

Avaliação de Ativos Ambientais: Aplicação do Método de Avaliação Contingente*

Ruben Pessoa**

Francisco S. Ramos***

Sumário: 1. Introdução; 2. Fundamentos microeconômicos do método CV; 3. Fatores determinantes da DAP e da DAR; 4. Comparação com métodos alternativos; 5. Aplicação; 6. Comentários finais.

Palavras-chave: avaliação contingente; disposição a pagar; disposição a receber.

Códigos JEL: Q17 e Q18.

A mensuração de impactos ambientais decorrentes de atividades produtivas e/ou de consumo é de difícil realização, dado o fato que não existe um mercado específico para os ativos ambientais. Entretanto, ao se pensar na adoção de políticas, deve-se ter uma avaliação monetária desses efeitos, a fim de se obter o custo de degradação, exaustão, ou preservação. O objetivo deste artigo é discutir o método de avaliação contingente, aplicando-o a uma situação específica. As bases microeconômicas são apresentados, bem como os conceitos de disposição a pagar (DAP) e disposição a receber (DAR), além das razões para as disparidades entre estes dois valores e dos principais problemas do método. A aplicação é feita para avaliação dos recursos naturais do estado de Roraima, empregando um modelo logístico para se estimar a DAP dos indivíduos pela preservação destes ativos naturais.

The measurement of environmental impacts of productive and consumption activities is of difficult accomplishment, given that a specific market doesn't exist for environmental assets. However, when thinking about the adoption of politics, it is necessary to have a monetary evaluation of those effects. This paper intends to discuss the method of contingent valuation, applying it to a specific situation. The microeconomic foundations are presented as well as the willingness to pay (WTP) and willingness to receive (WTR) concepts, besides the reasons for the disparities among WTP and WTR and the main problems of the method. An application is made to evaluate the natural resources of the state of Roraima, where a logistic model is used to estimate the WTP for the preservation of the natural assets.

*Este artigo, recebido em set. 1997 e aprovado em jul. 1998, foi originalmente apresentado no XVIII Encontro Brasileiro de Econometria realizado em Águas de Lindóia, SP, em 1996. Os autores agradecem os comentários dos participantes do referido encontro, bem como as sugestões de dois pareceristas anônimos. O segundo autor agradece, ainda, o suporte do CNPq.

**Professor do Departamento de Economia da Universidade Federal de Roraima.

***Professor, Pimes, Universidade Federal de Pernambuco, E-mail: fsr@npd.ufpe.br.

1. Introdução

O método de avaliação contingente (contingent valuation method) – CV – é baseado na revelação das preferências dos consumidores através de questionários que procuram captar as disposições a pagar pelo uso ou preservação de um bem ambiental, bem como as disposições a receber pela perda do ativo, caso este sofra um processo de destruição ou degradação. O Banco Mundial tem utilizado o método para avaliar ativos ambientais, como nos estudos referentes à disposição a pagar pela preservação da população de elefantes no Quênia e na estimação do valor do Parque Nacional da Tailândia (Munasinghe, 1993).

O objetivo deste artigo é avaliar os ativos ambientais do estado de Roraima, localizado na Amazônia brasileira, utilizando o método de avaliação contingente (CV). A parte teórica do artigo é discutida nas seções 2 a 4, onde são apresentadas as bases microeconômicas do método, levantados os motivos para a existência de discrepância entre DAP e DAR, e feita uma comparação com outros métodos, ressaltando as vantagens e desvantagens do método CV. A parte empírica é apresentada na seção 5, onde se descreve a área de estudo, bem como as etapas de aplicação do método, com uma discussão do modelo logístico e uma análise dos dados. A seção 6 apresenta os comentários finais.

2. Fundamentos Microeconômicos do Método CV¹

A quantificação de “unidades de utilidade” em unidades monetárias é expressa por meio da função utilidade indireta com métrica monetária, definida por:

$$\mu(q; p, R) \equiv e[q, \nu(p, R)]$$

onde p e q são vetores de preços, R é a renda e ν é a função de utilidade indireta. A função μ fornece a despesa mínima, ao preço q , para que o consumidor esteja tão bem quanto estaria diante dos preços p , com a mesma renda. Ela se comporta como a função despesa e em relação a q . Com esta medida de utilidade, pode-se quantificar a diferença entre duas situações:

$$\mu(q; p^1, R^1) - \mu(q; p^0, R^0)$$

¹Esta seção está fundamentada em Varian (1992).

A escolha do vetor preço q conduz a duas importantes medidas de bem-estar. Com q igual a p^0 , obtém-se a *variação equivalente*: dado que uma modificação nos preços de p^0 a p^1 altera o nível de utilidade do indivíduo, a variação equivalente reflete qual a variação na renda que exerceria o mesmo efeito sobre a utilidade. Por outro lado, com q igual a p^1 , obtém-se a *variação compensatória*, que mede a variação de renda necessária para compensar o consumidor caso ocorra uma mudança no nível de preços de p^0 para p^1 , de forma a manter o consumidor no mesmo nível de utilidade inicial. O método CV se apóia nestas duas medidas, permitindo estimar a DAP ou a DAR: no caso de uma melhoria ambiental, há uma relação direta entre a DAP e a variação compensatória, e entre a DAR e a variação equivalente. Caso se esteja avaliando uma possibilidade de degradação, a DAP está diretamente associada à variação equivalente e a DAR está associada com a variação compensatória.

