

**UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO**  
PROGRAMA DE EDUCACAO CONTINUADA – ESCOLA POLITÉCNICA  
ESPECIALIZAÇÃO EM PLANEJAMENTO E GESTÃO DE CIDADES

**MARCOS DELLA NINA GAMBI**

**VALORAÇÃO DOS SERVIÇOS ECOSSISTÊMICOS PRESTADOS PELO BAIRRO DEMÉTRIA –  
BOTUCATU (SP)**

Um comparativo entre 1972 e 2005.

**São Paulo**  
**2016**

**MARCOS DELLA NINA GAMBI**

**VALORAÇÃO DOS SERVIÇOS ECOSSISTÊMICOS PRESTADOS PELO BAIRRO DEMÉTRIA –  
BOTUCATU (SP)**

Um comparativo entre 1972 e 2005.

Monografia apresentada à Escola  
Politécnica da Universidade de São Paulo  
para obtenção do título de Especialista em  
Planejamento e Gestão de Cidades.

Orientadora: Prof<sup>a</sup>. Dra . Amarilis Lucia  
Casteli Figueiredo Gallardo

**São Paulo  
2016**



*Om Tare Tuttare Ture Soha*

## **AGRADECIMENTOS**

Faço primeiramente um agradecimento especial a minha família pelo apoio incondicional e afeto.

Obrigado Bruna pelo amor e companheirismo.

Reconheço a dedicação da Profa. Dra. Amarilis Gallardo, em sua orientação, e agradeço a apresentação de novos conteúdos e a prontidão com que esclareceu dúvidas, além do entusiasmo pelo tema que me motivou durante a execução da monografia.

Ao Bruno e à Lai, agradeço pela paciência e por todos os momentos de alegria compartilhados.

Tenho grande estima pelos amigos do Gaia Education - 2016, por trazerem muita luz e uma experiência única vivida em Botucatu, que me colocou em contato com a Estância Demétria, objeto principal de estudo nesse trabalho.

Em meu curso de pós-graduação, agradeço os colegas pela parceria durante a execução de trabalhos e por tornarem o curso um ambiente de convívio leve e agradável.

Meus amigos e companheiros de luta que, a cada dia que passa me fazem acreditar que é possível viver em um mundo sem temer adversidades e que de alguma forma me ajudam diariamente a superar os desafios que se apresentam durante nossa jornada.

Embora distantes, um agradecimento especial a Alexi, Eduardo, Fernando e Gabriel, pela inspiração e motivação.

Registro, por fim, meu muito obrigado para Marcos Roberto Reis.

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Interação entre economia e meio ambiente.....	3
Figura 2. Fluxo de matéria e energia entre níveis tróficos de um ecossistema.....	6
Figura 3. Funções ecossistêmicas categorizadas.....	7
Figura 4. Categorização dos serviços ecossistêmicos. ....	10
Figura 5. Relações entre serviços ecossistêmicos e bem-estar humano. ....	12
Figura 6. Decomposição do valor econômico de um recurso ambiental.....	15
Figura 7. Métodos de valoração ambiental. ....	17
Figura 8. Curva de demanda pelo patrimônio natural.....	24
Figura 9. Vegetação Natural do Bairro Demétria em 2005.....	34
Figura 10. Classes de Uso da Terra em 1972 nas áreas atualmente ocupadas pelo Bairro Demétria.....	35
Figura 11. Classes de Uso da Terra no Bairro Demétria em 2005.....	36

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1. Tipos de valores captados pelos métodos de valoração. ....	17
Tabela 2. Valor dos serviços ecossistêmicos e técnicas de valoração mais utilizadas. ....	28
Tabela 3. Classes de Cobertura Vegetal e Usos da Terra .....	33
Tabela 4. Uso da Terra no Bairro Demétria (1972 e 2005). ....	37
Tabela 5. Categoria de uso de solo simplificada do Bairro Demétria em 1972 e 2005. ....	38
Tabela 6. Biomas equivalentes para as 6 classes de uso do solo no Bairro Demétria baseados em Costanza et al. (1997) e valores correspondentes dos serviços ecossistêmicos (US\$.ha <sup>-1</sup> .ano <sup>-1</sup> ). ....	38
Tabela 7. Estimativa do valor total dos serviços ecossistêmicos providos pelo Bairro Demétria por categoria de uso do solo nos anos de 1972 e 2005 (em US\$). ....	40
Tabela 8. Coeficientes de valores individuais dos serviços ecossistêmicos por categoria de uso do solo, baseado em Costanza et al. (1997) – em US\$.ha <sup>-1</sup> .ano <sup>-1</sup> . ....	41
Tabela 9. Estimativa do valor individual dos serviços ecossistêmicos prestados pelo Bairro Demétria nos anos de 1972 e 2005 (em US\$). ....	42
Tabela 10. Valor dos serviços ecossistêmicos no Bairro Demétria nos anos de 1972 e 2005 de acordo com a classificação da Avaliação Ecossistêmica do Milênio (em US\$). ....	43

## Sumário

1.	Introdução .....	1
2.	Objetivos .....	2
3.	Revisão Bibliográfica .....	3
3.1	Sistema econômico, capital natural e ecossistemas .....	3
3.2	Conceito de sistema, ecossistema e função ecossistêmica .....	5
3.3	Serviços ecossistêmicos .....	8
3.4	Ecossistemas e o bem-estar da humanidade.....	11
3.5	Valoração Ambiental.....	13
3.6	Métodos de valoração.....	16
3.6.1	Métodos indiretos de valoração .....	18
3.6.2	Métodos diretos de valoração .....	22
3.6.3	Síntese .....	26
4.	Metodologia .....	29
4.1	Descrição da área de estudo .....	29
4.2	Breve histórico do Bairro Demétria .....	30
4.3	Uso da terra no Bairro Demétria.....	33
5.	Valoração econômica ambiental.....	38
5.1	Mudanças estimadas nos valores dos serviços ecossistêmicos.....	38
6.	Conclusões.....	44
7.	Referências .....	46



## 1. Introdução

A humanidade sempre dependeu dos serviços prestados pela biosfera e pelos seus ecossistemas. A composição da atmosfera, a composição do solo, a circulação dos elementos pelo ar e pelos cursos hídricos, além de muitos outros bens e serviços ecológicos são o resultado de processos vivos, e todos são mantidos e reabastecidos por ecossistemas vivos. A espécie humana é totalmente dependente do funcionamento dos serviços dos ecossistemas.

Com base nessa reflexão a Avaliação Ecossistêmica do Milênio (MEA) foi lançada no ano 2000, quando, o então Secretário Geral das Nações Unidas, Kofi Annan afirmou que:

“É impossível planejar uma política de meio ambiente efetiva se não for baseada em dados científicos fundamentados. Embora, avanços importantes na coleta de dados tenham sido feitos em muitas áreas, grandes lacunas permanecem no nosso conhecimento. Especialmente ao constatar que nunca foi feita uma avaliação global abrangente dos maiores ecossistemas do planeta. A Avaliação do Milênio dos Ecossistemas, sendo um esforço de colaboração internacional em grande escala para mapear a saúde do nosso planeta, é uma resposta a essa necessidade.”

Dos resultados obtidos pela MEA cabe destacar a consciência de que as mudanças ocorridas nos ecossistemas contribuíram com ganhos finais substanciais para o bem-estar humano e o desenvolvimento econômico, mas esses ganhos foram obtidos a um custo crescente. As mesmas mudanças ocorridas nos ecossistemas reduzirão substancialmente os benefícios trazidos pelos ecossistemas às gerações futuras. A degradação dos serviços dos ecossistemas geralmente acarreta danos significativos para o bem-estar humano e representa uma perda no patrimônio natural ou riqueza de um país.

Fica clara a necessidade e urgência de se discutir o tema e incrementar o conhecimento humano sobre a dinâmica ecológica, no sentido de proteger os ecossistemas à medida que se busca o desenvolvimento econômico.

Nesse sentido o presente trabalho busca demonstrar como a valoração ambiental pode ser um instrumento de gestão urbana através de um estudo de caso, tendo como objeto de estudo o Bairro Demétria devido às particularidades desse bairro e por ser uma referência nacional de aplicação e disseminação de práticas relacionadas à antroposofia.

## 2. Objetivos

O presente trabalho tem como objetivo geral avaliar os impactos da dinâmica de uso dos solos sobre os serviços ecossistêmicos gerados em uma zona especial de interesse socioambiental com foco em antroposofia, o Bairro Demétria, localizado no município de Botucatu, SP.

Os objetivos específicos consistem em:

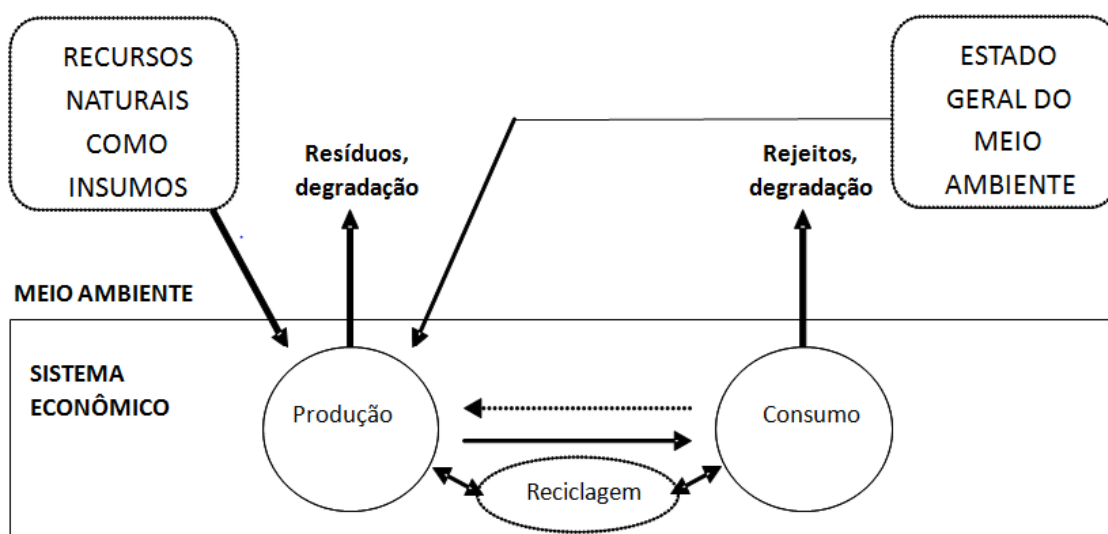
- Definir uma metodologia adequada para a valoração de serviços ecossistêmicos;
- Identificar os principais serviços ecossistêmicos prestados pela região, no início do Bairro Demétria e posteriormente, com o bairro já consolidado;
- Valorar os serviços ecossistêmicos prestados pelo bairro nesses dois momentos;
- Espera-se também fomentar discussões a respeito do uso da valoração ambiental como ferramenta de gestão urbana.

### 3. Revisão Bibliográfica

#### 3.1 Sistema econômico, capital natural e ecossistemas

O sistema econômico opera inserido no meio ambiente, com o qual interage, retirando dele recursos naturais essenciais para serem transformados em bens e serviços visando o consumo. Tanto a produção como o consumo geram resíduos, rejeitos poluentes que, em boa parte, acabam sendo devolvidos ao meio ambiente. A extração de recursos naturais – notadamente os não renováveis – não só altera a disponibilidade destes na natureza, como tem impactos sobre o estado geral do meio ambiente. Assim, as condições do meio ambiente podem ser fortemente afetadas pela deposição de resíduos, pela emissão e pela concentração de poluentes originados do funcionamento da economia (Figura 1). Deste modo, o sistema econômico impacta os ecossistemas e tais impactos estão em funções da sua escala e do estilo dominante de crescimento econômico, ou seja, o modo pelo qual o sistema econômico se expande (Tosto, 2010).

Figura 1. Interação entre economia e meio ambiente.



Fonte: Muller (2009)

Os efeitos combinados da escala cuja expansão se acelerou fortemente nas últimas décadas, e do estilo de crescimento, têm conduzido o mundo a uma era em que o capital natural assume o lugar do capital manufaturado como o fator limitante do desenvolvimento econômico, devendo-se, então, estimular o desenho de políticas econômicas voltadas a incrementar a produtividade dos ecossistemas e dos benefícios deles derivados (Daly & Farley, 2004).

A pressão exercida pelo sistema econômico sobre os ecossistemas depende do tamanho da população, do padrão de consumo e da tecnologia. A tecnologia pode

relativizar esta pressão, mas não evitar que ela produza uma catástrofe ambiental caso a população e/ou consumo cresçam indefinidamente, levando a uma possibilidade de ocorrência de perdas irreversíveis e consequentemente potenciais rupturas nos ecossistemas que podem causar danos irreparáveis à humanidade. Vários trabalhos empíricos se preocuparam em analisar a relação entre o crescimento econômico e a degradação ambiental ou a qualidade dos ecossistemas, o que sugere que ainda existe uma grande lacuna a ser preenchida no que se refere à compreensão dos impactos de fatores econômicos sobre os ecossistemas (Mueller, 2007).

Para Muller (2009), o funcionamento do sistema econômico vem exigindo do ecossistema global o desempenho das seguintes funções básicas: (i) o provimento de insumos econômicos denominados “recursos naturais”. O sistema econômico extrai tais recursos do seu meio externo e os transforma pelo processo produtivo em bens e serviços que, direta ou indiretamente, são consumidos; e (ii) o fornecimento de energia. O ecossistema global é uma estrutura dissipativa que opera longe do equilíbrio termodinâmico. Os subsistemas do ecossistema global, que também são estruturas dissipativas, funcionam graças à energia solar que atinge o ecossistema global, e à energia acumulada no seu interior.

Constanza et al. (1997) define "Capital" como um fator de produção gerado pelo sistema econômico, ou os ativos financeiros subjacentes a esses fatores. O capital natural pode ser considerado como o estoque de recursos naturais existentes que geram um fluxo de serviços tangíveis e intangíveis direta e indiretamente úteis aos seres humanos, conhecido como renda natural (Costanza & Daly, 1992).

A população do planeta é totalmente dependente dos seus ecossistemas e dos serviços que eles oferecem, incluindo alimentos, água, controle de doenças, regulação do clima, satisfação espiritual e apreciação estética. A preocupação da comunidade internacional com a necessidade e a urgência de se tomarem medidas imediatas inovadoras para defender e proteger os ecossistemas, bem como obter o desenvolvimento econômico, levou a uma parceria entre diversas instituições internacionais com o objetivo de fornecer bases científicas para a gestão sustentável dos ecossistemas, permitindo a provisão contínua dos serviços por eles gerados. Assim, a Avaliação Ecossistêmica do Milênio somou esforço único de sistematizar informações relativas aos serviços ecossistêmicos e sua contribuição para o bem-estar humano (MEA, 2005).

Nas últimas cinco décadas, o ser humano alterou esses ecossistemas de maneira jamais observada em qualquer outra época da história da humanidade, em geral para suprir a procura crescente por alimentos, por água pura, por madeira, por fibras e por combustível. As atividades agrícolas, em particular, são as principais responsáveis pela devastação dos ecossistemas, em um processo que maximiza a provisão de alimentos e fibras à custa da degradação dos demais serviços ecossistêmicos (MEA, 2005).

“Capital Natural” é então classificado como: (i) recursos estoque-fluxo e (ii) recursos fundo-serviço. Recursos estoque-fluxo são aqueles provenientes do capital natural que são incorporados ao produto final e produzem fluxo material de qualquer magnitude, medido como a quantidade física de bens que podem ser produzidos,

podendo ser estocado para usos futuros. Os recursos fundo-serviço não são incorporados ao produto final, produzem taxas fixas e não podem ser estocados para uso futuro (Daly e Farley, 2004).

