo de migração e mudanças tecnológicas*. O foco, neste caso, seriam os fatores de mudança e como os mesmos podem afetar os ecossistemas e seus respectivos serviços identificando a sensibilidade dos ecossistemas e os possíveis impactos.

Munk (*op cit*) comparou metodologias sobre a inserção de SE na AAE, considerando que *não foi um exercício simples, pois apesar de similares, cada um foi estruturado de acordo com um objetivo específico, o que dificultou o estabelecimento de pontos comuns*. Utilizou para a comparação o objetivo dos estudos, as estruturas, os enfoques e o grau de envolvimento dos atores sociais durante a avaliação. Dentre as atividades, observou:

1. Definição do objetivo;
2. Identificação dos ecossistemas;
3. Identificação dos serviços ecossistêmicos impactados e suas interdependências;
4. Identificação dos atores sociais;
5. Identificação dos fatores de mudança e o contexto externo;
6. Priorização dos serviços ecossistêmicos;
7. Identificação da relação entre a sociedade e os serviços ecossistêmicos;
8. Delimitação das áreas com relação aos serviços ecossistêmicos;
9. Mapeamento dos serviços ecossistêmicos;
10. Seleção de indicadores;
11. Avaliação da situação atual;
12. Avaliação das tendências;
13. Análise do impacto no bem-estar humano;
14. Análise da dependência dos programas público-privados aos serviços selecionados
15. Averiguação da necessidade de valoração econômica
16. Desenvolvimento de cenários
17. Análise dos riscos e oportunidades;
18. Análise dos beneficiados e os desfavorecidos - a distribuição dos impactos;
19. Análise e comunicação das incertezas;
20. Indicação de medidas mitigadoras;
21. Revisão da qualidade da AAE;
22. Monitoramento.

De toda a análise pormenorizada realizada por Munk, a seguir são comentados os principais pontos de interesse para a presente pesquisa. Em resumo, Munk (2015) observou que

... Os objetivos relatados foram variados. Entre eles a intenção de incluir os serviços ecossistêmicos em políticas locais/regionais (TEEB, 2011), nos Estudos de Impacto Ambiental (WRI 2013) e nas AAE, a partir da adaptação das metodologias existentes (OECD DAC, 2008; PARTIDÁRIO e GOMES 2013). Outros visavam explorar os riscos e oportunidades relacionados aos serviços ecossistêmicos na tomada de decisão (WRI, 2008) e suplementar os materiais que tratam de abordagens gerais sobre a biodiversidade nas AAE (PNUMA, 2014). A metodologia da Avaliação do Milênio foi a que abordou as mudanças nos ecossistemas sobre o bem-estar humano de forma a estabelecer uma base científica para fundamentar as ações necessárias para a conservação e uso sustentável dos ecossistemas.

O autor ainda identifica que em relação ao envolvimento dos atores sociais, as metodologias pareceram não dar relevância ao assunto. Ocorreram algumas divergências na definição dos SE, uns conduzidos pelos ecossistemas afetados, outros pelo bem estar humano. A análise de riscos e oportunidades foi utilizada em somente uma metodologia. A revisão de qualidade do estudo está presente apenas em duas metodologias, sendo ambas estruturadas para as AAE e a análise e comunicação das incertezas é destacada pela Avaliação Ecológica do Milênio e pela metodologia do PNUMA (2014).

Por se tratar de uma AAE, a qual antecede em seu objetivo geral a ocupação e / ou expansão de determinadas atividades, em escalas regionais, torna-se uma ferramenta interessante para aplicação em planejamento territorial e econômico, sendo interessante a aplicação e avaliação dos serviços ecossistêmicos neste contexto. Observa-se nesta avaliação de Munk e na proposta da AAE, a vasta lista de temas respondidos, adentrando uma esfera de detalhe maior que as outras metodologias abordadas anteriormente.

4.3. Valoração Econômica e Ambiental

A seguir serão traçadas algumas considerações sobre a valoração econômica e ambiental, de forma a referenciar o contexto perante o tema principal da pesquisa, não sendo objetivo inventariar ou discutir as práticas, mas sim trazer alguns apontamentos utilizados junto aos SE.

Aspectos relacionados à valoração ambiental remontam os conceitos e a evolução do ramo da economia no mundo, partindo-se do conceito clássico do uso dos recursos naturais em benefício antrópico, até os dias atuais onde a economia ecológica mostra novos rumos em relação à troca homem X natureza, visando não só à manutenção das espécies, mas o aporte de recursos para a perpetuidade da vida.

Segundo MMA (2003), a escala do sistema econômico e o estilo de desenvolvimento são os grandes responsáveis pelas mudanças adversas nos ecossistemas. Considera que

A visão pré-analítica de que o meio ambiente é neutro e passivo, reagindo de maneira suave às incursões do sistema econômico, não se sustenta, uma vez que a finitude do ecossistema terrestre e sua fragilidade demonstram que é impossível a expansão indefinida do sistema econômico.

Avaliaram a visão neoclássica concluindo que sua visão é insuficiente e não integrada, numa abordagem utilitária-reducionista, considerando as preferências dos agentes econômicos no âmbito do valor dos serviços prestados pelos ecossistemas, o que difere da economia ecológica que procura integrar os fenômenos econômicos e ecológicos. Mas em ambos os casos é necessário o equilíbrio entre os contextos, para não priorizar nem o cunho econômico nem tampouco somente ecológico ou um em detrimento do outro.

Conforme apontado por Munk (2015), no contexto das críticas ao conceito e uso da avaliação dos SE, foram apontadas fragilidades econômica e ética em função da mercantilização da natureza (Gómez-Baggethun e Ruiz-Peréz, 2011, *in* Munk, *op cit*). A

...valoração econômica auxilia na conscientização sobre a importância relativa de serviços ecossistêmicos e no destaque da subvalorização de externalidades positivas e negativas. A valoração monetária, portanto, fornece argumentos adicionais para processos de tomada de decisões e não substitui os argumentos éticos, ecológicos, ou outros não monetários (Schröter et al., 2014). Segundo Pearce (1993), atribuir um preço ao recurso ambiental, não se trata de transformá-lo em um produto de mercado, mas sim, mensurar as preferências dos indivíduos sobre alterações em seu ambiente. Além disso, o conceito de valoração pode contemplar outros valores que não apenas o monetário (Slootweg et al., 2008; chan et al., 2012).

Andrade et al (2009), avaliando a importância dos serviços ecossistêmicos para o sistema econômico e bem-estar humano, abordou que a comunidade internacional reconhece a necessidade e a urgência de se tomarem medidas inovadoras no sentido de proteger os ecossistemas, dosando a sua preservação com os objetivos de desenvolvimento econômico. Abordou economia dos ecossistemas como uma *disciplina ainda em desenvolvimento que tem como finalidade estudar as relações entre os ecossistemas, os serviços por ele prestados e suas relações como o bem-estar humano*. A premissa trata-se da dependência do bem-estar humano dos Serviços Ecossistêmicos, pois estes são considerados os benefícios diretos e indiretos obtidos pelo homem a partir do funcionamento dos ecossistemas. Nota-se que para este autor, o fator de mudanças também é um dos principais aspectos que deve ser considerado para a avaliação dos Serviços Ecossistêmicos, pois dele dependem o bem-estar humano e a preservação do meio ambiente perante as ações de desenvolvimento econômico dos sistemas em vigor. Discorreu sobre conceitos de funções e serviços ecossistêmicos, discutiu as relações e a valoração, propondo uma

...abordagem dinâmico-integrada, na qual tanto aspectos ecológicos, sociais e econômicos são considerados numa tentativa de avaliação ampla e mais refinada das interfaces existentes entre serviços ecossistêmicos, sistema econômico e bem-estar humano.

Este novo paradigma se afasta do reducionismo neoclássico ao considerar não apenas as preferências humanas, mas também os princípios de sustentabilidade ecológica e equidade social.

O mesmo autor ainda considerou que a valoração monetária dos serviços ecossistêmicos não é suficiente na medida em que nem todas as dimensões ecossistêmicas envolvidas são passíveis de precificação. Nesse sentido, um grande desafio é aquele do desenvolvimento de um sistema de valoração multicritério, onde o valor monetário poderia ser ponderado com os valores não monetários. O autor aborda ainda o contexto da valoração antropocêntrica-reducionista, cujo objetivo são as preferências individuais dos consumidores dos serviços ecossistêmicos, diferenciando-se da abordagem ecológica e das dimensões socioculturais. Aponta, por fim, a necessidade de uma proposta de valoração dinâmico-integrada, a fim de fornecer uma visão mais holística dos ecossistemas e aumentar o escopo de análise da valoração dos serviços ecossistêmicos.

Dentre as diversas iniciativas que trabalham com a valoração econômica dos serviços ecossistêmicos destaca-se, segundo Munk (2015):

- TEEB, a partir de 2007 trabalha na linha da monetarização da natureza, com indicadores econômicos para demonstrar a relação entre a biodiversidade, os serviços ecossistêmicos e o bem-estar humano, destacando os benefícios econômicos da biodiversidade e os custos advindos da sua perda e da degradação dos ecossistemas (Munk, 2015). O projeto já publicou considerações conceituais e metodológicas de como avaliar os SE em escalas nacional, regional e local, realizando estudos por eixos temáticos em diferentes ambientes e países, incluindo: China, Finlândia, Alemanha, Índia, África do Sul e o Brasil.
- Projeto para os Serviços Ecossistêmicos (ProEcoServ), financiado pelo Fundo de Investimento Global (GEF) e pelo Banco Mundial, visando à integração dos serviços na gestão dos recursos e na tomada de decisão, por meio de projetos pilotos no Chile, África do Sul e Lesoto, Trinidad e Tobago e Vietnã (PROECOSERV, 2013, *in* Munk, 2015).
- Com um modelo similar, a WAVES (Contabilidade da Riqueza e Valoração dos Serviços Ecossistêmicos) promove o desenvolvimento sustentável, assegurando que os recursos naturais sejam integrados no planejamento do desenvolvimento e nos balanços econômicos nacionais, especificamente atuante nos seguintes países: Botswana, Colômbia, Costa Rica, Madagascar, Filipinas e ainda Guatemala, Indonésia e Ruanda (Waves, 2014, *in* Munk, 2015).
- Plataforma Intergovernamental para Biodiversidade e Serviços Ecossistêmicos (IPBES, na sigla em inglês), estruturada em 2012, em um modelo similar ao Painel Intergovernamental em Mudanças Climáticas (IPCC, na sigla em inglês). Visa gerar conhecimento para a tomada de decisão nas áreas de biodiversidade e serviços ecossistêmicos, transformando os dados científicos já existentes em uma linguagem acessível aos tomadores de decisão. A estrutura de análise é baseada na Avaliação Ecossistêmica do Milênio.

Existem várias outras iniciativas, mas estas se destacam no contexto geral da valoração econômica dos SE. No Brasil, a FGVCes tem sido uma referência no campo das metodologias de valoração econômica, conforme será visto adiante. O principal público a que se refere relaciona-se ao setor privado, utilizando-se metodologias diversas a cada caso, visando principalmente atender à estratégias de negócios.

Destaca-se a publicação do MMA (2008), relativa a um manual para a avaliação dos SE, a qual apresenta um glossário extenso sobre serviços ecossistêmicos incluindo métodos de valoração ambiental e de ecossistemas; Munk (2015), também inventariou várias metodologias, sendo ambas as referências consideradas um glossário sobre o assunto.

Marques (2004), abordou duas áreas de conhecimento sobre valoração: a economia do meio ambiente e a economia ecológica. Na economia do meio ambiente os recursos naturais são como um bem público e os efeitos ambientais, externalidades geradas pelo funcionamento do sistema econômico, cujos valores podem ser demonstrados por:

$$\text{Valor econômico total (VET)} = \text{Valor de uso (VU)} + \text{valor de opção (VO)} + \text{Valor de Existência (VE)}.$$

Ressaltou que

... cada método apresenta limitações em suas estimativas, as quais estarão quase sempre associadas ao grau de sofisticação metodológica, a necessidade de dados e informações, às hipóteses sobre comportamento dos indivíduos e da sociedade e ao uso que será dado aos resultados obtidos.