3. Fatores Determinantes da DAP e da DAR

Grande parte da literatura sobre CV discute as disparidades entre a DAP e a DAR. Diversos estudos encontraram estimativas diferenciadas em até três vezes ou mais, conforme mostrado na tabela 1. Essas disparidades têm como causa aspectos subjetivos. O primeiro deles está relacionado à assimetria na avaliação dos ganhos e perdas: os indivíduos atribuem uma maior ponderação às conseqüências de uma perda (*custo*) do que às de um ganho (*benefício*), comparados a uma posição existente. Outro motivo encontrado na avaliação dos entrevistados é que a perda de algo que sempre foi possuído é considerada com mais importância do que o ganho de algo que não o foi. Conforme Kahneman e Tversky (1982:166):

“The reasons for the observed asymmetry in the evaluation of realized and opportunity income seem not be clearly defined, although there does appear to be a substantial empirical basis for ‘the common observation that a loss has a greater subjective effect than an equivalent gain’.”

Ainda, para Knetsch e Sinden (1984:516-7):

“The observed reluctance to give up money or assets seems likely to be, at least in part, due to various cognitive biases and such motives as an incentive to protect against a feeling

of regret that might accompany a deliberately made change in asset position. Thus, a possible cost of future regret is imposed on making a change that is absent from maintaining the present endowments, and choices will be influenced accordingly. A similar disincentive to change may be posed by the necessity for exerting more mental effort in weighting the net benefits of changing assets that is likely to be less onerous or absent when no change is made."

Tabela 1
Disparidades entre DAP e DAR em diversos estudos
(em US\$ do ano de estudo)

Estudo	DAP	DAR
Hammack & Brown (1974)	247,00	1.044,00
Banford et alii (1977)	43,00	120,00
Sinclair (1976)	35,00	100,00
Bishop & Heberlein (1979)	21,00	101,00
Brookshire et alii (1980)	43,64	68,52
Rowe et alii (1980)	4,75	24,47
Hovis et alii (1983)	2,50	9,50
Knetsch & Sinden (1983)	1,28	5,18

Fonte: Pearce & Turner (1990:157).

A DAP é influenciada por diversos fatores, como demográficos (idade, nível educacional e sexo), econômicos (nível de renda) e subjetivos (por exemplo, o interesse acerca do meio ambiente). A renda exerce uma influência sobre a DAP quando o indivíduo analisa o custo de oportunidade com relação ao bem em análise. Presume-se que os indivíduos entrevistados efetuam um *trade-off* introspectivo sobre sua disposição para pagar, supondo que a pergunta formulada traz em si a implicação de que cada participante pagará uma cota. Esta avaliação depende, naturalmente, da restrição orçamentária.

O conhecimento dos problemas ambientais que afetam os indivíduos guarda uma estreita relação com o nível educacional de cada um. Os riscos ambientais sobre a população, por exemplo, fazem com que os indivíduos aloquem recursos com a finalidade de controlar esses riscos, o que mostra a influência do fator educacional sobre a DAP.

A idade dos entrevistados é um outro fator que influencia a DAP. Entrevistados de meia-idade estão preocupados com as condições ambientais para as gerações futuras, e por isso estão mais inclinados a enfatizar suas disposições a pagar. Em contrapartida, quando analisam os custos de preservação a serem pagos no presente em relação aos benefícios a serem auferidos no futuro, geralmente a disposição a pagar enfatizada anteriormente tende a sofrer uma redução.

Por fim, em um estudo em 1991 para a Noruega, Regens chama a atenção para o fato de que as mulheres estão mais dispostas a pagar que os homens: *"although it is not possible to establish unambiguously why a gender-based difference emerges, Norwegian females tend to be willing to pay more than their male counterparts (p. 351)."*

4. Comparação com Métodos Alternativos

Atualmente, mais de 15 métodos de avaliação econômica de bens ambientais são conhecidos (Mitchell & Carson, 1989). Alguns destes podem ser considerados como alternativas ao método CV, particularmente o de preços hedônicos, o de custo de viagem e o de comportamento preventivo.

O método de preços hedônicos (*hedonic price method*) considera que bens comercializáveis fornecem uma variedade de serviços, entre os quais qualidade ambiental. No caso de um bem imobiliário, o valor é determinado pelas suas características físicas ou materiais (área construída, número de cômodos, etc.), pelas suas características locais (existência de prestação de serviços, escolas, área de lazer) e pelo nível de qualidade ambiental (acesso a área verde, poluição sonora e do ar, paisagem, tráfego, etc.). Todos esses fatores têm seu peso na determinação do preço do imóvel. No caso da poluição sonora e do ar, o diferencial de preços entre os imóveis situados nos lugares onde não existe tal poluição e aqueles localizados em lugares poluídos permite estimar a disposição a pagar pela redução destas poluições. Em resumo, este método consiste em utilizar um mercado "recorrente" (*surrogate market*) – no caso, o mercado de imóveis – para mensurar os custos associados à poluição. Utilizando-se técnicas econométricas adequadas, é possível isolar das variações dos preços dos imóveis o efeito decorrente do nível de poluição. Conforme citado em Benakouche e Santa Cruz (1994:120-2), resultados empíricos mostram uma forte correlação positiva entre o nível de qualidade ambiental

e o preço dos imóveis. Um dos trabalhos empíricos que mostram a utilização deste método é feito por Aguirre e Faria (1997), avaliando a viabilidade econômica do Programa de Canalização de Córregos, Implantação de Vias e Recuperação Ambiental e Social de Fundos de Vales na cidade de São Paulo.

O método do custo de viagem (*travel cost method*) usa a informação fornecida pelos gastos e pelo tempo que as pessoas alocam para utilizar um local de recreação a fim de estimar o valor (benefícios de uma mudança na qualidade ambiental) do local. A hipótese é de que os indivíduos farão repetidas viagens ao local até que o benefício marginal da última viagem iguale exatamente o custo de deslocamento do usuário (que engloba custos como passagem, alimentação, hospedagem e outros). Desta forma, é possível estimar uma curva de demanda por recreação, a fim de representar o valor monetário agregado à recreação proporcionada por um recurso natural. Um estudo empírico foi realizado no litoral sul do estado de São Paulo, na região da Cananéia, por May (1995:73). Foram aplicados 95 questionários buscando informações sobre o local de origem do turista, sua renda mensal, tempo gasto na viagem, despesas com estadia, além das questões referentes ao tipo de atividade exercida na área e o grau de conhecimento do manguezal. Encontrando um gasto médio de US\$ 142,00/dia por família, o trabalho estimou em US\$ 33,7 milhões/ano o valor agregado do recurso natural.

