



UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ
FACULDADE DE ECONOMIA, ADMINISTRAÇÃO, ATUÁRIA, CONTABILIDADE
E SECRETARIADO EXECUTIVO – FEAAC
DEPARTAMENTO DE TEORIA ECONÔMICA
CURSO DE CIÊNCIAS ECONÔMICAS

DJANE DE SOUZA LIMA GONÇALVES

MÉTODOS DE VALORAÇÃO AMBIENTAL: ABORDAGENS CRÍTICAS NA
PERSPECTIVA DA ECONOMIA ECOLÓGICA

FORTALEZA

2013

DJANE DE SOUZA LIMA GONÇALVES

MÉTODOS DE VALORAÇÃO AMBIENTAL: ABORDAGENS CRÍTICAS NA
PERSPECTIVA DA ECONOMIA ECOLÓGICA

Monografia apresentado à Coordenação do Curso de Ciências Econômicas da Faculdade de Economia, Administração, Atuária, Contabilidade e Secretariado Executivo da Universidade Federal do Ceará, como requisito parcial para a obtenção do Título de Bacharel em Ciências Econômicas.

Orientador: Prof. Dr. Fábio Maia Sobral

FORTALEZA

2013

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação
Universidade Federal do Ceará
Biblioteca da Faculdade de Economia, Administração, Atuária e Contabilidade

G625m Gonçalves, Djane de Souza Lima.
Métodos de valoração ambiental: abordagens críticas na perspectiva da economia ecológica /
Djane de Souza Lima Gonçalves - 2013.
47 f.: il.

Monografia (graduação) – Universidade Federal do Ceará, Faculdade de Economia,
Administração, Atuária e Contabilidade, Curso de Ciências Econômicas, Fortaleza, 2013.
Orientação: Prof. Dr. Fabio Maia Sobral.

1.Economia ambiental 2.Valoração ambiental I. Título

DJANE DE SOUZA LIMA GONÇALVES

MÉTODOS DE VALORAÇÃO AMBIENTAL: ABORDAGENS CRÍTICAS NA
PERSPECTIVA DA ECONOMIA ECOLÓGICA

Monografia apresentado à Coordenação do Curso de Ciências Econômicas da Faculdade de Economia, Administração, Atuária, Contabilidade e Secretariado Executivo da Universidade Federal do Ceará, como requisito parcial para a obtenção do Título de Bacharel em Ciências Econômicas.

Orientador: Prof. Dr. Fábio Maia Sobral

Aprovada em ____/____/____

BANCA EXAMINADORA

Professor Dr. Fábio Maia Sobral (orientador)

Universidade Federal do Ceará (UFC)

Professor (Aécio Alves de Oliveira)

Universidade Federal do Ceará (UFC)

Professor (André Vasconcelos Ferreira)

Universidade Federal do Ceará (UFC)

RESUMO

Esta pesquisa tem como objetivo apresentar num ponto de vista crítico os parâmetros metodológicos dos métodos de valoração econômica ambiental, bem como sua aplicabilidade como instrumental neoclássico para o tratamento das questões relacionadas à degradação atualmente. Expõem-se as abordagens teóricas da economia ambiental neoclássica e suas ramificações principais, quais sejam a economia da poluição e a economia dos recursos naturais. E as perspectivas da economia ecológica, uma corrente que tem em seus pressupostos fundamentos biofísico-ecológicos para a análise da dinâmica entre sistema econômico e sistema ambiental num esforço de superar o reducionismo das análises fundamentadas na teoria neoclássica. Tendo em vista que se faz necessário mais estudos sobre o uso da energia que atualmente apoia a expansão da economia com características de recurso finito de escassez crescente. Com isso formular métodos de análise biofísicos dos ecossistemas, que considere a totalidade das características energéticas dos recursos ambientais.

Palavras-chave: Métodos de valoração, valoração ambiental, economia ecológica.

ABSTRACT

This research aims to present a point of view critical methodological parameters of environmental economic valuation methods, as well as its applicability to the neoclassical treatment of issues related to degradation currently instrumental. expose themselves theoretical approaches of neoclassical environmental economics and its main branches, namely the economics of pollution and natural resource economics. And the prospects of ecological economics, a stream which takes its biophysical-ecological assumptions for the analysis of the dynamics between economic system and environmental system in an effort to overcome reductionism of neoclassical theory analysis based on fundamentals. Given that most studies on the use of energy that currently supports the expansion of the economy characteristics of finite resource of increasing scarcity is necessary. With this formulation methods biophysical analysis of ecosystems that considers all the energy characteristics of the environment.

Keywords: Methods of valuation, environmental valuation, ecological economics.

LISTA DE FIGURAS E TABELAS

Figura 1 - A economia no meio ambiente.....	17
Figura 2 - Um esboço das relações do sistema econômico com o meio ambiente.....	18
Figura 3 - A economia incorporada na esfera humana e na biosfera.....	19
Tabela 1 - Diferenças de enfoques entre a economia ecológica e a economia ambiental neoclássica.....	28
Tabela 2 - Tipos de valores captados pelos métodos de valoração	37

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO.....	8
2	ECONOMIA ECOLÓGICA E ECONOMIA AMBIENTAL.....	12
2.1	Economia Ecológica.....	12
2.2	Economia Ambiental.....	20
2.3	Economia Ecológica <i>Versus</i> Economia Ambiental.....	25
3	MÉTODOS DE VALORAÇÃO AMBIENTAL.....	30
3.1	Métodos de valoração econômica neoclássico.....	30
3.2	Métodos de valoração com viés da economia ecológica.....	39
4	CONCLUSÃO.....	44
	REFERÊNCIAS.....	47

1 INTRODUÇÃO

A sociedade humana é sem dúvida poderosa para transformar o seu entorno, contudo essas intervenções provocam uma modificação no sistema ambiental, devido à interconexão existente dos elementos naturais e sociais. A dinâmica de um sistema é caracterizada pela quantidade de energia, matéria e informação que entra nesse sistema.

A biodiversidade facilita o funcionamento dos ecossistemas, permitindo que o planeta se mantenha habitável, por exemplo: ciclo do carbono, manutenção das fontes de água superficial e subterrânea, proteção e fertilização dos solos, regulação da temperatura e do clima, dentro de outras funções. São evidências científicas sobre a sua importância para a manutenção da vida em todo o planeta. (VEIGA, 2003).

O processo de transformação do meio ambiente mediante a ação antrópica evidencia-se a partir dos desequilíbrios ambientais que tem como consequências catástrofes, prejudicando o próprio homem. Não se devem separar os elementos físico-naturais dos elementos humano-sociais quando tratamos da questão ambiental, pois estes a constituem e a transformam como um todo, como afirma Leff (2001, p.121) “O recurso natural e a força de trabalho não são entes naturais existentes independentemente do social, mas são já o biológico determinado pelas condições de produção e reprodução de uma dada estrutura social.”

E o sistema econômico considerado como organismo vivo e complexo não atua independentemente do sistema natural que lhe dá suporte (Mueller, 2007). Ele necessita dos recursos naturais para sua produção e crescimento, e os descartes da produção são lançados poluindo o meio.

O homem ao extinguir cada espécie que representa o ecossistema caminha e contribui para sua extinção. “Cada espécie perdida sem consequência mais sérias é um cartucho vazio no tambor. Mas como saberemos antes de apertar o gatilho? Essa é a pergunta que devemos estar fazendo” (ELVILICH e ELVILICH, 1981 *apud* NORTON, 1997, p.260).

Ressalta-se que o meio ambiente e economia deveriam caminhar juntas, pois estão diretamente ligadas, entretanto o que se percebe diante do modo de vida baseado em uma estruturação econômica capitalista é um desequilíbrio na relação sociedade e natureza, no qual está resultando em sérios problemas ambientais.

O processo de desenvolvimento técnico-científico que tem como intuito obter patamares cada vez mais elevados de crescimento econômico, conseqüentemente esses avanços tecnológicos atrelados ao modelo econômico de crescimento atua no uso intensificado e na deterioração dos recursos naturais, sendo um dos resultados a geração de

resíduos em níveis preocupantes. O avançar da sociedade industrial conduziu a uma demanda muito além dos níveis e dos padrões de consumo anteriores (MAGALHÃES, 1994).

Por isso Leff (2001) discute sobre o saber ambiental e por sua vez de sustentabilidade, no qual a sustentabilidade aponta para um futuro, para uma solidariedade transgeracional e um compromisso com as gerações futuras. Crescentemente a sustentabilidade do uso dos recursos naturais deixa de ser vista como um aspecto secundário e passa a ser um fator de competitividade e uma vantagem econômica comparativa.

Daly (1992, *apud* VAN DEN BERGH, 2000) sempre argumentou que os economistas têm negligenciado a questão da escala física ideal ou o tamanho da economia, e em vez disso se concentraram completamente em questões de alocação. No contexto da sustentabilidade ambiental e metas do desenvolvimento sustentável, o problema de escala tem recebido muita atenção, por acadêmicos e discussões políticas principalmente sobre indicadores para a determinação das dimensões físicas da economia.

Nesse âmbito essa pesquisa é voltada às concepções teóricas dos estudos dos métodos de valoração ambiental e sua relação com a economia ecológica. Parte-se da ideia que não se pode apenas entender as questões ambientais, a partir dos métodos de valoração utilizados pela economia ambiental neoclássica, que de certo modo baseia-se em grande parte nos danos ambientais e compensação dos mesmos.

Diante disso o fato do valor monetário criar um denominador comum entre os recursos ambientais e os demais bens transacionados no mercado deve ser visto com certa reserva, pois, os custos para se consertar um trator não podem ser simplesmente comparados com os custos ambientais da produção agrícola (FALCO, 2010, p.19).

Na economia ecológica observam-se novos paradigmas sobre os estudos de valoração ambiental, sendo que o valor possui diversas dimensões, e que, os estudos sobre essas abordagens da economia precisam avançar e ganhar novos embasamentos. Consideramos imprescindível analisarmos de maneira acurada essas questões do meio ambiente e os métodos de valoração na perspectiva da economia ecológica.

No bojo dessa discussão surge a pergunta principal a ser contemplada. De que maneira as abordagens críticas da economia ecológica aos métodos de valoração ambiental poderão modificar a forma de visão de valor do meio ambiente? Na tentativa de aliar desenvolvimento à conservação da biodiversidade tentaremos por meio dessa proposta de pesquisa realizar esse estudo respondendo a todas as perguntas ou pelo menos em parte considerável, sendo que enveredaremos no campo da economia ecológica, pois se considera

que depois de certo ponto o crescimento econômico deixa de ser benéfico e passa a comprometer seriamente a possibilidade de que as gerações futuras usufruam qualidade de vida semelhante à dessa geração.

A gênese desse novo caminho teórico da economia, em um viés de inter-relação com a ecologia, apresenta-se como um percurso inovador, mas ao mesmo tempo desafiador, contudo sabe-se que o processo de pesquisar aparece com um leque de opções e dilemas, consideramos que para alcançarmos novos conceitos e maneiras de entender a sociedade sob a influência da economia precisamos superar barreiras paradigmáticas dessa ciência, por isso nesse desafio buscamos novas certezas, ou quem sabe novas incertezas, embora considerando que essas novas certezas ou incertezas são relações da construção do conhecimento que poderão impulsionar o desenvolvimento do entendimento entre as novas posturas da economia, por meio do conhecimento e pesquisa em economia ecológica.

No intuito de contemplar esse caminho temos como hipóteses levantadas:

i) Não há como valorar a diversidade, assim como a vida humana também não é passível de valor. Tem-se que encontrar outros meios de aliar desenvolvimento à conservação da biodiversidade;

ii) Considera-se que os estudos dos métodos de valoração ambiental utilizados atualmente estão mais voltados para precificação do que para preservação do meio ambiente.

A pesquisa tem como objetivo principal analisar as abordagens da economia ecológica nos estudos dos métodos de valoração ambiental de maneira crítica, possibilitando novas leituras para a economia. E como objetivos específicos: identificar as diferenças da economia ambiental e economia ecológica nas questões sobre o meio ambiente; Estudar o surgimento e avanço da economia ecológica nos estudos dos problemas ambientais; Apresentar os métodos de valoração ambiental utilizados nas diferentes dimensões do valor; Relacionar a economia ecológica e os métodos de valoração ambiental.

Na tentativa de entendimento da monografia ela está estruturada em três seções, sendo a primeira seção esse introdutório no qual se destacam os objetivos, justificativa da temática, bem como são postos os caminhos a serem seguidos no decorrer da monografia, a seção 2 vão ser apresentados os aspectos conceituais da Economia Ecológica e Economia Ambiental e na seção 3 serão discutidos os métodos de valoração ambiental, tanto em viés de valoração economia neoclássica como em um viés ecológico.