Segundo o mesmo autor (Marques, *op cit*), a Economia Ecológica, por sua vez, constitui-se em uma abordagem de interação da economia com o ambiente

...a partir dos princípios físicos e ecológicos, em meio aos quais os processos econômicos se desenvolvem. Os métodos de valoração baseados nesta abordagem utilizam o montante de energia capturada pelos ecossistemas como uma estimativa do seu potencial para a realização do trabalho útil para a economia.

Utiliza do conceito de Produção Primária Bruta de um ecossistema e a

...análise emergética que considera os fluxos de energia, materiais e informação que ocorrem em um sistema, e os transforma em uma única base, em unidades de energia solar, e posteriormente também utiliza o Produto Interno Bruto para encontrar valores econômicos para os sistemas ambientais.

Marques (2004) ainda reforça que cada método apresenta vantagens e desvantagens, sendo necessário compreender as limitações dos fenômenos naturais e do sistema econômico *orientados pelo objetivo maior, que é o desenvolvimento sustentável.*

De acordo com Maia *et al* (2004), existem uma série de métodos de valoração que fazem a ligação entre os recursos naturais e a estimativa econômica de seus benefícios. O tema é complexo, pois não há um consenso quanto à eficiência dos métodos devido à dificuldade de atribuir valores reais aos bens e serviços, ao capital natural. O autor ainda enfatiza as dificuldades em compreender os ambientes e suas integrações, limites e capacidade de suporte em relação aos estímulos naturais e antrópicos. Segundo Bromley (1995, *in* Maia, 2004), *um processo que resume toda a complexidade ambiental numa simples medida de valor monetário irá indubitavelmente provocar uma importante perda de informação*.

Os métodos podem ser considerados eficientes, porém, há dificuldades em apontar o valor real dos atributos, podendo fragilizar as metodologias e resultados. Por vezes, num mesmo caso, métodos diferentes podem originar resultados divergentes, mas segundo o autor, *todos partem do mesmo princípio da racionalidade econômica*. Aponta ainda que existem os valores de uso (direto, indireto e valor de opção), quando identificado o fluxo e o consumo de bens e serviços ambientais, bem como o valor de não uso, ou valor de existência quando se relacionam somente aos atributos de existência, sem qualquer associação ao seu uso presente ou futuro, conforme mostra a **Figura 11**.

Figura 11 - Decomposição do valor econômico de um recurso ambiental segundo Maia (2014).

Fonte: Maia, 2004

Segundo Maia (2004), os métodos de valoração podem ser diretos, contando com a disposição em pagar pelos bens e serviços, e os indiretos que buscam recuperar

os valores por meio dos preços dos produtos no mercado, estes decorrentes das alterações ambientais (**Figura 12**).

Figura 12 - Métodos de valoração ambiental segundo Maia (2004).

Fonte: Maia, 2004

Cada método apresenta sua limitação, e deve ser definido de acordo com o objetivo da valoração, os recursos disponíveis, a eficiência do método para o caso específico e as informações disponíveis para o estudo.

Os métodos indiretos são mais simples e menos onerosos – e as estimativas indiretas quase sempre subestimadas, pois captam apenas valores de uso dos recursos ambientais. Entretanto, em muitas situações a maior parte do valor de um recurso ambiental provém de valores de não uso, relacionados à ética, cultura, religião, ou simples preservação de habitats naturais. Dentre os métodos indiretos de valoração destacam-se:

- **Método de produtividade marginal** que, segundo Maia (2004), *acaba estimando apenas uma parcela dos benefícios ambientais, e os valores tendem a ser subestimados. A função de produção capta apenas valores de uso direto e indireto do recurso ambiental. Valores de opção e valores de existência, como a preservação das espécies, não fazem parte das estimativas.*

- **Mercado de bens substitutos** onde as estimativas também são em geral subdimensionadas, pois tendem a considerar apenas os valores de uso direto e indireto dos recursos ambientais. Valores de existência não fazem parte da estimativa, pois são atributos insubstituíveis. Este método abarca 4 formas de valoração, a saber: Custos evitados, Custos de controle, Custos de reposição e Custos de oportunidade.

Em relação aos métodos de valoração direta:

- O método de preços hedônicos estabelece uma relação entre os atributos de um produto e seu preço de mercado mais aplicado ao caso de propriedades.
- O método **Custo de viagem** é utilizado para a valoração de patrimônios naturais de visitação pública, sendo o valor do recurso ambiental determinado pelos gastos dos visitantes.
- O método da **Avaliação contingente** faz uso de consultas estatísticas à população para captar diretamente os valores individuais de uso e não-uso atribuídos a um recurso natural. Simula um mercado hipotético, interrogando sobre a disposição a pagar (DAP) para prevenir, ou a disposição a receber (DAR) em decorrência de uma alteração, sendo este o método mais utilizado atualmente. Seu uso atenta para os seguintes atributos: Temporalidade, questões descritivas, ordem e formato, cruzamento de variáveis, identificação de comportamento estratégico, planejamento conservativo, especificação dos cenários, opções de respostas, tipo de entrevista, seleção da amostra, grupo focal, testes, entre outros.

Ainda conforme proposto pelo mesmo autor, *A valoração econômica é um importante critério no processo de tomada de decisões na definição de políticas ambientais e de desenvolvimento sustentável*. Deve, entretanto, ser utilizada com cautela, pois ocorrem deficiências metodológicas insuperáveis e pode incorrer em situações de perdas irreversíveis, sendo necessário abrir espaço para outros métodos como análise multicritérios.

Observa-se neste item que vários métodos podem ser utilizados no processo de valoração, e a escolha do mais adequado irá depender das especificidades da situação analisada. De modo geral, para a definição do método é necessário considerar aspectos específicos a cada caso, relacionados à qualidade ambiental, processos biológicos, interações entre o meio e os serviços, entre produtores e produção, bem-estar da população, entre outros atributos. Mesmo havendo critérios, os resultados poderão ser questionados, uma vez que são muitas as variáveis atribuídas a cada caso.

Observa-se nas metodologias abordadas que as variáveis são atribuídas a cada caso, não sendo plausível uma padronização em relação aos aspectos do meio físico. Adiante serão apresentadas algumas metodologias e variáveis trabalhadas em estudos de caso analisados para a presente pesquisa.

4.4. Considerações sobre os aspectos metodológicos para avaliação de SE

Em relação aos conceitos de SE, existe uma fragilidade observada em várias publicações onde, inclusive, serviços ecossistêmicos e serviços ambientais são colocados como similares, sendo a diferença entre ambos um salto em relação à prática: os Serviços Ecossistêmicos perfazem os recursos naturais conservados a serviço da humanidade; e os serviços ambientais são representados por investimentos em processos de recuperação e conservação realizados pelo homem. Não obstante há ainda o pagamento por serviços ambientais (PSA), sendo este um instrumento para que o prestador de serviço ambiental seja remunerado por quem é beneficiado pelo serviço. Os demais conceitos e categorização de serviços ecossistêmicos apresentam certa convergência.

Em relação às metodologias para avaliação dos serviços ecossistêmicos, conforme apontado no manual do MMA (2008) e referenciado dentro da avaliação da presente pesquisa, muitos planos de desenvolvimento são direcionados ou envolvem o setor privado, sendo interessante utilizar os serviços ecossistêmicos para a avaliação de desempenho dos negócios. *A degradação dos ecossistemas afeta os riscos e oportunidades de negócios, e impacta os lucros corporativos, produção e oportunidades de mercado (MMA, 2008).*

Avaliando este manual (MMA, 2008) e considerando o que já foi abordado e estudado sobre o assunto, valem alguns comentários.

Há uma série de desafios na avaliação dos serviços ecossistêmicos, destacando-se a qualidade das informações, a subjetividade sobre as casualidades, suposições, sustentabilidade, limites e incertezas, a taxa de mudança dos parâmetros socioambientais, entre outros. Aplicar métodos de valoração ambiental seria uma forma de dar maior confiança aos resultados, compreendendo que *A valoração não é um fim, mas um meio de tornar a análise mais consistente (MMA, 2008).* Uma das práticas seria estabelecer que os resultados obtidos tenham pressupostos científicos, cientes de que não há como aplicar um modelo perfeito de realidade.

Neste ponto vale ressaltar que nem todos os serviços ou variáveis a serem trabalhados podem ser precificados, à exemplo de alguns serviços culturais que tem em sua raiz valores subjetivos atrelados à percepção dos indivíduos e comunidades.

Outro aspecto considerado no manual do MMA (2008) como relevante para o processo de avaliação e para a implementação de SE se refere à gestão e governança, onde, embora possam tirar a neutralidade dos resultados, são necessárias para que todo o levantamento se aproxime ao máximo da realidade. Outros aspectos como identificação do nível de poder dos atores e estabelecimento do fluxo para tomada de decisão são fundamentais para o sucesso da implementação do plano de desenvolvimento e em cada passo da avaliação dos SE.

Sanches (2014), em relação à aplicação de SE em AIA, concluiu que quando um determinado empreendimento pretende se instalar, e passa por um processo de licenciamento ambiental, são estabelecidas as áreas de influência, onde os SE correspondentes podem ser afetados. Ou seja, ao se estabelecer as áreas de influência em um estudo, seria agregado muito valor se estas fossem feitas com base também nos

SE. Considera-se ainda que a inserção dos SE como parte de qualquer estudo ampliaria a gama de análise, talvez alguns limites espaciais, mas principalmente daria recursos para uma avaliação de impactos melhor colocada e qualificada – mais robusta e consistente, com base em uma cadeia de eventos definida. Isto rumaria para uma manutenção mais adequada dos sistemas e por conseguinte dos eventos em cadeia atribuídos a qualquer impacto deletério ao meio.

Para Munk (2015), no caso da comparação das metodologias sobre Avaliação Ambiental Estratégica (AAE), questões fundamentais seriam a participação pública, a gestão das mudanças, a relação com a sociedade e a análise dos impactos sobre a sociedade, e a respectiva análise das tendências e a comunicação das incertezas.

Pode-se concluir dos exemplos sobre metodologias para avaliação dos serviços ecossistêmicos analisadas, que dois vetores iniciam o processo de avaliação a partir da problemática central: os resultados do sistema participativo e a visão e as decisões do planejador.

Importante ressaltar que o olhar do planejador deveria ser – sempre na medida do possível – neutro em relação a qualquer situação, pois desta forma, mesmo que identificadas lacunas sobre os resultados, estes poderiam ser embasados como escolha metodológica e não como lacuna propriamente dita, contanto que seja embasado e conduza uma análise integrada de toda a situação, incluindo das variáveis ambientais que compõe o ecossistema. A partir deste ponto podem ser identificadas as fragilidades, os riscos e oportunidades para posterior definição das prioridades, e definidos os métodos e indicadores para a avaliação dos SE prioritários. Importante que se possa considerar um processo de acompanhamento e monitoria, em avaliação contínua e se possível atribuído aos processos de gestão, para validar as tendências e cenários traçados à ocasião do estudo, bem como a propiciar movimento de correção de rota para as ações e atividades caso necessário e possível.

No caso de estudos de impacto ambiental, a avaliação dos serviços ecossistêmicos pode ajudar a estruturar os levantamentos para diagnóstico ambiental de forma mais integrada, em múltiplas escalas, com a identificação e a avaliação mais consistente dos impactos ambientais, e com a possibilidade da proposição de medidas e programas ambientais mais direcionados à realidade local, tanto à biodiversidade como às comunidades.

As limitações referem-se à (i) abertura no uso de diferentes metodologias, o que pode fragilizar os resultados que podem ser apontados como tendenciosos (a depender do interesse e da relação entre as partes – comunidades, empreendedor, órgão licenciador, etc); (ii) a tradução dos SE para a comunidade local, o que é possível, mas demanda uma metodologia adequada em sistema participativo, incorrendo em um tempo maior de trabalho e custos nem sempre previstos ou admitidos pela parte contratante. Sanches aponta ainda a (iii) dificuldade de definição de indicadores quantitativos para o diagnóstico, sendo este um problema, na realidade, global. A depender da proposta, ou do tema trabalhado, haveria necessidade de tempo de monitoramento para obtenção de resultados iniciais mais consistentes. Como os processos de licenciamento são de curto prazo, por vezes não se pode medir ou avaliar quantitativamente. No mais ainda aborda que há serviços muito complexos de serem

avaliados, especialmente os reguladores e os de suporte. Estes serviços têm beneficiários indiretos ou distantes da área afetada, havendo risco de redundância ou duplicação de informação e análise.