O método de comportamento preventivo (*averting behaviour method*) avalia a qualidade ambiental com base nos gastos feitos para prevenir ou amenizar os efeitos adversos da poluição. Por exemplo: no caso de morbidade devido a poluição do ar, consideram-se os gastos feitos com visitas a pneumologistas/alergologistas; com respeito a danos à pele devido à diminuição da camada de ozônio, consideram-se os gastos feitos na aquisição de protetores solares, chapéus e roupas mais adequadas. Para implementação deste método, é suposto que os indivíduos podem perceber e são informados das mudanças na qualidade do meio ambiente, e que realizam gastos para se protegerem, os quais correspondem à redução do nível de qualidade ambiental experimentado.

Uma das principais diferenças entre o método CV e os descritos acima se refere ao fato destes últimos avaliarem o bem a partir de um mercado observado, ao passo que o método CV constrói um mercado hipotético. Uma comparação entre métodos deve considerar, segundo Hoevenagel (1994b), as aplicabilidades técnica e prática. A aplicabilidade técnica é representada pela validade e confiabilidade e pela abrangência. A aplicabilidade prática é re-

presentada pela completude e pela facilidade com que os métodos podem ser implementados. A aplicabilidade técnica é representada pela validade e confiabilidade e pela abrangência: se refere ao número de bens ambientais que pode ser avaliado, crescendo quando poluentes outrora ignorados e seus impactos são considerados. A aplicabilidade prática é representada pela completude e pela facilidade com os métodos podem ser implementados: se refere aos custos e ao tempo envolvidos em obter valores válidos e confiáveis. Os métodos não mostram vantagem de um sobre outro com relação a validade e confiabilidade. Entretanto, o método CV se mostra o único capaz de medir o conjunto completo de elementos de valor: de uso e de não-uso. No que se refere à completude, o método CV tem uma faixa maior de aplicações que os outros métodos de avaliação porque independe das transações e mercado disponíveis. Por último, no que se refere à facilidade de implementação, o método CV tem uma forte vantagem sobre os outros, porque cria seu próprio conjunto de dados.

Dadas as características deste artigo, que tem como um de seus objetivos mostrar a aplicação do método CV, é interessante discutir quais são suas vantagens e desvantagens, bem como alguns cuidados que se deve ter na sua implementação. No que se refere às vantagens, Hoevenagel (1994 a) destaca:

- a) abrangência de aplicação – talvez esta seja a maior vantagem do método, dado que alguns bens, tais como preservação de áreas naturais ou proteção de espécies ameaçadas de extinção, só podem ser avaliados por ele;
- b) capacidade de avaliar benefícios decorrentes da não-utilização do bem – Rahmatian (1987) mostra que o valor de uso dos bens corresponde aproximadamente a apenas 8% do valor total (que engloba valor de existência);
- c) fundamentação econômica sólida – a avaliação CV, conforme mostrada na seção 2, é baseada na variação equivalente ou compensatória hicksiana, fornecendo diretamente os pontos da função demanda compensada.

Como desvantagens, o mesmo autor cita o fato de o método CV se basear nas intenções dos agentes, ou seja, do que eles fariam e não do que fazem efetivamente. Entretanto, Fishbein e Ajzen (1975) enunciam condições sob as quais há uma proximidade entre estes dois pontos: por exemplo, o espaço de tempo entre estabelecer um valor para a DAP e o momento de pagar não deve ser longo. Outra desvantagem se refere a que o agente é colocado diante de

uma questão que não lhe é familiar, no sentido de que não faz parte do seu dia-a-dia. Isto traz dificuldade de resposta, a qual pode ser observada na taxa de resposta de questionários não utilizáveis, variando comumente entre 20% e 30%. Estas desvantagens acarretam uma série de vieses, três dos quais são descritos a seguir: ²

Incentivo a fornecer um falso valor para a DAP, decorrente das características do cenário do bem que está sendo avaliado ou do instrumento, os quais podem induzir comportamento estratégico ou de concordância. Neste caso, pode-se ter:

- a) viés estratégico – declaração de um falso montante para influenciar o resultado do estudo (caso do *free rider*, ou quando o entrevistado pertence a instituições ambientalistas); este viés pode ser reduzido através da utilização de métodos de licitação com compatibilidade de incentivos;
- b) viés do entrevistador – declaração de um montante falso, de forma a agradar ao entrevistador ou ao patrocinador da pesquisa;
- c) viés de conveniência social – declaração de um montante falso para ter procedimento elegante; por exemplo, quando se está respondendo alguma questão, é preferível dizer sim do que não.

Implicação dos valores sugeridos, que resultam dos elementos do cenário. Esses elementos que compõem a avaliação são percebidos pelos entrevistados, implicando informações sobre o valor da mudança ambiental. Se um cenário contém algum valor monetário indicado, os entrevistados estarão propensos a usá-lo como referência no momento de avaliar sua disposição individual. Dois vieses potenciais são incluídos neste segundo grupo:

- a) viés do ponto de partida – o entrevistado faz sua avaliação se baseando no valor da DAP inicial, indicado no início do jogo de ofertas (lances), ao se utilizar o método de licitação interativo entre entrevistado e entrevistador;
- b) viés de ordenamento – o entrevistado baseia sua DAP na ordem da disposição dos diversos montantes (valores) apresentados no carnê de pagamento.

² Esta não é uma lista exaustiva dos vieses no método CV. Para uma descrição mais completa, ver Hoebenagel (1984a,b), Hanemann (1984) e Mitchell & Carson (1989).