2 ECONOMIA ECOLÓGICA E ECONOMIA AMBIENTAL

2.1 Economia Ecológica

Os principais elementos que compõem a base teórica da economia ecológica surgiram no final do século XIX e início do século XX, através de alguns pesquisadores que tentaram introduzir uma visão biofísica da economia como um subsistema incorporado num sistema maior sujeito às leis da termodinâmica. Nesta época o ciclo do carbono e os ciclos de nutrientes das plantas já tinham sido descobertos e as leis da termodinâmica tinham se estabelecidas, eclodindo assim várias pesquisas associadas à energia. Como por exemplo, a análise intitulada de energias da vida do médico Podolinsky, que estava relacionada ao sistema aberto de vida para entrada de energia, aplicando também estas ideias para a análise da economia. E as consequências econômico-ecológicas da distinção fundamental entre a utilização de energia endossomática e a exossomática por seres humanos, introduzida por Lotka (ALIER, 2013).

Já em meados dos anos 70, com o aumento da poluição, um agravante para uma constante degradação ambiental iniciada após a expansão industrial, com a publicação do *The Limits to Growth* em 1972, encomendado pelo Clube de Roma dando ênfase ao futuro pessimista do planeta em relação ao contínuo crescimento econômico e ao esgotamento dos recursos ambientais, e por fim com as crises do petróleo fizeram com que fosse evidenciada a questão ambiental e a do desenvolvimento sustentável (MUELLER, 2007). Questões estas que se firmaram como base estrutural da corrente de pensamento da economia ecológica.

Diante destes pontos surge a crítica ecológica relacionada aos interesses do modelo econômico vigente na busca incessante pelo crescimento sem se preocupar com a preservação dos recursos ambientais, com isso a incapacidade da teoria econômica em apresentar soluções apropriadas aos transtornos relacionados ao sistema ambiental. Como esboça Tietenberg (2000) que no sistema econômico, as funções básicas de produção e consumo ocorrem dentro do meio natural, este oferece a matéria-prima e a energia, sem as quais estas funções não seriam possíveis, assim um tipo de impacto que o sistema econômico tem sobre a natureza é pela retirada de matéria-prima para manter o sistema funcionando.

Também Costanza (1994) esboça que os sistemas ecológicos são imprescindíveis na sustentação da vida na terra em todas as escalas hierárquicas, compõem o sistema de sustentação da vida sem o qual não seria possível a atividade econômica. Pois, são essenciais para os ciclos materiais do globo como ciclos do carbono e da água, fornecem matérias-primas, alimentos, água, oportunidade para recreação e o controle do microclima para toda a

população humana, ou seja, em longo prazo uma economia saudável só pode existir em simbiose com uma ecologia saudável.

E ainda Costanza (1994) aborda que a evidente falta de harmonia entre objetivos exista hoje na interface entre sistemas econômicos e ecológicos e que uma das metas primordiais da economia ecológica é harmonizar esses objetivos por meio de uma melhor compreensão das ligações entre estes, especialmente em longo prazo e numa perspectiva global. De acordo com Common e Stagl (2008) a economia ecológica se baseia na ideia de um estudo adequado de maneira que os seres humanos sobrevivam, sendo que deve incluir nesse estudo as relações entre o homem e seu meio ambiente orgânico e inorgânico.

E para uma melhor elaboração de soluções estruturais de problemas ambientais a economia ecológica defende a integração de várias concepções teóricas das ciências. A *International Society for Ecological Economics* (ISEE) em 1989 baseou-se na convicção por parte de diversos acadêmicos de disciplinas distintas que o estudo da interdependência entre a economia e meio ambiente e suas repercussões requerem um enfoque transdisciplinar, que compreenda os campos tradicionais das ciências, da economia e da ecologia. Porque existem fenômenos e problemas que excedem os limites das disciplinas necessitando que as ciências trabalhem juntas, numa visão conjunta que transcenda as visões típicas de cada disciplina (COMMON, STAGL, 2008).

A economia ecológica é um novo campo de estudo transdisciplinar que se dirige às relações entre ecossistema e os sistemas econômicos em seu sentido mais amplo. Tais relações constituem o centro de muitos problemas atuais da humanidade e da construção de um futuro sustentável, mas há déficit de cobertura total por parte de qualquer disciplina científica existente. Ou seja, é um novo modo de se abordar problemas, com enfoque direto sem se deter aos modelos e ferramentas intelectuais específicas para resolvê-los ou ignorando os limites territoriais intelectuais e arbitrários.

Nenhuma disciplina tem precedente intelectual num esforço tão importante, qual seja, o de alcançar-se a sustentabilidade. Ainda que sejam importantes as ferramentas intelectuais que usemos nesta busca, tornam-se secundárias diante do objetivo de resolverem-se os problemas críticos que envolvem o gerenciamento do uso do nosso planeta. (COSTANZA, 1994, p. 113).

Por entender que as relações entre o sistema econômico e o meio que o cerca devem ser analisadas por meio de diversas perspectivas, a economia ecológica tem uma abordagem que busca integrar conceitos das ciências econômicas e das ciências naturais, sobretudo a ecologia. Esta abordagem possibilita uma visão integrada e biofísica das

interações meio ambiente-economia, favorecendo a busca por soluções estruturais para os problemas ambientais (Van den Bergh, 2000).

Conforme Common e Stagl (2008) para analisar a interdependência entre a economia e a ecologia tem que haver mudanças nas perspectivas tradicionais destas vertentes, uma para incorporar a base da atividade e aceitar que os seres humanos são também uma espécie animal e a outra reconhecendo a função da humanidade como uma espécie no funcionamento de todos os ecossistemas só então implicará no reconhecimento da utilidade das análises que são consideradas como próprias de uma ou outra disciplina. “A economia ecológica é um campo transdisciplinar de estudo que vê a economia como subsistema de um maior ecossistema global finito” (ALIER, 2013, p.1).

Bagarolo (1997) detalha algumas outras posições teóricas desta corrente onde caracteriza que o centro de sua análise é a dimensão físico-ecológica dos processos produtivos, o valor analítico do princípio de conservação de massa e do princípio da entropia, a crítica ao crescimento e ao comportamento de mercado como também ao otimismo tecnológico; a preocupação com as gerações futuras dentre outras.

Roegen (1976 *apud* BAGAROLO 1997) afirma que os processos produtivos devem ser estudados também como processo físico- biológicos. A tecnologia é considerada como uma extensão biológica. A espécie humana dotou-se de uma série de órgãos exossomáticos, dos quais já depende tanto que de seus órgãos endossomáticos e devido à manutenção deste, incessantemente recorre aos recursos naturais. Tal estudioso ao retratar a natureza entrópica da produção, pode ser considerado atualmente como marco teórico-conceitual que servem para um novo direcionamento aos estudiosos da economia ecológica.

Nicholas Georgescu- Roegen pode ser considerado o pai da Ecoeconomia ou Economia Ecológica. Seus escritos, muito deles da década de 1970, chamavam atenção aos problemas que estamos vivendo hoje e é realmente uma pena um grande personagem como ele ter passado despercebido na academia [...] (PENTEADO, 2008, p. 189).

Uma das grandes contribuições de Georgescu-Roegen é a importância da lei da entropia para a economia ecológica. Este aponta que a atual crise ambiental e a busca de um desenvolvimento sustentável faz-se urgente a inclusão da problemática da entropia no pensamento econômico, pois este tema é justamente a base material que lhe serve de suporte, bem como a capacidade do meio de absorver a alta entropia resultante do processo econômico. Tal afirmação foi objeto de importantes discussões. Outra contribuição foi a crítica a condição estacionária discutida por Daly, esta teoria foi contra argumentada por

considerar não ter ido até o crescimento das consequências no raciocínio sobre a entropia e por representar um mito da salvação ecológica (CECHIN, 2010).

Desta forma a economia ecológica se fundamenta em uma leitura integrada e biofísica das interações ecologia-economia, traduzindo o processo econômico como processos físicos, uma vez que o funcionamento da economia deve-se ao mundo biofísico de onde provêm os fluxos materiais e energéticos. Isto é, esta linha de pensamento oferece uma análise baseada na relação de interdependência entre os dois sistemas, sistema econômico e o ambiente natural. Reconhecendo a crucial relevância dos princípios das leis da termodinâmica e suas inferências para a análise da dinâmica desta relação. Em especial a segunda lei da termodinâmica – a lei da entropia.

Ricklefs (2001) cita que o primeiro cientista a observar que o tamanho de um sistema e as taxas de transformações de energia e matéria dentro dele (incluindo a assimilação de dióxido de carbono pelas plantas, o consumo das plantas pelos herbívoros, e o consumo dos animais pelos carnívoros) atendiam as leis da termodinâmica foi Alfred J. Lotka.

Common e Stagl (2008) conceituam que a termodinâmica aborda o estudo das transformações de energia. As leis da termodinâmica são fundamentais para compreender como funciona o sistema ambiental e, em consequência, também são fundamentais para compreender o funcionamento dos sistemas econômicos. “A energia fornece uma base excelente para a classificação funcional, pois é um importante denominador comum para todos os ecossistemas, tanto natural quanto gerenciado pelos homens”. (ODUM, BARRET, 2007, p. 75).

Merico (1996) também explana que os fluxos de energia da natureza são analisados pela primeira e segunda lei da termodinâmica e que seus princípios têm implicações biológicas e econômicas. A primeira lei infere que a energia total do universo permanece constante, ou seja, a quantidade de energia do universo é constante pode ser apenas transformada de um estado para outro, e a segunda lei nos diz que a entropia do mesmo continuamente tende ao máximo. E que tais leis têm sido desprezadas por causa do grau de importância dada ao fluxo monetário e ao crescimento econômico pela *mainstream* da economia. Sendo assim negligenciado em suas análises o pressuposto vital que a biosfera é finita, a função crucial dos recursos naturais na produção e principalmente, as mudanças qualitativas dos fluxos energéticos nas transformações dos bens naturais para bens materiais no processo produtivo econômico.

Para Roegen (1971 *apud* FAUCHEUX, 1995) a lei da entropia é inteiramente singular entre as leis da natureza por ser a única lei do domínio físico que reconhece que o

universo energético está submetido a uma mudança qualitativa e irreversível. Ou seja, a energia que dá suporte para a sustentação do crescimento econômico é um recurso finito e de escassez crescente em relação a necessidades cada vez maiores. E, portanto a desordem tende a crescer continua e natural significando que o universo inclina-se ao caos.

O princípio da segunda lei da termodinâmica expressa que a energia do universo embora constante, sofre um processo de irreversível mudança de um estado disponível para um estado não disponível nas transformações, ou seja, quando a energia é dispersa ou desorganizada ela se torna indisponível para realizar trabalho útil ocorrendo um processo de aumento de entropia. Então é possível dizer que a entropia é a energia que não pode ser utilizada para uma transformação. Na física a entropia é conceituada como medida de desordem e o trabalho e o calor estão relacionados devido a variável energia que é um potencial em realizar trabalho e proporcionar calor. Portanto quanto menos calor e quanto menos trabalho seja utilizado no processo produtivo, ou melhor, quanto menos transformação de energia, diminuirá a energia dissipada, por conseguinte a entropia.

Cechin (2010) cita que um dos princípios da física demonstra que toda transformação energética envolve produção de calor que tende a se dissipar este como forma de energia mais degradada, porque não se pode aproveitá-lo totalmente. Percebendo-se assim que a entropia é uma tendência natural de transformação de ordem em desordem ou como uma medida do grau de desordem da natureza. É o que corresponde à segunda lei da termodinâmica - a lei da entropia onde valida que a degradação energética tende a atingir um máximo em sistemas isolados e que não é possível reverter esse processo.

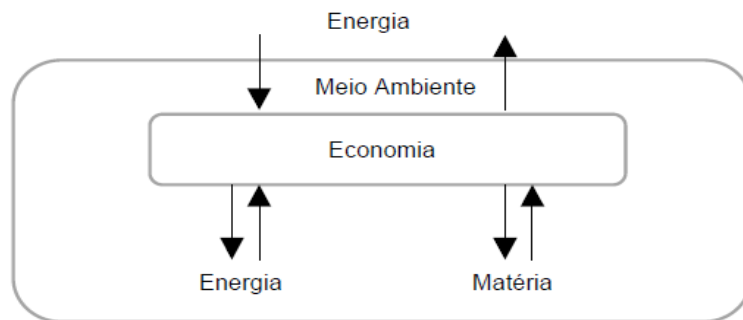
Branco (1999) denomina essa lei como princípio da degradação da energia devido ao estado degradativo da qualitativa da energia presente nas transformações térmicas, um estado irreversível que torna impossível a sua reutilização na produção de trabalho. Nenhum processo relacionado à transformação de energia irá ocorrer de maneira espontânea, sem que haja a degradação de energia de uma forma concentrada para uma forma dispersa ou desorganizada (ODUM, BARRET, 2007).

