

UNIVERSIDADE SANTA CECÍLIA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM AUDITORIA AMBIENTAL

ANTÔNIO FUMIYOSHI TAMASHIRO

**Precificação implícita dos recursos ambientais pelo
método hedônico**

SANTOS/SP

2023

ANTÔNIO FUMIYOSHI TAMASHIRO

**Precificação implícita dos recursos ambientais pelo
método hedônico**

Dissertação apresentada a
Universidade Santa Cecília como
parte dos requisitos para obtenção de
título de Mestre no Programa de Pós-
Graduação em Auditoria Ambiental,
sob a orientação da Profa. Dra. Helen
Sadauskas Henrique.

SANTOS/SP

2023

Autorizo a reprodução parcial ou total deste trabalho, por qualquer que seja o processo, exclusivamente para fins acadêmicos e científicos.

TAMASHIRO, ANTÔNIO FUMIYOSHI

PRECIFICAÇÃO IMPLÍCITA DOS RECURSOS AMBIENTAIS PELO MÉTODO
HEDÔNICO

2023

Orientador: Helen Sadauskas Henrique

Dissertação (Mestrado) -- Universidade Santa Cecília, Programa
de Pós-Graduação em Auditoria Ambiental, Santos, SP, 2023.

1.Método Hedônico. 2.Valoração. 3.Bens e Recursos Ambientais
4.função Demanda.

I. Henrique, Helen Sadauskas

DEDICATÓRIA

Dedico este trabalho aos meus pais (in memoriam Shigekichi e Nobuko) que me ensinaram a lutar para conquistar e ter sempre a esperança de dias melhores. À minha mulher (in memoriam) Ana Maria, que sempre me apoiou em tudo e ensinou-me a grande sabedoria do silêncio.

AGRADECIMENTOS

Primeiramente agradeço todos os elementos do *Universo* de bóson de Higgs, sem o qual, *nada* existiria.

Agradeço à Universidade Santa Cecília (UNISANTA), pelo acolhimento sem o qual, não estaria escrevendo estas páginas.

Agradeço às funcionárias da secretaria do mestrado, Sra.Imaculada e a Sra.Sandra que me apoiaram para que eu não desistisse do curso.

Agradeço a todos os meus professores, especialmente os professores, Dra.Olivia Cristina Camilo Menossi e Dr. Fábio Giordano que contribuíram no empenho de transmitir seus conhecimentos de forma a direcionar a pesquisa do mestrado.

Agradeço aos professores Dra.Alessandra Aloise de Seabra e Dr. Roberto Pereira Borges que me orientaram e corrigiram meu trabalho na qualificação e com suas palavras carinhosas.

Agradeço também à minha orientadora Professora Dra. Helen Sadauskas Henrique pelo seu empenho para que concluísse o curso e com as correções deste trabalho.

Agradeço aos colegas de trabalho, principalmente Sra.Ramajo quando e sempre que precisei “cobriu” os meus serviços.

Agradeço aos meus familiares, amigos, e colegas que diretamente e indiretamente apoiaram no término desta etapa.

Agradeço, principalmente aos meus pais (*in memoriam*) Sr. Shigekichi e Sra.Nobuko, por deixarem o legado em transmitir a sabedoria em seus DNAs.

E, agradecimento especial à minha mulher (*in memoriam*) Ana Maria da Silva Tamashiro, como ela gostava de ser chamada, que muitas vezes me incentivou para estar na sala de aula, mesmo sentido a minha ausência, meu muito obrigado!

EPÍGRAFE

*“Boas pessoas não precisam de leis para obrigá-las a agir responsavelmente,
enquanto as pessoas ruins encontrarão um modo de contornar as leis.”*

Platão

RESUMO

Os bens e recursos ambientais atualmente são considerados na economia como insumo provido de utilidade e escassez. Uma vez que, com a constante degradação do meio ambiente e diminuição dos bens e recursos ambientais se torna necessário sua valoração. A valoração econômica dos recursos ambientais (VERA) é uma classificação dos bens e recursos naturais. Essa classificação tem a sua subdivisão em valor de uso e valor de não-uso. O valor de uso pode ser ainda subdividido em valor de uso direto, valor de uso indireto, e valor de opção. O valor de não-uso também é chamado de valor de existência que está dissociado do uso. Desta classificação podem-se precificar os bens e recursos ambientais através do estudo da economia especificamente à microeconomia. A microeconomia estuda a função produção e função demanda. A função produção estuda produtividade marginal e mercado de bens substitutos como custo de reposição, custo evitado, custo de controle e custo de oportunidade. A função demanda estuda mercado de bens complementares e valoração contingente. Os bens complementares estudam o método de custo de viagem e método hedônico. O objetivo deste trabalho é estudar o comportamento do método hedônico, verificando em que situações podem ser aplicadas, e qual é a relação de precificação de bens e recursos naturais que podem ser aplicadas por este método.

Palavras-Chave: Método Hedônico. Valoração. Bens e Recursos ambientais. Função demanda.

ABSTRACT

Implicit pricing of environmental resources by the hedonic method

Environmental goods and resources are currently considered in the economy as an input provided with utility and scarcity. Since, with the constant degradation of the environment and the decrease of goods and environmental resources, their valuation becomes necessary. The economic valuation of environmental resources (VERA) is a classification of natural goods and resources. This classification has its subdivision into use value and non-use value. Use value can be further subdivided into direct use value, indirect use value, and option value. Non-use value is also called existence value which is dissociated from use. From this classification, environmental goods and resources can be priced through the study of economics, specifically microeconomics. Microeconomics studies the production function and the demand function. The production function studies marginal productivity and the market for substitute goods such as replacement cost, avoided cost, control cost and opportunity cost. The demand function studies the market for complementary goods and contingent valuation. Complementary goods study the travel cost method and hedonic method. The objective of this work is to study the behavior of the hedonic method, verifying in which situations it can be applied, and what is the pricing relationship of goods and natural resources that can be applied by this method.

Keywords: Hedonic Method. Valuation. Environmental Goods and Resources. Demand function.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1.	Excedente econômico total	20
Figura 2.	A curva do preço de reserva do consumidor	21
Figura 3.	Diferença do preço de reserva e da demanda	22
Figura 4.	Excedente do consumidor	23
Figura 5.	Excedente do produtor	24
Figura 6.	Função oferta	34
Figura.7	Função demanda	39

LISTA DE QUADROS

Quadro 1.	Classificação do VET	28
Quadro 2.	Categorias de valores econômicos atribuídos ao patrimônio ambiental	29
Quadro 3.	Taxonomia geral do VERA	31
Quadro 4.	Método de Valoração monetária do bem ambiental	32
Quadro 5.	Método de valoração ambiental	33
Quadro.6.	Resumo do resultado e discussão	50

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ABNT	Associação Brasileira de Normas Técnicas
Acres	Equivale 4.047 metros quadrados
DR	Dose-resposta
MCC	Método de Custo Controle
MCE	Método de Custo Evitado
MCO	Método de Custo de Oportunidade
MLS	Conselho de Corretores do Condado de Athens-Clark
MH	Método Hedônico
m ²	Metros quadrados
NBR	Normas Brasileiras
ft ²	Pés quadrado equivale 0,0929 m ²
ρ	Letra grega rô
US\$	Dólar americano
VE	Valor de Existência
VERA	Valoração Econômica dos Recursos Ambientais
VET	Valoração Econômica Total
VO	Valor de Opção
VUD	Valor de Uso Direto
VU	Valor de Uso
VUI	Valor de Uso Indireto
VNU	Valor de Não Uso
Δ	Delta-letra grega
%	porcentagem
$\frac{\partial y}{\partial x}$	Derivada de y em relação a x

Sumário

INTRODUÇÃO

1.1. Fundamentação teórica.....	2
1.2 Justificativas	4
1.3 Objetivos	5

CONCEITOS BÁSICOS DA MICROECONOMIA

5

2.1 A palavra Valor na Economia	6
2.1.1 A teoria objetiva do valor	6
2.1.2 A teoria subjetiva do valor	7
2.1.3 A teoria social do valor	7
2.2 Excedente Econômico Total	8
2.2.1 O preço de reserva.....	8
2.2.1.1 O preço de reserva do consumidor	9
2.2.1.2 O preço de reserva do produtor	10
2.2.2 Excedente do Consumidor	11
2.2.3 Excedente do Produtor.....	12

TAXONOMIA DOS BENS E RECURSOS AMBIENTAIS

13

3 1. Fundamentos para valorar os recursos ambientais.....	14
3.2 A classificação de Valoração Econômica dos recursos ambientais	15
3.2.1 Valores de uso direto(VUD).....	17
3.2.2 Valores de uso indireto(VUI)	18
3.2.3 Valor de Opção (VO)	18
3.2.4 Valor de não-uso ou Valor de Existência(VE)	18

PRECIFICAÇÃO DOS RECURSOS AMBIENTAIS

19

4.1 Método de Função Produção	21
4.1.1 Método da Produtividade Marginal e Método de Dose-Resposta	22
4.1.2 Método de Mercado de Bens Substitutos.....	24
4.1.3 Método de Custo de Reposição	25
4.1.4 Método de Custos Evitados ou Defensivos	25
4.1.5 Método de Custo de Controle(MCC)	25
4.1.6 Método de Custo de Oportunidade(MCO).....	26
4.2 Método da Função Demanda	26
4.2.1 Método de Valoração Contingente	29
4.2.2 Método de Custo de viagem.....	29

4.2.3 Método Hedônico(MH)	29
MATERIAL E MÉTODOS	31
5.1 Valoração pelo Método Hedônico	31
5.2 Noção de Método Hedônico	31
5.3 A matemática da Regressão Linear no Método Hedônico	32
5.4 Como Estimar Valor de Recursos Ambientais pelo Método Hedônico.	34
RESULTADOS E DISCUSSÃO	35
ESTUDO DE CASO	41
CONSIDERAÇÕES FINAIS	47
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	50
ANEXO	54
ANEXO A: Artigo Científico “ <i>Influence of Trees on Residential Property Values in Athens, Georgia (U.S.A.):A Survey based on Actual Sales Prices</i> ”	54

1 INTRODUÇÃO

A diversidade biológica ou biodiversidade significa a variabilidade de todos os seres vivos no planeta Terra. Essa diversidade transcorre em todos os sentidos da complexidade ecológica, desde a genética das populações de todas as espécies, tais como variedade de espécies da flora, fauna e microrganismos, e até variedades de funções ecológicas realizadas pelos organismos nos ecossistemas (THOMÉ, 2013).

Um ecossistema, segundo Moran (2011), inclui todos os organismos de determinado ambiente, interagindo com ambiente físico, um fluxo de energia que leva a uma estrutura trófica em uma diversidade biótica. Os processos de múltiplas e complexas interações que as diversas espécies de seres vivos estabelecem entre si e com o meio em todos os aspectos dinâmicos das populações e comunidade.

Ainda, segundo Thomé (2013), o Brasil é considerado como país rico em biodiversidade, onde várias espécies são exclusivas e diversas plantas de importância econômica mundial são endêmicas. No entanto, essa biodiversidade encontra-se ameaçada de vários aspectos como perda de habitat; introdução de espécies exóticas; exploração excessiva de espécies de plantas e animais; contaminação de solos, água e atmosfera; mudanças climáticas. Assim, ecossistemas estão em constantes ameaças e sendo destruídos sem que percebamos sua existência naquele ambiente.

A ameaça ao meio ambiente pode ocorrer pela própria natureza como raios que provocam incêndios, inundações, explosões e tempestades de ventos. Porém, maior ameaça ao meio ambiente ocorre pela ação antropogênica. Entretanto, foi criada pela essa necessidade, quando ocorre algum dano ambiental causado pelo ser humano existe na legislação brasileira uma estrutura que protege o meio ambiente. São formados pelos princípios ambientais, e a máxima do axioma é do poluidor-pagador. Portanto, podendo exigir-se do poluidor que arque com todas as despesas dos danos ambientais, procedendo com a reparação e remediação mais próxima do que se encontrava (FREITAS e FREITAS, 2012).

No Brasil, para as empresas que empreendem em qualquer atividade de risco, a responsabilidade é da teoria do risco objetivo. Então, comprovando o dano, mesmo sem culpa, tem a obrigação de repará-lo. Em âmbito ambiental, poderia aplicar internalização da externalidade negativa, que uma empreendedora por sua

atividade possa causar algum impacto ambiental. E muitas vezes, no caso concreto de qualquer dano ambiental poderia gerar uma dificuldade ou entendimento de obter um valor certo ou próximo, para sua remediação ou reparo. Entretanto, foram criados alguns mecanismos de valorar o meio ambiente de um eventual dano ambiental (MONTIBELLER-FILHO, 2008).

1.1. Fundamentação teórica

O crescimento da degradação ambiental no planeta Terra tem-se tornado o meio ambiente mais poluído e, inclusive, com a extinção de várias espécies da biota. Com essas mudanças ambientais, foi necessário buscar meios de amenizar ou minimizar esse processo ambiental negativo criado pelo ser humano (MAY, 2018).

Primeiramente, devemos conscientizar todos os agentes envolvidos na preservação do meio ambiente. E em seguida, desenvolver mecanismos de cobrança do dano ambiental provocado pelo ser humano, valendo-se do comprometimento do Poder Público impondo multa e reparação do dano ambiental. Contudo, o cálculo do dano ambiental de uma determinada região afetada se torna dificultoso, uma vez que, os recursos ambientais não são comercializados no mercado econômico. Não se trata de transformar um bem ambiental em produto de mercado econômico, mas de medir as preferências dos indivíduos a alteração do meio ambiente (MOTTA, 2011).

A Valoração Econômica dos Recursos Ambientais (VERA) é um dos mecanismos para classificar e precificar monetariamente os bens e serviços ambientais que não estão explícitos no mercado econômico. Existem também outros métodos de classificar os valores associados a recursos naturais e serviços ecossistêmicos não relacionados à análise econômica, contudo medindo as energias dos ecossistemas, utilizando a segunda lei da termodinâmica, conhecido como a lei da entropia, através de um complexo cálculo matemático e físico-químico de valoração energética. O fluxo de energia ocorre apenas em uma direção (vegetais como produtor, quando consumidos por carnívoros, a energia não retorna ao estado anterior) e o fluxo de matéria é cíclico, ou seja, os elementos químicos que formam seres vivos circulam entre diversos níveis tróficos formando ciclo de nutrientes (MÉRICO, 2002; MILELCIC e ZIMMERMAN, 2012; VESILIND e MORGAN, 2017).

Segundo Georgescu-Roegen (2012), em um estudo de valoração energética, também mencionando a lei da entropia, onde em um sistema fechado a entropia

(quantidade de energia) aumenta continuamente em desordem. Em termos de valor energético, todo organismo vivo procura manter constante a sua entropia, e para mantê-la é necessário que se extraia mais energia do seu ambiente. Portanto, em termos de entropia, ainda segundo Georgescu-Roegen (2012), “o custo de todo empreendimento biológico ou econômico é sempre maior do que o produto”, trazendo a atividade em déficit. No entanto, este não será objeto do presente estudo, o que será visto é o método de valorar economicamente os recursos ambientais.

A classificação dos bens e recursos ambientais pelo método (VERA) é mais conhecida e mais fácil de ser utilizado. É uma metodologia que ainda pode ser estudado em sua forma de subdivisões, dependendo da disposição que o meio ambiente fornece. Então, a subdivisão da classificação é o valor de uso e valor de não-uso (MUNASINGHE, 2010).

O estudo analisado nesse trabalho está baseado na metodologia de Valoração Econômica dos Recursos Ambientais, espelhando-se na valoração no mercado econômico. No entanto, o cerne do trabalho é entender o mecanismo do método hedônico. E para isso, primeiramente é preciso entender todo o conjunto que compõem VERA, uma vez que, método hedônico faz parte dessa classificação.

Por intermédio de uma função denominada função hedônica ou preço implícito, é um método que busca estimar o valor dos atributos de bens e serviços ambientais vinculados ao preço de um bem conhecido no mercado econômico. Ou seja, indiretamente é um mecanismo capaz de valorar o quanto o consumidor estaria disposto a pagar por esse recurso ambiental (MOTTA, 2009).

Em suma, para utilizar o método hedônico é preciso achar um modelo ideal de função regressiva, de maneira que possa estimar o valor de um bem proposto. As distintas características que compõem um bem privado heterogêneo que influenciam na formação do valor de mercado econômico, podendo ainda ser utilizada a regressão linear múltipla, que vinculam aos bens e serviços ambientais.

A função hedônica pode ser utilizada em várias situações envolvendo produtos comercializados no mercado econômico. No entanto, a sua utilização tem crescido em direção junto com a avaliação de imóveis ou propriedades. Nesse caso, as características do imóvel são computadas e juntamente com acréscimo de dados dos recursos ambientais que envolvem o imóvel para sua precificação. Nesse sentido, pode ser calculado o valor de cada atributo da propriedade, assim como os recursos ambientais daquele ambiente. Porém, os acréscimos para valoração do

imóvel podem sofrer alterações na direção de um preço maior ou até mesmo uma depreciação, dependendo benefício ou malefício trazido ao bem-estar ou utilidade do consumidor (MAY, 2018).

Assim, pode-se verificar que existe uma relação direta entre as características de um imóvel no mercado econômico com seu preço. Nesse sentido, pode dizer que o valor dos bens e serviços ambientais uma vez atrelados a esse imóvel como atributos ou características ambientais, traz a possibilidade de se prever o valor dos bens e serviços ambientais implicitamente (SEIFFERT, 2014).

Portanto, o método hedônico serve como instrumento para se medir as características ambientais. Esses bens e recursos ambientais devem estar vinculados ao bem conhecido no mercado econômico. A valoração das características ambientais também pode ser utilizada diretamente pelo Poder Público de eventual dano ambiental que seja praticado pelo ser humano.

1.2 Justificativas

O desenvolvimento deste trabalho embasou-se na revisão de textos, artigos científicos e livros, ou seja, de todo o material pertinente à revisão bibliográfica. As idéias para confecção da metodologia de valoração do meio ambiente foram retiradas dos principais autores atuantes na área ambiental.

Para argumentar e conhecer sobre o cálculo da regressão linear múltipla, principal fórmula utilizada no método hedônico, foram consultados livros específicos na área da matemática, mais especificamente em estatística. Outros materiais importantes para a pesquisa foram os livros na área de economia, principalmente da microeconomia, das teorias de produção e demanda.

Esses conhecimentos da área de exatas são necessários para entender e aplicar na valoração dos recursos naturais.

A natureza fornece bens e recursos naturais ao ser humano para sua sobrevivência. Esses bens e recursos naturais são importantes para o ser humano e para todo o planeta viverem em equilíbrio. Então, é necessário que preservemos esses bens e recursos que a natureza oferece. Isto é, em todos os sentidos desde um micro à um macro sistema orgânico, ou até mesmo um único organismo vivo. Podemos perceber que, mesmo plantado uma única árvore num ambiente, é esta demonstra um diferencial naquele lugar. No entanto, percebemos que esses bens e

recursos naturais usufruídos pelo ser humano não são eternos e precisa ter atenção e seus cuidados (MAY, 2018).

