



VALORAÇÃO ECONÔMICA DO MERGULHO EM RECIFES DE CORAIS:

Uma análise de sensibilidade do Método do Custo de Viagem

Dumar Miguel Vargas Reyes

Instituto de Economia, Universidade Estadual de Campinas-SP

dmvargasreyes2@gmail.com

Rosangela Ballini

Instituto de Economia, Universidade Estadual de Campinas-SP

ballini@unicamp.br

Resumo

Os recifes de corais do Parque Nacional Natural Corales del Rosario y San Bernardo, na Colômbia, estão fortemente ameaçados devido a fatores globais e locais que contribuem para a diminuição de sua capacidade de resiliência. De fato, a proporção atual de corais vivos no parque tem se reduzido em mais de 60% da sua proporção natural. Devido à problemática, no plano administrativo do parque é colocada a necessidade de criação de fontes de recursos, entre as quais é proposta uma taxa à atividade de mergulho de corais. A partir do método do custo de viagem, este trabalho estima a disposição a pagar dos mergulhadores de corais, além de realizar uma análise sobre as principais limitações do método e as formas de tratá-las. Para a aplicação do método foi utilizada uma amostra coletada *in situ* mediante entrevistas realizadas no período de julho a agosto de 2013. Os resultados obtidos estimam que a disposição a pagar dos mergulhadores seja em torno de US\$171,90 e o benefício econômico da atividade de mergulho seja, aproximadamente, US\$721.980,00. Os resultados obtidos constituem uma importante referência para o planejamento sustentável do parque assim como para futuras pesquisas que pretendam avaliar outras áreas marinhas.

Palavras-chave: Valoração ambiental, Método do custo de viagem, Recifes de corais, Economia ecológica, Sustentabilidade.

Abstract

The coral reefs at The Rosario and San Bernardo Corals National Natural Park in Colombia are at risk due to global and local pressures that contribute to the reduction of their resilience capacity. The current area of living coral in the park has been reduced by more than 60% of its natural percentage. Due to this problem, the park's administrative plan has included the necessity to create sources of funding, among which a taxation on the scuba diving activity is proposed. This paper proposes the travel cost method to estimate the willingness to pay of coral divers and analyzes the main limitations of the method and ways to deal with them. In order to apply the method, a sample obtained *in situ* by interview during July to August of 2013 was used. The results indicated that the willingness to pay of scuba divers is estimated at US\$171.90, while the economic benefit of scuba diving is estimated at US\$721,980.00. The results obtained constitute an important reference for the sustainable planning of the park as well as for future research to evaluate other marine areas.

Key words: Environmental valuation, Travel cost method, Coral reefs, Ecological economics, Sustainability.

JEL Codes: Q01, Q26, Q50



1. Introdução

Os ecossistemas de recifes de corais são considerados como os mais diversos e produtivos habitats marinhos do mundo. Estima-se que uma a cada quatro espécies marinhas, incluindo pelo menos 65% de todos os peixes, vivem nos recifes de coral (Wilkinson, 2008). Ademais, os recifes de corais suportam uma complexa cadeia alimentar e possuem um importante papel na fixação de dióxido de carbono da atmosfera (Speers et al., 2016). No entanto, os ecossistemas de recifes coralíneos estão sofrendo uma significativa degradação a nível global. Segundo Burke & Maidens (2005) até 2030, estima-se que mais de 90% dos recifes do mundo estarão ameaçados, com quase 60% enfrentando níveis críticos de ameaça. A região do Caribe pode ser considerada um exemplo da degradação, já que pelo menos dois terços dos recifes dessa região estão altamente degradados e com elevado risco de sofrer perdas irreversíveis (Burke et al., 2011).

Um caso particular da degradação dos recifes de corais no Caribe constitui o *Parque Nacional Natural Corales del Rosario y San Bernardo* (PNNCRSB) na Colômbia. Os recifes coralíneos do PNNCRSB abrigam espécies marinhas únicas, sendo que muitas encontram-se em perigo de extinção, tornando-se uma das áreas marinhas mais importantes do Caribe (Diaz, 2000; Zarza-González, 2011). O PNNCRSB também oferece um importante leque de serviços turísticos e recreativos e conta com o maior fluxo de turistas na Colômbia. Segundo Zarza-González (2011), o parque registra 443.458 visitantes anuais, o que representa aproximadamente 52% do total de visitas a áreas protegidas.

Contudo, o PNNCRSB apresenta uma problemática ambiental, pois seus recifes coralíneos estão fortemente ameaçados devido a fatores associados ao aquecimento global,

além de outros relacionados a questões locais, tais como sobrepesca, contaminação e turismo, que contribuem para a diminuição da capacidade de resiliência dos recifes (Zarza-González, 2011). Devido às diversas causas que afetam os recifes do PNNCRSB, a proporção atual de corais vivos tem se reduzido em mais de 60% da sua proporção natural, sendo que a cobertura atual de coral vivo não excede 22% (Diaz, 2000).

Apesar da importância dos recifes de corais do PNNCRSB e da sua documentada degradação, a execução de programas de supervisão e controle são limitados (Trujillo, Navas, & Vargas, 2017). Segundo a administração do parque, o orçamento tem sido reduzido e os recursos disponíveis não são suficientes para afrontar a grave situação. Por estas razões, na elaboração do último plano administrativo do parque, Rojas et al. (2012) salienta a importância da criação de novas alternativas de geração de recursos que contribuam para aumentar o seu orçamento. Ainda, de acordo com Rojas et al., (2012), uma possível estratégia para o aumento do orçamento seria a implementação de taxas para diversas atividades, como a do mergulho de corais.

Devido à necessidade de referências monetárias para uma possível taxação da atividade de mergulho de corais, este trabalho utiliza o método de custo de viagem para estimar a disposição a pagar (DAP) dos mergulhadores, além de fornecer informações relevantes na implementação de políticas que procurem tratar a problemática dos recifes coralíneos do PNNCRSB. No entanto, de forma geral, os diversos métodos de valoração econômica, como o método do custo de viagem, possuem limitações tanto teóricas como metodológicas (Maia et al., 2004). Assim, a estimativa da disposição a pagar por uma amenidade ambiental requer uma série de considerações que leve em conta as suas



limitações. Portanto, esta pesquisa propõe-se realizar uma análise de sensibilidade do método do custo de viagem levando em conta as principais limitações metodológicas apontadas na literatura recente. Especificamente, são tratadas as incidências das viagens multipropósito, da renda dos visitantes e do tempo de viagem, sobre as estimativas.

