

**Relatório do Produto nº 7 do Contrato nº 2014/0003-43 –
BRA/11/001: Como valorar medidas de AbE? – Diretrizes e
Recomendações**

Ronaldo Weigand Jr.

BRASÍLIA, 2016

SUMÁRIO

1	Introdução.....	4
1.1	AbE no Plano Nacional de Adaptação (PNA)	7
1.2	Desafios para medidas de AbE competirem com medidas de adaptação que não são baseadas em ecossistemas.....	11
1.3	Desenvolvimento do trabalho.....	12
2	Economia da Adaptação.....	14
2.1	Mudança do clima, adaptação e economia	14
2.2	Tipos de impacto.....	15
2.3	Benefícios e custos da adaptação	15
2.4	Serviços ecossistêmicos e adaptação à mudança do clima.....	17
2.5	Impactos da mudança do clima sobre os serviços ecossistêmicos e a capacidade adaptativa	20
2.6	Déficit de adaptação.....	20
2.7	Intensidade da mudança do clima e as medidas de adaptação.....	21
2.8	Incerteza, risco e adaptação	22
2.9	Resiliência e o valor de AbE.....	24
2.9.1	Qual o valor da resiliência?	26
2.9.2	Principais desafios da valoração da resiliência.....	28
2.9.3	Padrões mínimos de segurança	28
2.10	Distribuição de benefícios e custos da adaptação	29
3	Valoração econômica da natureza.....	30
3.1	Abordagens de valoração.....	30
3.2	Tipos de valor	32
3.3	Valor Econômico Total (VET).....	34
3.4	Estratégias de valoração de serviços ecossistêmicos	34

3.4.1	Função de Produção e Função de Demanda.....	34
3.4.2	Preços de mercado e “preços-sombra”	35
3.5	Métodos de valoração.....	36
3.5.1	Métodos baseados em preços de mercado	36
3.5.2	Métodos baseados em preços sombra	39
3.5.3	Mercados hipotéticos, valoração contingente e valor de existência.....	40
3.6	Transferência de Benefício e Scaling Up	43
3.6.1	Transferência de benefícios e a valoração	43
3.6.2	Desafios da transferência de benefícios.....	45
3.6.3	Generalização do valor dos serviços ecossistêmicos para áreas extensas (Scaling Up)	47
3.6.4	Usando a transferência de benefícios para valorar AbE.....	47
3.7	Aplicabilidade dos métodos de valoração a AbE	48
3.8	Análise de Custo-Benefício.....	51
4	Estudos de caso de valoração relacionados com AbE	53
4.1	Valoração dos serviços ecossistêmicos globais.....	54
4.2	Valoração dos custos da mudança do clima	54
4.3	Valoração do custo de desastres	55
4.4	Valoração de redução de riscos de desastres (RRD).....	56
5	Custos e benefícios de Infraestrutura Verde e Cinza.....	61
5.1	Desenvolvimento urbano	61
5.2	Proteção e recuperação de ecossistemas	64
5.3	Produção com base agroecológica	65
6	Análise de Custo Benefício de AbE	65
7	Quando escolher a adaptação com base em ecossistemas (AbE)	66
8	Conclusões e recomendações.....	68

8.1	A lacuna sobre valoração de AbE	68
8.2	A estratégia de desenvolvimento do trabalho e seus resultados	69
8.3	Recomendações.....	72
9	Referências.....	74

1 INTRODUÇÃO

A emissão de gases causadores do efeito estufa está aquecendo o planeta e causando a mudança do clima. A origem principal desses gases é a queima de combustíveis fósseis, mas há também uma porção significativa oriunda de mudanças no uso da terra, principalmente o desmatamento. Isso exige a ação dos países de duas formas principais, inter-relacionadas: mitigação e adaptação. A mitigação busca a redução de emissões e a retirada da atmosfera dos gases que causam o problema. A adaptação reconhece que alguma mudança já ocorreu e vai continuar a ocorrer, mesmo no melhor cenário de sucesso das ações de mitigação. Em 2015, a temperatura do planeta terá aumentado 1º C em relação ao período pré-Revolução Industrial. À medida em que o tempo passa, fica cada vez mais improvável o alcance do objetivo de se limitar as emissões a um nível capaz de manter o aquecimento dentro da faixa, relativamente aceitável, de 2º C até o fim do século XXI. Com isso, além da mitigação, a adaptação vai se tornando cada vez mais importante.

No Brasil, até recentemente, os debates acerca da mudança do clima enfatizaram mais a mitigação que a adaptação à mudança do clima em especial dado o papel de liderança do país na redução das emissões de gases causadores de efeito estufa resultantes de desmatamento. Com o avanço da ciência do clima e a percepção mais forte dos impactos de eventos extremos, começam a emergir as vulnerabilidades do País à mudança do clima, reforçando a necessidade de adaptação.

Assim, avança-se cada vez mais na elaboração de instrumentos e na implementação de políticas com foco na mudança do clima, com crescente ênfase na adaptação, sendo o Plano Nacional de Adaptação (PNA) o principal instrumento previsto com este fim pela Política Nacional sobre Mudança do Clima (Lei nº 12.187/09).

Modelos climáticos para prever a mudança do clima vêm sendo desenvolvidos (PBMC, 2013). Eles preveem alterações importantes nos padrões climáticos, e são utilizados para estimar o impacto futuro da mudança do clima em diversos setores. Adaptação baseada em Ecossistemas (AbE).

Este trabalho foi apoiado pelo *Projeto BRA/11/001 – Apoio para elaboração da componente biodiversidade do Plano Nacional de Adaptação à Mudança do Clima*, do Programa das Nações Unidas para o Desenvolvimento (PNUD). Os objetivos deste

trabalho é avaliar o estado da arte, apontar os caminhos metodológicos ou propor estratégias para suprir as lacunas metodológicas da avaliação econômica dos serviços ecossistêmicos e das medidas de Adaptação baseada em Ecossistemas no contexto de Mudança do Clima. Este é um desafio importante, uma vez que os serviços ecossistêmicos podem desempenhar papel chave na adaptação do País frente à mudança do clima. Dentro da Estratégia de Biodiversidade e Ecossistemas, combinam-se dois pontos de vista: 1) como diminuir a vulnerabilidade da biodiversidade à mudança do clima, e 2) como a biodiversidade e os serviços ecossistêmicos podem contribuir para a redução da vulnerabilidade de outros setores. Assim, o papel deste trabalho é contribuir para a avaliação desta contribuição da biodiversidade à adaptação da sociedade brasileira.

As medidas de adaptação podem ser “soft” (monitoramento, melhoria do conhecimento, seguros, etc.) ou “hard” (mudanças na infraestrutura, obras, conservação e restauração de florestas, etc.) (JONES; HOLE; ZVALETA, 2012). Ainda, adaptação (*soft* ou *hard*) pode ser autônoma ou induzida por políticas públicas (*policy driven*) (STERN, 2007).

Stern (2007) classifica adaptação em dois níveis, que podem ser aplicados a AbE:

- *Construção da capacidade de adaptação: medidas para apoiar e implementar a adaptação, incluindo informação e tecnologia, práticas testadas, regulamentos, instituições, recursos financeiros e capacidades gerenciais necessárias;*
- *Implementação das ações de adaptação: ações específicas de adaptação, sejam medidas cinza ou AbE.*

Uma parte das medidas de adaptação (*soft* ou *hard*, autônoma ou *policy driven*) pode ter base na biodiversidade e nos serviços ecossistêmicos, e por isso são denominadas *Adaptação baseada em Ecossistemas (AbE)*. Segundo o Plano Nacional de Adaptação (BRASIL/MMA, 2015),

A Adaptação baseada em Ecossistemas (AbE) faz uso da gestão, conservação e restauração de ecossistemas com o intuito de fornecer serviços ecossistêmicos que possibilitem a sociedade se adaptar aos impactos da mudança do clima.

AbE deve estar integrada em uma estratégia mais ampla de adaptação, que deve abranger, tanto medidas convencionais, quanto medidas de AbE, integradas nas políticas públicas, envolvendo tanto a construção da capacidade de adaptação como a

implementação de medidas de AbE. Conforme apontado por Weigand Jr. (2015), a AbE pode ser vista em quatro níveis:

- **Medidas de AbE:** As medidas de adaptação baseadas em ecossistemas, muitas vezes tratadas de “infraestrutura verde”, em oposição a “infraestrutura cinza”, são os resultados de ações ou *serviços de conservação*, isto é, *preservação, conservação, recuperação e uso sustentável dos ecossistemas e da biodiversidade*¹ com a finalidade de adaptação à mudança do clima. Incluem, por exemplo, áreas protegidas, restauração de áreas de preservação permanente e reservas legais, recomposição de manguezais e encostas desmatadas, etc. Essas ações podem ser implementadas por comunidades assim como por ONGs, proprietários rurais, empresas, comitês de bacia, governos nas três esferas, etc. Assim, como a adaptação pode ser autônoma (STERN, 2007), medidas AbE também podem ser implementadas por pessoas, comunidades, empresas e outras organizações independentemente de projetos ou direcionamento de políticas públicas.
- **Projetos de AbE:** iniciativas concretas, envolvendo a implementação integrada de conjuntos de medidas de AbE e outras ações em comunidades locais, como os casos coletados pela Fundação Grupo Boticário (FUNDAÇÃO GRUPO BOTICÁRIO, 2014).
- **Políticas de apoio a medidas de AbE:** conjunto de incentivos, leis e regulamentos e instituições de governança que favorecem as medidas de AbE no contexto mais amplo da adaptação à mudança do clima. Incluem o Código Florestal (Lei nº 12.651/2012), a Lei do Sistema Nacional de Unidades de Conservação (SNUC, Lei nº 9.985/2000), os programas de recuperação ambiental (PRAs), entre outras medidas que cada vez mais se justificam com base nas projeções climáticas².
- **Estratégias de AbE:** conjunto de medidas de AbE e políticas de apoio a medidas de AbE prioritárias para redução da vulnerabilidade em escalas regionais, nacionais e setoriais, incluindo medidas para apoiar e implementar a AbE, tais como

¹ Adaptação da definição de “conservação da natureza” na Lei nº 9.985/2000.

² O fato de uma política não ter sido iniciada com uma lente climática não a torna menos importante para AbE. Então, não se trata da intenção inicial, mas do sentido que se dá a uma política ou legislação no PNA.

informação e tecnologia, práticas testadas, regulamentos, instituições, recursos financeiros e capacidades gerenciais necessárias.

Assim, temos as estratégias e as políticas de apoio a medidas de AbE, de um lado, e projetos de AbE, de outro, implementando ou induzindo a implementação de medidas de AbE. A Figura 1 mostra esses níveis de AbE organizados a partir de uma perspectiva adaptada da metodologia *Balanced Scored Cards* (KAPLAN; NORTON, 1992), muito utilizada no planejamento estratégico de empresas e organizações. Na base, está o nível das capacidades e aprendizados, onde temos o Plano Nacional de Adaptação (PNA) e a Estratégia de Adaptação. Em seguida, o nível dos processos, onde estão as políticas de apoio a AbE e os projetos de AbE. Acima, o nível dos beneficiários (aqueles que vão implementar as medidas), em que tanto medidas-cinza, como medidas de AbE serão implementadas de forma integrada. Por fim, o nível da sociedade, cujo objetivo é a adaptação.

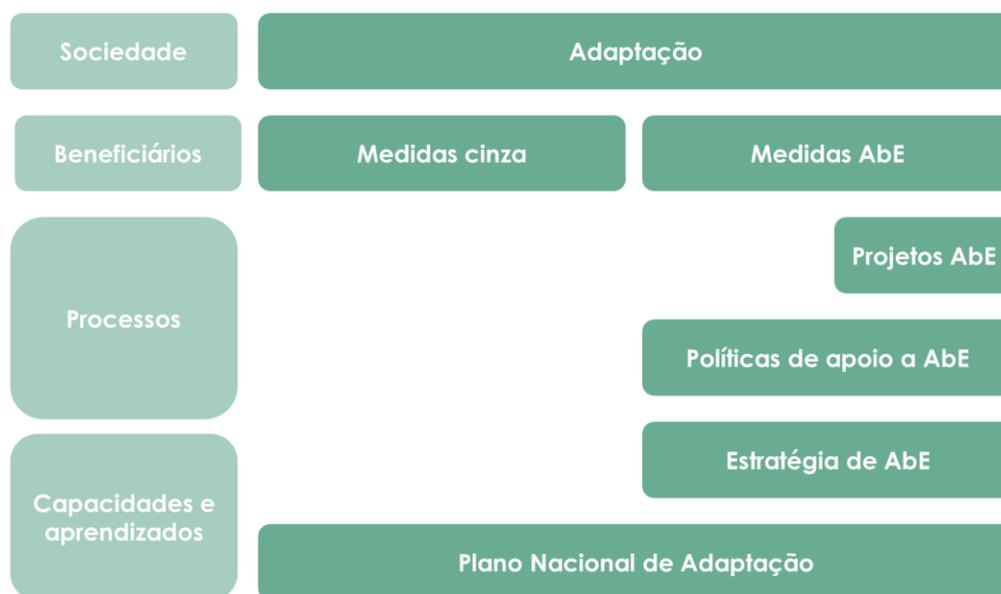


Figura 1: Níveis de AbE organizados num mapa estratégico de BSC.

1.1 ABE NO PLANO NACIONAL DE ADAPTAÇÃO (PNA)

O Plano Nacional de Adaptação (PNA) é um instrumento da Política Nacional sobre Mudança do Clima (Lei nº 12.187/09) que, em seu artigo 4º, inciso V, estabelece a necessidade de implementação de medidas para promover a adaptação à mudança do clima pelas três esferas da Federação (BRASIL/MMA, 2015).

No PNA, os impactos sobre o Brasil foram estimados e medidas de adaptação foram propostas para os seguintes “setores”³ : Agricultura; Biodiversidade e Ecossistemas; Cidades; Desastres Naturais; Indústria e Mineração; Infraestrutura (Energia, Transportes e Mobilidade Urbana); Povos e Comunidades Vulneráveis; Recursos Hídricos; Saúde; Segurança Alimentar e Nutricional; e Zonas Costeiras. A mudança do clima vai impactar os diversos setores, diretamente e por meio de seus impactos sobre os ecossistemas, com redução das funções ecossistêmicas e com efeitos de retroalimentação sobre o clima. A avaliação dos impactos feita pelo PNA é predominantemente descritiva, sem estimativas de valor.

O PNA utiliza uma definição de AbE com foco na sociedade, apropriada ao seu foco setorial:

A Adaptação baseada em Ecossistemas (AbE) faz uso da gestão, conservação e restauração de ecossistemas com o intuito de fornecer serviços ecossistêmicos que possibilitem a sociedade se adaptar aos impactos da mudança do clima.

AbE pode ser vista em quatro níveis:

- **Medidas de AbE:** muitas vezes tratadas de “infraestrutura verde”, em oposição a “infraestrutura cinza”, são as ações ou serviços de conservação, isto é, preservação, conservação, recuperação e uso sustentável dos ecossistemas e da biodiversidade⁴ com a finalidade de adaptação à mudança do clima. Incluem, por exemplo, áreas protegidas, restauração de áreas de preservação permanente e reservas legais, recomposição de manguezais e encostas desmatadas, etc. Essas ações podem ser implementadas por comunidades assim como por ONGs, propriedades rurais, empresas, comitês de bacia, governos nas três esferas, etc.
- **Projetos de AbE:** iniciativas concretas, envolvendo a implementação de ações em comunidades locais (ex: casos coletados pela Fundação Grupo Boticário, 2014).
- **Políticas de apoio a medidas de AbE:** conjunto de incentivos, leis e regulamentos e instituições de governança que favorecem as medidas de AbE no contexto mais amplo da adaptação à mudança do clima. Incluem a Lei de Proteção da Vegetação Nativa, a Lei do Sistema Nacional de Unidades de Conservação, os programas de recuperação ambiental (PRAs), entre outras medidas que cada vez mais se justificam com base nas projeções

³ Referidos como “setores” no PNA, essa divisão expressa recortes regionais, temáticos e setoriais. Por exemplo, não há um setor de “desastres naturais” ou de “cidades”, que são temas de políticas públicas. Já “agricultura” e “indústria” são setores propriamente ditos, enquanto “zona costeira” expressa um recorte regional. Segundo o PNA, “a abordagem setorial e temática adotada observa, além da determinação legal dos temas setoriais, critérios de divisão de competências no âmbito Governo Federal, bem como prioridades e urgências em relação à vulnerabilidade”.

⁴ Adaptação da definição de “conservação da natureza” na Lei nº 9.985/2000.

climáticas. O fato de uma política não ter sido iniciada com uma lente climática não a torna menos importante para AbE. Então, não se trata da intenção inicial, mas do sentido que se dá a uma política ou legislação no PNA.

- **Estratégias de AbE:** conjunto de medidas de AbE e políticas de apoio a medidas de AbE prioritárias para redução da vulnerabilidade em escalas regionais, nacionais e setoriais.

AbE é uma das possibilidades de adaptação, que incluem medidas, ou infraestrutura, “cinza”. Foster *et al.* (FOSTER; LOWE; WINKELMAN, 2011, *apud* FUNDAÇÃO GRUPO BOTICÁRIO 2014) define a infraestrutura cinza como “estruturas convencionais de armazenamento (reservatórios, bacias de detenção) e de condução (canais, tubos), usadas para gerenciar água potável e pluvial e esgoto, construídas com concreto ou metal”.

Weigand Jr. (2015) analisou como a AbE foi incorporada no PNA. Para isso, fez uma compilação dos fatores de exposição e vulnerabilidade dos capítulos setoriais do PNA, e de suas medidas de adaptação, identificando as que são potencialmente conflitivas com a conservação da biodiversidade e as que podem ser consideradas “medidas de AbE”, e as políticas públicas relacionadas. As principais vulnerabilidades apontadas pelo PNA foram:

- Habitações, negócios e rodovias em áreas de risco (deslocamentos de massa e inundações) (PR, SC, Serra do Mar, Serra da Mantiqueira, SE de MG, e pontos no NE).
- Inundações bruscas (especialmente, Sul, Sudeste e ao longo da costa).
- Inundações graduais.
- Perdas derivadas da imprevisibilidade de ocorrências climáticas (secas, inundações, vendavais, etc.).
- Enxurradas e erosão.
- Cheias e secas graduais (pequenas cidades) (norte e nordeste).
- Branqueamento de recifes de coral, florações de algas marinhas nocivas, e perda da produtividade pesqueira e da biodiversidade associada.
- Cidades: Doenças de veiculação hídrica.
- Movimentos de massa (deslizamentos, com maior incidência e danos no Sudeste e no Sul).

- Redução da qualidade das águas dos rios, com impactos sobre a biota e a saúde humana.
- Redução da vazão dos rios afetando biodiversidade, energia e abastecimento humano, industrial e agrícola (exceto região Sul).
- Paisagens costeiras mais dinâmicas, com perda de habitats.
- Maior aporte de nutrientes para os corpos d'água promove o crescimento de algas causando a morte de peixes e alterações na cadeia alimentar.
- Populações mais pobres habitam áreas mais suscetíveis a desastres que se tornarão mais comuns, sejam súbitos (inundações) ou graduais (cheias e secas); e
- Alteração do ritmo dos processos químicos e biológicos que afetam a qualidade das águas, com redução nas concentrações de oxigênio dissolvido, que reduz a capacidade de autodepuração das águas.

Resumindo, com a mudança do clima, essas vulnerabilidades principais ocasionarão custos relacionados com:

- **Desastres associados a ocorrências climáticas extremas:**
 - **Inundações, enchentes, enxurradas e deslocamentos de terra**, com prejuízos à agricultura, indústria, infraestrutura, habitações, saúde e vidas humanas.
 - **Secas**, com prejuízos à agricultura, indústria, geração de energia e abastecimento humano.
- **Redução da quantidade e da qualidade da água**
- **Perda de habitats costeiros**, ameaçando imóveis e causando queda da produtividade pesqueira.

O PNA também aponta as principais medidas que podem ser consideradas medidas de AbE (citadas por três ou mais setores):

- **Proteção e recuperação da vegetação** de APPs, Reservas Legais, matas ciliares.
- **Transição agroecológica**, produção orgânica e de base agroecológica, sistemas agroflorestais, preservação e valorização da agrobiodiversidade, implantação de bancos de sementes crioulas, diversificação produtiva.
- **Recuperação de áreas degradadas**, ambientalmente frágeis e de mananciais

Dessa forma, procurando termos que expressem de forma mais sintética as três medidas acima, as principais formas de AbE já existentes no PNA serão a **proteção e recuperação de ecossistemas naturais** e a **produção de base agroecológica**, que são medidas que respondem às principais vulnerabilidades apontadas pelo PNA. Essas duas formas principais de AbE do PNA têm papel estruturante neste trabalho, sendo utilizadas em cada seção para a discussão das melhores estratégias de valoração.

A proteção de ecossistemas naturais tem sido feita principalmente pelo estabelecimento de áreas protegidas e pelos instrumentos do Código Florestal (reservas legais e áreas de proteção permanente - APPs). Em algumas regiões, a sua recuperação tem sido favorecida pela legislação, alguns programas de pagamento por serviços ambientais e pelo próprio abandono de áreas degradadas, que acabam se recuperando. A implementação do Código Florestal representa uma política estruturante da agenda de conservação da biodiversidade e pode apoiar sinergicamente na implementação de esforços de AbE.

A produção agropecuária de base agroecológica vem se desenvolvendo principalmente a partir iniciativas envolvendo pequenos produtores, com ou sem certificação, e aos poucos, alguns grandes produtores, que estão descobrindo esse novo nicho de mercado. Entretanto, no atual modelo de desenvolvimento, essas formas de uso da terra nem sempre conseguem ser competitivas.

1.2 DESAFIOS PARA MEDIDAS DE ABE COMPETIREM COM MEDIDAS DE ADAPTAÇÃO QUE NÃO SÃO BASEADAS EM ECOSISTEMAS

Os seguintes desafios se apresentam para as medidas AbE competirem com medidas de adaptação que não são baseadas em ecossistemas (DE GROOT, RUDOLF S. *et al.*, 2010):

- Muitas medidas de AbE não produzem os benefícios de adaptação no mesmo local em que são implementadas, sendo que os beneficiários são, frequentemente, diferentes de daqueles que as implementam. Em contraste, com as medidas cinza, os beneficiários tendem a arcar com os custos. Assim, é importante identificar os provedores das medidas de AbE e os seus beneficiários, e dar aos provedores de AbE os incentivos necessários para que implementem as medidas.

- As medidas de AbE que envolvem a restauração de ecossistemas demoram vários anos até produzir os benefícios, enquanto as medidas cinza tendem a produzi-los assim que as obras são concluídas. Isso requer uma grande antecedência de preparação e, considerando as incertezas dos modelos climáticos e o grau insuficiente de conhecimento sobre a efetividade das medidas de AbE, sem falar das incertezas econômicas, os atores podem esperar até que as mudanças se confirmem para então agir, restando então as medidas cinza.
- As medidas de AbE geram benefícios ecológicos adicionais que não são exclusivamente apropriados pelos beneficiários da adaptação almejada.
- A evidência científica da efetividade das medidas de AbE, incluindo a quantificação da capacidade das medidas de reduzirem os custos da mudança do clima, ainda está em construção e precisa ser melhor sistematizada.

Assim, é necessário estimar a contribuição econômica da conservação da biodiversidade e dos serviços ecossistêmicos, associada ao desenvolvimento de medidas de AbE (particularmente, a proteção e recuperação de ecossistemas naturais em áreas estratégicas e a produção agropecuária de base agroecológica, que são as principais medidas AbE do PNA), num contexto de mudança do clima, e comparar as medidas AbE, economicamente, com as “medidas-cinza”. Como fazer isso?

Esta pergunta é fundamental para orientar estudos para reduzir o arrependimento futuro em relação a medidas de conservação que deveriam ser adotadas desde já. Por sua vez, estudos estimando a contribuição econômica atual e potencial de AbE poderão motivar políticas mais efetivas de conservação da biodiversidade e dos serviços ecossistêmicos, reduzindo conflitos com outros setores e avançando uma agenda de desenvolvimento mais harmônica.