Common e Stagl (2008) destacam que, qualquer conversão implica em perdas. Porém não em termos de quantidade de energia e sim na qualidade de energia. Todos os processos de transformação de energia compreendem certa degradação da qualidade de energia e a qualidade de se refere à proporção de energia disponível para transformação definindo este segundo princípio como índice da quantidade de energia não disponível em dado sistema termodinâmico. Para Prigogine e Stengers (1979 *apud* FAUCHEUX, 1995), “[...] a nova ciência não pretende mais descrever uma idealização, mas sim a própria natureza,

inclusivamente as perdas”.

Os economistas ecológicos consideram o sistema econômico como um sistema aberto. Na sua dinâmica de produção, a economia interage com o meio ambiente sendo receptora de insumos produtivos (matéria e energia submetidas à entropia), Como demonstra a figura 1. Em consequência ao aumento da escala de produção da economia com a elevada geração de dejetos, a energia dissipada é multiplicada.

Figura 1 - A economia no meio ambiente.



Fonte: Common e Stagl (2008, p.2)

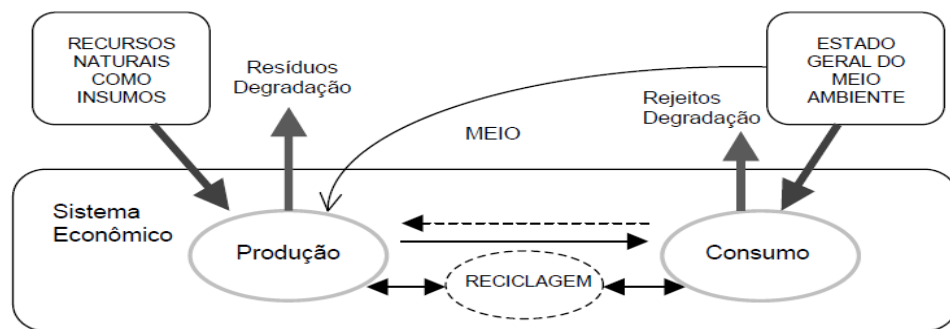
Na termodinâmica identificam-se três tipos de sistemas que são definidos pelos fluxos de energia e matéria que são recebidos na interação entre estes. O sistema aberto que há entrada e saída de matéria e energia, o sistema fechado para entrada e saída de matérias, porém aberto para entrada e saída de energia e por fim o sistema isolado onde não sai e nem entra matéria e energia. Para esta o sistema isolado que existe é o universo em seu conjunto.

Nesse contexto, a economia constitui um sistema aberto que recebe a energia disponível do meio ambiente de várias formas, como por exemplo, pela luz solar, vento, ondas, combustíveis fósseis e outras fontes. E recebe matéria de baixa entropia deste extraíndo matérias-primas, dentre outras. Como o meio ambiente é considerado como um sistema fechado, a energia é passada para este principalmente em forma de calor residual provenientes de transformações químicas, ou seja, em forma de energia indisponível para o uso.

O tratamento da Terra como sistema fechado tem uma inferência considerável, a qual determina a primeira lei da termodinâmica – energia e matéria não podem ser criadas ou destruídas, implicando que a massa de matéria que fluem em prol das atividades econômicas provenientes do meio ambiente acumula-se no sistema econômico ou retornam para o ambiente como rejeitos. Quando a acumulação cessa, a massa de materiais fluindo para o ecossistema é igual em extensão à massa de rejeitos fluindo para o meio ambiente

(TIETENBERG, 2000). Por fim, o que é extraído para o abastecimento do sistema econômico é retornado para o meio ambiente, como expressa a figura 2, porém como rejeitos que aumenta a entropia e causa degradação em razão do limite de capacidade de assimilação dos ecossistemas.

Figura 2 - Um esboço das relações do sistema econômico com o meio ambiente.



Fonte: Mueller (2007, p.465)

Como esboça Alier (2013) sobre a estrutura econômica industrial, que não funciona apenas usando a fotossíntese, usa também estoques insubstituíveis de combustíveis fósseis produzindo danos irreversíveis ao meio ambiente natural. E como a escala de produção é muito grande necessitando mais e mais de recurso para seu abastecimento, os ciclos naturais não conseguem produzir de forma sustentável os recursos ou absorver ou assimilar os resíduos, tal como, como por exemplo, os de metais pesados, o dióxido de carbono em excesso que causa o aquecimento global, o CFCs que rompem a camada de ozônio e outros.

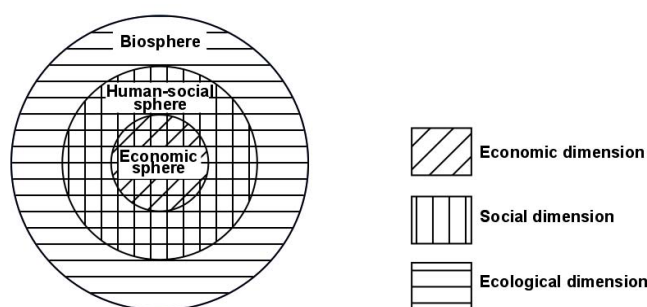
A garantia da capacidade de sustentação dos ecossistemas seria dada, se no processo produtivo não retirassem mais do que a capacidade de regeneração dos ecossistemas e não lançassem neste, mais do que sua capacidade de absorção (MÉRICO, 1996). Isto é, apesar de um ecossistema ser atribuído de resiliência, que o permite manter sua integridade funcional em presença de alguma alteração ou impacto externo moderado, o grau de proporções dos impactos originados da expansão da produção econômica se elevou. Prejudicando a eficiência de regeneração dos sistemas. O ponto é que os sistemas em seu conjunto necessitam de tempo para continuar funcionando basicamente da mesma maneira, para seguir operando e para recuperar o equilíbrio da produtividade primária, ou seja, para continuar existindo e mantendo sua biodiversidade.

Cada espécie (animal, vegetal e microorganismo) tem um papel a cumprir. Os seres vivos relacionam-se entre si e com o ambiente em que se encontram de várias formas: como alimento um para o outro (cadeia alimentar), fertilizando o solo (produção de húmus) ou por meio de sua reprodução (polinização das flores). Se uma espécie é retirada do ambiente, a função que ela realizava deixa de acontecer e assim ocorre um desequilíbrio ecológico (BRASIL, 2005 p.60).

O *homo economicus* precisa compreender e aceitar a sua relação com meio em que vive, pautando esta relação de maneira equilibrada, pois também é uma espécie, que depende de outras para sobreviver, constituindo um ciclo no qual cada elemento tem extrema importância para o equilíbrio. Que para Passet (1979 *apud* FAUCHEUX e NOËL, 1995), como os sistemas socioeconômicos e ecológicos são interdependentes, as perturbações pela esfera econômica a esfera ecológica que a engloba não deixar de surtir efeito sobre si própria.

Quando os impactos ameaçam a reprodução da natureza e os seus mecanismos de regulação, irrompem reações que marcam suas características físico-químicas e as inter-relações dos seres vivos e natureza. “O entendimento das conexões entre os sistemas econômicos e ecológicos assim como sua abordagem como um só sistema total, integrado, é, por conseguinte, crucial para a sustentabilidade” (Costanza, 1994, p. 120).

Figura 3 - A economia incorporada na esfera humana e na biosfera.



Fonte: Alier (2013, p.2)

René Passet (1979) desenhou uma imagem das relações entre natureza, sociedade humana e economia humana (Figura 3), que se tornou um símbolo para a economia ecológica. Na ilustração a natureza precede o ser humano e este o sistema de mercado (Alier, 2013). No que tange às transformações relacionadas às intervenções da sociedade no ambiente, que se evidenciam em diversas escalas tanto nos níveis global como regional e

local, além de se tornarem visível em variadas escalas temporais, variáveis populacionais, econômicas, sociopolíticas, científicas e tecnológica. Possuem efeitos adversos sobre os sistemas naturais.

(...) As espécies não existem independentemente, elas coevoluíram em ecossistemas dos quais dependem. Isso significa que cada espécie individual depende de algum conjunto de outras espécies para continuar sua existência. Uma espécie pode depender apenas de uma outra espécie para continuar alimentando, ou pode depender de um complexo de espécies interrelacionadas. Isso parece indicar que, se agirmos de maneira a causar a extinção de qualquer espécie, então, à perda de benefícios futuros deve incluir perdas acumuladas se qualquer outra espécie dependente também sucumbir. (...) Extinguir uma espécie da qual duas outras espécies dependem é extinguir três espécies (NORTON, 1997, p.258).

Desse modo na compreensão da economia ecológica, que engloba a vertente da economia da sobrevivência (vertente que ressalta em especial os impactos das ações do presente em termos do cumprimento do requisito da preservação das oportunidades das gerações futuras), se contrapõem as hipóteses de meio ambiente neutro, passivo que não impõe limites ao crescimento econômico, e da irreversibilidade (MUELLER, 2007), ou melhor, esta corrente ressalta a importância de se contrapor a ampliação da escala da economia, considerando que depois de certo ponto o crescimento econômico deixa de ser benéfico devido aos custos da multiplicação de produção material, representando sérias ameaças a estabilidade do ecossistema global, conseqüentemente implicações as gerações futuras. Implicações que comprometem seriamente a possibilidade de que as estas gerações usufruam qualidade de vida semelhante à geração presente. Sendo inteiramente incrédula sobre a possibilidade de crescimento por tempo indeterminado, e mais ainda quanto à ilusão de que o crescimento possa ser a solução para os problemas ecológicos.

2.2 Economia Ambiental

Esta corrente se formula na linha de pesquisa que converge com a teoria econômica neoclássica tradicional, aplicando técnicas de análises de custos/benefícios e insumo/produto nas observações relacionadas às políticas ambientais atualmente empregadas como em matéria de suas duas principais ramificações: economia da poluição e a economia dos recursos naturais. Caracterizando assim uma tentativa do *mainstream* econômico de incorporar a questão ambiental em seus estudos.

No que tange aos posicionamentos da economia ambiental compreende-se o meio ambiente como neutro e passivo, assim em suas hipóteses este não ditará limites físicos à

expansão econômica a um prazo futuro como fonte de insumos. Considera-se apenas como um problema ambiental agravante a emissão de dejetos como poluente com efeitos negativos sobre o bem-estar da sociedade.

Segundo Cechin (2010) a economia da poluição é um desdobramento direto da teoria neoclássica do bem-estar e dos bens públicos, onde esta diferencia os custos ou benefícios privados dos sociais a partir da teoria das externalidades de Pigou. E a economia dos recursos naturais se preocupa com a alocação intertemporal dos recursos naturais bem como sua extração e exaustão.

A economia da poluição é apontada como a área mais importante da economia ambiental neoclássica, esta se utiliza da teoria fundada por Pigou do bem-estar (*Welfare economics*) e dos bens públicos. A teoria demonstra que a existência do efeito externo interfere na paridade entre os custos marginais privados e os custos marginais sociais, em consequente na paridade entre a quantidade privada ótima e a quantidade socialmente ótima (MUELLER, 2007).

Na análise considera-se como bem público o meio ambiente que se coloca na função de receptor de rejeitos e a poluição com externalidade negativa do processo de produção e consumo. E para o reparado desses desvios de mercado é proposta à introdução dos mecanismos de controle de poluição, como instrumentos de taxação ou licenças de poluição para que haja internalização dos custos ambientais nos preços dos produtos. Para Faucheux e Noël (1995) a teoria econômica do meio ambiente encara a abordagem dos problemas ambientais sob o prisma da procura de uma solução que tenha todas as características de estado ótimo, como por exemplo, atingir um grau ótimo de poluição.

Nesse sentido, questionam-se quais são os critérios utilizados para valorar as externalidades (poluição) geradas e integrá-las ao cálculo econômico dos agentes. A linha da economia ambiental neoclássica atribui valores com base em seus princípios de utilização e de disposição a pagar, desenvolvendo uma série de técnicas de valoração ou métodos de valoração econômica dos recursos ambientais.

No que se refere à economia dos recursos naturais, sua esfera de análise corresponde ao método de utilização e extração de recursos naturais pelo sistema econômico ao longo do tempo. No qual tais pesquisas se designa a responder as questões relacionadas ao padrão ótimo de uso desses recursos, qual gerência adequada aos recursos renováveis e qual a taxa ótima de depleção dos recursos não renováveis. E principalmente no que abrange a questão primordial do arcabouço teórico da economia de recursos naturais é se sua disponibilidade limitada pode vir a ser uma barreira ao crescimento econômico (MUELLER,

2007).

Segundo a análise de Cechin (2010) a pesquisa desta teoria se centra em definir a depleção ótima de um recurso natural que existe em quantidade limitada e fixa, onde caracteriza depleção ótima pela maximização do valor presente do benefício da extração do recurso (os custos e benefícios previstos no futuro do serviço de recursos naturais é descontado a uma taxa social de retorno, sendo de suma importância os valores presentes, ou seja, os valores descontados) usando-se os conceitos de custo de oportunidade e desconto e as diretrizes da *Regra de Hotelling* (1931) para se definir a taxa ótima de extração.