2. Processo de amostragem e análise descritiva dos dados

Neste trabalho são utilizados dados de uma amostra coletada *in situ* mediante entrevistas realizadas no período de julho a agosto de 2013. De acordo com Zarza-González (2011), os meses de dezembro e janeiro apresentam o maior número de visitas. Por sua vez, os meses de abril e maio são considerados os meses onde ocorre o menor número de visitas. Os meses nos quais foi coletada a amostra podem ser considerados os de uma temporada média, em termos de taxa de visitação. Isso é importante, pois o período em que foram coletados os dados não representaria problemas de viés por temporada.

De um total de 4.200 mergulhadores que visitam o PNNCRSB por ano, a amostra final foi composta por 493 questionários. Considerando um nível de confiança de 95%, o erro de amostragem para este estudo foi de 4,25%. O questionário foi dividido em três seções. A primeira delas incluiu questões sobre o custo da viagem, as características socioeconômicas e demográficas do mergulhador e suas atitudes em relação à preservação do meio ambiente. A segunda seção consultou acerca da experiência da atividade de mergulho do entrevistado, suas expectativas sobre a qualidade do local de mergulho e suas motivações para visitar o parque. A terceira seção incluiu perguntas sobre as despesas de

viagem dividida em duas partes, de acordo com o tipo de despesas. As variáveis utilizadas na modelagem são descritas a seguir.

Número de viagens (Viagens) representa o número de viagens que os mergulhadores realizaram ao parque nos últimos cinco anos; Custo total de viagem (CV) representa as despesas totais dos mergulhadores durante a viagem de ida e volta ao parque; Renda representa a renda anual descontando impostos; A variável Educação é determinada pelo número de anos de estudos formais do mergulhador; Gênero representa o sexo do mergulhador entrevistado; Colombiano é uma variável *dummy* que determina a origem do mergulhador; no caso do mergulhador ser colombiano esta variável assume o valor 1 e 0 caso contrário; A variável Tempo é uma estimativa do tempo total de viagem de ida e volta do lugar de origem do entrevistado até o parque¹.

Também são incluídas as variáveis *dummies* beleza do lugar (BL) e recomendado por outros (RPO) para determinar o motivo da visita dos mergulhadores aos recifes de corais do PNNCRSB. No caso de beleza do lugar ser um motivo para realizar a viagem, a variável BL assume o valor 1, e 0 caso contrário. Da mesma forma, se um dos motivos para visitar o PNNCRSB foi a recomendação de outros mergulhadores, a variável RPO assume o valor 1 e 0 caso contrário. Finalmente, as variáveis número de dias no parque e número de dias mergulhando são incluídas para determinar se a visita ao parque foi realizada exclusivamente para atividades de mergulho, ou se foi realizado outro tipo de atividade durante a visita.

¹ Segundo Wooldridge (2008), *dummy* é uma variável binária que indica a ocorrência ou não de uma categoria, podendo assumir valores 0 e 1, sendo 0 a categoria base.



A **Tabela 1** apresenta as estatísticas descritivas como média, desvio-padrão e valores máximo e mínimo para cada uma das variáveis. Os mergulhadores realizaram entre 2008 e 2013, em média, 3,6 viagens ao PNNCRSB. O custo médio de cada viagem foi de US\$ 1.437,46; por sua vez, a renda mensal dos mergulhadores, em média, é de US\$

4.151,61. Em média, um mergulhador tem 17 anos de educação formal, o que possibilita supor que a maioria deles, pelo menos, possui educação profissional. O tempo, em média, para um mergulhador visitar o parque e voltar para seu lugar de origem é de 23,77 horas.

Tabela 1. Estatística descritiva das variáveis utilizadas na modelagem

<i>Variável</i>	Média	Desvio-Padrão	Mínimo	Máximo
<i>Viagens</i>	3,65	8,51	1	100
<i>CV</i>	1.437,46	1.383,21	127,94	10.511,47
<i>Renda</i>	4.151,61	3.401,08	207,29	20.082,32
<i>Educação</i>	17,19	2,65	11	26
<i>Gênero</i>	0,55	0,49	0	1
<i>Tempo</i>	23,77	19,55	0,61	86
<i>RPO</i>	0,48	0,50	0	1
<i>Colombiano</i>	0,31	0,46	0	1
<i>BL</i>	0,59	0,49	0	1
<i>Dias no parque</i>	9,55	11,14	1	65
<i>Dias Mergulho</i>	2,02	2,65	1	30

Fonte: Elaboração própria.

Com relação ao gênero, aproximadamente, 55% dos mergulhadores que visitam o PNNCRSB são homens. Por sua vez, 59% dos mergulhadores afirmaram que a sua expectativa sobre a beleza do lugar é um motivo para realizar a visita ao PNNCRSB. Além disso, 48% dos mergulhadores indicaram que o motivo para visitar o parque foi a recomendação de outras pessoas. Os mergulhadores despenderam 9,5 dias no parque, sendo que somente em 2 dias realizaram atividades de mergulho recreativo.

Por fim, somente 31% dos mergulhadores entrevistados eram colombianos. Portanto, a maioria dos mergulhadores de recifes que visitam o parque são estrangeiros, sendo provenientes dos seguintes países: Angola, Argentina, Austrália, Bélgica, Bolívia, Brasil, Canadá, Chile, Costa Rica, Dinamarca, El Salvador, Equador, Espanha, Estados Unidos, França, Guatemala, Irlanda, Itália, México, Filipinas, Singapura, Suécia, Suíça, Reino Unido, Uruguai e Venezuela.



A **Tabela 2** apresenta as estatísticas média, desvio-padrão, valores máximo e mínimo para cada variável, segundo a origem dos mergulhadores. O custo médio de viagem foi de US\$ 1.905,49 para mergulhadores estrangeiros e US\$ 416,59 para mergulhadores colombianos. Em média, mergulhadores colombianos fizeram 6,5 viagens ao PNNCRSB nos últimos cinco anos em comparação com 2,3 viagens realizadas por mergulhadores estrangeiros. A renda mensal, em média, de um mergulhador estrangeiro é de US\$ 4.854,72, quase o dobro de um mergulhador

colombiano que, em média, tem uma renda mensal de US\$ 2.617,98.