1.3 DESENVOLVIMENTO DO TRABALHO

Este trabalho se concentra em contribuir para abordagens e ferramentas econômicas para demonstrar a efetividade econômica de abordagens baseadas em ecossistemas para a adaptação, e foi desenvolvido com base em revisão bibliográfica, ou seja, compreendeu a pesquisa em estudos e pesquisas que explorassem o uso de metodologias de valoração e de análise de custo benefício para amparar a implementação de medidas baseadas em serviços ecossistêmicos. O acúmulo científico

sobre AbE é bastante limitado, e mais ainda em relação a valoração econômica. Por exemplo, Doswald *et al.* (2014) conduziram um mapa sistemático da literatura *peer-reviewed* relevante para AbE e uma amostra de literatura "cinza". Custos e benefícios da ABE comparados com outras abordagens foram discutidos por 57% dos trabalhos *peer-reviewed* e 15% de outros trabalhos da literatura "cinza". Entretanto, a maior parte dos trabalhos discutindo custos e benefícios eram bastante superficiais, pois o faziam apenas conceitualmente e não apresentavam análises completas.

Neste trabalho, tampouco encontramos muitas referências sobre o assunto, confirmando que custos e benefícios da AbE são geralmente analisados de forma superficial. Após uma busca na internet (Google Scholar e Research Gate) por trabalhos de pesquisa envolvendo a valoração de AbE (palavras-chave em português e seu equivalente em inglês: valoração de adaptação baseada em ecossistemas, custos e benefícios da adaptação baseada em ecossistemas, valoração da proteção contra catástrofes) observou-se um resultado muito fraco⁵. Assim, a tarefa neste trabalho não foi encontrar literatura para verificar o estado da arte da contribuição econômica da AbE, mas sim reunir a experiência disponível e as recomendações da avaliação da contribuição de medidas de adaptação para a economia e, até certo ponto, desenvolvê-las.

Foram tomados como referências metodológicas três trabalhos que representam marcos internacionais no reconhecimento do papel econômico dos ecossistemas na mitigação e adaptação à mudança do clima: o Relatório Stern (STERN, 2007), a Avaliação Ecológica do Milênio (MEA, 2003, 2005), e o Projeto The Economy of the Ecosystems and Biodiversity (TEEB, 2010). Além desses trabalhos, a discussão sobre valoração aproveitou a revisão sobre AbE e valoração ecológica desenvolvida pela Fundação Grupo Boticário para o Ministério do Meio Ambiente (FUNDAÇÃO GRUPO BOTICÁRIO, 2014) e o trabalho sobre experiências de valoração da contribuição econômica de unidades de conservação desenvolvido para o WCMC/PNUMA e MMA (WEIGAND JR.; MACIEL, 2009).

Assim, optou-se por, a partir do arcabouço indicado pelos trabalhos de referência, buscar estudos específicos que ilustrem diferentes componentes de um processo de valoração de AbE. Em alguns casos, ao encontrar citações interessantes durante a leitura de um trabalho, buscou-se as referências originais. Assim, não se trata de uma revisão

⁵ Também foi utilizado o portal de buscas das bibliotecas da University of Florida.

sistemática. Como a literatura é incipiente, a recomendação de abordagens de valoração para AbE foi feita a partir da conexão de diferentes referências que se tornaram marcos para a discussão sobre clima e economia com alguns estudos de caso ilustrativos.

2 ECONOMIA DA ADAPTAÇÃO

2.1 MUDANÇA DO CLIMA, ADAPTAÇÃO E ECONOMIA

Para estimar-se a contribuição da adaptação baseada em ecossistemas para a economia, é necessário primeiro entender a contribuição geral da adaptação para economia. Um dos trabalhos mais influentes sobre mudança do clima e economia é o “Relatório Stern”, (*Stern Review on the Economics of Climate Change*), que discute os efeitos do aquecimento global sobre a economia mundial (STERN, 2007). Em relação à adaptação, Stern adverte que há limites e que os esforços urgentes de mitigação (prevenção) da mudança do clima são essenciais, sem os quais os limites da adaptação e seus custos crescerão rapidamente, especialmente em países em desenvolvimento. Por outro lado, adaptação poderá trazer benefícios locais de médio prazo, que vão além da resposta à mudança do clima. Algumas formas de adaptação serão espontâneas, com os indivíduos simplesmente respondendo ao mercado ou às mudanças ambientais. Essa adaptação autônoma pode ser bastante custosa para os mais pobres na sociedade. Porém, os governos podem adiantar e apoiar o processo de adaptação pelo setor privado e sociedade civil, reduzindo esses custos (STERN, 2007).

Em contrapartida, conforme apontado pelo Banco Mundial num estudo sobre a Economia da Adaptação à Mudança do Clima (MARGULIS *et al.*, 2010), o desenvolvimento econômico é considerado “a melhor esperança para a adaptação à mudança do clima”. Margulis *et al.* (2010) apontam que esse desenvolvimento não é, porém, o desenvolvimento convencional⁶; será um novo tipo de desenvolvimento, e haverá custos. Muitas medidas a serem adotadas são parte de um desenvolvimento normal dos países. Por causa das incertezas relacionadas com a mudança do clima, o estudo afirma que os países devem adiar a adaptação ao máximo e focar nas medidas de baixo arrependimento e na construção da resiliência dos setores mais vulneráveis.

⁶ O desenvolvimento também pode ter como base medidas de recuperação e conservação da natureza. Weigand (2005) chamou isso de Desenvolvimento Territorial com Base Conservacionista (DTBC).

Estudos de setores sensíveis ao clima mostram que várias opções de adaptação podem prover mais benefícios que custos. Margulis *et al.* (2010) estimaram que o custo da adaptação a um mundo 2°C mais quente em 2050 será de US\$ 70 a 100 bilhões por ano no período de 2010 a 2050 (BANCO MUNDIAL 2010, *apud* MARGULIS *et al.*, 2010).

2.2 TIPOS DE IMPACTO

Os impactos podem ser classificados em três grandes categorias: sociais, econômicos e ambientais (MECHLER, 2016):

- **Impactos sociais:** podem afetar indivíduos ou ter impactos na sociedade, e incluem efeitos diretos (perda de vidas, feridos e atingidos pelo desastre, perda de bens culturais e arqueológicos) e indiretos (doenças, estresse, depressão, perda da frequência escolar, perturbação do tecido social e dos ambientes de vida, perdas de contatos sociais e relações familiares após o evento).
- **Impactos econômicos:** podem ser diretos, indiretos e macroeconômicos (ou secundários) (ECLAC 2003, *apud* MECHLER 2016). Esses efeitos podem ser sobre os estoques ou fluxos de valores. Os efeitos diretos ocorrem sobre os estoques. Esses impactos nos estoques (sobre firmas e residências) causam impactos indiretos (fluxos de valores). Os impactos macroeconômicos ocorrem sobre variáveis como o PIB, consumo e inflação. Esses três tipos de impactos apresentam sobreposição e não podem ser simplesmente somados para se chegar ao impacto total.
- **Impactos ambientais:** geralmente são de dois tipos – valor de uso e de não uso (ver abaixo). Os valores de uso impactados são contabilizados nos impactos econômicos.

Na seção sobre valoração, discute-se como os custos desses impactos podem ser mensurados.

2.3 BENEFÍCIOS E CUSTOS DA ADAPTAÇÃO

A estimativa da contribuição das medidas de AbE para a economia depende da consideração de seus benefícios e custos (contribuição líquida). De acordo com Stern (2007), o benefício bruto da adaptação é o dano climático evitado. O benefício líquido da adaptação é o dano evitado menos o custo da adaptação. O custo da mudança do clima

após adaptação é o custo residual do dano climático mais o custo da adaptação. Isso é mostrado na Figura 2, em que os custos da mudança do clima e sua relação com o aumento médio da temperatura global aparecem de forma linear, para simplicidade do entendimento (na verdade, várias medidas de adaptação – ou até mesmo a adaptação em si em algumas situações – podem não ser mais possíveis além de certos limites de mudança na temperatura média do planeta).

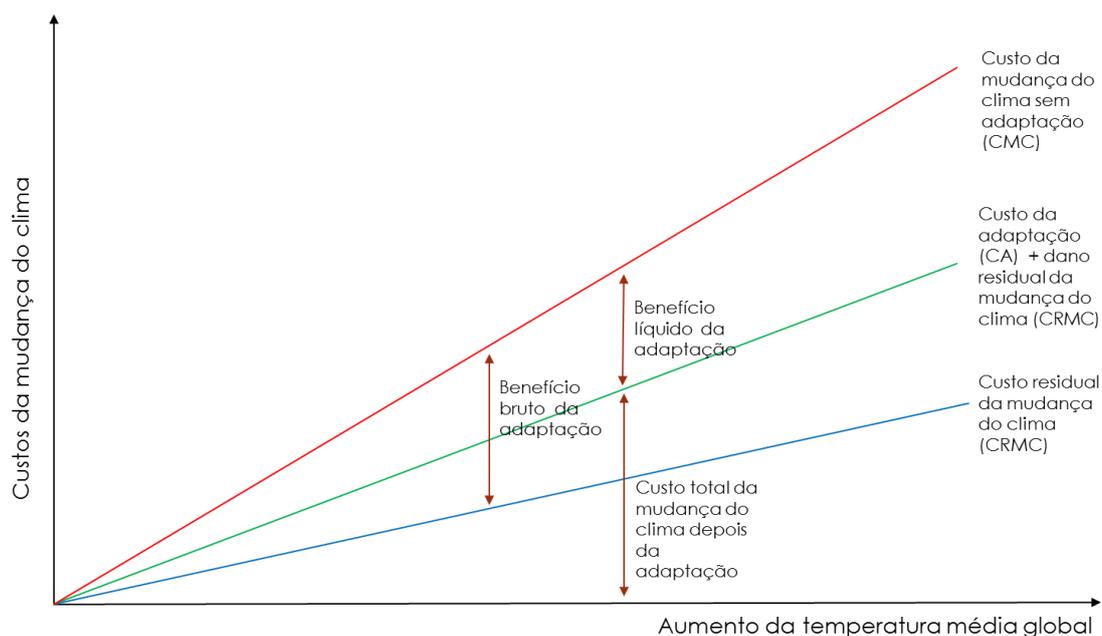


Figura 2: O papel da adaptação na redução dos danos da mudança do clima (Fonte: adaptado de Stern, 2007).

Na Figura 2, o custo da mudança do clima aumenta com o aumento da temperatura global (CMC, linha vermelha)⁷. A linha azul revela o custo residual da mudança do clima depois que medidas de adaptação foram tomadas. Entretanto, a adaptação tem seus custos, expressos pela diferença entre as linhas verde e azul, ou seja, a diferença entre o custo de adaptação (CA) + dano residual da mudança do clima (CRMC) e o custo residual da mudança do clima (CRMC) depois que medidas de adaptação foram tomadas. Assim, o benefício líquido da adaptação é dado pela diferença entre as linhas vermelha (CMC) e verde (CA + CRMC). Neste gráfico linear, quanto mais intensa a mudança do clima, maior o benefício da adaptação.

⁷ Para medir o custo da mudança do clima, Stern (2007) utiliza variações do Produto Interno Bruto (PIB) em função da mudança do clima, tomando cenários de crescimento com diferentes intensidades de mudança.

Assim, o benefício líquido de uma medida de adaptação depende dos custos da mudança do clima, dos custos residuais da mudança do clima após a adaptação e dos custos da medida (isto é, do custo evitado pela medida de adaptação). Considerando fixos os custos da mudança do clima (um cenário específico de aumento da temperatura), as medidas de adaptação se tornam mais interessantes na medida em que sua capacidade de reduzir os custos da mudança do clima aumenta e seus custos de implementação diminuem.

No caso da proteção e recuperação de ecossistemas naturais (por exemplo, a implementação de uma unidade de conservação), o seu benefício líquido será a redução dos custos da mudança do clima que ela proporcionar (por exemplo, perda evitada da vazão de água de nascentes), menos o custo de implementação e manutenção da medida. No caso da produção agropecuária de base agroecológica, da mesma forma, seu benefício líquido será a redução do custo da mudança climática (por exemplo, gasto evitado com irrigação ou perda evitada nas colheitas devido à seca), menos o seu custo adicional em relação a outras práticas (se houver).

2.4 SERVIÇOS ECOSSISTÊMICOS E ADAPTAÇÃO À MUDANÇA DO CLIMA

O valor da medida de AbE não depende só do custo evitado e do custo da medida. Há benefícios adicionais. AbE faz uso de serviços ecossistêmicos para reduzir os impactos negativos da mudança do clima. O conceito de serviços ecossistêmicos evoluiu do conceito de função ecossistêmica, aplicado por De Groot (1986) no sentido atual de serviço ecossistêmico. As *funções ecossistêmicas* eram classificadas em funções de regulação, suporte, produção e informação (COSTANZA, R. *et al.*, 1997; DE GROOT, R. S., 1986; DE GROOT, R. S.; WILSON; BOUMANS, 2002). Com o tempo, os conceitos de função e serviço ecossistêmico foram se diferenciando.

Para Romeiro (2009), que realizou uma revisão de literatura, os *serviços ecossistêmicos* são os benefícios obtidos pelos humanos a partir dos ecossistemas. Isto é, uma função ecossistêmica é considerada um serviço ecossistêmico quando é (ou tem a possibilidade ou potencial de ser) utilizada para benefício humano (HUETING *et al.*, 1998 *apud* ROMEIRO, 2009).

Assim, o Grupo de Trabalho da Avaliação Ecológica do Milênio, convocado pelo Secretário Geral das Nações Unidas, classifica os SEs em (MILLENNIUM ECOSYSTEM ASSESSMENT, 2005):

- Serviços de sustentação (serviços necessários para a produção de todos os outros serviços ecossistêmicos).
- Serviços de Aproveitamento (produtos obtidos dos ecossistemas).
- Serviços de Regulação (benefícios obtidos através da regulação dos processos dos ecossistemas).
- Serviços culturais (benefícios não materiais obtidos dos ecossistemas).

Em 2010, a iniciativa TEEB (*The Economics of Ecosystems and Biodiversity*⁸) modificou essa classificação, deixando de considerar os “serviços de sustentação”, que passam a ser considerados processos ecológicos (e não serviços) e inclui os “serviços de habitat” (DE GROOT, R.; FISHER; CHRISTIE, 2010). É uma diferença importante, pois com a mudança do clima, esses serviços serão fortemente modificados. Uma adaptação da classificação do TEEB (2010) é apresentada na Tabela 1. Chamamos de “classe” a divisão dos SEs apresentada acima, e de tipos, a sua subdivisão. Também apontamos os serviços providos pela recuperação e conservação de ecossistemas naturais e pela produção agropecuária de base agroecológica.

Tabela 1: Classes e tipos de serviços ecossistêmicos.

Classes de serviços ecossistêmicos	Tipos de serviços ecossistêmicos	Exemplos	Providos pelos ecossistemas naturais	Providos pela produção agropecuária de base agroecológica
Serviços de aproveitamento	Alimentação	Caça, frutas, castanhas, etc.	Sim	Sim
	Água	Abastecimento humano, industrial e agropecuário	Sim	
	Matérias primas	Fibras, madeira, lenha, fertilizantes	Sim	Sim

⁸ O TEEB é uma iniciativa global com foco no reconhecimento do valor da natureza para o bem-estar humano, com o objetivo de integrar os valores da biodiversidade e dos ecossistemas na tomada de decisão em todos os níveis. A iniciativa surgiu em 2007 a partir da proposta dos ministros de meio ambiente dos países do G8+5 para iniciar um processo de análise dos benefícios da biodiversidade e das perdas resultantes das falhas na sua conservação, que resultou na iniciativa do Ministro de Meio Ambiente da Alemanha e da Comissão Europeia de conduzir um estudo global que viria a ser liderado pelo economista Pavan Sukhdev.

Classes de serviços ecossistêmicos	Tipos de serviços ecossistêmicos	Exemplos	Providos pelos ecossistemas naturais	Providos pela produção agropecuária de base agroecológica
	Recursos genéticos	Para melhoramento genético e remédios	Sim	Sim
	Recursos medicinais	Produtos, modelos e organismos-teste	Sim	
	Recursos ornamentais	Artesanato, plantas ornamentais, animais de estimação, moda	Sim	Sim
Serviços de regulação	Regulação da qualidade do ar	Captura de poeira e agentes químicos	Sim	
	Regulação climática	Influência da vegetação sobre as chuvas	Sim	
	Moderação de eventos extremos	Proteção contra tempestades e prevenção de inundações	Sim	Sim
	Regulação de fluxos de água	Drenagem natural, irrigação e prevenção de secas	Sim	Sim
	Tratamento de resíduos	Purificação da água	Sim	
	Prevenção de erosão	Controle de voçorocas	Sim	Sim
	Manutenção da fertilidade do solo	Formação do solo	Sim	Sim
	Polinização e dispersão	Polinização de culturas comerciais, dispersão de sementes florestais	Sim	Sim
	Controle biológico	Controle de pragas e doenças	Sim	Sim
Serviços de habitat	Manutenção de ciclos de vida de espécies migratórias	Ninhais e áreas de reprodução	Sim	
	Manutenção da diversidade genética	Conservação e proteção do pool genético	Sim	Sim (espécies domesticadas)
Serviços culturais e de amenidades	Informação estética	Paisagens e espécies	Sim	
	Oportunidades para recreação e turismo	Locais para camping e trilhas	Sim	
	Inspiração para cultura, arte e design	Paisagens	Sim	
	Experiência espiritual	Locais para rituais	Sim	

Classes de serviços ecossistêmicos	Tipos de serviços ecossistêmicos	Exemplos	Providos pelos ecossistemas naturais	Providos pela produção agropecuária de base agroecológica
	Informação para o desenvolvimento cognitivo	Locais para visitação e educação	Sim	

Fonte: Adaptado de TEEB (2010)

No contexto da adaptação   mudanç a do clima, os SEs podem ser vistos de duas formas:

- 1) Benefícios providos pelos ecossistemas que auxiliam na adaptação   mudanç a do clima.
- 2) Benefícios *adicionais* providos pelos ecossistemas considerando os possíveis impactos da mudanç a do clima.

Por exemplo, uma unidade de conservação (UC) e seus ecossistemas podem auxiliar na adaptação de cidades mais próximas a condições mais secas, no provimento de água para abastecimento humano (benefício de adaptação   mudanç a do clima). Entretanto, a UC também poderá prover oportunidades de recreação (benefício adicional).

2.5 IMPACTOS DA MUDANÇ A DO CLIMA SOBRE OS SERVIÇOS ECOSSISTÊMICOS E A CAPACIDADE ADAPTATIVA

Se, de um lado, os serviços ecossistêmicos podem ser utilizados para promover a adaptação   mudanç a do clima, de outro, quando são impactados negativamente pela mudanç a do clima, sua diminuição pode resultar em perda dessa capacidade.

Essa perda da capacidade adaptativa pode acontecer em dois níveis:

- a) A sociedade pode sofrer com a diminuição dos serviços ecossistêmicos que a beneficiam no contexto atual, e
- b) A diminuição dos serviços ecossistêmicos pode deixar a sociedade ainda mais vulnerável   mudanç a do clima futura.

2.6 DÉFICIT DE ADAPTAÇÃO

Quando se consideram os custos da adaptação da mudanç a do clima frequentemente se esquece que a sociedade não está adaptada ao clima presente. Por

exemplo, no presente, temos catástrofes causadas por eventos climáticos que são resultado da variação normal do clima ou da mudança do clima que já ocorreu. Margulis *et al.* (2010) chamam as medidas que seriam necessárias para uma adaptação ao clima presente de “déficit de adaptação”. No caso das medidas AbE mais recomendadas pelo PNA⁹, eles cumprem bastante esse papel de suprir esse déficit de adaptação, e deveriam ser implementadas com urgência, uma vez que não há, geralmente, incerteza quanto ao seu valor em relação ao déficit de adaptação. Não são medidas necessárias apenas devido à mudança do clima.

Da mesma forma, Margulis *et al.* (2010) chamam de “déficit de desenvolvimento” as mudanças necessárias para melhorar a qualidade de vida das pessoas, independentemente da mudança do clima, e consideram o desenvolvimento socioeconômico a maior esperança para a adaptação. Uma das duas medidas de AbE principais do PNA, a produção agropecuária de base agroecológica, pode contribuir para diminuir o déficit de desenvolvimento, fortalecendo a renda e segurança alimentar dos mais pobres.

Margulis *et al.* (2010) propõem que, numa valoração dos custos de adaptação, esses déficits (de adaptação e de desenvolvimento) sejam separados da conta, ainda que isso não seja sempre possível.

2.7 INTENSIDADE DA MUDANÇA DO CLIMA E AS MEDIDAS DE ADAPTAÇÃO

A Figura 2 apresentou uma relação entre os custos de adaptação e a intensidade da mudança do clima de forma linear. Quanto maior a mudança do clima maior seria o benefício da adaptação. Stern (2007) alerta, porém, que essa relação pode não ser linear, e que, ao se ultrapassar certos limites de aumento da temperatura, certas medidas de adaptação podem aumentar muito seu custo ou mesmo tornar-se inviáveis. Além disso, seu efeito na redução dos custos pode diminuir, com o custo residual da mudança do clima podendo aumentar. Isso pode ser visto na Figura 3, que é uma adaptação da Figura 2 para esta situação de não linearidade. Quando a linha verde (CA + CRMC) cruza a linha vermelha (CMC), os esforços de adaptação já não valem a pena. Por isso, os esforços de mitigação da mudança do clima são muito importantes.

⁹ Proteção e recuperação de ecossistemas naturais e produção agropecuária de base agroecológica.

No caso da recuperação e conservação de ecossistemas naturais, por exemplo, a partir de um certo limite de mudança dos parâmetros climáticos, implementá-la pode se tornar mais custoso do que o benefício líquido que seria obtido. Da mesma forma, enquanto a produção agroecológica pode ajudar na adaptação a condições mais áridas na Caatinga, além de certos limites de seca, mesmo esses sistemas mais adaptados à seca podem não ser suficientes para superar essas novas condições. Neste caso, outra medida, AbE ou não, ou simplesmente suportar a mudança do clima, podem ser saídas mais econômicas.

2.8 INCERTEZA, RISCO E ADAPTAÇÃO

Um dos desafios da valoração da adaptação é a incerteza que está presente tanto nas previsões climáticas quanto nas previsões econômicas. Para agir, indivíduos, organizações e empresas precisam de informação confiável, e isso não está disponível (STERN, 2007).

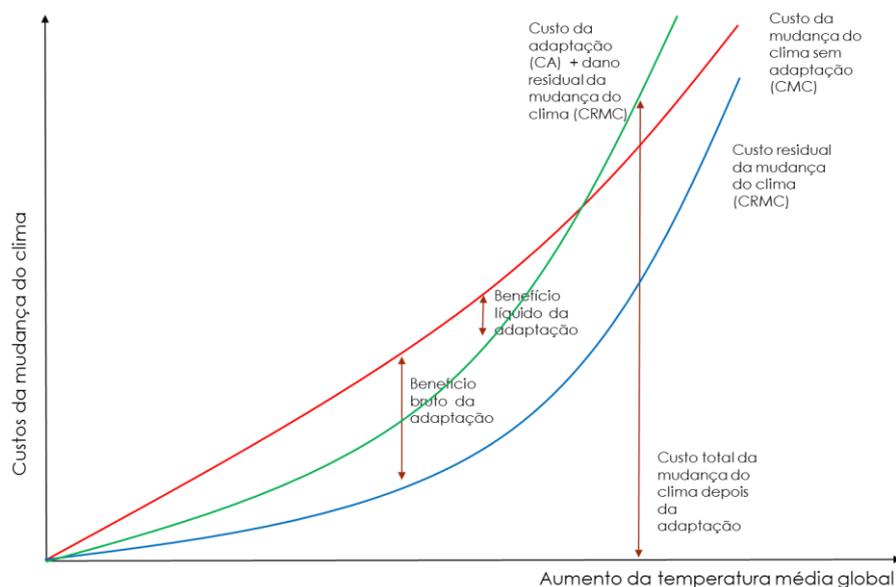


Figura 3: O papel da adaptação na redução dos danos da mudança do clima num cenário não linear.