Cenário incorretamente especificado, resultante de elementos de cenário que são corretos do ponto de vista teórico ou do conhecimento dos fatos da situação, mas são percebidos de modo errôneo pelos entrevistados. Esse tipo de viés está diretamente relacionado à maneira como as pessoas percebem a informação, e é subdividido em dois grupos: vieses relacionados à má especificação do bem, e vieses relacionados a má especificação dos aspectos do contexto no qual o bem é avaliado. Neste caso, têm-se vieses como:

- a) viés de especificação incorreta – pode ser uma séria ameaça para a validade do método CV, dado que existe um considerável potencial para que as pessoas ignorem ou interpretem mal alguns dos detalhes em um cenário;
- b) viés de restrição de orçamento – pode ser problemático, devido à relação com o problema de orçamento mental, apontado por Thaler (1985): entrevistados podem estar inclinados a formular o valor da sua DAP, diante de uma relação casual ou um gasto para uma causa nobre, do que a considerar como relevante sua renda.

A despeito de problemas com o método, organismos governamentais como US Environmental Protection Agency (EPA), US Fish and Wildlife Service (FWS), Norwegian Institute for Water Research (NIWR), National Science Foundation (NSF) e outros, encontram no método CV uma forma estratégica de obter informação com a finalidade de auxiliar nas decisões de políticas ambientais. Ao longo dos anos 70 e 80, vários estudos empíricos utilizando o método CV foram publicados; teorias, modelos e técnicas proliferaram, contribuindo, assim, para a aceitabilidade do método. Uma das grandes aplicações foi no caso do acidente com o petroleiro *Exxon Valdez* em 1989, que provocou um enorme dano ao meio ambiente marinho no Alasca. O governo americano utilizou o método para avaliar a perda infligida, obrigando a Exxon Corporation a realizar indenizações.

Noutro estudo, Bowker e Stoll (1988) estimaram o valor de preservação de uma ave ameaçada de extinção, encontrando uma DAP média de US\$ 70,00 por indivíduo/ano. Cameron e James (1987) empregaram o método na província de British Columbia (Canadá), estimando uma DAP média de US\$ 48,83 por dia de pescaria. Regens (1991) estimou a despoluição da costa sudoeste da Noruega, encontrando uma DAP média de US\$ 59,18 por ano/hab., a qual, multiplicada pelo número de pagadores potenciais (2,28 milhões), implica um montante aproximado de US\$ 135 milhões por ano. No Brasil uma das poucas

aplicações conhecidas é a de May (1995), em um estudo realizado no litoral sul de São Paulo, região de Cananéia, onde era levantada a DAP pela preservação do manguezal, área responsável pela reprodução de espécies aquáticas de importante valor comercial (como camarões, caranguejos, ostras e peixes). A pesquisa revelou uma DAP de US\$ 43,85 por mês, a qual, multiplicada pela população de visitantes, forneceu US\$ 18 milhões por ano para o valor de preservação desse ativo.

5. Aplicação

5.1 Descrição da região

O estado de Roraima está situado na Amazônia brasileira, tem uma área de 224.131,3 km² e uma população de cerca de 217.583 habitantes (em 1993). Os recursos naturais são dotados de grande valor comercial, particularmente pedras preciosas, como o diamante e a esmeralda, e metais valiosos, como o ouro e a cassiterita. O diamante e o ouro são encontrados no leito e regiões circunvizinhas dos rios ou igarapés e em toda a região da serra de Tepequém, misturados aos cascalhos e areias, ou em depósitos de aluvião ou de coluvião. A forma de extração sempre foi precária e antieconômica: garimpagem ou “faiscagem”, na maioria das vezes.

O regime hidrográfico (bacia do rio Branco) é definido por um período de cheia nos meses de março a setembro, com pico no mês de junho. No período seco, as águas baixam consideravelmente, impossibilitando a navegação no baixo rio Branco. Durante esse período, ao longo do rio formam-se praias nas margens e pequenas ilhas no meio do leito. As praias constituem uma área pública de lazer para os habitantes da capital, juntamente com os igarapés, que nessa época tornam-se mais límpidos. Nesse período também ocorre a desova das tartarugas nas praias formadas. As várias espécies de peixes encontradas nos rios permitem que populações ribeirinhas sobrevivam da pesca, abastecendo os mercados públicos e os restaurantes da cidade, assim como favorecem a prática desportista da pesca.

Dos estados da Amazônia, Roraima é o que possui o maior número de ecossistemas da região (cerca de 18),³ bem como os maiores contrastes: selva tropical de terra firme, pântanos, matas de várzea, várzea de campos, campinaranas, cerrados, campos, matas de encosta e de altitude. Os principais

³ Conforme estudos da Ambtec (1994:87).

problemas de degradação ambiental provêm da dispersão do mercúrio metálico no ar, solo e rede hídrica – causada pela atividade garimpeira – e pelo assoreamento dos rios próximos aos garimpos. Esta atividade foi bastante intensa durante os anos 80, declinando ao final da década, com a atuação do governo federal retirando os garimpeiros e destruindo os acampamentos e pistas de pequenos aeroportos localizados nas áreas indígenas.

5.2 Coleta e análise dos dados

A elaboração dos questionários e coleta de dados primários para aplicação do método CV em Roraima foi feita com base em algumas pesquisas empíricas no Brasil e no exterior. Foram coletadas informações sobre idade, sexo, setor de trabalho, renda mensal, escolaridade e outros dados sócio-econômicos, além do conhecimento do entrevistado acerca das localidades de beleza natural, como igarapés, corredeiras, lagos, sítios arqueológicos e estação ecológica. Com respeito a tais ativos, o entrevistado foi perguntado se aceitaria pagar mensalmente um certo valor para a preservação.