Em relação à educação, não há diferenças significativas entre visitantes estrangeiros e locais. Por sua vez, em média, o tempo de viagem de um mergulhador estrangeiro é de 31,6, sendo quase 5 vezes maior ao tempo de viagem de um mergulhador colombiano. Esta significativa diferença pode ser entendida pela grande variedade de origens dos mergulhadores estrangeiros, já que o parque recebe visitas de mergulhadores dos 5 continentes.

Tabela 2. Estatística descritiva das variáveis segundo a nacionalidade

Variável	Estrangeiro				Colombiano			
	Media	Desvio	Min	Max	Media	Desvio	Min	Max
VIAGENS	2,34	5,59	1	90	6,51	12,3	1	100
CV	1.905,4	1.435,4	131,5	10.511,4	416,6	271,6	127,9	2.159,9
RENDA	4.854,7	3.707,7	364,2	20.082,3	2.617,9	1.849,1	207,2	10.329,2
EDUCAÇÃO	17,49	2,79	11	26	16,55	2,20	11	26
GÊNERO	0,54	0,49	0	1	0,57	0,49	0	1
TEMPO	31,60	18,43	2,6	86	6,69	7,10	0,62	24,71
RPO	0,49	0,50	0	1	0,46	0,50	0	1
BL	0,56	0,49	0	1	0,66	0,47	0	1

Fonte: Elaboração própria.

3. Método do Custo de Viagem

O método do custo de viagem (MCV) é uma das técnicas mais empregadas na valoração econômica de bens e serviços dos recursos ambientais. As bases conceituais da metodologia foram apresentadas por Hotelling (1949) e, desde então, o método tem sido aperfeiçoado ao longo do tempo (Zhang et al., 2015). O MCV está baseado na análise microeconômica da preferência revelada e

procura estimar o benefício econômico dos serviços ambientais (Hellerstein & Mendelsohn, 1993). A premissa principal do método é que quando um indivíduo faz uma viagem para participar de uma forma de recreação natural, essa pessoa está despendendo tempo e dinheiro para realizar a viagem. Isso cria um mercado implícito entre a amenidade ambiental e o custo da viagem (Blaine et al., 2015).



Outra premissa do MCV é que os visitantes percebem e respondem a mudanças no custo da viagem, da mesma forma que responderiam a mudanças no preço de entrada de um serviço recreativo privado. Portanto, os benefícios resultantes da utilização do serviço ambiental podem ser estimados por meio da relação entre o custo da viagem e o número de visitas realizadas ao recurso ambiental. Dito de outra forma, estima-se a disposição a pagar dos indivíduos e seu benefício econômico por visitar o recurso ambiental. Essas estimativas podem ser calculadas mediante o excedente do consumidor. Seguindo a abordagem descrita acima, a função de demanda por serviços recreativos é definida como:

$$\text{Viagens} = f(\text{CV}, \text{Renda}, X, \varepsilon) \quad (1)$$

Em que Viagens é a variável dependente que representa o número de viagens realizadas ao recurso ambiental, CV representa o custo total da viagem, Renda é a renda anual do visitante, X representa o vetor das características socioeconômicas do visitante como a educação, o gênero e a nacionalidade. Por fim, ε é o vetor de termos de erro estocástico.

3.1. Abordagens econométricas na estimação do MCV

Nesta subseção, são apresentadas as diversas abordagens empregadas na literatura para a construção das variáveis independentes da Equação (1). Especificamente, será discutida a metodologia usada para tratar as questões relacionadas ao tempo e à viagem, às viagens multipropósito, e ao papel da renda nas estimativas do MCV.

Abordagem do tempo de viagem

Medir o custo do tempo de viagem nos modelos de demanda recreativa tem sido objeto de uma rica discussão na literatura (Feather & Shaw, 1999; Hynes, Hanley &

O'Donoghue, 2009; Mckean, Johnson & Taylor, 2003). A maioria dos economistas concorda que o tempo de viagem possui algum valor para a demanda de viagens. Devido ao fato de que uma pessoa está disposta a despende tempo para chegar a um local de recreação demonstra que a pessoa valoriza a viagem e a experiência resultante, mas o valor do tempo que a pessoa dispende para realizar essa viagem não é de todo claro (Phaneuf & Smith, 2005).

Cesario (1976) foi o primeiro estudo que propôs utilizar o salário por hora de uma pessoa como uma medida de custo de oportunidade, para incluí-lo no custo total da viagem. No entanto, essa abordagem apresenta algumas questões, as quais vale a pena serem debatidas. Por exemplo, muitas pessoas não são remuneradas por hora de trabalho. Mesmo para aqueles que são remunerados por hora de trabalho, não está claro se eles estão realmente renunciando a "x" horas do seu salário para realizar uma viagem. Inclusive, tanto os trabalhadores por hora como outro tipo de assalariados, podem acumular tempo de férias, o que lhes permite fazer viagens sem perder tempo no trabalho, além daqueles que estão desempregados ou aposentados. Embora o desemprego ou a aposentadoria possam significar que o valor do tempo de uma pessoa seja relativamente pequeno, isso não significa que seu tempo não tem valor algum.

Na sua abordagem, Cesario (1976) iniciou a prática de valorizar o tempo de viagem de recreação como um terço da taxa salarial. A adoção de sua convenção tem sido a norma na literatura do MCV. Segundo essa abordagem, o tempo é incluído como um custo de oportunidade como descrito na equação 2:

$$\ln \text{Viagens} = f(\text{CV}_T, \text{Renda}, X, \varepsilon) \quad (2)$$

sendo CV_T obtido por:



$$CV_T = (Custo\ de\ viagem) + (Hsalario \times 33\% \times Tempo\ viagem) \quad (3)$$

Em que Hsalario é calculado como a renda anual dividida pelo número de horas trabalhadas por ano. Por sua vez, a variável Tempo é uma estimativa do tempo de ida e volta levado pelo mergulhador para viajar desde seu lugar de origem até o PNNCRSB.

Uma estimativa de um valor endógeno do tempo tornou-se uma abordagem alternativa na literatura (Blaine et al., 2015; Loomis & Walsh, 1997; Shrestha, Seidl & Moraes, 2002). Segundo Mwebaze & Bennett (2012), a abordagem de usar o tempo como um custo de oportunidade, geralmente, é realizada para evitar problemas de multicolinearidade entre o tempo de viagem e o custo de viagem. No entanto, se o sítio de recreação possui um alto fluxo de visitantes e se estes têm uma diversidade de origens e tempos de viagem, além dos testes estatísticos confirmarem uma variação suficiente, é possível incluir o tempo de viagem como uma variável própria no modelo.