Do ponto de vista da valoração de serviços ecossistêmicos, a incerteza surge em termos de três fatores (PASCUAL; MURADIAN, 2010):

- Incerteza a respeito do suprimento dos serviços ecossistêmicos a serem valorados.

- Incerteza ou ignorância a respeito de como os indivíduos formam suas preferências sobre os serviços ecossistêmicos (como os indivíduos, subjetivamente, valorizam as mudanças no suprimento dos serviços ecossistêmicos e na conservação da biodiversidade).
- Incerteza técnica relacionada com a aplicação das ferramentas de valoração.
Num contexto de mudança do clima, há ainda a incerteza sobre:
 - Mudança do clima prevista numa escala relevante para a implementação de medidas de adaptação.
 - Mudanças na demanda pelos serviços ecossistêmicos, seja com origem na mudança do clima, seja devido a outros fatores (desenvolvimento tecnológico, governança, etc.).
 - Mudanças no suprimento dos diversos serviços ecossistêmicos devido à mudança do clima e conversão ou restauração de ecossistemas.

Além disso, muitas das consequências da mudança do clima envolvem eventos extremos e desastres. O nível de vulnerabilidade e de exposição aos eventos climáticos extremos e não extremos influencia a severidade dos impactos desses eventos (IPCC, 2012). Conforme apontado por Mechler (2016), desastres são eventos de baixa probabilidade e alto impacto, que se seguem distribuições de probabilidade muito diferentes de “distribuições normais” – chamadas de “caudas grossas”. Assim, a avaliação de risco de desastres depende de análises probabilísticas, envolvendo o cálculo de que um evento climático não exceda um certo nível de danos. Isso é importante porque os custos de uma medida de adaptação são determinísticos enquanto os benefícios são probabilísticos¹⁰, e não considerar riscos pode superestimar os benefícios da adaptação à mudança do clima (MECHLER, 2016).

O risco influencia a estratégia de adaptação. Danos frequentes e de baixo custo são melhor suportados pelos atingidos e governos locais e por suas medidas de adaptação (geralmente mais baratas e muitas vezes envolvendo AbE). Entretanto, catástrofes (eventos de danos severos) de probabilidade mais baixa devem ser alvo de seguros, socorros governamentais e medidas afins, já que medidas de prevenção seriam caras demais para os atores locais. Assim, o risco de desastres é probabilístico e as

¹⁰ Assim como o custo da mudança do clima os custos residuais da mudança do clima.

opções de redução de riscos de desastres (RDD) são eficientes para certas “camadas de risco” (MECHLER, 2016). De forma análoga, diferentes medidas de adaptação, AbE ou não, podem ser mais eficientes considerando a probabilidade de diferentes cenários de mudança do clima.

As seguintes lacunas e incertezas na medição de risco são apontadas por Mechler (2016):

- Poucos dados para definição da probabilidade de perigo.
- Dados incompletos sobre os danos causados pelos desastres.
- Falta de curvas de vulnerabilidade.
- Mudanças na população afetam exposição.
- Os benefícios das medidas de redução de riscos são difíceis de serem medidos.
- Taxas de desconto diminuem o valor dos benefícios.

2.9 RESILIÊNCIA E O VALOR DE ABE

Há várias definições de resiliência dos ecossistemas, conforme apresentado por Pascual e Muradian (2010):

- Capacidade de um ecossistema de suportar perturbações sem perder suas propriedades funcionais.
- Capacidade de um sistema de absorver e utilizar ou mesmo se beneficiar de perturbações e mudanças que o atingem, e assim persistir sem uma mudança qualitativa no sistema (HOLLING 1973).
- Capacidade de um ecossistema de se recuperar de uma perturbação sem intervenção humana (WESTMAN 1978).
- Capacidade de um sistema (ex: comunidade, sociedade ou ecossistema) de lidar com perturbações (ex: crises financeiras, enchentes ou incêndios) sem mudar para um estado qualitativamente diferente (GUNDERSON; HOLLING 2002).
- Relacionada com a vulnerabilidade de um sistema, sua capacidade de, em um dado estado, acomodar perturbações sem perder a funcionalidade.
- Capacidade de um sistema de se manter numa dada configuração de estados – um regime – em sistemas onde múltiplos regimes são possíveis.

Resiliência também é entendida como a perturbação que um ecossistema pode tolerar antes de mudar para um estado diferente (IPCC, 2007; UNFCCC/SBSTA, 2013).

Assim, resiliência é o que permite, por exemplo, que uma floresta continue sendo floresta após um longo período de seca ou de um incêndio, por exemplo.

Estudos sugerem que a resiliência está relacionada com a diversidade funcional dentro do ecossistema (SCHULZE; MOONEY, 1993; FOLKE *et al.*, 1996 *apud* PASCUAL; MURADIAN, 2010) e redundância funcional dentro de uma dada função ecossistêmica. A redundância funcional, por sua vez, é afetada pela diversidade de espécies (PASCUAL; MURADIAN, 2010), o que é importante para se fazer a ligação entre biodiversidade e serviços ecossistêmicos.

A literatura em resiliência ecológica vem provendo evidências de que pode haver mudança no regime dos ecossistemas quando limites críticos são atingidos como resultado de perturbações ou de pressões cumulativas. Quando essas mudanças de regime ocorrem, a capacidade dos ecossistemas de prover serviços ecossistêmicos pode mudar drasticamente e de forma não linear. Exercícios de valoração dos serviços ecossistêmicos precisam levar em consideração a distância desses limites onde mudanças de regime ocorrem, ou não serão confiáveis (PASCUAL; MURADIAN, 2010).

Quando um sistema está próximo demais do limite, uma “incerteza radical” e consequências não lineares passam a ser importantes fatores, tornando as abordagens usuais de valoração pouco confiáveis (*ibid.*). O problema é que as abordagens-padrão de estimativas do valor econômico de ecossistemas são baseadas em mudanças marginais (relativamente pequenas variações, *na margem*, na disponibilidade de serviços ecossistêmicos) dentro de uma faixa não-crítica (TURNER *et al.*, 2003 *apud* PASCUAL; MURADIAN, 2010). Outras formas de tomada de decisão precisam ser utilizadas nessas circunstâncias em que o ecossistema está próximo de seu limite, como utilizar o princípio da precaução ou *padrões mínimos de segurança* (ver abaixo), por exemplo.

Como foi dito, a resiliência é também o parâmetro que liga a biodiversidade com o valor de outros atributos dos ecossistemas. Por exemplo, estoque de carbono não é um serviço resultante da biodiversidade, mas uma floresta mais biodiversa é mais resiliente, e após uma perturbação tende a manter ou recuperar o estoque de carbono que havia antes da perturbação com mais facilidade que uma floresta com menos diversidade. Assim, a biodiversidade fortalece a resiliência, que assegura que os serviços ecossistêmicos serão providos no futuro, reduzindo o risco da AbE, aumentando o seu valor.

No caso das medidas de AbE mais recomendadas pelo PNA, proteção e recuperação de ecossistemas naturais e produção agropecuária de base agroecológica, a diversidade torna-se um valor importante. Ecossistemas conservados com escala suficiente para preservar as espécies e sob menor pressão apresentam menor risco, e por isso, maior valor de resiliência, importante para suportar eventos extremos cada vez mais comuns.

2.9.1 Qual o valor da resiliência?

O valor da resiliência de um ecossistema é um dos componentes do valor de uma medida de AbE. Ele consiste na sua capacidade do ecossistema de manter o fluxo de benefícios em dado regime de perturbações. A resiliência é uma propriedade dos ecossistemas que apresenta um valor semelhante a um seguro. Pode-se contar com um serviço ecossistêmico, mesmo com perturbações, desde que essas perturbações estejam dentro dos limites de resiliência do ecossistema. Assim, quanto mais distante desse limite, mais resiliente e mais valioso é o ecossistema.

Uma mudança marginal no valor da resiliência ecossistêmica corresponde à diferença no valor esperado do fluxo de benefícios que o ecossistema provê em uma faixa de variação de condições ambientais (PASCUAL; MURADIAN, 2010). Por exemplo, nascentes têm uma variação de vazão devido à sazonalidade das chuvas. Se a perda da proteção de ecossistemas naturais diminuir a vazão durante a estação seca, o valor da perda desse benefício (água) constitui o valor marginal da resiliência desse ecossistema.

Três questões devem guiar uma avaliação de resiliência de serviços ecossistêmicos (WALKER; PEARSON, 2007 *apud* PASCUAL; MURADIAN, 2010):

1. Mudanças importantes na provisão dos serviços ecossistêmicos pode ser desencadeada pela transição para outros regimes estáveis em um ecossistema?
2. Se sim, como a mudança para outro regime vai afetar a valoração de serviços ecossistêmicos pelas pessoas? Quais serão os custos e benefícios econômicos?
3. Qual a probabilidade de se cruzar um limite? (Requer conhecimento de qual é o limite, o nível atual de perturbação e das propriedades do sistema).

Se a resiliência for reduzida (por exemplo, por intervenções humanas), a probabilidade de mudança de regime¹¹ vai aumentar (SCHEFFER *et al.*, 2001 *apud* PASCUAL; MURADIAN, 2010). Ainda, importante para estudos de valoração, é que o novo regime pode ter alta resiliência, tornando o retorno ao regime anterior mais custoso. Ainda, quando ecossistemas vão chegando a limites, os impactos humanos marginais (por exemplo, mais um quilômetro quadrado de desmatamento) vão levar a efeitos incertos e não marginais (por exemplo, o colapso da floresta). Nessa situação, estimar o valor econômico total de uma alteração no ecossistema de forma confiável se torna muito difícil, talvez impossível (PASCUAL; MURADIAN, 2010).

A valoração da resiliência do sistema num estado pode ser vista como a valoração de um portfólio de investimentos num determinado estado (BROCK; XEPAPADEAS, 2002, *apud* PASCUAL; MURADIAN, 2010). O valor da combinação de investimentos (o portfólio) depende da covariância dos retornos dos investimentos individuais que ela contém. Ou seja, quando perdas num investimento tendem a compensar ganhos em outros. Sanchirico *et al.* (2008, *apud* PASCUAL; MURADIAN, 2010) demonstraram que o reconhecimento de estruturas de covariância entre os rendimentos da captura de espécies de peixes (a forma como perdas de rendimento de captura de algumas espécies podem ser compensadas por ganhos em outras) pode alcançar a redução de risco sem custos ou perda do rendimento total.

Como a manutenção e fortalecimento da resiliência dos ecossistemas diminui o risco associado aos serviços providos, o valor da resiliência aumenta com a aversão ao risco de uma sociedade. Quanto mais avessa ao risco a sociedade, mais valor será dado à resiliência. Falando de uma forma coloquial, quanto mais receio de perdas tem a sociedade, mais vantagem verá em “não colocar todos os ovos da mesma cesta”, ou seja, mais valor terá a biodiversidade dos ecossistemas.

Atualmente, os economistas ambientais envolvidos com a valoração da resiliência de ecossistemas, em vez de tratá-la como uma propriedade ecossistêmica, tratam-na como capital natural (estoque) que provê um serviço de “seguro natural” que pode ser visto como um benefício, assim passível de ser incluído numa análise de custo benefício

¹¹ Entende-se por “regime” a forma geral de como o sistema está organizado, com seus componentes e funções. No caso de ecossistemas, regime diz respeito ao tipo de ecossistema, por exemplo, floresta ou savana.

(MÄLER *et al.*, 2007, WALKER *et al.*, 2009b *apud* PASCUAL; MURADIAN, 2010). Por exemplo, se uma floresta protetora de nascentes, devido à sua biodiversidade, é mais resiliente às variações do clima, assegurando os serviços ecossistêmicos face aos riscos de eventos extremos que poderiam mudar o tipo de ecossistema no local, o valor deste seguro natural seria o valor dos serviços ecossistêmicos ponderados pelo risco de sua perda numa situação alternativa, de menor diversidade.

2.9.2 Principais desafios da valoração da resiliência

Os principais desafios para a valoração da resiliência são (PASCUAL; MURADIAN, 2010):

- Caráter não linear das mudanças dos ecossistemas: a maioria dos métodos de valoração atribuem valor a mudanças marginais¹². Assim, são inadequados para tratar de mudanças bruscas nos ecossistemas.
- Baixa capacidade de estimar a resiliência e a aproximação de limites ecológicos: há indicadores prospectivos de resiliência, mas a informação é incompleta.
- Muitas vezes, não se conhecem os benefícios de uma espécie ou ecossistema em particular até que se perca.

Assim, as técnicas de valoração padrão devem ser utilizados fora da zona crítica e longe dos limites ecológicos (PASCUAL; MURADIAN, 2010), onde uma variação pode ultrapassar a capacidade de resiliência do ecossistema, que poderá mudar para um outro tipo.

2.9.3 Padrões mínimos de segurança

Assim, é importante que a valoração considere se o ecossistema está perto de seu limite de resiliência. Quando o ecossistema se aproxima de um limite crítico em que mudanças drásticas não-lineares são prováveis, a valoração de benefícios e custos não é apropriada para a tomada de decisão. A racionalidade econômica, que diz que uma opção de desenvolvimento pode ser tomada a não ser que os custos ambientais sejam altos demais, muda para uma lógica cautelosa, que diz que a conservação da natureza deve

¹² Mudanças marginais (relativamente pequenas variações, *na margem*, na disponibilidade de serviços ecossistêmicos) dentro de uma faixa não-crítica.

prevalecer a não ser que os sacrifícios necessários (custos de oportunidade) sejam intoleravelmente altos (BATEMAN *et al.*, 2011).

Uma questão importante é quando o sacrifício necessário para o padrão mínimo de segurança é grande demais. Por exemplo, se a opção pela conservação pudesse causar pobreza extrema. Muitas vezes o que define essas decisões é o processo político. Entretanto, mesmo nessas condições, é preciso considerar as possíveis consequências em longo prazo (*Ibid.*).

2.10 DISTRIBUIÇÃO DE BENEFÍCIOS E CUSTOS DA ADAPTAÇÃO

De acordo com Stern (2007), mitigação e adaptação são diferentes do ponto de vista econômico porque, na mitigação, os benefícios são majoritariamente públicos e globais, enquanto a adaptação pode trazer benefícios locais, o que faz com que também ocorra de forma autônoma. Entretanto, no caso da AbE, como os benefícios de uma medida adaptativa são usufruídos em parte ou totalmente por indivíduos e organizações diferentes daqueles que devem implementá-la, a distribuição dos benefícios resulta em menos incentivos para uma adaptação autônoma.

Um exemplo, relacionado com uma das medidas AbE mais importantes do PNA (produção de base agroecológica), é descrito por Alam (2014), que estuda a valoração de serviços ecossistêmicos de agroflorestas focando num sistema de produção com plantio intercalar de árvores em Quebec, Canadá. A valoração indicou que os produtos agropecuários representaram apenas um terço do valor de serviços ecossistêmicos, ou seja, os agricultores não colhiam os benefícios de dois terços dos serviços gerados pelo sistema. Os autores sugerem, nesse caso, o pagamento de serviços ambientais para compensar os produtores.

Devido a essas questões da distribuição de benefícios da adaptação, políticas públicas podem acelerar, facilitar ou reduzir os custos da adaptação. Stern (2007) argumenta que políticas públicas só deveriam ser empregadas nesses casos e nos casos em que os benefícios da adaptação forem majoritariamente públicos, sendo os custos privados. AbE costuma se enquadrar neste caso.

Além disso, Stern (2007) também alerta que os mais pobres podem não ter recursos para fazer as mudanças necessárias, apesar de os sinais de preço estarem presentes, o que requer ajuda.

Assim, no caso das medidas de AbE mais importantes do PNA (proteção e recuperação de ecossistemas naturais e produção agropecuária de base agroecológica), será muito importante o apoio de políticas públicas e mecanismos econômicos e financeiros de remuneração das práticas de AbE.

Quando uma medida de AbE gera serviços ecossistêmicos com beneficiários além do próprio implementador, temos um caso claro de “serviços ambientais”, que são definidos no Projeto de Lei nº 792, de 2007, como

iniciativas individuais ou coletivas que podem favorecer a manutenção, a recuperação ou o melhoramento dos serviços ecossistêmicos (BRASIL, 2010).

Assim, quando os resultados de AbE não beneficiam somente o seu implementador, a sociedade pode e deve buscar formas de remuneração desses *serviços ambientais*, como os diversos programas de Pagamento por Serviços Ambientais (PSA). Essa remuneração pode ser bastante importante para viabilizar as medidas de AbE mais importantes do PNA, especialmente onde elas não são obrigatórias por lei.

3 VALORAÇÃO ECONÔMICA DA NATUREZA

Para que se possa comparar as medidas de AbE e as medidas cinza, as ferramentas de valoração econômica da natureza podem ser úteis. Foram desenvolvidas abordagens de valoração de serviços ecossistêmicos em larga escala, geralmente pelo desenvolvimento de mapas de benefícios (ou valor). Esta seção descreve as bases e os métodos para a valoração, que podem ser usados para quantificar o valor das principais componentes do valor de AbE:

- Custo da mudança do clima
- Custo da medida de AbE
- Custo residual da mudança do clima
- Benefícios adicionais dos serviços ecossistêmicos

3.1 ABORDAGENS DE VALORAÇÃO

De acordo com Romeiro (2009), basicamente, há quatro tipos de abordagens para a valoração de ecossistemas e serviços ecossistêmicos:

- **Abordagem utilitária-reducionista ou neoclássica:** combina o fluxo de serviços ecossistêmicos (por exemplo, a vazão de água de uma nascente) com valores

econômicos, dando uma ideia do valor instrumental (de uso) dos serviços ecossistêmicos. Ela atribui aos serviços ecossistêmicos valores ligados à utilidade derivada direta ou indiretamente do uso atual ou potencial dos serviços ecossistêmicos.

- **Abordagem ecológica:** reconhece a complexidade dos ecossistemas e considera a sua interdependência biofísica. Não utiliza as preferências humanas. Os “valores” são determinados pela integridade das funções ecossistêmicas, assim como pelos parâmetros de complexidade, diversidade e raridade dos ecossistemas (FARBER; COSTANZA; WILSON, 2002 *apud* ANDRADE, 2009). De acordo com Patterson (2002 *apud* ROMEIRO 2009), os “preços” são razões que medem o “valor” de um bem ecológico específico (a quantidade de energia solar por quilo de maçãs, por exemplo). Em geral, os preços estimados pela abordagem ecológica resultam similares aos preços de mercado, no sentido em que os últimos medem a quantidade de dinheiro por unidade física de uma commodity em particular (quantidade de dólares por quilo de maçãs, por exemplo). A diferença está no fato de que os preços ecológicos medem valor em termos da interdependência biofísica dos ecossistemas, enquanto que os preços de mercado são baseados principalmente em preferências do consumidor e outros fatores que determinam o valor de troca de bens em mercados convencionais.
- **Abordagem sociocultural:** examina o valor cultural que a sociedade dá aos ecossistemas e seus serviços mesmo em casos em que os “serviços” (ou funções) ecossistêmicos não contribuem diretamente para o seu bem-estar material. Ecossistemas e seus serviços desempenham papel importante na identidade cultural e moral das sociedades: seus valores éticos, espirituais, históricos e artísticos. O propósito deste tipo de valoração é decidir o que deveria ser valorizado pela sociedade, ou em seu nome. A ideia é que as preferências mudam por meio do diálogo entre as diferentes partes. Neste sentido, os debates sociais podem ser considerados fonte de valores sociais, servindo para apoiar abordagens mais construtivas à mensuração de problemas ambientais complexos (GREGORY; LICHTENSTEIN; SLOVIC, 1993 *apud* ANDRADE, 2009).
- **Abordagem dinâmica-integrada:** leva em consideração ecossistemas, economia e sociedade. Defende que o tratamento das outras abordagens é inadequado e

considera reducionismo as tentativas de separar as disciplinas na valoração de ecossistemas. O objetivo é prover uma abordagem holística para tratar dos ecossistemas, seus serviços e sua contribuição para o bem-estar humano.

Da mesma forma que o TEEB (2010), neste trabalho adota-se a abordagem neoclássica, a despeito de suas limitações¹³, porque é a mais desenvolvida e é a mais adequada para uma boa comunicação dos valores ecológicos aos diferentes setores da economia e das políticas públicas, pois compartilha conceitos econômicos utilizados em outros campos.

3.2 TIPOS DE VALOR

Uma vez que escolhemos a abordagem neoclássica para a valoração de AbE, é importante entender os tipos de valor que são reconhecidos nessa opção. O TEEB (2010) apresenta os diferentes conceitos de valor com base na abordagem neoclássica. Para isso, cita desde o dicionário (“a utilidade, importância de algo”), a Avaliação Ecológica do Milênio (“a contribuição de uma ação ou objeto para metas, objetivos ou condições especificados pelo usuário”), à Economia. Do ponto de vista da Economia (neoclássica), valor está sempre associado com *trade-offs* (renúncias) ou algo somente tem valor (econômico) quando alguém está disposto a renunciar a algo para obtê-lo.

Ainda, TEEB (2010) faz uma diferenciação entre benefícios e valor: as pessoas têm necessidades e seu atendimento é considerado um benefício, que pode ser mensurado mais ou menos objetivamente. Entretanto, o quanto elas valorizam o benefício é subjetivo: algumas pessoas valorizam mais a renda que a identidade cultural, por exemplo, e podem abrir mão de algum aspecto de seu bem-estar (ex: identidade cultural) por outro (ex: riqueza).

¹³ O TEEB (2010) apresenta uma crítica desenvolvida por John Gowdy, para quem o problema com a economia neoclássica não é só a valoração em si, mas com o modelo Walrasiano, que tem este nome em homenagem ao economista suíço Leon Walras. O propósito desse modelo é provar que os mercados competitivos alcançam a eficiência de Pareto, em que ninguém pode melhorar sua situação sem piorar a situação do outro. Entretanto, a premissa de que as firmas agem de forma independente no mercado foi rejeitada em inúmeros testes empíricos: o modelo não faz boas previsões do comportamento econômico real. A crítica de Gowdy é que uma coisa são os modelos baseados nas premissas neoclássicas, outra é a realidade.

A abordagem neoclássica descreve os tipos de valor de bens e serviços ecossistêmicos (BARRET, 1988; KERR, 1986; MILLENNIUM ECOSYSTEM ASSESSMENT, 2003; NOGUEIRA, [S.d.]; OEA, 2005). O valor de uso pode ser de *uso direto* ou *indireto*:

- **Valor de uso direto** é derivado da utilização direta dos recursos naturais (Barret 1988), e resultam das vantagens diretas obtidas do ecossistema, como o uso ou extração de certos bens naturais, por exemplo. É formado pelos benefícios diretos que podem ser extraídos ou vendidos, e podem ser consuntivos, produtivos ou não consuntivos. O **uso consuntivo** é quando o bem pode ser diretamente consumido da natureza, como na caça ou pesca. O **uso produtivo** é quando os recursos são usados para produzir outros bens, como na extração de borracha ou madeira. O **uso não consuntivo** é quando os recursos são aproveitados sem consumo, como na observação de pássaros, pesquisa científica (dependendo de como é feita), recreação, e uso da imagem.
- **Valor de uso indireto** ocorre quando os elementos naturais, mesmo sem serem usufruídos diretamente, sustentam outros processos que têm valor de uso, frequentemente longe da área natural. Exemplos são a água, a regulação climática, polinização, estoque de carbono, etc. Esses valores dificilmente têm preços de mercado, apesar de sua contribuição para a economia (OEA, 2005).
- **Valor de opção** representa o desejo das pessoas de preservar uma opção conhecida para o futuro. Por exemplo, o desejo de preservar um a área natural para um dia visita-la. O valor de opção pode ser definido como “o valor adicional que uma pessoa avessa ao risco pagaria por um bem ou serviço ambiental, acima do seu valor presente de consumo, para manter a opção de ter esse bem disponível no futuro, já que a disponibilidade futura desse bem ou serviço é incerta” (BULTE *et al.*, 2002 *apud* PASCUAL; MURADIAN, 2010). Quando o benefício é desconhecido, mas existe o desejo de preservá-lo, é chamado de *valor de quase-opção* (OEA, 2005), e decorre da expectativa de que o aumento do conhecimento dará utilidade ao elemento sendo valorado. A maior parte dos

estudos de quase-opção enfoca o valor para bioprospecção (PASCUAL; MURADIAN, 2010)¹⁴.