Em linhas gerais, alguns fatores devem ser levados em conta no momento da definição das metodologias a serem utilizadas, avaliadas a cada caso. Como exemplo, Munk (2015) discute a análise custo benefício da classificação apresentada pela Avaliação Ecosistêmica do Milênio, concluindo que não é a metodologia mais adequada, pois pode levar a uma superestimação dos valores monetários calculados, *onde os produtos finais são mesclados com os intermediários*¹³. De acordo com o mesmo autor, e em levantamento realizado na literatura internacional e nacional, os serviços de provisão são os mais estudados e abordados no planejamento e gestão públicas. Negligenciar os demais serviços de regulação e culturais pode levar ao esgotamento de recursos de base e prejuízos para a sociedade.

Em relação às variáveis do meio físico, pode-se partir do pressuposto que, no caso de estudos de impacto ambiental e avaliação ambiental estratégica, são utilizadas as variáveis diagnósticas dos meios físico, biótico e socioeconômico, de forma completa, como base para a avaliação de impactos ambientais e a partir daí a identificação e avaliação dos SE. Isto se aplica no caso institucional e empresarial, ou seja, nos roteiros e manuais das instituições planejadoras e de fiscalização, e para o empresariado que atende a esse tipo de estrutura em licenciamentos ambientais para a implantação de empreendimentos diversos, seguindo o que está preconizado em lei. Nas demais metodologias, as variáveis ou estudos de base são definidos a cada caso, conforme a demanda do planejador e das partes interessadas envolvidas.

Adiante nesta pesquisa serão abordadas as variáveis do meio físico, retomando os resultados da presente análise.

4.5. Demanda pelos Serviços Ecosistêmicos

Uma vez esboçadas as questões conceituais e metodológicas sobre SE, tornou-se oportuno trazer um exemplo de avaliação de demanda em nível global. É possível observar as questões metodológicas e a fragilidade atribuída ao assunto, conforme exposto anteriormente.

Wolff *et al* (2015) avaliaram vários estudos e demandas por SE em diferentes localizações do globo, priorizando as referências da *Web of Science* em sistema de busca por palavras chaves. Conforme a própria conceituação dos SE, as demandas podem estar associadas a um sistema de valores objetivos e subjetivos, demanda de uso direto, de consumo, etc. O gráfico da **Figura 13** abaixo mostra a quantidade de estudos que mapearam a demanda de SE por classe e distribuição geográfica.

---

¹³ *Diferenciação entre serviços intermediários, serviços finais e benefícios é fundamental, evitando dupla contagem de um mesmo serviço (Fisher et al., 2009). Para Wallace (2007) a valoração deve ser realizada em relação ao benefício diretamente consumido ou utilizado pelas pessoas, enquanto os processos e estruturas ecológicas, que dão origem ao benefício, não devem ser contabilizados (Munk, 2015).*

Figura 13 - Número de estudos que mapearam a demanda de SE por diferentes classes e distribuição geográfica

(OBS: os estudos nacionais estão a nível nacional ou subnacional, enquanto os estudos europeus e globais estão na extensão da Europa e do Globo respectivamente).

Fonte: Organizado por Wolff *et al*, 2015.

Segundo Wolff *et al* (2015), a demanda é obtida pelas necessidades humanas (sobrevivência e bem-estar). Há diferentes conceituações sobre as demandas por SE, mas algo é similar entre elas: que a demanda pode extrapolar os benefícios atuais recebidos, fonte de desequilíbrio sistêmico atual. De acordo com os mesmos autores,

O crescimento econômico e a crescente riqueza da sociedade ocidental têm mudado a natureza da demanda, desde as necessidades básicas, como alimentos, até uma atenção mais explícita para os serviços que melhoram a qualidade de vida, como a recreação ou a valorização estética das paisagens (Nelson et al., 2006).

Além das necessidades de caráter objetivo, a demanda também pode ser influenciada por critérios subjetivos e individuais, conceituados pelos autores como “desejos”. Estes podem sofrer influência pelas mudanças das funções dos ecossistemas ou mesmo pela saturação dos recursos naturais existentes e perceptíveis. Os desejos normalmente associam-se ao caráter de bem-estar e as demandas objetivas à sobrevivência.

Conforme abordado por WOLFF *et al* (*op cit*), as metodologias para mapeamento de demandas podem ser: *empíricas (métodos psicológicos quali-quantitativos)*,

participativas, baseadas em especialistas, modelos baseados na compreensão dos processos ecológicos, avaliação monetária e por tipo de demanda.

O resultado desta pesquisa mostrou que as características das demandas representadas nos mapas estão ligadas à escolha do método, dos dados utilizados e dos indicadores aplicados. Observaram que:

- *Os modelos baseados em processo são adequados para a escala em que ocorrem processos ecológicos relevantes, como a escala da bacia hidrográfica para os processos hidrológicos.*
- *Em escalas maiores com dados menos detalhados, tais modelos podem não ser mais válidos, pois as representações do processo e as configurações não se encaixam na resolução e extensão da análise (Verburg et al., 2006).*
- *As abordagens participativas são mais variáveis em uma escala menor, enquanto que as abordagens monetárias são adequadas para unidades administrativas ou de planejamento onde o consumo está disponível.*
- *Os modelos baseados em processos podem capturar os processos subjacentes e as dependências espaciais dos fluxos de serviços do ecossistema.*
- *As abordagens monetárias podem aumentar a conscientização e informar a tomada de decisão nas etapas finais das avaliações, quantificando o impacto das escolhas e cenários políticos (Costanza et al., 2014).*

Concluem, por fim, que *A avaliação espacial da demanda de SE é uma tarefa complexa e requer a compreensão de sua incorporação no ecossistema, fatores econômicos e ecológicos.* E que seria necessário melhorar a compreensão do mapeamento da demanda por serviços ecossistêmicos e a compreensão das dinâmicas espaço-temporais da democracia.

Enfim, nota-se que as diferentes metodologias até podem gerar variáveis passíveis de serem compatibilizadas ou permearem a multiplicidade de opções. Porém, podem fragilizar os resultados passíveis de questionamentos devido às opções metodológicas e ofuscar a possibilidade de uma metodologia integrada para os serviços ecossistêmicos, a qual garanta também a inclusão das variáveis do meio físico como base do sistema a ser avaliado.

Este contexto foi abordado, pois trouxe à tona o questionamento quanto às diferentes linhas metodológicas utilizadas para um mesmo tema.

Foi analisado um outro estudo realizado pela Avaliação Ecosistêmica do Milênio em 4 cenários em escala global (Orquestração Global – Ordem com Força – Mosaico Adaptável – Tecnologia Ambiental), para explorar futuros plausíveis para os ecossistemas e o bem-estar humano, com base em diferentes suposições sobre vetores de mudanças e suas possíveis interações. Avaliaram as condições e tendências, vetores de mudanças, ecossistemas, serviços ecossistêmicos, e o relativo bem-estar humano no estágio atual da pesquisa (por volta do ano 2000) e oportunidades promissoras para garantir o bem-estar humano e a conservação dos ecossistemas.

Observaram que os resultados e dados das pesquisas foram insuficientes, pois se tratavam de características do sistema ecológico ou às características do sistema social,

sem abordar as interações. Dos poucos SE que foram avaliados, 60% estavam sendo degradados, incluindo água pura, pesca de captura, purificação do ar e da água, regulação climática local e regional, ameaças naturais e epidemias, alguns deles em benefício de outro SE como alimentos. Concluíram que o crescente das mudanças não lineares, incluindo mudanças aceleradas, abruptas, e potencialmente irreversíveis, como surgimento de doenças, alterações abruptas na qualidade da água, aparecimento de “zonas mortas” em águas costeiras, colapso da pesca, o esgotamento na capacidade de suporte de um ecossistema fornecer um SE e alterações nos climas regionais, necessitam ser estudados para a adequada compreensão e avaliação dos SE, bem como para a revisão ou avaliação futura do estudo.

Foram usados modelos quantitativos e análises qualitativas para desenvolver os cenários, incluindo entre as variáveis associadas ao meio físico: emissões de carbono, extração de água com projeções quantitativas e formação do solo (como serviço de suporte) estimados qualitativamente. Observaram que embora as ações de recuperação de ecossistemas dessem resultado, não era suficiente para um saldo positivo e fornecimento de um SE, ou seja, o ritmo da degradação é mais acelerado do que a recuperação, e as pressões e demandas antrópicas estavam crescentes. A **Tabela 3** a seguir mostra quais SE foram identificados nesse estudo.

Nessa tabela podem-se observar os itens relacionados aos aspectos do meio físico enquanto serviços ecossistêmicos e observações sobre o impacto ou condição analisada. De forma direta, nos serviços de provisão foi considerada a variável água; e nos serviços reguladores, qualidade do ar, clima, regulação hídrica e de erosão. No momento vale considerar que para se chegar a estes resultados, foram aplicados diferentes métodos para a definição de cada serviço, sendo estes com base em valoração ambiental, subjetivos, de forma qualitativa ou quantitativa.

Com base em todo o cenário apresentado nesta pesquisa, sobre os conceitos e metodologias sobre os SE, a seguir serão apresentados alguns estudos de caso ressaltando como os aspectos do meio físico são tratados no cenário dos serviços ecossistêmicos.

Tabela 3. Estado Geral dos Serviços de Provisão, Reguladores, e Culturais, considerados pela Avaliação Ecosistêmica do Milênio

Obs: Nesta Avaliação. “Estado” indica se a condição do serviço melhorou de um modo geral. A quarta categoria, serviços de suporte, não está incluída aqui, pois esses serviços não são utilizados diretamente pelas pessoas.

Serviço	Sub-categoria	Condições	Observações
Serviços de Provisão			
Alimentos	lavouras	↑	aumento substancial da produção
	animais de criação	↑	aumento substancial da produção
	pesca de captura	↓	produção em queda devido à exploração predatória
	aquicultura	↑	aumento substancial da produção
	alimentos silvestres	↓	produção em queda
Fibras	madeira	+/-	perda de floresta em algumas regiões, crescimento em outras
	algodão, cânhamo, seda	+/-	produção de algumas fibras em queda, crescimento de outras
	combustível de madeira	↓	produção em queda
Recursos genéticos		↓	perda por extinção e perda de recursos genéticos da lavoura
Produtos bioquímicos, remédios naturais, produtos farmacêuticos		↓	perda por extinção, exploração predatória
Água	água doce	↓	uso não sustentável para consumo humano, indústria e irrigação; volume da energia hidráulica não alterado, mas os diques aumentam nossa capacidade de utilizar essa energia
Serviços Reguladores			
Regulação da qualidade do ar		↓	capacidade da atmosfera para se despoluir diminuiu
Regulação climática	global	↑	fonte de sequestro de carbono desde meados do século
	regional e local	↓	preponderância de impactos negativos
Regulação hídrica		+/-	varia dependendo da mudança e do local do ecossistema
Regulação da erosão		↓	aumento da degradação do solo
Purificação da água e tratamento de resíduos		↓	piora na qualidade da água
Regulação de doenças		+/-	varia dependendo da mudança do ecossistema
Regulação de pragas		↓	controle natural degradado por uso de pesticidas
Polinização		↓ ^a	aparente queda global no volume de polinização
Regulação de ameaças naturais		↓	perda de isoladores naturais (zonas úmidas, manguezais)
Serviços Culturais			
Valores espirituais e religiosos		↓	rápido declínio de bosques e espécies sagradas
Valores estéticos		↓	declínio na quantidade e qualidade de terras naturais
Recreação e ecoturismo		+/-	mais áreas acessíveis, muitas delas degradadas

Fonte: Avaliação Ecosistêmica do Milênio, 2008.

4.6. Estudos de Caso – como os aspectos do meio físico são abordados no cenário dos serviços ecossistêmicos

Na sequência serão apresentados alguns exemplos de estudos de casos empresariais e acadêmicos, de forma a observar quais as metodologias e como as variáveis do meio físico entram na sua análise.