Ainda, segundo Mwebaze & Bennett (2012), a inclusão da variável Tempo de viagem permite determinar o custo de oportunidade do tempo de viagem pelo próprio modelo, em vez do analista atribuir uma fração da taxa de salário. Dada a diferença entre o tempo de viagem de mergulhadores colombianos e estrangeiros, apresentada na Tabela 2, este artigo propõe analisar o impacto diferenciado do tempo de viagem se incluída uma interação entre as variáveis Tempo e Colombiano.

Desta forma, a função Demanda por serviços de mergulho recreativo pode ser expressa da seguinte forma:

$$\ln Viagens = f(CV, Renda, Tempo, Tempo * Colombiano, X, \varepsilon) \quad (4)$$

Note que, neste caso, o tempo é incluído como uma variável própria na função de viagens e não como um custo de oportunidade acrescentado na variável Custo de viagem.

Abordagem da renda

Blaine et al., (2015) faz uma discussão sobre o papel da renda nas estimações do MCV. Segundo o autor, um enigma das estimativas do MCV que pesquisadores tem enfrentado ao longo dos anos, embora tenha recebido pouca atenção, é o papel da renda na função da procura por serviços ambientais. Como já foi descrito acima, o MCV está baseado na teoria da demanda do consumidor. Por sua vez, a lei da demanda, a relação inversa entre o preço de um bem ou serviço e a quantidade demandada, é uma das relações mais defendidas e testadas na economia. Outro pilar da teoria que se aproxima da lei da demanda é a relação positiva entre a renda do consumidor e a quantidade demandada (Mas-Colell et al., 1995; Nicholson & Snyder, 2010).

No entanto, na literatura do MCV tem-se verificado que a relação da renda na demanda de viagens difere da relação estrita da teoria do consumidor mencionada acima. Segundo Martínez & Amoako-Tuffour (2008), o papel da renda nas estimações do MCV pode ser considerado um ponto enigmático, pois diversos estudos (Shrestha, Seidl & Moraes, 2002; Mwebaze & Bennett, 2012; Davis & Tisdell, 1996) têm apresentado uma relação negativa ou mesmo não significativa entre a renda e o número de viagens realizadas aos recursos ambientais, o que implicaria na renda não ter impacto sobre a demanda de viagens. Outro resultado discutido em Mwebaze & Bennett (2012) e Martínez & Amoako-Tuffour (2008) é que o maior nível de renda dos visitantes reduz a demanda para visitaçao do local, sendo assim, um bem inferior.



Esse tipo de resultado, na maioria dos estudos, não é discutido e pouco é comentado sobre suas possíveis implicações. Com a finalidade de discutir esse assunto, Blaine et al. (2015) avaliaram como a renda pode influenciar a visitação, incluindo uma interação da renda com o custo de viagem no modelo. Neste estudo, os autores encontraram que a inclusão dessa variável de interação no modelo permitiu refletir que o impacto da renda sobre o número de viagens mudou em relação à faixa de renda do visitante. A hipótese sugerida por Blaine et al. (2015) é que os visitantes de uma faixa de renda menor possuem menos opções para visitar recursos ambientais do que aqueles de uma faixa de renda maior.

Portanto, a renda para pessoas de faixa de renda menor seria um fator positivo no momento de realizar viagens recreativas. Por sua vez, indivíduos de uma faixa de renda maior possuem diversas opções de escolhas para visitas a sítios recreativos. Dessa forma, a renda não tem, necessariamente, uma relação positiva em relação às visitas a um lugar específico. Isso explicaria o coeficiente negativo da renda na demanda por visitas a lugares ambientais do método do custo de viagem (Mwebaze & Bennett, 2012; Martínez & Amoako-Tuffour, 2008).

Além disso, essa hipótese resulta interessante para este estudo, já que mergulhadores de corais tendem a visitar diversos lugares na procura de conhecer novas espécies e ecossistemas de recifes em geral. Portanto, mergulhadores de uma faixa de renda maior tenderiam a visitar diversos lugares, e os de renda menor não possuiriam a mesma possibilidade e, portanto, a execução de uma política de taxaço tenderia a afetá-los em maior proporção. Assim, além de esclarecer o papel da renda no modelo, outro fator para a sua inclusão seria testar a hipótese para o desenho de futuras políticas públicas.

Este artigo propõe avaliar essa hipótese, a partir da construção de duas variáveis dicotômicas, as quais representariam as diversas faixas de renda dos mergulhadores. Assim, inicialmente uma variável chamada de RA (Renda alta) tomará o valor 1 caso o mergulhador possua uma renda maior a USD\$8.000,00, o que representa o dobro da renda média de um visitante dos corais no parque. Por sua vez, a outra variável *dummy* chamada de RM (Renda média) assumirá o valor 1 para aqueles mergulhadores que possuam renda entre USD\$4.151,61 e USD\$ 8.000,00. O grupo base serão aqueles de uma faixa de renda menor à renda média de um mergulhador que visita os recifes de coral do PNNCRSB. Assim, com a inclusão destas variáveis, será possível testar se existe diferença entre a faixa da renda do mergulhador de recifes e o número de viagens realizadas ao PNNCRSB, podendo ser apresentado por:

$$\ln Viagens = f(CV, RA, RM, Tempo, Tempo * Colombiano, X, \varepsilon) \quad (5)$$

A adoção da especificação como em (5) determinará a melhor forma de alocar os custos para os indivíduos que realizam viagens multipropósito.

A outra abordagem que tem sido utilizada em Mwebaze & Bennett (2012) e Blaine et al. (2015) é a aplicação de um fator de desconto usado após as estimações. O fator de desconto, geralmente, é especificado como o tempo que o visitante permaneceu no lugar de recreação dividido pelo tempo que passou fazendo outras atividades. Para o caso da avaliação dos recifes de corais do parque, seria o tempo que o mergulhador passou realizando as atividades de mergulho dividido pelo tempo total que permaneceu no parque realizando outras atividades.