- **Valor de existência** não é relacionado com o uso, direto ou indireto, provável ou certo, presente ou futuro. É relacionado com valores éticos relacionados com a natureza e as gerações futuras.

3.3 VALOR ECONÔMICO TOTAL (VET)

O valor econômico total (VET) de um ecossistema pode ser dado pela seguinte expressão (MOTTA, 2002):

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

Onde,

VET é o Valor Econômico Total

VUD é o Valor de Uso Direto

VUI é o Valor de Uso Indireto

Valor de opção

Valor de existência

Apesar da expressão de VET sugerir uma soma simples dos valores, um tipo de uso do recurso ambiental pode excluir outro. Por exemplo, o uso de uma área de floresta para a conservação impede o uso para agricultura. Por isso, na determinação do VET, é essencial identificar esses conflitos de uso (MOTTA, 2002).

3.4 ESTRATÉGIAS DE VALORAÇÃO DE SERVIÇOS ECOSSISTÊMICOS

3.4.1 Função de Produção e Função de Demanda

A partir da abordagem utilitarista, as funções ecossistêmicas adquirem valor quando resultam em uma contribuição, presente ou futura, ao bem-estar humano. Este valor pode ser traduzido em termos monetários por meio de duas estratégias básicas (FUNDAÇÃO GRUPO BOTICÁRIO, 2014):

- Métodos de Função de Produção
- Métodos de Função de Demanda

¹⁴ Os conceitos de valor de opção e quase-opção estão baseados na “teoria da utilidade esperada”, e há crescente evidência de que esta teoria não um modelo exato do comportamento econômico, sendo que há modelos alternativos que estão ganhando força (PASCUAL; MURADIAN, 2010).

Segundo Motta (2002), nos métodos da função de produção (ou de produção sacrificada ou custos evitados) o recurso ambiental (ou serviço ecossistêmico) é um insumo de um bem ou serviço privado, ou influencia os custos de produção. Quando a disponibilidade deste serviço ecossistêmico (SE) é modificada, ocorre também um impacto na produção do bem ou serviço privado (que pode ser para melhor ou pior, tanto em termos quantitativos quanto em qualidade). Se o impacto for na quantidade produzida, o valor econômico desse impacto pode ser mensurado pela variação de receita líquida (receita bruta menos custos de produção ou excedente do produtor) causado pela modificação da disponibilidade do SE. Por exemplo, se o desmatamento de uma região aumenta a incidência de enchentes, o valor da proteção contra enchentes (serviço ecossistêmico provido pela floresta) será o valor evitado do prejuízo que poderia ser causado pelas enchentes. Segundo Motta (2002) os métodos de função de produção são baseados em estimativas da variação da receita líquida (excedente do produtor) das atividades econômicas que são afetadas pela modificação na disponibilidade de um recurso ambiental (ou serviço ecossistêmico), seja pela produção sacrificada ou pela variação de custo. Esse método pode ser utilizado na escala local, com foco em negócios específicos, ou territorial/nacional, se houver uma medida de atividade econômica na escala adequada, como o mapa de PIB utilizado por Costanza *et al.* (2008) na valoração da proteção contra furacões provida por áreas úmidas costeiras nos EUA.

Por outro lado, os métodos da função de demanda estimam “funções de demanda” para os recursos ambientais derivadas de a) mercados de bens ou serviços privados complementares ao recurso ambiental ou b) mercados hipotéticos, construídos especificamente para o recurso ambiental em análise. Estimam o valor dos SEs, portanto, a partir do excedente do consumidor. O benefício (ou custo) da variação de disponibilidade do recurso ambiental será dado pela variação do excedente do consumidor medida pela função de demanda estimada para este recurso (MOTTA, 2002).

3.4.2 Preços de mercado e “preços-sombra”

Outra forma de dividir as possíveis estratégias de valoração é classificá-la em métodos baseados em preços de mercado ou em “preços-sombra”. Os preços de

mercado estão disponíveis quando há algum tipo de mercado para um aspecto da natureza¹⁵.

Os preços-sombra são usados quando o valor de um bem, serviço ou função não está propriamente atribuído num mercado. Por isso, se recorre a meios indiretos. Preços-sombra devem ser utilizados somente quando preços de mercado não estão disponíveis, pois envolvem métodos complexos e, frequentemente, premissas questionáveis. Isso ocorre quando lidamos com os aspectos públicos da natureza (por exemplo, regulação climática), ou com aspectos que são tratados como públicos (por exemplo, água).

3.5 MÉTODOS DE VALORAÇÃO

3.5.1 Métodos baseados em preços de mercado

Os métodos de valoração utilizando preços de mercado são:

- **Preços de mercado:** Quando disponíveis, o mais simples é a utilização dos preços de mercado de bens produzidos pelo ambiente natural, como castanha e látex, por exemplo (MEDEIROS *et al.*, 2011). Outro exemplo seria estimar o valor da despoluição de uma lagoa pelo aumento da captura de peixes que resultaria desta ação (KING; MAZZOTTA, 2000). As medidas de AbE que resultam em manutenção ou aumento da produção de bens pelo ambiente natural podem ser valoradas por este método. No caso das medidas envolvendo a recuperação e proteção de ecossistemas naturais, pode-se utilizar o valor de mercado da produção extrativista praticada no ambiente natural, como Medeiros *et al.* (2011) fez para as unidades de conservação. No caso, da produção agropecuária de base agroecológica pode-se utilizar os preços dos produtos comercializados, como realizado num sistema agroflorestal no Canadá por Alam *et al.* (2014), onde os preços de mercado da produção agroflorestal formaram uma componente do valor do sistema.
- **Método da produtividade (função dose-resposta):** O valor de um serviço ecossistêmico pode ser estimado com base na sua contribuição para a produção de bens que têm valor de mercado (FARIA; NOGUEIRA, 2004; KING; MAZZOTTA,

¹⁵ Deve-se considerar, porém, que os mercados são imperfeitos, e são afetados por informação, percepções de escassez e utilidade, regulamentos, etc.

2000). Esse método pode ser utilizado para valoração das medidas de AbE que garantem o abastecimento de água para a agricultura e para empresas, por exemplo. Assim, a recuperação e proteção de ecossistemas naturais podem ser valorados com base no valor de mercado da produção agropecuária e industrial que utiliza a água produzida pelos ecossistemas. Há dois desafios neste exemplo: determinar a quantidade de água que seria suprida pela vegetação nativa, considerando a mudança do clima, e conhecer a função dose-resposta da água para a produção agropecuária e industrial no contexto da mudança do clima.

- **Método dos Custos de Viagem (MCV):** Muito utilizado em contextos de visitação a áreas naturais, o MCV levanta as despesas realizadas pelos visitantes e deriva, a partir delas, o valor dos locais visitados. No caso da recomposição e proteção de ecossistemas naturais, o valor de uso direto não consuntivo pode ser estimado pelo MCV, como foi feito por Ortiz *et al.* (2001) no Parque Nacional do Iguaçu, por Ribemboim (2004) no Parque Nacional da Chapada dos Veadeiros, e por três diferentes estudos da Área de Proteção Ambiental Serra de São José (CAMPOS; FARLEY; PEREIRA, [S.d.] n.d. CIRINO; LIMA, 2008; PEREIRA, [S.d.] n.d.). Outras unidades de conservação valoradas por este método incluem o Parque Estadual de Itaúnas (GAZONI *et al.*, 2006), o Parque Estadual do Rio Doce (MIKHAILOVA; BARBOSA, [S.d.] n.d) e o Parque Nacional de Brasília (SALGADO; NOGUEIRA, [S.d.] n.d.). Ainda, por meio do método dos custos de viagem, Finco e Abdallah (2003) valoraram a praia do Cassino, no Rio Grande do Sul. Um exemplo no contexto da mudança do clima, são possíveis perdas econômicas para o turismo em represas resultantes de longos períodos secos, cujos impactos poderiam ser reduzidos por medidas AbE. Neste caso, o método do custo de viagem pode comparar cenários com e sem AbE. Por outro lado, medidas de AbE podem criar novas oportunidades de recreação junto à natureza, que podem ser valoradas por meio do MCV. A visitação de áreas naturais, à primeira vista, parece um benefício adicional e, portanto, o MCV não serviria para valorar os danos da mudança do clima (e a adaptação). Entretanto, onde as atividades de turismo e lazer forem impactadas pela mudança do clima (por exemplo, turismo em reservatórios ameaçados pela seca), o MCV pode ser usado para valorar o custo evitado.

- **Preços hedônicos:** Outro caminho é avaliar o valor adicional de imóveis localizados próximos em áreas com atributos ambientais relevantes (KING; MAZZOTTA, 2000). A recomposição e proteção de ecossistemas naturais pode gerar a valorização de imóveis, indicando o valor de uso direto não consuntivo (pode também haver uso consuntivo, se o valor for derivado da possibilidade de captação de água, por exemplo). Albuquerque *et al.* (2007) usaram este método no Recife, para avaliar a influência de atributos ambientais nos preços dos imóveis, encontrando de 9% a 13% de acréscimo nos preços das propriedades em áreas com atributos positivos. Faria e Nogueira (2004) sugerem o uso de preços hedônicos na valoração de propriedades rurais próximas a fontes de água para irrigação (valor de uso direto consuntivo). Preços hedônicos podem ser utilizados para valorar de AbE, por meio da comparação dos preços das propriedades com e sem medidas AbE nas suas proximidades.
- **Mercados voluntários:** Alguns serviços ecossistêmicos começam a ter seu valor em mercados voluntários. É o caso dos “projetos de REDD+”, que oferecem em mercados voluntários créditos de carbono resultantes de atividades de redução das emissões de desmatamento e degradação florestal, incluindo manejo e conservação florestal (REDD+). O valor desses créditos pode ser utilizado para estimar parte do valor do serviço ecossistêmico de conservação de estoque de carbono e mitigação da mudança do clima (um benefício adicional de AbE). Por exemplo, Soares Filho *et al.* (2009) calcularam o efeito de redução do desmatamento – e consequente redução de emissões de carbono – das unidades de conservação apoiadas pelo Programa Áreas Protegidas da Amazônia (ARPA). O valor desse efeito pode ser calculado pelos preços encontrados para créditos de REDD+ nos mercados voluntários. Já o Fundo Amazônia, administrado pelo BNDES, estabeleceu um valor pela tonelada de emissão de CO₂ que foi reduzida pelo esforço nacional de combate ao desmatamento. Weigand e Unterstell (2013) calcularam o potencial de captação de recursos pelo Fundo Amazônia até 2020, considerando os resultados de redução do desmatamento já alcançados, as metas e as linhas de base estabelecidas pelo País, e tomando como base o valor por tonelada do CO₂ estabelecido pelo Fundo Amazônia, concluindo que este valor poderia chegar a US\$ 50 bilhões, apenas para a Amazônia e o Cerrado. Assim,

além dos benefícios de adaptação que a redução do desmatamento proporciona, os benefícios adicionais, de mitigação, são consideráveis. Ainda não há um mercado de “créditos de adaptação”, mas já se propõem mercados para serviços ecossistêmicos de produção de água, por exemplo.

- **Despesas locais:** Uma forma de se estimar a contribuição local das áreas naturais para a economia é a quantificação das despesas locais realizadas por projetos de conservação. Essa abordagem foi adotada por Amend *et al.* (AMEND; GASCON; REID, 2007; AMEND; REID; GASCON, 2006) em dez unidades de conservação no Amazonas. Na implementação de AbE, esses gastos locais também podem ser quantificados, e atribuídos como benefícios adicionais ao desenvolvimento local.
- **Mercado de cotas de reserva ambiental (CRA):** Com a implementação do novo Código Florestal, produtores com déficit de reserva legal (RL) terão à sua disposição duas opções: recuperar ou compensar o déficit de RL. A compensação de uma área por outra poderá ser feita por meio das Cotas de Reserva Ambiental (CRAs), que serão negociadas no mercado, formando preços da floresta em pé ou em recuperação. Esses preços podem ser utilizados para estimativas de valor da floresta, adicionais ao valor para adaptação, pois seriam valores que existiriam mesmo na ausência da mudança do clima.

3.5.2 Métodos baseados em preços sombra

Há três métodos principais que estimam preços-sombra para os serviços ecossistêmicos:

- **Método dos custos de restauração:** Método baseado na premissa de que um bem ou serviço ecossistêmico que foi ou pode ser degradado deverá ser recuperado ao seu estado original (DE GROOT, R. S., 1986). Por este método, o valor de uma medida AbE seria o seu custo. Por exemplo, se for uma medida de restauração de mata ciliar para diminuir impactos de chuvas intensas, a valoração se daria pelo custo de restauração da mata. Entretanto, a contribuição do serviço ecossistêmico para a economia pode ser maior ou menor que o custo de restauração (dada pela função de demanda).
- **Custos de oportunidade:** O método dos custos de oportunidade, da mesma forma, não considera a contribuição dos serviços ecossistêmicos para a economia, mas

estima seu valor pelo custo de oportunidade de se conservar uma área em vez de utilizá-la para uma atividade econômica alternativa. Exemplos desses estudos foram desenvolvidos por Young e seus colaboradores (YOUNG *et al.*, 2007; YOUNG; MAC-KNIGHT; MEIRELES, 2007), que estimam o valor do carbono na floresta amazônica por meio do custo de oportunidade de não se desmatar a área para outras atividades. Assim, este método valora de AbE pelo seu custo de oportunidade.

- **Custos de compensação ou reposição (ou substituição):** Método baseado no valor necessário ou para compensar a redução de um benefício resultante da degradação de uma função ecossistêmica, ou para repor ou substituir os serviços ecossistêmicos (DE GROOT, 1986). Por exemplo, Faria e Nogueira (2004) estimaram o valor da água provida pelo Parque Nacional de Brasília por meio dos custos de substituí-la pela água de poços em outras áreas. AbE, neste caso, pode ser valorado pelo custo da medida cinza alternativa. Este método pode ser útil quando não há uma função de produção conhecida. May *et al.* (2003) propuseram a valoração da natureza pelo custo de substituição de uma área natural por outra (entre outros métodos). O GVCes (2014) apresenta vários estudos de caso referentes a serviços ecossistêmicos aproveitados por indústrias, em que foram considerados os custos de substituição ou de reposição do serviço ecossistêmico para diferentes empresas. Em grande parte dos estudos de caso, o serviço ecossistêmico estudado foi a água. Esses estudos de caso podem ser bons pontos de partida para valoração de AbE para empresas.

3.5.3 Mercados hipotéticos, valoração contingente e valor de existência

O Método de Valoração Contingente (MVC) consiste em criar um mercado hipotético para um bem ou serviço ecossistêmico perguntando a indivíduos, por meio de entrevistas, a sua disposição a pagar (*willingness to pay*) ou a disposição de receber (*willingness to receive*) por um bem ou um serviço ambiental, contingentemente a um dado cenário de alteração no seu provimento. MVC é a principal estratégia para estimar valores não-utilitários (que incluem valores espirituais, religiosos, culturais ou intrínsecos) (KERR 1986), mas também são utilizados para outros tipos de valores.

A aplicação de Métodos de Valoração Contingente (MVC) é comum em estudos de valoração ambiental no Brasil (CAMPFORA; MAY, 2006; CIRINO; LIMA, 2008; GONZÁLES, 2005; LEAL *et al.*, 2005; MENDONÇA, 2002; MIKHAILOVA; BARBOSA, [S.d.]; SANTANA; MOTA, 2004; SILVA; LIMA, 2004). Conforme levantado por Weigand Jr. e Maciel (WEIGAND JR.; MACIEL, 2009), MVCs foram aplicados no Parque Estadual do Rio Vermelho, em Florianópolis, (JOÃO; BAASCH, 1997); Parque Estadual do Morro do Diabo (ADAMS *et al.*, 2008); Parque Nacional Lagoa do Peixe (BRAGA; ABADALLAH; OLIVEIRA, [S.d.] n.d.); APA São José (CIRINO; LIMA, 2008; PEREIRA, [S.d.] n.d.); Costa do Rio Grande (FINCO; ABDALLAH, 2003); Parque Municipal "Phillipe Westin Cabral de Vasconcelos" (GONZÁLES, 2005); Parque Municipal de Belém (LEAL *et al.*, 2005); Parque Estadual do Rio Doce (MIKHAILOVA; BARBOSA, [S.d.] n.d.); no Rio Paraibuna (SOUZA; JÚNIOR, [S.d.]); e no Rio Passos dos Índios (ZENI; JACOSKI, [S.d.] n.d.). Seria difícil separar o valor atribuído por razão da mudança do clima de outros valores em estudos como esses. A informação provida aos respondentes poderia ajudar, mas não evitaria que vários serviços ecossistêmicos e diversos tipos de valores, relacionados ou não com a mudança do clima, fossem valorados ao mesmo tempo.

Na Alemanha, um estudo para valorar a proteção à mudança do clima foi conduzido medindo a disposição a pagar por cotas do European Emissions Trading Scheme (EU ETS) (LÖSCHEL; STURM; VOGT, 2010, 2013). Trata-se de valorar a mitigação, não de adaptação. Entretanto, a metodologia poderia ser utilizada para valorar a adaptação por meio da disposição a pagar por cotas de reserva ambiental (CRAs), por exemplo.

Apesar de sua aplicação comum, também são comuns as críticas e ressalvas ao MVC. Weigand Jr. e Maciel (WEIGAND JR.; MACIEL, 2009) compilaram as principais:

- As pessoas nem sempre se comportam da forma que declaram em circunstâncias hipotéticas. MVC não é baseado em preferências reveladas, mas sim em preferências declaradas, o que leva alguns autores a recomendarem cautela (KING; MAZZOTTA, 2000).
- As respostas dos entrevistados são frequentemente estratégicas, tentando obter benefícios das conclusões dos estudos de valoração.
- Os respondentes muitas vezes não estão bem informados sobre os serviços ecossistêmicos e seu nível de renda pode afetar sua disposição a pagar.

- Estimativas diferentes podem resultar dependendo de como a pergunta é feita: disposição de pagar ou disposição de vender. A disposição a pagar tende a subestimar o valor (GREGORY; MCDANIELS, 1987).
- A percepção sobre o papel dos indivíduos e do Estado pode influenciar os resultados quando há maior ou menor expectativa de que é obrigação do Estado garantir o provimento dos serviços ecossistêmicos, o que reduz a disposição a pagar (SILVA; LIMA, 2004).
- O fato de que muitas pessoas, quando lidam com valores de existência no contexto do MVC agem mais como cidadãos do que como consumidores, e podem não ter “funções de utilidade” para estes valores, o que invalida as estimativas (COMMON; REID; BLAMEY, 1997).

Ainda de acordo com Weigand e Maciel (2009), os principais usos equivocados do MVC são:

- Tentar estimar com MVC o valor de bens que já são precificados no mercado.
- Aplicar com os visitantes de uma UC, para obter o valor de existência, extrapolando para uma população mais ampla (como feito por SILVA; LIMA, 2004), quando os visitantes, além do valor de existência, atribuem valor de uso direto. Da mesma forma, usar MVC para estimar o valor de recreação de uma área natural, como feito por Filho e Monteiro (2008) no PN Serra da Capivara, quando outros métodos (como o custo de viagem) seriam mais adequados.
- Fazer com que os respondentes presumam que o apoio ao projeto seria o único pagamento ambiental que eles fariam, o que superestimaria o valor.

Com cautela, devido os problemas acima, AbE pode ser valorado por meio do MVC por meio da disposição a pagar pelas medidas, contingentemente à informação sobre seus efeitos para a adaptação à mudança do clima. Por exemplo, pode-se perguntar a uma amostra da população de uma cidade sobre sua disposição a pagar pelo abastecimento de água estável a partir da implementação de medidas AbE na bacia que provê água para abastecimento urbano. Isso poderia ser comparado com medidas cinza, fazendo pergunta semelhante.

3.6 TRANSFERÊNCIA DE BENEFÍCIO E SCALING UP

3.6.1 Transferência de benefícios e a valoração

Quando não há recursos para estudos de valoração localizados, específicos para o local da implementação da medida de adaptação, a transferência de benefício (TB) pode resolver. A Transferência de Benefícios utiliza estudos de valoração desenvolvidos em outros ecossistemas similares, cujos resultados são ajustados para o contexto específico do serviço ecossistêmico que se quer valorar (PASCUAL; MURADIAN, 2010). Esse método pode ser usado também para a generalização para áreas extensas (scaling up), como biomas (ex: DE GROOT *et al.*, 2012).

Importantes ferramentas para isso são bancos de dados de estudos de valoração, como o *Ecosystem Services Value Database* (ESVD) (*Ibid.*). O ESVD contém informação de mais de 1350 pontos únicos, especificando o serviço ecossistêmico, o seu valor por hectare por ano, o bioma, entre outras informações.

Velarde *et al.* (2004 *apud* DEVISSCHER, 2010) estimaram o valor de áreas protegidas na África usando a abordagem de transferência de benefícios. Para estimar o valor dos serviços, usaram uma área protegida como referência, presumindo que o valor seria o mesmo em todas as áreas protegidas da África. Para isso, usaram diferentes estudos de valoração de serviços ecossistêmicos, na sua maioria baseados no método da valoração contingente (MVC). O valor presente das áreas protegidas da África foi estimado em US\$ 1,9 bilhão.

Há quatro tipos de Transferência de Benefícios, em ordem crescente de complexidade (PASCUAL; MURADIAN, 2010):

- Transferência de Benefícios por unidade: estima o valor do serviço ecossistêmico de um lugar multiplicando o valor unitário de um outro ecossistema estudado pela quantidade do serviço ecossistêmico no local em questão.
- Transferência de Benefícios por unidade ajustada: na transferência, faz ajustes levando em consideração as diferenças dos dois ecossistemas.
- Transferência da função de valor (ou de demanda): transfere as funções calculadas nas diferentes técnicas de valoração para o ecossistema estudado aplicando-se os parâmetros do ecossistema em questão.

- Transferência meta-analítica de função: transfere as funções calculadas a partir de vários estudos.

Há duas formas de expressar o valor em Transferência de Benefícios:

- Valor por beneficiário.
- Valor por unidade de área.

A expressão do valor por beneficiário reconhece que o valor de um serviço ecossistêmico está com as pessoas. Por exemplo, se um ecossistema abastece com água 100 pessoas e passa a abastecer 200, seu valor dobra no caso de o uso ainda estar abaixo da capacidade do ecossistema. Da mesma forma, se cada pessoa estiver disposta a pagar R\$ 10 por ano para conservar uma área e o número de pessoas aumentar 50%, o valor da área aumenta 50%. Na prática, porém, é mais comum ter um valor por área (PASCUAL; MURADIAN, 2010).

Schägner *et al.* (2013) discutem a experiência do mapeamento do valor de serviços ecossistêmicos (MVSE), que consiste na valoração dos serviços ecossistêmicos em uma extensa área geográfica. Os autores concluem que as metodologias são muito diversas, especialmente como a variação espacial dos valores é estimada. A maior parte dos estudos é baseada em abordagens simplistas usando a cobertura do solo como *proxy* para o suprimento dos serviços ecossistêmicos e seu valor. Entretanto, a tendência é o uso de metodologias sofisticadas usando modelos de serviços ecossistêmicos e funções de valor, que integram as variáveis espaciais aos dados primários. No Brasil, os autores encontraram apenas sete trabalhos.