Todavia as ramificações da economia ambiental neoclássica abordam a questão ambiental de um modo parcial, não promovendo uma análise integrada dos impactos causados pela produção e consumo econômico no que tange o despejo de rejeitos e a retirada dos recursos naturais do meio ambiente. Segundo Cechin (2010) as condições de ótimo não garantem a estabilidade ecológica devido a ser apoiado a mecanismo de preferências individuais reveladas ao consumo.

A economia de recursos naturais utiliza-se de mecanismo da taxa de desconto para atingir o uso ótimo de um recurso, a qual não beneficia as gerações futuras por assegurar um uso mais intenso desse recurso pela geração presente. Que para Merico (1996) esta taxa significava apenas maior retorno financeiro com menor custo, percebendo-se que mesmo com o uso ótimo, não se impediam a degradação, chegando a levar os recursos naturais à completa extinção. Para alguns autores da teoria do capital segundo Mueller (2007) esta taxa significa uma retribuição para assegurar a transferência de capital em prol do crescimento econômico. Em virtude, surge uma objeção ética do desconto dos benefícios líquidos das gerações futuras ao longo tempo.

eticamente indefensável a sociedade descontar as utilidades do futuro. Indivíduos podem fazer isso [...], pois têm a consciência de que a vida é curta. No processo de decisão social, entretanto, não há desculpa para tratar de forma desigual as diferentes gerações, e o horizonte temporal é, ou deveria ser, muito longo. (SOLOW, 1978, p.8 *apud* MUELLER, 2007, p.368).

À vista disto os critérios e os procedimentos de otimização não asseguram o alcance dos princípios de sustentabilidade relacionado aos recursos do meio ambiente. Em consequência disto, a teoria neoclássica utiliza-se de uma metodologia adicional de conservar a constância, ao longo tempo, do consumo, isto é das diferentes formas de capital, para que nenhuma geração seja favorecida pelo prejuízo de outra.

Então Solow (1974 *apud* CECHIN 2010) elabora hipóteses que afirmam que, o que deve ser mantido pelos menos constante ou crescente a longo do tempo é o consumo per capita, ou seja, o importante é que o nível de consumo *per capita* seja sustentado indefinidamente no nível mais elevado possível. E para que o consumo *per capita* seja mantido indefinidamente, o que deve ser conservado é a soma dos três tipos de capital: manufaturado — tudo aquilo que é construído; humano — força de trabalho; e o natural — estoque de recursos naturais. Dada à disponibilidade finita do recurso natural, para que o consumo *per capita* se mantenha constante, algumas condições devem ser satisfeitas. A primeira é a possibilidade de progresso técnico poupador de recursos naturais; e a segunda é a facilidade do trabalho e do capital substituírem os recursos naturais na produção. Ou melhor, nesta interpretação os recursos naturais como fonte de insumos e como capacidade de impactos dos ecossistemas não corresponde, a longo prazo, limites a produção econômica.

[...] Solow manteve o mito da possibilidade de haver na terra recursos naturais infinitos, inesgotáveis, perfeitamente substituíveis, com uma tecnologia sempre pronta para manuseá-los, é claro, cuja utilização seria feita com impacto nulo. Tudo isso dentro da ampla e disseminada visão mecanicista. (PENTEADO, 2008, p. 194).

Esta colocação é o que se denomina sustentabilidade fraca, onde a economia como sistema produtivo julga-se suficiente a disponibilidade de recursos naturais. Conjecturando que o progresso científico-tecnológico supera a restrição dos recursos não renováveis à sua expansão. Nas hipóteses levantadas da sustentabilidade fraca o capital total e o produto da economia tem como ascender de forma continuada, pois existe a crença de o capital produzido e capital natural poderem substituir um ao outro facilmente. Romeiro (2003) esboça que nesta corrente não se admite a natureza singular de alguns recursos naturais que por não serem produzidos pelo homem não podem ser providos por este. Em outras palavras, o capital produzido pelo ser humano é impossibilitado de substituir os serviços substanciais por alguns recursos naturais, sendo que o capital material tem origem física de algum recurso natural.

É o que conceitua a chamada sustentabilidade forte que vem refutar a hipótese de substitutabilidade entre os capitais, reafirmando que o capital construído e capital natural são essencialmente complementares e apresenta-se pessimista no alcance do desenvolvimento sustentável com a ampliação continuada da produção da economia acompanhada de escassez relativa crescente dos recursos naturais. E no limite, se este se tornar bastante escasso, o crescimento da economia cessará.

Referir-se a terra, incluindo nela os seres vivos, com “capital natural” já é uma forma de reduzir a natureza a instrumento para uso humano, reduzi-la a um fator de produção, com outro qualquer. Por isso, é importante lembrar que este “capital” é a pré-condição básica, não somente para a existência da produção, para existência da própria vida. É fundamental, portanto, a consideração ética de que todas as formas de vida têm direito a existir, independente de seu possível uso para os seres humanos (MERICCO, 1996, p.35).

Daly (1997 *apud* MUELLER, 2007) discute a respeito do argumento que o chamado capital natural e o capital construído pelo homem são bons substitutos anulando a ideia de um fator limitante que requer que os fatores sejam complementares. Mas esta afirmativa era irrelevante quando os recursos naturais eram considerados superabundantes, contudo atualmente estes parecem ser tanto escassos quanto complementares, portanto limitante. E ainda argumenta que a lógica econômica tem dois intuitos, com relação à utilização do fator limitante da produção, a de maximizar sua produtividade hoje e investir no seu aumento amanhã.

Peace e Turner (1993 *apud* CECHIN 2010) declara que é incongruente a avaliação de o capital ser constante, no entanto o critério de sustentabilidade deveria ser o da transferência de um estoque de capital natural constante para as gerações futuras. Se a taxa de extração do recurso renovável não for maior que a taxa de reestruturação e se a produção de resíduos mantiver-se abaixo da capacidade de assimilação do ambiente esta transferência pode ser cabível a esses recursos por se manterem no tempo. No caso dos recursos não renováveis, não podem ter seus estoques se são usados.

Contrapondo a ideia de o progresso técnico suplantar a escassez de recursos naturais não renováveis, o autor Roegen (1976 *apud* CECHIN 2010) considera que apesar de ser uma simplificação bastante útil, a ideia de que tanto os bens de capital quanto a força de trabalho são mantidos constantes não deixa de ser uma ficção, pois o processo econômico muda contínua, quantitativa e qualitativamente máquinas e equipamentos. Além disso, a crítica que faz aos esquemas de reprodução econômica é que mesmo uma reprodução simples precisa dos fluxos de entrada da natureza para manter-se; senão seria um moto-perpétuo, ou seja, uma máquina capaz de produzir trabalho ininterruptamente utilizando a mesma energia. Tal máquina seria um reciclador perfeito. Porém, isso contradiz a 2ª Lei da Termodinâmica, a Lei da Entropia.

Acabamos de entrar em uma nova era na qual o fator-limite ao desenvolvimento não é mais o capital feito pelo homem, mas sim o capital natural remanescente. A madeira é limitada pelas florestas que restarem, e não pela capacidade das serrarias; a pesca é limitada pelas populações de peixes, e não pelos barcos pesqueiros; o petróleo cru é limitado por seus depósitos, e não pela capacidade de perfuração e bombeamento. A maior parte dos economistas considera o capital feito homem e o capital natural como substitutos, e não como complementos. Por conseguinte, nenhum desses fatores pode ser limitante. Somente se os fatores são complementares pode um deles ser limitante. Os economistas ecológicos consideram o capital natural e aquele feito pelo homem como fundamentalmente complementares e por isto ressaltam a importância dos fatores limitantes e as alterações nos padrões de escassez (Costanza, 1997, p.122).

Roegen (1993 *apud* MERICO, 1996) frisa também que a humanidade tem quase todo domínio do estoque terrestre de energia disponível – de baixa entropia, sendo capaz de utilizá-lo como um todo num período curto, caso desejasse. Por que as fontes de energia disponíveis do planeta são as do fluxo de energia do sol e a do estoque terrestre que são os recursos renováveis e não renováveis. Estes recursos de baixa entropia podem ser classificados também em estoques de energia (como a biomassa) e de materiais (como minerais).

A quantidade total disponível dos recursos não renováveis é limitada e se os recursos renováveis forem explorados até exaustão se equipará a condição dos recursos não renováveis. E o fluxo solar é praticamente ilimitado na sua quantidade total, mas é absolutamente limitado nas taxas e padrões de chegada a terra. Ficando assim explícito que as fontes utilizadas para fabricação de produtos no abastecimento da economia atualmente vêm deste estoque limitado de baixa entropia.

Tietenberg (2000) também aborda em suas pesquisas que a lei da entropia manifesta que o fluxo de energia solar estabelece um limite para a energia sustentável. Uma vez esgotados os estoques dos recursos naturais, a quantidade de energia disponível para o trabalho será delimitado somente pelo fluxo de energia solar e pela quantidade que pode ser armazenada. À vista disso, no longo prazo, o processo de crescimento será limitado pela disponibilidade de energia solar e nossa habilidade de coloca-la disponível para o trabalho.

2.3 Economia Ecológica Versus Economia Ambiental

A economia ecológica e a economia ambiental compartilham da mesma preocupação, a interação entre o sistema produtivo econômico e o meio ambiente, isto é na maneira que o sistema econômico degrada o meio ambiente com a poluição. Porém a

metodologia utilizada para a compreensão da relação economia e natureza, difere de uma corrente para outra.

A fundamental distinção entre as duas correntes caracteriza-se pela hipótese adotada. A economia ambiental se apoia na hipótese tênue em que trata o meio ambiente como neutro e passivo, que aceita diferentes níveis de degradação sem surtir efeito algum sobre a economia. Importando somente o bem estar dos agentes econômicos que são afetados após atingir o grau ótimo de degradação. “Para essa vertente, o que vale é o bem estar dos indivíduos e não a sanidade do meio ambiente” (MUELLER, 2007, p.461).

Por sua vez a economia ecológica se contrapõe a este pensamento, considerando que o sistema econômico ao interagir com meio ambiente provoca alterações no mesmo, tanto devido ao aumento da utilização dos recursos naturais quanto na capacidade de absorção de resíduos e poluição em excesso. E que estas alterações podem ser irreversíveis, acelerando assim o processo de escassez de recursos naturais.

Com o seu caráter instrumental e aplicado, a economia ambiental procura a partir de técnicas, determinar estimativas de valores para danos ambientais, utilizando a metodologia de valor de uso (para capturar um valor estimativo do recurso ambiental) que se compõem pela preferência do indivíduo e disposição a pagar do mesmo pelo uso do recurso ou serviço ambiental. “O raciocínio apenas em âmbito monetário mostra que mesmo a economia ambiental neoclássica continua sendo crematística (conceito aristotélico que trata do estudo da formação de preços de mercados)” (CECHIN, 2010, p.137).

A economia ecológica rejeita esta teoria neoclássica, argumentando que os aspectos biofísicos da interação entre o sistema econômico e o sistema ambiental ao não ser considerados leva a uma análise parcial e necessariamente reducionista por parte da economia ambiental. Além disso, esta corrente descarta a “soberania do consumidor” ao dar prioridade aos interesses dos sistemas economia e meio ambiente acima da escolha dos indivíduos, sendo proposta uma integração profunda da economia com a dinâmica da ecologia (VAN DEN BERG, 2000).

Possivelmente a crítica epistemológica mais importante de Georgescu [...] se refira ao fato de a economia neoclássica considerar o processo econômico como um processo mecânico, independentemente do lugar e o do tempo histórico. Para a mecânica, que analisa o movimento, as variações de energia e as forças que atuam sobre um corpo, não existe diferença entre passado e futuro. A mecânica parte do princípio de que independentemente de onde, como e por que ocorrem os fenômenos, o espaço e o tempo não são afetados (CECHIN, 2010, p.59).

Segundo Mueller (2007) para a economia ambiental neoclássica, a natureza em seu conjunto nada valem se não exercerem impactos, em termos de utilidade, de bem-estar sobre os indivíduos em sociedade. E são esses impactos que se procura mensurar em termos monetários. “Este é o domínio habitual da economia ambiental e da análise de impacto ambiental, a poluição e sua mitigação, prevenção e mediação” (COSTANZA, 1994, p.114).

A economia ecológica engloba e transcende esses domínios, pois considera a economia um subsistema, parte de um sistema maior finito, que é o sistema ambiental. Esta corrente busca entender a totalidade da interação entre a economia e o meio ambiente com enfoque pluralista, no qual se procura integrar o aporte de várias perspectivas teóricas em prol da solução de problemas ambientais.