No século XIX e XX, em virtude do crescimento econômico industrial, e de grande consumo de bens e recursos naturais, o meio ambiente foi sendo degradado de maneira exponencial. Consequentemente, ocorreram grandes desastres ambientais em prol do progresso, trazendo muitos desequilíbrios ecossistêmicos. O ser humano percebeu que os danos ao ambiente trouxeram consequências graves, inclusive doenças ao ser humano, e alterando clima no planeta. Viu-se que o meio ambiente necessitava de ressarcimento ambiental. No entanto, o ser humano não possuía instrumentos precisos para valorar o dano causado ao meio ambiente. Contudo, paulatinamente a incipiência foi gradativamente preenchida com alguns métodos de valoração dos bens e recursos ambientais. O método de valoração econômica dos recursos ambientais (VERA) foi um que surgiu para precificar (SEIFFERT, 2014).

Do arcabouço Valoração Econômica dos Recursos Ambientais (VERA) temos o método hedônico. É uma metodologia de valorar recursos ambientais de maneira implícita, ou seja, que esteja vinculado a outro bem conhecido e comercializada no mercado econômico.

A metodologia hedônica pode ser aplicada em muitos outros bens que não estejam diretamente vinculados aos bens e recursos ambientais. Uma vez que, o método hedônico pode ser aplicado em qualquer estudo que esteja relacionado com previsibilidade (MOTTA, 2009).

1.3 Objetivos

O presente estudo buscou demonstrar que, para que os bens e recursos ambientais sejam incluídos na precificação pelo método hedônico, esses bens e recursos ambientais necessitam estar vinculados a um imóvel ou propriedade. Pois, o método hedônico também pode prever a valoração de outros objetos do mercado que não esteja vinculado aos bens e recursos ambientais. Assim sendo, veremos que os bens e recursos naturais para serem precificados devem estar vinculados a um objeto do mercado econômico.

CONCEITOS BÁSICOS DA MICROECONOMIA

A microeconomia é um ramo da economia que estuda fatores que geram o preço do produto final. E elementos dos fatores de produção para manter o mercado

em equilíbrio, por isso também chamada de teoria dos preços. Essa teoria estuda quais fatores que determina o preço final dos bens e serviços do produto, comparando os fatores de produção e do consumidor. Em resumo, a microeconomia estuda a teoria do consumidor e o seu comportamento no mercado, estuda também a teoria da firma na sua estrutura econômica de organizações para obter máximo de lucro, e mais a teoria da produção no processo de transformação de fatores adquiridos pela empresa em produto final (BAIDYA, 2014).

No estudo de formação de preço, a microeconomia pode utilizar da hipótese em mercado específico, analisando o papel de oferta e demanda, e supondo que outras variáveis nada ou pouco interferem na função. Esse mecanismo de manter outros fatores constantes, estudando somente um único fator de interesse é denominado em microeconomia de *Coeteris paribus* (CUNHA, 2000).

Outro estudo na teoria dos preços são as externalidades. Estas são fatores que não estão computados na produção ou consumo. No entanto, elevam custos ou benefícios sociais, trazendo falhas ou distorções no mercado. Então, a externalidade pode ser positiva ou negativa. Assim, a educação pode ser externalidade positiva e a poluição em geral causa externalidade negativa (MOURA, 2011).

2.1 A palavra Valor na Economia

O termo valor pode apresentar várias acepções pelo conceito de importância, utilidade e pelo poder de fazer alguma coisa, como transacionar no próprio mercado econômico. O sentido do termo valor é o princípio para compreender a precificação dos bens e serviços disponíveis no mercado econômico. Em economia, para explicar o termo valor, utiliza-se a classificação de teorias objetivas, subjetivas e sociais (SILVA, 1982; TAMASHIRO *et al.*, 2019).

2.1.1 A teoria objetiva do valor

A teoria objetiva do valor ou conhecida como a teoria do valor-trabalho está atrelada diretamente ao trabalho que é produzido, ou seja, depende do custo de produção. O trabalho é a medida real do valor de troca de qualquer mercadoria. Para Pinto, Fredes e Marinho (1987), a teoria do valor objetivo segue as ideias dos economistas clássicos como Adam Smith e David Ricardo, onde o valor depende da quantidade de trabalho aplicado à sua produção. E ainda, acolhendo a escola marxista da teoria do valor-trabalho, o valor é determinado pelo trabalho aplicado na produção de um bem em toda a sua etapa final.

2.1.2 A teoria subjetiva do valor

A teoria subjetiva do valor é explicada pela utilidade e quantidade dos bens, também chamada de utilidade marginal ou de teoria psicológica por ter uma relação do ser humano e com o objeto. Cada sujeito valoriza os bens pela necessidade e benefício que lhe fornece. É o valor que cada indivíduo atribui ao objeto. Pressupõe que o valor de um bem se forma por sua demanda. À medida que aumenta a coisa oferecida, diminui a utilidade e as necessidades se tornam menos útil para consumir. Possibilitando melhor entendimento das teorias do valor e preço. Considerando que a escassez relativa dos bens e a sua utilidade é o que determinam o valor.

A teoria do valor-utilidade (ou subjetiva) veio complementar a teoria do valor-trabalho, o comportamento dos preços dos bens não era possível basear-se apenas nos custos de mão de obra sem considerar a demanda, ou seja, a satisfação do consumidor. A teoria do valor-utilidade permitiu distinguir o valor de uso e o valor de troca de um bem. Podemos dizer que o valor de uso é a utilidade que representa para consumidor e o valor de troca se forma pelo preço no mercado, pela lei da oferta e da demanda.

2.1.3 A teoria social do valor

Das duas ideias da teoria de valor, objetiva e subjetiva surgiu abordagem da teoria social do valor ou de troca, que engloba os bens e serviços que possam ser trocados pelo poder de compra. Os bens e serviços podem ser medidos e comparados entre si, pela capacidade de trocar por outros bens ou serviços de consumo. Nessa teoria os bens devem ter utilidade e satisfazendo alguma necessidade e alguma dificuldade de obtê-lo(escassez) para que possa ser valorado. Então, pode-se concluir das duas teorias, que a procura baseado na utilidade e a oferta baseada nos custos de produção eram igualmente indispensáveis para explicar o valor dos bens. As duas teorias juntas, objetiva e subjetiva, que direcionam para formar as leis da oferta e procura explicando melhor a valoração dos bens. Segundo Nusdeo (2001), a teoria do valor econômico está intimamente relacionada com o problema de escassez relativa aos recursos. Em economia os bens são úteis e escassos, por isso a eles se associa um valor, isso em decorrência da sensação de perda.

2.2 Excedente Econômico Total

O excedente econômico total também é conhecido como excedente do bem-estar ou excedente marshalliano em homenagem ao economista Alfred Marshall que difundiu esse termo. Excedente econômico total é o meio de mostrar o quanto o produtor e consumidor ganham em determinada transação de mercadoria.

Abordar o excedente do consumidor e excedente do produtor é explicar como e quanto o consumidor ganha ao obter um produto à determinado preço. No entanto, para o produtor, é demonstrar o quanto ele ganha a mais ao transacionar uma mercadoria a um determinado preço, segundo Gujarati e Porter, (2010). Então, a soma do excedente do produtor e excedente do consumidor fornece excedente econômico total, visto na Figura 1. Isto demonstra a utilidade no mercado, quanto o consumidor e produtor estariam satisfeito com a transação do bem ou serviço.

Visto que, quanto maior excedente de consumidor ou do produtor maior é o benéfico para cada parte. De modo geral, o excedente de consumidor e excedente do produtor tem uma relação inversamente proporcional.

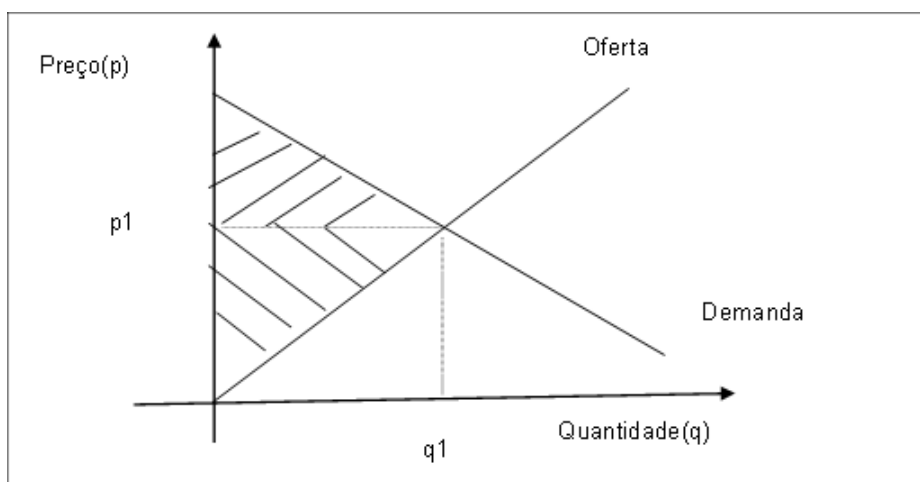


Figura 1 Excedente econômico total.

Fonte: Baidya *et al.*, (2014).

Para entender o excedente econômico total sendo uma relação do excedente do consumidor e do produtor, inicialmente, é necessário ter uma noção de mensuração do ganho no mercado econômico, conhecido como preço de reserva (VARIAN, 2015; VASCONCELLOS e GARCIA, 2009).

2.2.1 O preço de reserva

No estudo em microeconomia o produtor dispõe de um bem ou serviço para obter lucro. E o consumidor está disposto a adquirir o produto no mercado para satisfazer o seu bem-estar. Tanto o produtor como consumidor estão disponíveis a

pagar ou receber por aquele determinado preço. O preço máximo que consumidor estaria disposto a pagar para adquirir a mercadoria e o preço mínimo que o produtor estaria disposto a receber é chamado de preço de reserva.

Em economia, cada bem ou serviço capaz de proporcionar um grau de satisfação ao indivíduo(consumidor), e essa satisfação em economia é denominada de “utilidade” maximizando o seu bem-estar.

2.2.1.1 O preço de reserva do consumidor

O preço de reserva do consumidor consiste no valor(preço) máximo que ele está disposto a pagar num determinado bem ou serviço. Para um valor maior que o preço de reserva, ele não tem interesse ou não é benéfico em consumir ou adquirir e, portanto, a troca não ocorre.

O mecanismo de preço de reserva funciona conforme dispôs Vasconcelos e Garcia (2009) e Passos e Nogami (1998), seria o máximo que um consumidor pagaria pela primeira unidade de um bem r_1 , (preço de reserva1).

Depois de comprar a primeira unidade, e verificando o quanto o consumidor estaria disposto a pagar pela segunda unidade r_2 , pois não é o mesmo valor da unidade r_1 , será um pouco menor, porque interesse a esse bem diminui a cada aquisição e assim sucessivamente até r_n , a última unidade que estaria disposto a consumir.

Em teoria, o consumidor já possui $n-1$ quantidades, e r_n indica o máximo de unidade que ele irá pagar pela enésima unidade.

Então, a somatória de $r_1 + r_2 \dots + r_n$ é equivalente ao preço da variação da utilidade total pela aquisição de n unidades de bens à um determinado preço pago por unidade. Assim, pode formar o gráfico dessa aquisição, Figura 2, representando a curva de preço de reserva.

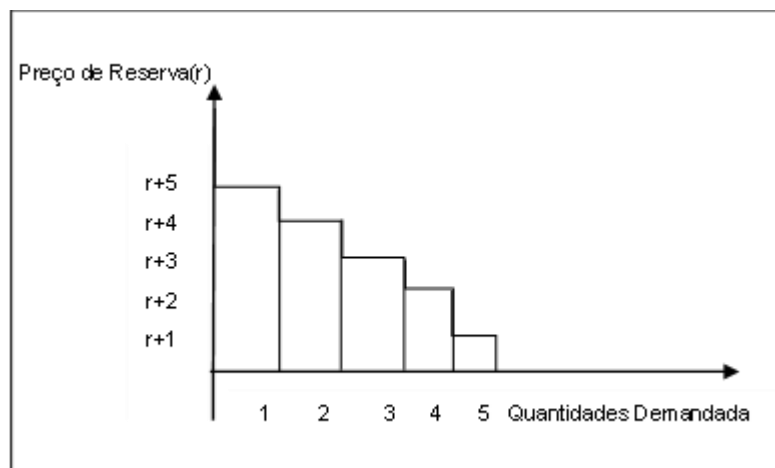


Figura 2 - A curva do Preço de Reserva do consumidor.

Fonte: adaptado pelo autor.

A curva do preço de reserva descreve sequencialmente os valores de unidades sucessivas de um bem. Assim, a curva demandada descreve o máximo que seria pago por unidade de uma mercadoria comprada simultaneamente (VARIAN, 2015).

Portanto, o preço de reserva é o preço de unidade que o consumidor estaria disposto a pagar pelo produto naquela situação. Quanto mais adquire o produto, mais a sua necessidade pelo produto vai decaindo progressivamente.

Exemplificando, num verão muito quente e com muita sede, o consumidor hipoteticamente pagaria um preço (p) por um copo de água na sua primeira unidade, e ainda com sede, pagaria no segundo copo um preço ($p-1$) um valor um pouco menor, e assim sucessivamente, até não querer mais nenhum copo de água, satisfazendo a sua sede e o seu desejo por mais um copo d'água será zerado (VARIAN, 2015).

A ideia é o quanto o consumidor estaria disposto a pagar pelo produto. É o máximo que o consumidor está disposto a pagar por um produto ou serviço naquela oportunidade.

2.2.1.2 O preço de reserva do produtor

O preço de reserva do produtor consiste no valor mínimo em que ele aceitaria vender determinado bem ou serviço. Para um valor menor que o seu preço de reserva, não lhe é benéfico vender, pois se isso ocorresse lhe traria um prejuízo. E nesse caso a troca não ocorre.

2.2.2 Excedente do Consumidor

O excedente do consumidor é a diferença entre o preço de reserva que o consumidor está disposto a pagar e o preço real pago pelo consumidor. O preço pago geralmente é menor ou igual ao preço de reserva, se for maior ele não realiza a compra. É a relação de ganho do consumidor pelo preço do produto que efetivamente foi pago.

A aproximação da área do ganho líquido de utilidade sob a curva de preço de reserva pela área correspondente sob a curva de demanda fornece a medida excedente do consumidor do ganho líquido de utilidade. Apresentando na figura3, uma pequena diferença nas curvas de preço de reserva e da demanda, se o preço de reserva do consumidor fosse igual ao preço que ele realmente pagou então, as retas seriam coincidentes.

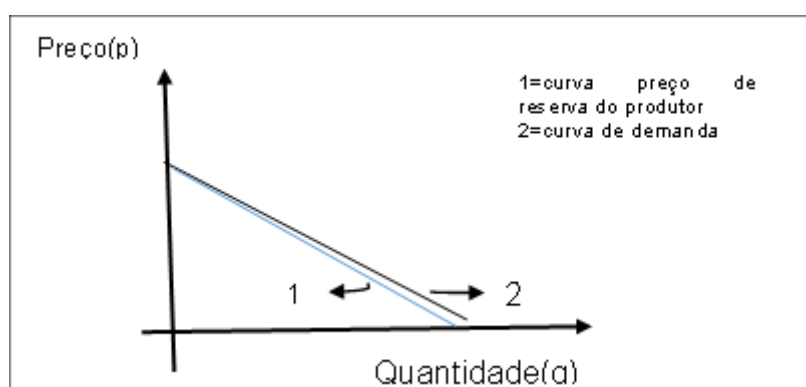


Figura 3 - Diferença do preço de reserva e da demanda.
Fonte: adaptado pelo autor.

O excedente do consumidor é uma boa proxy do ganho de utilidade(satisfação) do consumidor. Outra forma de observar excedente do consumidor pode ser vista graficamente na curva da função demanda. Fica entre a curva de demanda e o preço do produto pago, conforme a Figura 4. Assim, é a área do triângulo formado pelo acima da reta do preço e abaixo da reta da função demanda.

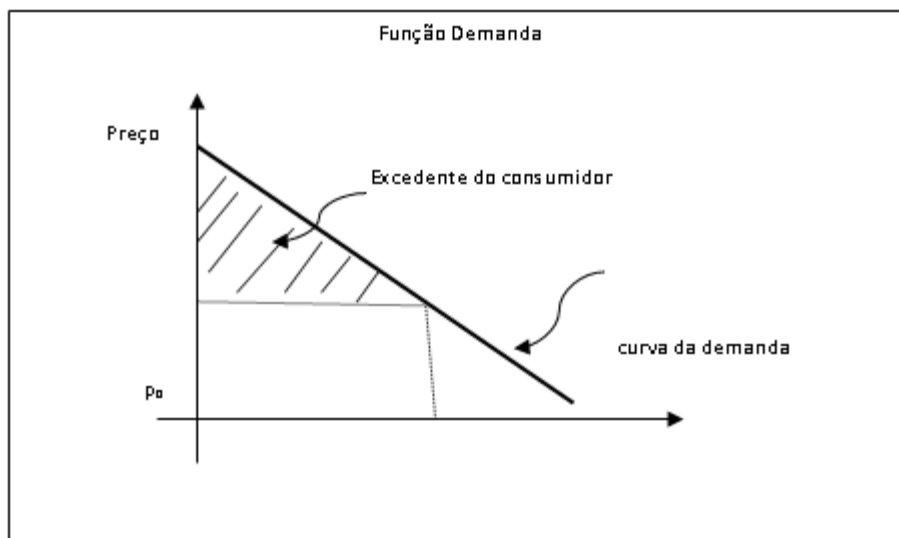


Figura 4 - Excedente do consumidor.
Fonte: elaborado pelo autor.

O gráfico da função não necessariamente é uma reta, podendo ser uma curva. E para calcular a área do excedente do consumidor, quando for uma reta, podemos utilizar a fórmula matemática da geometria plana, ou seja, calcular a área do triângulo formado pela reta do preço e a reta de demanda, basta multiplicar a base do triângulo por altura e dividido por dois. Porém, nem sempre o gráfico apresenta uma reta, então, o cálculo se torna mais complexo. Nesse caso, solicitamos ajuda da matemática mais avançada, utilizando-se de cálculo integral da área formada pelas retas da equação do preço e da demanda, usando a seguinte equação:

$$AEC = \int_0^{q_1} (f(q) - g(p_1)) dp$$

2.2.3 Excedente do Produtor

O excedente do produtor é a diferença entre o preço de venda, menos o preço de reserva do produtor, ou seja, o mínimo em que ele aceitaria vender o produto. Portanto, o preço de reserva do produtor consiste no valor mínimo em que ele aceitaria vender determinado bem ou serviço. O excedente do produtor é representado no gráfico na Figura 5, sendo calculada pela área acima da curva de oferta e abaixo do preço de venda (VARIAN, 2015).