### **3.2 Conceito de sistema, ecossistema e função ecossistêmica**

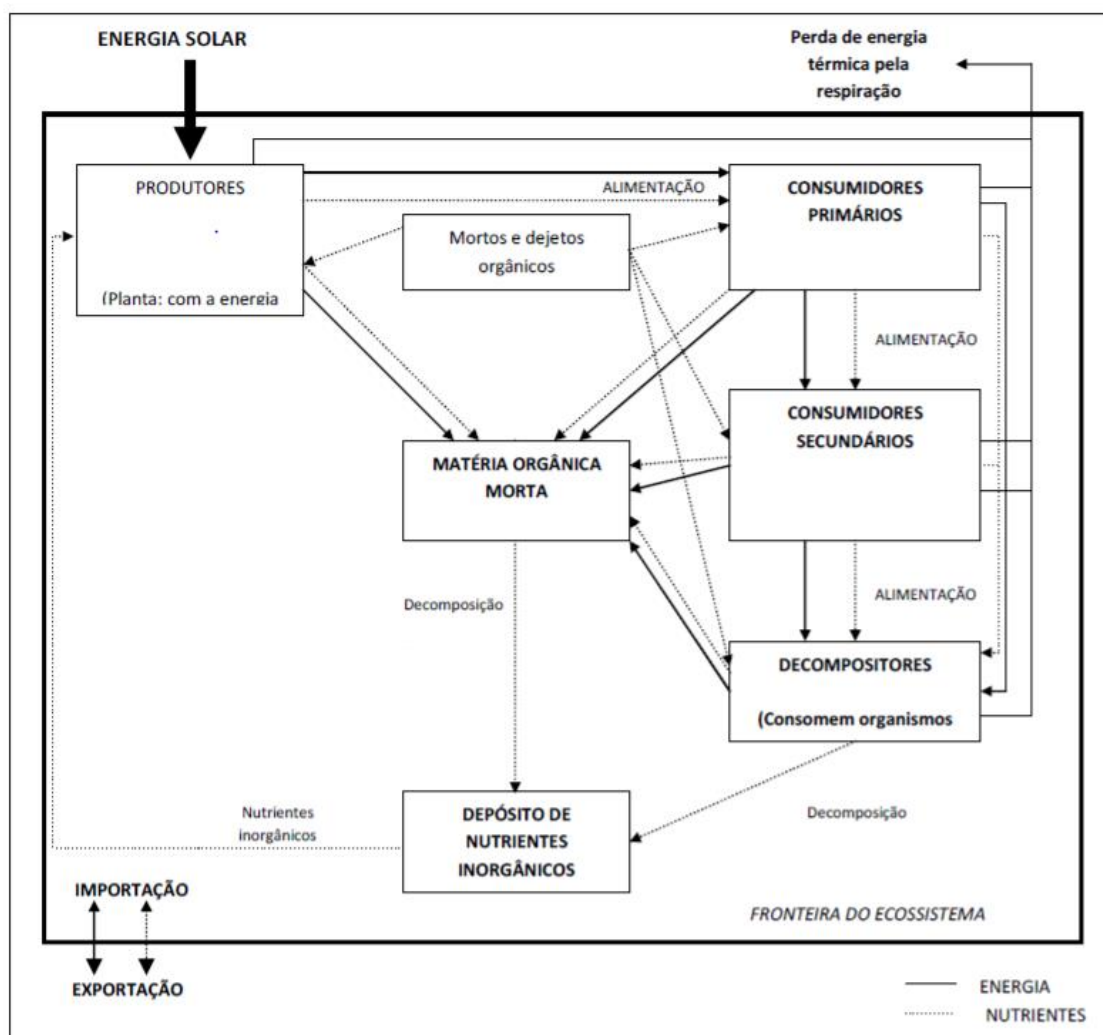
O ecossistema é um sistema delimitado arbitrariamente, onde se dão relações complementares entre os organismos vivos e seu ambiente. É constituído de organismos vivos, que interagem com fatores bióticos, e de componentes físicos e químicos não-vivos do ambiente, como solo, luz, umidade, temperatura etc., que constituem os fatores bióticos (Feiden, 2005).

As relações entre ambos formam a estrutura do sistema, já os processos dinâmicos de que participam constituem a função do sistema. A função dos ecossistemas naturais refere-se aos processos dinâmicos que ocorrem dentro deste: o movimento, o desenvolvimento, a conversão e o fluxo de matéria e de energia, além das interações e das relações dos organismos e dos componentes bióticos do ambiente. Esses processos são fundamentais para entender os conceitos de dinâmica, eficiência e produtividade dos ecossistemas (Feiden, 2005). A Figura 2 apresenta o fluxo de matéria e energia entre os níveis tróficos de um ecossistema.

De uma maneira geral, funções ecossistêmicas significavam a capacidade dos processos e dos componentes da natureza em prover bens e serviços que satisfaçam as necessidades humanas direta ou indiretamente (De Groot et al., 2002).

De acordo com Tosto (2010), os bens e os serviços da natureza são chamados simplificadaamente de "serviços ecossistêmicos" e estariam associados ou seriam derivados das "funções ecossistêmicas". O conceito de funções ecossistêmicas é relevante no sentido de que, por meio delas, dá-se a geração dos chamados serviços ecossistêmicos, que são benefícios diretos e indiretos obtidos pelo homem a partir dos ecossistemas.

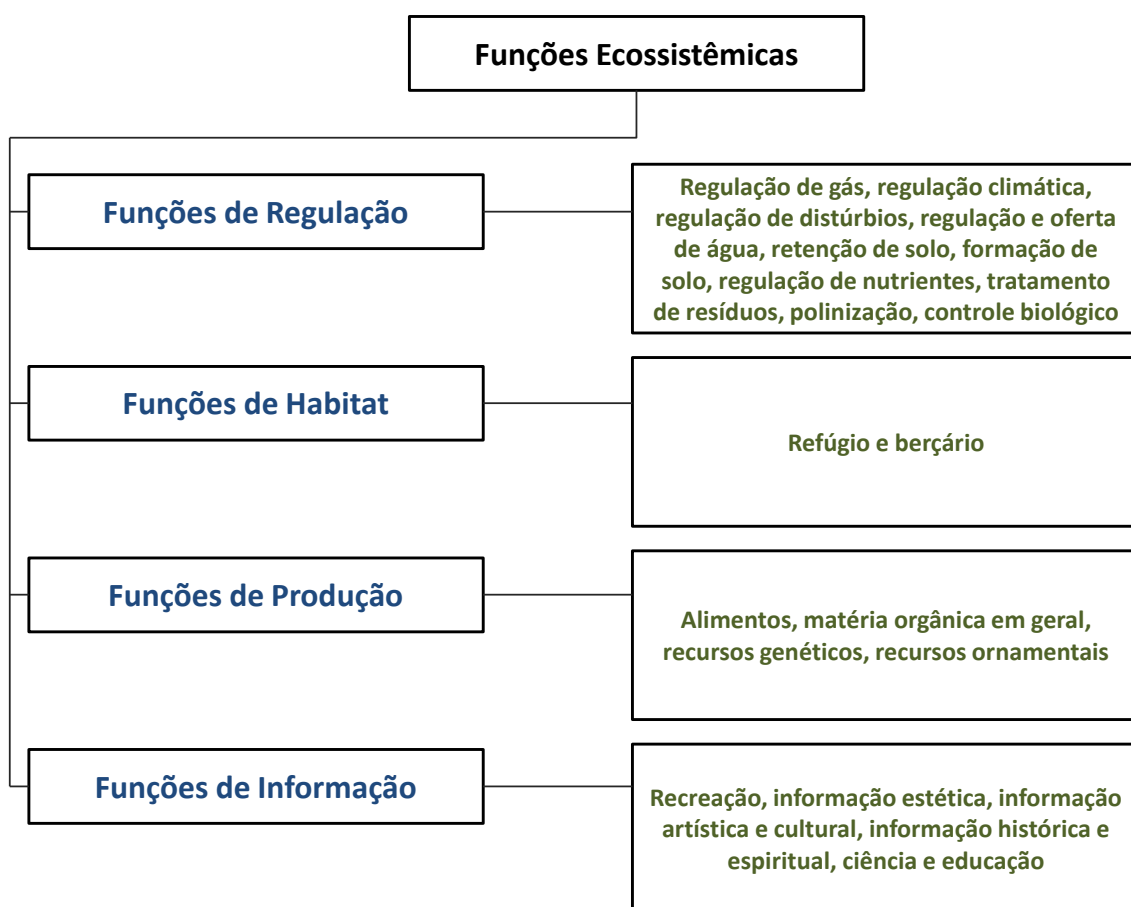
Figura 2. Fluxo de matéria e energia entre níveis tróficos de um ecossistema.



Fonte: Mueller (2007).

De Groot et al. (2002) agrupa as funções ecossistêmicas em quatro categorias primárias, onde as funções de regulação e a função de habitat proporcionam suporte e manutenção dos processos e dos componentes naturais e ainda contribuem para a provisão das demais funções. As outras duas categorias são as de produção e de informação (Figura 3).

Figura 3. Funções ecossistêmicas categorizadas.



Fonte: de Groot et al. (2002).

As funções de regulação estão relacionadas à capacidade de os ecossistemas regularem processos ecológicos essenciais de suporte à vida, através de ciclos biogeoquímicos e outros processos da biosfera. Todos esses processos são mediados pelos fatores abióticos de um ecossistema. Essas funções mantêm a saúde dos ecossistemas, tendo impacto direto e indireto sobre as populações humanas. Como função de regulação pode-se citar: composição química da atmosfera, dos oceanos e da biosfera como um todo; equilíbrio entre o oxigênio e o dióxido de carbono; manutenção da camada de ozônio; cobertura vegetal e o sistema de raízes: a capacidade de prevenção (ou mitigação) de distúrbios (ou danos naturais); capacidade de absorção de água e resistência eólica da vegetação; capacidade de filtragem e de estocagem de água e capacidade de retenção (proteção) de solo, que previne o fenômeno de erosão e compactação do solo.

Funções ecossistêmicas relacionadas à reprodução vegetal, como aquelas que resultam das atividades de algumas espécies, tais como insetos, pássaros e morcegos, traduzem-se também em serviços ecossistêmicos essenciais para a manutenção da produtividade agrícola.

As funções de habitat são essenciais para a conservação biológica e genética e para a preservação de processos evolucionários. Essas funções exercem o papel de refúgio e

de berçário, fornecendo espaço e abrigo para espécies animais e vegetais, contribuindo, assim, para a manutenção da diversidade genética e biológica. A perpetuação das espécies, principalmente em ecossistemas costeiros, encontra na função de berçário condições ideais para a sua manutenção (Tosto, 2010).

As funções de produção estão ligadas à capacidade de os ecossistemas fornecerem alimentos para o consumo humano, obtida através de processos como a fotossíntese, do sequestro de nutrientes e de ecossistemas seminaturais, como as terras cultivadas.

As funções de informação relacionam-se à capacidade dos ecossistemas naturais contribuírem para a manutenção da saúde humana, fornecendo oportunidades de reflexão, de enriquecimento espiritual, de desenvolvimento cognitivo, de recreação e de experiência estética. Como funções de informação pode-se citar: conhecimento estético, recreação e (eco)turismo; inspiração cultural e artística; informação histórica, cultural e científica.

### **3.3 Serviços ecossistêmicos**

A Avaliação Ecosistêmica do Milênio (MEA, 2005) classifica os serviços ecossistêmicos de uma forma similar às funções ecossistêmicas classificando-os em quatro categorias, apresentadas na Figura 4:

- (i) Serviços de provisão ou de abastecimento;
- (ii) Serviço de regulação;
- (iii) Serviços culturais;
- (iv) Serviços de suporte.

Os serviços de abastecimento referem-se à produção de estoques de materiais necessários para o ser humano se manter vivo, trabalhar, deslocar-se e manufaturar novos bens. Sua sustentabilidade não deve ser medida apenas em termos de fluxos e sim na qualidade e no estado do estoque do capital. É importante verificar os limites da sua capacidade de suporte, visando a uma sustentabilidade ecológica destes serviços. Como serviços de abastecimento pode-se citar os seguintes:

1. Água doce: a água potável é um bem obtido da capacidade de infiltração e do tratamento natural que ela recebe nos ecossistemas;
2. Alimentos e fibras: inclui toda a variedade de produtos alimentícios derivados das plantas, animais e microrganismos, incluindo materiais como a juta, a seda, o algodão e outros materiais fibrosos;
3. Combustível: lenha, biocombustíveis e outros materiais biológicos que possam servir como fonte de energia;
4. Recursos genéticos que são os genes e as informações genéticas usadas na criação de animais e de plantas e na biotecnologia;
5. Produtos bioquímicos, medicamentos e fármacos como os biocidas, aditivos alimentares e compostos funcionais;

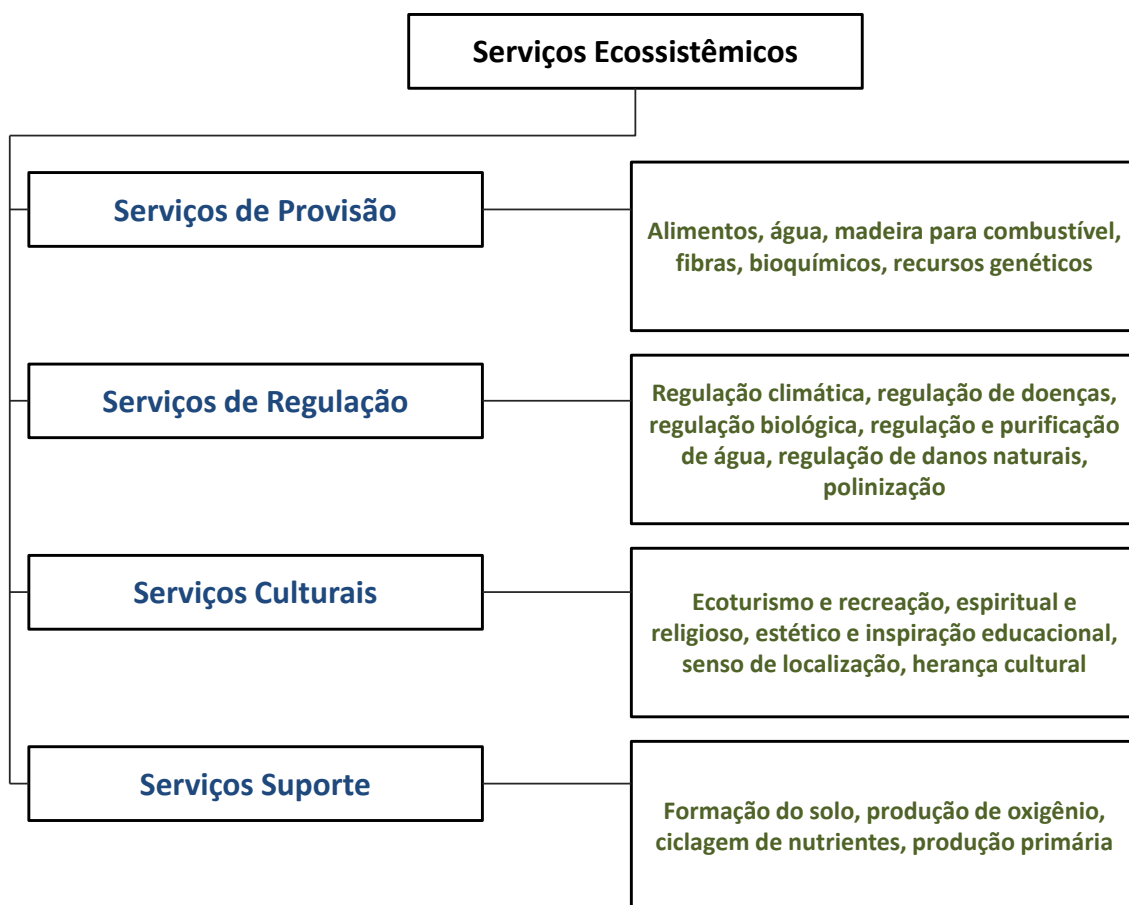


6. Produtos ornamentais como as peles, conchas, flores e pedras preciosas.

Os serviços de regulação são os benefícios indiretos obtidos da estabilização do ecossistema demonstrando habilidade em manter as características necessárias para a manutenção da vida das espécies ecológicas. Como serviços de regulação pode-se citar os seguintes:

1. Regulação do clima, em que a influência dos sistemas naturais no clima pode ocorrer tanto local quanto globalmente, ou seja, mudanças na cobertura do solo podem afetar a temperatura e a precipitação atmosférica e o sequestro e a emissão de gases de efeito estufa pelos ecossistemas podem influenciar no balanço energético do planeta;
2. Manutenção da qualidade do ar, em que os ecossistemas retiram e adicionam vários compostos químicos na atmosfera influenciando, assim, muitos aspectos da qualidade do ar;
3. Regulação da água, onde o deflúvio, a área de recarga aquífera e as inundações em uma bacia hidrográfica podem apresentar variações de intensidade e de frequência, conforme as mudanças na cobertura do solo. A conversão de florestas em áreas agrícolas pode modificar o potencial de armazenamento de água no solo;
4. Controle da erosão: a cobertura vegetal é fundamental para a retenção e para aumentar a infiltração de água no solo;
5. Purificação da água e tratamento de resíduos;
6. Regulação de doenças humanas: as mudanças nos sistemas naturais podem modificar diretamente a abundância de fatores patógenos humanos, como cólera, e alterar o número de vetores de enfermidades, como os mosquitos, por exemplo;
7. Controle biológico, em que as mudanças nos ecossistemas afetam o surgimento de pragas nos cultivos agrícolas e de doenças em rebanhos bovinos;
8. Polinização, em que qualquer alteração no ecossistema pode afetar a distribuição dos polinizadores, pela mudança ou extinção de seu habitat;
9. Proteção contra tempestades, em que as zonas costeiras, como mangues e recifes de coral podem reduzir bruscamente os prejuízos causados por furacões ou ondas de maior dimensão.

Figura 4. Categorização dos serviços ecossistêmicos.