Para Costanza (1994) a economia ecológica difere tanto em termos de dimensão da percepção do problema ambiental, quanto na importância que atribui às interfaces da economia e o meio-ambiente. Esta assume esta visão mais ampla e abrangente em termos de espaço, tempo e das partes do sistema a serem estudadas. E ainda Costanza (1994, p.116) argumenta que:

A economia ecológica adota um enfoque mais holístico, sendo os seres humanos um dos componentes (embora muito importante) dentro do sistema total. As preferências, o entendimento, a tecnologia e a organização cultural humana, tudo isto co-evolui para refletir as mais amplas oportunidades e limitações ecológicas.

Van Den Berg (2000) descreve que os economistas ecológicos são mais interessados em uma modelagem explícita de pessoas e meio ambiente ou a relação econômico-ecológico, mapeando as relações de causa-efeito e processos dinâmicos dentro do ambiente (hidrológico, químico, físico e ecológico).

E para este autor, outra principal oposição entre as vertentes, se refere à escala e alocação, a teoria neoclássica visa uma alocação ótima com eficiência de uso de recursos, tendo como objetivo encontrar um nível ideal de uma externalidade. A economia ecológica escolheu o desenvolvimento sustentável como o seu conceito central. Este é subsequentemente abordado de forma qualitativa e empiricamente com particular atenção para as escalas espaciais (variando do local ao global).

A escola neoclássica tem a convicção que a evolução tecnológica, como facilitador da infinita substituíbilidade de capitais, é suficiente para relativizar indefinidamente as barreiras ambientais ao crescimento econômico e pressupõem que o

crescimento de todos os países seja capaz de solucionar os problemas ambientais. “[...] se for fácil substituir os recursos naturais por outros fatores, em princípio, não haverá “problema”. O mundo poderá seguir em frente sem recursos naturais, e sem exaustão será apenas um evento, e não uma catástrofe” (SOLOW, 1973 *apud* MUELLER, 2007, p.358).

“Os economistas ecológicos não compartilham do entusiasmo incondicional dos economistas neoclássicos a respeito que o crescimento econômico deva ser um objetivo político em todas as partes” (COMMON e STAGL, 2008, p.210). Segundo Bagarolo (1997) em função da extensa dimensão da escala de produção do sistema econômico, a longo prazo, os limites de recepção do meio ambiente e a escassez de recursos naturais imporão limites ao crescimento desse sistema. Porque qualquer produção que opere com recurso não renováveis, ou ultrapasse os limites de reprodução destes recursos, está destinada a exaurir suas próprias bases. E não existem substitutos tecnológicos plausíveis para muitos deles.

A economia convencional é muito otimista com relação à capacidade da tecnologia para afastar, no final, todas as limitações, em termos de recursos, ao crescimento econômico contínuo. A ecologia convencional tem realmente muito pouco a dizer diretamente sobre tecnologia; entretanto, até o ponto em que tem uma opinião, esta seria pessimista a respeito da capacidade da tecnologia para remover as limitações em termos de recursos, uma vez que tem-se observado que estes são limitados em todos os ecossistemas naturais que existe e não incluem seres humanos. A economia ecológica é cética a este respeito. Dado nosso alto nível de incerteza sobre esta questão, é irracional apostar na capacidade da tecnologia para remover as limitações dos recursos. (COSTANZA, 1994, p.117).

Os economistas ecológicos questionam a sustentabilidade da economia por causa de seus impactos, dependência de matéria e energia do meio ambiente e as tentativas de atribuir valores monetários a serviços ambientais. Por isso o principal objetivo da economia ecológica é a introdução de indicadores físicos e índices de sustentabilidade. Mas esta corrente trabalha nas relações entre direito de propriedade e gestão de recursos, nas interações entre a economia e o meio ambiente, estuda os conflitos de distribuição ecológica e utilizam ferramentas de gestão, como por exemplo, a de avaliação ambiental integrada e de multicritérios auxiliares de decisão e propõe novos instrumentos de políticas ambientais. (ALIER, 2013).

[...] ao criar um mercado de consumo de bens ambientais ou de capitais naturais (água, ar, paisagens etc.), abrem-se possibilidades para novas formas de oligopolização e privatização da economia, agora com o controle econômico do uso privado do ambiente e da qualidade de vida, sempre regulado pela renda individual e com a garantia do Estado. Nesse sentido, as limitações da economia ambiental decorrem de seu enfoque reducionista, não só em termos de buscar converter todos os valores passíveis de serem mensurados em termos de valores monetários, como

também por desconsiderar outros enfoques e racionalidades que não os puramente econômicos (SEKIGUCHI, PIRES, 1994, p.12).

Tabela 1 - Diferenças de enfoques entre a economia ecológica e a economia ambiental neoclássica.

Economia Ecológica	Economia Ambiental Neoclássica e os recursos naturais.
Escala ótima	Alocação ótima e externalidades
Prioridade á sustentabilidade	Prioridade á eficiência
Satisfação de necessidade básica e distribuição equitativa	Bem-estar ótimo ou eficiência de Pareto
Desenvolvimento sustentável (global e Norte/Sul)	Crescimento sustentável em modelos abstratos
Pessimismos em relação ao crescimento e existências de escolhas difíceis	Otimismo com relação ao crescimento e existência de opções “ganha-ganha”
Co-evolução imprevisível	Otimização determinística do bem estar intertemporal
Foco no longo prazo	Foco no curto e médio prazo
Completa integrativa e descritiva	Parcial, monodisciplinar e analítica
Concreta e específica	Abstrata e geral
Indicadores físicos e biológicos	Indicadores monetários
Análises sistêmica	Custos externos e valoração econômica
Avaliação multidimensional	Análise custo- benefício
Modelos integrados com relação causa – efeito	Modelos aplicados de equilíbrio geral com custos externos
Racionalidade restrita dos indivíduos e incerteza	Maximização da utilidade e lucro
Comunidades locais	Mercado global e indivíduos isolados
Ética ambiental	Utilitarismo e funcionalismo

Fonte: Adaptado de Van Den Bergh (2000, p.9)

3 MÉTODOS DE VALORAÇÃO AMBIENTAL

Vários métodos foram desenvolvidos com o viés de valorar os recursos ambientais e seus serviços, devido aos efeitos da interface economia e meio ambiente, cada um com limitações a diversos tipos de problemas e situações. Apresenta-se assim dois grupos de métodos, um baseado na disposição a pagar e o outro em análises biofísicas.

3.1 Métodos de valoração econômica neoclássico

O problema da alocação intertemporal de recursos entre consumo e investimento por agentes econômicos racionais, cujas motivações são inteiramente de maximização de utilidade passa a ser considerado com falha de mercado pela corrente neoclássica. Segundo esta, as falhas ocorrem visto que os serviços ambientais em sua grande parcela se caracterizam como bens públicos e com isto não possuem preço de mercado, não podendo ser transacionado em mercado. Portanto as ações são voltadas apenas para a correção destas falhas (ROMEIRO, 2003).

Para tal a economia ambiental coloca-se como caminho de análise a utilização de instrumentos que tem como base a microeconomia neoclássica, buscando atribuir valores monetários de aspectos do meio ambiental natural, vinculados à utilidade derivada. Sendo estes relevantes para determinar os custos e benefícios referentes à aplicabilidade dos serviços ambientais e no que tange o nível de bem-estar do indivíduo.

Conforme Mueller (2007) os métodos de valoração ambiental, pelo menos em sua grande maioria, utilizam o conceito de excedente do consumidor e do produtor; o conceito de custos de oportunidade; a noção de disposição a pagar e de receber. E implicitamente as metodologias de valoração aplicam a noção de eficiência econômica das teorias de equilíbrio geral e de bem-estar social neoclássica. Dentre muitos outros instrumentos da análise neoclássica.

Embora estes métodos de valoração apresentem resultados muitas vezes divergentes, todos partem do mesmo princípio da racionalidade econômica. As pessoas realizam suas escolhas a partir do que observam, procurando maximizar o bem estar limitadas pelas restrições orçamentárias. Maia et al (2004)

Marques e Comune (2001, p. 29) afirmam que:

A economia do meio ambiente, que se alicerça nos fundamentos da teoria neoclássica, desenvolveu e aprofundou não somente conceitos e métodos para a valoração do meio ambiente, como também derivou importantes instrumentos de política, que vai do imposto “pigouviano” ao leilão de licenças para poluir, passando pelos subsídios, quotas, taxas, regulamentos e padrões fixados para o gerenciamento ambiental.

De acordo com Motta (2006), determinar o valor econômico de um recurso ambiental funda-se em definir a diferença de bem-estar da população seguida de mudanças na quantidade de bens e serviços ambientais, seja na apropriação por uso ou não. Em questão de aspectos metodológicos distingue-se o valor econômico ambiental (VERA) através da análise do valor de uso (VU) e do valor de não uso (VNU) para mensurar o valor de bens e serviços ambientais. O valor de uso é o uso efetivo que o bem pode possibilitar, estando subdividido em valor de uso direto (VUD) – valor atribuído por uma utilização direta do bem, valor de uso indireto (VUI) – valor relacionado ao benefício do uso do bem derivado de funções ecossistêmicas e por fim valor de opção (VO) – valor atribuído em preservar recursos que podem ser extintos. O valor de não uso ou valor intrínseco refere-se a um valor de existência (VE) que independe do interesse do homem para com a natureza, ou seja, está dissociado do uso. Compondo assim a taxonomia temos a equação:

$$VERA = (VUD + VUI + VO) + VE$$

Que é utilizada para obter cálculos que traduzam em valores econômicos das preferências do consumidor pela utilização de um recurso ou serviço ambiental.

E ainda Motta (2006) ressalva que as técnicas de valoração são classificadas em: métodos indiretos que são métodos da função de produção onde abrange o método de produtividade marginal, os baseados em mercados de bens substitutos (custos evitados, custo de controle, custos de reposição e custo de oportunidade), e os métodos diretos são métodos da função de demanda, apoiados na disposição a pagar indireta (custo de viagem e preços hedônicos) e na disposição a pagar direta (avaliação contingente). Sendo a escolha do método baseada no propósito da valoração, nas hipóteses assumidas, na quantidade de dados disponíveis e do conhecimento da dinâmica ecológica do objeto que está sendo valorado.

Ortiz (2003) conceitua métodos de valoração indiretos por aqueles que determinam o valor econômico de um recurso ambiental a partir da observação do comportamento do consumidor, sejam em mercados de bens complementares ou bens substitutos. Para Maia et al (2004) são os mais aplicados devido à simplicidade e menos onerosos para calcular o impacto de uma alteração marginal do recurso ambiental na atividade

econômica tomando como referencia produtos no mercado movidos pela modificação no abastecimento de tal recurso.

E ainda Maia et al (2004) aborda que um dos métodos de valoração indireto é o método da produtividade marginal. Este método atribui um valor ao uso do ecossistema relacionando a quantidade, ou a qualidade de um recurso natural diretamente à produção de outro produto com preço existente no mercado. Admite-se que, dada função de produção $P = f(Y, R)$, onde P corresponde ao produto qualquer, Y aos insumos privados e R recursos ambientais com preço zero, o valor econômico de R é um valor de uso dos bens e serviços ambientais e que para estima-lo é preciso conhecer a correlação de R em f , a variação do nível do estoque e de qualidade de R em razão da produção de P . Assim estima-se a função dano ambiental ou função Dose-resposta – DR, onde $R = DR(x_1, x_2, \dots, Q)$. As variáveis (x_1, x_2, \dots) junto com o nível de estoque ou Q do recurso natural afetam a disponibilidade de R .

A finalidade do recurso natural no processo produtivo será representada pela função Dose-resposta que associa o nível de provisão do recurso ao nível de produção respectivo do produto no mercado. Esta função avalia o impacto no sistema produtivo dada uma variação marginal na provisão do bem ou serviço ambiental, calculando o valor econômico de uso do recurso com base na variação.

A elaboração da função Dose-resposta envolve duas etapas, uma exige a formação de uma função física dos danos, relacionando a dose de poluição ou degradação à resposta do ativo natural a tal transtorno. A outra etapa exige à criação de um modelo econômico que calcule o impacto financeiro destas alterações no processo produtivo. Mas considerando o insuficiente conhecimento relacionado à complexidade da dinâmica do ecossistema as relações tornam-se imprecisas de causa e efeito, ficando abstrusa a estimação da função de dano (MOTTA, 2006).

O método de produtividade marginal acaba estimando apenas uma fração 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 da estimativa.

A hipótese básica por detrás da aplicação dos métodos de mercados de bens substitutos é a de que as atitudes dos agentes econômicos podem revelar o valor implícito de características particulares do meio ambiente, possibilitando a valoração das alterações deste com base nas alterações provocadas no valor de bens complementares ou substitutos com preço fixado no mercado (MUELLER, 2007). Evitando assim que a receita líquida de uma atividade possa ser afetada pela variação do recurso ambiental R , não só pela diminuição da

produção, mas também pelo aumento dos custos. Quando o recurso natural é um insumo ou um substituto perfeito de um bem ou serviço privado, os métodos empregam preços de mercado relacionado a esse bem ou serviços, com base nesses preços, admitindo que estes não se alterem perante a variação de disponibilidade do recurso ambiental, estimam-se indiretamente o valor econômico (preço sombra) dos recursos ambientais cuja variação está sendo analisada.