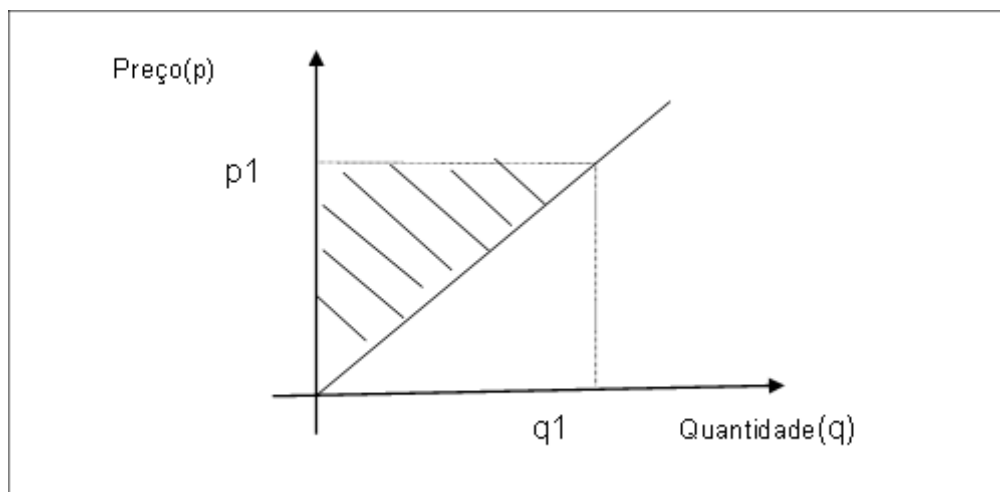


Figura 5 - Excedente do produtor.
Fonte: elaborado pelo autor.

Para calcular o valor do excedente do produtor formado pela área do triângulo da reta de oferta e o preço recebido, pode ser calculado pela seguinte fórmula:

$$AEP = \int_0^{q_1} (f(p) - g(p)) dp$$

Onde AEP área do excedente do produtor, se dá pela integração da curva do preço(p) menos a curva do produtor(p) (SILVA et al., 1977).

TAXONOMIA DOS BENS E RECURSOS AMBIENTAIS

O papel da natureza no meio ambiente é oferecer recursos naturais e serve para receber rejeitos da própria natureza para manter em equilíbrio. A palavra natureza assemelha-se ao conceito de ecossistema no qual abrange todos os organismos vivos e o seu ambiente não-vivo, se inter-relacionando e interagindo entre si. No entanto, com crescente degradação ambiental pela intervenção do ser humano foi necessário o surgimento do conceito de valoração econômica da natureza (SEIFFERT, 2014; ODUM, 1988).

A natureza e o ecossistema também se assemelham a capital natural uma denominação recente da função produção ecológica. Capital natural substitui a terra da equação de função de produção. Então, por definição capital natural tem a função de provisão de insumos para processo econômico como madeira e minerais, além de provisão direta de serviços ambientais na regulação climática e ciclos biogeoquímicos. E na função de absorção de resíduos (MERICO, 2002; COSTANZA et al., 2014).

Valorar os bens e recursos naturais economicamente é tecnicamente chamado de precificação.

3 1. Fundamentos para valorar os recursos ambientais

A valoração dos recursos ambientais pode ser abordada baseada no mercado, medindo-se o excedente do consumidor e o excedente do produtor, gerando excedente econômico total. E na sua metodologia por ser abordada por enquetes. Auxiliando na estimativa de valor econômico aos recursos ambientais, por meio da simulação de um mercado hipotético, independentemente de existirem ou não preços de mercado relacionados a eles (MOTTA, 2009).

Portanto, valoração econômica dos recursos ambientais pode ser obtida teoricamente no valor máximo que as pessoas estarão dispostas a pagar por um determinado bem, é a medida do valor, o que equivale ao preço de reserva. Ainda no gráfico de oferta e demanda, interseção da curva da demanda e da curva de oferta temos o equilíbrio do preço do mercado. Tanto o consumidor quanto o produtor estariam satisfeitos com esse preço (UBERTI, 2000; BAIDYA *et al.*, 2014).

No entanto, na valoração bens e serviços ambientais é um procedimento que difere um pouco da valoração do mercado econômico. Valorar bens e recursos ambientais tem a sua metodologia própria, uma vez que tem um valor intrínseco e peculiar (SEIFFERT, 2014).

Geralmente, esses bens e serviços ambientais não existem no mercado econômico para ofertar um preço diretamente, ou seja, uma subsunção em mercado econômico. Muitas vezes a valoração do recurso ambiental não é vista, presenciada em termos de preço. No entanto, algumas vezes, a apreciação somente ocorre quando acontece algum desastre ambiental causando impacto ambiental. Forçando uma busca emergencial na precificação dos bens ambientais. Neste caso, é através dos danos que causaram algum impacto ambiental que os recursos ambientais serão valorados, o que muitas vezes contradiz com valoração de real perda ambiental (MOTTA, 2009).

Pois, este é um dos motivos de surgimento da dificuldade de internalizar as externalidades. Então, seria mais um motivo para estudar e encontrar um mecanismo para aproximar o valor dos bens e serviços ambientais de modo mais equânime para fazer a justiça ambiental e social.

3.2 A classificação de Valoração Econômica dos recursos ambientais

Valoração Econômica dos Recursos Ambientais (VERA) possui várias técnicas de obter os preços dos bens e recursos naturais. Para fins didáticos, pode ser desagregado, dividindo em valor de uso (VU) e valor de não uso (VNU).

Assim, o método VERA de modo geral não possui uma classificação rígida e sua utilização depende do enfoque e propósito do pesquisador.

Segundo Merico (2002) e Costanza et al., (1997), os bens e serviços ecossistêmicos são fluxos de matérias, energias e informações da natureza. Tendo como principais funções de provisão de insumos no processo econômico (madeira, minerais e solos) e serviços ambientais de regulação climática, ciclos biogeoquímicos e absorção de resíduos.

Portanto, a valoração econômica dos recursos ambientais classifica-se quanto a esses bens e serviços ambientais o qual fornecem alguma utilidade, ou seja, esteja atrelado ao termo de uso ou não-uso.

Motta (2009) fala que o valor econômico de um recurso natural é prover a precificação deste recurso através de comparação com os bens e serviços disponíveis no mercado econômico, essa comparação fica mais disponível pelo método de uso.

A determinação dos custos e dos benefícios na conservação de um ecossistema consiste em valoração, entende May (2018). Então, a valoração econômica é um importante critério no processo de tomada de decisão, para um desenvolvimento sustentável e na utilização e definição de políticas ambientais.

A classificação de recurso ambiental também consta da norma da Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT), na parte 6-Recursos Naturais e Ambientais, Norma Brasileira (NBR) 14.653-6, onde informa que todo recurso que a natureza oferece é necessário à existência e a preservação da vida. E define como maneira categórica, indiscutível, o recurso ambiental como sendo tudo que envolve a atmosfera, todas as espécies de origens das águas, o solo e subsolo, a fauna e a flora, ou seja, todos os elementos existentes no planeta Terra.

O valor econômico do recurso ambiental, também mencionado no NBR 14.653-6 informa que (VERA) é a somatória dos valores de uso e de não-uso, bastando para tanto considerar com a simples existência de um recurso ambiental para ser utilizado.

Segundo Montibeller Filho (2008), Munasinghe (2010) classificou em recursos ecossistêmicos em Valor Econômico Total (VET), mudando somente a nomenclatura, semelhante a VERA. Entende que um bem ou serviço ambiental é aquele que considera não só o valor de uso atual como também de uso futuro. O entendimento do VET para referidos autores são vistos sob a ótica e classificação em três representações, conforme segue no Quadro 1 com pequenas alterações de arranjos entre as modalidades.

VET1 = valor de USO + valor de EXISTÊNCIA.

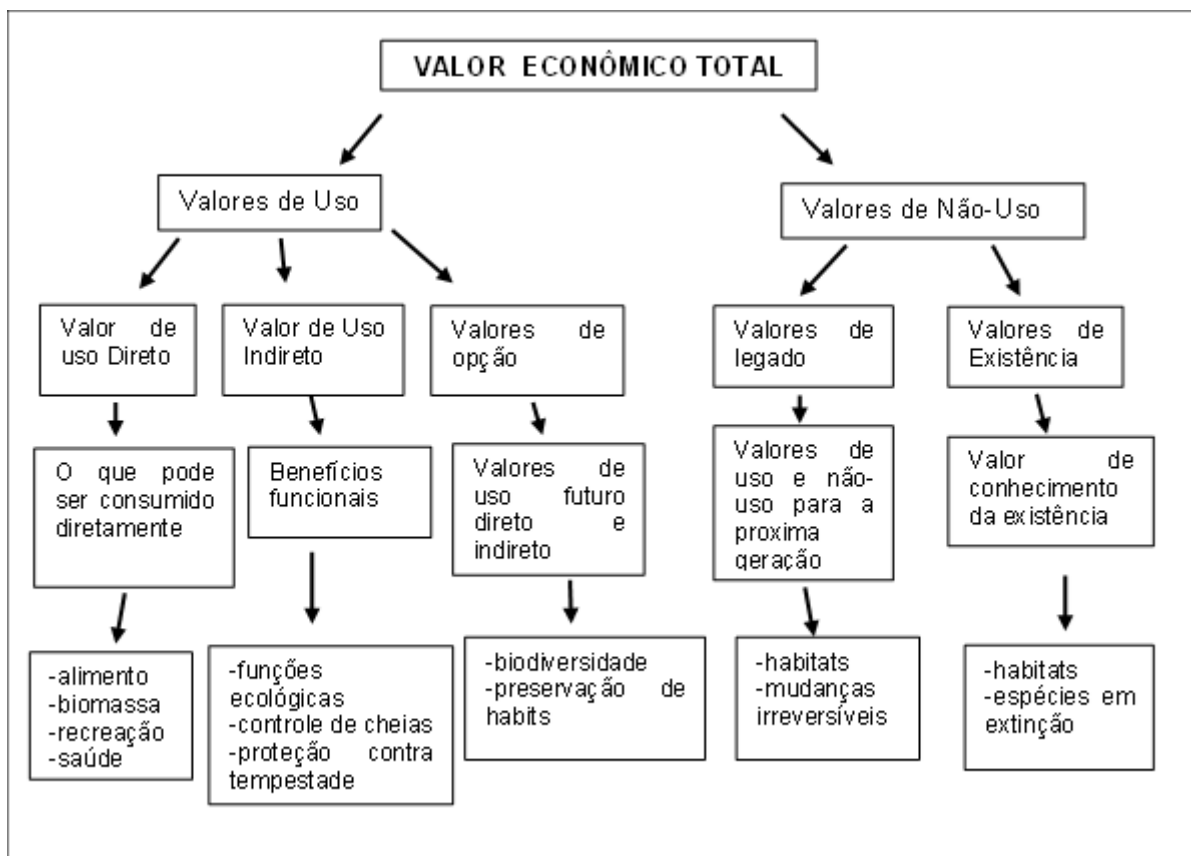
VET2 = valor de USO (atual+futuro) + valor de EXISTÊNCIA.

VET3 = valor de USO+valor de OPÇÃO + valor de EXISTÊNCIA.

Quadro 1 - Classificação do VET.
Fonte: Munasinghe (2010).

O valor de uso é aquele atribuído pelas pessoas que realmente usam ou usufruem de algum recurso ambiental. O valor de uso sofre mais uma subdivisão em valor de uso direto (VUD), e valor de uso indireto (VUI), e alguns autores classificam ainda em valor de opção (VO) (SEIFFERT, 2014).

Dentro dessa classificação, temos ainda o valor de não-uso (VNU) que também pode ser denominado de valor de existência (VE), citado por Motta (2009); Montibeller Filho (2008), Munasinghe (2010). A classificação de VERA conforme o Quadro 2, também descrita com muita semelhança que se encontra normatizada pela Associação de Normas Técnicas Brasileira - ABNT-14653-6.



Quadro2. Categorias de valores econômicos atribuídos ao patrimônio ambiental.
Fonte: Munasinghe (2010).

May (2018) e Motta (2011), fazem menção a Valoração Econômica dos Recursos Ambientais (VERA), que assim pode ser decomposto sucintamente e se expressa da seguinte maneira:

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

Então, vejamos alguns detalhes dessa subclassificação segundo autores consultados acima, e seu significado dentro da classificação de valoração econômica dos recursos ambientais.

3.2.1 Valores de uso direto (VUD)

Valor de uso direto é o valor que os indivíduos atribuem a um recurso ambiental em função do bem-estar que ele proporciona mediante o seu uso direto na atividade de produção ou no consumo, pelo fato de que dele se utilizam diretamente. Os valores de uso direto dos recursos ambientais são derivados do uso direto da biodiversidade como atividade de recreação, visitação, lazer, colheita de recursos naturais, na forma de extração, caça, pesca e a educação, ou outra atividade de produção ou consumo direto.

3.2.2 Valores de uso indireto (VUI)

Valor de uso indireto é o valor que os indivíduos atribuem a um recurso ambiental pelo bem-estar que lhe proporciona quando o benefício do seu uso deriva de funções ecossistêmicas ou funções ecológicas da biodiversidade como a contenção de erosão e reprodução de espécies marinhas pela conservação de florestas de mangue, proteção de bacias hidrográficas, preservação de habitat para espécies migratórias, estabilização climática e sequestro de carbono.

3.2.3 Valor de Opção (VO)

Valor de opção é o valor que o indivíduo atribui em preservar recursos que podem estar ameaçados para uso direto e indireto no futuro próximo. Hoje desconhecido e realizável no futuro. Por exemplo, o benefício advindo dos fármacos, de terapias genéticas com base em propriedades de genes ainda não descobertos de plantas em florestas tropicais.

3.2.4 Valor de não-uso ou Valor de Existência (VE)

Este valor está dissociado do uso e deriva de uma postura moral, cultural, ética ou altruística em relação aos direitos de existência de outras espécies ou de outras riquezas naturais que não seja a humana, mesmo que os benefícios não representem uso atual ou futuro para ninguém. Um exemplo é a mobilização da opinião pública para salvamento dos tigres asiáticos ou das baleias ou florestas, mesmo em regiões em que a maioria das pessoas nunca poderá estar ou fazer qualquer uso de sua existência.

Então, no Quadro3 temos sinopse da valoração econômica do recurso ambiental e as classificações em valor de uso e valor de não-uso e a subclassificação dos mesmos fornecido por (MOTTA, 2009):

VALOR ECONÔMICO DO RECURSO AMBIENTAL			
Valor de Uso			Valor de Não- Uso
Valor de Uso Direto	Valor de Uso Indireto	Valor de Opção	Existência

Os bens e serviços ambientais são apropriados(usufruídos) diretamente da exploração do recurso e consumidos hoje	Os bens e serviços ambientais que são gerados de funções ecossistêmicas e apropriados e consumidos indiretamente hoje	Os bens e serviços ambientais de usos diretos e indiretos a serem apropriados e consumidos no futuro	O valor não associado ao uso atual ou futuro e que reflete questões morais, culturais, éticas ou altruísticas
--	---	--	---

Quadro 3 – Taxonomia Geral do VERA.
Fonte: Motta (1998).

PRECIFICAÇÃO DOS RECURSOS AMBIENTAIS

Os métodos de Valoração Econômica dos Recursos Ambientais e os seus meios de precificações utilizam-se do auxílio da microeconomia ou teoria dos preços. Estuda o comportamento dos consumidores, produtores e o mercado econômico onde estes interagem.

Visando o bem-estar e o equilíbrio do mercado econômico onde é necessário que contenha nos objetos, os custos e benefícios sociais. Utilizando do método da função de produção também chamada de método indireto de valoração e da função demanda ou método direto de valoração assim pode-se precificar os bens e serviços dos recursos ambientais.

A criação de riqueza no modelo tradicional utiliza a relação entre terra, trabalho e capital. No entanto, o conceito da criação de riqueza moderna na ocupação do ecossistema e consumo de recursos naturais tem um novo paradigma, tendo os quatro capitais: capital natural; capital humano; capital sócio-organizacional e capital manufaturado (MERICO, 2002).

Foi redefinida a terra como capital natural da equação clássica da função produção. A capital natural tendo as funções de provisão de insumos para processo econômico como exemplo o fornecimento de madeira, minérios, papéis etc. Provisão direta de serviços ambientais e absorção de resíduos, para aumentar o bem-estar dos seres humanos (MERICO, 2002; COSTANZA, 1997).

Para esses autores Seiffert (2014) e Motta (2009), a metodologia de precificação é extraída da microeconomia para descrever os métodos de valoração econômica ambiental. Portanto, podendo ser de modo direto ou indireto; observado ou hipotético ou, ainda, baseados em funções produção ou demanda. Temos no

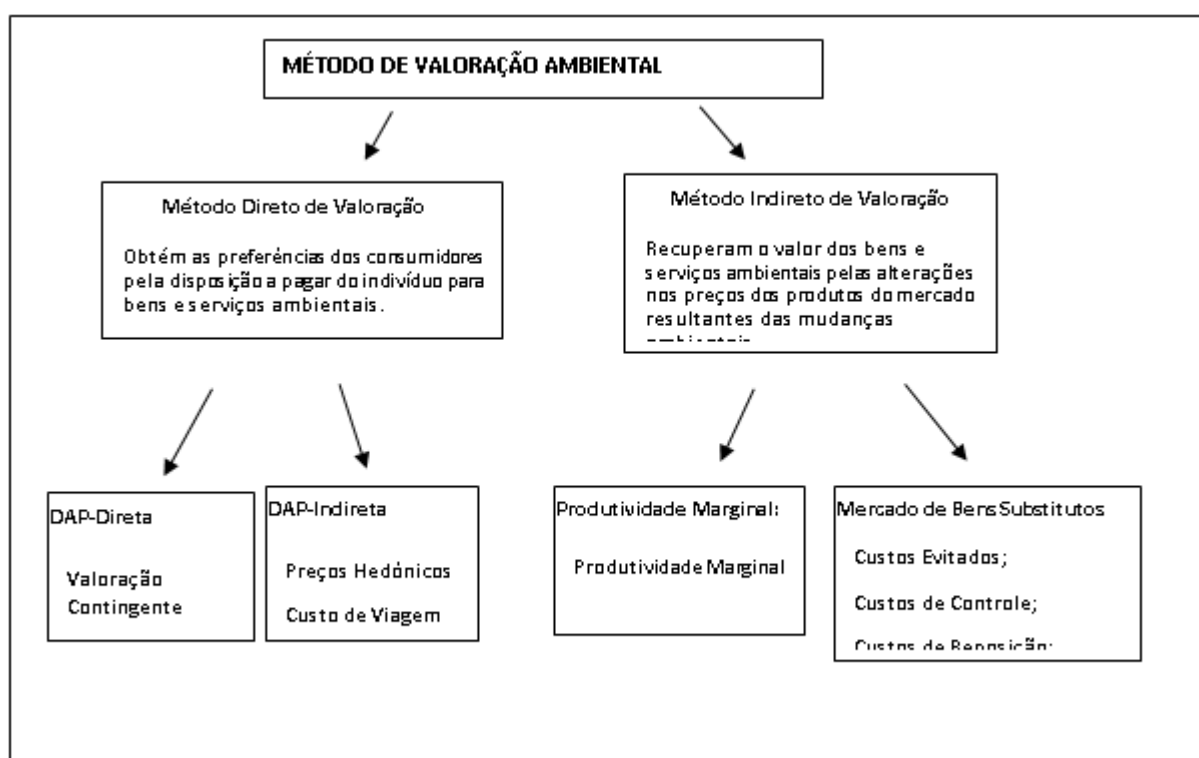
Quadro4 o entendimento do Seiffert (2014) e Motta (2009) que apresentam a função demanda e função produção(oferta)para obter a precificação com as suas limitações de uso em cada método utilizado no VERA.