Fonte: MEA (2003)

Os serviços culturais incluem a diversidade cultural e estão associados às experiências concretas e subjetivas derivadas da interação do homem com os diversos componentes dos ecossistemas. Esses serviços estão intimamente ligados a valores e a comportamentos humanos, bem como às instituições e aos padrões sociais. Estas informações são processadas pelo ser humano para gerar um conjunto de valores espirituais, estéticos, educacionais e de recreação, que se refletem nas diversas instituições humanas e nos variados padrões de organização social, econômica e política. Como serviços culturais pode-se citar os seguintes:

1. A diversidade cultural, em que a variedade dos ecossistemas é um fator que influencia a diversidade de culturas;
2. Valores espirituais e religiosos, sendo que muitas religiões associam os valores espirituais e os religiosos aos ecossistemas ou aos seus componentes;
3. Sistemas de conhecimento (tradicional e formal), já que os ecossistemas podem influenciar os tipos de sistemas de conhecimento desenvolvido por diferentes culturas;

4. Valores educacionais, em que os sistemas naturais e os seus processos fornecem a base para a educação formal e informal em muitas sociedades;
5. Inspiração, sendo que os ecossistemas proporcionam uma rica fonte de inspiração para a arte: o folclore, os símbolos nacionais, a arquitetura e a publicidade;
6. Valores estéticos, em que muitas pessoas encontram beleza ou valor estético em diversos aspectos dos ecossistemas;
7. Relações sociais, já que os ecossistemas influenciam os tipos de relações sociais que são estabelecidos em determinadas culturas;
8. Sentido de pertencer a um lugar, pois muitas pessoas valorizam o sentido de pertencer que é associado a características reconhecidas do ambiente, incluindo aspectos do ecossistema;
9. Valores de herança cultural, uma vez que muitas sociedades valorizam altamente a manutenção de paisagens historicamente importantes ou espécies culturalmente significativas;
10. Recreação e ecoturismo, em que as pessoas muitas vezes escolhem onde passar seu tempo de lazer em parte baseadas nas características das paisagens naturais ou cultivadas de determinada área.

Os serviços de suporte são aqueles necessários para a produção dos outros serviços ecossistêmicos. Eles se diferenciam das demais categorias na medida em que seus impactos sobre o homem são indiretos e/ou ocorrem no longo prazo. Como exemplos, pode-se citar a produção primária, produção de oxigênio atmosférico, formação e retenção de solo, ciclagem de nutrientes, ciclagem da água e provisão de habitat.

Os ciclos de vários nutrientes-chave para o suporte da vida têm sido significativamente alterados pelas atividades humanas ao longo dos últimos dois séculos, com consequências positivas e negativas para os outros serviços ecossistêmicos, além de impactos no próprio bem-estar humano. A capacidade dos ecossistemas terrestres em absorver e reter nutrientes suspensos na atmosfera ou fornecidos através da aplicação de fertilizantes tem sido comprometida pela transformação e simplificação dos ecossistemas em paisagens agrícolas de baixa diversidade. Em consequência, há um incremento no vazamento desses nutrientes para rios e lagos, sendo transportados para ecossistemas costeiros e causando impactos adversos, como a eutrofização e a consequente perda de biodiversidade em ecossistemas aquáticos.

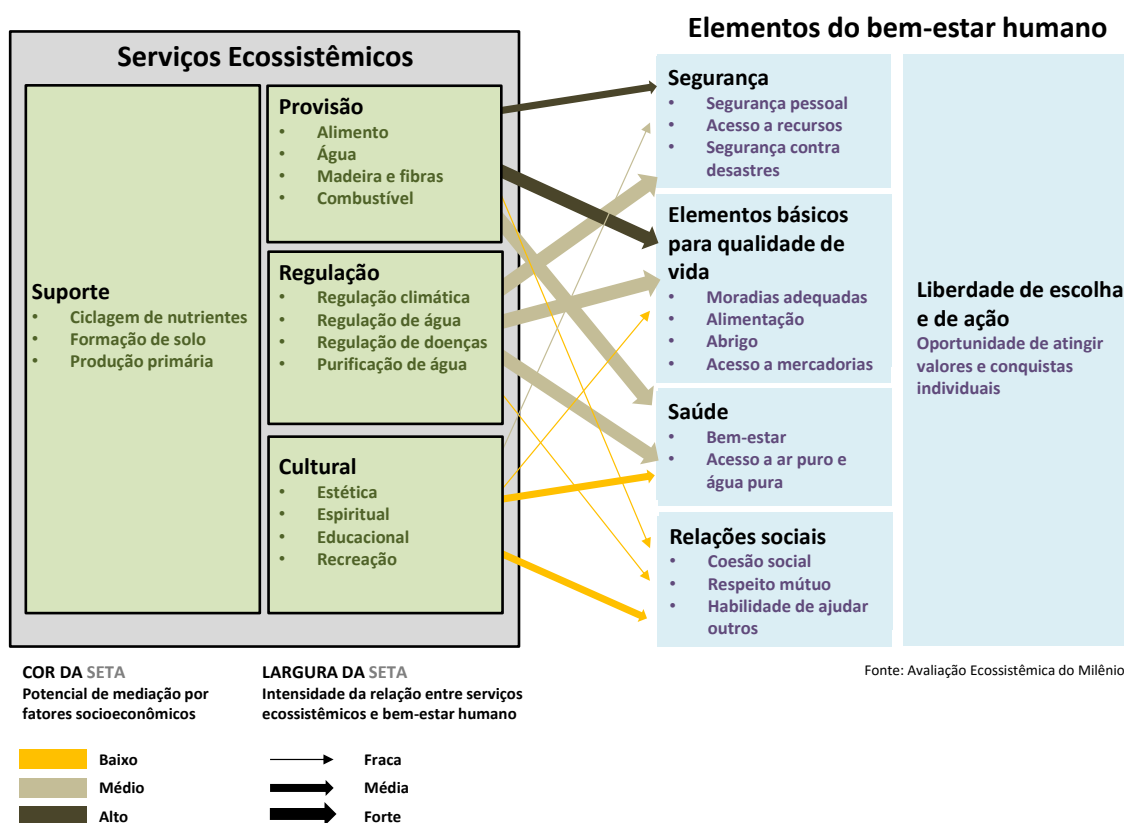
### **3.4 Ecossistemas e o bem-estar da humanidade**

A degradação dos ecossistemas naturais e dos fluxos de serviços gerados tem impactos no bem-estar das populações, assim, os constituintes de bem-estar como segurança, materiais básicos, saúde e relações sociais, também podem sofrer

influências diretas quando existe mudança dos serviços ecossistêmicos. Esta interdependência reflete diretamente os processos de coevolução que remontam às origens da biosfera terrestre. As relações entre o bem-estar e os serviços ecossistêmicos são complexas e não lineares. Um serviço abundante pode representar uma pequena contribuição ao bem-estar, porém, um serviço escasso pode diminuir drasticamente o bem-estar. Há uma interdependência dos processos de geração dos serviços ecossistêmicos e entre as próprias dimensões do bem-estar (MEA, 2003).

A MEA (2003) elaborou as interconexões entre serviços ecossistêmicos e o bem-estar humano. A utilização sustentável dos serviços ecossistêmicos é imprescindível para que haja uma harmonia com o bem-estar humano. A Figura 5 mostra a relação entre serviços ecossistêmicos e bem-estar.

Figura 5. Relações entre serviços ecossistêmicos e bem-estar humano.



Fonte: MEA (2005) adaptado pelo autor.

As setas com maior espessura estão intimamente ligadas aos serviços de abastecimento e regulação, significando uma maior ligação com os componentes do bem-estar humano, como a saúde e os materiais básicos para uma boa vida. O abastecimento de alimentos é imprescindível para constituir e manter a imunidade do organismo humano contra doenças. As setas mais escuras mostram os serviços com maior potencial de influenciar alguns fatores socioeconômicos. Os serviços de

abastecimento e de regulação, como a provisão de alimentos e a purificação da água, são produtos do ecossistema que devem estar disponíveis para a população, diminuindo assim os níveis de pobreza. Os serviços culturais, que apresentam as setas mais claras e menos espessas, são serviços de menor impacto direto na constituição física humana, mas que são imprescindíveis para a sua saúde psicossocial.

### **3.5 Valoração Ambiental**

O crescimento da população e a expansão das grandes indústrias baseada no uso de combustíveis fósseis abriram caminho para uma expansão expressiva na escala das atividades humanas, pressionando a base limitada, e cada vez mais escassa, dos recursos naturais do planeta. A crescente preocupação com a escassez dos recursos naturais e com o futuro das próximas gerações fez surgir o conceito de desenvolvimento sustentável, uma solução conciliadora entre crescimento econômico e o uso sustentável dos recursos naturais. Uma das condições necessárias para a sustentabilidade é a elaboração de estatísticas capazes de fornecer informações mais evidentes sobre a relação entre desenvolvimento econômico e o uso ou estágio de degradação do meio ambiente (Tosto, 2010).

Uma das discussões correntes, desde a Conferência sobre o Meio Ambiente e Desenvolvimento das Nações Unidas (UNCED), realizada em 1992 no Rio de Janeiro, é justamente a mensuração do desenvolvimento sustentável. Até então, as estatísticas sobre o meio ambiente eram totalmente dissociadas da economia. Embora produzissem índices considerados úteis para organizar e apresentar dados ambientais em quantidades físicas, as mesmas eram incapazes de incorporar dados monetários para permitir a conexão com variáveis econômicas (Margulis, 1995).

Um bem ou um serviço ambiental qualquer tem grande importância para o suporte às funções que garantem a sobrevivência das espécies. De uma forma geral, todas as espécies de animais e de vegetais dependem dos serviços ambientais e dos recursos naturais para sua existência. Essa importância traduz-se em valores associados aos bens ou aos recursos ambientais, que podem ser valores morais, éticos ou econômicos.

Qualquer gestor ou tomador de decisões pode se defrontar com a necessidade de ordenar opções entre as várias possíveis, tendo que escolher algumas em detrimento de outras, já que, ocasionalmente, o total de recursos financeiros previstos é maior do que o orçamento disponível. Ou seja, as decisões políticas são tomadas em um contexto de escassez e, assim, implicam custos de oportunidade. A análise de custo-benefício é uma ferramenta muito útil nesses casos, pois permite comparar o custo de realizar uma opção (gestão, investimento, ação, projeto) com os benefícios decorrentes de sua implementação e, dessa forma, permite uma tomada de decisões com base naquela opção que apresenta a menor relação custo benefício (Seroa da Motta, 1998).

O problema de aplicar a análise de custo-benefício em políticas que afetam o ambiente está, principalmente, em determinar a taxa social de desconto adequada. Assim, foram desenvolvidos métodos indiretos e de não-mercado para valorar bens e serviços ambientais monetariamente. Os métodos do custo de viagem, dos preços hedônicos e a valoração contingente são, atualmente, os mais utilizados e tem havido muito debate sobre a validade e a confiança desses métodos e de outros quanto aos resultados e à eficácia (Tosto, 2010).

Para Bromley (1990) ainda não há um consenso quanto à eficiência de um método em relação ao outro, mesmo porque não há como precisar o real preço de um bem ou de um serviço ambiental. O autor afirma que existe ainda um profundo desconhecimento das complexas relações da biodiversidade, da capacidade de regeneração do ambiente e de seu limite de suporte das atividades humanas. Assim, cada método apresenta uma eficiência específica para determinado caso.

Os ecossistemas têm valor porque mantêm a vida na Terra e geram os serviços necessários para satisfazer as necessidades humanas, materiais e não materiais, assim, o valor dos serviços ambientais ecossistêmicos nunca é zero e pode ser muito elevado (MEA, 2003).

O valor econômico é uma das muitas formas possíveis de definir e de medir valor e é antropocêntrico, pois tem um valor para os humanos. Há várias percepções e definições de valor e de valoração, mas três tipos principais são usualmente definidos: valores ecológicos, socioculturais e econômicos, cada um com seu próprio conjunto de critérios e de unidades de valor (De Groot et al., 2002).

Como alguns bens e serviços públicos não são transacionados no mercado e, portanto, não há preços para revelar seu valor, deve-se usar uma forma de análise de custo benefício em que os valores sociais dos bens e dos serviços reflitam variações de bem-estar das pessoas e não somente dos seus respectivos valores de mercado. Os economistas desenvolveram vários métodos para estimar o valor monetário dessas funções, isto é, determinar seu valor monetário em relação a outros bens e serviços da economia (Seroa da Motta, 1998).

Comune (1995) comenta que o desenvolvimento teórico e instrumental mais importante para o aprimoramento da teoria neoclássica relaciona-se ao problema da revelação das preferências e da estimação dos danos no domínio do meio ambiente. A necessidade de conceituar o valor econômico do meio ambiente, bem como de desenvolver técnicas para estimar este valor, surge, basicamente, do fato incontestável de que a maioria dos bens e dos serviços ambientais e das funções providas ao homem pelo ambiente não é transacionada no mercado (Marques e Comune, 1996).

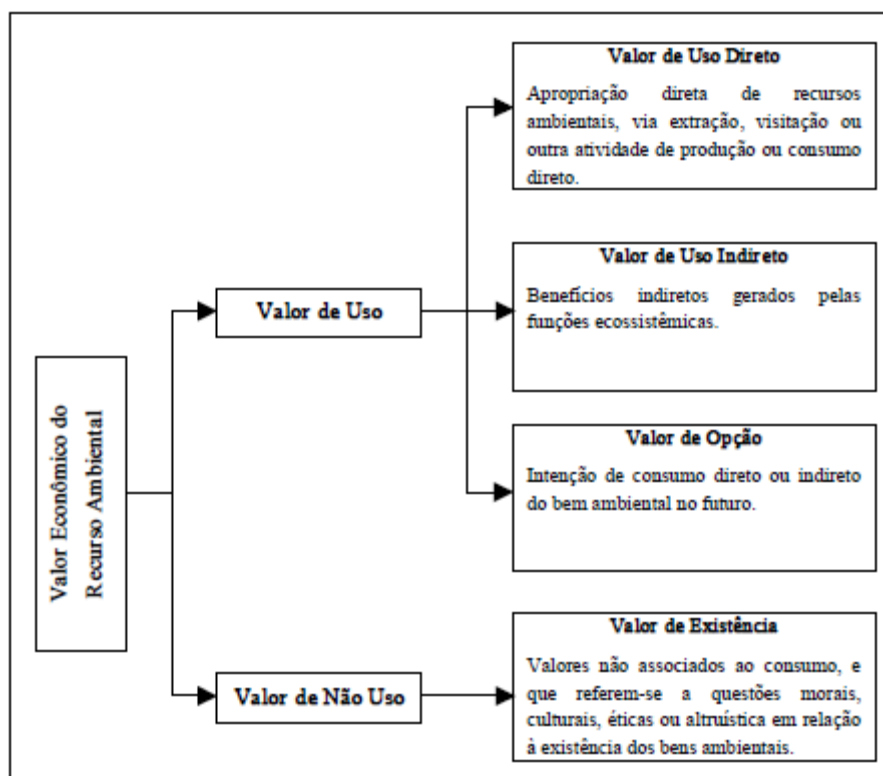
Determinar o valor econômico de um recurso ambiental é estimar o seu valor monetário em relação aos outros bens/serviços disponíveis na economia. Portanto, qualquer que seja a forma de gestão deste recurso, o gestor terá de equacionar o problema de alocar um orçamento financeiro limitado frente a uma enorme quantidade de alocações de gastos possíveis e que visam diferentes opções de investimentos ou consumo (Comune, 1995).

Seroa da Motta (1998) propõe um roteiro em que apresenta os principais procedimentos que o usuário dos métodos de valoração poderá utilizar como forma de orientar um estudo de valoração ambiental de um recurso natural. A organização do roteiro é de forma resumida e apresentada da seguinte forma:

- Etapas que distinguem um segmento exclusivo de valoração;
- Hipóteses que definem a correlação entre a variação da disponibilidade do recurso ambiental e o resto da economia;
- Situações que definem a disponibilidade de informações que restringem o uso de cada método;
- Procedimentos que indicam os métodos apropriados para cada situação.

Da mesma forma que as características ambientais, tais como qualidade do ar e da água, afetam a produtividade da terra, e acabam influenciando o preço de algumas propriedades, podemos imaginar o valor de cada recurso ambiental como uma função de seus atributos. Enquanto os fluxos de bens e serviços ambientais gerados pelo consumo definem os atributos relacionados ao seu valor de uso, os atributos relacionados à própria existência do recurso, sem qualquer associação ao seu uso presente ou futuro, configuram o valor de não uso, ou valor de existência do recurso ambiental. Os valores de uso, por sua vez, podem ainda ser classificados em valor de uso direto, valor de uso indireto e valor de opção. A desagregação do valor econômico do recurso ambiental é ilustrada na Figura 6.

Figura 6. Decomposição do valor econômico de um recurso ambiental.



Fonte: Maia et al. (2004).

Ainda se encontra grande ineficiência na determinação de preços de mercado para recursos naturais explorados direta ou indiretamente pelos agentes econômicos. Os atuais preços correntes dos produtos naturais são quase todos subavaliados, pois não incorporam os custos da extração de recursos renováveis além de sua capacidade de regeneração. Como os preços de grande parcela dos recursos naturais não costumam variar em função da escassez, se o preço de extração diminuir por algum motivo, provavelmente a extração do recurso aumentará e seu preço de mercado diminuirá (Alfieri, 1999). Estes custos de depleção são danos ambientais causados por agentes econômicos que não serão inseridos no sistema de preço caso não sejam internalizados. Da mesma maneira, a poluição do ar, água ou terra provocada por agentes econômicos afetará não só a qualidade como a quantidade dos ativos ambientais, e deve ser deduzida do agente poluidor como forma de internalizar os prejuízos causados ao ambiente.