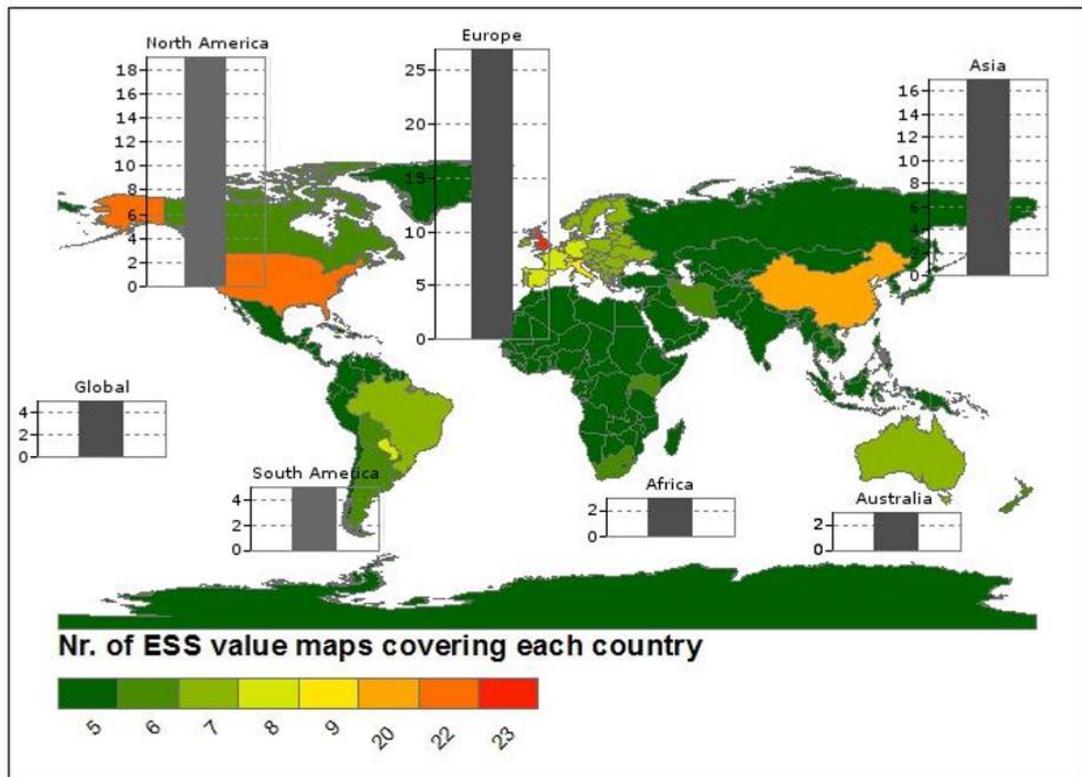


Figura 4: Distribuição do número de estudos de mapeamento do valor dos serviços ecossistêmicos no mundo (fonte: SCHÄGNER et al., 2013).

As metodologias de mapeamento envolvem dois passos: a) a avaliação do suprimento de serviços ecossistêmicos, e b) a atribuição de valor aos serviços ecossistêmicos.

A avaliação do suprimento de serviços ecossistêmicos é feita por quatro abordagens: a) proxies unidimensionais, b) modelos não validados, c) modelos validados, d) amostras representativas, e e) modelagem implícita dentro de uma função de valor.

A atribuição de valor aos serviços ecossistêmicos é feita de forma semelhante à Transferência de Benefícios. Schägner *et al.* (2013) apresentam uma revisão sistemática dos estudos de mapeamento do valor de serviços ecossistêmicos.

3.6.2 Desafios da transferência de benefícios

Os principais desafios da Transferência de Benefícios são (PASCUAL; MURADIAN, 2010):

- **Erros de transferência:** há três tipos de erros de transferência – os erros associados ao estudo original, os erros associados às diferenças entre os dois ecossistemas e seu contexto e os erros devido a viés de seleção dos estudos. Esses

erros devem ser explicitados para os tomadores de decisão poderem avaliar se o melhor é usar a transferência de benefícios ou realizar um estudo específico.

- **Agregação dos valores transferidos:** A agregação é a multiplicação da unidade de valor do serviço ecossistêmicos pela quantidade demandada ou suprida e assim estimar-se o valor total do serviço. Também pode se referir à soma do valor de vários serviços ecossistêmicos originários do mesmo bem, chegando-se ao valor total. Entretanto, deve-se ser cuidadoso para não incorrer em dupla contagem e não superestimar o valor dos serviços ecossistêmicos. Ainda, deve-se considerar que os valores dos serviços podem não ser independentes, podendo interagir ou ser mutuamente exclusivos (caso em que o aproveitamento de um serviço ecossistêmico implica em não aproveitar outro).
- **Desafios relacionados com a escala espacial:** A escala espacial é importante na transferência de benefícios. Do lado da oferta, os ecossistemas variam de acordo com a escala. Por exemplo, diferentes serviços são oferecidos de acordo com a escala em que se considera o ecossistema (local *on site*, local *off-site*, global). Do lado da demanda, os beneficiários variam com a escala, e os benefícios que obtém variam com a distância do ecossistema. Outro fator é a existência de ecossistemas substitutos. Ainda, há um crescente número de estudos utilizando Sistema de Informações Geográficas (SIG).
- **Variações nas características dos ecossistemas e no contexto:** ecossistemas, seus beneficiários e o contexto podem ter características específicas que influenciem a Transferência de Benefícios. Isso pode ser resolvido escolhendo-se estudos de ecossistemas parecidos ou por meio de funções de valor que possam considerar as especificidades.
- **Valores marginais não-constantess:** O valor marginal (o valor de uma unidade adicional) de muitos serviços ecossistêmicos diminui com o aumento da escala. Então não se trata somente de ter um valor médio e multiplica-lo pela área. Por outro lado, para alguns serviços ecossistêmicos, ecossistemas pequenos demais podem perder seu valor (ex: ecossistemas para preservação de grandes predadores).
- **Decaimento por distância e desconto espacial:** Espera-se que, para vários serviços ecossistêmicos, o valor do serviço ecossistêmico cai com a distância do

beneficiário ao ecossistema. O valor de uso direto tende a cair com a distância, enquanto o valor de uso indireto pode ou não cair com a distância, dependendo do serviço.

- **Ponderação de equidade:** Deve-se considerar os diferentes níveis de renda dos beneficiários, e sua conseqüente disposição a pagar (em geral, maior para quem tem renda mais alta).
- **Disponibilidade de estudos primários de valor para os serviços ecossistêmicos:** para se fazer Transferência de Benefícios, é preciso estudos primários sobre uma grande variedade de ecossistemas, serviços ecossistêmicos e beneficiários, em locais diversos.

3.6.3 Generalização do valor dos serviços ecossistêmicos para áreas extensas (*Scaling Up*)

A generalização do valor dos serviços ecossistêmicos para áreas extensas (*Scaling Up*) não pode ser feita somente pela soma dos valores individuais dos serviços ecossistêmicos. Além disso, mudanças em larga escala na disponibilidade dos serviços ecossistêmicos tendem a provocar mudanças no valor marginal dos serviços. Ajustes podem ser feitos com base nas elasticidades de valor em relação à escassez do ecossistema. Entretanto, são muitos os fatores que podem influenciar, numa escala mais ampla, o valor dos ecossistemas. Por isso, a capacidade de se prever a demanda futura por bens e serviços ambientais mais escassos cuja demanda é difícil de se prever vai permanecer bastante limitada (PASCUAL; MURADIAN, 2010). A mudança do clima, impactando grandes áreas, complica ainda mais essas previsões.

3.6.4 Usando a transferência de benefícios para valorar AbE

Não foi encontrada nenhuma referência do uso de Transferência de Benefícios para valorar AbE. Entretanto, isso é aparentemente possível, incorporando-se variáveis ligadas à mudança do clima nos modelos gerados pelas funções de valor. Em vez de somente se considerar a transferência para outros ecossistemas no presente, a Transferência de Benefícios poderia ser utilizada para transferir esses benefícios para esses ecossistemas no futuro, alterando-se, nas funções de valor, os atributos relacionados aos ecossistemas e à economia de acordo com as projeções resultantes da consideração da mudança do clima.

3.7 APLICABILIDADE DOS MÉTODOS DE VALORAÇÃO A ABE

Os métodos de valoração mais adequados a cada situação variam de acordo com o tipo de valor e elemento natural (ou serviço ecossistêmico) que está sendo valorado. A Tabela 2 apresenta um resumo dos métodos apresentados acima e sua aplicabilidade no caso de AbE.

Tabela 2: Métodos de valoração e sua aplicabilidade a AbE.

Método	Tipo de valor	Exemplos de elementos naturais e serviços ecossistêmicos a serem valorados	Baseado em	Aplicabilidade para AbE	Escala
<u>Métodos baseados em preços de mercado</u>					
Método dos Preços de Mercado	Uso direto	Recursos extrativistas, madeira, peixe	Preços de Mercado	Aplicável para as medidas que garantem o fluxo de produtos da natureza. Aplicável para benefícios adicionais da recomposição e proteção de ecossistemas naturais e produção de base agroecológica.	Local
Método da produtividade	Valor de uso indireto	Água, chuva, habitat para reprodução de peixes	Preços de Mercado e funções de produção	Aplicável para as medidas que garantem recursos utilizados pela agricultura e indústria. O caso principal seria água para uso agropecuário, industrial e energia, por meio da recomposição e proteção de ecossistemas naturais. Poderia ser aplicado em nível regional e nacional para vários setores ao mesmo tempo por meio de dados espacializados do PIB, especialmente no caso de desastres e crises de abastecimento de água.	Nacional, Territorial e Local
Custos de viagem	Uso direto não consuntivo (valores de recreação)	Serviços ecossistêmicos de recreação e turismo, incluindo paisagens, cachoeiras, organismos interessantes que podem ser apreciados pelos visitantes	Preços de mercado e custos declarados da visita	Aplicável para medidas que preservam o potencial recreativo (por ex.: turismo e recreação em reservatórios de água), ou que criam potencial recreativo (pela restauração de áreas naturais). Aplicável para benefícios adicionais da recomposição e proteção de ecossistemas naturais.	Local
Preços hedônicos	Uso indireto e uso direto não consuntivo	Serviços ecossistêmicos de recreação e turismo, incluindo paisagens, cachoeiras, organismos interessantes que podem ser apreciados pelos vizinhos	Preços de Mercado de imóveis	Aplicável para medidas que influenciam o valor de imóveis, como a recomposição e proteção de ecossistemas naturais. Podem ser benefícios de adaptação ou benefícios adicionais. Aplicável em áreas urbanas (por exemplo, imóveis próximos a	Local

Método	Tipo de valor	Exemplos de elementos naturais e serviços ecossistêmicos a serem valorados	Baseado em	Aplicabilidade para AbE	Escala
				parques) e rurais (ex: imóveis com acesso à água).	
REDD+	Uso indireto	Mitigação de mudança do clima por redução da emissão de CO2 e por sequestro de CO2.	Valor de mercado do CO2	REDD+ trata de mitigação. Outros mercados (ex.: água) podem ser desenvolvidos para adaptação. A mitigação seria um benefício adicional das práticas AbE.	Nacional, Territorial e Local
<u>Métodos baseados em preços-sombra</u>					
Custos de restauração	Todos os tipos de valor	Biodiversidade, água, paisagens, etc.	Custos	Aplicável a todas as medidas de AbE envolvendo recomposição e proteção de ecossistemas naturais.	Local
Custos de oportunidade	Valores de uso direto e indireto	Água, adaptação e mitigação da mudança do clima	Valor	Aplicável a todas as medidas de AbE envolvendo recomposição ou proteção de ecossistemas naturais.	Local
Custos de compensação ou substituição	Valores de uso direto e indireto	Ciclagem de nutrientes, adaptação e mitigação de mudanças do clima	Custos	Aplicável a medidas de AbE que podem ser substituídas por medidas cinza.	Local
<u>Método baseado em mercados hipotéticos</u>					
Método da Valoração Contingente	Principalmente valores de existência, de opção e quase opção	Biodiversidade, paisagens, sítios arqueológicos	Mercados hipotéticos	Aplicável para a maioria das medidas AbE, seja para adaptação ou para benefícios adicionais. Tem o desafio de isolar diferentes valores, em especial o valor da adaptação.	Nacional, Territorial e Local
<u>Método baseado em extrapolações</u>					
Transferência de benefícios (ou de valor)	Todos	Todos	-	Aplicável para gerar estimativas em larga escala ou em áreas onde estudos seriam caros demais	Nacional, Territorial e Local

Fonte: adaptado de Weigand e Maciel (2009)

Para um aprofundamento e revisão do Plano Nacional de Adaptação (PNA), é interessante valorar AbE em relação às principais vulnerabilidades por meio das principais práticas de AbE. A Tabela 3 aponta os métodos com o maior potencial para a valoração das principais práticas de AbE em relação às principais vulnerabilidades apontadas pelo PNA.

Tabela 3: Métodos com maior potencial para valoração das principais práticas de AbE em relação às principais vulnerabilidades apontadas pelo PNA.

Vulnerabilidade	Proteção e recomposição de ecossistemas naturais	Produção com base agroecológica
Inundações, enchentes, enxurradas e deslocamentos de terra, com prejuízos à agricultura, indústria, infraestrutura, habitações, saúde e vidas humanas.	Método da produtividade (Por ex., adaptando-se estratégias como as de COSTANZA <i>et al.</i> , 2008; YOUNG, 2015)	Método dos Preços de Mercado Método da Valoração Contingente
Secas, com prejuízos à agricultura, indústria, geração de energia e abastecimento humano	Método da Valoração Contingente Custos de compensação ou substituição	
Redução da quantidade e da qualidade da água	Preços hedônicos	
Perda de habitats costeiros, ameaçando imóveis e causando queda da produtividade pesqueira.	Preços de mercado Método da produtividade Preços hedônicos	

Os desastres associados a ocorrências climáticas extremas constituem a principal vulnerabilidade. É possível valorar os benefícios de ABE em relação aos desastres por meio do método da produtividade (por exemplo, projetando variações no PIB em decorrência dos desastres e comparando com um cenário com implementação de AbE ou outra medida de adaptação), pelo método da valoração contingente (medindo a disposição a pagar por um futuro com menos desastres que os atribuídos pelas projeções do clima), ou pelos preços hedônicos (a valorização dos imóveis que, devido a medidas de AbE, estão menos sujeitos aos desastres).

Os benefícios da produção com base agroecológica (valor de uso direto) podem ser mensurados pelo método dos preços de mercado dos produtos de agroecossistemas diversificados, menos sujeitos aos efeitos adversos da mudança do clima, especialmente devido à sua resiliência. O método da valoração contingente pode ser utilizado para avaliar outros serviços ecossistêmicos (valor de uso indireto) gerados por esses agroecossistemas.

A proteção e recomposição de ecossistemas costeiros para evitar a perda de habitats costeiros, que ameaça imóveis e causa queda da produtividade pesqueira, pode ser valorada pelos preços de mercado do produto da pesca em manguezais e outros ambientes costeiros, pelo método da produtividade para valorar o impacto sobre a pesca, e pelos preços hedônicos (valorização dos imóveis em áreas protegidas do avanço do mar).

3.8 ANÁLISE DE CUSTO-BENEFÍCIO

A valoração das medidas de adaptação precisa considerar não somente os benefícios, mas também os custos (GVCES/FGV, 2014). Além disso, a escolha de certos benefícios envolve custos específicos (*trade-offs*), e uma análise baseada somente em benefícios pode prejudicar a tomada de decisões.

O TEEB (2010) aponta os seguintes tipos *trade-offs*:

- Temporais (benefícios agora, custos depois).
- Espaciais (benefícios aqui, custos ali).
- De beneficiários (uns ganham, outros perdem).
- De serviços (aproveite um serviço, perca outros).

Por isso, para comparar opções – como medidas de AbE e medidas cinza – uma série de abordagens envolvendo *trade-offs* (perdas e ganhos) foi desenvolvida, entre elas a Análise de Custo Benefício (ACB). A ACB é uma forma de integrar os vários métodos de valoração e de comparar opções de adaptação, sejam opções-cinza, sejam AbE.

A base da ACB é determinar o benefício líquido de uma atividade (TEEB, 2010). Na ACB, os potenciais custos e benefícios das diversas opções são monetizados (recebem um valor monetário) por um período determinado e então comparados para se determinar qual a opção é mais econômica (GVCES/FGV, 2014; MECHLER, 2016; UNEP, 2015).

A análise de custo-benefício pode tomar dois caminhos: *top-down* (de cima para baixo) ou *bottom-up* (de baixo para cima). A ACB *top-down* usa dados genéricos e premissas para se diferenciar as alternativas. Se ela não for suficiente, pode ser adotada a ACB *bottom-up*, em que uma considerável quantidade de dados detalhados será utilizada (UNEP, 2015).

A ACB envolve os seguintes passos:

- 1) Identificação dos potenciais benefícios das diferentes opções.
- 2) Consideração do nível de proteção que as diferentes opções proveem.
- 3) Avaliação o valor econômico dos potenciais benefícios e custos¹⁶.
- 4) Calcular o valor presente líquido.
- 5) Combinar o valor econômico da ACB com outros critérios de avaliação.

¹⁶ Passo que pode envolver os métodos de valoração acima descritos.

Mechler (2016) ressalta outros passos, considerando o campo de redução de riscos de desastres (RDD), bastante relevante para a AbE:

- 1) **Análise de riscos:** análise dos riscos em termos de impactos potenciais sem as medidas de redução de risco¹⁷, estimando e combinando ameaças, exposição e vulnerabilidade a uma estimativa de risco.
- 2) **Identificação das medidas de redução de risco e de seus custos:** medidas de RDD e alternativas, e respectivos custos.
- 3) **Análise de redução de riscos:** no caso de desastres, os benefícios são os riscos evitados. Os benefícios centrais da RDD são as reduções de perdas e impactos futuros¹⁸.
- 4) **Cálculo da eficiência econômica:** uso de diferentes métricas (indicadores, ver abaixo) para avaliação da eficiência econômica.

A ACB gera três indicadores importantes para a tomada de decisão (MECHLER, 2016):

- **Valor presente líquido (VPL):** é a soma de custos e benefícios ao longo do tempo, aplicando-se uma taxa de desconto fixa. Se o VPL é positivo, então considera-se que o projeto é desejável.
- **Taxa B/C:** é uma variante do VPL. Os benefícios são divididos pelos custos, ambos considerando a taxa de desconto. Se a taxa for maior que 1, isto é, benefícios excedem custos, o projeto adiciona valor à sociedade.
- **Taxa de retorno econômico (TRE):** enquanto os dois indicadores acima usam uma taxa fixa de retorno, este critério calcula a taxa de remuneração internamente, que é o retorno de um dado projeto. Um projeto é considerado desejável se a TRE for maior que o retorno médio sobre o capital público (determinado previamente).

Considerando que boa parte dos impactos previstos da mudança do clima estão associados a desastres, vale a pena ver como a ACB tem sido usada no campo da redução de riscos de desastres (RDD). Segundo Mechler (2016) a ACB é uma ferramenta analítica importante para apoiar a priorização da redução de riscos de desastres por meio da

¹⁷ Ou, no caso da adaptação, sem as medidas de adaptação.

¹⁸ Compatível com a abordagem de Stern (2007) para a análise econômica da adaptação. Os benefícios da adaptação são a redução dos custos da mudança do clima.

comparação dos benefícios e dos custos de intervenções planejadas ou realizadas, mas abordagens baseadas em risco têm sido pouco utilizadas. Como as abordagens são geralmente determinísticas, os benefícios tendem a ser superestimados. Assim, uma dificuldade básica de RDD (e da adaptação) é medir o risco e estimar os riscos evitados ou reduzidos devido às medidas empregadas.

Apesar de sua aceitação na avaliação de projetos governamentais, a ACB também é bastante criticada e um dos seus problemas é que ela considera somente valores monetários. Alternativas são possíveis, incluindo a decisão do máximo nível de perda aceitável e então determinar os custos das diferentes opções que podem prevenir que as perdas cheguem nesse nível, ou decidir um orçamento disponível e então se verificar o nível de proteção alcançado dentro das diferentes opções daquele orçamento (UNEP, 2015).

4 ESTUDOS DE CASO DE VALORAÇÃO RELACIONADOS COM ABE

Estudos sobre valoração de AbE são escassos, como nossa busca bibliográfica e outros estudos demonstram. Naumann *et al.* (2011) procuraram identificar as lacunas de conhecimento sobre o abordagens baseadas em ecossistemas para mitigação e adaptação à mudança do clima. A partir de um banco de dados de 161 projetos, cinco estudos de caso, entrevistas e revisão de literatura, foi difícil avaliar os custos e benefícios das abordagens baseadas em ecossistemas, devido à falta de dados quantitativos, especialmente em relação aos benefícios (normalmente expressos de forma qualitativa nos documentos consultados), já que os custos dos projetos são geralmente disponíveis. As ações baseadas em ecossistemas mais comuns foram a criação e manutenção de áreas protegidas, conectividade ecológica e o uso de ecossistemas como estoques de carbono. Os benefícios dessas ações são normalmente descritos qualitativamente.

Considerando a escassez de trabalhos de valoração de AbE, uma possibilidade é aprender com a experiência de valoração dos serviços ecossistêmicos globais, do custo de desastres, das iniciativas de redução de risco de desastres, e dos custos e benefícios da infraestrutura verde.

4.1 VALORAÇÃO DOS SERVIÇOS ECOSSISTÊMICOS GLOBAIS

O valor global dos serviços ecossistêmicos vem sendo calculado por diferentes estudos. Um marco foi o estudo de Costanza *et al.* (1997), que estimou o valor presente de 17 serviços ecossistêmicos de 16 biomas, com base em estudos publicados e cálculos originais. Os serviços de toda a biosfera foram avaliados em US\$ 33 trilhões por ano, em média (esse valor foi considerado superestimado, já que, na época, o PIB mundial estava em torno de US\$ 18 trilhões).

Usando informação do *Ecosystem Services Value Database* (ESVD), com 665 valores que estavam adequados para cálculo, De Groot *et al.* (2012) estimaram o valor anual por hectare de diferentes “biomas” do Planeta, incluindo recifes de coral (int\$¹⁹ 352.249/ha/ano) e florestas tropicais (int\$ 5.264/ha/ano). A abordagem ainda é capaz de correlacionar outras variáveis, como renda, tamanho da área sendo valorada, população, vizinhança com outros ecossistemas, entre outros. Entretanto, apesar de parecer estar disponível ao estudo, os autores evitam dar uma cifra global, como fez Costanza *et al.* (1997). O estudo de Groot *et al.* (2012) é um exemplo de como o método da Transferência de Benefícios pode ser aplicado.

O método pode ser utilizado para gerar um mapa de valor dos serviços ecossistêmicos para os biomas brasileiros. Pode ser combinado com as projeções de áreas sob estresse climático e as projeções da localização das formações vegetais para se projetar a disponibilidade futura desses serviços ecossistêmicos.

Ainda, os serviços individuais dos ecossistemas podem ser associados à redução do custo da mudança do clima. A proposição de medidas AbE (por exemplo, a recuperação de ecossistemas naturais das reservas legais e das áreas de preservação permanente aos níveis estabelecidos pelo Código Florestal e a criação e manutenção de áreas protegidas) levaria a um mapa futuro do valor dos serviços ecossistêmicos considerando a mudança do clima.

4.2 VALORAÇÃO DOS CUSTOS DA MUDANÇA DO CLIMA

O custo da mudança do clima é de difícil determinação, considerando as incertezas dos modelos e complexidade da economia. Entretanto, esforços têm sido

¹⁹ Dólares de 2007, ajustados por Paridade de Poder de Compra (PPP).

feitos no nível global, nacional e local. Para o Brasil, estima-se que o impacto da mudança do clima cause uma redução do PIB entre 0,5% e 2,3% em 2050, ou de R\$ 719 bilhões e R\$ 3,6 trilhões²⁰ (MARGULIS; DUBEUX; MARCOVITCH, 2010).

No estudo acima referido, com base em modelos computacionais que forneceram projeções sobre o comportamento futuro do clima no território nacional, foram simulados os impactos econômicos em algumas áreas estratégicas da economia, de acordo com duas possíveis trajetórias do clima futuro desenvolvidas pelo IPCC – os cenários A2 e B2. O estudo simula o comportamento futuro da economia brasileira com base, na medida do possível, nas mesmas hipóteses do IPCC para a economia global, até 2050. Os autores alertam, no entanto, que os impactos mais fortes na economia ocorrerão depois de 2050. Os resultados apontam que os piores efeitos da mudança do clima ocorrerão nas regiões Norte e Nordeste do Brasil. Os modelos consideram, por exemplo, como a mudança do clima afetará a produtividade agropecuária e a geração de energia, com os consequentes impactos na economia. Atualmente, as modelagens do Ministério do Meio Ambiente, utilizando os cenários RCP 4,5 e 8,5 revelam que as regiões mais afetadas serão a área central da Mata Atlântica e leste da Amazônia (FRANÇOSO, 2016).