Os valores indicados nos questionários foram estimados com base num pré-teste, no qual os entrevistados enunciaram os valores monetários que estariam dispostos a pagar mensalmente, sendo, portanto, uma questão do tipo direta e aberta.⁴ Este teste inicial mostrou valores num intervalo de R\$ 1,00 a R\$ 45,00. Em seguida, gerou-se 1.500 valores aleatórios dentro deste intervalo, a fim de alimentar os questionários. Eles foram aplicados em diversos segmentos sociais, e dos 931 que retornaram, 590 foram aproveitados, o que mostra uma taxa de questionários não-utilizáveis de cerca de 27%.

Entre os questionários aproveitados, verifica-se que a participação de entrevistados que trabalham no setor público foi de 58%, com renda média mensal de R\$ 678,37, enquanto no setor privado a participação foi de 42%, com renda média mensal de R\$ 389,53. Os entrevistados que revelaram não estar dispostos a pagar o montante estipulado no questionário assinalaram a opção: “O Estado deve preservar o meio ambiente” com o maior percentual de indicação. Este alto índice deve-se à atuação da União junto à região, acompanhada da falsa idéia de que o Estado pode todas as coisas. Portanto, a participação do Estado na frágil economia de Roraima pode ter afetado a avaliação dos entrevistados (tabela 2).

⁴ Para uma melhor descrição desta terminologia, ver Cameron & James (1987).

Tabela 2
Motivos assinalados pela recusa à DAP estipulada

Motivo	%
O Estado deve preservar o meio ambiente	60,91
Não tenho interesse sobre o assunto	6,69
Não assinalaram motivo	4,26
Desempregado/aposentado	2,11
Contribuo com instituições que cuidam do meio ambiente	1,40
O meio ambiente de Roraima não deve ser preservado	1,40
Outro motivo	23,23

Além disso, apenas 6,27% dos entrevistados afirmaram participar de alguma organização ou associação não-governamental ligada ao meio ambiente, o que reduz a possibilidade de viés estratégico.

A proporção dos que aceitam pagar pelo meio ambiente por parte dos entrevistados de sexo feminino tem sido maior em relação ao sexo masculino, confirmando a assertiva de Regens (1991), embora também não possa ser dada uma explicação para o fato: 54,5% das mulheres entrevistadas aceitaram pagar a DAP estipulada, em comparação a 45,5% dos homens.

Com relação ao nível de escolaridade, os dados denotam que, quando este aumenta, o índice de aceitação da DAP estipulada aumenta. Este resultado deve estar associado ao fato de que o entrevistado com maior grau de escolaridade tem melhor conhecimento dos problemas ambientais, levando-os em consideração no momento de sua avaliação (tabela 3).

Tabela 3
Escolaridade com respeito à aceitação da DAP

Nível de escolaridade	Não aceita (%)	aceita (%)
1º grau incompleto	10,17	6,44
1º grau completo	1,53	1,02
2º grau incompleto	11,36	5,42
2º grau completo	3,22	4,24
Nível superior incompleto	19,83	31,86
Nível superior completo	2,03	2,88

Conforme dito anteriormente, o questionário apresentava a alternativa de aceitar ou não o valor da DAP estipulada. A resposta depende de características ou atributos individuais. Supondo conhecidas as características de cada indivíduo e sua decisão, é plausível supor que existe uma probabilidade que ele venha a decidir se aceita ou não a DAP estipulada, dadas certas características ou atributos. Assim, pode-se construir um modelo que faça previsões da resposta de um determinado indivíduo, o que é possível através de modelos de escolha binária, como o de probabilidade linear, o modelo *probit* e o modelo logístico (*logit*). As previsões de probabilidade obtidas com o modelo de probabilidade linear têm resultados que não estão compreendidos no intervalo entre 0 e 1 (Pindyck & Rubinfeld, 1981:277), além de apresentar problema de heteroscedasticidade (Maddala, 1987:16). Tratando-se do modelo *probit*, embora mais eficiente que o anterior, seu emprego é limitado, sendo o modelo logístico mais aplicável, pois utiliza uma função de distribuição que é próxima à distribuição normal. Para este artigo, utilizou-se o modelo logístico para estimação da DAP, o qual passa a ser apresentado a seguir.

5.3 O modelo logístico

O modelo logit é baseado na função de probabilidade logística acumulada, especificada como:

$$P_i = F(Z_i) = F(\alpha + \beta X_i) = \frac{1}{1 + e^{-Z_i}} = \frac{1}{1 + e^{-(\alpha + \beta X_i)}}$$

onde P_i expressa a variável dependente qualitativa, ou seja, a probabilidade de que o entrevistado fará uma determinada escolha, dado o conhecimento de X_i , vetor das variáveis independentes; $F(Z_i)$ representa a função de probabilidade acumulada; β_i 's correspondem aos coeficientes das variáveis independentes, e α é a constante de regressão. Alguns cálculos conduzem a

$$\ln \frac{P_i}{1 - P_i} = Z_i = \alpha + \beta X_i \quad (1)$$

A função (1) é denominada transformação logística (ou *logit*): é o logaritmo natural da relação entre a probabilidade de aceitação, P_i , e a probabilidade de não-aceitação, $(1 - P_i)$. Quando P_i cresce de 0 a 1, a função logística varia de $-\infty$ a $+\infty$. Quando $P_i = 1/2$ e com apenas uma variável independente, que corresponde na função ao valor 0, pode-se encontrar o valor de X :

$$X = -\alpha/\beta$$

Valores acima (abaixo) de 1/2 correspondem, na função, a valores positivos (negativos).