Algumas técnicas são derivadas dos métodos de mercados de bens substitutos, uma das quais é a de custos evitados ou gastos defensivos, onde, de acordo Ortiz (2003) este método procura estimar os gastos que seriam incididos em bens substitutos para não alterar a quantidade consumida ou qualidade do recurso natural analisado, ou seja, o valor do recurso é calculado por meio dos gastos com operações defensivas através de substitutos perfeitos ou complementares, aproximando-se monetariamente das mudanças destes atributos ambientais.

Em uma das hipóteses deste método, o bem de mercado substituto do ativo natural, deve gerar apenas o benefício de substituir o recurso ambiental analisado sendo seu substituto perfeito. Como por exemplo, o gasto com o acesso de água potável ou com a compra de água mineral por algum indivíduo, supõe-se que este esteja analisando todos os possíveis problemas da água poluída, e indiretamente medindo sua disposição a pagar pela água saudável. Porém as estimativas dos custos evitados deste método tendem a ser subestimadas devido a não ser considerada uma série de elementos, como alguns comportamentos assimétricos dos indivíduos, além da falta de informação sobre os reais benefícios do bem ou ativo ambiental.

Outra técnica derivada do método de mercado de bens substitutos é a do custo de reposição, esta técnica consiste em mensurar o custo de repor ou restaurar o recurso ambiental prejudicado como uma aproximação da variação da medida de bem-estar relacionada ao recurso ambiental. Seus cálculos são apoiados em preços de mercado, partindo do pressuposto que o recurso natural possa ser devidamente substituído.

Apesar da proporção dos gastos envolvidos para a restauração do recurso ambiental, nem todas as complexas propriedades de um recurso natural serão repostas pela substituição por outro. Como o restabelecimento de toda biodiversidade existente de alguma floresta nativa depois do desmatamento da mesma. De maneira que nem todas as propriedades do bem degradado podem ser repostas, as estimativas tendem a ser subestimadas, e fornece uma aproximação dos prejuízos econômicos causados pela diferença da manutenção da produção econômica pelo recurso natural. A hipótese de que a variação do preço de mercado do bem ou de seu substituto equivale à variação de seu estoque repercutirá na subestimação da

valoração, pois é incerto encontrar esse bem substituto. (MOTTA, 2006).

O método de custo de controle também é derivado do método de mercado de bens substitutos, segundo Maia et al (2004) representa os gastos necessários para evitar alteração do bem ambiental e garantir a qualidade dos benefícios gerados à população. Como o caso do tratamento de esgoto para evitar a poluição dos rios e de um sistema de controle de emissão de poluentes de uma indústria para evitar a contaminação da atmosfera. O controle da degradação contribui para manter um nível sustentável de exploração, permitindo o aproveitamento dos recursos naturais pelas gerações futuras.

As maiores complicações deste método estão relacionadas à estimação dos custos marginais de controle ambiental e dos benefícios gerados pela preservação. Os investimentos de controle ambiental tendem a gerar benefícios diversos, sendo necessário um aprofundamento maior nas pesquisas para determinação de todos estes. Como não há também um consenso quanto ao nível adequado de sustentabilidade, as pessoas encontram sérias dificuldades para ajustar os custos aos benefícios marginais e determinar o nível ótimo de oferta do recurso natural.

Segundo Motta (2006), o método do custo de oportunidade não valora diretamente o ativo ambiental, este calcula o custo de preservá-lo das atividades econômicas que poderiam estar sendo executadas na área de proteção, correspondendo assim, as perdas econômicas dos indivíduos em virtude das restrições de uso dos recursos ambientais. Ou seja, o custo de oportunidade da renda sacrificada em prol da preservação do recurso ambiental.

Maia et al (2004) argumentam que o caso de um parque ou reserva florestal com a exploração restringida, o custo de oportunidade de sua preservação seria gerado pelos benefícios, provavelmente de extração de madeira. Mas os benefícios ecológicos desta preservação poderiam ser manifestados pela a renda gerada em atividades como ecoturismo e o aproveitamento de ervas medicinal. Na estimação dos custos de oportunidade, os danos criados por atividades insustentáveis devem estar incluídos. Pois estes podem ser irreversíveis e reduzir a oferta do bem ou serviço ambiental ao longo do tempo.

Para Ortiz (2003) métodos de valoração direto onde são baseados na função demanda buscam mensurar as preferências dos indivíduos por bens e serviços ambientais a partir de questionários que estabelecem as preferências relacionadas ao bem ou serviço, respondidos diretamente pelas pessoas. Um dos mais antigos métodos direto é o método de custo de viagem, que seus cálculos procuram examinar uma disposição a pagar indireta (DAP) pelo recurso natural através da estimação dos custos de visitação.

Este método mensura a demanda por uma área ambiental, como patrimônio natural, por exemplo, com base nos custos incorridos dos usuários pelo o acesso ao ativo. Esta técnica estipula uma função relacionando o custo de visitação às variáveis (características que interprete a visita ao patrimônio) de custo de viagem.

Os dados são obtidos através de questionários aplicados a uma amostra da população no local de visitação. As entrevistas devem respeitar os distintos períodos do ano (verão e inverno, diurno e noturno) evitando um possível viés sazonal na amostra. A taxa de visitação pode ser expressa em número de visitas pela população (por exemplo, visitas para cada mil habitantes), ou visitas por indivíduo num determinado horizonte de tempo (visitas para cada indivíduo durante um ano, por exemplo). Como a distância de uma região ao patrimônio natural é um fator preponderante para determinação da taxa de visitação dos moradores, podemos então melhorar a precisão das estimativas classificando os indivíduos quanto sua zona de origem (bairro, cidade, país). Assim, diminuímos um possível viés de localidade ao mesmo tempo em que facilitamos a obtenção de variáveis comuns a cada região. (MAIA et al, 2004, p.14).

A partir destas informações, calcula-se a função V , relacionando a taxa de visitação de um patrimônio p ao custo de viagem de uma zona z , expressada deste modo:

$$V_{zp} = V(CV_{zp}, TE_p, SE_z) \quad \text{onde,}$$

V_{zp} = taxa de visitação da zona z ao patrimônio natural p

CV_{zp} = custo de viagem da zona z ao patrimônio p

TE_p = tarifa de entrada ao patrimônio p

SE_z = características socioeconômicas da zona z .

Com base na derivação da função V obtida, encontra-se a curva de demanda pelo patrimônio natural. Esta função será uma estimativa da relação entre o número esperado de visitantes (n) e a DAP pela visita. Tal método não considera alternativas não reveladas pelo agente em relação à visitação da área ambiental tornando-se este fator um problema no modelo. Ortiz (2003) aponta que, como os dados do modelo são agregados ao longo de uma época completa e com os atributos da área ambiental sendo constantes ao longo do período analisado, considera-se a hipótese implícita ao modelo de custo de viagem por zona restritiva no sentido de não entã o admitir a deterioração ecológica motivada pelo uso do local ou o efeito da lotação de visitantes.

Na categoria de métodos baseado na função de demanda também se enquadra a técnica de preços hedônicos que isola as contribuições do meio ambiente utilizando cálculos estatísticos estabelecendo a alteração do valor do ativo. O método de preços hedônicos pretende estimar um preço implícito por atributos ambientais característicos de bens comercializados em mercado, através da observação desses mercados reais nos quais os bens

são efetivamente comercializados (ORTIZ, 2003).

Para Motta (2006) a base deste método é a identificação de atributos ou características de um bem composto privado cujos atributos sejam complementares a bens ou serviços ambientais. Identificando esta complementaridade, é possível mensurar o preço implícito do atributo ambiental no preço de mercado quando outros atributos são isolados.

Este método é utilizado principalmente no mercado imobiliário para valorizar economicamente os imóveis próximos a parques urbanos, lagos e cachoeiras. Porém ele também é utilizado para comercializar bebidas ou alimentos produzidos com produtos ambientais de difícil acesso ou utilizados como medicamentos.

Segundo Mueller (2007) as técnicas dos métodos de preços hedônicos isolam os efeitos positivos que o meio ambiente proporciona para o valor de um ativo ou recurso ambiental, partindo-se do pressuposto de que o valor total de um item de patrimônio ou de um recurso ambiental é função de um conjunto de características destes, das quais uma delas está nas condições do meio ambiente. Estatisticamente, o método aplica uma regressão de quadrados mínimos ordinários para ajustar, por exemplo, o preço da residência às diversas características que possam inferir no seu valor.

No modelo utiliza-se variáveis que represente as características estruturais da residência, características ambientais e os índices socioeconômicos da região. Para Maia et al (2004) a função de preços hedônicos P , relacionando o preço de uma residência i às suas características, será expressa por:

$$P_i = P(R_i, SE_i, A_i)$$

Onde,

P_i = preço da residência i

R_i = características estruturais da residência i (número de cômodos, área construída, etc).

SE_i = características socioeconômicas da região onde a residência está localizada (índice de criminalidade, índice sociais, etnia, etc).

A_i = características ambientais da região (poluição sonora, proximidade de parques, etc).

O coeficiente de cada variável no modelo determina a relação entre o atributo e o preço da propriedade, e será o indicador para a estimativa de seus benefícios na área residencial. O preço marginal de um bem ou serviço ambiental j , ou seja, disposição a pagar do indivíduo por unidade adicional da característica ambiental A_j será dada por:

$$\frac{\partial P_i}{\partial A_j} = P(R_i, SE_i, A_i)$$

Esse método apresenta algumas dificuldades com as variáveis de atributos. Além de não ser fácil definir todas as características que possam influenciar no preço da propriedade devido a informações assimétricas. Estas podem ser excluídas na quantificação pelo grau de significância no modelo. A análise estatística seleciona apenas as características significantes, aquelas que apresentam alta correlação com o preço da propriedade. Desse modo, variáveis relevantes poderão ser descartadas da estimação.

Outro método baseado na função de demanda é o método de valoração contingente que de acordo com Motta (2006) o método de valoração contingente busca calcular monetariamente, por meio da disposição a pagar (DAP) e da disposição a aceitar (DAA) ou receber (DAR) do indivíduo, o impacto no nível de bem-estar da população resultante de uma variação quantitativa ou qualitativa de disponibilidade dos bens ambientais. Nas estratégias desse método incluem pesquisa de campo para obtenção de características do recurso através da simulação de mercados hipotéticos com a intenção de estimar a DAP e a DAA ou DAR, devido à função utilidade não ser observável diretamente.

Maia et al (2004) afirma que apenas este método capta valores de não uso de bens e serviços ambientais. E que o método de avaliação contingente é aceito por diversas instituições nacionais e internacionais em vista da avaliação de projetos de grandes impactos ambientais. Por ser flexível e adaptável á quase todos os casos de valoração ambiental.

Admite-se como critica a esse método o pressuposto implícito no modelo de mercado de concorrência perfeita e precisão no conhecimento de todos os agentes para com o recurso (hipóteses irreais) bem como informações assimétricas por parte dos indivíduos em relação à DAP. Também o caso que a estimação real do recurso natural far-se-ia no funcionamento do livre mercado, devido à insuficiência de informações relevantes captadas pela a simulação de mercado. E que a disposição a pagar do individuo pode não ser exposta por razões indeterminadas, levando a pesquisa para um viés de DAP zero significando a degradação do recurso por não existir disposição para preserva-lo.

Maia et al (2004) também analisa que em muitos casos valores de não uso associados à ética, a cultura, a religião ou a simples preservação de habitat naturais influenciam a formação do valor de um recurso ambiental. Condição que apenas os métodos de valoração neoclássicos diretos são capazes de captar via DAP direta da população pelo bem ou serviço ambiental.

Tabela 2 - Tipos de valores captados pelos métodos de valoração (v*)

Métodos de Valoração		VU			VE	
		VUD	VUI	VO		
Métodos Indiretos	Produtividade Marginal		x	x		
	Mercado de Bens Substitutos	Custos Evitados	x	x		
		Custos de Controle	x	x		
		Custos de Reposição	x	x		
		Custos de Oportunidade	x	x		
Métodos Diretos	DAP Indireta	Custos de Viagem	x	x		
		Preços Hedônicos	x	x	x	
	DAP Direta	Avaliação Contingente	x	x	x	x

Fonte: Adaptado de Maia et al (2004)

(*) VU = Valor Uso; VUD = Valor Uso Direto; VUI = Valor Uso Indireto; VO = Valor Opção; VE = Valor de Existência.

De modo geral, denota-se que as metodologias utilizadas como forma de equiparar o valor dos recursos naturais aos preços de mercado, ou em outras palavras, atribuir valor monetário aos recursos naturais e seus serviços não são inteiramente viáveis. Por motivo de ineficiência das técnicas individuais no que tange, principalmente, à multiplicidade de fatores envolvidos. O que se averigua também é a ausência de mecanismos que mensure os custos da depleção dos recursos não renováveis e habilidade para geri-los.