4.3 VALORAÇÃO DO CUSTO DE DESASTRES

Young *et al.* (2015) estimaram o custo econômico dos eventos climáticos extremos, mais especificamente enxurradas, inundações e movimentos de massa, no Brasil nos anos de 2002 a 2012. Para isso, utilizaram dados do Atlas Brasileiro de Desastres Naturais referentes ao número de pessoas afetadas, à frequência e aos locais de ocorrência desses eventos. Essas informações foram cruzadas com uma estimativa média para o Brasil de custo econômico por pessoa afetada, desabrigada ou desalojada, cujo cálculo foi feito a partir da avaliação de perdas do Banco Mundial para desastres ocorridos nos Estados do Rio de Janeiro, Santa Catarina, Pernambuco e Alagoas, extrapolando os valores para os demais.

Essa avaliação do Banco Mundial teve como foco as perdas e danos calculados considerando-se quatro setores: infraestrutura (subdividido em transporte,

²⁰ Antecipados para valor presente com uma taxa de desconto de 1% (a.a.).

telecomunicações, água e saneamento e energia), setores sociais (subdivididos em habitação, saúde e educação), setores produtivos (subdivididos em agricultura, indústria, comércio e turismo) e meio ambiente. Foram observados o *custo de reposição* nos setores afetados e o custo em medidas de readequação e redução de vulnerabilidade (por exemplo auxílio-aluguel para famílias desabrigadas ou contenção de encostas).

Os autores concluíram que a incidência de desastres e o número de vítimas aumentou ao longo do período, e que o valor das perdas está entre R\$ 179,9 e R\$ 355,6 bilhões (estimativa usando o coeficiente R\$/Desabrigado), com valor médio de R\$ 278 bilhões, ou de 0,44% a 0,87% do PIB brasileiro acumulado entre 2002-2012. Cerca de 25% da população brasileira foram afetados por esses desastres.

Entretanto, Young (2015) não valorou os custos da mudança do clima futura. Com um pouco de adaptação, o custo futuro dos desastres poderia ser estimado, a partir da projeção do aumento do número de eventos extremos e do número de vítimas.

O trabalho de Young *et al.* (2015) não é um estudo dos benefícios de AbE ou de RRD, mas traz uma parte dos fatores a serem considerados, que é o custo dos desastres. Para ser uma valoração de AbE, seria preciso estimar o potencial das medidas AbE de reduzir esses custos no futuro, considerando as projeções de aumento da incidência de eventos extremos, assim como o custo das medidas, aplicando-se taxas de desconto apropriadas.

Estudos como o de Young *et al.* (2015) tem sido desenvolvidos em outros países. Nas ilhas Fiji, o custo de enchentes provocadas por ciclones e tempestades vem aumentando. Chandra e Dalton (2010) citam várias estimativas do governo de Fiji, em geral relacionadas como perdas de infraestrutura, danos à agricultura e gastos humanitários. A valoração da adaptação seria dada principalmente pela capacidade das medidas de reduzir esses custos, pelos custos das medidas e pelos seus benefícios adicionais. Encontramos outros trabalhos que avaliaram os custos dos desastres, mas também avaliaram medidas de redução de riscos, que são apresentados a seguir.

4.4 VALORAÇÃO DE REDUÇÃO DE RISCOS DE DESASTRES (RRD)

Desastres são frequentemente de origem climática e podem ser amenizados por medidas com base em ecossistemas. Uma revisão dos casos de redução de risco de desastres (RRD) no mundo foi desenvolvida para o DFID em 2005, revelando que a

pesquisa sobre os custos dos desastres naturais e os custos e benefícios de medidas de RRD não era bem desenvolvida (DFID, 2005), apesar dos impactos importantes na macroeconomia.

O estudo do DFID cita estimativas de perdas feitas pelo Banco Mundial, de perdas anuais de 2% a 15% do PIB dos países atingidos. As medidas de prevenção de desastres compensam seus custos, conforme apontado pelo US Geological Survey e pelo Banco Mundial, que estimaram que investimentos de US\$ 45 bilhões teriam prevenido a perda de US\$ 280 bilhões nos anos 1990. Segundo o DFID, os estudos locais tipicamente examinavam pacotes de medidas de RRD, mostrando que sua taxa de retorno é positiva, apesar de ser muito dependente de circunstâncias locais. Além disso, a revisão do DFID indica que as medidas apresentam benefícios de desenvolvimento socioeconômico significativos, mesmo na ausência de desastres.

Entretanto, o estudo do DFID indica que pouca pesquisa já foi realizada sobre o tema. Os trabalhos encontrados são de dois tipos:

- Avaliações dos benefícios potenciais das medidas de RRD.
- Reais benefícios de RRD depois da ocorrência de um desastre.

Da mesma forma que Stern (2007) propõe para a avaliação econômica da adaptação à mudança do clima, o DFID (2005) propõe que os benefícios das medidas de RRR são os custos dos desastres por elas evitados. Custos diretos são os danos infligidos contra a infraestrutura e construções, por exemplo. Os efeitos econômicos indiretos são considerados de avaliação mais complexa, exigindo períodos de pelo menos cinco anos após o evento. Para impactos sociais, como perda de vida e ferimentos, são utilizadas técnicas de valoração contingente, entre outras. Em relação aos impactos ambientais, utilizam-se as técnicas de valoração para estimar o valor dos bens e serviços ecossistêmicos.

Entre os estudos de caso citados pelo DFID (2005), está uma avaliação do replantio de manguezais realizado pela Cruz Vermelha no Vietnã, para proteção da população costeira contra tufões e tempestades. Essa avaliação indicou benefícios anuais líquidos de US\$ 7,2 milhões entre 1994 e 2001 (IFRC, 2002).

Tallis *et al.* (2008 *apud* CIFOR, 2012) identificaram que os danos potenciais de tempestades, inundações costeiras e continentais, e deslizamentos podem ser consideravelmente reduzidos por melhorias no planejamento de uso da terra e pela

manutenção e recuperação dos ecossistemas. No Vietnã, segundo os autores, plantar e proteger cerca de 12 mil hectares de manguezais custa US\$ 1,1 milhão, mas economiza US\$ 7,3 milhões anuais em conservação de diques de proteção costeira (custo de substituição).

Das (2007 *apud* CIFOR, 2012) estimou que, durante um superciclone no estado de Orissa, na Índia, cada hectare de manguezal evitou um dano de US\$ 43.352. Cada hectare de manguezal foi estimado em US\$ 8.670/ano. O custo de regenerar o manguezal (apenas US\$ 110) era muito menor que os benefícios (US\$ 8.670).

Os estudos acima podem ser considerados uma valoração do “déficit de adaptação”. Entretanto, estimar os benefícios líquidos das medidas de RDD é similar à valoração de AbE, discutida neste trabalho. A estimativa dos custos evitados pode ser bem complexa, pois abrange desde os gastos com limpeza e reconstrução até a avaliação do valor das vidas humanas perdidas. A Tabela 4 mostra potenciais benefícios de diferentes medidas de RDD e os métodos para quantificá-los.

Tabela 4: Exemplos de potenciais benefícios de algumas medidas de redução do risco de desastres (RDD) e métodos para quantificá-los

Medidas e benefícios potenciais (“custo evitado”)	Métodos para quantificar benefícios
Construir um quebra-mar	
Perda de vidas evitada	Valor de uma vida estatística (VOSL)
Ferimentos e doenças evitados	Despesas médicas Perda de renda devido a perda de dias de trabalho
Redução evitada da atividade econômica	Perdas estimadas de rendimentos em comparação com atividade prevista (sem desastre), e atividade econômica real no caso de aumento do nível do mar
Danos evitados ao meio ambiente	Método da valoração contingente, por exemplo, para estimar o valor recreacional de uma área costeira
Custos evitados de danos	Custos de reposição Valor do tempo gasto durante a limpeza e reparos
Custos evitados de serviços de emergência	Provisão necessária de equipamentos e pessoas Custos específicos do incidente (equipes, combustível, materiais)
Preparação de edifícios para prevenir danos de inundações	
Danos evitados à propriedade	Valor da propriedade danificada

Medidas e benefícios potenciais (“custo evitado”)	Métodos para quantificar benefícios
Perdas evitadas de bens domésticos	Comparar os danos com e sem preparação dos edifícios
Ferimentos e doenças evitados	Despesas médicas Perda de renda devido a perda de dias de trabalho
Redução evitada da atividade econômica (para prédios comerciais)	Perdas de rendimentos, por exemplo, de uma queda estimada do número de consumidores
Limpeza evitada	Estimativa do custo do trabalho e de materiais para a limpeza
Custos evitados de serviços de emergência	Provisão necessária de equipamentos e pessoas Custos específicos do incidente (equipes, combustível, materiais)
Diversificação de culturas agrícolas para melhor resistir a secas	
Perdas evitadas dos meios de vida para renda e subsistência	Estimativa das perdas de renda em comparação com dados da linha de base Custos médicos aumentados Rendimentos perdidos devido a doenças
Perdas de vidas evitadas	Valor de uma Vida Estatística (VOSL)

Fonte: adaptado de DFID, 2005.

Os benefícios de uma boa preparação para desastres podem ser notados numa comparação dos efeitos de furacões em dois países, um mal preparado (Honduras) e outro bem preparado (Cuba). Apesar da intensidade semelhante desses furacões em Cuba e em Honduras e do número de pessoas afetadas em Cuba ter sido mais que o dobro, Honduras perdeu milhares de vidas, enquanto Cuba, somente cinco. O custo em Honduras chegou a US\$ 3,8 bilhões enquanto em Cuba, apenas US\$ 87 milhões. “Boa preparação” envolve muitos aspectos, desde medidas baseadas em ecossistemas até obras e boa organização de evacuações, por exemplo.

Tabela 5: Comparação dos impactos de furacões entre Honduras e Cuba.

	Honduras (Furacão Mitch, 1998)	Cuba (Furacão Michelle, 2001)
Velocidade dos ventos (km/h)	270	250
Número de mortos	14.600	5
Número de pessoas afetadas	2.112.000	5.900.012
Estimativa dos danos (US\$ mil)	3.793.600	87.000

Fonte: adaptado de DFID (2005)

A proteção costeira contra furacões nos EUA tem sido alvo de estudos de valoração. Ao longo da costa do Golfo do México, principalmente, as áreas úmidas têm

uma importante função de amortecimento de tempestades. Além de contribuírem para a diminuição da velocidade dos ventos assim que furacões e tempestades atingem o continente, reduzem a força das ondas e abrandam os efeitos das marés de tempestade. Isso é muito importante, especialmente para a área de Nova Orleans, cidade que se encontra abaixo do nível do mar. A restauração das áreas úmidas de Nova Orleans como parte do sistema de defesa costeira, custaria US\$ 2/m² para estabilização da área pantanosa, US\$ 4,30/m² para criação de área pantanosa e US\$ 14,3 milhões para desvio de água doce. Aumentar a altura de um dique em um metro custaria de US\$ 7 a US\$ 8 milhões por quilômetro, e aumentar barragens (na água) em um metro custaria US\$ 5,3 milhões por quilômetro (FUNDAÇÃO GRUPO Boticário, 2014).

Costanza *et al.* (2008) correlacionaram os danos econômicos (perdas no PIB) sofridos durante furações nos EUA, usando dados dos 34 principais furacões desde 1980, com velocidade do vento e áreas úmidas como variáveis independentes. A perda de um hectare de área úmida resultou, no modelo, em um aumento médio de 33 mil dólares nos danos de tempestades específicas. O valor anual médio foi de US\$ 8.240 por hectare por ano. Assim, as áreas úmidas costeiras americanas tiveram seu serviço de proteção contra tempestades estimado em US\$ 23,2 bilhões por ano. Os autores concluem que, se a intensidade e a frequência dos furacões aumentarem como previsto pelas projeções de mudança do clima, esse valor será ainda maior (mas não o quantificam). Além disso, foi estimado em outros estudos que o valor dessas áreas para outros serviços ecossistêmicos ultrapassa os 11 mil dólares por hectare por ano, excluindo os serviços de proteção.

Costanza *et al.* (2008) estimaram os impactos de furacões com base em mapas de Produto Interno Bruto (PIB), com resolução espacial de 1 km, observando as variações dentro da área atingida. Os autores argumentam que, embora não seja perfeito, o PIB é um bom indicador substituto (proxy) para atividade econômica e infraestrutura construída. Também foi utilizada informação dos danos colhida pelo *Emergency Events Database* e calculadas as probabilidades de as áreas costeiras serem atingidas por furacões. Num segundo passo, os autores calcularam os efeitos de proteção das áreas úmidas com vegetação natural conservada na proteção contra tempestades. Costanza *et al.* não estimaram os custos com a mudança do clima. Entretanto, projeções climáticas poderiam ser utilizadas para gerar probabilidades da incidência futura de furacões. Esse

trabalho é atraente pela sua metodologia, que envolveu a análise de dados econômicos (um mapa de PIB de resolução fina) e dados meteorológicos (velocidade do vento dos furacões) disponíveis e com séries históricas razoavelmente longas.

Não se trata de uma valoração de AbE. Para isso, teria que ser considerada a projeção da incidência futura de furacões e cenários com AbE (conservação e recuperação de áreas úmidas costeiras), com medidas alternativas e inação.

Apesar de a disponibilidade de dados para estudos de valoração ser uma grande vantagem, há alternativas de coleta de dados onde estes não estão disponíveis. Por exemplo, Badola e Hussain (2005) estudaram o valor da proteção dada por manguezais na Índia, a partir do impacto do ciclone de 1999. Utilizando dados de questionários que procuram identificar os danos às comunidades, eles verificam que o impacto na vila sem a proteção de manguezais é cinco vezes maior que na vila protegida por esses ecossistemas. A diferença (cerca de US\$ 120 por residência) pode ser usada como valoração, por meio do custo evitado.

Por fim, na mesma região que Costanza *et al.* (2008), Batker *et al.* (2010) avaliam os benefícios do uso de serviços ecossistêmicos para reconstruir o delta do Mississipi, comparando três cenários: a) mais do mesmo, que resulta em custos de US\$ 41 bilhões, b) obras e intervenções para manter o delta, que previne a perda de serviços ecossistêmicos na ordem de US\$ 41 bilhões, e c) a restauração do delta, que envolve, além da redução dos custos de US\$ 41 bilhões, benefícios adicionais com valor presente de US\$ 21 bilhões (o que somado resulta em benefícios de US\$ 62 bilhões).

Assim, o uso de medidas de RRD (geralmente baseadas em ecossistemas) tem se mostrado economicamente vantajoso. Meschler (2016) faz uma revisão do uso da ACB na análise de medidas de prevenção de desastres e conclui que os estudos, em média, sugerem retornos quatro vezes maiores que os custos das medidas de RDD.

5 CUSTOS E BENEFÍCIOS DE INFRAESTRUTURA VERDE E CINZA

5.1 DESENVOLVIMENTO URBANO

Com base em dois trabalhos (SHAYER, 2009; TALBERTH *et al.*, 2012), a Fundação Grupo Boticário (2014) apresenta valores comparativos entre projetos de infraestrutura verde (AbE) e cinza (Tabela 6), desenvolvidas para enfrentar um mesmo problema em

uma mesma área. Os custos são sempre maiores no caso da infraestrutura cinza. Entretanto, o custo residual (ou a efetividade das medidas) não é apresentado (supõe-se que têm a mesma efetividade).

Tabela 6: Valores comparativos entre projetos de infraestrutura verde e cinza selecionados pela Fundação Grupo Boticário.

Caso ou localidade	Infraestrutura verde	Custo (US\$)	Infraestrutura cinza	Custo (US\$)
Projeto Heron Point (Nova Zelândia) *	No modelo de desenvolvimento de infraestrutura verde a área total empregada será de 104 lotes com área média de 650 m ² . Tratamento de águas pluviais é fornecido por valas de infiltração vegetada com acesso pela estrada principal e lagoas de tratamento menores em dois outros locais. A área da reserva foi aumentada para 2,34 hectares e a área de terraplenagem é de 5,9 hectares, com um volume total de 30.000 m ³ de movimentação de terra. Impermeabilidade da área é de 56%.	1.590.000	O modelo de desenvolvimento convencional de infraestrutura cinza aplicado em 100 lotes de área média de 760 m ² . O tratamento da qualidade de águas pluviais usa uma lagoa localizada ao lado do porto. A área de reserva é de um hectare e a terraplenagem necessita de 6,9 hectares, com um volume total de 50.000 m ³ de movimentação de solo. Impermeabilidade da área é de 70%.	1.844.000
Projeto Palm Heights (Nova Zelândia)	O LID é proposto para 275 lotes com tamanho médio de 511 m ² . O tratamento de águas pluviais é fornecido por valas de infiltração vegetada e lagoas de tratamento menores em dois outros locais. A área da reserva foi aumentada para 8,61 hectares e é necessária a terraplenagem de 18,8 hectares, com um volume total de 235 mil m ³ de movimentação de terra. Impermeabilidade da área é de 39%.	5.936.000	O desenvolvimento convencional proposto 297 lotes com um tamanho médio de 600 m ² . A área de reserva é de 3,75 hectares e a terraplenagem atinge uma área de 23,7 hectares, com um volume total de 330 mil m ³ de movimentação de terra. Impermeabilidade da área é de 54%.	7.218.000
Projeto Wainoni Downs (Nova Zelândia)	O LID é proposto para 138 lotes com área média de 651 m ² . Tratamento de águas pluviais é fornecido por dois wetlands. A área da reserva foi aumentada para 2,34 hectares e a terraplenagem deve ser realizada em 7,6 hectares, com um volume total de 53.000 m ³ de movimentação de terra. Impermeabilidade da área é de 51%..	4.478.000	A proposta do modelo convencional emprega 128 lotes com área média de 766 m ² . A área de reserva é de 1,09 hectares e a terraplenagem será realizada em uma área 9,6 hectares, com um volume total de 62.000 m ³ de movimentação de terra. Impermeabilidade da área é de 69%.	5.963.000
Projeto Chapel Run (EUA)	O LID é proposto para 142 lotes com uma dimensão média dos lotes de 1.000 m ² . Tratamento de águas pluviais é fornecido por valas de infiltração. Há uma redução proporcional na área de terraplenagem. Impermeabilidade total é de 15 %.	888.735	O desenvolvimento convencional foi proposto para 142 lotes com área média de 2.000 m ² . Não há área de reserva no local e os volumes de área e movimentação de terra não foram calculados. Impermeabilidade total é de 29 %.	2.460.200
Projeto Buckingham Green (EUA)	LID proposto para 55 lotes com os conjuntos de habitação anexa. Tratamento de águas pluviais é realizado por valas de infiltração. O espaço "aberto" para a comunidade é de 52%, com uma redução proporcional	199.692	O desenvolvimento convencional é proposto para 55 lotes com um tamanho médio de lote de 600 m ² . Há uma área de reserva no local de 1,6 hectares. Terraplenagem e volumes totais de movimentação	541.400

Caso ou localidade	Infraestrutura verde	Custo (US\$)	Infraestrutura cinza	Custo (US\$)
	na área de terraplanagem e volume. Impermeabilidade total é de 21%		de solo não foram calculados. Impermeabilidade total é de 23%.	
Projeto Tharp Knoll (EUA)	O LID é proposto para 23 lotes com uma abordagem setorial para a habitação onde cada lote é de 2.000 m ² . Tratamento de águas pluviais é fornecido por valas e práticas de revegetação. O espaço aberto para a comunidade é de 50% ou 6,7 hectares, com uma redução proporcional na área de terraplanagem. Impermeabilidade total é de 7,4%.	339.715	O desenvolvimento convencional é proposto 23 lotes com área média de 4.000 m ² . Há uma área de reserva no local de 1,5 hectares. Terraplanagem e volumes totais de movimentação de solo não foram calculados. Impermeabilidade total é de 12,6%.	561.650
Projeto Pleasant Hill Farm (EUA)	O LID é proposto para 90 lotes com uma abordagem setorial para a habitação onde cada lote é de 900 m ² . Tratamento de águas pluviais é fornecido por valas e práticas de revegetação. O espaço aberto da comunidade é de 60% ou 20 hectares, com uma redução proporcional na área de terraplanagem e volume de movimentação de terra. Impermeabilidade do local é de 10,7%.	728.035	O desenvolvimento convencional é proposto para 90 lotes com área média de 1.700 m ² . Há uma área de reserva no local com 13,8 hectares, que é área de várzea. Terraplanagem e volumes totais de movimentação de solo não foram calculados. Impermeabilidade do local é de 26,2%.	1.284.100
Projeto Gap Creek (EUA)	Foram empregados princípios do LID para as ruas com maiores áreas em estado natural, preservação de ecossistemas naturais, preservação de recursos naturais de drenagem e uma rede de <i>buffers</i> e cinturões verdes que protegem as áreas sensíveis. Ruas foram "estreitadas" algumas áreas, passando de 10,9 metros de largura para 8,2.	3.942.100	52 hectares com infraestrutura convencional foram substituídos por infraestrutura que aplica os princípios do LID.	4.620.600
Projeto Auburn Hills (EUA)	40% do local é preservado, incluindo as zonas úmidas existentes, espaços verdes, plantações naturais e trilhas para caminhada. A subdivisão foi projetada para incluir valas abertas e sistemas de "bioretenção" para a gestão de águas pluviais.	1.598.989	Modelo convencional foi aplicado a 126 lotes.	2.360.385
Neuse River Basin in North Carolina (EUA)	WRI (World Resources Institute) - Green infrastructure (vegetação ripária, reparo e substituição de bueiros, certificação, arborização, reflorestamento, servidões de conservação - 80% da cobertura florestal)	33.640.000	Infraestrutura cinza (membrana de filtração)	101.810.000
Neuse River Basin in North Carolina (EUA)	WRI (World Resources Institute) - vegetação ripária, reparo e substituição de bueiros, certificação, arborização, reflorestamento, servidões de conservação / - 80% da cobertura florestal	73.850.000	Infraestrutura cinza (membrana de filtração)	146.170.000

Fonte: Shaver (2009) e Talberth *et al.* (2012), *apud* Fundação Grupo Boticário (2014)

Outros de casos de urbanismo com base ecossistêmica nos EUA também foram relatados pela Fundação Grupo Boticário (2014) sem que a abordagem de valoração fosse ao menos sugerida. As medidas mais comuns foram a criação de jardins para absorção da água da chuva, instalação de sistemas de drenagem, a redução da largura da rua, eliminando calçadas, meio-fio e sarjeta, lagoas de águas pluviais, *buffers* naturais e filtro. Os benefícios variaram de algumas dezenas de milhares de dólares a centenas de milhares de dólares, mas não são comparáveis, pois as dimensões das iniciativas são diferentes (ECONORTHWEST, 2007; NAUMANN *et al.*, 2011 *apud* FUNDAÇÃO GRUPO BOTICÁRIO, 2014).

5.2 PROTEÇÃO E RECUPERAÇÃO DE ECOSSISTEMAS

Outros exemplos de comparações entre soluções baseadas em ecossistemas e em engenharia são providos por Jones, Hole e Zavaleta (2012, *apud* FUNDAÇÃO GRUPO BOTICÁRIO, 2014). Nas ilhas Turks e Caicos a proteção de recifes de coral é avaliada em US\$ 16.9 milhões (CONSERVATION INTERNATIONAL, 2008), enquanto o custo de se usar soluções de engenharia (diques, por ex.) para proteção costeira foi estimado em 8% de seu PIB. No Delta do Mississippi os serviços ecossistêmicos das áreas úmidas foram avaliados em US\$ 12 a 47 bilhões por ano.

A proteção da bacia de Catskill–Delaware, que fornece água para Nova Iorque, custou à cidade US\$150 milhões por ano, ao longo dos últimos 10 anos, enquanto que uma estação de filtração de água suficiente para filtrar a água da cidade teria sido de US\$ 6 a 8 bilhões e teria custos operacionais de US\$300 milhões por ano, o que mostra um grande ganho com a solução baseada em ecossistemas. Um caso semelhante, o *wetland* do Páramo acima de Bogotá, na Colômbia, economiza US\$19,6 milhões em sistemas de filtração da água (FUNDAÇÃO GRUPO BOTICÁRIO, 2014).