Assim, se um indivíduo obtém utilidade pela utilização dos recursos naturais para lazer, pesca, caça, etc., e de sua renda, pode-se representar o uso dos recursos através da variável n : $n = 1$ significa que o indivíduo usa os ativos naturais; $n = 0$ significa que não usa. A renda é representada por r ; outros atributos observáveis do indivíduo que poderiam afetar sua preferência são denotados pelo vetor s . Dessa forma, se o indivíduo utiliza os recursos naturais, sua função utilidade indireta é representada por $u_1 \equiv u(1, r; s)$; se não utiliza, sua função é $u_0 \equiv u(0, r; s)$. A suposição crucial para este modelo é que, embora o indivíduo conheça sua função utilidade, ela contém algumas variáveis que não são observáveis para a investigação econométrica e são tratadas pelo investigador como estocásticas. Então, do ponto de vista da investigação econométrica, u_0 e u_1 são variáveis aleatórias com uma distribuição de probabilidade paramétrica dada e médias $v(0, r; s)$ e $v(1, r; s)$ que dependem de características observáveis dos indivíduos. Assim, pode-se escrever:

$$u(n, r; s) = v(n, r; s) + \varepsilon_j \quad j = 0, 1$$

onde ε_0 e ε_1 são variáveis aleatórias independentes e identicamente distribuídas com média zero. Quando o indivíduo está diante do valor monetário d exigido para preservar o meio ambiente, ele se dispõe a pagar se

$$v(1, r - d; s) + \varepsilon_1 > v(0, r; s) + \varepsilon_0$$

Portanto, a probabilidade P_1 de o indivíduo aceitar pagar o valor estabelecido é dada por:

$$P_1 = P[\nu(1, r - d; s) + \varepsilon_1 > \nu(0, r; s) + \varepsilon_0] \quad (2)$$

Utilizando a suposição de que ε_0 e ε_1 são iid, as variáveis aleatórias $\eta \equiv (\varepsilon_1 - \varepsilon_0)$ e $\eta \equiv (\varepsilon_0 - \varepsilon_1)$ têm a mesma distribuição, e, assim, pode-se escrever (2) como:

$$P_1 = F_\eta(\Delta\nu) = (1 + e^{-\Delta\nu})^{-1} \quad (3)$$

onde $\Delta\nu \equiv \nu(1, r - d; s) - \nu(0, r; s)$ é a diferença de utilidade, e F_η é a *função de probabilidade*.

Utilizando o procedimento desenvolvido por Hanemann (1984:338) para mensuração da DAP com respostas discretas num contexto de mercados contingentes, tem-se que, se

$$P[u(1, r - d^*; s) \geq u(0, r; s)] = 0,5$$

então d^* satisfaz $\Delta\nu(d^*) = 0$. Para qualquer outro valor $d^+ \neq d^*$,

$$\Delta\nu(d^+) \equiv \nu(1, r - d^+; s) - \nu(0, r; s) \gtrless 0$$

Portanto, d^* é a *mediana* da função de distribuição cumulativa

$$G_d(D) \equiv F_\eta[\Delta\nu(D)]$$

onde D representa um valor qualquer da DAP.

Para o cálculo da *média* d_m da distribuição, Hanemann utiliza a área abaixo desta *função de probabilidade*. Assim,

$$d_m = \int_0^\infty [1 - G_d(D)] dD \quad (4)$$

A medida a utilizar como valor da DAP é uma questão controversa. Hanemann (1984) tem sugerido o uso da mediana porque ela é menos afetada pelo tamanho da cauda da função estimada.⁵

5.4 Resultados empíricos

A análise dos resultados obtidos com a aplicação do método CV é feita através da estimação da disposição a pagar dos entrevistados (DAP média, d_m e DAP mediana, d^*), e por uma análise de regressão para um modelo logístico com variáveis qualitativas. Utilizando um modelo *logit*, a probabilidade de aceitar a DAP estipulada, supondo $\Delta\nu = \gamma_0 + \gamma_1 \text{DAP}$ na expressão (3), corresponde à seguinte equação de regressão

$$P_1 = \left(1 + e^{-(\gamma_0 + \gamma_1 \text{DAP})}\right)^{-1} \quad (5)$$

Hanemann (1984:333) ressalta que a expressão $\Delta\nu = \gamma_0 + \gamma_1 \text{DAP}$ deve ser compatível com a hipótese de que respostas experimentais são resultado de um processo de maximização de utilidade, $u(n, r; s)$.

Para a estimação da equação de regressão, utilizou-se o procedimento de máximo verossimilhança no Statistica for Windows. Segundo Pindyck e Rubinfeld (1981:311), tais estimadores têm propriedades estatísticas desejáveis:

⁵ Bowker and Stoll (1988:377) ratificam a recomendação de Hanemann (1984).

todo parâmetro estimado por este procedimento é consistente e também é eficiente assintoticamente para grandes amostras. No caso em análise, os coeficientes são significativos estatisticamente a 1%, tanto para o teste t quanto para o teste conjunto χ^2 . A tabela 4 apresenta os estimadores da equação de regressão juntamente com alguns testes de significância.

Tabela 4
Estimadores da equação de regressão do modelo logístico

Variável	Estimadores
γ_0	0,574
γ_1	-0,043
$t_{\alpha,\nu}$	$t_{0.01,\infty}=2,576$
$\chi^2_{\alpha,\nu}$	χ^2 calculado=29,237
$pseudo - R^2$	0,9829
N	590

Obs.: α representa o nível de significância e ν os graus de liberdade; * representa o teste t para o respectivo parâmetro.

O sinal negativo do coeficiente da disposição a pagar γ_1 está em concordância com o esperado, ou seja, quanto maior for o montante estipulado ao entrevistado, menor a probabilidade que ele aceite o valor.