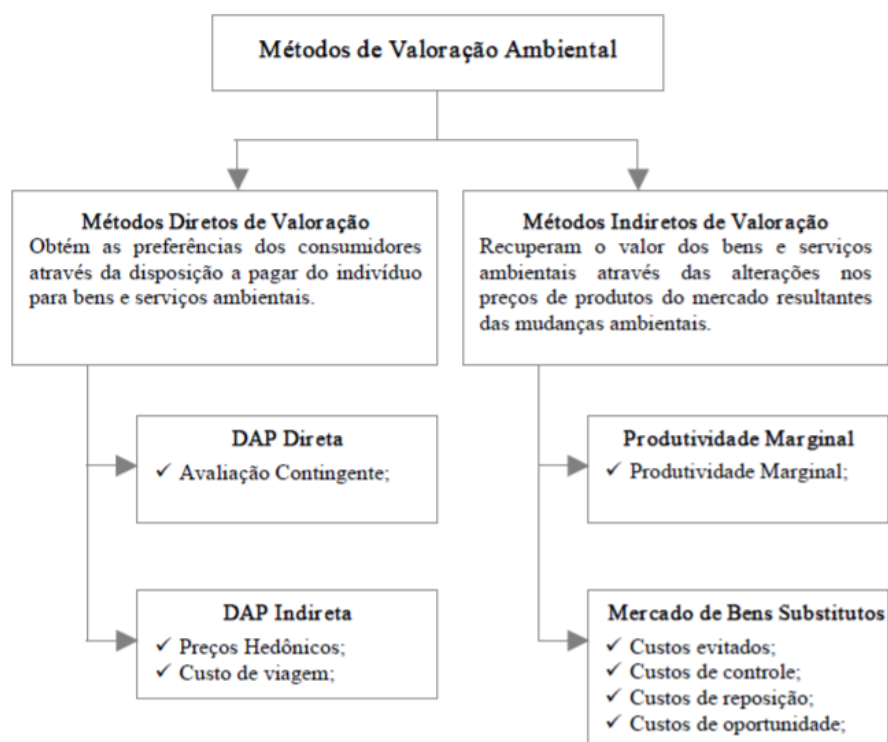
*“Se todos os danos ambientais pudessem ser inseridos nas funções de produção das empresas, haveria também maior viabilidade econômica para atividades sustentáveis como a agricultura orgânica e o manejo florestal. Embora evite prejuízos maiores ao meio ambiente, grande parte destas atividades sustentáveis ainda depende da conscientização ambiental da população – refletida em sua disposição a pagar –, pois usualmente seus produtos apresentam preços mais elevados no mercado” (Maia et al., 2004).*

### **3.6 Métodos de valoração**

Pode-se classificar os métodos de valoração em diretos e indiretos. Os métodos diretos procuram captar as preferências das pessoas utilizando-se de mercados hipotéticos ou de mercados de bens complementares para obter a disposição a pagar (DAP) dos indivíduos pelo bem ou serviço ambiental. Por sua vez, os denominados métodos indiretos procuram obter o valor do recurso através de uma função de produção, relacionando o impacto das alterações ambientais a produtos com preços no mercado (Fonseca et al., 2013). Uma síntese dos principais grupos de métodos e seus respectivos subgrupos é ilustrada na Figura 7.



Figura 7. Métodos de valoração ambiental.



Fonte: Maia et al. (2004).

Cada método de valoração apresenta suas limitações na captação dos diferentes tipos de valores do recurso ambiental (Tabela 1). Não há como comprovar a eficiência de um em relação a outro, mesmo porque não há como precisar o real valor de um recurso ambiental. A escolha correta deverá considerar, entre outras coisas, o objetivo da valoração, a eficiência do método para o caso específico e as informações disponíveis para o estudo. No processo de análise devem estar claras as limitações metodológicas, e as conclusões restritas às informações disponíveis.

Tabela 1. Tipos de valores captados pelos métodos de valoração.

Métodos de Valoração			Valor Uso			Valor Existência
			Valor Uso Direto	Valor Uso Indireto	Valor Opção	
<b>Métodos Indiretos</b>	Produtividade Marginal					
	Mercado Bens Substitutos	Custos Evitados				
		Custos de Reposição				
		Custos de Oportunidade				
		Custo de Controle				
<b>Métodos Diretos</b>	DAP Indireta	Custo de Viagem				
		Preços Hedônicos				
	DAP Direta	Avaliação Contingente				

Fonte: elaborado pelo autor.

Os métodos indiretos são mais simples e menos onerosos. Estimam o impacto de uma alteração ambiental na produção de bens e serviços comercializáveis – como o nível de poluição de um rio que afeta a produção pesqueira e, conseqüentemente, os rendimentos de uma comunidade ribeirinha –. Embora as estimativas indiretas sejam quase sempre subestimadas, pois captam apenas valores de uso dos recursos ambientais, muitas vezes são suficientes para viabilizar, por exemplo, o uso sustentável de um ambiente (Fonseca et al., 2013).

Entretanto, em muitas situações a maior parte do valor de um recurso ambiental provém de valores de não uso, relacionados à ética, cultura, religião, ou simples preservação de habitats naturais. Nestas circunstâncias, os métodos diretos são os únicos capazes de captar estes tipos de valores através da DAP direta da população pelo bem ou serviço ambiental.

### **3.6.1 Métodos indiretos de valoração**

Os métodos indiretos de valoração estimam o valor de um recurso ambiental através de uma função de produção. O objetivo é calcular o impacto de uma alteração marginal do recurso ambiental na atividade econômica, utilizando como referência produtos no mercado que sejam afetados pela modificação na provisão do bem ambiental.

Estes métodos exigem o conhecimento da relação entre a alteração ambiental e o impacto econômico na produção, que pode ser calculado diretamente no preço de mercado do produto afetado (produtividade marginal) ou em um mercado de bens substitutos (custos evitados, custos de controle, custos de reposição, custos de oportunidade).

#### **3.6.1.1 Produtividade marginal**

O método de produtividade marginal atribui um valor ao uso da biodiversidade relacionando a quantidade, ou qualidade, de um recurso ambiental diretamente à produção de outro produto com preço definido no mercado. O papel do recurso ambiental no processo produtivo será representado por uma função dose-resposta, que relaciona o nível de provisão do recurso ambiental ao nível de produção respectivo do produto no mercado. Esta função irá mensurar o impacto no sistema produtivo dada uma variação marginal na provisão do bem ou serviço ambiental, e, a partir desta variação, estimar o valor econômico de uso do recurso ambiental.

Como exemplo de função dose-resposta, podemos citar o nível de contaminação da água representando a dose de poluição, e a queda da qualidade dos rios e a conseqüente diminuição da produção pesqueira representando a resposta. Dose também pode ser o número de predadores naturais das pragas que prejudicam uma

produção agrícola, cuja queda terá como resposta a diminuição da produtividade agrícola.

A construção da função dose-resposta envolve duas etapas básicas. A primeira exige a elaboração de uma função física dos danos, relacionando a dose de poluição ou degradação à resposta do ativo ambiental poluído ou degradado na produção. A segunda corresponde à formulação de um modelo econômico que mensure o impacto financeiro destas alterações no processo produtivo. Entretanto, a função de produção pode não ser tão trivial caso as relações biológicas e tecnológicas sejam demasiadamente complexas (Seroa da Motta, 1998). A função exigiria a inclusão de múltiplas variáveis, e um estudo de campo bem detalhado para conhecimento de todos os agentes que participam do processo.

A tarefa de mensurar com precisão a provisão de bens ambientais já é um tanto complicada. Maiores dificuldades ainda serão encontradas na formulação de relacionamentos dose-resposta, que exigem sólidos conhecimentos sobre as ciências naturais (Pearce, 1993). Segundo Maia et al. (2004), é muito difícil precisar as relações causais ambientais, pois diversos benefícios tendem a ser afetados pela queda da qualidade ambiental, não somente aqueles do processo produtivo. Para conhecimento dos benefícios ou danos gerados, é necessário profundo conhecimento dos processos biológicos, capacidades técnicas e suas interações com as decisões dos produtores, e o efeito da produção no bem-estar da população.

O método de produtividade marginal acaba estimando apenas uma parcela dos benefícios ambientais, e os valores tendem a ser subestimados. A função de produção capta apenas valores de uso direto e indireto do recurso ambiental. Valores de opção e valores de existência, como a preservação das espécies, não fazem parte das estimativas.

### **3.6.1.2 Mercado de bens substitutos**

Muitas vezes não é possível obter-se diretamente o preço de um produto afetado por uma alteração ambiental, mas pode-se estimá-lo por algum substituto existente no mercado. A metodologia de mercado de bens substitutos parte do princípio de que a perda de qualidade ou escassez do bem ou serviço ambiental irá aumentar a procura por substitutos na tentativa de manter o mesmo nível de bem-estar da população.

As estimativas também são em geral subdimensionadas, pois tendem a considerar apenas os valores de uso direto e indireto dos recursos ambientais. Tanto os valores de opção quanto valores de existência, como o da preservação das espécies em seus habitats naturais, não fazem parte da estimativa dos benefícios gerados pelo recurso ambiental, já que se referem a atributos insubstituíveis. Sabe-se também, da dificuldade de encontrar na natureza recursos que substituam com perfeição os benefícios gerados por outros recursos naturais. As propriedades ambientais são

demasiadamente complexas e suas funções no ambiente pouco conhecidas para acreditar que possam ser substituídas de maneira eficiente. A eficácia das estimativas dependerá principalmente do objetivo da pesquisa, sendo muitas vezes suficiente para garantir, por exemplo, o uso sustentável de um recurso natural ou para evitar políticas de impactos ambientais.

#### 3.6.1.2.1 Custos evitados

Os custos evitados são muito utilizados em estudos de mortalidade e morbidade humana. O método estima o valor de um recurso ambiental através dos gastos com atividades defensivas substitutas ou complementares, que podem ser consideradas uma aproximação monetária sobre as mudanças destes atributos ambientais.

Por exemplo, quando uma pessoa paga para ter acesso à água encanada, ou compra água mineral em supermercados, supõe-se que esteja avaliando todos os possíveis males da água poluída, e indiretamente valorando sua disposição a pagar pela água descontaminada. Os investimentos feitos pela indústria automobilística em acessórios para aumentar a segurança dos automóveis, como a utilização de *airbags* também reflete a preocupação dos compradores com a diminuição do risco de morte em acidentes de trânsito, e podem gerar uma estimativa do valor dado à vida humana.

Em muitos estudos de mortalidade o valor humano é estimado a partir dos ganhos previstos ao longo da vida do indivíduo, observando sua produtividade presente e sua expectativa de vida. Mesmo desconsiderando a falta de ética na valoração da vida humana, estas estimativas apresentam algumas expressivas falhas latentes: valores econômicos menores para os mais velhos e os mais pobres; valores nulos para os desocupados e inativos; ignorar as preferências dos consumidores.

De acordo com Maia et al. (2004), as estimativas dos custos evitados tendem a ser subestimadas, pois desconsideram uma série de fatores, como a existência de um comportamento altruísta do indivíduo ao estimar o valor dado à vida ou à saúde alheia, além da falta de informação sobre os reais benefícios do bem ou serviço ambiental.

#### 3.6.1.2.2 Custos de controle

Custos de controle representam os gastos necessários para evitar a variação do bem ambiental e garantir a qualidade dos benefícios gerados à população. É o caso do tratamento de esgoto para evitar a poluição dos rios e um sistema de controle de emissão de poluentes de uma indústria para evitar a contaminação da atmosfera.

Por limitar o consumo presente do capital natural, o controle da degradação contribui para manter um nível sustentável de exploração, permitindo o aproveitamento dos recursos naturais pelas gerações futuras.

As maiores dificuldades deste método estão relacionadas à estimação dos custos marginais de controle ambiental e dos benefícios gerados pela preservação. Os investimentos de controle ambiental tendem a gerar benefícios diversos, sendo necessário um estudo muito rigoroso para determinação de todos estes. Como não há também um consenso quanto ao nível adequado de sustentabilidade, as pessoas encontram sérias dificuldades para ajustar os custos aos benefícios marginais e determinar o nível ótimo de provisão do recurso natural (Maia et al., 2004).

#### 3.6.1.2.3 Custos de reposição

No custo de reposição a estimativa dos benefícios gerados por um recurso ambiental será dada pelos gastos necessários para reposição ou reparação após o mesmo ser danificado. É o caso do reflorestamento em áreas desmatadas e da fertilização para manutenção da produtividade agrícola em áreas onde o solo foi degradado.

Suas estimativas baseiam-se em preços de mercado para repor ou reparar o bem ou serviço danificado, partindo do pressuposto que o recurso ambiental possa ser devidamente substituído. Uma das desvantagens do método é que, por maiores que sejam os gastos envolvidos na reposição, nem todas as complexas propriedades de um atributo ambiental serão repostas pela simples substituição do recurso. Os reflorestamentos estão longe de recuperar toda a biodiversidade existente em uma floresta nativa, assim como a adubação química jamais irá repor integralmente toda fertilidade do solo que levou milhões de anos para se constituir (Tosto, 2010).

Como nem todas as propriedades do bem ambiental podem ser completamente repostas, as estimativas tendem a ser subestimadas, mas fornecem uma ideia dos prejuízos econômicos causados pela alteração na provisão do recurso natural.

#### 3.6.1.2.4 Custos de oportunidade

Embora desejável do ponto de vista ambiental, a preservação gera um custo social e econômico que deve ser compartilhado entre os diversos agentes que usufruem dos benefícios da conservação. Toda conservação traz consigo um custo de oportunidade das atividades econômicas que poderiam estar sendo desenvolvidas na área de proteção, representando, portando, as perdas econômicas da população em virtude das restrições de uso dos recursos ambientais.

No caso de um parque ou reserva florestal com exploração restringida o custo de oportunidade de sua preservação seria dado pelos benefícios de uma possível atividade de exploração de madeira. Por outro lado, os benefícios ecológicos da preservação poderiam ser expressos pela renda gerada em atividades sustentáveis como o ecoturismo e a exploração de ervas medicinais.

Segundo Tosto (2010), alguns cuidados especiais devem ser tomados na estimativa. Atividades insustentáveis irão gerar danos irreversíveis e reduzir a oferta do bem ou serviço ambiental ao longo do tempo, e este fato não pode ser desconsiderado na estimativa dos custos de oportunidade destas explorações.

### 3.6.2 Métodos diretos de valoração

#### 3.6.2.1 Preços hedônicos

O método de preços hedônicos estabelece uma relação entre os atributos de um produto e seu preço de mercado. Pode ser aplicado a qualquer tipo de mercadoria, embora seu uso seja mais frequente em preços de propriedades.

Estatisticamente, o método utiliza uma regressão de quadrados mínimos ordinários para ajustar o preço da residência às diversas características que possam inferir no seu valor. Farão parte do modelo econométrico as características estruturais da residência (área construída, cômodos, etc.), características ambientais (índices de poluição, parques, etc), assim como índices socioeconômicos da região (etnia, nível econômico, índices de criminalidade, etc.).

A função de preços hedônicos  $P$ , relacionando o preço de uma residência  $i$  às suas características, será expressa por:

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

Onde,

$P_i$  = preço da residência  $i$

$R_i$  = características estruturais da residência  $i$  (cômodos, área construída, etc)

$SE_i$  = características socioeconômicas da região onde a residência está localizada (índices sociais, etnia, etc)

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

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

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

É muito difícil determinar todas as características que possam influenciar o preço da propriedade. Mesmo identificadas algumas características podem não ser quantificadas, como exige o modelo econométrico.

De acordo com Maia et al. (2004), a análise estatística selecionará apenas as características significantes, ou seja, aquelas que apresentarem alta correlação com o preço da propriedade. Assim, variáveis importantes poderão ser excluídas do modelo caso passem despercebidas pelos proprietários ao expressarem o valor para suas residências. O método é por definição de complementaridade fraca<sup>1</sup>, ou seja, se a disposição a pagar por uma residência for nula, as disposições marginais a pagar pelas características associadas à residência também serão nulas. Desta maneira, os proprietários apenas estarão dando valores para as características ambientais que estejam associadas aos preços de suas propriedades, impedindo a captação de valores não associados ao uso dos recursos ambientais.

Mesmo com esta série de dificuldades, o método de preços hedônicos pode fornecer uma boa estimativa caso a característica estudada seja quantificável e facilmente detectada pelos proprietários, que assim poderão expressar indiretamente sua disposição a pagar pelo recurso no preço de sua residência. Entretanto, numa situação onde indivíduos não tenham clara percepção sobre o recurso ambiental estudado, como por exemplo, a existência de um rico lençol freático no subsolo de uma região, os preços das residências não refletirão a importância deste atributo ambiental, sendo, portanto, não recomendado o uso desta metodologia.

### ***3.6.2.2 Custo de viagem***

O custo de viagem é uma metodologia muito utilizada para a valoração de patrimônios naturais de visitação pública. O valor do recurso ambiental é determinado pelos gastos dos visitantes para se deslocar ao patrimônio, incluindo transporte, tempo de viagem, taxa de entrada e outros gastos complementares.