4.6.1. Casos Empresariais

A Fundação Getúlio Vargas, por meio do FGVces¹⁴, desenvolveu um trabalho sobre os serviços ecossistêmicos - Diretrizes Empresariais para a Valoração Econômica de Serviços Ecossistêmicos (DEVESE), coordenado por Monzoni (FGVces, 2016) visando à avaliação dos negócios empresariais considerando a representatividade na prática, procedimentos metodológicos, as ações empresariais já desenvolvidas pelas empresas, capacitação das equipes internas e desenvolvimento de ferramentas para a aplicação da valoração econômica em seus processos associados à gestão de negócios.

Realizou um estudo envolvendo 10 grandes empresas, concluindo que:

- Foram os primeiros passos importantes para que as empresas pudessem absorver estes modelos de negócio e adequar os seus sistemas de gestão dentro de um contexto de riscos e oportunidades nos aspectos socioambientais de seus projetos e empreendimentos.
- Em todos os casos os resultados permitiram a compreensão das atividades em relação ao capital natural.
- As empresas puderam concluir pela importância do aprimoramento da gestão interna de dados, o que reflete em custos e produção associados ao sistema.
- Uma das dificuldades enfrentadas refere-se à obtenção de dados externos.

Esta conclusão torna-se importante, pois demonstra um processo de conscientização e mudança de mentalidade empresarial, como um passo decisivo para a tomada de decisão da empresa e internalização de ações de gestão integrada.

A seguir são apresentados breves comentários sobre alguns dos estudos realizados pela FGVces.

Exemplo 1

Em um dos casos relacionado a manejo florestal (silvicultura), a empresa optou por avaliar sua relação com o serviço ecossistêmico de provisão de biomassa combustível, em substituição ao uso de carvão metalúrgico. Essa substituição evitaria a emissão de cerca de 12.400 tCO₂ numa média mensal, destacando-se que o cavaco utilizado seria produzido internamente em áreas de reflorestamento.

Num segundo caso, a empresa especializada no desenvolvimento de tecnologias, soluções e matérias primas de alta performance para os mercados cosmético e

---

¹⁴ FGVces - Centro de Estudos em Sustentabilidade da Fundação Getúlio Vargas.

farmacêutico optou em avaliar o serviço ecossistêmico de provisão de matéria-prima relacionado ao açaí no contexto da comunidade produtora. Constataram que a mudança de sistema produtivo estimulado pela empresa junto à comunidade, resultou em um aumento de 45% da produção gerado pela melhoria e recuperação do ecossistema local, levando ao aumento de renda para a comunidade.

Num terceiro caso, avaliou o desenvolvimento e comercialização de extratos vegetais para os segmentos de cuidados pessoais, nutrição e saúde. A extração era realizada em duas Unidades de Conservação (UC), sendo uma floresta nacional e uma APA. O serviço ecossistêmico avaliado neste caso foi o de provisão geral de matéria-prima, que diz respeito à quantidade que o ecossistema produz, pelo Método de Produtividade Marginal. Outro serviço ecossistêmico analisado foi o de regulação do clima global, considerando que o fato da empresa adquirir matéria-prima contribui para a estruturação de uma cadeia extrativista sustentável, reduzindo o desmatamento na área de influência utilizando o método de custo de reposição através do Custo Social do Carbono (CSC). Com a valoração do serviço de provisão de matéria-prima, pode-se comprovar a intrínseca relação que há entre a biodiversidade e o negócio. Quanto ao serviço de regulação do clima global, pode-se mensurar a externalidade positiva gerada à sociedade evitando indiretamente a emissão tCO₂e devido ao trabalho com manejo florestal, fomentando o desenvolvimento local e valorizando a floresta em pé.

Nos dois primeiros casos acima foram avaliados os serviços ecossistêmicos por métodos de valoração considerando produção e custo, ressaltando que as variáveis que foram trabalhadas foram restritas ao tema proposto, não sendo feita uma avaliação sistêmica da capacidade de suporte dos terrenos às atividades propostas ou em pauta. Em ambos os casos foi citada a cadeia de eventos. No segundo caso, por exemplo, cita-se que são ofertados cursos de manejo e de agrofloresta, compreendendo-se que há um sistema mais orgânico na base da produção ou do processo. Em todos os casos, os resultados apresentaram-se válidos, certamente, em decorrência do método utilizado, o que dá consistência ao objetivo proposto, porém, ficam algumas questões: a cadeia de eventos associada a essa produção e/ou substituição (no exemplo do manejo agroflorestal) relacionada às condições físicas do terreno (solos e processos de dinâmica superficial, qualidade das águas), precisaria ser avaliada de forma mais detalhada para certificar-se que de fato houve externalidade positiva com a melhoria da produção e redução de queima de carvão e gases de efeito estufa. Ou seja, para a produção imediata e perante os olhos empresariais, os benefícios são reais e bem avaliados, mas na cadeia de eventos pode ocorrer uma degradação dos serviços de regulação e suporte – ar, clima, solos e águas, que a médio e longo prazos podem se tornar irreversíveis.

Foram citadas nos estudos que existem práticas de gestão das empresas, compreendendo-se que os demais eventos da cadeia estariam controlados, ou seja, confia-se num sistema já operante, porém, é necessário observar a profundidade dessas ações de gestão com a visão sistêmica.

Isto posto, a relação dos comentários com os estudos apresentados refere-se à limitação dos resultados perante o cenário global do projeto, ou seja, para uma adequada análise dos serviços ecossistêmicos seria ideal o conhecimento sobre as condições ecossistêmicas que antecederam o projeto e o novo cenário a partir das mudanças oferecidas pelas atividades, principalmente aquelas de caráter fisiográfico.

Exemplo 2

Em outro caso analisado pela FGV, uma Usina hidrelétrica, a empresa atuou com o Programa Florestas Ciliares com atividades de restauração florestal no entorno do reservatório desta usina onde pretende recuperar uma área de floresta Ombrófila Mista. O objetivo do estudo foi valorar os resultados do programa para os serviços ecossistêmicos de regulação do clima global e prevenção de erosão. Para o serviço ecossistêmico de regulação do clima global, foi calculada a remoção permanente de CO₂ a que a área recuperada poderá promover, considerando o crescimento da floresta na APP do reservatório. Foram aplicados dois métodos:

- *Para a valoração da externalidade utilizou-se o Custo Social do Carbono – o qual considera os custos estimados dos prováveis impactos da adição de uma tonelada de carbono na atmosfera.*
- *Para o serviço ecossistêmico de prevenção da erosão, foram calculados os indicadores físicos no cenário de linha de base – solo com pastagem – e no cenário com vegetação nativa após o restauro. Por meio da aplicação da Equação Universal de Perda do Solo (EUPS) - impacto evitado, no carregamento de solo.*

Puderam quantificar os resultados positivos obtidos pelo Programa em 10 anos, sendo R\$ 50 milhões na prevenção de erosão e R\$ 9 milhões de externalidade positiva na regulação do clima global. Tal valor foi comparado com o custo de implantação do programa, possibilitando avaliar a eficiência do programa e mensurar seus resultados.

Neste caso foram considerados os solos e processos erosivos, sem continuidade à cadeia de eventos como assoreamento, qualidade da água, entre outras fragilidades dos terrenos (que dependem das características de cada área). Resta a dúvida se não precisariam ser calculados os impactos que antecedem a instalação da Hidrelétrica, para então proporcionar o balanço em relação ao que está sendo recuperado? E uma próxima hidrelétrica, se os SE forem mapeados com antecedência à sua implantação, poderia dar outra perspectiva dos impactos e serviços numa fase de operação? Esta pode ser a uma importante questão – incorporar SE nos processos de avaliação ambiental dos projetos, desde sua origem, por mais que se trate de áreas originalmente degradadas.

No caso acima, é válido calcular os SE, contanto que se tenha a compreensão de que isso pode ser ainda negativo no balanço de perdas provocado pelo empreendimento em decorrência de sua instalação (desmatamento, afetação de comunidades, patrimônio cultural, perda de áreas agricultáveis, etc). Ainda assim, no caso de reservatórios formados, o controle de erosão enquanto bacia deve ser levado em conta, ou seja, ao se alterar o nível de base – neste caso elevação -, tanto o processo de formação dos solos como do relevo (processos remontantes), passarão a se adequar ao novo sistema, acelerando todo o processo - formação do solo, erosão, assoreamento. Esta dinâmica depende das condições da bacia, como uso do solo, rocha matriz, relevo e clima. Outro aspecto refere-se ao próprio reservatório e processos de

eutrofização, consequência esta que pode gerar gases que contribuem para o desequilíbrio da atmosfera. Logo, se pensar na questão do carbono da área a ser recuperada, externalidade positiva, pergunta-se: foi avaliado o projeto como um todo? Pois o seu balanço ainda poderá ser negativo.

Novamente vale ressaltar que o SE que está sendo calculado tem seu valor localizadamente, mas pode ser questionado como um benefício do projeto uma vez que não foi analisado o sistema como um todo – antes do empreendimento, depois e a dinâmica dos processos erosivos das margens do reservatório e toda a aceleração do processo morfogenético remontante. Ou seja, trabalhar-se com ações parciais pode atribuir um falso e limitado valor aos SE.

Exemplo 3

Num outro caso foi avaliado o desenvolvimento e comercialização de extratos vegetais para os segmentos de cuidados pessoais, nutrição e saúde. Foram avaliados os serviços ecossistêmicos de provisão de água e de biomassa combustível. Em ambos os casos foram quantificados e valorados dependências, impactos e externalidades. No caso de provisão de água, foi utilizado o Método de Custo de Reposição (MCR), considerando a substituição hipotética da água captada atualmente de poço pelo fornecimento de água pela rede pública/concessionária.

Para o serviço ecossistêmico de provisão de biomassa houve a substituição do pellet na geração de calor para os processos industriais; utilizou-se o Método de Custo de Reposição com a substituição de pellet por GLP e o Custo Social do Carbono – CSC. O resultado da dependência reafirmou a importância de se considerarem alternativas viáveis em caso de escassez das fontes atuais em relação ao serviço de provisão de biomassa combustível onde além do ganho financeiro, a troca da fonte energética trará benefícios socioambientais significativos.

Neste caso da água, vale a mesma linha do comentário anterior – qual a cadeia de eventos para a água do abastecimento público? Há um ganho financeiro para o sistema empresarial, de fato. Sobre a água do aquífero, neste caso embasada pelos dados da ANA (Agência Nacional de Águas, conforme citação do texto), além do custo o que mais se pode evitar? Qual a condição da bacia hidrográfica para o caso do abastecimento público? Foi feito um estudo de demanda? Pode-se atribuir a questão à decisão das concessionárias, pois se essas outorgam o uso das águas – superficiais, subterrâneas ou de concessionárias – é porque ainda é avaliada a disponibilidade hídrica. E onde estariam as demais variáveis do meio físico que poderiam colaborar com o cenário de capacidade de suporte da área em relação ao recurso utilizado?

Exemplo 4

Num próximo caso, associado a uma empresa gestora de concessões de rodovias, a relação com serviços ecossistêmicos acontece predominantemente por meio do controle dos impactos do uso do solo em seus empreendimentos lineares. Merece destaque a prevenção de erosão do solo. Para este estudo de caso optou por avaliar o uso de uma tecnologia, a aplicação de manta de fibra de coco para apoiar na revegetação das áreas de talude, para evitar o carreamento das sementes durante o

período de chuva e manter a umidade do solo. Ao longo do tempo, a manta se decompõe, cumprindo sua característica biodegradável. Inicialmente, foi calculado o indicador físico de erosão do solo no cenário de linha de base (solo exposto) e no cenário com a aplicação do material com a Equação Universal de Perda do Solo (EUPS), obtendo-se a quantidade de solo carregada nas duas situações; o resultado indicou um impacto positivo quando da aplicação da manta, evitando o carregamento de cerca de 100 ton/ha/ano de solo. Para a valoração do serviço ecossistêmico de regulação da erosão do solo prestado pela manta, foi utilizado o Método de Custo Evitado, que mede o custo de retirada do solo em caso de deslizamento, orçado em R\$ 50/ton. e a uma estimativa de *payback* de aplicação da manta em 11 anos.