Neste trabalho, foi realizado o ajuste do MCV empregando as duas abordagens para o tratamento da variável relacionada a viagens multipropósito, ou seja, serão apresentados e discutidos os resultados empregando tanto a variável *dummy* aditiva e multiplicativa, assim como o fator de desconto para a estimação do benefício econômico do mergulho recreativo.

Abordagens das viagens multipropósito

No procedimento do MCV a incidência das viagens multipropósito pode ser um obstáculo nas estimativas. Segundo Clough & Meister (1991) e Parsons & Wilson (1997), ante a ocorrência de viagens multipropósito, os benefícios obtidos por visitar um recurso natural determinado poderiam não depender exclusivamente dos serviços recreativos oferecidos pelo recurso. Basicamente, a ideia é que se uma viagem tem mais do que um objetivo ou destino, o benefício relativo aos serviços do local de recreação seria superestimado. Portanto, o efeito da viagem multipropósito deve ser tratado para evitar problemas de superestimação (Loomis; Yorizane; Larson, 2000).

No entanto, antes de abordar esse problema, deve-se ter em conta o nível de agregação do recurso avaliado. Para um destino de viagem altamente agregado, o tratamento de viagens multipropósito poderia não ser necessário, pois, basicamente, um recurso altamente agregado não possui muitos destinos substitutos. Por exemplo, Blaine et al., (2015) avaliaram a atividade de pesca recreativa na linha costeira do Lago Erie, nos Estados Unidos. Segundo os autores, dado que o recurso avaliado era altamente agregado e com poucos substitutos, não consideraram necessário fazer um tratamento específico a este problema.

Contudo, para os recifes de corais, o recurso avaliado neste artigo, o nível de agregação não é similar ao da linha costeira de um lago, pois

dadas as características deste tipo de recurso, constata-se que os recifes de corais são recursos bastante desagregados, já que os recifes de corais estão localizados, geralmente, próximos de balneários. Portanto, haverá diversos tipos de atividades de lazer vinculadas a esse tipo de recurso como, por exemplo, esportes aquáticos como o surf.

Para o caso específico dos recifes de coral do PNNCRSB, os mergulhadores podem dispender dinheiro para visitar outros lugares no parque, ou mesmo incorrer em outro tipo de despesas diferentes a atividade de mergulho de corais. A utilidade da viagem, portanto, não dependeria inteiramente ao benefício adquirido com os serviços de mergulho recreativo no parque (Parsons & Wilson, 1997). Assim, é necessário abordar esta questão nesta pesquisa.

Na literatura, esse problema tem sido tratado a partir de duas abordagens. Segundo Mwebaze & Bennett, (2012) esse problema pode ser abordado mediante a inclusão de uma variável *dummy* aditiva, multipropósito (VMP), a qual assume o valor 1 para o caso de viagem multipropósito e zero caso contrário. Seguindo a abordagem de Mwebaze & Bennett (2012), uma variável *dummy* aditiva e uma variável *dummy* interativa (VMP*CV) devem ser especificadas como:

$$\ln Viagens = f(CV, RA, RM, Tempo, Tempo * Colombiano, VMP, VMP * cv X, \varepsilon) \quad (6)$$

Levando em conta cada uma das abordagens e hipóteses apresentadas nesta seção, procura-se realizar uma análise de sensibilidade da metodologia do custo de viagem com o intuito de testar sua validade e confiança. Note que a Equação (6) concentra as diversas abordagens para tratar as limitações do método. Portanto, a análise de sensibilidade proposta estará baseada na comparação das estimativas desde a Equação (2), até a Equação (6).



Além disso, pretende-se fornecer estimativas robustas sobre a disposição a pagar dos mergulhadores dos recifes de coral do PNNCRSB. Ademais, são propostas algumas outras questões de importância para o desenho de políticas regulatórias, como é o caso do papel da renda no número de viagens realizadas ao parque, assim como a influência do tempo e das visitas multipropósito. Na próxima seção são apresentados os resultados das diversas abordagens discutidas nesta seção.

4. Resultados da Modelagem

Nesta seção são apresentados os resultados da abordagem econométrica do método do custo de viagem. Foram estimados cinco modelos segundo as abordagens de tempo de viagem, renda, e viagens multipropósito analisadas na Seção 3. A **Tabela 3** apresenta os resultados do ajuste do modelo dado pela Equação (6). Por sua vez, a **Tabela 4** resume os resultados do excedente do consumidor e da qualidade de ajuste dos modelos ajustados. Destaca-se que o modelo (6) foi o mais adequado, como pode ser constatado na **Tabela 4**, a partir dos valores de verossimilhança (*log likelihood*) e do critério de informação Akaike (AIC)².

² O critério de Informação de Akaike (AIC) é uma medida da qualidade relativa de um modelo estatístico; portanto, fornece um critério para a seleção do modelo. O valor AIC é calculado por: $AIC = -2L + 2K$, em que L é o valor maximizado da função de verossimilhança e K é o número de parâmetros no modelo. Os modelos preferidos serão aqueles que possuam o menor valor do critério. Para maior informação com relação aos critérios de informação consultar Omari-Sasu; Issa; Boadi (2016).



Tabela 3. Resultado da estimativa

Variável	Coefficiente
CV	-1,244e-3*** (3,57e-4)
VMP	-1,929*** (0,395)
VMP*CV	1,18e-3*** (3,63e-4)
Renda alta	-0,721*** (0,241)
Renda média	0,128 (0,144)
Educação	0,0587** (0,0269)
Tempo	0,011*** (4,39e-3)
Tempo*Colombiano	-0,0782*** (0,0149)
Colombiano	0,6788** (0,3597)
RPO	-0,6477*** (0,1264)
BL	0,5393** (0,132)
Gênero	0,238 (0,125)
Constante	-16,885 (395,70)
Wald chi2 (7)	216,091
Prob > chi2	0,0000

Nota: os valores entre parênteses representam os erros padrões

***Significância estatística a $P < 1\%$

**Significância estatística a $P < 5\%$

Fonte: Elaboração própria



Tabela 4. Resumo das estimações

Modelos 1 – 1.4	Log likelihood	AIC	Excedente Econômico
Modelo Base (Eq. 2)	-890,686	3,792	USD \$1.655,62
Abordagens do Tempo			
Custo de Oportunidade (Eq. 3)	-891,052	3,793	USD \$1.926,78
Variável Endógena (Eq. 4)	-871,770	3,721	USD \$1.069,51
Abordagens da Renda			
Uso Variáveis <i>Dummy</i> (Eq. 5)	-866,345	3,702	USD \$1.049,31
Abordagem Multidestino			
Interação (Eq. 6)	-853,357	3,656	USD \$160,70

Fonte: Elaboração própria.