MÉTODOS DE VALORAÇÃO MONETÁRIA				
Função Demanda			Função de Produção	
Métodos de Preferência Relatada		Métodos de Preferência Revelada	Avaliação Dose-Resposta	Custo de Recuperação
Avaliação Contingencial		Preços Hedônicos	Custo de Mitigação	
Disposição a Aceitar (DAA)	Disposição a Pagar (DAP)	Custo de Viagem		

Quadro4 - Métodos de valoração monetária do bem ambiental.

Fonte: Seiffert (2014).

Outro meio de classificação dos métodos dos recursos ambientais indicado por May (2018) é através do método direto e método indireto de precificação do valor ambiental que pode ser vista no Quadro5, com algumas alterações em relação ao método anterior.



Quadro 5 – Método de Valoração Ambiental.

Fonte: MAIA *et al.*, (2002)

4.1 Método de Função Produção

A função de produção ou oferta, representada na Figura 6, é uma função que explica como a empresa estará disposta a colocar no mercado um bem ou serviço. Na oferta quando o preço aumenta, as quantidades ofertadas tendem aumentar e quando diminuem tendem a diminuir (SAMUELSON e NORDHAUS, 1993).

Para calcular um modelo matemático simples, o produtor utiliza uma função que associa as diferentes quantidades de fatores de produção. Nessa função do processo produtivo de bens ou de serviços, do outro lado da equação, entra o fator capital, trabalho e recursos. Então a função produção é a relação entre as quantidades de insumos que são requeridas no processo produtivo e para produzir o produto(Q). Os insumos são as partes integrantes do processo produtivo que são transformados em produtos ou mercadorias. O conceito de insumo é amplo e inclui matérias-primas, mãos de obra, capital ou outros bens ou serviços que contribua para a obtenção do produto. No entanto, no estudo em ecossistemas o capital pode ser substituído pelo capital natural (COSTANZA et al., 1997; MERICO, 2002). Sintetizando a função produção ou função oferta, pode ser representada com a seguinte expressão:

$$Q = K.L.R$$

Onde:

Q = quantidade produzida do bem.

K= quantidade empregado de fator capital.

L= quantidade empregado de fator trabalho.

R= quantidade empregado dos recursos naturais.

Dentro do estudo da função produção(oferta) pode-se dividir em métodos de produtividade marginal e de mercado de bens substitutos (reposição, gastos defensivos ou custos evitados e custos de controle).

O recurso ambiental é considerado um insumo ou um substituto de um bem ou serviço privado. Estes métodos utilizam-se de preços de mercado para estimar o valor econômico do recurso ambiental. Os benefícios ou custos ambientais das variações de disponibilidade destes recursos ambientais servem para que os consumidores possam estimar.

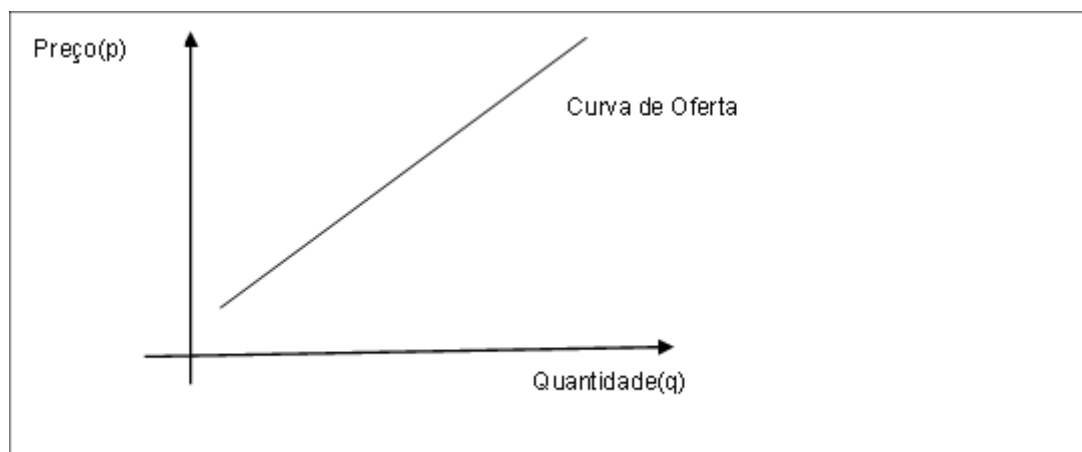


Figura 6 – Função Oferta.
Fonte: Samuelson e Nordhaus (1993).

Com base nos preços destes recursos, admitindo que eles não alteram diante destas variações, estimam-se indiretamente os valores econômicos (preços-sombra) dos recursos ambientais cuja variação da disponibilidade do recurso ambiental é dada pelo produto da quantidade variada do recurso vezes o seu valor econômico estimado. Por exemplo, a perda de nutrientes do solo causada por desmatamento pode afetar a produtividade agrícola. Ou a redução do nível de sedimentação numa bacia por conta de um projeto de revegetação pode aumentar a vida útil de uma hidrelétrica e sua produtividade.

4.1.1 Método da Produtividade Marginal e Método de Dose-Resposta

Estes dois métodos apresentam similaridades ou complementaridades em relação à sua metodologia na aplicação de recursos ambientais. O produto marginal ou produtividade marginal do fator de produção é definido como sendo a variação na produção total decorrente da variação de uma unidade no fator de produção. Dessa forma, o produto aumenta ou diminui conforme a variação de entrada de novo elemento no processo de produção. Podendo ser calculada pela seguinte fórmula:

$$P_{mg} = \Delta q / \Delta I$$

P_{mg} = produtividade marginal

Δq = variação de saída

ΔI = variação de entrada

Entretanto, as funções dose-resposta são empregadas para estabelecer a relação entre a ação causadora, o atributo ambiental, e os efeitos finais sobre o ser

humano, avaliando a perda social por um dano marginal, associado a mudanças a qualidade de um recurso natural. Então, a função dose-resposta tenta estabelecer uma relação entre a dose (fonte causadora) e a resposta (efeito ou mudança) para em seguida atribuir um valor a essa resposta ou efeito observado.

O objetivo do método da produtividade marginal é mensurar o impacto causado no sistema produtivo pela variação marginal de um bem ou serviço ambiental. Dessa variação são feitas estimativas do valor econômico de uso do recurso ambiental. A produtividade marginal de um fator produtivo traduz o acréscimo de produção que resulta do aumento da quantidade utilizada desse fator (MOTTA, 2009).

$$PM_{gL} = \frac{\partial Q}{\partial L} PM_{gK} = \frac{\partial Q}{\partial K}$$

PMgl = produtividade marginal

$\frac{\partial Q}{\partial L} PM_{gK}$ = derivada de PM a elemento

Além disso, as especificações de produto final (Q) em recursos naturais(R) são difíceis de serem captadas diretamente na medida em que (R) corresponde geralmente a fluxos de bens ou serviços gerados por um recurso ambiental que depende do seu nível de estoque ou de qualidade. Logo, se faz necessário conhecer a correlação de (Q) em (R) ou, se possível mais especificamente, as funções de dano ambiental ou as funções dose-resposta (DR) onde:

$$R = DR (x_1, x_2, \dots, Q)$$

$$DR = \frac{\partial DR}{\partial Q}$$

Motta (2009) fornece exemplos de método de dose-resposta, onde dose seria a erosão do solo e a resposta corresponde a perda de safra em consequência da erosão.

O método de dose-resposta (MDR) é um método que trata a qualidade ambiental como um fator de produção. Assim, mudanças na qualidade ambiental levam a mudanças na produtividade e custos de produção, os quais levam por sua vez a mudanças nos preços e níveis de produção que podem ser observados e

mensurados. No entanto, os dois métodos apresentam suas limitações e especificidades segundo os contextos analisados.

4.1.2 Método de Mercado de Bens Substitutos

O Mercado de Bens substitutos são aqueles bens em que o consumo de um deles exclui o consumo do outro. A substituição não precisa ser total, perfeita, basta o consumidor comprar as quantidades de um determinado bem (A) e consequentemente implicando em redução do seu consumo de outro bem (B).

O fato é que muitas vezes não se consegue obter diretamente o preço de um produto afetado por uma alteração ambiental, mas, pode estimá-lo por algum substituto existente no mercado. A metodologia de mercado de bens substitutos parte do princípio de que a perda da qualidade ou escassez do bem ou serviço ambiental irá aumentar a procura por substitutos na tentativa de manter o nível de bem-estar da população (MOTTA, 2009).

Mercado de bens substituto parte do princípio de que existe uma perda de qualidade ou escassez do bem ou serviço ambiental. Isso levará procura por outro bem ou serviço para substituir, na tentativa de manter o nível de bem-estar do consumidor.

Suponhamos que (Z) é um bem ou serviço ambiental consumido gratuitamente, um decréscimo do nível de qualidade da água (Q) resulta em um decréscimo de uma amenidade. E o serviço ambiental de recreação (E) e o seu uso não seja cobrado. No entanto a sua qualidade ou escassez pode induzir ao uso de outros bens para realizar substituições de (E), aumentando a demanda por outros bens substitutos perfeitos (S). Então temos:

$$Z = F(x, E + S)$$

Para se manter o produto (Z) constante com uma unidade a menos de (E), deverá compensar com uma unidade a mais de (S). Entretanto substitutos perfeitos são bens ou serviços que podem ser utilizados em substituição de outros bens ou serviços sem a perda de qualidade ou bem-estar.

Se, temos $Q = f(K, R)$, (R) tem o (S) como substituto perfeito a função fica $Q = f(k, R + S)$. O mercado de bens substitutos pode ser dividido em modalidades como

método de custo de reposição, método de custo evitado e método de custo de controle.

4.1.3 Método de Custo de Reposição

Método de Custo de Reposição (MCR) é utilizado na ocorrência de um dano e fazer a reparação desse dano provocado. Assim, esse método se baseia no custo de reposição ou restauração de um bem danificado e entende que o custo é uma medida do seu benefício. 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, são custos incorridos para repor um bem ou serviço ambiental (PEARCE, 1993).

Citando como exemplo, a prevenção da erosão do solo, fazendo todos os cálculos para repor os nutrientes necessários, *status quo ante*, perdidos com a erosão. Por exemplo, no caso dos manguezais destruídos, calcular os custos de fazer uma criação artificial de alevinos, com a perda da produção de pescados.

4.1.4 Método de Custos Evitados ou Defensivos

O Método de Custos Evitados (MCE) também chamado de Custo preventivo são os gastos em produtos substitutos ou complementares para alguma característica ambiental que podem ser utilizados como aproximações para mensurar monetariamente a percepção dos indivíduos das mudanças nessa característica ambiental. São os possíveis gastos com a degradação ambiental ou para remediar seus efeitos no ecossistema e conseqüentemente para a saúde humana (PEARCE,1993).

Citando exemplo, indivíduo que compra água engarrafada para se proteger de uma possível contaminação de água fornecida via rede encanada. Nesse caso, indiretamente valorando a disposição a pagar pela água tratada(engarrafada).

4.1.5Método de Custo de Controle (MCC)

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 (MOTTA, 2009).

4.1.6 Método de Custo de Oportunidade (MCO)

O método do custo de oportunidade não valora diretamente o recurso ambiental, mas sim, o custo de oportunidade de mantê-lo, ou seja, vale para o produto, mas não para a sociedade. Na economia serve para indicar o custo de algo em termos de uma oportunidade renunciada. É a medida do sacrifício de receita resultante da opção por manter determinado nível de qualidade ambiental.

Citando o exemplo de instalação de uma usina hidrelétrica em uma bacia hidrográfica, que nesse caso é necessário inutilizar vasta área de terra que poderia ser utilizada para outros fins, como agropecuários. Temos o custo de oportunidade de manter a preservação da área ou de instalar a usina.

4.2 Método da Função Demanda

O conceito de Demanda é fornecido pela quantidade de um bem ou serviço que os consumidores desejam adquirir por um preço num mercado, em um dado período. Mas, nem sempre a demanda significa necessariamente o consumo. Pode demandar, desejar, e não consumir ou não adquirir esse bem ou serviço (SAMUELSON e NORDHAUS, 1993).

Entretanto, a relação ou função demanda demonstra matematicamente a medida do efeito das variações do preço do bem (p) em relação a quantidade(q) demanda. Essa função dá origem à curva de demanda, mostrado na Figura.7, e muitas vezes por medidas didáticas a curva é representada por uma reta. A equação de demanda pode ser representada por:

$$D_x = f(p_i, p_s, p_c, R, G)$$

D_x = quantidade procurada (demandada)

p_i = preço do bem

p_s = preço dos bens substitutos ou concorrentes

p_c = preço dos bens complementares

R = renda do consumidor

G = gostos, hábitos e preferências do consumidor

A curva de demanda é uma representação gráfica de diferentes quantidades de bens que os consumidores estão dispostos a comprar por diferentes preços pela unidade de tempo.

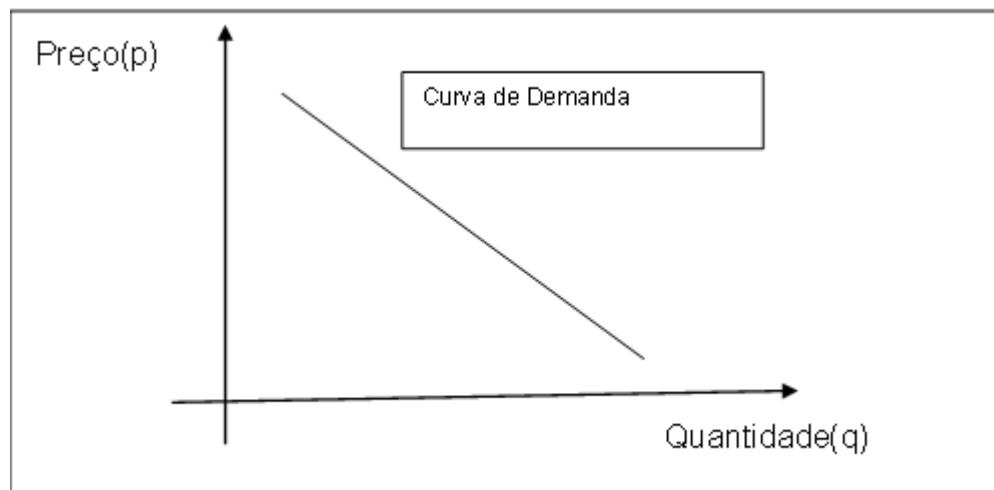


Figura 7 – Função demanda.
Fonte: Samuelson e Nordhaus (1993).

Como vimos que, tanto na economia como na matemática, tem um mecanismo que é utilizado para estudar o efeito de uma variável dentro da equação de demanda, escolhendo a variável de interesse e mantendo outras variáveis constantes. Esse método é denominado de "*coeteris paribus*" uma expressão latina que pode ser traduzida por "mantendo todo os demais constante" ou também "mantidas inalteradas todas as outras coisas" (PASSOS e NOGAMI, 2016).

No estudo da função demanda pode ser subdividido em mercado de bens complementares que são compostos pelo preço hedônico e do custo de viagem; e método da valoração contingente. Os bens complementares são considerados os bens cujo consumo é feito geralmente de forma simultânea. Existe uma dependência no consumo de um bem e outro bem simultaneamente. A complementaridade não precisa ser total, ou seja, o consumo de um bem ou serviço implica necessariamente no consumo do outro, bastando que o consumo de ambos seja associado de alguma forma (TROSTES e MOCHON, 2004).

Esses métodos assumem que a variação da disponibilidade do recurso ambiental altera a disposição do pagamento ou aceitação dos agentes econômicos em relação àquele recurso ou seu bem privado complementar. Assim, estes métodos estimam diretamente os valores econômicos(preços-sombra) com base em função demanda para estes recursos derivadas de mercados de bens ou serviços

privados complementares ao recurso ambiental ou mercados hipotéticos construídos especificamente para o recurso ambiental em análise (MILLER Jr., 2007).

Utilizando-se da função demanda, os seus métodos permitem captar as medidas de disposição a pagar (ou aceitar) dos indivíduos relativas as variações de disponibilidade do recurso ambiental. Com base nestas medidas, estimam-se as variações do nível de bem-estar pelo excesso de satisfação que o consumidor obtém quando paga um preço (ou nada paga) pelo recurso.

Estas variações são chamadas de variações do excedente do consumidor em face das variações de disponibilidade do recurso ambiental. O excedente do consumidor é então medido pela área abaixo da curva de demanda e acima da linha de preço. Assim, o benefício (ou custo) da variação de disponibilidade do recurso ambiental será dado pela variação do excedente do consumidor, medida pela função demanda estimada para este recurso. Por exemplo, os custos de viagem em que as pessoas incorrem para visitar um parque nacional, podem determinar uma aproximação da disposição a pagar em relação aos benefícios recreacionais do parque (MOTTA, 2009).

O excedente do consumidor representa a diferença entre o montante que o consumidor estaria disposto a pagar por uma determinada quantidade de um bem. O excedente do produtor representa o lucro, ou seja, o excesso de receita total em relação aos custos totais. O excedente econômico total pode designar o excesso de satisfação ou utilidade.

Essas medidas de disposição a pagar podem também ser identificadas em uma pesquisa que questiona, junto a uma amostra da população, valores de pagamento de um imposto para investimentos ambientais na proteção da biodiversidade. Identificando estas medidas de disposição a pagar, podemos construir um modelo da função demanda.

Note que estes dois métodos podem, de acordo com suas hipóteses, estimar valores ambientais derivados de funções produto ou demanda com base na realidade econômica atual. Na medida em que estes valores (custos ou benefícios) possam ocorrer ao longo de um período, então, será necessário identificar estes valores no tempo. Ou seja, identificar valores resultantes não somente das condições futuras, poderá ser feita com cenários alternativos para minimizar o seu alto grau de incerteza.

De qualquer forma, os valores futuros terão que ser descontados no tempo, isto é, calculados seus valores presentes e, para tanto, há que se utilizar uma taxa de desconto social. Esta taxa difere daquela observada no mercado devido às imperfeições no mercado de capitais e sua determinação não é trivial, embora possa afetar significativamente os resultados de uma análise de custo-benefício.

Assim sendo, alguns especialistas sugerem o uso de taxas de desconto menores para os projetos onde se verificam benefícios ou custos ambientais significativos, ou adicionar os investimentos necessários para eliminar o risco ambiental. Na análise metodológica a ser desenvolvida neste capítulo, considera-se que os custos e benefícios ambientais serão adequadamente valorados e que cenários com valores distintos para a taxa de desconto devem ser utilizados para avaliar sua indeterminação.

A escolha de um ou outro método de valoração econômica do meio ambiente depende do objetivo e tipo de valoração das hipóteses consideradas, da disponibilidade de dados e do conhecimento científico a respeito da dinâmica ecológica do objeto em questão.

4.2.1 Método de Valoração Contingente

Procura medir preços do impacto no nível de bem-estar dos indivíduos decorrente de uma variação quantitativa ou qualitativa dos bens ambientais. Usa dois indicadores de valor. A disposição a pagar e a disposição a aceitar onde por meios de enquetes da população afetada verifica-se o quanto ela estaria disposta a pagar ou receber para manutenção ou alteração daquele ambiente (MATOS et al., 2010).

4.2.2 Método de Custo de viagem

Estima a demanda por um sítio natural com base nos gastos pelo usuário até acessar esse sítio Matos et al., (2010). Ou seja, os custos decorrentes da viagem de indivíduos com finalidade de visitar um determinado local. Incluindo-se o custo com transporte, tempo de viagem, taxa de entrada, alimentação, hospedagem e outros gastos complementares.