O método estabelece uma função relacionando a taxa de visitação às variáveis de custo de viagem, tempo, taxa de entrada, característica socioeconômicas do visitante, e outras variáveis que possam explicar a visita ao patrimônio natural. Os dados são obtidos através de questionários aplicados a uma amostra da população no local de visitação.

As entrevistas devem respeitar os distintos períodos do ano (verão e inverno, diurno e noturno) evitando um possível viés sazonal na amostra. A taxa de visitação pode ser expressa em número de visitas pela população (por exemplo, visitas para

---

<sup>1</sup> Segundo Seroa da Motta (1998), num estudo das florestas na Grã-Bretanha ficou demonstrado que o aumento na área das árvores folhosas impactava positivamente no preço das residências próximas, fazendo com que os benefícios das amenidades superassem o custo de oportunidade da produção madeireira.

cada mil habitantes), ou visitas por indivíduo num determinado horizonte de tempo (visitas para cada indivíduo durante um ano, por exemplo).

Como a distância de uma região ao patrimônio natural é um fator preponderante para determinação da taxa de visitação dos moradores, podemos então melhorar a precisão das estimativas classificando os indivíduos quanto sua zona de origem (bairro, cidade, país). Assim, diminuimos um possível viés de localidade ao mesmo tempo em que facilitamos a obtenção de variáveis comuns a cada região.

A função  $V$ , relacionando a taxa de visitação de um patrimônio  $p$  ao custo de viagem de uma zona  $z$ , poderá ser expressa por:

$$V_{zp} = V(CV_{zp}, TE_p, SE_z)$$

Onde,

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

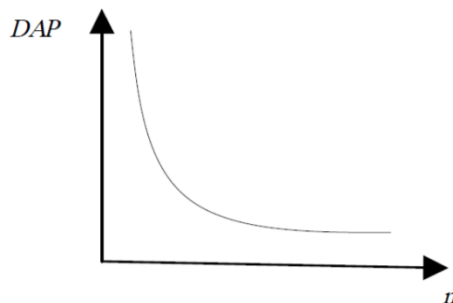
$CV_{zp}$  = custo de viagem da zona  $z$  ao patrimônio  $p$

$TE_p$  = tarifa de entrada ao patrimônio  $p$

$SE_z$  = características socioeconômicas da zona  $z$

Para cada custo de viagem em uma zona residencial, existe uma taxa de visitação respectiva. Derivando-se a função  $V$ , que relaciona a taxa de visitação à variável do custo de viagem  $CV$ , obtém-se a curva de demanda pelo patrimônio natural (Figura 8). Esta função será uma estimativa da relação entre o número esperado de visitantes ( $n$ ) e a  $DAP$  pela visita. A área abaixo desta função representa a variação do excedente do consumidor, e será a estimativa do benefício total gerado pelo patrimônio natural.

**Figura 8. Curva de demanda pelo patrimônio natural.**



Fonte: Maia et al. (2004).



A função de custo de viagem apenas capta valores de uso direto e indireto dos recursos ambientais, pois somente aqueles que visitam o patrimônio natural fazem parte do universo amostral. A função assume complementaridade fraca entre a visita ao patrimônio e a disposição a pagar pelo recurso ambiental, ou seja, a disposição a pagar do indivíduo será nula caso ele não visite o local ou, ainda, a utilidade marginal do recurso ambiental será nula caso o número esperado de visitas seja também nulo.

A estimativa do custo de viagem não pode desconsiderar o tipo de transporte utilizado pelo visitante. Ônibus, automóvel ou bicicleta, como exemplos, apresentam diferenças significativas no custo de viagem que irão influenciar a estimativa dos benefícios totais do patrimônio natural. Outro detalhe importante é a definição dos custos a serem contabilizados: gastos diretos como combustível e pedágio, e indiretos como alimentação, desgaste e depreciação do veículo. A diferença no valor total tende a ser significativa dependendo do tipo de gasto considerado.

O tempo de viagem deve representar o custo de oportunidade do lazer da pessoa, uma estimativa do valor de cada hora de viagem do indivíduo, evitando uma possível colinearidade entre tempo e custo de viagem, já que estas variáveis tendem a ser altamente correlacionados.

Maia et al. (2004), alerta que o método não pode assumir independência entre as diversas atividades recreacionais de uma região. Ao estudar a utilidade gerada pela visitação de um parque público, deve-se considerar a existência de outros patrimônios substitutos nas proximidades. Um visitante que se desloca de Campinas à cidade de Brotas, usualmente não restringe sua visita a apenas uma de suas belas cachoeiras. Todas as cachoeiras visitadas deverão ser consideradas no modelo estatístico, e isto requer a construção de um modelo múltiplo de estimação, onde a utilidade de cada recurso possa ser expressa por uma variável que represente seu peso em relação às demais.

### ***3.6.2.3 Avaliação contingente***

O método da avaliação contingente (MAC) faz uso de consultas estatísticas à população para captar diretamente os valores individuais de uso e não-uso atribuídos a um recurso natural. Simula um mercado hipotético, informando devidamente o entrevistado sobre os atributos do recurso a ser avaliado e interrogando o mesmo sobre sua disposição a pagar (DAP) para prevenir, ou a disposição a receber (DAR) para aceitar uma alteração em sua provisão. A DAP (ou DAR) é uma maneira de revelar as preferências das pessoas em valores monetários, e a estimativa dos benefícios totais gerados pelo recurso ambiental será dada pela agregação das preferências individuais da população.

A utilização do MAC foi reconhecida à medida que novos estudos aprimoraram a técnica e forneceram base para validação dos resultados. Hoje em dia ele é aceito por

diversos organismos nacionais e internacionais e utilizado para avaliação de projetos de grandes impactos ambientais.

A grande vantagem do método de valoração contingente sobre os demais métodos de valoração econômica ambiental é que esse é o único que permite a estimação de valores de existência. Isso porque não se observa o comportamento dos indivíduos em mercado correlato ao do recurso ambiental, mas cria-se um cenário hipotético em que os indivíduos expressam suas preferências, e esse cenário não precisa estar relacionado ao uso ou ao conhecimento prévio do recurso ambiental pelos indivíduos. Dessa forma, pode-se obter as preferências individuais sobre recursos ambientais que nunca foram ou serão utilizados pelas pessoas, o que caracteriza o valor de não-uso ou o valor de existência.

Algumas críticas endereçadas a este método ressaltam o fato de que apenas o funcionamento do livre mercado pode determinar o verdadeiro valor dos ecossistemas e dos serviços por ele gerados, pois a simulação de mercado não traz todas as informações necessárias. Argumenta-se também que se a DAP for nula, significa dizer que determinado ecossistema valorado pode ser totalmente destruído, pois não há disposição para conservá-lo; o que pode não ser verdade, pois outras razões podem levar os envolvidos a não revelar sua DAP. Adicionalmente, critica-se, principalmente, a suposição de concorrência perfeita, equilíbrio e racionalidade substantiva dos agentes, implícitas no método (Andrade, 2010).

Há que se destacar também a possibilidade de ocorrência de vários tipos de vieses na aplicação deste método. Para citar apenas alguns, tem-se o viés estratégico, no qual o indivíduo subestima sua verdadeira DAP com receio de que venha realmente a ser cobrado, ou o viés de aceitabilidade, que ocorre quando um indivíduo aceita uma DAP sugerida, mas efetivamente não está disposto a pagar por ela, quando, por exemplo, a mesma pode estar em desacordo com a sua capacidade de pagamento. Maia et al. (2004) sugerem algumas medidas para que tais vieses sejam minimizados durante a aplicação do método contingente.

### 3.6.3 Síntese

Apesar das ressalvas no uso das técnicas de valoração, o fato é que seu uso tem sido largamente generalizado. Numa tentativa de reunir os resultados encontrados por uma grande quantidade dispersa de estudos de valoração dos serviços ecossistêmicos nos diversos biomas, Costanza et al. (1997) estimaram o valor anual dos fluxos globais de 17 serviços em 16 tipos de ecossistemas. Os resultados mostram que o capital natural da Terra rende, anualmente, um fluxo médio estimado de US\$ 33 trilhões (preços de 1994) por ano<sup>2</sup>.

---

<sup>2</sup> Valor referente à média dos fluxos. O intervalo encontrado pelos autores é de US\$ 16 a US\$ 54 trilhões por ano (preços de 1994). O valor médio dos fluxos globais de serviços ecossistêmicos é considerado uma estimativa conservadora pelos autores, dada a natureza das incertezas envolvidas.

A Tabela 2, retirada de De Groot et al. (2002) e baseada nas informações suplementares do estudo de Costanza et al. (1997), apresenta os intervalos de valores encontrados para cada serviço ecossistêmico, bem como as técnicas de valoração mais utilizadas e sobre as quais se basearam as estimativas.

De acordo com a Tabela, é possível traçar um perfil sobre quais técnicas usualmente são mais utilizadas para captar o valor de um serviço ecossistêmico, embora este possa ser calculado a partir de vários métodos. Para a categoria de provisão, por exemplo, os valores dos serviços são geralmente calculados através de observação direta de preços de mercado, uma vez que estes serviços são transacionáveis nos mercados convencionais. Para os serviços de regulação, técnicas indiretas (mercados substitutos e/ou complementares) são preferidas, dado que tais serviços não são precificados pelos mercados. Os serviços culturais foram principalmente valorados através das técnicas diretas (DAP direta e indireta), enquanto que os serviços de suporte não apresentam um padrão identificável, utilizando ora preços de mercado, ora técnicas indiretas de valoração (custos evitados e custos de reposição).

Quanto aos serviços de suporte, é preciso lembrar que sua valoração pode, em muitos casos, configurar em “dupla-contagem”, já que, como o próprio o próprio nome indica, estes serviços fornecem suporte aos demais. Logo, o valor dos demais tipos de serviços podem trazer “embutido” o valor dos serviços de suporte (Andrade, 2010). Para evitar esse viés e tornar os estudos de valoração mais comparáveis, De Groot et al. (2002) sugerem que seja feito um *ranking* dos métodos de valoração preferíveis para cada classe de serviço ecossistêmico. Os dados apresentados na Tabela 2 podem ser uma primeira tentativa nessa direção.

**Tabela 2. Valor dos serviços ecossistêmicos e técnicas de valoração mais utilizadas.**

Serviços Ecossistêmicos	Intervalo de valores (US\$.ha <sup>-1</sup> .ano <sup>-1</sup> )	Técnica mais utilizada <sup>a</sup>
<b>Serviços de Provisão</b>		
Alimentos	6-2.761	Preços de mercado
Materiais	6-1.014	Preços de mercado
Recursos Genéticos	6-112	Preços de mercado
Recursos Ornamentais	3-145	Preços de mercado
Oferta de Água	3-7.600	Preços de mercado
<b>Serviços de Regulação</b>		
Regulação de gás	7-265	Custo evitado
Regulação climática	88-223	Custo evitado
Regulação de distúrbios	2-7.240	Custo evitado
Regulação de água	2-5.445	Prod. marginal (fator-renda)
Retenção de solo	29-245	Custo evitado
Tratamento de resíduos	58-6.696	Custo de reposição
Controle biológico	2-78	Custo de reposição
Polinização	14-25	Custo de reposição
<b>Serviços Culturais</b>		
Recreação e (eco)turismo	2-6.000	Preços de mercado e AC
Informação estética	7-1.760	Preços hedônicos
Informação histórica e cultural	1-25	AC
<b>Serviços de Suporte</b>		
Formação de solo	1-10	Custo evitado
Ciclagem de nutrientes	87-21.100	Custo de reposição
Refúgio	3-1.523	Preços de mercado
Berçário	142-195	Preços de mercado

**Fonte: adaptado de De Groot et al. (2002).**

<sup>a</sup> Refere-se a técnica mais utilizada e sobre a qual se baseou o cálculo dos valores apresentados. Preço de mercado refere-se aos preços diretamente observáveis no mercado. Este último refere-se apenas à valores adicionados (preço de mercado menos custo de capital e trabalho).

Nota: AC = avaliação contingente

## 4. Metodologia

O presente trabalho pretende traçar um comparativo dos serviços ecossistêmicos prestados pelo Bairro Demétria em Botucatu, SP, entre os anos de 1972 e 2005. Para tanto serão utilizados dados coletados por Bertalot-Bay (2008), de uso da terra na região, para esses dois períodos. O primeiro ano corresponde à data anterior a aquisição e doação das terras à Associação Beneficente Tobias. O ano de 2005 corresponde ao ano que Bertalot-Bay (2008) realizou a coleta e levantamento de dados suficientes para geração de mapas e caracterização do uso da terra do Bairro Demétria.

Embasado pela revisão bibliográfica apresentada nos capítulos anteriores, pretende-se valorar os serviços ecossistêmicos prestados pelo Bairro Demétria nos anos de 1972 e 2005.

Como metodologia de valoração, o presente trabalho parte dos coeficientes de serviços ecossistêmicos para diferentes biomas apresentados por Costanza et al. (1997). O trabalho de Costanza et al. (1997) utilizou diversos métodos de valoração como apresentado na Tabela 2. Pode-se discutir os critérios utilizados por Costanza et al. (1997) para a realização do cálculo de coeficientes de serviços ecossistêmicos apresentados, uma observação pertinente a respeito desse trabalho é ressaltar o coeficiente zero atribuído para áreas urbanas. Esse coeficiente é considerado extremamente radical ao considerar que não é prestada nenhuma classe de serviços ecossistêmicos em áreas urbanas, porém, será adotado para se manter uma coerência como o método escolhido para a presente valoração.

Embora os tipos de uso de solo presentes no trabalho citado não correspondam às categorias presentes na Tabela 4, que apresenta o uso da terra no Bairro Demétria, os biomas mais representativos serão utilizados como referências para o valor de cada categoria de cobertura do solo. Essa relação é possível devido ao levantamento feito por Bertalot-Bay (2008) que adotou os conceitos e critérios do “Censo Agropecuário, 2006” (IBGE, 2006) para realizar o enquadramento dos usos de solo no Bairro.

Através desses coeficientes e da descrição de uso de solo na região para os dois períodos, espera-se produzir dados suficientes para uma análise quantitativa da evolução dos serviços ecossistêmicos prestados por esse bairro.

### 4.1 Descrição da área de estudo

O Município de Botucatu está localizado na região centro sul do Estado de São Paulo, delimitado pelas coordenadas geográficas 22°53'09" latitude Sul e 48°26'42" longitude Oeste. Situa-se a 220 km da capital São Paulo pelas rodovias Marechal Rondon e Castelo Branco. Sua população em 2006 era de praticamente 120.000 habitantes, possuindo uma área de aproximadamente 1.763 km<sup>2</sup>.

A 15 km do centro de Botucatu encontra-se o Bairro Demétria, formado em 1980 a partir da interação entre a Estância Demétria, o Sítio Bahia, e outras unidades fundiárias. O Bairro Demétria constitui uma (ZEISA) Zona Especial de Interesse Socioambiental ao lado dos Bairros: Capão Bonito e Califórnia 1 e 2. Segundo o plano Diretor Participativo, são Chácaras de Interesse Ambiental (bairros de característica essencialmente rural) em regiões predominantemente localizadas no entorno imediato da cidade, e também na Zona Rural, permitindo-se o exercício das atividades comercial, de prestação de serviços, consultorias, e institucional, com prioridade à preservação e conservação ambiental agregada à produção agroecológica (Bertalot-Bay, 2008)

A Estância Demétria tem como foco a agricultura biodinâmica e teve sua origem em 1974 com a aquisição de uma fazenda de cerca de 70 alqueires de terras arenosas desgastadas por anos de monocultura do café, por um grupo adepto aos princípios da Antroposofia, criada pelo filósofo austríaco Rudolf Steiner (1861-1925).

Neste contexto foi construída a Escola Aitiara com os princípios da pedagogia Waldorf, uma loja de produtos naturais e orgânicos, pousadas e casas para receber visitantes, restaurantes e constituíram-se associações entre os moradores.

## **4.2 Breve histórico do Bairro Demétria**

De acordo com Bertalot-Bay (2004) dois grupos de pessoas se uniram para dar nascimento à Estância Demétria em 1973/74. “Por um lado, os fundadores, proprietários da Giroflex, cadeiras e poltronas S.A. que doaram as terras à Associação Beneficente Tobias, ONG de utilidade pública sediada em São Paulo, capital. Por outro lado, um grupo de jovens assumiu o dia-a-dia desse empreendimento agropecuário Estância Demétria, a 15 km do centro de Botucatu. O primeiro grupo criou as condições básicas decisivas para o desenvolvimento que se seguiu, retirando as terras da esfera patrimonial privada e viabilizando investimentos de grande monta no decorrer de muitos anos. O segundo grupo encontrou nestas condições especiais a oportunidade para realizar os ideais que motivavam a todos: a antroposofia como caminho de conhecimento, com ênfase na agricultura biodinâmica e a busca por novas formas de convívio.”