Na **Tabela 3**, observa-se que a estimativa associada à variável CV, que representa o custo de viagem, é negativa e significativamente diferente de zero, confirmando a existência de uma relação inversa entre o custo de viagem e o número de viagens realizadas ao PNNCRSB por parte dos mergulhadores de recifes. Levando em conta essa relação inversa, pode ser calculado o excedente do consumidor.

Segundo Blaine et al. (2015), o excedente do consumidor por viagem no modelo binomial negativo truncado pode ser calculado como o coeficiente negativo da taxa de mudança do número de viagens em relação ao custo de viagem. Portanto, o excedente do consumidor pode ser calculado a partir da relação $-1/\beta_1$, em que β_1 representa a taxa de mudança do número de viagens em relação ao custo de viagem.

Como a variável Viagens denota o número de viagens nos últimos 5 anos de visita, para estimar o excedente do consumidor por ano, deve-se dividir o resultado desta relação por 5.

Para este modelo, a estimativa do excedente econômico da atividade de mergulho de corais por ano no PNNCRSB é cerca de US\$ 160,70. O valor do excedente econômico calculado aproxima-se a disposição a pagar dos mergulhadores de corais. Além disso, deve-se levar em conta que os dados da pesquisa foram coletados em 2013 e, portanto, a disposição a pagar está associada a esse ano. Para apresentar a disposição a pagar em 2019 é necessário considerar a taxa de inflação dos Estados Unidos durante esse período. Segundo dados do *Federal Reserve* (FED), a taxa de inflação média durante o período 2013-2019 foi de 1,45% anual. Portanto, a disposição a pagar dos mergulhadores de recife do PNNCRB para 2019 é estimada em US\$ 171,90³. Ainda, considerando que a disposição a pagar calculada é uma estimativa individual, poderia ampliar-se para a população anual de

³ Para o cálculo é usada a fórmula $vf = vp(1 + i)^n$ em que i representa a taxa de inflação durante o período, e n o número de períodos. Portanto tem-se $vf = 160.70(1 + 0,014511)^5 = 171,95$.



mergulhadores de recifes, a qual segundo Zarza-González (2011), é de 4200 mergulhadores de recife. Portanto, para ampliar o excedente do consumidor para a população, basta multiplicar a estimativa individual por 4200, resultando em um valor de US\$ 721.980,00 anuais. Este valor agregado representa o benefício econômico anual da atividade de mergulho recreativo do tipo *scuba diving* nos recifes de corais do PNNCRSB. É importante salientar que este valor é associado exclusivamente à atividade de mergulho de corais e não reflete o valor econômico total dos recifes de corais do parque.

Verifica-se também que tanto a variável viagens multipropósito (VMP) dada como a interação dessa variável com custo de viagem (CV) resultou ser estatisticamente significativa. No caso de VMP, representa a diferença no número de viagens por mergulhadores que também realizaram outro tipo de atividades no parque e aqueles que viajaram exclusivamente para realizar atividades de mergulho de corais. A interpretação deste coeficiente estimado é que mergulhadores que visitaram o parque e realizaram viagens multipropósito fizeram em média 85,47% menos visitas do que aqueles que viajaram exclusivamente para realizar atividades de mergulho de corais⁴.

A variável CV representa o impacto do custo de viagem no número de visitas por aqueles mergulhadores que visitaram o parque exclusivamente para realizar atividades de mergulho de corais. A partir do modelo ajustado, tem-se que para aqueles que visitaram o parque exclusivamente para realizar

atividades de mergulho de corais, um aumento no custo de viagem em 1 dólar diminui o número de visitas em 0,124%, ou um aumento do custo de viagem em 100 dólares diminui o número de visitas em 12,4%. Para obter o efeito do custo de viagem no número de visitas para aqueles mergulhadores que realizaram atividades multipropósito no parque, é necessário somar as estimativas das variáveis CV e de interação VMD*CV. Realizando o cálculo, tem-se que o valor deste coeficiente significa que um aumento no custo de viagem em 1 dólar diminui o número de visitas ao parque em 0,00622%. Ou seja, um aumento em 100 dólares no custo de viagem diminui o número de visitas ao parque em 0,622%.

No caso do impacto da renda na modelagem, tem-se que a variável Renda Alta resultou ser estatisticamente significativa e com valor negativo. O coeficiente estimado da variável Renda Alta significa que mergulhadores que possuem uma faixa de renda maior realizam 51,37% menos viagens ao parque que aqueles que possuem uma renda inferior à média. Por sua vez, a variável Renda Média é não estatisticamente significativa, indicando que não há diferenças entre mergulhadores que possuem uma faixa de renda média daqueles de uma faixa de renda inferior à média. Este resultado está de acordo ao formulado por Blaine et al., (2015), que indica que visitantes de áreas naturais com faixa de renda alta tendem a ter mais opções de visitar outros sítios turísticos e isto explica o fato da renda para estes visitantes ter um sinal negativo no número de visitas a determinado lugar. Por sua vez, visitantes de uma faixa de renda menor, possuem menos opções para visitar recursos ambientais do que pessoas de uma faixa de renda maior. Portanto, a renda para este tipo de visitante seria um fator positivo no momento de realizar viagens recreativas. Além disso, este resultado pode ser levado em conta para a

⁴ Segundo Wooldridge (2008), dado que o modelo é da forma log-linear, para se obter uma estimativa do impacto da variável com precisão, deve-se realizar o seguinte cálculo: $100 \cdot (\exp(\hat{\beta}_i) - 1)$, em que $\hat{\beta}_i$ é o valor estimado do parâmetro relacionada a *i*-ésima variável do modelo.



formulação de políticas, já que ante uma eventual taxação da atividade de mergulho, os visitantes de uma faixa de renda menor tenderiam a ser afetados em maior proporção.