Este caso, embora se possa associar com os outros em relação à situação de balanço (antes do empreendimento e o custo do impacto), nota-se que o impacto ambiental neste caso pode ser controlado com o sistema de retenção de taludes, sendo algo mais localizado, em estrutura linear de amplo controle por obras de engenharia. Neste sentido, há a confiança no sistema de controle e a otimização de recursos em vários âmbitos. Porém, falhas no sistema de gestão e controle poderão incorrer em impactos significativos e por consequência alteração dos SE avaliados.

Exemplo 5

Pequena empresa com uma planta industrial de produtos de limpeza, como amaciante, desinfetante e sabonete líquido. Sua relação com o capital natural, mais especificamente, com os recursos hídricos, refere-se ao uso da água como um insumo no seu processo produtivo. No ciclo de vida de seu produto, caso o efluente gerado pelo uso de seus produtos não seja tratado, pode contaminar corpos hídricos. Para o estudo de caso, a empresa optou por analisar sua dependência em relação ao serviço ecossistêmico de provisão de água, considerando que a região onde se encontra tem sofrido recentemente com períodos prolongados de estiagem.

Para valorar a dependência deste serviço ecossistêmico, foi utilizado o Método de Custo de Reposição (MCR). Originalmente a água era captada de um poço artesiano e a opção de substituição foi pelo fornecimento da companhia de saneamento local. Os resultados obtidos demonstraram a importância de se investir em medidas de gestão de risco que auxiliassem a reduzir a dependência que a empresa possui em relação ao serviço ecossistêmico de provisão de água. Neste contexto, uma das medidas que a empresa adotou foi implantar uma estação de tratamento de efluentes líquidos, que, posteriormente fosse utilizada como água de reuso na planta industrial. Assim, a empresa pode reduzir parte do volume captado (cerca de 10%) e, conseqüentemente, sua dependência.

A própria empresa comenta, neste estudo, que havia uma insegurança quanto à capacidade de suporte dos poços de água subterrânea (disponibilidade hídrica). Este exemplo aborda a modernização, avaliação do consumo e reuso do efluente tratado. Nota-se, porém, o consumo de água subterrânea como expectativa – cabe aqui o mesmo comentário em relação à capacidade de suporte dos aquíferos perante o alto consumo industrial. Quanto aos impactos do lançamento de efluentes tratados, resíduos gerados a partir da estação de tratamento de efluentes, pode-se chegar a

outro patamar de cadeia de eventos e tornar a avaliação pontual em relação a um único aspecto, e não ao contexto sistêmico.

Exemplo 6

Empresa do setor de papel e celulose cuja relação com os serviços ecossistêmicos ocorre preponderantemente pelo uso do solo (210 mil ha). Além da gestão das florestas plantadas, a empresa também atua em áreas de vegetação nativa – por meio de restauros em áreas de preservação permanente, reserva legal e outras áreas protegidas próprias, bem como pelo combate ao desmatamento na área de influência da empresa.

Para o estudo de caso, a empresa optou por focar nestas áreas de vegetação nativa e entender sua relação com os serviços ecossistêmicos por elas prestados. Foram selecionados os serviços ecossistêmicos de regulação do clima global e recreação e turismo, para os quais foram calculadas e valoradas as externalidades. Além disso, foi quantificado o desmatamento evitado na região. Da mesma forma que as ações de restauro, o desmatamento evitado também foi calculado. A valoração foi feita a partir do Custo Social do Carbono (CSC).

A externalidade positiva foi estimada em cerca de R\$ 975 milhões para o balanço de remoções e R\$ 740 milhões para o desmatamento evitado na região. Para o serviço ecossistêmico de recreação e turismo, os cálculos foram feitos com base nos dados de visitação de uma Reserva Particular do Patrimônio Natural criada pela empresa, de seis mil hectares, que recebe um público de cerca de cinco mil visitantes/ano para atividades de educação ambiental. A externalidade positiva foi valorada em aproximadamente R\$ 100 mil/ano para externalidade relacionada aos gastos de deslocamento.

Os resultados da valoração obtidos permitiram avaliar o desempenho de algumas das ações socioambientais realizadas pela empresa, fornecendo assim um conteúdo que pode subsidiar a comunicação da empresa com suas partes interessadas. Os valores levantados na Regulação do Clima Global mostraram a importância que a empresa tem na região.

O cuidado necessário para com estas avaliações é que os empreendedores acabam por gerar dados positivos para demonstrar sua eficiência e utilizar como política de sustentabilidade. Neste caso, indústria de celulose, muito teria a ser feito em relação à perda de solos, interferência no sistema morfopedológico, uma avaliação do balanço hídrico, uma avaliação da qualidade de vida, entre outros itens relacionados ao bem-estar ambiental e social. Ou seja, a avaliação proporcionada tem valor atribuído, mas não foi realizada à luz do funcionamento sistêmico da área. Em relação às escalas temporais e espaciais, o que foi calculado torna-se restrito e localizado perante todo o ecossistema envolvido.

4.6.2. Estudos de Caso

Exemplo 1

Bompastor *et al* (s/d), pesquisou a produção de serviços ecossistêmicos do Parque Natural de Montesinho, em Portugal. Utilizou como base as funções ecossistêmicas de regulação (sequestro de CO₂, função climática, fenômenos catastróficos, ciclo das águas, retenção e formação do solo, ciclo de nutrientes e controle biológico); funções de habitat (refúgio da biodiversidade) e funções de produção e informação (aspectos socioeconômicos). No tratamento das informações do meio físico, relacionados aos solos e processos de dinâmica superficial, alegou que a topografia e os tipos de solos atribuíam homogeneidade aos terrenos. Não considerou ou abordou, porém, quais os processos de dinâmica superficial e a estabilidade dos terrenos perante o clima e os usos do solo entre outros fatores.

Embora tenha utilizado aspectos do meio físico, não foi realizada uma análise que considerasse o funcionamento dos terrenos para a adequada manutenção da qualidade ambiental no espaço em diferentes escalas de tempo.

Exemplo 2

Tosto (2010) desenvolveu um estudo sobre a sustentabilidade e valoração dos serviços ecossistêmicos em um espaço rural em Araras (SP). Considerou como temas a serem abordados o uso do solo, a capacidade de uso da terra e o índice de sustentabilidade. Os índices e a capacidade de uso da terra foram construídos conforme o objetivo da pesquisa, ou seja, variáveis com foco na produção agrônômica, e não nos processos de dinâmica superficial e conservação ao longo do tempo.

Parron *et al* (2015), desenvolveu um estudo sobre serviços ambientais em sistemas agrícolas e florestais do bioma mata atlântica. Considerando atributos físicos dos solos e escoamento superficial como indicadores dos serviços. Analisou variáveis como qualidade física do solo, escoamento superficial, densidade de partículas, condutividade hidráulica e porosidade. Utilizou como indicadores sistemas de uso do solo e índice de sustentabilidade dos agregados. Neste caso observou-se outro exemplo de avaliação de cunho agrônômico, restrito à valoração de 2 atributos do solo.

Estes estudos são exemplos de foco em processos agrônômicos e produção, observados no perfil vertical, sem enfoque sistêmico atribuído tanto à cobertura pedológica como aos terrenos em suas funcionalidades e respostas aos usos e estímulos, naturais ou antrópicos. A metodologia é indicada para áreas pontuais, não sendo representativa de uma visão sistêmica com previsão de escala temporal e espacial adequadas para a manutenção da qualidade ambiental e de vida.

Exemplo 3

Resende (s/d), em estudo sobre valoração econômica do parque nacional da serra do Cipó, aplicou o método de valoração contingente utilizando-se de variáveis socioeconômicas do indivíduo. Por meio da percepção e aplicação de questionários, obteve um resultado associado ao interesse dos entrevistados e a importância

associada ao meio ambiente em geral. Concluiu que o método permitiu captar parcelas associadas aos três tipos de valores dos recursos naturais (uso, opção e existência).

O método escolhido para este estudo restringe-se a uma quantidade de informações e variáveis. Assim como concluído pelo próprio autor, uma visão mais geral da situação seria pertinente à aplicação de outros métodos ampliando os contextos ecológicos e socioculturais.

Exemplo 4

Veiga Lima (2016), realizou um estudo sobre um modelo conceitual de avaliação de ameaças sobre serviços ecossistêmicos de sistemas de dunas. Trabalhou uma gama extensa de variáveis a saber: captação e uso da água subterrânea; 2) emissão de efluentes líquidos; 3) atividades turísticas e recreacionais; 4) infraestruturas residenciais e comerciais; 5) estradas e caminhos; 6) pesca (ranchos e caminhos); 7) disposição de resíduos sólidos; 8) eventos climáticos extremos (furacões e secas); 9) espécies exóticas (fauna e flora); 10) tráfego de veículos (segurança e poluição atmosférica); 11) erosão costeira (ressacas); 12) queimadas (origem antrópica); 13) extração de areia; 14) criação de gado; 15) festas irregulares; 16) linhas de energia (infraestrutura); 17) coleta/retirada ilegal de plantas; e 18) atividade madeireira. Propôs utilizar métodos relacionados a análise documental, cartográfica e campo e realizou a valoração das ameaças com o protocolo *Threats Classification Scheme* da IUCN (2012), versão 3.2. Como indicadores foram definidos: indicadores preestabelecidos, referentes à avaliação das ameaças de origens antrópica e natural sobre os ecossistemas e a fauna em risco de extinção.

Até o momento esta é a metodologia mais completa proposta em estudos sobre serviços ecossistêmicos, considerando-se o uso da metodologia IUCN. Embora tenha considerado uma série de variáveis do meio físico, não foi abordado diretamente em relação à sua dinâmica e ou capacidade de suporte, embora tenham sido apontadas as fragilidades de diferentes formas.

Exemplo 5

Prado *et al* (2013), em uma proposta metodológica para amostragem de solo e água, visando o monitoramento de avaliação de serviços ambientais, em unidades de paisagem rurais, utilizou-se das variáveis solo, uso e cobertura do solo e modelo digital de elevação do terrenos para propor o diagnóstico em unidades pedoambientais (tipos homogêneos de solo e cobertura de terra). Propôs levantamentos de campo para coleta de solo e água e para verificação de fontes de contaminação e erosão.

Esta proposta metodológica inclui um contexto de unidade de paisagem, sendo definidos os parâmetros que seriam abarcados neste caso – solo e cobertura da terra. É uma análise de detalhe com coleta de campo e análises laboratoriais. Apesar de não tratar de suscetibilidade aos processos de dinâmica superficial, é um bom exemplo de unidades que consideram – ou buscam aproximar-se – a compreensão do sistema do meio físico para embasar a avaliação – seja em serviços ambientais ou ecossistêmicos.

4.6.3. O exemplo do uso de Serviços Ecossistêmicos na Avaliação Ambiental Estratégica - AAE

O processo de licenciamento ambiental do COMPERJ no Estado do Rio de Janeiro não foi uma situação simples (Munk, 2015). Foram analisados no estudo os seguintes temas:

- Percepções dos atores sociais;
- Estrutura demográfica e urbanização;
- Aspectos ambientais da região;
- Recursos hídricos;
- Esgotamento sanitário;
- Implantação das diretrizes e recomendações;
- Ações ambientais do COMPERJ;
- Impactos ambientais.
-

Em linhas gerais, a área de estudo apresentava uma alta complexidade socioeconômica e ambiental, com problemas em relação à qualidade e quantidade dos recursos hídricos, em decorrência da disponibilidade comprometida com as demandas locais e com o compromisso de atendimento futuro das demandas externas, bem como ao lançamento de esgotos na baía de Guanabara, situação esta que seria agravada pela presença do projeto. Outro ponto refere-se ao crescimento urbano desordenado, seguido por especulação imobiliária que acaba por degradar os ecossistemas frágeis da região.

Em relação ao COMPERJ (Complexo Petroquímico do Rio de Janeiro), identificou que a perspectiva de crescimento econômico gerou uma

expectativa de melhoria de vida entre vários segmentos sociais dos municípios, que não se concretizaram. Somado a esse fator, a relação deteriorada da população local com o poder público municipal, produziu uma série de expectativas inadequadas em relação ao papel da empresa na região, com compromissos que por vezes extrapolam a sua responsabilidade como empreendedor. Também, foram diagnosticados problemas de comunicação da população local com a Petrobras e falta de diálogo durante o processo de licenciamento, sobretudo com relação às audiências públicas realizadas pelo INEA (LIMA/COPPE/UFRJ, 2015).