Schmidt (2004) que, com seu irmão Joaquim, efetuou a doação das terras da Estância Demétria relata a sua motivação com relação à questão da propriedade da terra recém-adquirida: "Aí descobrimos que a pergunta central não era a compra em si, mas sim em que nome deveria ser feita e que deveríamos tomar cuidado para que mais uma experiência biodinâmica não desaparecesse antes de se tornar um movimento amplamente difundido. Por isso, se comprássemos em nosso nome, ela se tornaria propriedade particular, com o perigo de que familiares que não tivessem ligação com a agricultura, comessem a especular com a terra, vendendo gado etc. Além disso, quem iria fazer o sacrifício necessário para desenvolver o experimento biodinâmico na fazenda dos Schmidt?! Percebemos que esta terra deveria ser

neutralizada, tirando-a da propriedade individual, doando-a a uma associação filantrópica, como, aliás, já havíamos feito em 1969, com a propriedade da recém-construída Clínica Tobias, cuja tarefa era ser o berço da Medicina Antroposófica no Brasil”.

Segundo Bertalot-Bay (2004), os três aspectos: a doação das terras, a opção pela agricultura biodinâmica e a busca por um convívio mais humano criaram as condições iniciais que caracterizam decisivamente o desenvolvimento global posterior.

"Mal sabiam os recém-empossados jovens empreendedores dos desafios que surgiriam nessa longa e, por vezes, duríssima caminhada que iniciavam e à qual, interessantemente, muitos se juntariam no decorrer dos anos. A terra escolhida no final de 1973 e formalmente adquirida nos primeiros dias de 1974 expunha as feridas causadas pelo “manejo” agropecuário tradicional com suas queimadas anuais constantes que pretendiam devolver um pouco do verde às invernadas castigadas pela seca e pelas geadas. Na memória dos que lá estiveram nesses primeiros tempos certamente ainda está àquele sobrevivente ipê amarelo de cerrado com seus galhos retorcidos em meio à macega rasteira com algum capim gordura e muita barba de bode" (Bertalot-Bay, 2004).

Abaixo segue uma lista elaborada por Bertalot-Bay (2008) das atividades que ali surgiram no decorrer de 35 anos:

1. a “Estância Demétria”: origem do bairro, que foi a primeira fazenda biodinâmica no Brasil e que chegou a ter trinta hectares de verduras, vinte hectares de ervas medicinais e mais de 100 funcionários. Há poucos anos ela juntou-se ao vizinho “Sítio Bahia” e a partir daí concentrou-se mais na produção de leite, seus derivados. Uma padaria e uma lojinha com inúmeros produtos é um dos atrativos para os vizinhos e para os residentes de Botucatu;
2. a “Escola Aitiara” de Pedagogia Waldorf: pautada por uma proposta de integração social e que hoje possui mais de 400 alunos, do campo e da cidade;
3. a “Associação Brasileira de Agricultura Biodinâmica”: realiza pesquisa, cursos e presta consultoria a centenas de produtores rurais por todo o Brasil;
4. a “Associação Instituto Biodinâmico”: único no Brasil com credenciamento internacional e mais de 4.000 produtores certificados;
5. o “Instituto Elo de Economia Associativa”: realiza o “Curso de Especialização em Agricultura Biológico-Dinâmica” (pós-graduação Lato Sensu) em parceria com a Associação Biodinâmica e com a Universidade de Uberaba-MG. Em seus 12 anos de existência, esse curso contou com a participação de mais de 1.500 profissionais, inclusive estrangeiros;

6. a “Comunidade de Cristãos”: um movimento de renovação religiosa;
7. a “ONG Nascentes”: busca preservação ambiental e recuperação dos aquíferos da região;
8. a “Associação dos Moradores e Amigos do Bairro Demétria” (AMA-Demétria): responsável pela coleta seletiva do lixo do bairro;
9. o “Curso de Formação de Eúritmia”: há 4 anos promove cursos de formação nos espaços da escola de teatro “Artistas S.A.” em Botucatu, atraindo profissionais de todo o país;
10. “Associação Adão e Ema”: instalada no Bairro há 3 anos, promove oficina de artesanato, atividades socioculturais e de acompanhamento escolar para alunos carentes e com dificuldade de aprendizagem.

Entre outros serviços e produtos podem-se citar:

- A “Feira Orgânica”, uma atividade de assessoria a pequenos produtores da região e comercialização de seus produtos;
- A “Casa do Mel Alvorada”;
- A “Marcenaria Buriti”;
- A pousada Som em pé;
- O “Café Some”, pousada, restaurante e loja de conveniências;
- A pizzaria “Pizza Bel”;
- A pequena indústria farmacêutica Pharmacos.

Atividades culturais permanentes:

- A escola de teatro “Dynamis”;
- Um grupo de capoeira;
- O “Ramo Jatobá” da Sociedade Antroposófica que realiza estudos semanais e promove palestras abertas à comunidade em geral;
- O “Ouvirativo”, luthieria e cursos de música; o museu de mineralogia sediado na Escola Aitiara;
- O coral de residentes;
- A escola de samba “Unidos da Demétria”.

Bertalot-Bay (2004) conclui:

"Todos, de alguma maneira, contribuem com a paisagem econômica, social e cultural do Bairro que, ao longo do tempo, passou a contar com vários condomínios residenciais, intercalados a áreas agrícolas, pecuárias e de preservação ambiental. Uma característica do local é não haver um comando central, algum planejamento ou controle instituído centralmente. A dinâmica social do cotidiano do Bairro acontece de forma espontânea conforme os interesses dos que ali convivem. Em função de alguns interesses comuns, tais como, a coleta seletiva de lixo ou a segurança do Bairro Demétria, esboçam-se mobilizações mais coletivas e uma Associação de Residentes em formação".



### 4.3 Uso da terra no Bairro Demétria

Bertalot-Bay (2008) realizou um levantamento detalhado do uso da terra no Bairro Demétria. O presente trabalho se apoiará nos resultados desse levantamento para analisar a evolução do bairro. O processo de levantamento e processamento de dados realizado por Bertalot-Bay (2008) consistiu primeiramente na obtenção de cartas hidrográficas, material iconográfico e cartas topográficas da região, além de um estudo detalhado da legislação ambiental e de fisionomias vegetais. Com o georreferenciamento dessas informações, foi realizado o mapeamento por fotointerpretação através de cruzamento, integração por coincidência espacial e reclassificação de áreas. O resultado desse trabalho pode ser observado nos mapas de uso da terra e mapas de vegetação natural.

Na Tabela 3 é apresentada a descrição das Classes Vegetais e de Uso da Terra utilizadas para a elaboração dos mapas por meio da interpretação das fotos de 1972 e 2005 com a tecnologia SIG.

Para tornar os dados da Vegetação Natural e do Uso da Terra no Bairro Demétria comparáveis com os do Estado de São Paulo, da Microrregião de Botucatu e do Município de Botucatu, adotaram-se os conceitos e critérios do “Censo Agropecuário, 2006” do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE, 2006). Nesse sentido salienta-se que o conceito “Vegetação Natural” equivale à soma das Classes 1 a 5 relacionadas (Bertalot-Bay, 2008).

**Tabela 3. Classes de Cobertura Vegetal e Usos da Terra**

<b>1</b>	Cerrado Recuperado	Inclui áreas de regeneração natural de cerrado <i>strictu sensu</i> e áreas de reflorestamento de cerrado com nativas de transição.
<b>2</b>	Mata Ciliar Recuperada	Inclui áreas de regeneração natural de mata ciliar de cerrado, as áreas de reflorestamento e de regeneração natural em talhão de silvicultura.
<b>3</b>	Várzeas	Áreas de brejo nas proximidades das nascentes ou ao longo de córregos.
<b>4</b>	Arbóreas mistas	Áreas cobertas por árvores nativas, exóticas e frutíferas.
<b>5</b>	Quebra-ventos	Áreas com espécies arbóreas, arbustivas e de cercas vivas. Justifica-se a inclusão destas pela função microclimática significativa e a de corredor para espécies animais.
<b>6</b>	Pomar	Frutíferas, nozes etc, em cultivo comercial.
<b>7</b>	Silvicultura	Áreas de florestas para exploração de madeira, como eucaliptos, pinus, etc.
<b>8</b>	Pastagens	Áreas de pastagens em repouso, em produção e em rotação com culturas anuais.
<b>9</b>	Cultivos anuais	Hortas, grãos e demais espécies de ciclo anual.

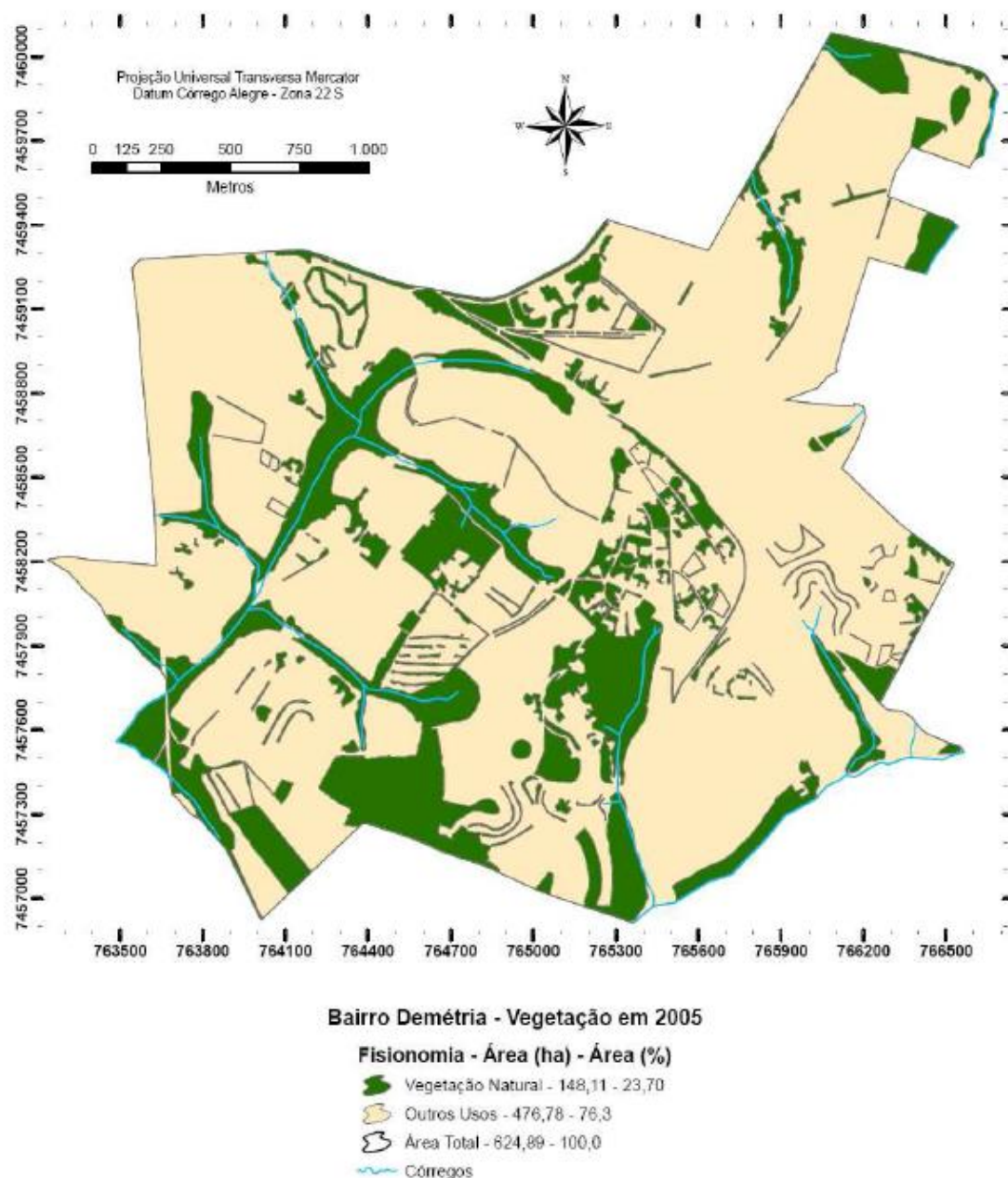
Fonte: adaptado de IBGE (2006) e Bertalot-Bay (2008)

Para facilitar a visualização dos resultados referentes aos diversos Usos da Terra no Bairro Demétria, optou-se por duas distintas formas de apresentação: a mais analítica,

que contém todas as Classes de Uso da Terra, e a mais sintética, que apresenta todas as classes somadas em apenas dois grupos (1) “Vegetação Natural” (Classes 1 a 5) e (2) “Outros Usos”.

Na sequência, pode-se observar a área ocupada pela Classe sintética Vegetação Natural no ano de 2005, 31 anos após a aquisição da Estância Demétria.

Figura 9. Vegetação Natural do Bairro Demétria em 2005.

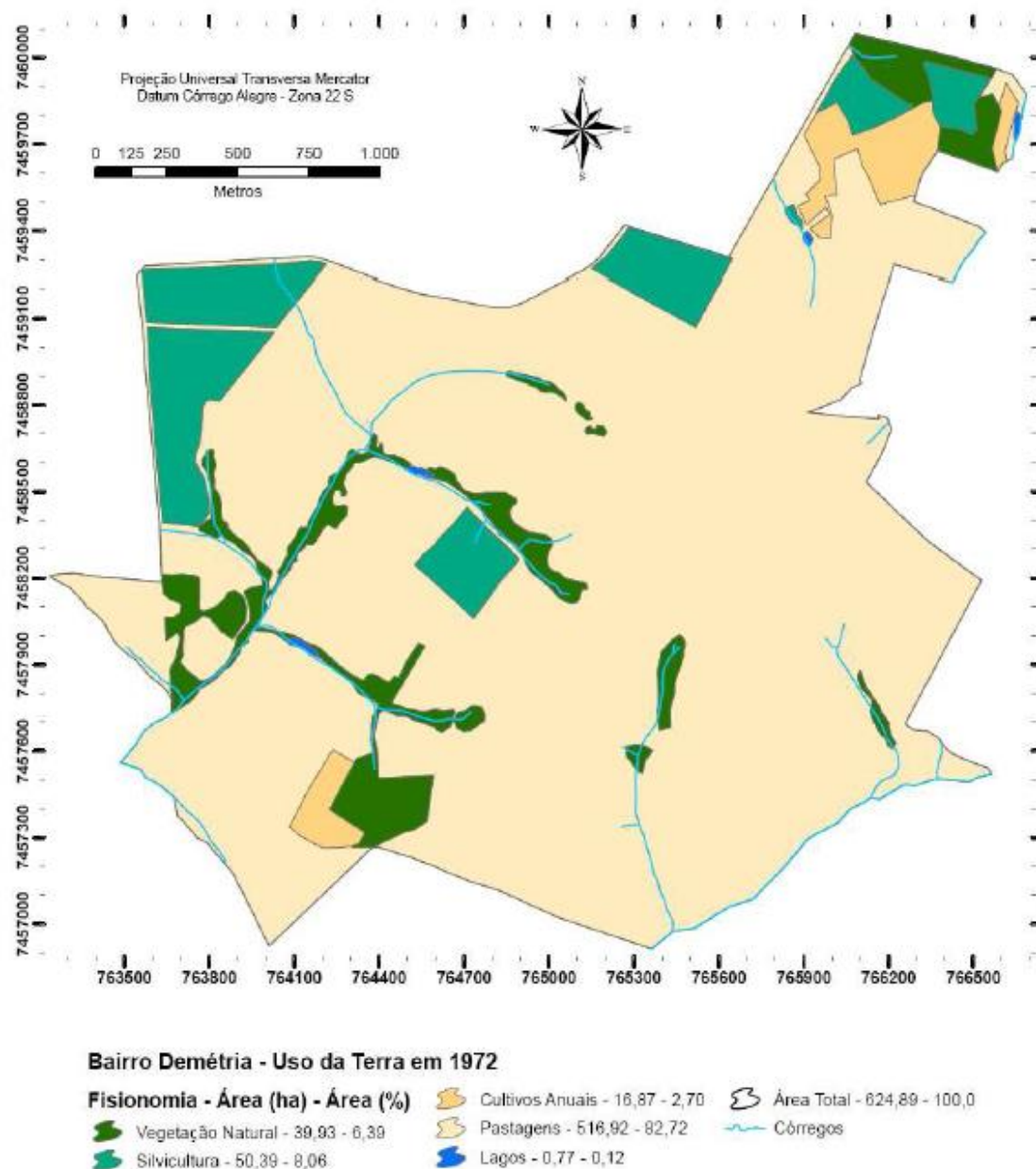


Fonte: Bertalot-Bay (2008)

Pela comparação das próximas duas ilustrações (Figura 10 e Figura 11) obtém-se uma representação da evolução do Uso da Terra a partir das Classes analíticas (Tabela