A variável Tempo de viagem representa o impacto isolado do tempo no modelo para os visitantes estrangeiros. O valor estimado é positivo e estatisticamente significativo, indicando que um aumento em uma hora de viagem conduz a um aumento no número de visitas aos recifes do parque pelos mergulhadores estrangeiros em 1,64%. A variável de interação entre o tempo de viagem e a variável Colombiano resultou em uma estimativa negativa e estatisticamente significativa, o que confirma que existe uma diferença entre o impacto do tempo para colombianos e estrangeiros. Para obter o impacto do tempo para os mergulhadores colombianos, é necessário somar os coeficientes da variável Tempo e da Interação entre as variáveis VMP e CV. Realizando os cálculos, tem-se que um aumento em uma hora de viagem diminui em, aproximadamente, 7% as visitas dos mergulhadores colombianos ao parque. A variável Colombiano reflete a diferença entre as viagens realizadas por colombianos e estrangeiros, que segundo os resultados deste modelo é, aproximadamente, seis vezes superior em relação à dos mergulhadores estrangeiros.

As estimativas associadas às variáveis *dummies*, BL e RPO, também resultaram ser estatisticamente significativas. No caso da variável BL, com uma influência positiva no número de viagens. Isto quer dizer que a expectativa da beleza dos corais do PNNCRSB é um fator importante no número de viagens realizadas pelos mergulhadores. No caso da variável RPO, que indica se o parque foi recomendado por outros, esta tem um impacto negativo no modelo, ou seja, mantendo as demais variáveis constantes, quando a visita

aos recifes de corais do PNNCRSB é recomendada por outras pessoas, o número de viagens aos recifes do parque será menor.

Ainda, a estimativa do termo constante é não estatisticamente significativa. Ressalta-se que este termo não tem significado econômico no modelo, já que o interesse está focado nas pessoas que visitaram o parque e não em avaliar as pessoas que não viajaram ao parque. Por fim, a partir do teste de Wald, verifica-se que as variáveis contribuem conjuntamente para explicar a variável dependente⁵.

Os resultados da Tabela 4 permitem analisar as estimativas tanto do excedente do consumidor como da qualidade de ajuste das diversas abordagens que tratam os principais problemas metodológicos do MCV. Estes resultados também auxiliam na constatação de que os resultados do MCV são bastante sensíveis ante a inclusão das diversas abordagens que tratam os problemas metodológicos do MCV, na especificação da modelagem. Com o tratamento de cada um dos problemas, as medidas de ajuste do modelo melhoram, e os cálculos da disposição a pagar e o benefício econômico tendem a serem mais conservadores. Isto permite salientar a importância de considerar os problemas metodológicos do MCV.

5. Conclusões

Neste artigo foi descrita a importância dos ecossistemas de recifes de coral, a sua problemática e a necessidade de estudá-los e preservá-los. Especificamente, foi tratado o caso dos recifes de corais do Parque Nacional

⁵ A estatística do teste de Wald segue uma distribuição qui-quadrado. Da Tabela 3, tem-se que o valor da estatística é significativamente diferente de zero.



Natural Corales del Rosario y San Bernardo, na Colômbia. Os recifes de coral do parque estão altamente ameaçados. A proporção atual de corais vivos no parque tem se reduzido em mais de 60% da sua proporção natural e a cobertura atual de coral vivo não excede 22%. Devido à baixa resiliência ecológica dos recifes do parque e o alto impacto humano, os recifes de corais do Parque Nacional Natural Corales del Rosario y San Bernardo estão em risco de sofrer perdas irreversíveis.

Levando em conta a proposta da administração do parque em relação à criação de fontes de recursos adicionais a partir da atividade de mergulho de corais, foi utilizado o método do custo de viagem para fornecer as estimativas tanto da disposição a pagar dos mergulhadores de recife que praticam a atividade de *scuba diving*, assim como o benefício econômico dessa atividade. Os resultados mostram que o excedente do consumidor, que representa a disposição a pagar dos mergulhadores de corais, é de US\$ 171,90 e o benefício econômico anual da atividade é de US\$721.980,00. Estas estimativas podem constituir-se em importantes referências para a execução das propostas da administração do parque na geração de recursos adicionais por parte da atividade de mergulho recreativo.

Outro resultado a ser salientado é a diferença encontrada no papel da renda entre mergulhadores de faixa de renda alta e mergulhadores de faixa de renda média e baixa no número de visitas realizadas ao parque. Para o caso dos mergulhadores de faixa de renda alta, encontrou-se que a renda influi negativamente no número de visitas realizadas aos recifes de corais do parque. Por sua vez, para visitantes de faixas média e baixa, a renda influi positivamente nas visitas ao parque. Este resultado sugere que visitantes de uma faixa de renda menor, como é o caso dos mergulhadores locais, poderiam ser afetados

em maior proporção ante políticas reguladoras devido, basicamente, ao fato deles possuírem menos opções de visitas em relação àqueles visitantes estrangeiros que possuem uma faixa de renda alta. Dessa forma, desenhos de políticas regulatórias da atividade de mergulho de corais no parque deveriam levar em conta esse resultado.

Em suma, os resultados encontrados nessa pesquisa constituem-se em importantes referências para o manejo sustentável dos recifes de corais do Parque Nacional Natural Corales del Rosario y San Bernardo.

Também é importante salientar as limitações da valoração econômica e os seus problemas metodológicos. Um exemplo claro disso é a complexidade de estimar o valor econômico total dos ecossistemas de recifes de corais já que, como foi apontado ao longo do texto, esses ecossistemas possuem inumeráveis serviços ecossistêmicos que não são facilmente mensuráveis. Portanto, análises de valoração focadas em estimar o valor econômico de alguns serviços, tais como a proteção costeira ou o mergulho de recifes, tendem a subestimar o valor total destes ecossistemas.

Embora as estimativas dos métodos de valoração econômica, como o apresentado aqui, não sejam suficientes para determinar o valor total desses recursos, podem constituir-se em uma ferramenta de importante utilidade no cálculo da compensação por danos nos recifes e na criação de sistemas de financiamento sustentáveis, como é o caso avaliado nessa pesquisa.

Agradecimentos

Os autores agradecem o suporte financeiro do Programa Estudantes-Convênio de Pós-Graduação – PEC-PG, da CAPES/CNPq.



Referências

Blaine, T. W. Lichtkopper, F. R. Bader, T. J. Hartman, T. J. e J. E. Lucente., 2015. An examination of sources of sensitivity of consumer surplus estimates in travel cost models. *Journal of Environmental Management* Vol. 151: 427–436.

Burke, L. e J. Maidens., 2005. Arrecifes en peligro en el Caribe. Washington, D.C.: World Resources Institute.