Nesse sentido, a análise da dinâmica dos ecossistemas e diversidade biológica terrestre apontou que a vocação de parte da região de estudo diz respeito à preservação da qualidade de serviços ecossistêmicos essenciais, como a estabilização da drenagem natural e a manutenção da dinâmica hidrológica. Entretanto, existe um elevado percentual de desmatamento na região relacionado, principalmente, à ocupação irregular e desordenada da terra para moradia, alavancada pela especulação imobiliária e extração seletiva de recursos florestais.

O estudo ressaltou, então, que a imposição de limitações à sua ocupação associada à recomposição florestal poderia favorecer a melhoria da qualidade das águas e aumento do volume de rios e córregos das UC a jusante e, por conseguinte, da Baía de Guanabara, região de desembocadura dos mesmos.

Esse fator foi bastante relevante considerando a questão hídrica da região. A **Tabela 4** a seguir mostra a lista dos SE definidos para o estudo.

Tabela 4 - Listagem e breve definição dos serviços ecossistêmicos

Serviço Ecossistêmico	Definição
Serviços de provisão: Bens e produtos obtidos dos ecossistemas	
Alimentos	
Culturas agrícolas	Produtos agrícolas colhidos para consumo humano ou animal.
Criação de animais	Animais criados para consumo.
Pesca	Pesca em ambientes naturais.
Aquicultura	Peixes, mariscos, e plantas que são cultivados em água doce ou de água salgada para consumo.
Alimentos selvagens	Plantas coletadas em ambientes naturais.
Material biológico	
Madeira	Madeiras de ambientais naturais ou plantações.
Fibras e resinas	Fibras e resinas não-madeiros e não-combustíveis.
Pele de animal	Peles processadas de bovinos ou outros animais.
Areia	Areia formada a partir de corais ou conchas.
Recursos ornamentais	Produtos derivados dos ecossistemas usados com propósitos estéticos.
Combustível de biomassa	Materiais biológicos que servem como fonte de energia.
Água	Águas subterrâneas, superficiais, pluviais para uso doméstico, agrícola, industrial etc.
Recursos genéticos	Informações genéticas e outros materiais biológicos de animais ou plantas, utilizados em biotecnologia.
Bioquímicos e medicina natural	Medicamentos, biocidas, aditivos alimentares e outros materiais biológicos derivada de biológicos derivada de ecossistemas para uso comercial ou doméstico.
Serviços de regulação: Benefícios obtidos a partir do processo natural de controle dos ecossistemas	
Regulação da qualidade do ar	Influência dos ecossistemas sobre a qualidade do ar, emitindo e extraindo gases.
Regulação do Clima Global	Influência dos ecossistemas na regulação global e regional do clima, emitindo e absorvendo gases do efeito estufa.
Regulação do Clima Regional/local	Influência dos ecossistemas na regulação local ou regional de temperatura, precipitação e outros fatores climáticos.
Regulação da recarga hídrica e fluxos de água	Influência dos ecossistemas sobre a recarga hídrica e o escoamento da água, inundações, e recarga de aquíferos. Potencial do ecossistema ou paisagem de armazenamento de água.
Controle de erosão	Capacidade do ecossistema de manutenção e reposição de solo. Ligado a retenção do solo.

Serviço Eossistêmico	Definição
Purificação de água e tratamento de efluentes	Capacidade do ecossistema de filtrar e decompor efluentes orgânicos e poluentes da água.
Regulação de doenças	Influência dos ecossistemas sobre a incidência e abundância de patógenos.
Regulação da qualidade do solo	Capacidade do ecossistema de manter a diversidade e produtividade do solo, reciclando nutrientes etc.
Regulação de pragas	Influência dos ecossistemas na prevalência de pestes e pragas em culturas agrícolas e criações de animais
Polinização	Transferência de pólen das flores masculinas para as femininas.
Proteção contra desastres naturais	Capacidade dos ecossistemas de reduzir danos causados por desastres naturais e controlá-los.
Serviços culturais: Benefícios não materiais obtidos dos ecossistemas	
Recreação e ecoturismo	Prazeres recreativos derivados da visitação e usos de ecossistemas
Valores éticos e espirituais	Espiritual, religioso, estético intrínseco valores que as pessoas atribuem aos ecossistemas, paisagens e espécies.
Valores educacionais e de inspiração	Informações derivadas dos ecossistemas para desenvolvimento intelectual, cultural, artístico e inovação tecnológica.
Serviços de Suporte: O processo natural que mantém os outros serviços ecossistêmicos	
Habitat	Espaços naturais ou seminaturais que mantêm as espécies, com capacidade de resistir a distúrbios.
Ciclagem de nutrientes	Fluxo de nutrientes nos ecossistemas.
Produção primária	Formação de material biológico por plantas por meio de fotossíntese e assimilação de nutrientes.
Ciclagem da água	Fluxo de água nos ecossistemas, em seus três estados, sólido, líquido e gasoso.

Fonte: adaptado de WRI, 2013, *in* Munk, 2015.

Observa-se que existem vários fatores que abordam os aspectos do meio físico em seu contexto de base nos serviços de suporte e regulação, associados à água, solos e clima. Este parece um dos estudos mais completos observados até o momento, valendo a busca pelos estudos de base para aprofundamento da análise em um momento posterior.

4.6.4. Abordagem dos aspectos do meio físico nos estudos de caso

Considerando-se os estudos de caso apresentados neste item, bem como as análises anteriores sobre as metodologias para a avaliação dos serviços ecossistêmicos, conclui-se que os aspectos do meio físico são considerados conforme o objetivo da pesquisa. Os resultados podem ser questionados por diferentes pontos de vista gerando controvérsias sobre as metodologias e variáveis aplicadas. As diferenças metodológicas e o uso seletivo de variáveis do meio físico, fragilizam o tema que pode ser avaliado em parcialidade.

Em relação à AAE, de todas as metodologias e resultados comentados nesta pesquisa, e assim como a análise de Sanches para os estudos de impacto ambiental, apresentaram-se como as mais completas, pois possibilitam o olhar integrado dos aspectos do meio físico, além de outros dos meios biótico e socioeconômico.

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

5.1. O Estado atual da Arte

Em linhas gerais foram observados os aspectos abaixo, os quais permitiram a formulação de algumas questões sobre a presente pesquisa:

- Serviço Eossistêmico é um conceito polissêmico, com abertura para uso de diferentes metodologias, as quais podem variar de acordo com os objetivos da pesquisa, o interesse das partes interessadas e a prioridade estabelecida para os serviços.
- Nessa abertura metodológica as funções ecossistêmicas não necessariamente são consideradas de forma integral, ou seja, as metodologias podem não incorporar as variáveis do meio físico, necessárias, na presente visão, para a compreensão do funcionamento dos ecossistemas e a respectiva manutenção da sua integridade na paisagem (adaptado de Fichino, *op cit*). As variáveis são definidas a cada caso, conforme a demanda e objetivos da pesquisa ou estudo, o que pode fragilizar os resultados, abrindo-os para questionamentos sobre o direcionamento do assunto.
- Há distinção do foco da avaliação de SE no arcabouço institucional-estratégico, empresarial e científico, os quais podem estimular argumentos e gerar controvérsias sobre as metodologias e variáveis definidas, alegando-se que cada caminho pode prevalecer um ou outro resultado, aplicado de acordo com os interesses das partes interessadas, onde:
  - Instituições visam ao diagnóstico e planejamento e podem ou não ser direcionadas, a depender do país e seus critérios culturais e políticos;
  - No Setor Empresarial pode prevalecer o interesse financeiro, priorizando a produção e principalmente o custo benefício;
  - No âmbito Científico por vezes são realizados estudos de detalhe, restringindo a aplicação em escalas regionais, também traduzindo resultados com fragilidades e abertura metodológica e de variáveis.
- O assunto tem maior expressão em nível global, sendo incipiente no Brasil. Prevalcem nos estudos já realizados e em evidência os temas relacionados à biodiversidade, e quando pertinentes ao meio físico, gestão das águas, mudanças climáticas e fertilidade do solo.
- As variáveis socioeconômicas, em alguns casos e quando abordadas, tornam-se frágeis também pela abertura na definição de metodologias; fatores subjetivos somam-se a este cenário, sendo um desafio na área da percepção ambiental, no contexto dos aspectos sociais e culturais.

Boa parte da bibliografia sobre SE consultada associada ao tema da gestão pública, em formato de manuais genéricos de planejamento, não fixam as variáveis ou indicadores que podem ser utilizados; ao contrário, há abertura para que se defina junto às demais partes interessadas o que tem prioridade e importância, para então decidir sobre os serviços a serem analisados, para posterior definição das variáveis. Nota-se que as avaliações e variáveis que emanam do sistema participativo são consideradas em sua qualidade mais ampla – e fundamental – pois são as comunidades que dependem ou convivem com os SE.

Nesta gama conceitual são aplicados os métodos de valoração ambiental, outra esfera passível de discussão, uma vez que nas metodologias utilizadas podem prevalecer um ou outro assunto / tema / variável, a depender da razão do estudo. Na valoração econômica prevaleceu nos últimos anos o conceito de custo benefício, porém, as contestações de métodos são constantes devido à dinâmica das variáveis trabalhadas.

Sanches (2014), em uma análise a diversos estudos de impacto ambiental, identificou a abordagem sobre SE, num contexto multi-escalar que engloba análises interligadas, devido à própria natureza de estudos de impactos ambientais (multidisciplinares e abordam todos os temas socioambientais), apresentando-se nesta pesquisa, junto à AAE, como uma referência mais completa em relação à inclusão dos aspectos do meio físico na avaliação dos SE.

Em relação à valoração, ainda é desafiadora a tarefa de atribuir valores quantificáveis (monetização) a alguns recursos naturais e SE, sejam estes físicos, bióticos ou socioculturais, pois não há como transformar todas as variáveis em uma mesma unidade de medida (Fichino, 2014), nem tampouco agregar valor racional ou financeiro a todos os SE, pois alguns são atribuídos a serviços culturais ou são intangíveis em relação aos valores monetários / precificação.

Em relação à abordagem dos aspectos do meio físico, nas pesquisas analisadas para o presente estudo foram priorizados os temas sobre mudanças climáticas, recursos hídricos e fertilidade dos solos, não significando uma limitação, mas análises onde prevalecera um ou outro aspecto do arcabouço ambiental. Pontualmente foram localizados estudos que consideraram mais diretamente poluição do ar e da água, erosão, irrigação e resíduos sólidos, contando com os efeitos em cadeia associados aos recursos hídricos superficiais, qualidade das águas e do ar.

Em linhas gerais, a abordagem dos serviços ecossistêmicos pode ser somada às demais formas de conhecimento, agregando um valor de base e que visa, de certa forma, a perpetuidade dos recursos em prol do bem-estar humano. Algumas questões tornam-se padrão, enfatizando que se os serviços ecossistêmicos forem considerados nas instâncias de tomadas de decisão para o planejamento ambiental e estratégico, como será visto a seguir, a aplicação do conceito poderá colaborar na manutenção e perpetuidade dos recursos naturais, reduzir custos de sobrevivência, melhorar a qualidade de vida, entre outros aspectos, auxiliando ainda a identificar de onde são provindos os recursos e quem se beneficia dos serviços. Tem-se, desta forma, uma equação com variáveis diversas, que são definidas a cada caso, onde se pode observar a entrada e saída dos sistemas, num fluxo de ações, responsabilidades e benefícios devidamente distribuídos.