4.2.3 Método Hedônico (MH)

Segundo Mota (2009) são bens privados (A) cujo valor varia em função do valor de outros bens ou serviços (B), complementares a (A). Portanto, aplicação

desse método pode ser realizada com qualquer bem composto privado, cujo atributo seja complementar. Porém, os estudos mais comuns e frequentes atualmente tem sido valoração econômica de atributos ambientais com base na variação de preços de propriedades, que será visto no decorrer deste trabalho.

Para utilizar a técnica hedônica, primeiro é preciso obter o preço do bem de propriedade privada no mercado econômico. Verificando as características do imóvel, os preços variam dependendo do tipo de construção, alvenaria ou madeira, quantidade de cômodos, local onde se encontra no bairro, e outros fatores ligados à aspectos físicos. E em seguida, aproveitando o conhecimento do preço desse imóvel, pode-se inserir um ou mais insumos que representariam os recursos ambientais.

Portanto, esse acréscimo são tipos de recursos ambientais instalados junto ao imóvel ou próximo, que podem ser parques, um espaço comumente chamado de área verde; horto um pequeno terreno onde são cultivadas plantas de jardim; praça elemento exclusivamente urbano; jardim com variedades de flores, gramado, arbustos; próximos de rios ou lagoas, visão privilegiada da natureza e área verde em geral (MONTIBELLER FILHO, 2008).

Esses itens são valorados pelo mercado econômico como adicional, permitindo que o preço do imóvel seja majorado pelos consumidores. É nesse sentido que podemos calcular pelo método implícito de preço ou método indireto o valor dos bens e serviços ambientais, ou seja, subtraindo o valor que se conhece do mercado econômico e o seu adicional.

Para melhor compreender o método hedônico, como faz parte da classificação geral de Valoração Econômica dos Recursos Ambientais (VERA), foi necessário entender toda a classificação e verificar o seu mecanismo do seu esquema. Verificando o método hedônico nas literaturas e que coadunam com os pensamentos dos autores da área ambiental (MAY, 2018; MOURA, 2011; MOTTA, 2009; SEIFFERT, 2014).

O método hedônico pode ser calculado utilizando-se da análise da regressão linear simples ou múltipla. Também podendo ser utilizada a regressão não linear. Essas equações ajudam o pesquisador a encontrar as variáveis que mais aproximam do seu objetivo. Podendo acrescentar ou suprimir as variáveis, verificando o quanto a interferência sofre a equação.

MATERIAL E MÉTODOS

Para compreendermos todo mecanismo do método hedônico, a metodologia utilizada foi exploratória, onde através da qualidade de análise documental de trabalhos e pesquisas já existentes. A busca dos materiais foi feita via internet a partir de artigos científicos e acadêmicos, utilizando livros físicos e virtuais. Esses livros abrangeram áreas multidisciplinares específicas como economia, biologia e matemática especificamente estatística. E outros livros pesquisados serviram simplesmente como fonte de consulta para melhor compreender um determinado assunto relativo ao método hedônico.

5.1 Valoração pelo Método Hedônico

A palavra hedônica ou hedonismo tem significado de uma crença filosófica na qual o comportamento é dirigido para obtenção de prazer e evitar a dor. Atingir prazer no sentido de felicidade e ter a sensação de segurança no seu ambiente, ou na busca de felicidade constante segundo definição dada pelos autores (MARX e HILLIX, 1973).

Segundo o dicionário de psiquiatria de Campbell (1986), o hedonismo origina-se de uma doutrina filosófica em que visa o prazer ou felicidade, e deve-se apresentar como um bem supremo. E mais, a psiquiatria, conceitua o hedonismo como a busca de certas metas que propiciam algum tipo de gratificação ou prazer ao indivíduo. Para Hugon (1973), fala do princípio hedonista onde o homem (ser humano) busca o máximo de satisfação com o mínimo dispêndio de esforço.

5.2 Noção de Método Hedônico

Na valoração hedônica em microeconomia é importante observar que faz parte do método da função de demanda ou método indireto, citado como também método de preferência revelado. Metodologia que tenta estimar o valor do recurso ambiental cujo benefício não está disponível diretamente no mercado. Portanto, são atributos que ficam disponíveis ou envolvem um bem de mercado implicitamente (SEIFFERT, 2014).

Nessa mesma linha de raciocínio, Motta (2009) cita o método hedônico como mercado de bens ou serviços privados complementares ao recurso ambiental na medida, no caso imóvel, tenham variações de disponibilidade do recurso ambiental para satisfazer o nível de bem-estar. Motta cita ainda, essa disponibilidade de

variações do recurso ambiental como excedente do consumidor pelo gráfico de demanda, e se localiza entre as linhas da curva de demanda e a linha de preço.

Neste sentido, dada uma função de utilidade $U = f(Q, X)$, onde (Q) corresponde ao recurso natural, que diretamente não tem valor econômico no mercado, por desconhecer, mas que complementa a (X) que se encontra disponível no mercado. Para calcular o valor de (U) , utiliza-se um método de função hedônica de preços por estimativas de valor de bens e serviços ambientais implícitos que se encontram vinculados ao bem privado. Se (P) é o preço de uma propriedade, a função hedônica de seus atributos ambientais será dada por:

$$P_i = F(a_{i1}, a_{i2}, a_{i3}, \dots, R_i)$$

Onde;

P_i = preço de propriedade;

a_i = atributos da propriedade i ;

R_i = nível dos bens ou serviço ambiental R da propriedade i

Na visão de May (2018), o conceito de método hedônico atinge uma estimativa de um preço implícito por atributos ambientais vinculados aos bens comercializados em mercado. Cita ainda, que atualmente esse método hedônico está mais propício e com tendência para o mercado imobiliário. Contudo, pelo método hedônico é possível calcular inúmeros bens que estejam embutidos em um ou mais atributos que não são claramente visíveis ou melhor serve para obter previsibilidade.

Ainda May (2018), em termos estatísticos, o preço hedônico é o valor das variáveis dependente em função das variáveis explicativas que caracterizam a determinação do preço, incluindo as características ambientais utilizando pelo método implícito das variáveis ambientais de interesse. Aplicando a função hedônica, faz uma estimativa da curva de demanda pelo recurso natural empregando os preços marginais.

5.3 A matemática da Regressão Linear no Método Hedônico

No método de cálculo hedônico utiliza-se artifício da matemática especificamente a disciplina de estatística. O método utiliza uma regressão de quadrados mínimos ordinários para ajustar o preço do imóvel às suas características

que podem valorar de alguma forma. No modelo econométrico do imóvel podem ser inseridos área construída, quantidades de cômodos, banheiros, alvenaria, jardins, piscina e outros. E acrescentando as características ambientais como parques, horto, rios, lagoa, índice de poluição, jardins, árvores, inclusive podendo acrescentar índices socioeconômico da região valendo-se de nível econômico dos moradores, índice de criminalidade, caminhabilidade e outros (MAIA, ROMEIRO e REYDON, 2004).

Todas essas características(i) podem fazer parte da função de preços hedônicos, assim a fórmula pode ser expressa para calcular preço de um imóvel com as características estruturais e dos recursos ambientais:

$$P_i = f(R_i, SE_i, A_i, \epsilon)$$

Onde,

P_i = preço do imóvel,

R_i = características estruturais do imóvel,

SE_i = características socioeconômicas da região onde está instalado imóvel,

A_i = características ambientais da região.

ϵ = erro ou distorção do modelo

O coeficiente de cada variável do modelo determina a relação entre a característica e o preço da propriedade. Este será o indicador para a estimativa dos benefícios que o imóvel comporta. Valendo da utilização do “*coeteris paribus*” onde o estudo poderá ser feito a partir de cada atributo ou característica do imóvel.

No exemplo do preço marginal de um bem ou serviço ambiental j , ou seja, a disposição a pagar do consumidor por uma unidade adicional da característica ambiental (A_j) cada característica pode ser feita a derivação pela fórmula geral, conforme a seguinte equação:

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

A equação hedônica algumas vezes é estimada empiricamente pela técnica de regressão múltipla, usando geralmente o método dos mínimos quadrados ordinários para estimar os parâmetros do modelo (TOLEDO e OVALLE, 1989).

Tornando a equação dos preços hedônicos em forma de linearidade as características ou em alguma transformação temos:

$$P_i = \beta_1 X_{i1} + \beta_2 X_{i2} + \dots + \beta_k X_{ik} + \varepsilon_i$$

$$(i = 1, 2, \dots, n)$$

Sendo β_j ($j = 1, 2, \dots, k$) os chamados de coeficientes de regressão, (x_{ij}) as variáveis explicativas, que são atributos mensuráveis da propriedade ou transformadas não lineares destes, e o ε_i é uma variável aleatória denominada como erro do modelo.

Portanto, pela derivação de cada benefício marginal do atributo, prevalecendo *coeteris paribus*, analisado a derivada de $\frac{\partial P_i}{\partial A_j} = P(R_i, S_{ei}, A_i)$, pode-se calcular o valor implícito para cada atributo. Seja a função transformada ou não.

5.4 Como Estimar Valor de Recursos Ambientais pelo Método Hedônico.

Segundo o May (2018), para estimar uma função de preços hedônicos em primeiro lugar é necessário obter dados de preço de imóvel e de todas as características do imóvel que sejam relevantes para a formação do preço de mercado.

Nessa mesma linha de raciocínio, pode numerar e computar as características dos recursos ambientais que se encontram ao redor do imóvel ou nas proximidades que possam influenciar nas amenidades da propriedade. Em seguida, entram nos cálculos matemáticos de derivação e integrais necessários, e o uso da econometria para auxiliar na valoração hedônica. Derivando parcialmente essa função pelas características, obtém-se o preço implícito de cada amenidade da propriedade.

Para que os preços implícitos possam ser considerados custos marginais, a hipótese que está por trás é que todo consumidor está em equilíbrio no mercado de imóveis, ou seja, que para cada característica, estes consumidores compraram exatamente a quantidade que iguala seu custo marginal com seu benefício marginal. Outra maneira de estimar é pela curva de demanda inversa pela quantidade do atributo ambiental, fazendo uma regressão dos valores calculados dos preços implícitos contra vários níveis de qualidade ambiental.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

É importante observar que o método de preço hedônico é baseado no fato do preço de um bem comercializado no mercado econômico, estimado por suas características, e que são vinculadas com outros atributos que não esteja comercializado no mercado econômico. São estes atributos que serão precificados. Portanto, a natureza do método hedônico pode ser aplicada em várias situações em que está inserido um ou vários atributos e que possam projetar alguma previsibilidade.

A divulgação da técnica do método hedônico com uso de regressões lineares, um dos primeiros pesquisadores a aplicar num trabalho científico foi realizado por Andrew Court (1939) no estudo de projeção de índice de preços de veículos, com artigo publicado com título “Índice de preços hedônicos para automóvel”, para obter um índice comparativo no valor dos modelos de veículos de diferentes anos. Utilizou os dados de 1920, 1925, 1930, 1935, 1937 e 1939. Court (1939) teve dificuldade de obter índice por várias razões. Algumas peças de automóveis eram subtraídas de novos modelos por tornar obsoletos, e novas peças eram acrescentadas que não existiam no anterior. Assim, dificultando a regressão pareada (a primeira amostra comparada com a observação da segunda amostra).

O Griliches (1961) também efetuou uma comparação entre os preços de diferentes automóveis, por meio da comparação de um conjunto de atributos ou qualidades do veículo. E verificou as preferências dos consumidores em relação às opções dos automóveis. Griliches (1958) também fez estudo utilizando o método hedônico nas áreas de agricultura, para obter maior eficiência na produtividade e preço dos vegetais, verificando quais as proporções ideais dos elementos, principalmente, nitrogênio, fósforo e potássio para adubação.

Rosen (1974) definiu os preços hedônicos como preços implícitos, onde bens observados no mercado econômico estão atrelados aos atributos não comercializados no mercado. Ele escreveu um estudo da aplicabilidade do método hedônico. Demonstrou que a metodologia hedônica pode ser aplicada em diversas situações buscando a previsibilidade. Atuando em vários tipos de produtos para encontrar ajustes de qualidades, melhorando assim, o preço da mercadoria ou alcançando a expectativa dos consumidores.

O Método hedônico tem demonstrado a sua utilização em várias áreas de estudos no mercado econômico, como na culinária, em aceitabilidade de iogurte adicionando a acerola de sabor peculiar, se o paladar é aceito pelo consumidor. O estudo envolveu o acréscimo de 2%, 4% e 6% da poupa de acerola no iogurte (SCHIMIDT *et al.*, 2012).

O estudo também pode ser aplicado no preço de vestuário, no exemplo temos a calça jeans, a influência de fatores intrínsecos que depende do conforto em geral, tipo do pano usado, a marca, o ajuste e outras variáveis do gosto de consumidor. Também temos influência extrínsecas como localização física(lojas) de venda de calça. Portanto, este método nos ajuda a estimar o valor de uma mercadoria com base nas pessoas que estão dispostas à pagar pela mercadoria e pelas suas características (BRITTO, 2016).

E o estudo feito pelo Pereira (2004), demonstrou a importância da teoria de marketing utilizando um determinado público-alvo, estudantes universitários, que consome num determinado restaurante, onde a ideia principal é projetar os tipos de cardápios pelo gosto desses consumidores pelos determinados tipos de alimentos. Utilizando o método hedônico formulado pelo Lancaster para obter índice de preços.

Ainda na aplicação em alimentos, foi utilizado através de método hedônico na escolha de melhor qualidade de portfólio vinícola. Através da seleção dos produtores, safra, rótulos (tipos de vinhos) e catálogos (NASLAVSKY, 2010).

Ainda utilizando regressão linear foram encontrados os estudos de características de automóveis nacionais, dispondo o consumidor a determinar nas escolhas de características desejadas do veículo, e precificar essas mudanças. Inclusive itens que não acompanham a linha de montagem do veículo poderão ser incluídos e precificados. A conclusão do trabalho foi que em torno de 35% escolheu a preferência pelo aumento da potência do motor (RESENDE e SCARPEL, 2009).

Ainda no estudo com veículos, Ângelo e Fávero (2003), verificaram quais as características que mais interferiam na formação do preço de veículos nacionais novos, com a escolha intrínseca para cada tipo de veículos com lançamentos novos, segundo as preferências dos consumidores.

A pesquisa realizada por Silva *et al.* (2017) estudaram o comportamento do consumidor na escolha de calçados sociais masculino utilizando a metodologia hedônica, assim as indústrias calçadistas poderão modificar e satisfazer o consumidor. A melhor escolha deste tipo do produto foi sapato em couro.

Em um estudo até inusitado de Ferreira e Resende Filho (2009) pela aplicação do método hedônico para precificar o selo imperial brasileiro de colecionadores, as evidências encontradas mostraram que carteiras filatélicas seriam formadas por reduzidos números de selos, motivo de valorização, no entanto, a compra de selos não seria lucrativa.

O estudo realizado por Cintra e Castro (2016) na análise de valoração de parques ecológicos, mas com a finalidade de valorar os imóveis, ou seja, imóveis que se localizam dentro ou próximos dos parques. Verificando a importância dos recursos naturais na vida urbana, chamada de áreas verdes urbanas afetam diretamente a qualidade de bem-estar do ser humano. E uma das áreas verdes urbanas são os parques urbanos. Além de trazer bem-estar físico e mental, proporciona recreação, lazer e conservação ambiental. Portanto, os imóveis nas proximidades são valorados.

No entanto, assim como se pode valorar um bem positivamente, também pode valorar negativamente. Em um ambiente urbano ou rural o risco de enchente ou inundações pode depreciar o preço desse imóvel. Uma pesquisa realizada para valorar imóveis pelo método hedônico, concluiu que houve uma depreciação significativa do imóvel. E por outro lado, as medidas tomadas para evitar enchentes aumentaram o valor de imóvel na região de Curitiba/Pr (LEZCANO, 2004).

O estudo realizado por Fávero, Belfiore e Lima (2008), aplicando MH no mercado imobiliário de lançamentos residenciais na região Metropolitana de São Paulo, verificando as possibilidades da venda foram satisfatórias nas categorias de renda baixa, média e alta. Utilizando a técnica de modelos de preços hedônicos em uma amostra de 1860 apartamentos residenciais com lançamentos no ano de 2004. Os apartamentos analisados foram de todos os tipos de atributos tanto intrínsecas quanto extrínsecas.

Faria *et al.* (2008) aplicaram no projeto de pavimentação e esgoto sanitário e verificaram na valoração dos imóveis no município de São Bento do Sul, em Santa Catarina (SC). O estudo demonstrou que implantação de pavimento existe um aumento de 10% no preço do imóvel. No entanto, quanto ao projeto de implantação de esgoto sanitário foi inconclusivo na valoração dos imóveis. O motivo poderia ser que os imóveis do local possuem sistema de fossa.

Na Cidade de Lisboa/Portugal, Gaspar (2008) aplicou MH através de valoração dos imóveis utilizando as variáveis e as características dos espaços

verdes urbanos. Sabendo que os espaços verdes trazem os benefícios para o meio ambiente e para as populações, desse modo foi precificado os recursos ambientais indiretamente pelo MH pelos atributos dos imóveis da região. E esse estudo, também demonstrou ser favorável nas tomadas de decisões políticas na implantação de espaços verdes nas cidades.

Soethe e Bittencourt (2006) verificaram 70 apartamentos residenciais para locação em Joinville, no período de janeiro a julho de 2006. Na fórmula da regressão utilizou o valor da taxa condominial, a área do imóvel, o número de banheiros, o número de quartos, o padrão construção e a distância ao centro de atração da região de edificação. Destaque maior para ofertar um preço de locação foi a localização do imóvel.

O estudo de Soares (2018) análise de implementação de Áreas Verdes em residenciais verticais na Região Metropolitana de Belém/Pará. O estudo foi realizado no período de 5 anos, e em os cenários estudos existem acréscimo em todas as unidades(apartamentos).

Lucchesi, Uriarte e Cybis (2018) estudaram o impacto da venda dos imóveis pela variável caminhabilidade da região da zona norte da cidade de Rio de Janeiro. Caminhabilidade de uma região entende-se como acesso ao transporte público, deslocamento de pedestres e segurança pública. O estudo revela que, quanto melhor caminhabilidade melhor preço por metro quadrado de área de imóvel.

E o estudo de Andrade e Maia (2007) na avaliação da influência da acessibilidade ou caminhabilidade sobre o preço das terras nas proximidades de estações metro-ferroviárias na cidade de Recife (Pernambuco). Quanto mais próximo da estação do metrô as terras ou propriedades são mais valorizadas.

Portanto, o método hedônico pode ter aplicabilidade em vários setores do mercado econômico. Mas as pesquisas recentes têm apontado para o crescimento associado ao mercado no setor imobiliário. A pesquisa que envolve o setor imobiliário, o que se discute é o valor econômico dos recursos ambientais. Indiretamente a pesquisa fornece o quanto os recursos ambientais são valorados pelos consumidores.

Este é o objeto do estudo na área ambiental que não tem preço no mercado econômico, mas que é possível precificar.

Propósito do método hedônico mesmo utilizando-se de cálculos exatos da matemática para chegar ao resultado, é uma metodologia que depende muito da

subjetividade dos entrevistados. Portanto, a questão da formulação da equação hedônica e as suas variáveis utilizadas são subjetivas.