Burke, L. Reytar, K. Spalding, M. e A. Perry., 2011. Reefs at risk revisited. Washington, D.C.: World Resources Institute.

Cesario, F. J., 1976. Value of time in recreation benefit studies. *Land Economics*, Vol. 52, n. 1: 32–41.

Clough: W. e A. D. Meister., 1991. Allowing for multiple-site visitors in travel cost analysis. *Journal of Environmental Management*, Vol. 32, n. 2: 115–125. Disponível em: <http://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0301479705800283>.

Davis, D. e C. Tisdell., 1994. Economic management of recreational scuba diving and the environment. *Journal of Environmental Management* Vol. 48: 229–248.

Diaz, J. M., 2000. Áreas coralinas de Colombia. Instituto de Investigaciones Marinas y Costeras (INVEMAR). Disponível em: http://www.invemar.org.co/documents/10182/14479/Areas_coralinas_de_Colombia.pdf/83c2c3e9-d1eb-42a5-bead-575951f23e28.

Feather: e W. D. Shaw., 1999. Estimating the cost of leisure time for recreation demand models. *Journal of Environmental Economics and Management*, Vol. 38, n. 1: 49–65. Disponível em: <http://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0095069699910768>

Hellerstein, D. e R. A. Mendelsohn., 1993. Theoretical Foundation for count data models. *American Journal of Agricultural Economics* Vol. 75, n. 29486: 604–611.

Hotteling, H., 1949. Letter quoted by E. Prewitt in *Economic Study of Monetary Valuation of Recreation in National Parks*, U.S. Department of the Interior, Washington, D.C.

Hynes, S. Hanley, N. e C. O'Donoghue., 20019. Alternative treatments of the cost of time in recreational demand models: an application to whitewater kayaking in Ireland. *Journal of Environmental Management*, Vol. 90, n. 2: 1014–1021.

Loomis, J. Yorizane, S. e D. Larson., 2000. Testing significance of multi-destinationa dn multi-purpose trip effects in a travel cost method demand model for whale watching trips. *Agricultural and Resouce Economics Review*, Vol. 29, n. 2: 183–191.

Maia, A. G. Romeiro, A. R. e B. P. Reydon., 2004. Valoração de recursos ambientais – metodologias e recomendações. *Texto para Discussão (IE/UNICAMP)* n. 116: 38.

Martínez-Espiñeira, R. e J. Amoako-Tuffour., 2008. Recreation demand analysis under truncation, overdispersion , and endogenous stratification: An application to Gros Morne National Park. *Journal of Environmental Management*, Vol. 88, n. 4: 1320–1332.

Mas-Colell, A. Whinston, M. e J. Green., 1995. *Microeconomic theory*. Oxford University Press.

Mckean, J. R. Johnson, D. e R. G. Taylor., 2003. Measuring demand for flat water recreation using a two-stage/ disequilibrium travel cost model with adjustment for overdispersion and self-selection. *Water Resources Research* Vol. 39. Disponível em: <http://www.scopus.com/inward/record.url?eid=2-s2.0-17044440889&partnerID=40&md5=d309155564f6d9caadb0fbf>



a04fd79f1

Nicholson, W. e C. Snyder., 2010. Intermediate microeconomics and its application. Cengage Learning.

Mwebaze: e T. J. Bennet., 2012. Valuing Australian botanic collections: A combined travel-cost and contingent valuation study. *Australian Journal of Agricultural and Resource Economics*, Vol. 56, n. 4: 498–520.

Omari-Sasu, A. Y. Issa, Adjei, M. I. e R. K. Boadi., 2016. Statistical models for count data with applications to road accidents in Ghana. *International Journal of Statistics and Applications* Vol. 6, n. 3: 123–137.

Parsons, G. R. e A. J. Wilson., 1997. Incidental and joint consumption in recreation demand. *Agricultural and Resource Economics Review*. Disponible em: <http://ageconsearch.umn.edu/bitstream/31358/1/26010001.pdf>

Phaneuf, D, J. e V. K. Smith., 2005. Recreation demand models. *Handbook of environmental economics*. Disponible em: <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1574009905020152>.

Prayaga: Rolfe, J. e N. Stoeckl., 2010. The value of recreational fishing in the Great Barrier Reef, Australia: A pooled revealed preference and contingent behaviour model. *Marine Policy*, Vol. 34, n. 2: 244–251.

Rojas, X. Ospino, L. López, A. Zamora, A. e D. Andrade., 2012. Plan de Manejo del Área Marina Protegida de los Archipiélagos de Rosario y San Bernardo AMPARSB (2013-2023) 155p. Disponible em: <http://observatorioirsb.org/cmsAdmin/uploads/plan-de-manejo-del-rea-marina-protegida-de-los-archipi-lagos-de-rosario-y-san-bernardo-amp-arsb.pdf>

Shrestha, R. K. Seidl, A. F. e A. S., Moraes.,

2002. Value of recreational fishing in the Brazilian Pantanal: a travel cost analysis using count data models. *Ecological Economics*, Vol. 42: 289–299.

Speers, A. E. Besedin, E. Y. Palardy, J. E. e C. Moore., 2016. Impacts of climate change and ocean acidification on coral reef fisheries: An integrated ecological-economic model. *Ecological Economics*, Vol. 128, August: 33–43.

Trujillo, J. C. Navas, E. J. e D. M. Vargas., 2017. Valuing coral reef preservation in a caribbean marine protected area. Economic impact of scuba diving in corals of Rosario and San Bernardo national natural park, Colombia. *Cuadernos de Desarrollo Rural*, Vol. 14, n. 79. Disponible em: <https://repository.javeriana.edu.co/handle/10554/37430?locale-attribute=en>

Wilkinson, C., 2008. Status of coral reefs of the world: 2008. Townsville: Global Coral Reef Monitoring Network, 296 p.1447-6185.

Wooldridge, J. M., 2008. *Introductory Econometrics - a modern approach*, Fourth Edition. South-Western Cengage Learning.

Zarza-González, E., 2011. El entorno ambiental del Parque Nacional Natural Corales Del Rosario y de San Bernardo. Cartagenas de Indias, Colombia: Parque Nacional Natural Corales del Rosario y de San Bernardo.

Zhang, F., Wang, X. H., Nunes, P. L. D. e M. Chunbo., 2015. The recreational value of Gold Coast beaches, Australia: An application of the travel cost method. *Ecosystem Services* Vol. 11: 106–114.