5.2. Planejamento para o Futuro

Serviços Ecosistêmicos são demandados por prioridades – ou seja, cada caso terá suas particularidades e será considerado pelas partes envolvidas. Observou-se que o grau de subjetividade dentro do contexto participativo é grande. Neste sentido, o olhar do planejador pode ser mais estruturado ao propor, junto às variáveis identificadas pelo sistema, outras que abarquem o todo. Poderão surgir lacunas ao se avaliar um SE sem a “base física” de suas funções ecossistêmicas – neste caso identificadas pela integração dos aspectos do meio físico e o funcionamento dos terrenos perante os processos de dinâmica superficial – mesmo em se tratando de valores e serviços sociais e culturais. Ou seja, no processo de avaliação dos SE ou de sua identificação em métodos participativos, demandaria do planejador diretrizes mínimas antes das definições das demais partes interessadas. Sem essa estruturação haverá lacunas na matriz de interações, não sendo possível observar o cenário dos SE de forma sistêmica – no tempo e no espaço. Pode-se inferir uma plataforma básica de dados para dar consistência inclusive às decisões participativas.

A neutralidade nas escolhas seria um dos pontos fundamentais a ser percorrido na fase de identificação dos SE. Isso diminuiria a fragilidade e os *trade offs* poderiam ser mais embasados ou justificados. Nos casos de escolhas direcionadas às instituições fomentadoras, as externalidades e o custo de oportunidade poderiam ser alvo de partes interessadas contrárias e estabelecer relações de resistência ao projeto ou à implantação dos resultados pretendidos pelo estudo e/ou pesquisa. A avaliação de riscos e oportunidades em sistemas participativos costumam trazer um cenário mais real perante as prioridades, estas ditadas pelas partes interessadas normalmente mais afetadas pela falta e/ou abundância do recurso ou serviço.

Pensando o arcabouço sobre os SE avaliado nesta pesquisa em seu contexto geográfico, e avaliando à luz dos aspectos do meio físico, seria oportuno aplicar uma metodologia de espacialização dinâmica, base para avaliar os sistemas em sua totalidade. É neste contexto que o conceito de unidades de paisagem com base fisiográfica poderia ser atribuído como referência para os diferentes cenários dos serviços ecossistêmicos.

Definindo-se unidade de paisagem no contexto fisiográfico ora proposto, como um sistema com delimitação física constituído por características internas e externas interligadas e interdependentes entre si, incluindo os fluxos em lateralidade, horizontalidade e verticalidade, pode-se evidenciar a organização dos atributos no espaço em um conjunto que denote seu funcionamento na situação atual e nas tendências de futuro, conforme os usos nas dinâmicas temporais – incluindo os processos de dinâmica superficial e a organização do modelado sobrepostos por outros atributos como uso do solo, vegetação, aspectos socioeconômicos e culturais entre outros. Neste sentido, sendo a paisagem o resultado de uma combinação de fatores atuantes sobre o meio, e este, por sua vez, sendo a resposta da integração das diversas variáveis que a compõe, seja de caráter antrópico ou natural, compreende-se que utilizar o agrupamento de variáveis similares em unidades de paisagem com base fisiográfica poderá apoiar o contexto dos Serviços Ecosistêmicos de forma mais homogênea e consistente em escalas espaço-temporais distintas.

A qualquer serviço a ser avaliado, ou conjunto de serviços, o funcionamento dessa unidade de paisagem enquanto sistema poderá apoiar decisões e escolhas dos *trade offs* incluindo questões de planejamento a médio e longo prazos. Atender a um SE prioritário, num primeiro momento, à exemplo de necessidade de sobrevivência humana, poderá ser uma meta a curto prazo. Mas devem-se programar outras ações para a manutenção dos serviços e dos custos de oportunidade para médio e longo prazos. Visão sistêmica e ordem de prioridade são dois fatores fundamentais para a avaliação dos SE.

Com base nesta visão foi estruturada a **Figura 14** a seguir, a qual mostra as principais etapas para a construção das demandas por serviços ecossistêmicos, com base em um sistema participativo.

Figura 14 - Visão geral para a avaliação dos Serviços Ecossistêmicos

(organização: Cecília Alarsa)

Dois vetores iniciam o processo de avaliação dos SE ora proposto, a partir da definição do objeto: o estabelecimento das diretrizes de base para a definição das variáveis mínimas para compor o cenário dos SE – neste caso referenciadas pelas variáveis do meio físico, no contexto da dinâmica das funções ecossistêmicas. A partir daí segue-se com o processo participativo para definição dos serviços ecossistêmicos e identificação dos cenários junto às partes interessadas, buscando as fragilidades, os riscos e os pontos fracos, bem como os pontos fortes e as oportunidades vinculadas a cada situação.

Avaliar e consolidar os serviços ecossistêmicos e os cenários neste caso estão vinculados também à definição das variáveis, métodos e à espacialização das demandas por meio de unidades de paisagem. Espera-se desta forma um refinamento não só na compreensão dos SE em seu contexto atual, mas um alinhamento das escalas temporais e espaciais visando ao bem estar e à perpetuidade do sistema.

A partir deste ponto, planeja-se as ações no tempo, de acordo com as prioridades, tendo como referência o acompanhamento dos resultados e a monitoria contínua.

Iniciar o processo de identificação de SE por meio de uma visão ampliada, com base em características espaciais iniciais, pode ofertar ao processo uma maior confiabilidade e maior consistência aos resultados, independente das metodologias que possam estar associadas a cada serviço ou a um conjunto deles. Essa compreensão prévia permitirá concluir ainda mais objetivamente pelas metodologias e pelo arcabouço completo das variáveis a serem trabalhadas ao longo do tempo.

Observa-se que das metodologias avaliadas na presente pesquisa, todas tem seus caminhos e formas de concluir pelos SE e suas prioridades. Busca-se com esta proposta agregar a espacialização dos SE em unidades de paisagem, criteriosamente estabelecidas, ancoradas pelas variáveis do meio físico que permitem estabelecer não só um retrato da situação atual de base dos ecossistemas, mas sim projetar situações ao longo do tempo futuro, dando ênfase à capacidade de suporte, que pode refletir significativamente na manutenção do bem estar e da qualidade de vida.

As múltiplas variáveis combinadas podem ofertar cenários distintos a depender do tipo de estímulo ou ação sobre o meio – há previsões, mas não há regras. O entendimento de cada sistema é particular, por isso a necessidade de observar cada caso. Ao abordar resiliência como a capacidade de recuperação de um sistema perante ações de mudança de sua condição original, todos eles podem se adequar às novas situações, mas não necessariamente em sua estrutura original ou que dê suporte à mesma cadeia de eventos e valores.

Considera-se um desafio suprir todas as necessidades dos tomadores de decisão, pois ecossistemas tem seu funcionamento atrelado às demandas locais das comunidades e aos interesses regionais e globais das diversas partes interessadas. Num primeiro momento há necessidade de orientar as instituições planejadoras mais do que

compreender os serviços localmente, por uma questão de organização das informações e planejamento a médio e longo prazos – é preciso ter a visão ampliada e globalizada além do atendimento às necessidades primordiais e imediatas.

Partindo-se das análises proporcionadas por esta pesquisa, e do conceito integrado acima, pode-se considerar os aspectos do meio físico como importantes para a compreensão dos ecossistemas, bem como para a avaliação de tendências perante os fatores de mudança, concluindo-se pela sua importância dentro do contexto das funções ecossistêmicas e por consequência da avaliação dos serviços ecossistêmicos. Referem-se à base do funcionamento dos ecossistemas, com funções fundamentais para o arcabouço de todos os serviços ecossistêmicos.

Há um processo dialético entre criar uma estrutura que seja fixa e avalie a dinâmica da paisagem independente do SE e simplesmente deixar a critério de cada caso a resolução de quais variáveis utilizar. Incluir na metodologia de avaliação de SE o conceito e variáveis do meio físico espacializados em unidades de paisagem seria oportuno para a compreensão da base dos ecossistemas e suas funções, além de dar consistência à análise da capacidade de suporte do meio. Isso permitiria uma visão ampliada dos SE, do bem estar, da perpetuidade e da manutenção da qualidade de vida.

Entende-se que a definição desses critérios chaves para a avaliação dos SE poderão contribuir para um tema de relevância global cujos resultados possam servir de instrumento não só para o planejamento, mas para a negociação e argumentação para o diagnóstico e a construção de uma base de dados e sua respectiva aplicação prática, em benefício à manutenção da vida.

6. BIBLIOGRAFIA

6.1. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS UTILIZADAS NA PESQUISA

ANDRADE, Daniel Caixeta; ROMEIRO, Ademar Ribeiro. **Serviços ecossistêmicos e sua importância para o sistema econômico e o bem-estar humano**. Texto para Discussão. IE/UNICAMP n. 155, fev. 2009. ISSN 0103-9466.

ANGELIS, Joanna de. **Metodologia Participativa**. Spiritist Study Group. São Paulo, SP. 2011.

BERNARDO, Karina de Toledo. **Avaliação da efetividade de esquemas de pagamentos por serviços ambientais hídricos: proposta metodológica**. Dissertação de Mestrado apresentada na Escola de Engenharia da USP de São Carlos. Orientador: Prof. Dr. Victor Eduardo Lima. São Carlos, SP, 2016.

BOMPASTOR, Alice; FIGUEIREDO, Tomás de; FONSECA, Felícia. **Matos do Parque Natural de Montesinho, NE de Portugal – produção de serviços ecossistêmicos**. 1º. Congresso de Desenvolvimento Regional de Cabo Verde, 15º. Congresso de APDR, 2º. Congresso Lusófono de Ciência Regional 3º. Congresso de Gestão e Conservação da Natureza. Cabo Verde. (s.d.)

- BRITES, Alice Dantas. **Monitoramento dos efeitos ecológicos e socioeconômicos da comercialização de produtos florestais não madeireiros**. Dissertação de Mestrado apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ciência Ambiental (PROCAM) da USP. Orientadora: Profa. Dra. Carla Morsello. São Paulo, SP, 2010.
- DITT, Eduardo H. **Abordagem de Serviços Ecossistêmicos: Oportunidades e Experiências no Brasil**. IPE – Instituto de Pesquisas Ecológicas. Apresentação em Power Point disponível em: http://www.mma.gov.br/estruturas/sbf_chm_rbbio/arquivos. (s.d.).
- FICHINO, Betânia Santos. **Trade-off entre serviços ecossistêmicos de provisão, suporte e regulação em Florestas de Araucária**. Dissertação de Mestrado apresentada no Departamento de Ecologia do Instituto de Biociências/USP. Orientadora: Profa. Rozely Ferreira Santos. São Paulo, SP, 2014.
- GÓMEZ-BAGGETHUN, Erik *et al.* **The history of ecosystem services in economic theory and practice: From early notions to markets and payment schemes**. Ecological Economics (journal homepage: www.wlsevier.com/locate/ecolelon). Madrid, Espanha. 2009.
- FGVces. **Diretrizes Empresariais para Valoração Econômica de Serviços Ecossistêmicos de Provisão**. Centro de Estudos em Sustentabilidade da Escola de Administração de Empresas de São Paulo da Fundação Getúlio Vargas. (Coordenação Mario Monzoni). São Paulo, 2016. 13 p.
- GIUSTINA, Carlos Christian Della; CHAVES NETO, Joao Batista. **O Meio Físico e o Planejamento da Estação Ecológica do Jardim Botânico de Brasília**. Heringeriana, v. 2, n. 2, p. 23-31, Brasília, 2008.
- KATO, Danilo Seithi; MARTINS, Lilian Al-Chueyr Pereira. **A “sociologia de plantas”: Arthur George Tansley e o conceito de ecossistema (1935)**. Departamento de Educação em Ciências da Natureza, Matemática e Tecnologias, Instituto de Ciências Exatas, Naturais e Educação, Universidade Federal do Triângulo Mineiro, Uberaba, MG. *In* Filosofia e História da Biologia, São Paulo, v. 11, n. 2, p. 189-202, 2016.
- MAIA, Alexandre Gori; ROMEIRO, Ademar Ribeiro; REYDON, Bastiaan Philip. **Valoração de recursos ambientais – metodologias e recomendações**. Texto para Discussão. IE/UNICAMP. Campinas, SP. n. 116, mar. 2004.
- MARQUES, João Fernando. **Valoração Ambiental**. EMBRAPA, Meio Ambiente. Jaguariúna, SP. 2004.
- MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE – MMA. **Convenção da Diversidade Biológica**. Secretaria de Biodiversidade e Florestas, Programa Nacional de Conservação da Biodiversidade. Instrumento que regulamenta acordos internacionais, conservação da biodiversidade, caminhos e possibilidades nas esferas nacional e internacional. Manuais e Relatórios disponibilizados on line. 2003, 2008, 2011.