Verificando no quadro.6 um resumo de artigos estudados que foram utilizados de método hedônico com as suas características encontradas no mercado econômico. No entanto, para encontrarmos a precificação dos bens e recursos ambientais utilizando o método hedônico existente no mercado econômico, podemos verificar que os trabalhos do Cintra e Castro; Lezcano; Gaspar; Soares e Lucchesi, Uriarte e Cybis estão relacionados com propriedade ou imóvel.

Autor	Período/ano pesquisa	Objeto	Resultado
Andrew Court	1939	Com dados de 1920; 1925;1930;1935;1937;1939. Utilizou de 5 modelos de veículos.	Obter índice de automóveis de 1939.
ZviGriliches	1961	Obter índice de automóveis da preferência dos consumidores	As preferências dos consumidores quanto atributos não observáveis.
ZviGriliches	1958	Relacionar demanda de minerais em fertilizantes.	Proporção entre produtividade e preço.
Rosen	1974	exibir um mecanismo gerador para as observações no caso competitivo e usar essa estrutura para esclarecer o significado e interpretação dos preços implícitos estimados.	Aplicabilidade do método hedônico para estimar preços implícitos no mercado econômico.
Schmidt; Pereira; Anjos; Lucas.	2012	Aceitabilidade acrescentando polpa de acerola em iogurte.	Aceitação de novo paladar.
Brito	2016	Obter relação de fator intrínseco e extrínseco do produto calça jeans.	Atributos 5 intrínsecos e 7 extrínsecos obteve R^2 de 58%.
Pereira	2004	Medir a influência interpessoal entre universitários num restaurante.	Utilização do método hedônico proposto por Lancaster num restaurante.

Naslavsky	2010	Identificar, dentre grupos de características de rótulo, sensoriais e informativas, aquelas que são mais valorizadas pelo mercado brasileiro de vinhos.	O mercado brasileiro valoriza vinhos encorpados
Resende e Scarpel	2009	Precificar atributos existentes ou não nos veículos nacionais.	A preferência foi à potência em seguida grau de luxo e a marca.
Ângelo Fávero	2003	Estudar os atributos que influenciam nos preços dos veículos novos.	As preferências dos preços são influenciadas pela dimensão e potência.
Silva et al	2017	As preferências pelas características dos calçados sociais masculinos.	Sapato feito de couro e solado de cromo alemão.
Ferreira e Resende Filho	2008	Estimar preços dos selos imperiais de 1843 a 1889.	A compra de selos não seria lucrativa.
Cintra e Castro	2016	Estudo da relação entre parques e os imóveis construídos em torno.	Pelos benefícios obtidos pelos recursos ambientais existe uma valoração dos imóveis.
Lezcano	2004	Avaliação de benefícios para evitar riscos de inundação na Cidade de Curitiba/Pr.	Estudo revela que implantação de medidas de risco de enchentes valoriza os imóveis.
Fávero, Belfiore e Lima	2008	Verificar quais atributos interferem em 1860 apartamentos de características intrínsecas e extrínsecas.	o consumidor escolhe imóvel de acordo com a sua utilidade e necessidade.
Faria et al	2008	Projeto de implantação de asfalto e sistema de esgoto.	Aumento de 10% na implantação de asfalto e inconclusivo no sistema de

			esgoto.
Gaspar	2008	A importância de áreas verdes urbanas e sua precificação.	A precificação de áreas verdes foi tomada pelo valor dos imóveis da região.
Soethe e Bittencourt	2006	Análise de preço de locação de apartamentos pelo MH na cidade Joinville/SC.	Das variáveis utilizadas, a localização do imóvel afeta de modo significativo.
Soares	2018	Caracterizar a relação entre custo de implantação de áreas verdes nos prédios residenciais.	Em três cenários estudados, acrescentam valor em todos os apartamentos.
Lucchesi, Uriarte e Cybis	2018	Influência da caminhabilidade com o preço dos imóveis na cidade de Rio de Janeiro/RJ.	Conforme aumenta a caminhabilidade melhora o preço do imóvel.
Andrade e Maia	2018	Valoração de terras próximos a estação metro-ferroviária (Recife/Pe)	Quanto mais próximos da estação melhor o preço das terras.

Quadro.6 Resumo do resultado e discussão
Fonte: elaborado pelo autor-2022

ESTUDO DE CASO

A pesquisa feita pelo Anderson e Cordel sob título “A influência das árvores nos valores das propriedades residenciais em Athens, Georgia (USA): uma pesquisa com base nos preços de venda reais”, mostra claramente a aplicação do método hedônico associado aos bens e recursos naturais.

Introdução

Estudo realizado pelos autores Anderson e Cordel no período de 1978 a 1980, na cidade de Athens, no Estado de Georgia-USA, sobre a venda 844 imóveis com seus atributos. Segundo a pesquisa, a existência de árvores no imóvel alterava a venda em aumento de 3,5% a 4,5% no seu valor. Pesquisa verificou os tipos de árvores em tamanho e idade, e dentro ou próximo da propriedade. A valorização das árvores alterava devido os benefícios e utilidades que proporcionava como

embelezamento, sombra, habitat para animais, redução de ruídos, redução de ventos, proteção do solo, entre outros.

Mencionando em outra pesquisa teórica feita pelos mesmos autores, em forma de disposição a pagar, venda de dois imóveis hipotéticos, semelhantes, e obtiveram diferentes preços. E sendo que a única diferença entre os imóveis era seguinte, um imóvel possuía presença de árvores e outro não possuía. Então concluiu que a única diferença de preços entre imóveis foi devido à presença de cobertura de árvores.

Metodologia

Em síntese, os autores utilizaram um banco de dados produzidos por uma organização imobiliária local. Os dados incluíram mais de 90% das vendas residenciais no período de 1978 a 1980. Os materiais fornecidos pelo corretor de imóveis têm uma riqueza de informações para cada imóvel vendido, e tendo uma fotografia de frente de cada propriedade vendida e era possível contar as quantidades de árvores no quintal vista de frente. Toda a informação foi codificada para análise de computador conforme relatado nos resultados.

Algumas das informações obtidas dos imóveis vendidos são: a idade, tamanho, planta baixa, utilidades como gás, energia elétrica, eletrodomésticos, localização, tamanho do lote, números de cômodos e características especiais da propriedade. Das 1519 unidades habitacionais unifamiliares vendidas em 1978-1980. Os 844 (56%) atenderam os critérios dos autores para pesquisa.

Codificação e Análise de dados

Os autores trabalharam com 44 variáveis descritivas para cada propriedade. As correlações foram calculadas para verificar até que ponto o número de árvores foi associado nas variações em relação outras características da casa. As regressões foram realizadas para resolver os efeitos diferentes das variáveis da casa, lote e árvore sobre os preços de venda das propriedades. Algumas transformações de dados foram feitas antes das análises. O mais importante deles foi abordagem da questão de inflação, que estava em um alto nível no período 1978-1980.

Ao reduzir o impacto da inflação nos dados, isso deu o preço médio de venda por pés quadrado ($0,929 \text{ m}^2$) para cada trimestre de cada ano.

Usando as médias, ajustaram os dados do preço de venda no segundo trimestre de 1978 em diante, de modo que após o ajuste, todos os trimestres tiveram

a mesma média de preço por pés quadrados no primeiro trimestre de 1978. Isso deu os dados de preços de venda em 1978.

Outras transformações que eles realizaram foram em agregar algumas das variáveis originais. Por exemplo, na tabela 1, pegaram as variáveis individuais usadas para codificar a presença de certos recursos da planta baixa - quartos familiares, despensas, lavanderia, salas, quartos, salas de jantar - e adicionando para fazer uma única variável de número de quartos.

Autores também combinaram vários tipos amenidades em uma única pontuação, adicionando ao total número delareiras, um “1” para cada um dos seguintes itens, incluído fogão, geladeira, lava-louças, alpendre. Ou seja, utilizaram do recurso da estatística denominada de dummy.

Estatística descritiva para casa e variáveis de venda usadas em regressões				
Variável	média	Desvio padrão	80% dos casos	
			(baixo)	(alto)
preço para casa vendida	\$38.102,80	\$13.15.60	\$23 860.30	\$55 710.30
preço por pés quadrado	\$ 22,41	\$ 4.22	\$ 17.21	\$ 27.35
tamanho da casa (pés quadrados)	1718	580	1100	2458
tamanho do lote (acres)	0,7	0,9	0.3	1.0
Idade da casa(anos)	11,1	13	N	23
Números de quartos	9,4	1.8	7	11
Números de banheiros	2,0	0.6	1	2
Cobertura para carro(veículos)	1,3	0.8	0	2
Amenidades	3,4	1.4	1	5
Lareira	0,6	0.5	0	1
Ar central	73%			
Números de árvores em frente(jardim)	5,1	4,7	0	12
Árvores pequenas	1.0	1.5	0	10
Árvores grandes	4,1	4.4	0	10
Pinheiro	2.8	3.6	0	7
Árvores nobres	2,3	3.2	0	6

Tabela 1. Para 844 casas com as descrições do lote

Fonte: adaptado do artigo.

Resultado

O número de árvores no jardim vista de frente da casa está intimamente relacionado a várias outras características da propriedade. O número de árvores mostra uma razoável forte correlação positiva com o preço de venda do imóvel, o

que significa que o aumento de número de árvores próximo ou dentro do imóvel está associado aumento dos preços das casas.

A correlação de 0,45 significa que aproximadamente 20% da variabilidade no preço pode ser contabilizada pela cobertura de árvores e as outras variáveis que se correlacionam com a cobertura de árvores, como o tamanho da casa, número de amenidades, e número de banheiros.

Em outras palavras, casas com mais árvores tendiam a ser mais valorizadas e ter as características mais desejáveis pelos consumidores. De modo substancial, parte do aumento de preço de 20% estaria associada com árvores e o restante deve ser atribuído a outros recursos.

A análise de regressão vai além de simples correlações e nos permite separar os vários efeitos da cobertura de árvores, tamanho e qualidade da casa, e tamanho do lote, produzindo uma imagem melhor do impacto de árvores nos preços de venda.

Utilizaram-se de todas as variáveis disponíveis a regressão de maneira que a construção da previsão se tornasse mais precisa.

A equação aplicada às todas 844 casas, autores encontram a seguinte equação:

$$Pv = 14X_1 - 133X_2 + 343X_3 + 3649X_4 + 1862X_5 + 1582X_6 + 606X_7$$

Pv = Preço de venda (em 1978 dólar estável) = 3021 (uma constante);

X_1 = pés quadrados da casa

X_2 = idade da casa em anos

X_3 = total de árvores em frente do quintal

X_4 = números de lareira

X_5 = tamanho do lote em acres

X_6 = capacidade de estacionamento e garagem

X_7 = total de números de quartos

Esta regressão progressiva conforme tabela 2, foi responsável por 77% da variabilidade (R^2 ajustado) nos preços de venda. Todos os coeficientes relatados foram estatisticamente significativos ($p = 0,05$). A regressão é com base em 844 casas em que, no mínimo, o tamanho do lote, idade da casa, e a planta baixa eram conhecidas.

Correlações entre contagens de árvores e outras características de casa, lote e venda			
Variável	Correlação		
	Total de árvores	Grande/pequena	Nobres/pinheiros
preço de venda da casa	0,45	0,44/0,11	0,31/0,31

Tamanho da casa	0,30	0,39/0,09	0,22/0,20
Idade da casa	-0,26	-0,24/-0,11	-0,09/-0,25
Tamanho do lote	0,20	0,19/ n.s.	0,20/ n.s.
Número de quartos	0,27	0,26/ n.s.	0,17/,019
Números de banheiros	0,33	0,31/0,12	0,19/0,25
Quantidade de carros	0,26	0,25/ n.s.	0,08/0,26
Número de amenidades	0,40	0,37/0,16	0,25/0,29
Número de lareira	0,30	0,28/0,11	0,22/0,19

Tabela 2. Descrição para 844 casas e significativos ($p < 0,05$)

Fonte: adaptada do artigo.

Em uma variação, autores inseriram os números de pinheiros e árvores nobres separadamente na equação. Esta alteração fez mudanças muito pequenas nos coeficientes mostrados no modelo acima, mas a influência de pinheiros e árvores nobres separadamente acrescentou de US\$343 para cada árvore. E o modelo adiciona US\$376 para cada arvores nobre e US\$ 319 para cada pinheiro.

Os coeficientes indicam que as arvores nobres são ligeiramente mais valiosas do que pinheiros, mas que cada um contribui substancialmente para valorar a propriedade.

A terceira equação resultou nas diferenças quando usando a comparação de tamanho das árvores em pequenas, em intermediários e grandes portes separadamente. Mais uma vez, as maiorias dos coeficientes são apenas ligeiramente alterados, mas desta vez, árvores intermediárias e grandes adicionam US\$382 cada.

Árvores pequenas não entraram na equação, indicando que sua contribuição para o preço foi muito pequena para ser detectado de forma confiável pela regressão.

Portanto, a equação obteve US\$38.102,80 para o preço médio da casa. E o valor de US\$1750 estão associados à presença de número médio de árvores em torno de três. E US\$893 à US\$871 para a presença de tamanho médio de pinheiro e sempre-viva (cerca utilizando vegetação) ou US\$1566 pela presença de tamanho de número intermediária de árvores.

O aumento de preço associado a árvore em dólares de 1985 seria US\$3.073 à US\$1568 para o número médio de madeiras nobres e US\$1529 para o número médio de pinheiros no lote, ou US\$2.750 para o número médio de intermediário e grande de árvore. A segunda regressão, usando todas as variáveis registradas, obteve uma ligeira melhora na equação.

$$Pv = 13X_1 + 1702X_2 + 1992X_3 + 2270X_4 + 290X_5 + 1349X_6 - 56X_7 + 1181X_8$$

Pv = Preço de venda = 855 (uma constante)

X_1 = metro quadrado da casa

X_2 = número de amenidades

X_3 = tamanho do lote em acres

X_4 = número de banheiros

X_5 = números de árvores no lote

X_6 = capacidade de estacionamento e garage

X_7 = idades da casa

X_8 = se tiver ar-condicionado central

Esta regressão foi responsável por 79% da variabilidade (R^2 ajustado). Todos os coeficientes relatados foram estatisticamente significativos ($p = 0,05$). A regressão é baseada nos mesmos 844 casos como em o primeiro modelo. Nesta equação, também compararam os efeitos de pinheiros x madeiras nobres e de pequenos x maiores (em tamanhos) de árvores. Desta vez, os pinheiros adicionaram US\$257 e as árvores nobres US\$333 cada; e árvores maiores adicionaram US\$336 enquanto as árvores menores não acrescentam quase nada ao preço.

Esta equação também indica que as árvores são associadas a um aumento no preço de venda, e semelhante ao primeiro modelo, as madeiras nobres valem ligeiramente mais do que pinheiros, verificaram que embora seja apenas tamanho intermediário ou grandes árvores que contribuem significativamente ao preço de venda.

Para resumir, segundo autores, os dados da equação de casa média vendida tiveram acréscimo de 3,5% a 4,5% ao incluir cinco árvores em seu jardim da frente.

Cuidado na interpretação

Os autores também fazem observação quanto à cautela na interpretação dos resultados. Dizer que cada árvore em um jardim na frente da propriedade causa aumento no preço de venda da casa não está totalmente correta. A interpretação apropriada dos resultados da regressão é mais limitada. É verdade que as árvores estão associadas nos aumentos das regressões feitas. Esta distinção é importante porque parte do aumento no preço de venda do imóvel pode ser devido à ocorrência de outros recursos associados com árvores do jardim, e não, as próprias árvores em si.

Segundo autores, alguns desses outros recursos podem ser que não foram incluídos no conjunto de dados. Eles exemplificaram que provavelmente as árvores

de quintal que ficam lateralmente a casa não foram computadas. As casas com muitas árvores também podem ter características mais desejáveis ou não. Na relação de associação pode trabalhar de outro caminho. A regressão pode também atribuir com outra variável, uma comodidade como uma lareira, uma parte do valor que é realmente adicionado pelas árvores, e outra parte pela lareira.

Essas trocas entre as variáveis impedem declarações sobre a causa, e nos limita as declarações sobre associação entre as variáveis. Também observamos que a relação entre o preço de venda e o número de árvores pode não ser linear, quanto maior quantidade de arvores nem sempre há aumento maior do imóvel. A relação entre as árvores e o preço de venda pode ser revertida com árvores adicionais, com isso causando uma queda no preço de venda.

Os autores usaram estatísticas de regressão para diferenciar entre muitos recursos que contribuem no preço de venda de moradias unifamiliares. Usando esta abordagem para resolver a comparação das variáveis em estudo, foram capazes de analisar muitas vendas reais de imóveis.

Os resultados indicaram que as árvores estão associadas a um aumento de 3,5% a 4,5% no preço de venda das casas. No entanto, por causa de fatores tributários os dados podem ter sido contaminados. E uma nova estimativa do valor de venda real do imóvel com as características das casas e a presença de arvores, segundo autores, podem ser maiores em torno de 5%, devido aos dados ocultos, como tributos fiscais e variáveis que não foram computados.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Sabemos que bens e recursos ambientais não são recursos eternos que o ser humano possa usufruir indefinidamente. O ser humano destruindo e degradando o meio ambiente sem medir as suas consequências acreditando que são bens ilimitados como direcionam o pensamento economia clássica. No entanto, devemos olhar os bens e recursos ambientais como uma nova visão de capital natural. Apesar de sabermos que o meio ambiente recupera naturalmente quando o ser humano deixa de intervir naquele ambiente, mas a resiliência ambiental também tem o seu limite.

Conforme Milhelcic e Zimmerman (2012), define-se a resiliência ambiental como uma “característica da capacidade de um sistema sobreviver, adaptar-se e crescer em face de mudanças imprevisíveis, desastres ou intervenção humana,

através de ciclos de crescimento, de acumulação, e de renovação”. Essa resiliência ambiental começa a ocorrer no exato momento em que o ser humano deixa de interferir naquele ambiente.

Se, desejamos deixar as mesmas qualidades ambientais para futuras gerações, a herança da humanidade, conforme inscrito no artigo 225 da nossa Constituição Federal, então todos os cidadãos deveriam prontificar para tomar atitudes políticas ambientais eficazes e inteligentes.

O planeta Terra não pertence somente ao ser humano, ele pertence a todas as espécies sencientes. Também pertence a todos os elementos inanimados conforme citando no fato histórico ocorrido, quando o Governo dos Estados Unidos propôs comprar terras indígenas, no documento de 1854 relatado pelo cacique Seattle (Sealth), Cetesb (2022) que não entendia por que dos homens quereriam comprar as terras indígenas que não pertenciam a ninguém.

Portanto, o ser humano deve preservar o meio ambiente para futuras gerações através de políticas públicas ambientais, firme e forte, não focando somente em obter lucros econômicos. Cobrando de maneira eficaz de todas as pessoas e entidades que venham causar alguma degradação ou que venha gerar algum impacto ambiental.

Os mecanismos para esse fim existem. A legislação ambiental é eficaz. No entanto, paulatinamente as legislações ambientais sofrem também modificações de acordo com surgimento de novas necessidades ambientais. Atualmente temos algumas maneiras de precificar os impactos ambientais, e uma delas, pode-se socorrer da classificação de valoração econômica de recursos ambientais-(VERA). E a sua metodologia de precificação serve para incluir as pessoas e as entidades que possam causar qualquer impacto ambiental, podendo inclusive internalizar as externalidades antes de fornecer a licença ambiental.