Outro caso em que os benefícios da “infraestrutura verde” foram valorados, compilado pela Fundação Grupo Boticário (2014), em Wallasea Island, Wild Coast (Reino Unido), foram valorados o sequestro de carbono em 50 anos, gastos evitados para infraestrutura de defesa contra inundações, e perda evitada de ativos construídos sobre o patrimônio Wallasea em cenários de inundação moderados, resultando em um valor de US\$ 11.400.000.

5.3 PRODUÇÃO COM BASE AGROECOLÓGICA

As medidas de produção com base agroecológica são também documentadas pela Fundação Grupo Boticário (2014). Os agricultores de Malawi aumentaram a produtividade média em quatro vezes, a um custo mínimo, por meio de consórcio de milho com a árvore fixadora de nitrogênio *Gliricidia sepium*. Utilizando fertilizantes inorgânicos a base de nitrogênio, custaria aos agricultores de Malawi US\$11.6 milhões anuais.

Em Roslagen, na Suécia, pequenos agricultores aumentaram a proteção contra à variabilidade climática com a diversificação, consorciação e rotação de culturas, usando várias épocas para semeadura, de forma a manter uma diversidade de culturas mais propensa a sobreviver ao clima incerto. Eles também utilizam árvores para criar sombra e manter o solo úmido e protegem florestas para preservar os recursos hídricos. Tudo isso a um custo insignificante. A alternativa seria utilizar a micro-irrigação, que pode aumentar a eficiência na irrigação convencional de 20-30% a 90%, a um custo entre US\$416 a US\$950 dólares por hectare.

Esses casos ilustram, ora por meio da valoração do serviço ecossistêmico, ora por meio da comparação de custos, como AbE se compara a medidas cinza. Conforme visto na seção sobre valoração, o custo da medida cinza corresponderia ao *custo de substituição*, uma das estratégias de valoração.

6 ANÁLISE DE CUSTO BENEFÍCIO DE ABE

Em Fiji, como em todo o Pacífico, o custo per capita dos ciclones e tempestades é dos mais elevados do mundo. Brown *et al.* (2014) desenvolveram uma Análise de Custo Benefício (ACB) de sete opções de adaptação aos efeitos da mudança do clima sobre a ocorrência de inundações, considerando dois cenários de mudança do clima: moderado e severo. Os custos de inundações são relacionados com a sua frequência, ou períodos de retorno. O estudo presumiu que os eventos extremos mudariam um intervalo de retorno no cenário moderado e dois intervalos no cenário severo. Assim, um evento que ocorria a cada 50 anos, no cenário moderado, vai ocorrer a cada 20 anos, e a cada dez

anos no cenário severo. Assim, os autores estimaram que as perdas anuais aumentarão 90% no cenário moderado e 275% no cenário severo.

Então, Brown *et al.* desenvolveram uma ACB com ciclo de 100 anos, comparando sete opções de adaptação, algumas AbE e outras cinza:

- Matas ciliares
- Reflorestamento de áreas altas
- Vegetação das planícies de inundação
- Reforço das margens
- Elevação das casas
- Dragagem dos rios
- Intervenção mista

Os dados mostram que, no clima atual, matas ciliares e reflorestamento de áreas altas apresentam resultado (VPL) positivo²¹. No cenário moderado, também ficam positivos os VPLs de vegetação das planícies de inundação, a dragagem do rio e intervenção mista. No cenário severo, o VPL dessas opções aumenta, continuando negativo o VPL das obras de reforço das margens e elevação das casas. A partir do estudo, apesar de que o plantio de árvores ao longo dos rios não dá o maior VPL (maior nível de proteção a inundações), os autores consideram que é a mais eficiente devido ao baixo custo e os benefícios adicionais dos demais serviços ecossistêmicos (que não parecem ter sido considerados na ACB).

No Quênia, um estudo sobre o impacto da mudança do clima sobre a geração de energia hidrelétrica estimou que a geração, irrigação e abastecimento humano podem ter, dependendo do cenário, benefícios (US\$ 2 milhões) ou prejuízos (US\$ 66 milhões). Contudo, com a implementação das medidas de adaptação, os resultados são positivos (de US\$ 11 a 29 milhões, dependendo da projeção). O estudo, comparando infraestrutura cinza e AbE, concluiu que AbE é vantajosa somente nas projeções mais severas de mudança do clima (PETER *et al.* 2009 *apud* CIFOR, 2012).

7 QUANDO ESCOLHER A ADAPTAÇÃO COM BASE EM ECOSISTEMAS (ABE)

²¹ Mostrando déficit de adaptação.

Segundo Stern (2007) a avaliação de qualquer método de adaptação deveria comparar os benefícios (que são os danos causados pela mudança do clima que são evitados pela medida de adaptação) com os custos de implementação, “apropriadamente descontados ao longo do tempo”²² (STERN, 2007, p. 407). Entretanto, o estudo praticamente não discute AbE. Porém, usando sua lógica, expressa na Figura 2, os custos de adaptação podem ser tanto de medidas cinza quanto de AbE, ou uma combinação dessas duas opções.

A melhor opção (ou a melhor combinação de medidas AbE e medidas cinza, já que AbE, por definição, deve estar integrada numa estratégia mais ampla de adaptação) será aquela que traz mais benefícios líquidos. Ou seja, se o valor da adaptação é o custo evitado da mudança do clima, comparando uma medida cinza com uma medida AbE, o que importa não é somente comparar o custo das medidas cinza com AbE, mas também os custos residuais da mudança do clima depois das medidas adaptativas nos dois casos.

O benefício da adaptação é o custo da mudança do clima menos o custo residual da mudança do clima depois da adaptação, menos o custo da adaptação. Além disso, as medidas de adaptação frequentemente trazem outros benefícios adicionais. Por exemplo, reservatórios de água (uma medida cinza) podem ser utilizados para geração de energia (geralmente a primeira finalidade) e para a recreação e o turismo. As medidas sempre trazem *trade-offs*, renúncias. Por exemplo, um reservatório de água pode sacrificar terras para agricultura.

AbE sempre traz outros benefícios (serviços ecossistêmicos) que também devem ter seu valor adicionado. Também há *trade-offs*: conservar uma floresta, por exemplo, envolve não utilizar o solo para produção agrícola.

Do ponto de vista econômico, a melhor estratégia de adaptação é aquela com maior benefício líquido. Para isso, é preciso conhecer:

- O custo da mudança do clima sem adaptação em um determinado cenário (CMC).
- Os custos residuais da mudança do clima depois que as medidas de adaptação foram implementadas (CRMC).
- Os custos de implementação das medidas de adaptação (CA), incluindo seus custos de oportunidade.

²² Descontar custos e benefícios envolve a noção os indivíduos preferem benefícios no presente e custos no futuro.

- Os benefícios adicionais providos pelas medidas de adaptação (BA).

Colocados numa expressão matemática, o **valor líquido da adaptação (VLA)** seria:

$$VLA = CMC - CRMC - CA + BA$$

Nessa equação, todos os valores, para um prazo determinado, precisam ser ajustados por taxas de desconto apropriadas para calcular o seu valor presente. Há, então, um VLA para cada opção (ou combinação) de medidas de adaptação, sejam elas de AbE ou não, que podem ser comparadas do ponto de vista econômico.

8 CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES

8.1 A LACUNA SOBRE VALORAÇÃO DE ABE

O objetivo deste trabalho é apontar diretrizes para a comparação econômica de medidas de adaptação baseada em ecossistemas entre si e com medidas convencionais (cinza). Um trabalho anterior encaminhado ao Ministério do Meio Ambiente (FUNDAÇÃO GRUPO BOTICÁRIO, 2014), que deveria servir de base para este produto, além de discutir AbE em geral, apresentou uma revisão geral sobre valoração econômica da natureza, com um número limitado de casos envolvendo comparações de custos entre opções de desenvolvimento urbano, e alguns estudos envolvendo benefícios e custos da infraestrutura verde, sem considerar projeções climáticas. Não foram apresentadas diretrizes para a comparação econômica das medidas.

As lacunas daquele trabalho para os objetivos deste produto são, porém, reflexo da lacuna da literatura disponível sobre o tema, cuja busca por este consultor não rendeu muitos frutos. Diante da dificuldade de encontrar fontes bibliográficas sobre valoração de AbE, foram consultados dois professores de economia, especialistas na economia do meio ambiente, sobre possíveis trabalhos que pudessem servir de base para este produto. Os dois confirmaram a escassez. Nas palavras de um deles: “você não está encontrando porque não existe”.

A lacuna é global e maior no Brasil. Dos estudos de valoração da natureza (não só de AbE) desenvolvidos no mundo, apenas 10% são desenvolvidos em países em desenvolvimento e, destes, apenas 5% na América do Sul (CHRISTIE *et al.*, 2008 *apud* PASCUAL; MURADIAN, 2010). Diante desse quadro, passamos a buscar estratégias para

ajudar a começar a preencher essa lacuna enorme lacuna de estudos e desenvolvimento metodológico.

8.2 A ESTRATÉGIA DE DESENVOLVIMENTO DO TRABALHO E SEUS RESULTADOS

Para dar um foco mais aplicado a este trabalho, foram identificadas as principais vulnerabilidades e medidas AbE do PNA, com base em um produto anterior (WEIGAND JR., 2015), que foram utilizadas ao longo do trabalho para discutir como os conceitos de valoração poderiam ser aplicados a AbE. As vulnerabilidades principais ocasionarão custos relacionados com:

- **Desastres associados a ocorrências climáticas extremas:**
 - **Inundações, enchentes, enxurradas e deslocamentos de terra**, com prejuízos à agricultura, indústria, infraestrutura, habitações, saúde e vidas humanas.
 - **Secas**, com prejuízos à agricultura, indústria, geração de energia e abastecimento humano.
- **Redução da quantidade e da qualidade da água.**
- **Perda de habitats costeiros**, ameaçando imóveis e causando queda da produtividade pesqueira.

As medidas de AbE mais comumente citadas no PNA, e que contribuem diretamente para diminuir as vulnerabilidades acima, são:

- **Proteção e recuperação de ecossistemas naturais**
- **Produção de base agroecológica**

Assim, este trabalho começou com uma revisão sobre economia da adaptação. Os custos da mudança do clima podem ser reduzidos por estratégias de adaptação. O valor da adaptação consiste no custo evitado pelas medidas, menos o custo das mesmas, mais seus benefícios adicionais. No caso da AbE, esses benefícios adicionais são serviços ecossistêmicos não associados com a adaptação.

Entretanto, a mudança do clima deverá impactar também vários serviços ecossistêmicos. A perda desses serviços é parte do custo da mudança do clima e pode ser valorada pelas técnicas descritas neste trabalho. Por outro lado, as medidas de AbE podem trazer benefícios no presente, considerando que há um déficit de adaptação.

Um aspecto importante a ser considerado é a incerteza. As projeções sobre a mudança do clima e a economia em 35 anos ou mais carregam um alto grau de incerteza, que aumenta na medida em que se diminui a escala e o olhar fica mais regional ou local. Até 2050, os principais danos da mudança do clima serão causados por eventos extremos, o que envolve um cálculo de risco, sem o qual os benefícios (redução de custos) projetados para AbE podem ser superestimados.

Para diminuir o risco, deve-se fortalecer a resiliência (a capacidade do ecossistema de continuar provendo serviços ecossistêmicos importantes mesmo com as perturbações associadas à mudança do clima e ao uso humano). Para a economia, a resiliência é um tipo de seguro natural, um serviço ecossistêmico em si, cujo valor também pode ser valorado, mas cujas técnicas de valoração ainda estão em desenvolvimento.

A resiliência traz consigo questões importantes sobre os pressupostos da valoração, que tem a capacidade de valorar pequenas mudanças na disponibilidade e na demanda por serviços ecossistêmicos (mudanças marginais), mas que não é apropriada para a valoração de ecossistemas perto de limites de sua resiliência e, assim, que podem sofrer mudanças bruscas. Ou seja, os métodos de valoração são bons para avaliar ecossistemas que perdem pequenas partes de sua área a cada ano, por exemplo, mas não quando todo o ecossistema pode entrar em colapso. Quando um ecossistema está próximo de seu limite, outras formas e critérios para apoiar a tomada de decisão devem ser adotados, como os “padrões mínimos de segurança”.

Uma questão importante é a distribuição de benefícios e custos da adaptação. Em muitas medidas de AbE, quem implementa (e custeia) não é a mesma pessoa ou agente que obtém os benefícios. Isso acontece nos casos dos serviços ecossistêmicos que envolvem uso indireto dos recursos naturais. É uma questão importante pois a adaptação autônoma é improvável, já que quem implementaria a AbE não tem incentivos financeiros para isso. Neste caso, é importante que as políticas públicas, incluindo as estratégias de pagamentos por serviços ambientais, promovam a AbE. Este é o caso da proteção e recuperação de ecossistemas naturais.

A estimativa dos custos da mudança do clima e dos benefícios dos serviços ecossistêmicos e das medidas de adaptação é um desafio importante para a tomada de decisão eficiente sobre as melhores medidas de adaptação. Quando os ecossistemas não

estão no seu limite de resiliência, a caixa de ferramentas provida pela valoração econômica da natureza pode ser útil. Na abordagem neoclássica, adotada por este trabalho devido ao seu maior grau de desenvolvimento, a valoração parte do conceito de valor econômico total (VET), que envolve valores de uso direto e indireto, e valores de não uso. A estimativa desses valores envolve diferentes estratégias nas quais o conjunto de métodos de valoração estão baseados: métodos baseados em preços de mercado, métodos baseados em preços-sombra e métodos baseados em mercados hipotéticos. Na valoração, esses métodos precisam ser combinados para que o VET possa ser estimado de forma mais confiável.

O desenvolvimento dos estudos de valoração tem gerado tentativas de generalização dos valores de estudos individuais para áreas mais extensas. Essa estratégia, chamada de “transferência de benefícios” usa diferentes formas de extrapolação dos estudos individuais e pode gerar mapas de valor dos serviços ecossistêmicos. Esses mapas de valor podem ser bastante úteis para a valoração da AbE e deveriam ser mais desenvolvidos para que se possam fornecer informações econômicas para a tomada de decisão.

A área de abrangência influencia bastante na valoração. A valoração envolve a estimativa de alteração dos benefícios marginais (em pequenas quantidades) a partir de mudanças no fornecimento ou na demanda de serviços ecossistêmicos. Em grandes áreas, o acúmulo das mudanças podem gerar efeitos não lineares, difíceis de serem captados na valoração. Além disso, os benefícios marginais podem não ser lineares e se alterar muito quando se expande a área de análise. Por exemplo, uma coisa é o valor da perda de um hectare de floresta amazônica; outra é a valoração da perda de toda a floresta. Ainda, ao se expandir a área, uma gama menor de valores fica disponível para valoração (por exemplo: os valores espirituais de um ecossistema podem não ser considerados em análises envolvendo grandes áreas). No entanto, a confiabilidade das previsões climáticas e econômicas aumenta com o aumento da área.

Para a integração dos diferentes métodos de valoração, o método mais aceito (apesar de haver críticas) é a Análise de Custo Benefício (ACB). Na ACB, os benefícios e custos de um projeto, ou diferentes alternativas (por exemplo, AbE e medidas cinza), são quantificados por um período determinado, e ajustados para se chegar ao seu valor

presente, permitindo a comparação para verificar se vale a pena implementar as medidas ou para determinação de qual a medida mais efetiva.

Os estudos de caso identificados no desenvolvimento deste trabalho, apesar de limitados, mesmo se expandindo o tema e focando em alguns elementos do processo de valoração de AbE, permitem visualizar caminhos interessantes. A Transferência de Benefícios (TB) tem sido usada para a generalização dos resultados de valoração de serviços ecossistêmicos para a escala global. Há algumas iniciativas de valoração dos custos da mudança do clima e da adaptação (sem foco exclusivo em AbE), para a escala global e nacional, incluindo para o Brasil.

A área de valoração de desastres e da redução de riscos de desastres (RDD) pode render insights para a valoração de AbE, entre outros motivos, porque boa parte da vulnerabilidade associada à mudança do clima até 2050 é relacionada com desastres devido à maior ocorrência de eventos extremos. Foram encontrados alguns trabalhos que fazem a valoração de desastres passados, sem fazer previsões para o futuro, com a mudança do clima. Alguns estudos comparativos mostraram os benefícios das medidas de RDD, que podem ser bom ponto de partida para trabalhos de valoração da adaptação.

Ainda, foram encontrados alguns trabalhos sobre custos e benefícios de infraestrutura verde em comparação com outras medidas no desenvolvimento urbano, na proteção e recuperação de ecossistemas naturais e na produção com base agroecológica. Entretanto, esses trabalhos não consideram as previsões de mudança do clima.

Por fim, foi encontrado um trabalho que faz uma ACB de medidas de adaptação, incluindo AbE, mostrando como isso poderia ser feito numa escala local.

8.3 RECOMENDAÇÕES

Apesar da escassez de trabalhos de valoração de AbE, o repertório metodológico dos estudos de valoração, Transferência de Benefícios, ACB, RDD e projeções climáticas é suficiente, sendo necessárias somente as conexões entre diferentes linhas de pesquisa. A partir dos resultados deste trabalho, propõe-se as seguintes diretrizes e recomendações, com foco na espacialização da avaliação econômica das medidas de adaptação:

- Começar com abordagens menos detalhadas e menos custosas de valoração, com a informação disponível no Brasil ou no exterior (que pode ser “transferida” para o Brasil), ou mesmo com premissas de valor, desenvolvendo a lógica dos cálculos do valor de AbE, e depois aprofundar com a geração de novos dados primários.
- Gerar um mapa de custos da mudança do clima, por vulnerabilidade, para áreas e setores estratégicos, em diferentes escalas: nacional, territorial e local.
- Fortalecer os estudos de valoração de serviços ecossistêmicos providos pelas principais medidas de AbE, especialmente em relação às principais vulnerabilidades do PNA, e de forma estratégica para permitir a Transferência de Benefícios para áreas não estudadas.
- Quantificar (ou sistematizar a quantificação) os custos das diferentes opções de adaptação, especialmente as principais medidas AbE do PNA, em diferentes escalas e regiões do Brasil.
- Sistematizar e apoiar o desenvolvimento de estudos que indiquem a efetividade das medidas AbE para a redução dos custos da mudança do clima previstos (por exemplo, a capacidade de redução de enchentes de uma área de floresta).
- Gerar mapas de valor de resiliência para diferentes serviços ecossistêmicos, a partir dos mapas de ecossistemas sob estresse climático em desenvolvimento pela equipe do MMA e de mapas de valor dos serviços ecossistêmicos por ecossistema.
- Explorar o potencial da Transferência de Benefícios para valorar os serviços ecossistêmicos do futuro.
- Desenvolver pilotos testando várias metodologias de maneira comparada para prover orientações metodológicas para tomadores de decisão e implementadores de políticas públicas.

Ainda, os resultados desta revisão devem ser compartilhados com especialistas e discutidos com maior profundidade para aperfeiçoamento dessas recomendações.

9 REFERÊNCIAS

- ADAMS, C. *et al.* The use of contingent valuation for evaluating protected areas in the developing world: Economic valuation of Morro do Diabo State Park, Atlantic Rainforest, São Paulo State (Brazil). *Ecological Economics*, v. 66, p. 359–370, 2008.
- ALAM, M. *et al.* A general framework for the quantification and valuation of ecosystem services of tree-based intercropping systems. *Agroforestry Systems*, v. 88, n. 4, p. 679–691, 2 abr. 2014.
- ALBUQUERQUE, E. E.; MELO, A. S. S. DE A.; SOUZA, H. R. DE. Ativo ambiental e preço de imóvel em Recife: um estudo exploratório a partir da utilização do método dos preços hedônicos. In: VII - ENCONTRO NACIONAL DA ECOECO, 2007, - Fortaleza (CE). *Anais...* - Fortaleza (CE): Sociedade Brasileira de Economia Ecológica, 2007. Disponível em: <<http://www.ecoeco.org.br/>>. Acesso em: 16 set. 2009.
- AMEND, M.; GASCON, C.; REID, J. Parks Produce Local Economic Benefits in Amazonia. *Conservation Policy in Brief*, v. 1, p. 1–2, abr. 2007.
- AMEND, M.; REID, J.; GASCON, C. Benefícios econômicos locais de áreas protegidas na região de Manaus, Amazonas. *Megadiversidade*, v. 2 (1-2), dez. 2006. Disponível em: <http://conservation-strategy.org/sites/default/files/field-file/Manaus_Parks_Report_-_2005-03-01_Preliminary_complete_version.pdf>.
- BADOLA, R.; HUSSAIN, S. A. Valuing ecosystem functions: an empirical study on the storm protection function of Bhitarkanika mangrove ecosystem, India. *Environmental Conservation*, v. null, n. 01, p. 85–92, mar. 2005.
- BARRET, S. *Economics Guidelines for the Conservation of Biological Diversity*. . [S.l.: s.n.]. , 1988
- BATEMAN, I. J. *et al.* Economic analysis for ecosystem service assessments. *Environmental and Resource Economics*, v. 48, n. 2, p. 177–218, 2011.
- BATKER, D. *et al.* Gaining ground: wetlands, hurricanes, and the economy: the value of restoring the Mississippi River Delta. 2010. Disponível em: <http://pdxscholar.library.pdx.edu/iss_pub/39/?utm_source=pdxscholar.library.pdx.edu%2Fiss_pub%2F39&utm_medium=PDF&utm_campaign=PDFCoverPages>. Acesso em: 25 jan. 2016.
- BRAGA, P. L. S.; ABADALLAH, P. R.; OLIVEIRA, C. R. DE. *Valoração Economia do Parque Nacional da Lagoa do Peixe, RS*. . [S.l.: s.n.]. Disponível em: <<http://www.sober.org.br/palestra/2/860.pdf>>. Acesso em: 15 set. 2001. , [S.d.]
- BRASIL. Câmara dos Deputados. Projeto de Lei Nº 792. . Dispõe sobre a definição de serviços ambientais e dá outras providências. , 2010.

- BRASIL/MMA. *Plano Nacional de Adaptação à Mudança do Clima - Versão Consulta Pública*. Brasília (DF): Grupo Executivo do Comitê Interministerial de Mudança do Clima – GEx - CIM/ Ministério do Meio Ambiente, 2015.
- BROWN, P. *et al.* Evaluating Ecosystem-Based Adaptation for Disaster Risk Reduction in Fiji. *Landcare Research, New Zealand Online at h http://www.landcareresearch.co.nz/__data/assets/pdf_file/0004/77341/Fiji_disaster_risk_reduction.pdf* (accessed October 2014), 2014.
- CAMPHORA, A. L.; MAY, P. H. A valoração ambiental como ferramenta de gestão em unidades de conservação: há convergência de valores para o bioma Mata Atlântica? *Megadiversidade*, v. 2 (1-2), p. 24–38, 2006.
- CAMPOS, E. M. G.; FARLEY, J.; PEREIRA, P. F. DA S. *Valor econômico e sociocultural do ecoturismo e das atividades recreacionais providas pela Área de Proteção Ambiental Serra de São José (MG - Brasil) II*. [S.l.: s.n.]. Disponível em: <<http://www.alasru.org/cdalasru2006/14%20GT%20Eneida%20Campos.pdf>>. Acesso em: 4 set. 2009. , [S.d.]
- CHANDRA, A.; DALTON, J. A. Mainstreaming Adaptation within Integrated Water Resources Management (IWRM) in Small Island Developing States (SIDS) A Case Study of the Nadi River Basin, Fiji Islands. In: PÉREZ, A. A.; FERNÁNDEZ, B. H.; GATTI, R. C. (Org.). *Building Resilience to Climate Change: Ecosystem-based adaptation and lessons from the field*. [S.l.]: IUCN, 2010. . Disponível em: <<https://books.google.com.br/books?hl=pt-BR&lr=&id=xbB5nH7E8koC&oi=fnd&pg=PT4&dq=Assessment+of+the+potential+of+f+%22ecosystem-based%22+approaches+to+climate+change+adaptation+&ots=jxrcx95USx&sig=K0vc1gls6aXlTyQkFqLMCnMdlLQ>>. Acesso em: 18 mar. 2016.
- CIFOR. *Using Forests to Enhance Resilience to Climate Change: What do we know about how forests can contribute to adaptation?* Working Paper. [S.l.]: Cifor/Profor, 2012. Disponível em: <https://www.researchgate.net/profile/Bruno_Locatelli/publication/278630340_Using_Forests_to_Enhance_Resilience_to_Climate_Change>. Acesso em: 21 jan. 2016.
- CIRINO, J. F.; LIMA, J. E. DE. Valoração contingente da Área de Proteção Ambiental (APA) São José - MG: um estudo de caso. *Rev. Econ. Sociol. Rural*, v. 46, 2008. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?pid=S0103-20032008000300004&script=sci_arttext&lng=en>. Acesso em: 28 set. 2009.
- COMMON, M.; REID, I.; BLAMEY, R. Do Existence Values for Cost Benefit Analysis Exist? *Environmental and Resource Economics*, v. 9, p. 225–238, 1997.
- COSTANZA, R. *et al.* The value of coastal wetlands for hurricane protection. *AMBIO: A Journal of the Human Environment*, v. 37, n. 4, p. 241–248, 2008.