- MILLENNIUM ECOSYSTEM ASSESSMENT (MEA). **Ecosystem and human well-being: a framework for assessment**. Island Press, Washington, DC. Publicações disponíveis em pdf. 2003, 2005 e 2008. <http://www.millenniumassessment.org>.
- MUNK, Nicole. **Inclusão dos serviços ecossistêmicos na Avaliação Ambiental Estratégica**. Dissertação (mestrado) – UFRJ/ COPPE/ Programa de Planejamento Energético, Orientador: Emilio Lèbre La Rovere. UFRJ/COPPE, Rio de Janeiro, RJ. 2015.
- NIETO, M., CARDONA, L. y; AGUDELO, C. **Análisis de servicios ecosistémicos. Provisión y regulación hídrica**. En: Ungar, P. (ed.) (2015). Hojas de ruta. Guías para el estudio socioecológico de la alta montaña en Colombia. Bogotá: Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt. Bogotá, Colômbia, 2016.
- OLIVEIRA, Gisele Gonçalves de; CUNHA, Hélida Ferreira da. **Valoração econômica dos serviços ecossistêmicos: uma análise Cienciométrica**. II Congresso de Ensino, Pesquisa e Extensão da UEG. Inovação: Inclusão Social e Direitos, outubro de 2016. Pirenópolis, Goiás, 2016.
- PARRON, Lucilia Maria *et al.* **Serviços Ambientais em Sistemas Agrícolas - e Florestais do Bioma Mata Atlântica - Atributos físicos do solo e escoamento superficial como indicadores de serviços ambientais**. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária - Embrapa Florestas, Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento, Brasília, DF. 2015.
- PRADO, Rachel Bardy *et all.* **Proposta Metodológica para Amostragem de Solo e Água Visando o Monitoramento e Avaliação de Serviços Ambientais em Unidades de Paisagens Rurais**. Comunicado Técnico 69 - ISSN 1517-5685. Rio de Janeiro, RJ. 2013.
- RESENDE, Fernando de Moura. **Valoração econômica do Parque Nacional da Serra do Cipó (Minas Gerais): uma aplicação do método contingente**. Instituto de Ciências Biológicas - Universidade Federal de Minas Gerais. Área ANPEC: Área 11 (Economia Agrícola e do Meio Ambiente). Belo Horizonte, MG. (s.d.)
- ROMA, Júlio César; Saccaro Jr., Nilo Luiz; MATION, Lucas Ferreira; PAULSEN, Sandra Silva; VASCONCELLOS, Pedro Gasparinetti. **A Economia de Ecossistemas e da Biodiversidade no Brasil (TEEB-Brasil): Análise de Lacunas**. Termo de Cooperação nº 01/2011 – Diário Oficial da União (DOU), de 24 de junho de 2011, MMA/IPEA. Relatório da Economia dos Ecossistemas e da Biodiversidade no Brasil – TEEB-Brasil. Rio de Janeiro, RJ, 2013.
- SÁNCHEZ, L. E.. **Serviços ecossistêmicos em avaliação de impacto ambiental**. Escola Politécnica, Universidade de São Paulo, Webinar Oficina de Textos/MundoGeo. São Paulo. SP. www.avaliacaodeimpacto.org.br. 2014.

- SANTOS, Rozely Ferreira dos. **Planejamento Ambiental: Teoria e Prática**. São Paulo: Oficina de Textos, 2004.
- TEEB. The Economics of Ecosystems and Biodiversity. **Local and Regional Policy and Management**. Edited by Heidi Wittmer and Haripriya Gundimeda. Earthscan, London and Washington. 2012.
- TEEB. The Economics of Ecosystems and Biodiversity. **Mainstreaming the Economics of Nature: A Synthesis of the Approach, Conclusions and Recommendations of TEEB**. Pavan Sukhdev, Heidi Wittmer, Christoph Schröter-Schlaack, Carsten Nesshöver, Joshua Bishop, Patrick ten Brink, Haripriya Gundimeda, Pushpam Kumar and Ben Simmons. London and Washington. 2010.
- TÔSTO, Sérgio Gomes. **Sustentabilidade e Valoração de Serviços Ecossistêmicos no Espaço Rural do Município de Araras**. Tese de Doutorado apresentada ao Instituto de Economia da UNICAMP para obtenção do título de Doutor em Desenvolvimento Econômico – área de concentração: Desenvolvimento Econômico, Espaço e Meio Ambiente, sob a orientação do Prof. Dr. João Fernando Marques. Campinas, SP. 2010.
- TURETTA, Ana Paula DDias; CASTRO, Selma Simões de ; POLIDORO, José Carlos. Solos, Sustentabilidade e Provisão de Serviços Ecossistêmicos. BOLETIM INFORMATIVO DA SBCS. Brasília, DF. MAI - AGO 2017. P. 26 - 30
- UNESP, Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita F^o. **Tipos de Revisão de Literatura**. Biblioteca Prof. Paulo de Carvalho Mattos. Faculdade de Ciências Agrônômicas, Botucatu, SP, 2015
- VEIGA LIMA, Francisco Arenhart da; ALMEIDA, Fabricio Basílio de; TORRES, Ricardo Perez; SCHERER, Marinez Eymael Garcia. **Modelo conceitual de avaliação de ameaças sobre serviços ecossistêmicos de sistemas de dunas. Estudo de caso: os campos de dunas da Ilha de Santa Catarina/SC**, Brasil. Vol. 38, agosto. 2016. Revista desenvolvimento e meio ambiente – UFPR. 2016.
- VILLA, Águeda. **Servicios Ecosistemicos en las Reservas de la Biosfera de Andalucía, España: expresiones culturales y turísticas**. Comité Andaluz de Reservas de Biosfera. In Experiencias exitosas en Iberoamerica. Reservas de la Biosfera - Su contribución a la provisión de servicios de los ecosistemas. Oficina Principal de la UNESCO 7, Place de Fontenoy, 75352 Paris 07 SP, Francia. I.S.B.N.: 978-956-332-417-4. Primera Edición. UNESCO, 2010.
- WOLFF, S; SCHULP, C.J.E.; VERBURG, P.H.. **Mapping ecosystem services demand: A review of current research and future perspectives**. Institute for Environmental Studies (IVM), VU University Amsterdam, De Boelelaan 1087, 1081 HV Amsterdam, The Netherlands. In Contents lists available at ScienceDirect - Ecological Indicators: www.elsevier.com/locate/ecolind. 2015.

WUNDER, S. **Payments for environmental services: some nuts and bolts**. CIFOR Occasional Paper, n. 42, 2005.

6.2. BIBLIOGRAFIA PRINCIPAL CONSULTADA PARA A PESQUISA

AGUILAR-GARAVITO, M.; RAMÍREZ, W. **Monitoreo a procesos de restauración ecológica, aplicado a ecosistemas terrestres**. [s.l: s.n.].

BIOLÓGICAS, C. Universidade de São Paulo Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz” **Serviços ecossistêmicos e a atividade minerária : um estudo de caso no Vale do Ribeira , SP**. Piracicaba, SP. 1–107, 2014.

CAMPINAS, U. E. D. E. Instituto de Economia. **Sustentabilidade e Valoração de Serviços Ecossistêmicos no Espaço Rural do Município de Araras , SP**. 2010.

CARPENTER, S. R. *et al.* **Relatório-Síntese da Avaliação Ecossistêmica do Milênio Minuta Final**. Economia, p. 1–57, [s.d.].

ECONÔMICO DE SERVIÇOS, V.; DE, E.; CILIAR, M. **Valor Econômico de Serviços Ecossistêmicos de Mata Ciliar**. Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento, 2011.

FÁVERO, O. A.; NUCCI, J. C. **Unidades de Paisagem e Zoneamento Ambiental : Subsídios Para a Gestão da Floresta Nacional de Ipanema – Iperó / SP**. p. 35–53, [s.d.].

FREIRE, R. **Integridade ambiental de corpos d’água: degradação ambiental, funções ecossistêmicas e perda de serviços ecossistêmicos no baixo São Francisco**. 2013.

FREITAS, S. *et al.* **Novo Código Florestal e Sustentabilidade dos Serviços Ecossistêmicos - Solo e Água**. 2016.

GELUDA, Leonardo. **Pagamentos por Serviços Ecossistêmicos Previstos na Lei do SNUC – Teoria, Potencialidades e Relevância**. Programa de Final de Curso, Orientador: Carlos Eduardo F. Young, Instituto de Biologia & Escola Politécnica, Núcleo de Ciências Ambientais, Programa de Formação Profissional em Ciências Ambientais. UFRJ. Rio de Janeiro, RJ. 2005.

GON, G. **Valoração econômica dos serviços ecossistêmicos: uma análise cienciométrica**. 2012.

HARDT, E.; DOS SANTOS, R. F.; PEREIRA-SILVA, E. F. L. **Evaluating the ecological effects of social agent scenarios for a housing development in the Atlantic Forest**. Ecological Indicators, v. 36, p. 120–130, 2014.

- KOSMUS, Marina; RENNERT, Isabel; ULLRICH, Silvia. **Integração de Serviços Ecosistêmicos ao Planejamento do Desenvolvimento**. MMA/Departamento de Meio Ambiente e Mudanças Climáticas. Cooperação do “Programa Implementando a Convenção da Biodiversidade” em nome do Ministério Federal Alemão para a Cooperação Econômica e Desenvolvimento (BMZ) e o “Projeto de Inovação Futura Biodiversidade e Serviços Ecosistêmicos”. Brasília, DF. 2012.
- MANGABEIRA, João Alfredo de Carvalho. **Capitalização Agrícola: O Caso de Machadinho d’Oeste – RO**. Tese de Doutorado do Instituto de Economia da UNICAMP para obtenção do título de Doutor em Desenvolvimento Econômico – área de concentração: Desenvolvimento Econômico, Espaço e Meio Ambiente, sob a orientação do Prof. Dr. Ademair Ribeiro Romeiro. Campinas, SP. 2010
- MELOTTO, ALEX MARCEL; NICODEMO, Maria Luiza Franceschi. **10 anos de pesquisa em sistemas agroflorestais em Mato Grosso do Sul**. Publicações do SAF’s + 10 - Sistemas Agroflorestais e Desenvolvimento Sustentável: 10 Anos de Pesquisa. EMBRAPA, Campo Grande, MT. Junho de 2013.
- MOURA, D. V. **A evolução histórica do conceito de paisagem**. Ambiente & Educação, v. 15, n. 1, p. 179–186, 2012.
- NETO, R. M. **Geomorfologia e geossistemas : influências do relevo na definição de unidades de paisagem no maciço alcalino do itatiaia (MG / RJ)**. Revista Brasileira de Geomorfologia. v. 4, 2016.
- PRADO, R. B. **Avaliação de serviços ecossistêmicos e recursos hídricos: uma visão da experiência espanhola**. 2011.
- PUGA, B. P. *et al.* **Valoração De Serviços Ecosistêmicos De Águas Subterrâneas: Notas Introdutórias**. Águas Subterrâneas, v. 353, n. 19, p. 1–14, 2015.
- ROSA, J. C. S. **Avaliação de impactos ambientais de um projeto de mineração : Um teste metodológico baseado em serviços ecossistêmicos**. p. 180, 2014.
- SANTOS, Renata Medeiros dos - **Serviços Ecosistêmicos: A relação com o setor florestal**. Trabalho de Conclusão de Curso, Orientador Prof. Dr. Álvaro Nogueira de Souza - Universidade de Brasília, Faculdade de Tecnologia. Departamento de Engenharia Florestal. Brasília, DF. 2015.
- TECNOLOGIA, F. D. E. **Serviços Ecosistêmicos : A relação com o setor florestal**. 2015.
- TESE, T. EM S. E. **Valoração Econômica de Serviços Ecosistêmicos Relacionados aos Negócios**. p. 48, 2015.
- WUNDER S.; BORNER J., TITO M.R., PEREIRA L. **Pagamentos por Serviços Ambientais: Perspectivas para a Amazônia Brasileira**. Ministério do Meio Ambiente. Série Estudos 10. Brasília, 2008.