Ayres (1993, apud MUELLER, 2007) argumenta que as técnicas de valoração estão em maior número totalmente fora do domínio de mercados e, mesmo com muito empenho por parte dos economistas, não tem sido possível atribuir, de forma consistente, valores a esses componentes nem definir “preços” para os serviços por eles prestados. E não existem substitutos tecnológicos críveis para muitos deles.

Conforme debate Costanza (2000), as preferências individuais são flexíveis, modificam-se em reflexo de inúmeras variáveis (educação, propaganda, pressupostos culturais e assim por diante.). Portanto, o valor não pode se originar completamente dessas preferências, devendo-se renunciar a “soberania do consumidor”. Além disso, Romeiro (2010) também argumenta que “o processo de tomada de decisão terá que ser baseadas em ações coletivas altruisticamente motivadas e não em decisões individuais maximizadoras de bem estar de cada agente econômico”.

3.2 Métodos de valoração com viés da economia ecológica

Em análise com a segunda lei da termodinâmica – lei da entropia, o processo de produção econômica é considerado como transformação contínua de baixa entropia em direção à alta entropia compreendida nos desperdícios do final do processo. Significando assim que toda energia utilizada pelo sistema econômico para a manutenção do seu crescimento ressurgirá irrevogavelmente após a produção sob uma forma degradada, isto é, em forma de poluição. Daí surge a relevância da incorporação das interdependências biofísicas nas abordagens de valoração.

Esquemas valorativos baseados na abordagem ecológica reconhecem a complexidade dos ecossistemas e explicitamente consideram as interdependências biofísicas. A abordagem ecológica é reconhecida pelo fato de que não utiliza as preferências humanas e, em consequência, os serviços ecossistêmicos são produtos físicos e não físicos produzidos pela natureza independentemente do seu relacionamento com a espécie humana (ANDRADE e ROMEIRO, 2009, p.27).

Segundo Costanza (1994) um método alternativo aos métodos neoclássicos, se baseia em análises biofísicas para estimativa de valores ecológicos. Nesta teoria indica-se que, a longo prazo, todo objeto produzido possa ser estimado conforme o custo derivado do meio ambiente. E que a quantidade de energia solar necessária para que cresçam as florestas pode, portanto servir como medida de seu custo de energia, de sua organização, e conforme esta teoria de seu valor.

Consta no documento final do seminário internacional “Avanços em estudos de energia” (1998, p.1) que:

No início dos anos 60, aplicaram-se os conceitos de fluxos de energia a sistemas ecológicos, e este trabalho pioneiro proporcionou as bases para as aplicações aos sistemas econômicos nos anos 80 e 90. A análise de energia na década de 70 orientou-se para o estudo da eficiência nos processos de produção, avaliação de tecnologias alternativas de energia primária, estimação das necessidades diretas e indiretas de energia das atividades de produção e o consumo e, principalmente, a diminuição no fornecimento dos insumos naturais que promovem o crescimento econômico. Foram desenvolvidas conexões com a Ecologia e as preocupações socioambientais. Esta área de estudo amadureceu nos anos oitenta e no começo dos noventa. Tanto a análise de processos como as abordagens baseadas na teoria de sistemas, foram usadas para identificar as interdependências físicas dos sistemas econômicos e ecológicos e para avaliar cenários de desenvolvimento para sociedade humana levando em conta limites ecológicos.

Um dos primeiros autores a introduzir as análises energéticas em seus estudos foi Podolinski (1883), ele tentou combinar o conceito de trabalho como fonte e medida do valor relacionando com o conceito de uma substância energética do valor, amparando-se pela primeira lei da termodinâmica. Em sua investigação ele aponta que todos os bens produzidos

pelo homem são gerados, em última instância, pela a energia solar e não pelo trabalho, sendo este último um meio de transformação (FAUCHEUX e NOËL, 1995).

Conforme Faucheux e Noël (1995) a análise energética *input-output* promove um método para incluir a energia requerida para produzir um bem ou um serviço, em outras palavras, trata-se de expressar os custos pelo seu valor energético. E aborda também que, a utilização deste método para avaliar a quantidade de energia dos recursos transformada no processo de produção, não é a de construir uma nova teoria de valor, mas de estabelecer indicadores energéticos. “Na análise de energia pressupõe que toda a produção do ecossistema seja avaliável, direta e indiretamente, e, no caso de alguns serviços do ecossistema que não venham a ter valor para os seres humanos, ele os superestime” (COSTANZA, 1994, p.125).

Patterson (2002) também denomina os indicadores energéticos como índices ecológicos ou “preços ecológicos”, onde estes são índices que medem o “valor” de um produto ecológico (por exemplo, a quantidade de energia solar por quilo de maçã). E que em um sentido amplo os preços ecológicos são análogos aos preços de mercado, no sentido que, estes últimos são índices (quantidade de moedas) que medem o “valor” por unidade de mercadoria. Sendo que a principal diferença é que os “preços” ecológicos medem valores em termos de interdependência biofísica no sistema, enquanto que os preços de mercado são baseados nas preferências dos consumidores e em outros fatores que definem os valores de troca de uma mercadoria nos mercados.

Um dos procedimentos que faz distinção entre fonte de energia de baixa entropia (tal como energia solar) e as fontes de alta entropia é o método de avaliação exergético, este agrega as propriedades qualitativas da energia, isto é considera a primeira e a segunda lei da termodinâmica, quantificando aquilo que é qualitativamente referido como uma deterioração da energia. A exergia é mensurada pela multiplicação do equivalente calor de um combustível ou de uma fonte térmica pelo fator de Carnot correspondente $[1 - (T_a/T_o)]$, onde T_a representa a temperatura ambiente e T_o a temperatura produzida à saída do processo, ambos medidos em graus Kelvin. (FAUCHEUX e NOËL, 1995).

As análises dos indicadores fornecidos através dos métodos de avaliação exergético, não são eficientes para outros usos, somente para o trabalho mecânico. Para Patterson (2002) a formula de Carnot é problemática para atribuir valor ao calor devido ao pressuposto da irreversibilidade da segunda lei da termodinâmica.

Atualmente a análise eMérgetica é que direciona a determinação dos valores ecológicos assentados nas análises energéticas. Odum (1996) introduziu as pesquisas sobre eMergia, definida como a soma de energia disponível já utilizada direta ou indiretamente para

criar um serviço ou um produto . Refere-se a um método que busca resgatar toda a memória energética de um produto, por meio de fatores de transformidade antecipadamente calculados, converter todas as formas de energia utilizadas nos seus processos de formação/produção em correspondentes de energia solar (ANDRADE e ROMEIRO, 2009). Segundo Ortega (2010, *apud* PAIVA, 2011),

Essa metodologia permite computar a real contribuição da natureza para a produção de bens e serviços, já que nas análises econômicas convencionais são computadas, apenas as despesas com insumos, mão-de-obra e outros tipos de serviços, além das margens de lucro, sendo desconsiderados alguns insumos fornecidos pela natureza. Para que seja possível a análise conjunta de recursos diferentes a metodologia considera todos os recursos em uma base comum – a energia solar. A unidade utilizada é o joule de energia solar equivalente (sej).

Faucheux e Noël (1995) abordam que se todos os recursos energéticos forem normalizados em função da energia solar, a energia aponta como montante de energia que, qualquer que seja a sua natureza corresponda à energia solar requerida para produzi-lo. A técnica de avaliação de eMergética foi utilizada para medir bens e serviços tanto ambientais como econômicos baseados de uma energia da mesma fonte.

Algumas críticas em relação as abordagem metodológicas são assinaladas por Sinisgalli (2006, *apud* PAIVA, 2011). Para este, por não considerar a variabilidade da transformidade (quantidade de energia solar empregada, direta ou indiretamente, na obtenção de 1 joule de um determinado bem ou serviço) de cada material, dado que a variabilidade está diretamente ligada á cadeia de eventos para sua transformação, ou seja, acerca da estabilidade das transformidade no tempo no espaço. Portanto o método apresenta imperfeições.

As críticas direcionadas a teorias baseadas em valores energéticos partem, principalmente, dos economistas neoclássicos, que afirmam que há uma tentativa de desvincular o valor das preferências dos consumidores, violando o princípio básico de soberania do consumidor. Além disso, a teoria do valor em termos de energia não é um conceito apropriado para responder a questão de como as sociedades devem despender os seus recursos escassos durante o processo coevolutivo entre homem e natureza. Esta teoria também negligencia o valor de diferentes serviços ecossistêmicos de acordo com sua habilidade de sustentar e manter o sistema como um todo (WINKLER,2006 *apud* ANDRADE e ROMEIRO, 2009).

Alguns autores como Ayres (1993) e Martinàs (1995) desenvolveram métodos de avaliação entrópica apoiados na análise entrópica. Neste sentido a entropia aponta como um meio de medir as perdas irreversíveis de sistemas energéticos através de indicadores, o potencial π de geração de entropia, calculado a partir de quantidades mensuráveis, que verifica os processos físicos e químicos incontrolados nos sistemas ambientais devido a desperdícios. (FAUCHEUX e NOËL, 1995).

Alier (2013) cita resumidamente alguns métodos contemporâneos voltados para o estudo das tendências no uso de matéria e energia pela economia. Como o estudo do cálculo de fluxo de energia a nível nacional ou regional, este inclui em sua análise mudanças de proporções da utilização de energia exossomática e endossomática, cálculos do EROI (rendimento energético do investimento). Os cálculos do EROI mostram se há uma tendência no sentido de aumento de custos energéticos relacionada com a obtenção de energia posta à disposição.

Na concepção do método de cálculos do HANPP (apropriação humana da produção primária líquida, incluindo HNPP incorporada, que é relevante para as estatísticas do comércio), é que quanto maior apropriação de biomassa pelos seres humanos para produção em potencial em uma determinada área, menor a quantidade de biomassa disponível para outras espécies. Provocando provavelmente a perda da biodiversidade.

Nos cálculos é incluída a crescente demanda de terra para urbanização e infraestrutura, para a agricultura e agronegócios. Tudo é medido em unidades distintas e podem demonstrar tendências diferentes, embora haja regras de congruência entre estes índices.

Outro método citado é dos cálculos de fluxos de materiais (muitas vezes classificados em biomassa, material de construção, minérios e combustíveis fósseis) medidos em toneladas a nível nacional ou regional. Esta pesquisa testa a hipótese de “desmaterialização” da produção ou do consumo, realizando-se a partir deste método cálculos de comércio físico equilibrados apoiando os argumentos sobre o comércio ecologicamente desigual (RUSSI et al, 2008 *apud* ALIER,2013).

Segue como exemplo também o método de cálculos de “água virtual” na exportação ou na importação a nível nacional ou internacional de commodities, como trigo, soja, carne, etanol, celulose, dentre outras. Este estudo preocupa-se com a água “dissipada” no cultivo, pastagens, madeira, etc.

Alier (2013) menciona também sobre o índice físico – Pegada Ecológica - elaborado dentro da economia ecológica que tem tido bastante aceitabilidade. Este índice representa os impactos, rastros deixados pelas atividades econômicas no meio ambiente. Os cálculos do índice Pegada Ecológica em gha (hectares globais) é utilizado para as cidades ou regiões metropolitanas até mesmo para países. Terra degradada ou consumida (por exemplo, aquela sob áreas construídas), terra sob jardins, terra agrícola, área usada para pastagens, “terra de energia” - área verde que deve ser liberada para absorção do CO₂ emitidos e área média para produzir um determinado fluxo de energia de biomassa equivalente ao fluxo atual

obtido com a queima de combustíveis fósseis, finalmente a área de florestas para fornecer recursos naturais, todos são fatores que devem ser considerados na mensuração da Pegada Ecológica.

A Pegada Ecológica é criticada por acrescentar o uso efetivo do solo (por exemplo, um hectare por pessoa, por alimento e assim por diante.) e pela utilização da terra em termos “virtuais” em relação à absorção pela fotossíntese do dióxido de carbono produzido pela queima de combustíveis fósseis. Por muitas vezes os resultados serem declarados em termos de quantos planetas reais mais virtuais a humanidade está usando, sendo que esta análise depende da quantidade de terra partilhada com outras espécies.

No que tange os métodos de valoração baseados na metodologia da economia ecológica, ainda não existe um instrumental de valoração desenvolvido plenamente que possa compreender a totalidade da complexidade do sistema ambiental, no entanto esta corrente teve avanços importantes nas pesquisas da realidade biofísica do sistema ecológico.