Temos também, fazendo parte do arcabouço do VERA, o método hedônico que não observa a precificação direta para cobranças do dano ambiental. No entanto, é mais uma ferramenta de precificar os danos ambientes que são atrelados a um bem conhecido. A metodologia serve como parâmetro para precificar um eventual dano causado por uma entidade naquele ambiente.

Então, o método hedônico serve como mais um instrumento para dar visão às autoridades e agentes públicos. Assim podemos utilizar, precaver, equacionar e cobrar de maneira mais justa e equânime o impacto ambiental.

TRABALHO SUBMETIDO PARA PUBLICAÇÃO

AMBIENTES: Revista de Geografia e Ecologia Política

[← Voltar para Submissões](#)

Submissão Avaliação Edição de Texto Editoração

Arquivos da Submissão

[Q](#) [Buscar](#)

1205T4	Predificação_implicita_dos_recursos_ambientais_pelo_metodo_hedonico.docx	April 9, 2023	Texto do artigo
--------	--	---------------	-----------------

[Baixar Todos os Arquivos](#)

Discussão da pré-avaliação

[Adicionar comentários](#)

Nome	De	Última resposta	Respostas	Fechado
Comentários para o editor	fumiyoshi	-	0	☐
	09-04-2023 07:05 PM			

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ANDRADE, M. O.; MAIA, M.L.A. **Aplicação do modelo dos preços hedônicos para avaliação da influência da acessibilidade ao transporte público sobre o preço da terra urbana.** Revista UEG, 2007. Disponível em: <http://redpgv.coppe.ufri.br/index.php/pt-BR/produção-da-rede/artigos-cientificos/2007-1/302-acessibilidade-ao-tp-x-preco-da-terra-anp/file>. Acesso em 10 dez. 2021.

ANGELO, C. F.; FÁVERO, L. P. L. **Modelo de Preços hedônicos para a Avaliação de Veículos Novos.** VI Semed – Pesquisa Quantitativa Política dos Negócios e Economia de Empresa, v.19, n.2, São Paulo, 2003.

BAIDYA, T. K. N.; AIUBE, F. A. L.; MENDES, M. R. C.; BATISTA, F. R. S. **Fundamentos de Microeconomia.** Rio de Janeiro: editora Interciência, 2014.

Brasil. **Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT)**, parte 6, Recursos Naturais e Ambientais, texto consolidado em 18 nov. 2005. Acesso 2020. Disponível em: <HTTPS://abnt.org.br>.

BRITO, E. M. O. **Formação de Preços: uma investigação sobre os atributos envolvidos na definição de preços de produtos de vestuário.** Tese (doutorado em administração), São Paulo, 2016.

CAMPBELL, R. J. **Dicionário de Psiquiatria.** 1.ed. São Paulo: Martins Fontes, 1986.

CETESB-Companhia Ambiental do Estado de São Paulo. São Paulo, 2022. Disponível em: <https://cetesb.sp.gov.br/carta-do-chefe-seattle/>.

CINTRA, L. D.; CASTRO, J. D. B. **Aplicação do método dos preços hedônicos: um estudo em parques ambientais.** ANAIS-Seminário de Pesquisa, pós-Graduação, Ensino do SEPE-CCSEH, Rio de Janeiro, ISSN 2447-9357, ago/set/2016.

COSTANZA, R.; D'ARGE, R.; GROOT, R.; FARBER, S.; GRASSO, M.; HANNON, B.; LIMBURG, K.; NAEEM, S.; O'NEIL, R.; PARUELOJ.; RASKIN, R. G.; SUTTON, P.; BELT, M. V. V. D. **The value of the world's ecosystem services and natural capital.** Revista Nature, USA, Vol.387, pp.254-260, maio de 1997.

COSTANZA, R.; GROT, R.; SUTTON, PAUL.; PLOEG, S. V. D.; ANDERSON, S. J.; KUBISZEWSKI, I.; FARBER, S. TURNER, R. K. **Changes in the global value of ecosystem services.** Revista Elsevier, USA, p.152-158, fevereiro de 2014.

COURT, A. T. **Hedonic price indexes with automotive examples.** Nova York: Revista The Dynamics of Automobile Demand, 1939.

CUNHA, F. C. **Microeconomia, teoria, questões e exercícios.** São Paulo: Makron, 2000.

FARIA, R. C.; TABAK, B. M.; LIMA, A. P.; PEREIRA, S. D. P. **Uma aplicação do Método de preços hedônicos no setor saneamento: o projeto de São Bento do Sul-SC.** Revista Planejamento e Políticas Públicas, no.31 Agos/2008.

FÁVERO, L. P. L.; BELFIORE, P. P.; LIMA, G. A. S. F. **Modelos de precificação hedônica de imóveis residenciais na região metropolitana de São Paulo: uma abordagem sob as perspectivas da demanda e da oferta.** Revista Estudos Econômicos de São Paulo, mar/2008.

FERREIRA, S. F.; RESENDE FILHO, M. A. **Aplicação do Método de preços Hedônicos na Precificação de Atributos Raros de Peças Filatélicas e Construção de Carteiras eficientes.** Revista Est. Economia São Paulo, Vol.40, n.2, p.469-498, abril-junho/2009, Juiz de Fora/MG: 2009.

FREITAS, V. P.; FREITAS, G. P. **Crimes contra Natureza.** 9ªed. São Paulo:Editora RT, 2012.

GASPAR, A. C. D. **Valorização dos Espaços Verdes Urbanos através do Valor dos Imóveis Utilizando o Método do Preço Hedônico Aplicado em Cinco Freguesias da Cidade de Lisboa.** 2011, Dissertação (Mestrado em Arquitetura e Paisagista) – Universidade Técnica de Lisboa, Lisboa, 2011.

GEORGESCU-ROEGEN, N. **O Decrescimento Entropia, Ecologia, Economia.** Apresentação e organização Jacques Grinevald e Ivo Renas, São Paulo:2012.

GRILICHES, Z. **Hedonic Price indexes for Automobiles an Econometric of Quality Change.** USA:1961, P.173-196. Disponível em: www.nber.org/chapters/c6492. Acesso: 31 jul.2020.

GRILICHES, Z. **The demand for fertilizer: an economic interpretation of a technical change.** USA: 1958. Journal of Farm Economics, 40(3), 591-606. Acesso: 31 jul.2020.

GUJARATI, D. N.; PORTER, D.C. **Econometria.** 5.ed. México: McGraw Hill, 2010.

HUGON, P. **História das Doutrinas Econômicas.** 13.ed. São Paulo: Atlas, 1973.

LEZCANO, L. M. **Análise do efeito do risco de cheia no valor de imóveis pelo método dos preços hedônicos.** Curitiba, 2004, 197 p. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Recursos Hídricos e Ambiental) – Universidade Federal do Paraná, 2004 (Orientador: Heinz Dieter O. A. Fill).

LUCCHESI, S. T.; URIARTE, A. M. L.; CYBIS, H. B. B. **Aplicação da teoria de preços hedônicos para avaliação da influência da caminhabilidade no preço de venda de imóveis residenciais.** Revista Transportes, anpt, v.26, n.3, São Paulo, 2018.

MAIA, A. G.; ROMEIRO, A. R.; REYDON, B. P. **Valoração de recursos ambientais: metodologias e recomendações**. Texto para discussão. Campinas, março 2004. Disponível em: Acesso em: abril/2020.

MATOS, A.; RIBEIRO, I.; FERNANDES, A.; CABO, P. **Análise Crítica dos Métodos de Valoração Econômica dos Bens e Recursos Ambientais**. VIII Colóquio Ibérico de Estudos Rurales. Cáceres/Espanha, 2010.

MARX, M. H.; HILLIX, W.A. **Sistemas e Teorias em Psicologia**. Tradução: Álvaro Cabral, 3.ed. São Paulo: Cultrix, 1973.

MAY, P.(org.) **Economia do Meio Ambiente**, 3.ed. Rio de Janeiro: Elsevier, 2018.

MERICO, L.F.K. **Introdução à Economia Ecológica**. Blumenau: Edifurb, 2. ed, 2002.

MIHELIC, J. R.; ZIMMERMAN, J. B.(org) **Engenharia Ambiental: Fundamentos, Sustentabilidade e Projeto**. Tradução: Ramira M. S. S. Pires. Rio de Janeiro: LTC, 2012.

MILLER Jr., G. T. **Ciência Ambiental**. Tradução: AllTasks, 11.ed. São Paulo: Cengage, 2007.

MONTIBELLER FILHO, G. **O Mito do Desenvolvimento Sustentável**. Florianópolis: UFSC, 3ª ed. 2008.

MORAN, E. F. **Meio Ambiente e Ciências Sociais-Interações Homem-Ambiente e Sustentabilidade**. São Paulo: Senac, 2010.

MOTTA, R. S. **Economia Ambiental**. Rio de Janeiro: FVG, 5ª reimpressão, 2009.

MOTTA, R. S. **Valoração e Precificação dos Recursos Ambientais para uma economia verde**. Política Ambiental Economia verde: desafio e oportunidades, n.8, Rio de Janeiro, p.179-190, 2011.

MOURA, L. A. A. **Economia Ambiental: Gestão de Custos e Investimentos**. São Paulo: Juarez de Oliveira, 2ªed., 2011.

MUNASINGHE, M. **Making Development More Sustainable: Sustainability Framework and Practical Applications**. Sri Lanka: Mind, 2010.

NASVALVSKY, F. L. **Aplicação da Metodologia de Preços Hedônicos ao Mercado Brasileiro de Vinhos**. São Paulo, 97 p. Dissertação (Mestrado em Economia) – Fundação Getúlio Vargas Escola de Economia de São Paulo/SP, 2010. (Orientador: Cláudio Lucinda)

NUSDEO, F. **Curso de Economia: Introdução ao Direito Econômico**. 3. ed. São Paulo: Revista dos Tribunais, 2001.

ODUM. E. P. **Ecologia**. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 1988.

PASSOS, C. R. M.; NOGAMI, O. **Princípios de Economia**. 7.ed. São Paulo: Thomson Pioneira, 2016.

PEARCE, D. **Economic values and the natural world**. Londres: Earths can Publications, 129 p. 1993.

PEREIRA, C. B. **Marketing do Lugarzinho: Uma Aplicação Exploratória da Técnica de Índice de Preços Hedônicos a Jovens Consumidores de Restaurantes na Cidade de São Paulo**. Tese (Doutorado em Administração) Universidade de São Paulo, São Paulo, 2004.

PINTO, A.; FREDES C.; MARINHO, L.C. **Curso de Economia**.10. ed. Rio de Janeiro:Unilivros, 1987.

RESENDE, C. B.; SCARPEL, R. A. **Importância das Características na Precificação de Veículos Nacionais**. Scielo Brasil, São José dos Campos/SP, publicação em mai/2009.

ROSEN, S. **Hedonic prices and implicit market: production differentiation in pure competition**. Journal of Political Economy, v.82, n.1, p. 34-35, 1974.

SAMUELSON, P. A.; NORDHAUS D. W. **Economia**. Tradução: Elsa Nobre Fontainha e Jorge P. Gomes, São Carlos: McGraw-Hill, 1993.

SCHIMIDT, C. A. P.; PEREIRA, C.; ANJOS, G.; LUCAS, S. D. M. **Formulação e Avaliação Sensorial Hedônica de logurte com Polpa de Acerola**. Revista eletrônica Científica Inovação e Tecnologia, Paraná, vol1, no.05, jul/2012.

SEIFFERT, M. E. B. **Gestão Ambiental: Instrumentos, Esferas de Ação e Educação Ambiental**. 3.ed. São Paulo: Atlas, 2014.

SILVA, A. M.; ANGELO, C. F.; SILVEIRA, J. A. G.; FOUTO, N. M. M. D. **Valores de Mercado para Atributos de Calçados**, vol.35, n.104, Revista Gestão e Regionalidade São Paulo, 2017.

SILVA, A. T. **Economia e Mercados**. São Paulo: Atlas, ed.17^a, 1982.

SILVA, S. M.; SILVA, E. M.; SILVA, E. M. **Matemática para os cursos de economia, administração e ciências contábeis**. São Paulo:Atlas, 1977.

SOARES, V. A. **Análise de Valor de Áreas Vedadas como Elemento Componente do Produto Imobiliário na Cidade de Belém**. Belém/Pará, 111 p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) – Universidade Federal do Pará, 2018. (Orientador: André Augusto Azevedo Montenegro Duarte).

SOETHE, V. A.; BITTENCOURT, E. **Estimativa de modelos de preços hedônicos para locação residencial em Joinville**. XIII SIMPEP, Bauru/SP, nov/2006.

TAMASHIRO, A. F.; MOREIRA, M. S.; SANTOS, K. F.; BORGES, R. P.; HENRIQUE, H. S. **Valoração Ambiental pelo Método de Preços Hedônicos e as Influências das Variáveis no Cálculo: Revisão Sistemática**, Anais de Encontro Nacional de Pós-Graduação, vol.3, no.1, 2019.

THOMÉ, R. F. **Manual de Direito Ambiental**. 3ª.ed. Salvador:JusPodivm, 2013.

TOLEDO, G. L.; OVALLE, I. I. **Estatística Básica**. 2.ed. São Paulo: Atlas, 1989.

TROSTER, R. L.; MOCHON, F. **Introdução à Economia**. São Paulo: Person Makron Books, 2004.

UBERTI, M. S. **Valoração ambiental no uso do solo urbano: aplicação do método dos valores hedônicos-Estudo de Caso no Centro de Florianópolis**. Florianópolis/SC, 115 p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) – Universidade Federal de Santa Catarina, 2000. (Orientador: Norberto Hochheim).

VESILIND, P. A.; MORGAN, S. M. **Introdução à Engenharia Ambiental**. Tradução: AllTasks, 2.ed. São Paulo: Cengage Learning, 2017.

VASCONCELLOS, M. A. S.; GARCIA M. E. **Fundamentos de Economia**. São Paulo, Saraiva, 3ªed. 2009.

VARIAN, H. R. **Microeconomia: uma abordagem moderna**. Tradução:Regina C. S. Macedo. 9.ed. São Paulo: Elsevier, 2015.

ANEXO

ANEXO A: Artigo Científico *“Influence of Trees on Residential Property Values in Athens, Georgia (U.S.A.): A Survey based on Actual Sales Prices”*

L.M. ANDERSON and H.K. CORDELL

ABSTRACT

A survey of the sales of 844 single family residential properties in Athens, Georgia, U.S.A., indicated that landscaping with trees was associated with 3.5%-4.5% increase in sales prices. During the 1978-1980 study period, the average house sold for about \$38 100 (in 1978 constant dollars) and had five trees in its front yard. The average sales price increase due to trees was between \$1475 and \$17.50 (\$2869 and \$3073 in 1985 dollars) and was due to trees in the intermediate and large size classes, regardless of species. This increase in property value results in an estimated increase of \$100 000 (1978 dollars) in the city's property tax revenues.

INTRODUCTION

The monetary value of city trees is important to several interests. For individual homeowners, some value must be assigned to an injured or destroyed tree when a casualty

deduction or insurance claim is filed. The value of a community's tree cover is important to local government in setting the appropriate level of expenditures for tree protection and maintenance. Urban forestry professionals have a long-standing interest in the dollar value contributed by trees, because such estimates make good arguments for maintaining municipal tree care programs. However, something more than "pulling numbers out of a hat" is required to make convincing arguments to the Internal Revenue Service, the insurance adjustor, or the city council. This paper, and an earlier article using the same data (Anderson and Cordell, 1985) provide further empirical evidence suggesting the approximate value of residential landscaping trees to a community (see Fig.1).

Most of the benefits attributed to urban tree cover are difficult to translate into economic terms. Beautification, shade privacy, wildlife habitat, noise abatement, wind reduction, and soil protection are products that are difficult to price.



Fig. 1. While trees may increase the value of the average residence by 3-5%, the exceptionally grand maples and oaks in front of these recently constructed houses may have increased their value by an even greater amount. One potential problem, however, is that older trees have fewer years of life left in them, and are harder hit by construction damage.

However, the value of at least some of these benefits may be captured in the property values for the land on which the trees stand. The value of a living tree is intimately associated with its site. (The exception, of course, is nursery stock, where a tree is severed from the land and sold apart from it.) Theoretically, any difference in price between two houses that are identical except for their tree cover should be due to the trees themselves. If a tree-shaded house sells for \$5000 more than its treeless but otherwise identical twin, the trees would be "worth" \$5000.

The problem, of course, is determining the true comparability of different properties, for land is unique and two properties will always differ in many ways, not just in tree cover. This paper presents the results of a survey of many house sales in one community in the Piedmont region of Georgia, U.S.A. The approach taken in this research represents one of the two solutions to the comparability problem described in the next section.

LITERATURE REVIEW

The problem of finding comparable properties has been addressed using two basic strategies. The first uses hypothetical sales data. Descriptions or other representations of properties are manipulated so that the properties appear to differ only in their tree cover. People are asked how much they would be willing to pay for each property, and differences in the amounts suggested can be attributed to the differences in tree cover. In such studies comparability is tightly controlled, but there is a corresponding loss in the realism of the prices. The second approach uses actual sales data, usually from a small number of houses in a limited context, such as a single subdivision. Important differences between the houses include not only tree cover but size, special features, location within the subdivision, and so forth. Regression statistics can sort out the different contributions to total sales price that are made by each of these factors, attributing a share of the variation to trees. Here “realism”.



Fig. 2. Builders are aware of the increased sales price commanded by houses on wooded lots, and so have abandoned the practice of clearing all trees from a lot before construction begins. Only time will tell whether the trees remaining on this lot will survive the numerous stresses and abuses they suffer during the construction process.

is high but there is a corresponding loss in control over comparability.

For research purposes, both kinds of studies are important. The hallmark of a sound empirical conclusion is that it is supported by results from a variety of different research approaches.

DIRECT CONTROL OF COMPARABILITY; HYPOTHETICAL SALES DATA

Several studies have involved experimental manipulation of tree cover on properties, affording direct or direct control of comparability. For instance, Payne and Strom (1975) manipulated the “tree cover” on a landscape architect’s scale model of undeveloped acreage, asking people to estimate the value of 12-acre parcels of such “land”. The landform was identical in each condition, but the researchers explored various degrees of tree cover (0, 33, 67 and 100% cover) and various arrangements of the trees (concentrated in clumps or distributed evenly across the “land”) by adjusting the scale model “trees” on the model base. The highest valued condition had 67% tree cover, distributed evenly across the parcel, with

an average hypothetical value of \$2050 per acre. When treeless, the “acreage” was valued at its lowest, averaging only \$1493 per acre. Thus, Payne and Strom found that trees added approximately 30% to the value of undeveloped land, using hypothetical values.

The raw land constitutes only a fraction of the total sales price paid by the new homeowner, and a 30% difference in land values will be modulated to a smaller fraction of total property values after improvements are constructed. Nevertheless, if the developer gets \$100 000 for a house on an unwooded acre, even a 2% advantage from a wooded lot would give him a return of \$2000 for his \$500 per acre increased investment in the wooded land. In two surveys of Georgia homebuilders, regarding their costs for preserving trees on wooded lots during home construction, Seila and Anderson (1982, 1984) found that builders unanimously reported homes on wooded lots sell for an average (estimated) 7% more than equivalent houses on unwooded lots (see Fig. 2).