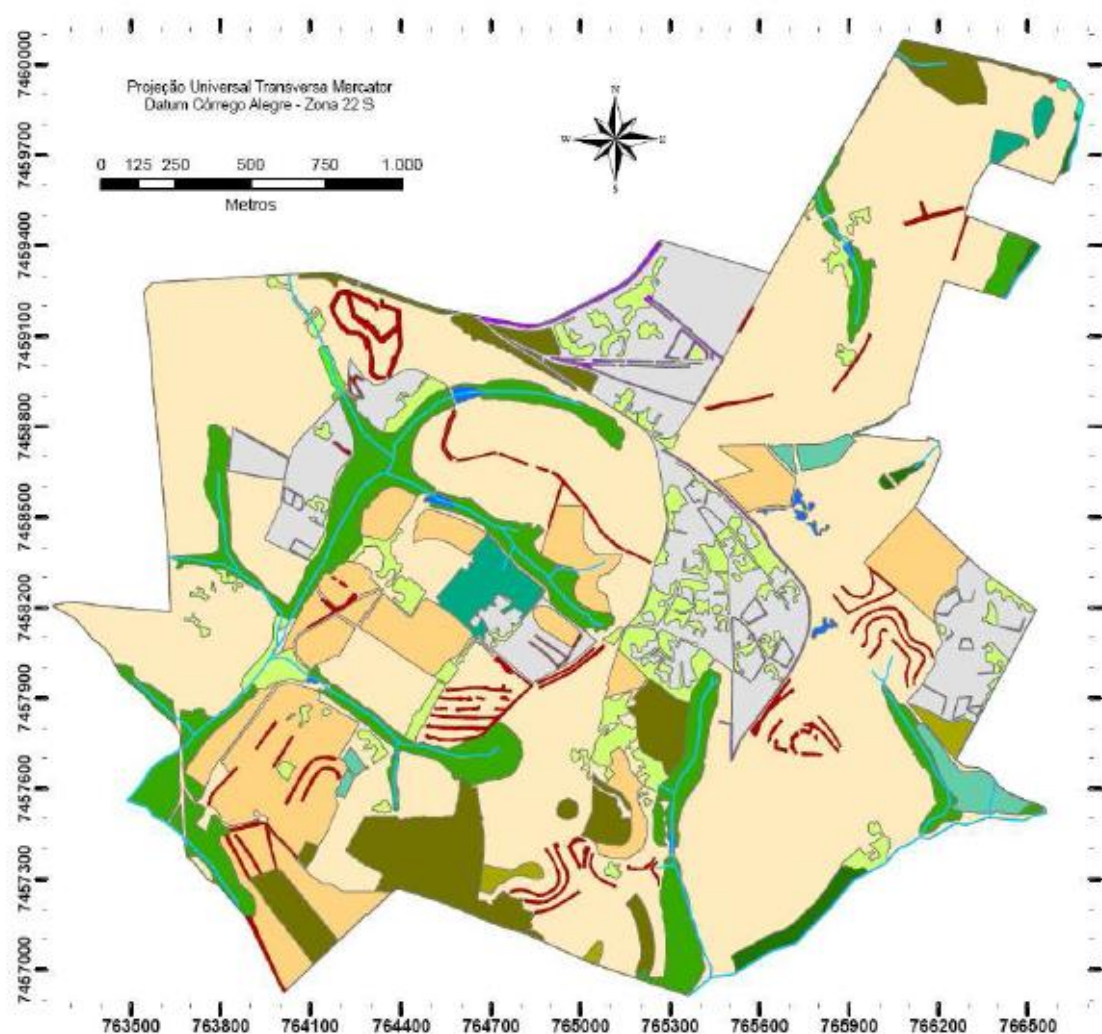
3) entre os anos de 1972 e 2005. Cabe observar tanto a variação de cada uma das áreas, em si, quanto da diversidade de usos.

Figura 10. Classes de Uso da Terra em 1972 nas áreas atualmente ocupadas pelo Bairro Demétria.



Fonte: Bertalot-Bay (2008)

Figura 11. Classes de Uso da Terra no Bairro Demétria em 2005.



**Bairro Demétria - Uso da Terra em 2005**

**Fisionomia - Área (ha) - Área (%)**

Cerrado Regenerado - 33,37 - 5,34
Cerrado em Silvicultura - 7,04 - 1,13
Cerrado Reflorestado - 2,82 - 0,45
Mata Ciliar Regenerada - 55,3 - 8,85
Mata Ciliar em Silvicultura - 0,24 - 0,04

Mata Ciliar Reflorestada - 0,59 - 0,1
Arbóreas Mistas - 31,41 - 5,03
Campo de Várzea - 4,06 - 0,65
Quebra-vento - 9,29 - 1,49
Cerca Viva - 3,98 - 0,64
Silvicultura - 5,94 - 0,95

Cultivos Anuais - 62,0 - 9,92
Pastagens - 336,96 - 53,92
Área Urbana - 70,13 - 11,22
Lagos - 1,75 - 0,28
Área Total - 624,89 - 100,0
Córregos

Fonte: Bertalot-Bay (2008)

A Tabela 4 traz um comparativo acerca dos dados do uso da terra no Bairro Demétria nos anos de 1972 e 2005.



Tabela 4. Uso da Terra no Bairro Demétria (1972 e 2005).

<b>Uso da terra - 1972</b>	<b>Area_ha</b>	<b>Area_km<sup>2</sup></b>	<b>Perimetro</b>	<b>Area_rel</b>
Cultivos Anuais	16,87	0,17	4.096,76	2,69
Lagos	0,77	0,01	880,14	0,12
Pastagens	516,92	5,17	35.065,58	82,76
Silvicultura	50,39	0,50	7.993,83	8,04
Vegetação Natural	39,93	0,40	16.577,43	6,37
<i>Total</i>	<i>624,88</i>	<i>6,25</i>	<i>64.613,75</i>	<i>100,00</i>
<b>Vegetação Natural 1972</b>	<b>Area_ha</b>	<b>Area_km<sup>2</sup></b>	<b>Perimetro</b>	<b>Area_rel</b>
Vegetação Natural (total)	39,93	0,40	0,40	6,37
Outros Usos (total)	584,95	5,85	5,86	93,63
<i>Total</i>	<i>624,88</i>	<i>6,25</i>	<i>6,26</i>	<i>100,00</i>
<b>Uso da terra - 2005</b>	<b>Area_ha</b>	<b>Area_km<sup>2</sup></b>	<b>Perimetro</b>	<b>Area_rel</b>
Arbóreas Mistas*	31,41	0,31	30.796,79	5,01
Campo de Varzea*	4,06	0,04	2.615,93	0,65
Cerca Viva*	3,98	0,04	15.757,87	0,64
Cerrado Reflorestado*	2,82	0,03	1.434,73	0,45
Cerrado Regenerado*	33,37	0,33	11.132,69	5,33
Cerrado em Silvicultura*	7,04	0,07	2.358,50	1,12
Cultivos Anuais	62,00	0,62	18.060,00	9,90
Lagos	1,75	0,02	2.347,24	0,28
Mata Ciliar em Silvicultura*	0,24	0,00	363,34	0,04
Mata Ciliar Reflorestada*	0,59	0,01	443,52	0,09
Mata Ciliar Regenerada*	55,30	0,55	21.402,58	8,83
Pastagens	336,96	3,37	82.015,50	54,00
Quebra-vento*	9,29	0,09	25.356,02	1,48
Silvicultura	5,94	0,06	2.826,13	0,98
Área Residencial	70,13	0,70	42.011,43	11,20
<i>Total</i>	<i>624,88</i>	<i>6,25</i>	<i>258.922,26</i>	<i>100,00</i>
<b>Vegetação Natural 2005</b>	<b>Area_ha</b>	<b>Area_km<sup>2</sup></b>	<b>Perimetro</b>	<b>Area_rel</b>
*Vegetação Natural (total)	148,11	1,48	104.491,99	23,64
Outros Usos (total)	476,77	4,77	108.482,00	76,36
<i>Total</i>	<i>624,88</i>	<i>6,25</i>	<i>212.973,99</i>	<i>100,00</i>
<b>APPs dos corpos hídricos</b>	<b>Area_ha</b>	<b>Area_km<sup>2</sup></b>	<b>Perimetro</b>	<b>BUFF_DIST</b>
APPs das Nascentes	13,6154	0,1362	0,000	50,00
APPs dos Lagos	9,9128	0,0991	0,000	50,00
APPs dos Córregos	47,8640	0,4786	0,000	30,00
<i>Total</i>	<i>71,39</i>	<i>0,71</i>	<i>-</i>	<i>130,00</i>

\* = Vegetação Natural

Fonte: Bertalot-Bay (2008)

## 5. Valoração econômica ambiental

### 5.1 Mudanças estimadas nos valores dos serviços ecossistêmicos

Utilizando uma forma simplificada do levantamento realizado por Bertalot-Bay (2008), pode-se chegar a seis classes de uso do solo no Bairro Demétria apresentadas na Tabela 5.

Tabela 5. Categoria de uso de solo simplificada do Bairro Demétria em 1972 e 2005.

Categorias de uso de solo	Área – 1972 (ha)	Área – 2005 (ha)
Pastagem	516,92	336,96
Culturas anuais	16,87	62,00
Silvicultura	50,39	5,94
Áreas urbanas	0,00	70,13
Vegetação natural	39,93	148,11
Corpos d'água	0,77	1,75
Área total	624,88	624,88

Fonte: elaborado pelo autor com base no levantamento de Bertalot-Bay (2008).

A Tabela 6 a seguir apresenta as equivalências utilizadas e o valor dos serviços ecossistêmicos gerados por cada categoria de uso do solo. Pelas informações da tabela, percebe-se que a categoria corpos d'água gera um valor agregado maior de serviços ecossistêmicos, seguida pela categoria de vegetação natural, silvicultura, pastagem e terras ocupadas com culturas anuais. Uso urbano não apresenta valor de serviços ecossistêmicos devido ao fato de que a maioria dos serviços ecossistêmicos (17 no total) considerada nas estimativas originais é negligenciável nesta categoria e/ou não existem informações disponíveis.

Tabela 6. Biomassas equivalentes para as 6 classes de uso do solo no Bairro Demétria baseados em Costanza et al. (1997) e valores correspondentes dos serviços ecossistêmicos (US\$.ha<sup>-1</sup>.ano<sup>-1</sup>).

Categorias de uso de solo	Bioma equivalente <sup>a</sup>	Coeficiente dos serviços ecossistêmicos <sup>b</sup>
Pastagem	<i>Grass/rangelands</i>	244,00
Culturas anuais	<i>Cropland</i>	92,00
Silvicultura	<i>Raw material/Tropical forest</i> <sup>c</sup>	312,00
Áreas urbanas	<i>Urban</i>	0,00
Vegetação natural	<i>Tropical forest</i>	2.008,00
Corpos d'água	<i>Lake/Rivers</i>	8.498,00

Fonte: elaborado pelo autor com base em Costanza et al. (1997).

<sup>a</sup> Nomenclatura original utilizada por Costanza et al. (1997).

<sup>b</sup> Em US\$ por hectare por ano (dólares de 1994). Corresponde ao valor agregado dos serviços ecossistêmicos gerados pela respectiva categoria de uso do solo, dadas as informações disponíveis (tabela 2 de Costanza et al. (1997, p. 256).

<sup>c</sup> Para a classe silvicultura foi utilizado valor referente ao serviço de matérias-primas obtido em florestas tropicais, tal como feito em Hu et al. (2008).

Dados os coeficientes dos valores dos serviços ecossistêmicos por categoria de uso, seu valor total no Bairro Demétria para os anos de 1972 e 2005 foi obtido através da seguinte equação:

$$VSE_{total} = \sum(A_k * VC_k) \quad (1)$$

Em que:

$VSE_{total}$  = valor total dos serviços ecossistêmicos (em US\$);

$A_k$  = área total da categoria de uso do solo  $k$  (em ha);

$VC_k$  = coeficiente de valor dos serviços ecossistêmicos para categoria de uso  $k$  (em US\$.ha<sup>-1</sup>.ano<sup>-1</sup>).

A variação no valor dos serviços ecossistêmicos foi dada pela diferença entre os valores estimados para cada categoria de uso nos anos de 2005 e 1972. Isto é:

$$\Delta VSE_{absk} = VSE_{2005k} - VSE_{1972k}$$

e

$$\Delta VSE_{relk} = \left[ \frac{VSE_{2005k}}{VSE_{1972k}} - 1 \right] * 100$$

Em que  $\Delta VSE_{absk}$  e  $\Delta VSE_{relk}$  são, respectivamente a variação absoluta no valor dos serviços ecossistêmicos providos pela categoria de uso do solo  $k$  (em dólares) e a variação relativa (%).

Obteve-se também o valor agregado dos 17 serviços ecossistêmicos listados por Costanza et al. (1997), os quais forneceram estimativas monetárias individuais por tipo de cobertura do solo. A equação utilizada para este cálculo é a seguinte:

$$VSE_f = \sum(A_k * VC_{fk}) \quad (2)$$

Em que:

$VSE_f$  = valor estimado do serviço ecossistêmico  $f$  (em dólares);

$A_k$  = área da categoria de uso do solo  $k$  (em ha);

$VC_{fk}$  = coeficiente do serviço ecossistêmico  $f$  na categoria  $k$  (em US\$.ha<sup>-1</sup>.ano<sup>-1</sup>).

É importante notar que os coeficientes de valores são estáticos, o que indica que a suposição implícita é que as variações nos valores totais dos serviços ecossistêmicos foram resultantes de variações nos fluxos “físicos” de serviços ecossistêmicos gerados por categoria de uso do solo. Embora tais variações sejam desconhecidas, certamente a relação entre as variações das áreas das diversas categorias de uso do solo e variações dos fluxos de serviços ecossistêmicos não é linear. A falta de informações sobre a quantidade física de serviços gerados por cobertura do solo configura-se como uma séria lacuna para estudos de valoração/avaliação dos serviços ecossistêmicos (ANDRADE, 2010).

A Tabela 7 a seguir apresenta os valores estimados dos serviços ecossistêmicos no bairro Demétria para cada categoria de uso e as respectivas mudanças absolutas e relativas. Como por suposto, as categorias de uso do solo em que houve maiores variações nos valores dos serviços foram aquelas que tiveram maiores incrementos/reduções em suas áreas.<sup>3</sup> Especial destaque para a categoria de vegetação natural, corpos d’água e culturas anuais, as quais apresentaram aumento no valor dos serviços prestados em um intervalo de 127,27%–270,92%, enquanto as reduções percentuais foram verificadas nas categorias de pastagem e silvicultura.

**Tabela 7. Estimativa do valor total dos serviços ecossistêmicos providos pelo Bairro Demétria por categoria de uso do solo nos anos de 1972 e 2005 (em US\$).**

Categorias de uso de solo	Valores dos Serviços Ecossistêmicos (US\$)				Variações		
	1972	%	2005	%	$VSE_{absk}$	$VSE_{relk}$	$CCV^1$ (%)
Pastagem	126.128,5	54,8	82.218,2	20,4	-43.910,2	-34,81	-19,1
Culturas anuais	1.552,0	0,7	5.704,0	1,4	4.152,0	267,52	1,8
Silvicultura	15.721,7	6,8	1.853,3	0,5	-13.868,4	-88,21	-6,0
Áreas urbanas <sup>2</sup>	-	0	0,0	0	0,0	0,00	0
Vegetação natural	80.179,4	34,8	297.404,9	74	217.225,4	270,92	94,4
Corpos d’água	6.543,5	2,8	14.871,5	3,7	8.328,0	127,27	3,6
<b>Total</b>	<b>230.125,1</b>	<b>100</b>	<b>402.051,9</b>	<b>100</b>	<b>171.926,8</b>	<b>74,71</b>	<b>74,7</b>

Fonte: elaborado pelo autor.

<sup>1</sup> Coeficiente de Contribuição da Variação dado por:  $CCV_k = (VSE_{2005k} - VSE_{1972k}) / \sum(VSE_{1972})$

<sup>2</sup> Deve-se ressaltar que em 1972 não havia área urbana no Bairro Demétria.

As estimativas apontam para um ganho líquido de aproximadamente 74,70% no valor dos serviços ecossistêmicos em todo bairro Demétria, o que em termos absolutos

<sup>3</sup> Andrade (2010) alerta para o comportamento não linear dos serviços ecossistêmicos. Segundo o autor, uma determinada categoria de uso do solo pode apresentar um aumento menos pronunciado em sua área em relação à outra categoria, mas os serviços prestados teoricamente podem aumentar mais do que na segunda categoria. Isso pode ser dar em função da dinâmica específica de cada classe de uso do solo.



foi igual à cerca de US\$ 171.926,8 no período analisado (33 anos). O coeficiente de contribuição da variação mostra que a vegetação natural foi a categoria que mais contribuiu para o ganho no valor dos serviços ecossistêmicos gerados pelo bairro.

Além das estimativas de valor agregado dos serviços ecossistêmicos por categoria de uso do solo, é útil conhecer a dinâmica individual dos serviços ecossistêmicos. Costanza et al. (1997) estimaram valores individuais dos serviços ecossistêmicos por categoria de uso de solo, esses valores encontram-se na Tabela 8, e permitem uma análise mais detalhada a respeito dos serviços prestados.

Importante lembrar que nem todos os serviços listados estão presentes em todas as categorias apresentadas. Deve-se atentar também para o problema de informações inexistentes que, combinado com o fato anterior, representa uma severa fonte de subestimação dos valores encontrados.