Para determinar o grau de ajustamento da equação estimada, utilizou-se o teste estatístico *likelihood-ratio* (Maddala, 1987:39-40). Inicialmente, tem-se a seguinte medida de ajustamento:

$$R^2 = 1 - \left(\frac{L_\omega}{L_W} \right)^{2/n}$$

onde L_W denota o máximo da função de verossimilhança quando otimizado com respeito aos parâmetros γ_0 e γ_1 . L_ω é o máximo da função quando otimizada com relação apenas a γ_0 (fazendo $\gamma_1 = 0$) e n é o tamanho da amostra. A utilização da medida acima gera um problema: conforme se pode observar, quando $L_W \rightarrow L_\omega$, então $R^2 \rightarrow 0$, o que caracteriza o limite inferior do intervalo para R^2 . Sabe-se que a função de verossimilhança atinge um máximo absoluto em 1. Então, pode-se escrever o valor máximo de L como $L_{\max} = 1$. O máximo com respeito à constante, L_ω , pode ser encontrado aplicando-se

$$L_{\omega} = \prod_{j=1}^m \left(\frac{n_j}{n} \right)^{n_j}$$

onde n_j é o número de observações da j -ésima categoria.

Portanto, tem-se que $L_{\omega} \leq L_W \leq L_{\max} = 1$, ou $(L_{\omega}/L_{\max}) \leq (L_{\omega}/L_W) \leq 1$. Conseqüentemente, o R^2 definido acima estaria no intervalo $0 \leq R^2 \leq 1 - (L_{\omega})^{2/n}$. Assim, o limite superior de R^2 depende do tamanho da amostra e da proporção das respostas tipo “sim” e “não”. Esta desigualdade mostra que o R^2 não fornece uma boa medida de ajuste, pois, na hipótese do modelo se ajustar perfeitamente, o resultado será menor que 1. Conforme Maddala (1987), a melhor medida de ajustamento é o *pseudo- R^2* , definida como

$$pseudo - R^2 = \frac{1 - (L_{\omega}/L_W)^{2/n}}{1 - (L_{\omega}/L_{\max})^{2/n}}$$

A estimação fornece $-2\ln(L_{\omega}/L_W) = 787,8560$. A partir desse resultado, tem-se que

$$\ln(L_{\omega}/L_W) = -393,92 \Rightarrow (L_{\omega}/L_W) = e^{-393,928}$$

Logo,

$$R^2 = 1 - (e^{-393,928})^{2/590} = 1 - 0,2631 = 0,7369$$

Para encontrar $L_{\omega}^{2/590}$, segue que

$$L_{\omega}^{2/590} = [(306/590)^{306} \cdot (284/590)^{284}]^{2/590} = [0,5061 \cdot 0,4947] = 0,2503$$

logo,

$$R^2 = 1 - L_{\omega}^{2/590} = 1 - 0,2503 = 0,7497$$

Substituindo estes valores no *pseudo- R^2* , encontra-se:

$$pseudo - R^2 = \frac{1 - (L_{\omega}/L_W)^{2/n}}{1 - (L_{\omega}/L_{\max})^{2/n}} = \frac{1 - 0,2631}{1 - 0,2503} = \frac{0,7369}{0,7497} = 0,9829$$

Portanto, o modelo está ajustado em 98,29%.

Para calcular o valor da DAP, substituem-se os valores dos parâmetros em (5), obtendo-se:

$$P_i = \frac{1}{1 + e^{-(0,574 - 0,043 DAP)}} \Rightarrow \ln \left(\frac{P_i}{1 - P_i} \right) = 0,574 - 0,043 DAP$$

Com $P_i = 0,5$, obtém-se finalmente

$$DAP = (0,574/0,043) = 13,34$$

A estimativa encontrada representa o valor mediano d^* da disposição a pagar pelos ativos ambientais de Roraima, por indivíduo, ou seja, R\$ 13,34. Para o cálculo da DAP média d_m , substituem-se os parâmetros em (4). Portanto,

$$d_m = (1/0,0434) \cdot \ln(e^{0,574} + 1) = 23,52$$

Este valor representa a disposição a pagar média d_m pelos ativos ambientais, por indivíduo, ou seja, R\$ 23,52.

Através do modelo *logit* pode-se avaliar o efeito das variáveis demográficas sobre a probabilidade de um indivíduo aceitar pagar pela preservação dos ativos ambientais. Nesse artigo constata-se que algumas variáveis sócio-econômicas (como nível de escolaridade, renda e naturalidade) influenciam o indivíduo a aceitar o montante estipulado. Um modelo apresentando esses efeitos é mostrado na tabela 5.

Tabela 5
Estimadores da equação de regressão com variáveis qualitativas

Variáveis*	Coeficientes	$t_{\text{calculado}}$
Intercepto	-0,7880	-2,766
Sexo	0,1780	1,009
Renda	0,0003	1,804
Escolaridade	0,2390	3,829
Roraimense	0,4420	2,468
DAP	-0,0450	-5,274

*O modelo apresenta o teste $\chi^2_{\text{calculado}} = 63,910$ ($\chi^2_{0,01,5} = 15,086$).

A medida de ajustamento para este modelo é dada por:

$$pseudo - R^2 = \frac{1 - (L_w/L_W)^{2/n}}{1 - (L_w/L_{\max})^{2/n}} = \frac{1 - 0,2789}{1 - 0,2503} = \frac{0,7211}{0,7497} = 0,9619$$

Devido à existência de correlação entre as variáveis idade e escolaridade, suprimiu-se a primeira, buscando encontrar o modelo mais representativo possível. Assim, apenas as variáveis sexo, renda, escolaridade, naturalidade e

valor monetário estipulado no questionário (DAP) serão analisadas sucintamente a seguir.