4 CONCLUSÃO

Nestes dois últimos séculos observa-se transformações significativas ligadas ao crescimento econômico, que alteraram fortemente o estilo de vida da sociedade em prol do consumo. Nesse sentido, considera-se que tais transformações surtiram efeitos diretos sobre a interface economia e meio ambiente, onde o sistema econômico e a maneira irracional de crescimento são os grandes responsáveis por mudanças antagônicas ao sistema ecológico. Com isso, reconhece-se a iminência de medidas que possibilite proteger os ecossistemas, um objetivo que pode ser alcançado através de caminhos que introduzam novos paradigmas e leituras sobre as relações economia-natureza.

É neste contexto que se optou pelo caminho da economia ecológica, pois considera-se que sua metodologia gera um modo adequado de entendimento da degradação dos serviços ecossistêmicos, já que realiza uma análise biofísica integrada dos fenômenos ecológicos e econômicos, buscando compreender de que maneira se dá a relação entre eles, e tendo em perspectiva a possibilidade de catástrofes e perdas de serviços essenciais com consequências nefastas para a humanidade diante da expansão do crescimento.

Diante disso reconhece-se que o sistema econômico se encontra introduzido em um sistema mais complexo e maior, que dar suporte para seu desenvolvimento, mas que também é finito e possui inúmeras fragilidades, isto é, na economia ecológica, o sistema econômico é entendido com um subsistema de um sistema maior finito, o meio ambiente. E as leituras a priori do sistema ambiental relacionado com o sistema econômico não podem suprimir os conceitos triviais dos limites postos pela biofísica da natureza, sendo esta que dá suporte e mantêm o sistema econômico.

Numa visão distinta têm-se os ideais neoclássicos, que possui um direcionamento considerado insuficiente para uma compreensão mais ampla e holística da degradação da natureza, consequência dos transbordamentos do crescimento econômico, Sabendo-se, pois, que há um limite do ecossistema terrestre e sua fragilidade demonstra que o sistema produtivo atual não leva em conta a finitude dos recursos naturais.

Nesse sentido, destaca-se as ideias de Roegen (1976 *apud* CECHIN 2010) ao discutir a conduta do *homo economicus*, entendendo que a racionalidade adotada pela teoria neoclássica é a de um comportamento hedonista do indivíduo. Sendo que, a mercadoria geraria a satisfação do indivíduo estritamente hedonista.

Ao ser explanados os métodos de valoração ambiental propostos pela vertente da economia ambiental neoclássica, considera-se que a valoração dos recursos e serviços da natureza é ineficiente por não incorporar em sua análise instrumentos de pesquisa que buscam compreender aspectos específicos do sistema ecológico. E mesmo se reputadas todas as dimensões ecossistêmicas, muitas dessas não tem como ser precificada.

Van Den Berg (2000) analisa que apesar de os preços de mercado não corresponderem a valores, cujo sentido transcende a esfera econômica, a precificação é característico dos métodos neoclássicos demonstrando assim, um viés parcial, antropocêntrico e utilitário, beneficiando apenas a dimensão econômica dos valores associados aos recursos e serviços ambientais.

Daí a importância do entendimento avançado e muitas vezes controverso desses métodos neoclássicos, no qual a economia ecológica se desenvolve como uma área transdisciplinar que nasce com intuito de aprofundar os estudos ligados à economia e natureza. Como afirma Costanza (2003 *apud* ANDRADE e ROMEIRO, 2013) a metodologia da economia ecológica é organizada agregando os objetivos de escala sustentável, justiça social e eficiência econômica, no entanto, um planejamento de valoração ambiental coerentes tem que ser composto por esses três objetivos.

Desse modo, pautou-se que na economia ecológica uma de suas bases é a incomensurabilidade, embora que algumas concepções dessa vertente do conhecimento tenha havido uma aproximação da valoração econômica dos serviços ecossistemas, tal encaminhamento se deu devido a facilitar sua difusão e entendimento.

Para Alier (2013) o que deve ser alcançado é o consenso de que a valoração monetária é apropriada quando se tenta tornar as empresas mais responsáveis para com o meio ambiente e consequentemente com o bem estar da humanidade, mas não é apropriado para tomada de decisão para o futuro simplificando a complexidade do sistema ecológico. De acordo com documento final do seminário internacional (1998, p.2)

A medição da capacidade biofísica dos sistemas da terra é fundamental para qualquer análise de energia do mundo futuro. A distribuição dos recursos da terra é inerente ao espaço. Os modelos geográficos juntamente com bases de dados referenciados espacialmente (como aqueles processados com de sistemas de informação geográfica e modelos para simulação em computador capazes de prever o comportamento de ecossistemas) constituem uma ferramenta poderosa para estimar a capacidade de suporte do mundo. Essa informação será, no devido tempo, muito útil para os planejadores globais, pois proporciona meios para prever, de acordo com o tempo e considerando uma variedade de escalas (regional, nacional, e mundial), a capacidade potencial da Terra para apoiar opções de uso de energia interrelacionadas, que incluem produção agrícola, absorção de carbono e poluentes, armazenamentos de água, e conservação da terra.

Porém ao se tratar de análises de dimensões complexas, como é a do sistema ambiental, poucas pesquisas foram desenvolvidas e aplicadas. Tanto pelo conhecimento restrito dos pesquisadores sobre os fluxos de atividades do sistema ecológico, o que significa que a complexidade inerente dos sistemas socioeconômicos e ecológicos implica no uso uma multiplicidade de hipóteses científicas, abordagens e métodos de análise, e devido a esse fator do pequeno número de estudiosos dispostos a avançar em análises integradas dos sistemas ambiental e econômico, e também pelo fato de ao incorporar os limites biofísicos do meio ambiente ao crescimento econômico nas análises, os pesquisadores estarão se contrapondo aos padrões dominantes da produção e questionando assim os princípios do consumo em massa.

REFERÊNCIAS

- ALIER, J. Martinez. **Ecological economics**, ICTA, Universitat Autònoma de Barcelona / FLACSO, Quito, Ecuador, 2013.
- ANDRADE, D.C; ROMEIRO, A.R. **Serviços ecossistêmicos e sua importância para o sistema econômico e o bem-estar humano**. Texto para discussão. Instituto de economia, UNICAMP, n.155, fev. 2009.
- Disponível em: <http://www.eco.unicamp.br/publicações/textos>. Acesso em: 07 mar. 2013
- BAGAROLO, Tiziano. Economia e Ecologia. *In*: COGGIOLA, Osvaldo (org.). **Globalização e socialismo**. São Paulo: Xamã, 1997.
- BRANCO, Samuel Murgel, **Ecossistêmica: Uma abordagem integrada dos problemas do meio ambiente**. 2ª Ed. São Paulo, Edgard Blücher, 1999.
- BRASIL. **Ministério do Meio Ambiente, Ministério da Educação, Instituto Brasileiro de Defesa do Consumidor. Consumo sustentável: Manual de educação**. Brasília: Consumers International/ MMA/ MEC/ IDEC, 2005. Disponível em: http://www.mma.gov.br/port/sdi/ea/og/pog/arqs/consumo_sustentavel.pdf. Acesso em 20 de abril de 2013.
- CAVALCANTI, Clóvis. **Desenvolvimento e natureza: Estudos para uma sociedade sustentável**. INPSO/FUNDAJ, Instituto de Pesquisas Sociais, Fundação Joaquim Nabuco, Ministerio de Educação, Governo Federal: Recife, 1994.
- CECHIN, Andrei. **A natureza como limite da economia: a contribuição de Nicholas Georgescu-Roegen**. São Paulo: Ed. Senac /Edusp, 2010.
- COMMON, Mick; STAGL, Sigrid. **Introducción a la economía ecológica**. Barcelona: Reverté, 2008.
- COMUNE, Antônio Evaldo. Meio ambiente, economia e economistas: uma breve discussão. *In*: MAY, Peter Herman; MOTTA, Ronaldo Serôa da (org.). **Valorando a natureza: análise econômica para o desenvolvimento sustentável**. Rio de Janeiro: Campus, 1994.
- COSTANZA, R. economia e ecológica: uma agenda de pesquisa. *In*: MAY, Peter Herman; MOTTA, Ronaldo Serôa da. (org.). **Valorando a natureza: análise econômica para o desenvolvimento sustentável**. Rio de Janeiro: Campus, 1994.
- COSTANZA, R. Social goals and the valuation of ecosystem services. Maryland, **Ecosystems**, v.3, p. 4-10, 2000. Disponível em:

http://www.pdx.edu/sustainability/sites/www.pdx.edu.sustainability/files/media_assets/iss/fellow_publications/Costanza%202000%20Ecosystems.pdf Acesso em 05 maio.2013

FALCO, G.P. Porque quantificar o meio ambiente? Juiz de Fora, Viannasapiens, **Revista das Faculdades Integradas Vianna Júnior**, v.1, n 2, p.19, out/2010. Disponível em: <http://www.viannajr.edu.br/viannasapiens/artigos/cod3/artigo1.pdf> Acesso em 05 abril.2013

FAUCHEUX, Sylvie, NOËL, Jean-François. **Economia dos recursos naturais e do meio ambiente**. Lisboa, Instituto Piaget, 1995.

LEFF, E. **Saber ambiental**: sustentabilidade, racionalidade, complexidade, poder. 5ªed. Petrópolis: Vozes, 2001.

MAGALHÃES, Luiz Edmundo de. **A questão ambiental**. Terragraph, São Paulo, 1994.

MAIA, Alexandre Gori; ROMEIRO, Ademar Ribeiro; REYDON, Bastiaan Philip. **Valoração de recursos ambientais**: metodologias e recomendações. Texto para discussão. Campinas, março 2004. Disponível em: <<http://www.eco.unicamp.br/publicações/textos>>. Acesso em: 07 mar. 2013

MAY, Peter Herman. **Economia ecológica, aplicações no Brasil**. Rio de Janeiro. Ed. Campus, 1995.

MERICO, Luiz Fernando Krieger. **Introdução à economia ecológica**. Blumenal. Da FURB, 1996.

MOTTA, Ronaldo Seroa da. **Economia ambiental**. Rio de Janeiro, Fundação Getúlio Vargas, 2006.

MUELLER, C. C. **Os economistas e as relações entre o sistema econômico e o meio ambiente**, Brasília: Editora UNB, 2007.

NORTON, Bryan. Mercadoria, comodidade e moralidade: os limites da quantificação na avaliação da biodiversidade. *In*: WILSON, E.O. (org). **Biodiversidade**. Rio de Janeiro, Nova Fronteira, 1997.

ODUM, E.P, BARRET, G.W. **Fundamentos de ecologia**,. São Paulo. Thompson learning ed. 2007.

ORTIZ, Ramon Arigoni. Valoração Econômica Ambiental. *In*: MAY, Peter Herman; LUSTOSA, Maria Cecília; VINHA, Valéria da. (org). **Economia do meio ambiente**. Rio de Janeiro, Campus, 2003.

PAIVA, R.F. P.S. **As dimensões de valor dos recursos naturais e os métodos de valoração**. *In* IX Encontro da sociedade brasileira de economia ecológica, ECOECO, Brasília, 2011.

PATTERSON, M. G. Ecological production based pricing of biosphere processes. **Ecological Economics**. Elsevier, New Zealand, v.41, 2002, p. 457-478. Disponível em:

<http://citeseerx.ist.psu.edu/viewdoc/download?doi=10.1.1.194.8990&rep=rep1&type=pdf>

Acesso em: 26 de outubro. 2013.

PENTEADO, Hugo. **Ecoeconomia**: uma nova abordagem. São Paulo: Lazuli Editora, 2008.

RICKLEFS, R. E. **A economia da natureza**. Rio de Janeiro. Guanabara Koogan, 2003.

ROMEIRO, Ademar Ribeiro. Economia ou economia política da sustentabilidade *In*: MAY, Peter Herman; LUSTOSA, Maria Cecília; VINHA, Valéria da. (org). **Economia do meio ambiente**. Rio de Janeiro, Campus, 2003.

SEKIGUCHI, C; PIRES, E.L.S. Agenda para uma economia política da sustentabilidade: potencialidades e limites para o seu desenvolvimento no Brasil. *In*: CAVALCANTI, Clóvis (org). **Desenvolvimento e natureza**: Estudos para uma sociedade sustentável. INPSO/FUNDAJ, Instituto de Pesquisas Sociais, Fundação Joaquim Nabuco, Ministério de Educação, Governo Federal: Recife, 1994.

TIETENBERG, T.H. **Environmental and natural resource economics**, 5^a ed. Addison-Wesley. 2000.

VAN DEN BERG, J. C. M. **Ecological economics**: themes approaches, and differences with environmental economics. Tinbergen Institute Discussion Paper, Department of spatial economics, Free University: Amsterdam, setembro 2000. Disponível em: <http://www.rrojasdatabank.info/thermo/00080.pdf>. Acesso em: 24 de maio. 2013

VEIGA, José Eli da; ERLERS, Eduardo. Diversidade biológica e dinamismo econômico no meio rural. *In*: MAY, Peter Herman; LUSTOSA, Maria Cecília; VINHA, Valéria da. (org). **Economia do meio ambiente**. Rio de Janeiro, Campus, 2003.