**Tabela 8. Coeficientes de valores individuais dos serviços ecossistêmicos por categoria de uso do solo, baseado em Costanza et al. (1997) – em US\$.ha<sup>-1</sup>.ano<sup>-1</sup>.**

Serviços ecossistêmicos	Categorias de Uso de Solo					
	Pastagem	Culturas anuais	Silvicultura <sup>a</sup>	Áreas urbanas	Vegetação natural	Corpos d'água
Regulação de gás	7	...	...	n.a.	...	...
Regulação climática	0	...	24	n.a.	223	...
Regulação de distúrbios	...	...	24	n.a.	5	...
Regulação de água	3	...	24	n.a.	6	5.445
Oferta de água	...	...	24	n.a.	8	2.117
Controle de erosão	29	...	24	n.a.	245	...
Formação do solo	1	...	24	n.a.	10	...
Ciclagem de nutrientes	...	...	24	n.a.	922	665
Tratamento de resíduos	87	...	24	n.a.	87	...
Polinização	25	14	...	n.a.	...	...
Controle Biológico	23	24	...	n.a.	...	...
Habitat/refúgio	...	n.a.	...	n.a.	...	41
Produção de alimentos	67	54	24	n.a.	32	...
Matérias primas	...	...	24	n.a.	315	...
Recursos genéticos	0	...	24	n.a.	41	230
Recreação	2	n.a.	24	...	112	...
Serviços culturais	...	...	24	...	2	...
<b>Total</b>	<b>244</b>	<b>92</b>	<b>312</b>	<b>0</b>	<b>2.008</b>	<b>8.498</b>

**Fonte: elaborado pelo autor com base em Costanza et al. (1997) e na equivalência de biomas dada pela Tabela 6.**

<sup>a</sup> Dada a suposição de que o valor dos serviços ecossistêmicos nas áreas de silvicultura é dado pelo valor dos serviços de matérias-primas no bioma floresta tropical, os coeficientes individuais representam a média do valor total para os serviços relevantes.

Nota: ... indica inexistência de informação disponível e n.a. indica que o serviço ecossistêmico não é prestado pela respectiva categoria de uso do solo ou é negligenciável.

Aplicando-se a equação 2, cujos coeficientes para cada serviço por categoria de uso do solo encontram-se na Tabela 8, foi possível conhecer o valor individual dos serviços ecossistêmicos prestados pelo Bairro Demétria (Tabela 9).

**Tabela 9. Estimativa do valor individual dos serviços ecossistêmicos prestados pelo Bairro Demétria nos anos de 1972 e 2005 (em US\$).**

Serviços Ecossistêmicos	Valores dos Serviços Ecossistêmicos (US\$)						Variações	
	1972	%	Relevância <sup>b</sup>	2005	%	Relevância <sup>b</sup>	% <sup>a</sup>	CCV (%)
Regulação de gás	3.618,44	1,6	11	2.358,72	0,6	13	-34,8	-0,5
Regulação climática	10.113,75	4,4	8	33.171,09	8,3	5	228,0	10,0
Regulação de distúrbios	1.409,01	0,6	15	883,11	0,2	15	-37,3	-0,2
Regulação de água	7.192,35	3,1	9	11.570,85	2,9	8	60,9	1,9
Oferta de água	3.158,89	1,4	12	5.032,19	1,3	12	59,3	0,8
Controle de erosão	25.982,89	11,3	4	46.201,35	11,5	3	77,8	8,8
Formação do solo	2.125,58	0,9	14	1.960,62	0,5	14	-7,8	-0,1
Ciclagem de nutrientes	38.536,87	16,7	2	137.863,73	34,3	1	257,7	43,2
Tratamento de resíduos	49.655,31	21,6	1	42.343,65	10,5	4	-14,7	-3,2
Polinização	13.159,18	5,7	6	9.292	2,3	8	-29,4	-1,7
Controle Biológico	12.294,04	5,3	7	9.238,08	2,3	10	-24,9	-1,3
Habitat/refúgio	31,57	0,0	17	71,75	0,0	17	127,3	0,0
Produção de alimentos	38.031,74	16,5	3	30.806,4	7,7	6	-19,0	-3,1
Matérias primas	13.787,31	6,0	5	46.797,21	11,6	2	239,4	14,3
Recursos genéticos	3.023,59	1,3	13	6.617,57	1,6	11	118,9	1,6
Recreação	6.715,36	2,9	10	17.404,8	4,3	7	159,2	4,6
Serviços culturais	1.289,22	0,6	16	438,78	0,1	16	-66,0	-0,4
<b>Total</b>	<b>230.125,1</b>	<b>100,0</b>		<b>402.051,9</b>	<b>100,0</b>		<b>74,7</b>	<b>74,7</b>

Fonte: elaborado pelo autor.

<sup>a</sup> variação relativa entre os anos de 2005 e 1972.

<sup>b</sup> refere-se apenas à relevância econômica e não diz respeito à relevância ecológica.

Das estimativas individuais calculadas para cada serviço ecossistêmico prestado pelo bairro Demétria, observa-se que os cinco serviços mais relevantes em termos de valor para o ano de 1972, são:

1. Tratamento de resíduo;
2. Ciclagem de nutrientes;
3. Produção de alimentos;
4. Controle de erosão;
5. Matérias primas.

Já para o ano de 2005, os cinco serviços mais relevantes, em termos de valor, são:

1. Ciclagem de nutrientes;

2. Matérias primas;
3. Controle de erosão;
4. Tratamento de resíduos;
5. Regulação climática.

Já o menos relevante do ponto de vista monetário em ambos os anos foi o serviço de habitat/refúgio.

Em 1972 mais da metade da área do Bairro era ocupado por pastagens, uso de solo que possui como principais serviços ecossistêmicos o tratamento de resíduos e a produção de alimentos, o que explica a relevância econômica desses serviços nesse ano. Ainda em 1972, 34,8% da área do Bairro Demétria era ocupado por vegetação natural, uso de solo que possui coeficientes elevados para alguns serviços ecossistêmicos, como por exemplo, ciclagem de nutrientes ( $922,00 \text{ US}\$.ha^{-1}.ano^{-1}$ ), matéria prima ( $315,00 \text{ US}\$.ha^{-1}.ano^{-1}$ ) e controle de erosão ( $245,00 \text{ US}\$.ha^{-1}.ano^{-1}$ ). Essa porcentagem de terra ocupada por vegetação natural em conjunto com os coeficientes elevados desses serviços ecossistêmicos, contribuiu para que os mesmos fossem bastante relevantes economicamente.

Para o cenário de 2005, 74% da área do Bairro Demétria era ocupado por vegetação natural. Os serviços ecossistêmicos economicamente mais relevantes para esse ano são um reflexo desse uso do solo.

Um último exercício feito foi analisar a relevância dos serviços ecossistêmicos no Bairro Demétria em termos das quatro categorias apresentadas na classificação da Avaliação Ecossistêmica do Milênio (Tabela 10).

**Tabela 10. Valor dos serviços ecossistêmicos no Bairro Demétria nos anos de 1972 e 2005 de acordo com a classificação da Avaliação Ecossistêmica do Milênio (em US\$).**

Categoria	Valor em 1972	%	Valor em 2005	%	Variação relativa (%)
Serviços de Provisão	58.001,53	25,2	89.253,37	22,2	53,9
Serviços de Regulação	123.424,97	53,6	155.058,85	38,6	25,6
Serviços Culturais	8.004,58	3,5	17.843,58	4,4	122,9
Serviços de Suporte	40.694,02	17,7	139.896,1	34,8	243,8
<b>Total</b>	<b>230.125,1</b>	<b>100,0</b>	<b>402.051,9</b>	<b>100,0</b>	<b>74,7</b>

Fonte: elaborado pelo autor.

Percebe-se que os serviços de provisão e os serviços culturais mantêm um percentual similar nos dois anos da análise. Porém, em 2005 há um equilíbrio maior entre serviços de regulação e serviços de suporte do que em 1972, quando o principal serviço ecossistêmico prestado pelo bairro era classificado como serviço de regulação. O aumento expressivo da área de vegetação natural em 2005 explica também o aumento no valor dos serviços de suporte, uma vez que formação de solo e ciclagem de nutrientes fazem parte dessa categoria.

## 6. Conclusões

É crescente o interesse por áreas estratégicas para gestão ambiental, sendo sua capacidade de provisão de serviços ecossistêmicos uma variável chave para determinar a sustentabilidade e o bem-estar da população que dependem direta e indiretamente de seus serviços.

Os resultados encontrados mostram que no Bairro Demétria a dinâmica do uso da terra entre os anos de 1972 e 2005 teve um impacto positivo no valor total da oferta de serviços ecossistêmicos.

As mudanças na configuração da cobertura das terras geraram um ganho líquido de 74,7%, sendo- a vegetação natural e os corpos d'água as categorias de uso do solo que mais contribuíram para esse aumento.

Em termos individuais, os resultados encontrados permitiram identificar cinco serviços mais relevantes do ponto de vista monetário: ciclagem de nutrientes, matérias primas, controle de erosão, tratamento de resíduos e regulação climática.

Tomando por base as categorias de serviços, os serviços de regulação e de suporte, seguidos pelos de provisão e serviços culturais, foram as classes que apresentaram valor econômico mais significativo para o ano de 2005. Deve-se ressaltar que houve aumento de valor em nove desses serviços ecossistêmicos, sendo o maior aumento registrado o de ciclagem de nutrientes, que se justifica devido ao considerável aumento na área de vegetação natural.

Apesar da relevância da análise empreendida, é justo que algumas observações sejam feitas sobre as limitações do método utilizado para obter as estimativas de valores dos serviços ecossistêmicos. Em primeiro lugar, vale destacar o problema da transferência de valores. O cenário ideal para valoração de serviços ecossistêmicos é a obtenção de coeficientes específicos para o local estudado, o que nem sempre é possível devido à falta de informações. Ademais, a prática da transferência de valores deve ser feita com parcimônia, dada as diferenças inerentes aos ecossistemas.

É importante registrar a dificuldade em valorar serviços ecossistêmicos, principalmente, devido ao caráter dinâmico e integrado dos ecossistemas, que não é retratado nos métodos de valoração utilizados atualmente, uma vez que os mesmos tratam os serviços de maneira individual. Discute-se também a real pertinência em expressar o valor dos serviços ecossistêmicos em preços monetários, cuja essência não considera critérios de sustentabilidade ambiental.

Apesar das muitas suposições feitas e das ressalvas levantadas, o exercício realizado nesta pesquisa é válido no sentido de exemplificar os efeitos da dinâmica do solo do Bairro Demétria sobre os serviços prestados em uma região específica, contribuindo para subsidiar políticas de gestão em nível local e, com as devidas adaptações, em nível regional.

No presente trabalho foi retratado como uma área degradada e sem ocupação urbana relevante pode evoluir para um Bairro de significativo interesse ambiental e

social. Deve-se reconhecer que esse é um caso extremamente específico no qual certos indivíduos, com recursos disponíveis, estavam determinados a ousar e experimentar um novo modelo de organização humana norteados pela antroposofia e pela agricultura biodinâmica. Porém, essa particularidade não inviabiliza a utilização desse caso como um modelo para desenvolvimento urbano sustentável.

A valoração ambiental realizada demonstra que o caso do Bairro Demétria pode ser considerado um sucesso do ponto de vista ambiental, uma vez que a ocupação e urbanização de uma área se deram aliadas à sua recuperação natural. Deve-se destacar também a geração de valor social intangível que foi criado nesse bairro devido às diversas iniciativas culturais e educacionais citadas anteriormente, que não foi quantificada no presente trabalho. O método escolhido também não contemplou os serviços ecossistêmicos prestados por áreas urbanas.

Por fim, espera-se que o presente trabalho estimule a utilização da valoração de serviços ecossistêmicos como uma ferramenta de tomada de decisões estratégicas para gestão urbana. Uma sugestão é que no plano diretor das cidades se leve em conta a avaliação dos serviços ecossistêmicos na definição de novas ocupações, tanto de terras livres no ambiente urbano quanto de grandes terras rurais, durante os processos de planejamento urbano e rural. Do ponto de vista do proprietário de terras privadas, uma alternativa é o fornecimento de incentivos financeiros por parte da prefeitura para regiões com maiores valores de serviços ecossistêmicos. Já para a administração pública a valoração de serviços ecossistêmicos pode-se tornar um argumento técnico-científico relevante para justificar novos zoneamentos e ações voltadas para o planejamento urbano.

## 7. Referências

- ALFIERI, A., 1999. **System of Integrated Environmental and Economic Accounting - SEEA: a framework to measure the interaction between the economy and the environment**. New York: United Nation Statistics Division.
- ANDRADE, D. C., 2010. **Modelagem e valoração de serviços ecossistêmicos: uma contribuição da economia ecológica**. Campinas, SP.
- ANDRADE, D.C., ROMEIRO, A.R., 2009. **Serviços ecossistêmicos e sua importância para o sistema econômico e o bem-estar humano**. *Texto para Discussão, Instituto de Economia/UNICAMP*, nº 115, fev.
- BERTALOT-BAY, M., 2004 **30 anos da Estância Demétria**, Revista Agricultura Biodinâmica, Botucatu, no. 90, p. 10-12., outubro.
- BERTALOT-BAY, M., 2008. **Consequências ambientais e sociais da atividade agrícola: reflexões epistemológicas sobre a regenerabilidade**. Campinas, SP.
- BROMLEY, D.W., 1990. **The ideology of efficiency: Searching for a theory of policy Analysis**. Journal of Environmental Economics and Management 19:86-107.
- COMUNE, A.E., 1995. **Meio ambiente, economia e economistas: uma breve discussão**. In: MAY, P.H.; SEROA da MOTTA, R. Valorando a natureza: análise econômica para o desenvolvimento sustentável. Rio de Janeiro: Campus.
- COSTANZA, R., D'ARGE, R., DE GROOT, R.S., FARBER, S., GRASSO, M., HANNON, B., LIMBURG, K., NAEEM, S., O'NEILL, R.V., PARUELO, J., RASKIN, R.G., SUTTON, P., VAN DEN BELT, M., 1997. **The value of the world's ecosystem services and natural capital**. *Nature* 387, 253-260.
- DALY, H.E., FARLEY, J., 2004. **Ecological economics: principles and application**. Washington: Island Press. 530p.
- DE GROOT, R.S., WILSON, M.A., BOUMANS, R.M.J., 2002. **A typology for the classification, description, and valuation of ecosystem functions, goods and services**. *Ecological Economics* 41, 393-408.
- FEIDEN, A., 2005. **Agroecologia: Introdução e conceitos**. Agroecologia: princípios e técnicas para uma agricultura orgânica sustentável. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica.
- FONSECA, R.A., LIMA, A.B., REZENDE, J.L.P., 2013. **Métodos de valoração dos bens e serviços ambientais: Uma contribuição para o desenvolvimento regional sustentável**. 4º Congresso Internacional Governo, Gestão e Profissionalização em âmbito local frente aos desafios de nosso tempo. Belo Horizonte, MG.
- HU, H., LIU, W., CAO, M., 2008. **Impact of land use and land cover changes on ecosystem service in Menglun, Xishuangbanna, Southwest China**. Environmental Monitoring and Assessment 146, 147-156.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA – IBGE., 2006. **Censo Agropecuário 2006** (resultados preliminares), Rio de Janeiro, IBGE.

MAIA, A.G., ROMEIRO, A.R., REYDON, B.P., 2004. **Valoração de recursos ambientais – metodologias e recomendações**. *Texto para Discussão, Instituto de Economia/UNICAMP*, nº 116, março.

MARGULIS, S., 1995. Economia do meio ambiente: In: MARGULIS, S. , Ed. **Meio ambiente: aspectos técnicos e econômicos**. Rio de Janeiro: IPEA. cap. 6, p. 135-155.

MARQUES, J.F., COMUNE, A.E., 1996. **A teoria neoclássica e a valoração ambiental**. In: Economia do meio ambiente. ROMEIRO, A.R.; REYDON, B.P.; LEONARDI, M.L.A. (orgs). Unicamp. Campinas, São Paulo.

MILLENNIUM ECOSYSTEM ASSESSMENT (MEA), 2005. **Ecosystem and Human Well-Being: Synthesis**. Washington, D.C.: Island Press.

MILLENNIUM ECOSYSTEM ASSESSMENT (MEA), 2003. **Ecosystem and Human Well-Being: A framework for assessment**. Washington, D.C.: Island Press.

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

MULLER, C. C., 1998. **Avaliação de duas correntes da economia ambiental: a escola neoclássica e a economia da sobrevivência**. *Revista de Economia Política*, v. 18 n. 2 (70), abr./jun.

PEARCE, D.W., 1993. **Economic values and the natural world**. Massachusetts: The MIT Press.

SCHMIDT, P., 2004. **Como surgiu a Agricultura Biodinâmica no Brasil**, *Revista Agricultura Biodinâmica*, Botucatu, no. 90, p. 8-9.

SEROA DA MOTTA, R., 1998. **Manual de valoração econômica de recursos ambientais**. Brasília: Ministério do Meio Ambiente, dos Recursos Hídricos e da Amazônia Legal.

TOSTO, S.G., 2010. **Sustentabilidade e valoração de serviços ecossistêmicos no espaço rural do município de Araras, SP**. Campinas, SP.