Payne (1973) also explored the value added by trees to developed property, controlling the comparability of houses directly, but again using hypothetical values. In the early 1970's in Amherst, Massachusetts, Payne surveyed real estate appraisers and homeowners, asking their estimates of the price of identical houses on differently landscaped lots. Payne had gone to great trouble to create a unique collection of sets of photographs, with each set depicting the “same” house on lots with different numbers of trees. Actually, the houses in each set were recently constructed houses that were close to identical in appearance. Payne enhanced comparability further by attaching brief, identical descriptive formats to each house in a set. His results showed that hypothetical sales prices were increased by an average of 7% (range 5-15%) for houses landscaped with trees. Payne was unable to examine actual sales prices because too few of the homes in his study had recently changed hands.

STATISTICAL CONTROL OF COMPARABILITY; ACTUAL SALES DATA

In this second group of studies, including the study reported in this article, comparability is approximated by statistically sorting out the influences of various characteristics of the properties. For example, Morales et al. (1976) examined 60 homes in Manchester, Connecticut, relating sales price to several factors including location, date of sale, size of house, number of rooms, and other features. They found that tree cover added an average of \$2686 to the price of the houses, or 6% of the total sales price, a figure very close to Payne's estimate for Amherst homes. Morales achieved a higher degree of comparability by restricting his sample to only a few new subdivisions. Thus, he was able to draw reliable statistical conclusions with only a small sample.

More recently, Morales et al. (1983) compared two different methods for determining the value of landscape trees on 60 recently sold, comparable houses in a single new subdivision in Greece, New York. Half of the houses had good tree cover, and half very little.

Although the properties were equivalent in size, number of rooms, age, garage capacity, and number of fireplaces, the houses on lots with good tree cover sold for an average of \$9500 more than the houses on lots with little tree cover. Using the “Guide for Establishing Values of Trees and Other Plants” developed by the International Society for Arboriculture (ISA), the trees on wooded lots were estimated to average \$6000 in value. The \$6000 ISA-derived figure represents 10% of the sales price, while the \$9500 amount is 17%.

Part of the discrepancy between the ISA- and the sales-based values in the Morales study may be attributed to a 63-square foot difference in the average size of the tree-covered and treeless houses. At the average selling price of the houses (\$29.9 1 per square foot), this size difference would account for almost \$1900 of the price difference. The authors also note that the lots with trees were located to the rear of the subdivision, another factor that may strongly influence property value. While Morales’ figure of 10% is high compared with the average increase in Payne’s study, it is well within the 5- 15% range Payne noted.



Fig. 3. Simulation of MLS entry used in the study. The table below the photograph indicates that the house sold for \$48 000 on 6 October 1985 after 28 days on the market, for cash. In 844 over a 3-year period, trees were associated with 3.5–4.5% increase in prices of single family houses.

62489	48 000	6/Oct./85	D28	CASH	GRAY
ADD 2210 S. Milledge Av.			BRS 3	BTHS 2½	MLS No. 62489
OWNER Anderson		PH 555-7636		VAC. 10/85	APPT. No.
TENANT same		PH	LB No	SIGN Y	KEY Agent
AREA 5	SUBDIV.		LOT 10	BLK C	SECT
DEED BK No.	PG No.		PLAT BK	PG. No.	SQ. FT. 1848
LOT SIZE	¾ acre			SEWER	City
CONST & STYLE Brick two story			BUILDER	WATER	City
FLR PLN	1	2	B	FL.	STOVE Yes Ref No
LIV. RM.	X			v	D/W No DISP Yes
DIN. RM.	X			v	WTR HTR Elect
BEDRMS		3		wd	STORAGE Yes
BATHS	1/2	2		v	UTILITY Yes
FAM. RM.	X			v	FENCE Backyard
LAUNDRY	X				DECK No PATIO No
LN BAL.	\$ 16 500			AS OF 9/85 @ 8 3/4%	YEARLY TAXES app. \$235
LOAN WITH Standard Mort				LN No.	YRS. REM. 15
					POSS. Immediate
New roof					
SIMULATION OF MULTIPLE LISTING ENTRY					
FIRM Grayson			PH 555-1933		ID No.
NLS AGT King			PH 555-1806		FD

A STUDY WITH A LARGE DATABASE

The study reported here also relies on statistical control to achieve comparability. Instead of restricting the sample to one or a few subdivisions, as Morales did, this study examined sales of all houses in a county-wide area, including houses from over 50 subdivisions, with a wide range of ages and house and lot sizes. Sales for 3 years, from 1978 to 1980, were included. This study has the greatest potential to address the basic question posed by urban forestry practitioners - what is the contribution of trees to property in my community? - because it encompasses all single-family residential properties in the community, from older neighborhoods to subdivisions where construction was still in progress.

METHOD

In brief, this study used a database produced by a local real estate organization (see Acknowledgements). The data included more than 90% of residential sales in the period from 1978 to 1980. The realtors' materials provided a wealth of information about each unit sold and included a photograph of the front of each unit, from which the number of trees in the front yard could be counted. All the information was coded for computer analysis as reported in the results.

THE DATABASE

The Multiple Listing Service (MLS) of the Athens-Clarke County Board of Realtors publishes a quarterly "Final Sales Catalog", containing a written description and photograph of each house sold through an agent associated with MLS (see Fig. 3). It is estimated that more than 90% of residential property sales in the Athens-Clarke County area are included in these catalogs. A final sales catalog listing includes information on the price for which the unit was sold, financing arrangements, the length of time the property was on the market

under its current listing, and the agency who sold the unit. The final listing also duplicated the comprehensive original description of each property as prepared by the listing agent, including information about age, size, floorplan, utilities, appliances, location, lot size, and special features of the property. In addition, most listings include a photograph of the property, taken by a photographer under contract to the MLS. The photographs were the source of information on the number of trees on the lots. The study used MLS catalogs for the 12 quarters covering January 1978 to December 1980.

SELECTION OF CASES

The catalogs included sales for surrounding rural counties. and included commercial and multi-family residential properties. To be included in this study, listings had to meet three criteria.

(1) Location in Clarke County. which includes Athens. The surrounding rural areas were excluded.

(2) A single-family house with no incomeproducing appurtenances. Condominiums, apartments, homes with basement or garage apartments, and duplexes were excluded.

(3) Availability of information on final sales prices, the square footage of heated space, the size of the lot. the age of the house, and sufficient information about the floorplan to count the number of rooms in the house.

Of the 1519 single-family housing units sold in 1978-1980. 844 (56%) met our criteria. Houses lacking information on lot or house size tended to be the older homes, where the information from the original builder or subdivider had not been passed along to the current owners. Houses lacking photographs. on the other hand, tended to be very new houses, which the MLS photographer could not locate because street address numbers were not yet affixed, or which were sold before construction was completed.

DATE CODING

The author and trained assistants recorded 44 descriptive variables for each property included in the study (see Table 1 for a summary of the variables found to be important). Most of the information was taken from the written descriptions included for each listing. Tree cover information was taken from the photographs. These were small (1.5x3.5 inch), black and white, and not always clearly printed. Especially on lots crowded with small hardwood trees, the tree counts may have been inaccurate, underestimating the total number of trees. However, the photographs were adequate to enable counting of trees in each of six categories - two species groups (evergreen and deciduous) each subdivided into three size classes (small, medium, and large).

DATA ANALYSIS

All analyses were made using the Statistical Package for the Social Sciences. Correlations were calculated to ascertain the extent to which the number of trees was

associated with variations in other house, lot, and sale characteristics. Regressions were performed to sort out the different effects of house, lot, and tree variables on the selling prices of the properties.

Some data transformations were made prior to the analyses. The most important of this addressed inflation, which was running at a high level in the 1978-1980 period involved in our study and was not addressed in our earlier report (Anderson and Cordell, 1985). To reduce the impact of inflation on our data, we calculated the average sales price per square foot for each quarter of each year. Using these averages, we adjusted the sales price data from the second quarter of 1978 on, so that after adjustment all quarters had the same average price per square foot as the first quarter of 1978.

TABLE 1
Descriptive statistics for house, lot, and sale variables used in regressions¹

Variable	Average	Standard deviation	80% of cases fall between	
			(low)	(high)
Price for which house sold ²	\$38 102.80	\$13 155.60	\$23 860.30	\$55 710.30
Price per square foot ²	\$ 22.41	\$ 4.22	\$ 17.21	\$ 27.35
Size of house ³ (square feet)	1718	580	1100	2458
Size of lot (acres)	0.7	0.9	0.3	1.0
Age of house (years)	11.1	13.0	New	23
Number of rooms	9.4	1.8	7	11
Number of baths	2.0	0.6	1	2
Covered car storage (vehicles)	1.3	0.8	0	2
Amenities ⁴	3.4	1.4	1	5
Fireplaces	0.6	0.5	0	1
Central air	(73% of houses had central air conditioning)			
Number of trees in front yard	5.1	4.7	0	12
Small trees	1.0	1.5	0	3
Large trees	4.1	4.4	0	10
Pines	2.8	3.6	0	7
Hardwoods	2.3	3.2	0	6

¹For 844 houses where lot size, house age and floorplan were known.

²In 1978-constant dollars.

³Interior heated space.

⁴Number of fireplaces, plus one for each of the following, if present: dishwasher, disposal, stove, refrigerator, or deck.

This gave us sales price data in 1978 constant dollars.

Other transformations consisted of aggregating some of the original variables. For instance, we took the individual variables used to code the presence of certain floorplan features - family rooms, utility rooms, laundry rooms, bedrooms, dining rooms - and added them up to make a single "number of rooms" variable. We also combined various amenity features into a single score by adding to the total number of fireplaces a "1" for each of the following included in a sale: stove: refrigerator: dishwasher; disposal: deck; porch.

RESULTS

The number of trees in the front yard of a house is closely related to several other features of the property (Table 2). Most importantly, the number of trees shows a strong positive correlation with selling price, meaning that larger numbers of trees are associated with houses that sell for more money. The correlation of 0.45 means that approximately 20% of the variability in price can be accounted for by tree cover and the other variables that correlate with tree cover, such as house size, number of amenities and number of

bathrooms. In other words, houses having more trees tended also to be larger and to have more desirable features, so that a substantial portion of the 200/o price increase associated with trees must be attributed to other features.

Regression analysis goes beyond simple correlations and allows us to separate the various effects of tree cover, house size and quality, and lot size, yielding a better picture of the impact of trees on sales prices. We tried two different regression equations one based upon the Morales et al. research cited above. and the other achieved by allowing the regression to proceed in the way that built the most accurate predictive model using all available variables. The equation based upon the Morales et al. research, applied to our 844 cases, looks like this.

Selling price (in 1978 constant dollars)	-3021(a constant)
	+14(x square footage of house)
	-133 (x age of house in years)
	+ 343 (x total number of trees in front yard)
	+3649 (x number of fireplaces)
	+1862 (x lot size in acres)
	+1582 (x capacity of carports and garages)
	+606 (x total number of rooms)

This forward stepwise regression accounted for 77% of the variance (adjusted R²) in sales prices.

TABLE 2

Correlations between tree counts and other house, lot, and sale characteristics¹

Feature	Correlations ² with		
	Total trees	Large/small	Hardwoods/pines
Sales price of house ³	0.45	0.44/ 0.11	0.31/ 0.31
Size of house	0.30	0.29/ 0.09	0.22/ 0.20
Age of house	-0.26	-0.24/ -0.11	-0.09/ -0.25
Size of lot	0.20	0.19/ n.s.	0.20/ n.s.
Number of rooms	0.27	0.26/ n.s.	0.17/ 0.19
Number of baths	0.33	0.31/ 0.12	0.19/ 0.25
Car storage capacity	0.26	0.25/ n.s.	0.08/ 0.26
Number of amenities	0.40	0.37/ 0.16	0.25/ 0.29
Number of fireplaces	0.30	0.28/ 0.11	0.22/ 0.19

¹Based on 844 cases where lot size, house age and floorplan were known.

²All reported rs are significant ($P < 0.05$).

³In 1978-constant dollars.

All coefficients reported were statistically significant ($P < 0.05$). The regression is based on 844 cases where lot size, house age, and floorplan were known.

In a variation, we entered the numbers of pines and hardwoods separately into the equation. This alteration made very slight changes in the coefficients shown in the above

model but shows the influence of pines and hardwoods separately: instead of \$343 for each tree, the model adds \$376 for each hardwood, and \$319 for each pine. The coefficients indicate that hardwoods are slightly more valuable than pines, but that each contributes to property values.

A third equation resulted when we used the number of small trees and the number of intermediate and large trees separately. Again, most of the coefficients are only slightly changed, but this time intermediate and large trees add \$382 each. Small trees did not enter the equation, indicating that their contribution to price was too small to be reliably detected by the regression.

This equation indicates that the \$38 102.80 price of the average house in our study includes \$1750 associated with the presence of the average number of trees, 5,1; or \$893 and \$871 for the presence of the average number of pines and evergreens, respectively; or \$1566 for the presence of the average number of large and intermediate trees. We can convert these values to 1985 dollars, using the current average sales price of properties in the Athens area (\$66 907). The price increase associated with trees in 1985 dollars would be \$3073; or \$1568 for the average number of hardwoods and \$1529 for the average number of pines on the lot; or \$2750 for the average number of intermediate and large trees.

Our second regression, using all the variables recorded for this study, improved only slightly on the Morales-based equation reported above.

Selling price = 855 (a constant)
 + 13 x square footage of house
 + 1702 x number of amenities
 + 1992 x lot size in acres
 + 2270 x number of bathrooms
 + 290 x number of trees on the lot
 + 1349 x capacity of carports and garages
 - 56 x age of house
 + 1181 if central air conditioning is present.

This regression accounted for 79% of the variance (adjusted R^2). All coefficients reported were statistically significant ($P < 0,05$). The regression is based on the same 844 cases as in the first model.

In this equation, too, we explored the effects of pines vs. hardwoods and of small vs. larger trees. This time, pines added \$257 and hardwoods \$333 each; and larger trees added \$336 while smaller trees did not add anything to the price.

This equation also indicates that trees are associated with an increase in sales price, and like the first model, hardwoods are worth slightly more than pines, while it is only intermediate or large trees that contribute significantly to sales price.

To summarize, the average house in our sample sold for 3.5-4.5% more for having five trees in its front yard. This estimated increase is only slightly smaller than the estimates from previous studies, which have examined newer houses only. Our use of a wider age range of houses may account for the smaller increase we found here.

CAUTION IN INTERPRETATION

To say that each tree in a front yard causes a particular dollar to increase in the sales price of the house is not correct. The appropriate interpretation of the regression results is more limited: the trees are associated with the increases listed above. This distinction is important because some of the increase in sales price may be due to the occurrence of other features associated with front-yard trees, and not the trees themselves. Some of these other features may not have been included in our data set - the best example here is the side and back-yard trees, which we did not include in our data (see Fig. 4). Further, houses with many trees could also have more desirable features or be better built than houses that have fewer trees. The association can work the other way, also. In other words, the regression can also attribute to some other variable, such as an amenity like a fireplace, a portion of the value that is added by trees, since there was a statistical tendency for houses with fireplaces to have more trees. These interchanges among variables preclude statements about causation and limit us to statements about association among the variables.

We also note that the relationship between sales price and number of trees may not be linear. Payne's (1973) study indicated that if the number of trees in the front yard exceeded 30, the relationship between trees and sales prices reversed, with additional trees causing a drop in sales price. We had only a few houses in our sample with such many trees, but our data indicated a similar effect.

OTHER RESULTS

In previous studies homebuilders reported that new houses on wooded lots sold more quickly than houses on cleared lots. As reported earlier (Anderson and Cordell, 1985) we examined the influence of trees on the length of time our study houses stayed on the market. For our collection of old and new houses, we found that time on the market was little influenced by any of the variables. In addition to the wide variation in age of the properties in this study, the lack of relationship of tree cover to time on the market may be due in part to the fact that financing arrangements by buyers affect market duration. Moreover, each time an exclusive listing contract is made with a realtor, the property is inserted anew into the MLS system. Thus, houses that were on the market for more than one 3- or 6-month exclusive listing period were not credited with earlier periods, further distorting the statistical relationship.



Fig. 4. Leaving trees in relatively undisturbed buffer zones between properties can enhance the value of the property while improving the chances that a tree will survive the construction process.

DISCUSSION

This study used regression statistics to differentiate among the many features contributing to the sales price of single-family houses. Using this approach to solving the “comparability” problem, we were able to analyze many actual sales of real estate. The results indicate that trees are associated with a 3.5-4.5% increase in the selling price of single-family dwellings. Considering the differences in our methods, our results are quite close to the 7% price increase found by Payne (1973) and considering the wide range of properties we used, rather than a limited number of subdivisions, our results are also quite close to the 6% price increase in Morales’ (1976) study. Our smaller estimate of the price increase may be attributed in part to the relative abundance of trees and other urban vegetation in most residential areas in Athens and surrounding areas.

Because trees are associated with price increases, they are also associated with an increase in the tax base of the community. We earlier estimated that trees may account for as much as \$200 000 in tax revenues to local government in Athens, if properties were assessed at reasonable value (Anderson and Cordell, 1985). Since assessments typically run low (at 50% of reasonable value) it may be fairer to say that the contribution of trees is more nearly \$100 000 in the case of Athens. This increased value has other important economic ramifications, for the real estate developers, brokers, and others who derive income from residential property sales.

An estimate of 5% as the average value that trees may add to a single-family residence is in line with research using both direct and statistical strategies for controlling comparability. Interestingly, insurance policies reflect this figure as well. On a standard homeowner’s insurance form, the total compensation for loss of trees, and other plants is limited to 5% of the insured value of the dwelling. The policy further imposes as \$500 limit for any one tree.

There are other ways to assess the value of trees besides comparing sales (e.g., Kielbaso, 1971). For example, trees can be defined as worth what they cost. Some direct economic costs of trees can be readily determined. The median percentage of city budgets dedicated to “tree care” was 0.4% for 946 cities involved in one study (Giedraitis and Kielbaso, 1982). Significantly, our \$100 000 estimate for the annual contribution of trees to taxes in Athens comprises 0.46% of the city’s annual budget.

It bears repeating that the hallmark of a sound empirical conclusion is that it is supported by results from a variety of different research approaches. Placing the estimated value of trees at around 5% of the fair market value of a property would seem to be such a conclusion.

How far would we press this conclusion? The convergent results from Payne’s, Morales’, and our studies are drawn from communities in Massachusetts, New York, and Georgia. We would hesitate to assign a 5% value to the trees in communities in the Great Plains or the southwestern U.S. In these communities, most city trees are deliberately planted and live only because they are irrigated - often at considerable expense. Of course, there are commensurately fewer trees in communities like Tucson, Arizona, so that the 5% figure may in fact be valid. Without more empirical work, however, the 5% estimate should be restricted to the eastern region where it has been demonstrated.

Further, we would stress that our results concern “average” values for “average” properties. As such, they can provide a sound quantitative basis for planning at the community level. For the homeowner, however, a “best estimate” of 5% is only a starting point for an individual appraisal by an arborist. The total value of the property will limit the arborist’s estimate, but his estimate will also reflect the species, size, condition, and location of the tree.