- COSTANZA, R. *et al.* The value of the world's ecosystem services and natural capital. *Nature*, v. 387, p. 253–260, 1997.
- DE GROOT, R. *et al.* Global estimates of the value of ecosystems and their services in monetary units. *Ecosystem Services*, v. 1, n. 1, p. 50–61, jul. 2012.
- DE GROOT, R.; FISHER, B.; CHRISTIE, M. Integrating the ecological and economic dimensions in biodiversity and ecosystem service valuation. In: TEEB. *TEEB Ecological and Economic Foundations*. Edited by Pushpam Kumar. Earthscan, London and Washington. [S.l.]: Routledge, 2010. . Disponível em: <<http://www.teebweb.org/our-publications/teeb-study-reports/ecological-and-economic-foundations/#.Ujr1xH9mOG8>>.
- DE GROOT, R. S. *A functional ecosystem evaluation method as a tool in environmental planning and decision making*. [S.l.]: Wageningen, The Netherlands. , 1986
- DE GROOT, R. S. *et al.* Challenges in integrating the concept of ecosystem services and values in landscape planning, management and decision making. *Ecological Complexity*, v. 7, n. 3, p. 260–272, 2010.
- DE GROOT, R. S.; WILSON, M. A.; BOUMANS, R. M. J. A typology for the classification, description, and valuation of ecosystem functions, goods and services. *Ecological Economics*, v. 41, 2002.
- DEVISSCHER, T. *Ecosystem-based Adaptation in Africa: Rationale, Pathways, and Cost Estimates*. . Estocolmo: Stockholm Environment Institute (SEI), 2010. Disponível em: <http://www.unep.org/climatechange/adaptation/Portals/133/documents/AdaptCost/10%20EBA_AdaptCost_Final.pdf>. Acesso em: 14 jan. 2016.
- DFID. *Natural Disaster and Disaster Risk Reduction Measures: A Desk Review of Costs and Benefits*. Draft Final Report. [S.l.]: DFID, 2005. Disponível em: <http://www.unisdr.org/files/1071_disasterriskreductionstudy.pdf>. Acesso em: 13 mar. 2016.
- DOSWALD, N. *et al.* Effectiveness of ecosystem-based approaches for adaptation: review of the evidence-base. *Climate and Development*, p. 1–17, 2014.
- FARBER, S. C.; COSTANZA, R.; WILSON, M. A. Economic and ecological concepts of valuing ecosystem services. *Ecological Economics*, v. 41, p. 375–392, 2002.
- FARIA, R. C. DE; NOGUEIRA, J. M. Métodos de Precificação da Água e uma Análise dos Mananciais Hídricos do Parque Nacional de Brasília. *Revista Econômica do Nordeste*, v. 35, p. 189–217, 2004.
- FINCO, M. V. A.; ABDALLAH, P. R. Valoração Ambiental: Uma Estimativa do Valor de uso e do Valor de Opção para o Litoral do Rio Grande do Sul. In: V ENCONTRO NACIONAL DA ECOECO, 2003, Caxias do Sul - RS. *Anais...* Caxias do Sul - RS: Sociedade Brasileira de Economia Ecológica, 2003.

- FOSTER, J.; LOWE, A.; WINKELMAN, S. *The value of green infrastructure for urban climate adaptation*. [S.l.]: Center for Clean Air Policy, 2011.
- FRANÇOSO, R. D. *Relatório do Produto nº 4 do Contrato nº 2015/000191 – BRA/11/001: Mapa das áreas sob estresse climático (exposição)*. Produto de Consultoria. Brasília (DF): Projeto BRA/11/001, 2016.
- FUNDAÇÃO GRUPO BOTICÁRIO. *Adaptação Baseada em Ecossistemas: Oportunidades para políticas públicas em mudanças climáticas/ Autoria: Iclei - Governos Locais pela Sustentabilidade*. Curitiba: Fundação Grupo Boticário, 2014. Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/images/arquivo/80182/Relatorio%20Fundacao%20Boticario%20AbE%20completo%2004%2012%2014.pdf>>. Acesso em: 22 fev. 2015.
- GAZONI, J. L. *et al. Valoração Econômica do Parque Estadual de Itaúnas (ES)*. . [S.l: s.n.]. Disponível em: <<http://www.dominiopublico.gov.br/download/texto/td001238.pdf>>. Acesso em: 15 set. 2009. , 2006
- GONZÁLES, M. V. *Valor econômico de visitação do parque “Phillipe Westin Cabral de Vasconcelos” da Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz” (ESALQ) da Universidade de São Paulo (USP)*. 2005. 75 f. Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz (ESALQ), 2005. Disponível em: <<http://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/11/11132/tde-26042005-154404/>>.
- GREGORY, R.; LICHTENSTEIN, S.; SLOVIC, P. Valuing environmental resources: a constructive approach. *Journal of Risk and Uncertainty*, v. 7, p. 177–197, 1993.
- GREGORY, R.; MCDANIELS, T. Valuing environmental losses: What promise does the right measure hold. *Policy Sciences*, v. 20, p. 11–16, 1987.
- GVCES. *Valora o Econômica de Serviços Ecossistêmicos Relacionados aos Negócios: Estudos de caso das empresas membro da iniciativa Tendências em Serviços Ecossistêmicos – TeSE - Ciclo 2014*. São Paulo (SP): Funda o Getúlio Vargas - GVces, 2014.
- GVCES/FGV. *Produto 3.0 - Relatório da Aplica o de Metodologia Custo/Benefício (Economics of Climate Adaptation)*. . São Paulo (SP): GVces/FGV, 2014. Disponível em: <http://www.mma.gov.br/images/arquivo/80182/Rel_metod_anexo_1_site.pdf>. Acesso em: 29 ago. 2016.
- HUETING, R. *et al.* The concept of environmental function and its valuation. *Ecological Economics*, v. 25, p. 31–35, 1998.
- IFRC. *Mangrove planting saves lives and money in Viet Nam - IFRC*. Disponível em: <<http://www.ifrc.org/en/news-and-media/news-stories/asia-pacific/vietnam/mangrove-planting-saves-lives-and-money-in-viet-nam/>>. Acesso em: 28 ago. 2016.

- IPCC. *Climate Change 2007: Synthesis Report/ An Assessment of the Intergovernmental Panel on Climate Change*. . [S.l.: s.n.], 2007.
- IPCC. *Managing the Risks of Extreme Events and Disasters to Advance Climate Change Adaptation: Special Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change - Special Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*. Cambridge, UK: Cambridge University Press, 2012. Disponível em: <https://www.ipcc.ch/pdf/special-reports/srex/SREX_Full_Report.pdf>. Acesso em: 28 ago. 2016.
- JOÃO, C. G.; BAASCH, S. S. N. A Valoração do Meio Ambiente. Um Estudo de Caso: O Parque do Rio Vermelho - Florianópolis - SC. In: 19º CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA SANITÁRIA E AMBIENTAL, 1997, Foz do Iguaçu. *Anais...* Foz do Iguaçu: ABES - Associação Brasileira de Engenharia Sanitária e Ambiental, 1997. p. 2502–2513. Disponível em: <<http://www.bvsde.paho.org/bvsacd/abes97/vermelho.pdf>>.
- JONES, H. P.; HOLE, D. G.; ZAVALETA, E. S. Harnessing nature to help people adapt to climate change. *Nature Climate Change*, v. 2, n. 7, p. 504–509, 2012.
- KAPLAN, R. S.; NORTON, D. P. The Balanced Scorecard – Measures that drive performance. *Harvard Business Review*, v. 70, n. 1, p. 71–79, 1992.
- KERR, G. N. Introduction to non-market Valuation. *Studies in Resource Management*. [S.l.]: Canterbury, 1986. v. 1. .
- KING, D. M.; MAZZOTTA, M. J. *Ecosystem Valuation*. Disponível em: <<http://www.ecosystemvaluation.org/>>. Acesso em: 5 out. 2009.
- LEAL, A. K. *et al.* Parque Ecológico Municipal de Belém-PA: Uma questão de valoração econômica. In: VII CONGRESSO DE ECOLOGIA DO BRASIL, 2005, Caxambu (MG). *Anais...* Caxambu (MG): [s.n.], 2005. Disponível em: <<http://www.seb-ecologia.org.br/viiceb/resumos/532a.pdf>>.
- LÖSCHEL, A.; STURM, B.; VOGT, C. *The Demand for Climate Protection - An Empirical Assessment for Germany*. Discussion Paper, nº 10-068. [S.l.]: Centre for European Economic Research, 2010.
- LÖSCHEL, A.; STURM, B.; VOGT, C. The demand for climate protection—Empirical evidence from Germany. *Economics Letters*, v. 118, n. 3, p. 415–418, 2013.
- MARGULIS, S. *et al.* Economics of adaptation to climate change: synthesis report. *World Bank Climate Change Synthesis Report*, 2010. Disponível em: <<http://eprints.soton.ac.uk/sci-hub.io/369529/1/702670ESWOP10800EACCSynthesisReport.pdf>>. Acesso em: 22 fev. 2016.
- MARGULIS, S.; DUBEUX, C. B. S.; MARCOVITCH, J. Economia da mudança do clima no Brasil. *Boletim Regional, Urbano e Ambiental - IPEA*, v. 4, n. jul., p. 7–12, 2010.

- MEA, M. E. A. *Ecosystem and Human Well-Being: a framework for assessment*. Washington, D.C.: Island Press, 2003.
- MEA, M. E. A. *Ecosystem and Human Well-Being: Synthesis*. Washington, D.C.: Island Press, 2005.
- MECHLER, R. Reviewing estimates of the economic efficiency of disaster risk management: opportunities and limitations of using risk-based cost–benefit analysis. *Natural Hazards*, v. 81, n. 3, p. 2121–2147, 5 fev. 2016.
- MEDEIROS, R. *et al. Contribuição das Unidades de Conservação para a Economia Nacional: Sumário Executivo / Rodrigo Medeiros, Carlos Eduardo Frickmann Young, Helena Boniatti Pavese & Fábio França Silva Araújo; Editores*. [S.l.]: UNEP-WCMC, 2011.
- MENDONÇA, M. J. C. DE. *Um Estudo Sobre Valoração da Biodiversidade*. . [S.l.]: IPEA - Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada. Disponível em: <http://www.ipea.gov.br/pub/td/2002/td_0904.pdf>. Acesso em: 28 set. 2009. , 2002
- MIKHAILOVA, I.; BARBOSA, F. A. R. *Estimativa preliminar do valor de recursos ambientais do Parque Estadual do Rio Doce (MG): uma aplicação dos métodos “disposição a pagar”*. . [S.l: s.n.]. Disponível em: <<http://www.cemac-ufla.com.br/trabalhospdf/trabalhos%20voluntarios/protoc%2051.pdf>>. Acesso em: 4 set. 2009. , [S.d.]
- MILLENNIUM ECOSYSTEM ASSESSMENT. *Ecosystemas e o Bem-estar Humano: Estrutura para uma Avaliação - Resumo*. [S.l.]: Island Press, 2005. Disponível em: <<http://www.millenniumassessment.org/documents/document.63.aspx.pdf>>. Acesso em: 12 mar. 2016.
- MILLENNIUM ECOSYSTEM ASSESSMENT. *Ecosystems and human well-being: a framework for assessment*. Washington, D.C.: Island Press, 2003. Disponível em: <http://www.ecodes.org/pages/areas/salud_medioambiente/documentos/ecosystems_human_wellbeing.pdf>.
- MOTTA, R. S. DA. *Estimativa do Custo Econômico do Desmatamento na Amazônia*. , IPEA - texto para discussão., nº 88X. Brasília (DF): Ipea, 2002. Disponível em: <http://siteresources.worldbank.org/BRAZILINPOREXTN/Resources/3817166-1185895645304/4044168-1185895685298/012_EstimativaCustoEconomicoDesmatamentoAmazonia.pdf>. Acesso em: 22 out. 2015.
- NAUMANN, S. *et al.* Assessment of the potential of ecosystem-based approaches to climate change adaptation and mitigation in Europe. *Final report to the European Commission, DG Environment*, 2011. Disponível em: <http://admin.ecologic.eu/files/attachments/Projects/2345_eba_ebm_cc_finalreport_23nov2011.pdf>. Acesso em: 21 jan. 2016.

- NOGUEIRA, D. M. *Valoração Ambiental*. . [S.l.: s.n.]. Disponível em:
<http://www.geociencia.xpg.com.br/dwd/bd_101/ValoracaoAmbiental.pdf>.
Acesso em: 3 set. 2009. , [S.d.]
- OEA. *Environmental Valuation as a Supporting Tool for Environmental Services Payments*. . [S.l.]: OAS. Disponível em:
<<http://www.oas.org/dsd/MinisterialMeeting/Documents/Theme3/ValuationPaperFinal%202.pdf>>. Acesso em: 4 set. 2009. , 2005
- OLIVEIRA FILHO, R. C. DE; MONTEIRO, M. DO S. L. Valoração econômica da prática do ecoturismo no semi-árido: o caso do Parque Nacional Serra da Capivara – Piauí. *ev. Ciênc. Admin*, v. 14, p. 291–303, 2008.
- ORTIZ, R. A.; MOTTA, R. S. DA; FERRAZ, C. *Estimando o Valor Ambiental do Parque Nacional do Iguaçu: Uma Aplicação do Método de Custo de Viagem*. . [S.l.]: IPEA - Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada. Disponível em:
<http://www.ipea.gov.br/pub/td/2001/td_0777.pdf>. Acesso em: 15 set. 2009. , 2001
- PASCUAL, U.; MURADIAN, R. The economics of valuing ecosystem services and biodiversity. In: TEEB. *TEEB Ecological and Economic Foundations. Edited by Pushpam Kumar. Earthscan, London and Washington*. [S.l.]: Routledge, 2010. . Disponível em: <<http://www.teebweb.org/our-publications/teeb-study-reports/ecological-and-economic-foundations/#.Ujr1xH9mOG8>>.
- PATTERSON, M. G. Ecological production based pricing of biosphere processes. *Ecological Economics*, v. 41, p. 457–478, 2002.
- PBMC. *Base científica das mudanças climáticas. Contribuição do Grupo de Trabalho 1 ao Primeiro Relatório de Avaliação Nacional do Painel Brasileiro de Mudanças Climáticas. Sumário Executivo GT1*. . Rio de Janeiro (RJ): COPPE. Universidade Federal do Rio de Janeiro, 2013.
- PEREIRA, P. F. DA S. *Valor econômico e sociocultural do ecoturismo e das atividades recreacionais providas pela Área de Proteção Ambiental Serra de São José (MG)*. . [S.l.: s.n.]. Disponível em: <<http://www.sober.org.br/palestra/5/499.pdf>>. Acesso em: 4 set. 2009. , [S.d.]
- RIBEMBOIM, J. População Visitante e População Local: Efeitos na Dinâmica Econômico-Ambiental e Valoração Monetária do Parque Nacional da Chapada Dos Veadeiros. In: XIV ENCONTRO NACIONAL DE ESTUDOS POPULACIONAIS, 2004, Caxambu (MG). *Anais...* Caxambu (MG): ABEP, 2004. Disponível em:
<http://www.abep.nepo.unicamp.br/site_eventos_abep/PDF/ABEP2004_123.pdf>. Acesso em: 15 set. 2009.
- ROMEIRO, D. C. A. A. R. Valoração de serviços ecossistêmicos: notas introdutórias à uma abordagem dinâmico-integrada. In: *Anais do XIV Encontro Nacional de Economia Política*, 2009. Disponível em:

<http://www.sep.org.br/artigo/1565_6065425a7cb9425419761832f29517ac.pdf?PHPSESSID=35fc7e5759fac824911c65c58b0f240a>. Acesso em: 9 set. 2009.

SALGADO, G. S. M.; NOGUEIRA, J. M. *Economia e Gestão de Áreas Protegidas: o caso do Parque Nacional de Brasília*. . [S.l: s.n.]. Disponível em:

<http://www.ecoeco.org.br/conteudo/publicacoes/encontros/iv_en/ Mesa4/5.pdf>. , [S.d.]

SANTANA, R. F.; MOTA, J. A. O Valor Econômico de Existência do Parque Nacional do Jaú (Amazonas). *Economia*, v. 30, p. 49–63, 2004.

SCHÄGNER, J. P. *et al.* Mapping ecosystem services' values: Current practice and future prospects. *Ecosystem Services*, v. 4, p. 33–46, 2013.

SHAVER, E. *Low Impact Design Versus Conventional Development Literature: Review of developer-related costs and profit margins/ Prepared by Aqua Terra International Ltd. for Auckland Regional Council*. Relatório Técnico, nº 2009/045. Auckland: Auckland Regional Council, 2009. Disponível em:

<<http://www.aucklandcity.govt.nz/council/documents/technicalpublications/tr2009-045%20-%20low%20impact%20design%20vs%20conventional%20development.pdf>>. Acesso em: 28 ago. 2016.

SILVA, R. G. DA; LIMA, J. E. DE. Valoração contingente do parque “Chico Mendes”: uma aplicação probabilística do método Referendum com bidding games. *Rev. Econ. Sociol. Rural*, v. 42, dez. 2004. Disponível em:

<http://www.scielo.br/scielo.php?pid=S0103-20032004000400008&script=sci_arttext>. Acesso em: 28 set. 2009.

SOARES FILHO, B. S. *et al.* *Redução das Emissões de Carbono do Desmatamento no Brasil: o papel do Programa Áreas Protegidas da Amazônia (ARPA)*. . [S.l: s.n.], 2009.

SOUZA, R. F. DA P. DE; JÚNIOR, A. G. DA S. *Valoração Econômica Ambiental: O caso do Rio Paraíba, Juiz de Fora - MG*. . [S.l: s.n.]. Disponível em:

<<http://www.anpec.org.br/encontro2006/artigos/A06A068.pdf>>. Acesso em: 15 set. 2009. , [S.d.]

STERN, N. *The economics of climate change: the Stern review*. [S.l.]: cambridge University press, 2007. Disponível em:

<https://books.google.com.br/books?hl=pt-BR&lr=&id=U-VmIrGGZgAC&oi=fnd&pg=PA1&dq=+The+Economics+of+Climate+Change+Stern&ots=9dp_5qmnr6&sig=gZ23MgEQaQR5GLjYezxNQDxqob4>. Acesso em: 10 jul. 2015.

TALBERTH, J. *et al.* *insights from the field forests for water*. , Southern Forests for the Future Incentives Series. Issue Brief, nº 9. Washington D.C.: World Resources Institute (WRI), fev. 2012. Disponível em:

<http://pdf.wri.org/insights_from_the_field_forests_for_water.pdf>. Acesso em: 28 ago. 2016.

TEEB. *TEEB Ecological and Economic Foundations. Edited by Pushpam Kumar. Earthscan, London and Washington*. [S.l.]: Routledge, 2010. Disponível em: <<http://www.teebweb.org/our-publications/teeb-study-reports/ecological-and-economic-foundations/#.Ujr1xH9mOG8>>.

UNEP. *Cost-benefit analysis for adaptation options*. Disponível em: <<http://web.unep.org/coastal-eba/content/cost-benefit-analysis-adaptation-options>>. Acesso em: 4 fev. 2016.

UNFCCC/SBSTA. *Report on the technical workshop on ecosystem-based approaches for adaptation to climate change*. Relatório de Oficina. Bonn: UNFCCC, 2013. Disponível em: <<http://unfccc.int/resource/docs/2013/sbsta/eng/02.pdf>>. Acesso em: 2 jul. 2015.

WEIGAND JR., R. *Adaptação com Base em Ecossistemas no Plano Nacional de Adaptação*. Relatório de Consultoria. Brasília (DF): Ministério do Meio Ambiente, 2015.

WEIGAND JR., R. Desenvolvimento Territorial com Base Conservacionista: A conservação da natureza pode ser a base da economia e do desenvolvimento econômico e social de um território. *Açaí Ponto Com*, v. 2, 2005. Disponível em: <<http://pt.scribd.com/doc/7597282/Weigand-Ronaldo-Desenvolvimento-Territorial-Com-Base-Conservacionista>>.

WEIGAND JR., R.; MACIEL, B. A. *Review of Initiatives, Methodologies, Guidelines and Assessments on the Valuation of Ecosystems Services and Natural Resources within and Outside Protected Areas*. [S.l.]: WCMC - UNEP, out. 2009.

WEIGAND JR., R.; UNTERSTEEL, N. Redução de Emissões de Desmatamento e Degradação (REDD+): Em busca da efetividade de captação e utilização dos recursos financeiros. In: X ENCONTRO DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ECONOMIA ECOLÓGICA, 2013, Vitória (ES). *Anais...* Vitória (ES): Sociedade Brasileira de Economia Ecológica, 2013. Disponível em: <http://www.ecoeco.org.br/conteudo/publicacoes/encontros/x_en/GT3-2223-1606-20130701000045.pdf>. Acesso em: 5 mar. 2016.

YOUNG, C. E. F. *et al.* Reduções de Emissões de Carbono por Desmatamento Evitado no Estado do Amazonas: Uma Proposta de Estimção. In: VII - ENCONTRO NACIONAL DA ECOECO, 2007, - Fortaleza (CE). *Anais...* - Fortaleza (CE): Sociedade Brasileira de Economia Ecológica, 2007. Disponível em: <<http://www.ecoeco.org.br/>>.

YOUNG, C. E. F. *Valorando Tempestades: Custo econômico dos eventos climáticos extremos no Brasil nos anos de 2002 - 2012/ / Carlos Eduardo Frickmann Young; Camilla Aguiar; Elismar Neto de Souza*. São Paulo (SP): Observatório do Clima, 2015. Disponível em: <http://s3.amazonaws.com/academia.edu.documents/40450113/2015_Young_et>

_al_OC_ValorandoTempestades-Vfinal-min.pdf?AWSAccessKeyId=AKIAJ56TQJRTWSMTNPEA&Expires=1449967853&Signature=mTyXlWZaIM9R13A3Q3WsSGQQhWA%3D&response-content-disposition=attachment%3B%20filename%3DValorando_Tempestades_Custo_economico_do.pdf>. Acesso em: 12 dez. 2015.

YOUNG, C. E. F.; MAC-KNIGHT, V.; MEIRELES, A. L. Desmatamento e custo de oportunidade da terra: o caso do Mato Grosso. In: VII - ENCONTRO NACIONAL DA ECOECO, 2007, Fortaleza (CE). *Anais...* Fortaleza (CE): [s.n.], 2007. Disponível em: <<http://www.ecoeco.org.br/>>.

ZENI, V. L. F.; JACOSKI, C. A. *Valoração Ambiental em Rios Urbanizados: O Caso do Rio Passo dos Índios – Chapecó-Sc.* . [S.l: s.n.]. Disponível em: <http://www.ecoeco.org.br/conteudo/publicacoes/encontros/vii_en/mesa1/resumos/valoracao_ambiental_em_rios_urbanizados_o_caso_do_rio_passo.pdf>. , [S.d.]