Inicialmente, pode-se verificar que, para os dados coletados dessa pesquisa, não se pode afirmar que a variável sexo tem influência sobre a probabilidade de aceitar o montante estipulado. No que se refere à renda, constata-se que essa variável apresenta uma correlação positiva com a probabilidade de aceitar a DAP. Este efeito está diretamente relacionado com o fato de que o indivíduo efetua um *trade-off* no processo de avaliação do bem em questão, levando em consideração sua renda disponível naquele momento. Assim, o indivíduo com nível de renda elevado teria uma predisposição maior a aceitar o montante estipulado no questionário. Com relação ao nível de escolaridade, a correlação com a probabilidade de aceitar a DAP também é positiva, revelando que o indivíduo com um nível de escolaridade mais alto teria um conhecimento abrangente acerca do problema ambiental. Com respeito a naturalidade, o modelo indica que o fato de o entrevistado ser roraimense contribui para a probabilidade de aceitar a DAP. Isto poderia estar relacionado com a idéia de obrigação moral que o nativo possui para com os ativos ambientais da região. No que diz respeito à DAP, o modelo mostra que o montante tem uma correlação negativa com a probabilidade de aceitar pagá-lo. Isto é observado quando o montante estipulado é alto: a probabilidade de aceitar pagar é menor, sendo este comportamento análogo à demanda por um bem e o seu preço.

6. Comentários Finais

Apesar dos vieses potenciais inerentes ao método, foi estimado um valor mediano de R\$ 13,34 e um valor médio de R\$ 23,52 por habitante/mês. Estes valores podem ser comparados com aqueles encontrados por Bowker e Stoll (1988) – US\$ 70,00 para preservação de uma ave ameaçada de extinção –, Cameron e James (1987) – US\$ 48,83 por dia de pescaria em British Columbia, Canadá –, Regens (1991) – US\$ 59,18 para a despoluição da costa sudoeste da Noruega –, e, no Brasil, May (1995) – US\$ 43,85 por mês para a preservação do manguezal na região de Cananéia, São Paulo.

Supondo que a população economicamente ativa do estado seja 1/3 da população total, ou seja, cerca de 72.500 habitantes, multiplicando este valor pela DAP mediana, tem-se uma estimativa de R\$ 967,15 mil por mês para preservação dos ativos ambientais de Roraima.

Um dos resultados revelados na análise dos questionários é que cerca de 60% dos entrevistados que não aceitaram pagar a DAP estipulada justificaram que o Estado deveria preservar o meio ambiente. Provavelmente, isto mostra um comportamento estratégico por parte do entrevistado. A estratégia utilizada seria recusar aceitar a DAP estipulada no questionário, transferindo para o estado a responsabilidade moral de preservar os recursos naturais. Agindo dessa maneira, o entrevistado estaria se beneficiando da preservação dos ativos ambientais sem manifestar sua DAP. Este comportamento poderia ser minorado com a retirada da justificativa “O estado deve preservar o meio ambiente”, permitindo que o entrevistado não seja induzido a adotá-la. Também contribuiria uma precaução minuciosa na elaboração do questionário.

Outra conclusão importante do trabalho é que o nível de escolaridade dos entrevistados guarda uma relação direta com a probabilidade de aceitar a DAP estipulada. Nos níveis de escolaridade mais baixos, o índice de aceitação é menor. Para este estrato de escolaridade, um amplo programa de educação ambiental seria uma forma de elevar o conhecimento acerca dos problemas ambientais da região.

Referências Bibliográficas

- Aguirre, A. & Faria, D. M. C. P. A utilização de “preços hedônicos” na avaliação social de projetos. *Revista Brasileira de Economia*, Rio de Janeiro, FGV, 51(3):391-411, jul./set. 1997.
- Ambtec. *Roraima: o Brasil do hemisfério norte: diagnóstico científico e tecnológico para o desenvolvimento*. Fundação Banco do Brasil, 1994.
- Benakouche, R. & Santa Cruz, R. *Avaliação monetária do meio ambiente*. São Paulo, Makron Books do Brasil, 1994.
- Bowker, J. M. & Stoll, J. R. Use of dichotomous choice nonmarket methods to value the whooping crane. *American Journal of Agricultural Economics*, 70(2):372-81, May 1988.
- Cameron, T. A. & James, M. D. Efficient estimation methods for closed-ended contingent valuation surveys. *Review of Economics and Statistics*, 69(2):269-76, May 1987.
- Fishbein, M. & Ajzen, I. *Belief attitude, intention and behavior*. Reading, Addison-Wesley, 1975.

Hanemann, M. W. Welfare evaluations in contingent valuation experiments with discrete responses. *American Journal of Agricultural Economics*, 66 (3):332-41, Aug. 1984.

Hoevenagel, R. An assessment of the contingent valuation method. In: Pethig, R. *Valuing the environment: methodological and measurement issues*. Netherlands, Kluwer Academic Publishers, 1994a.

_____. A comparison of economic valuation methods. In: Pethig, R. *Valuing the environment: methodological and measurement issues*. Netherlands, Kluwer Academic Publishers, 1994b.

Kahneman, D. & Tversky, A. The psychology of preferences. *Scientific American*, 246:160-73, 1982.

Knetsch, J. & Sinden, J. A. Willingness to pay and compensation demand: experimental evidence of an unexpected disparity in measures of Value. *The Quarterly Journal of Economics*, 99(3):489-506, Aug. 1984.

Maddala, G. S. *Limited-dependent and qualitative variables in econometrics*. Cambridge University Press, 1987.

May, P. H. (org.). *Economia ecológica: aplicações no Brasil*. Rio de Janeiro, Campus, 1995.

Mitchell, R. C. & Carson, R. T. Using surveys to value public goods: the contingent valuation method. In: *Resources for the future*. Washington, 1989.

Munasinghe, M. *Environmental economics and sustainable development*. Washington, World Bank, 1993. (World Bank Environment Paper, 3.)

Pearce, D. W. & Turner, R. K. *Economics of natural resources and the environment*. London, Harvester Wheatsheaf, 1990.

Pethig, R. (ed.). *Valuing the environment: methodological and measurement issues*. Netherlands, Kluwer Academic Publishers, 1994.

Pindyck, R. S. & Rubinfeld, D. L. *Econometric models and economic forecasts*. 2d. McGraw-Hill, 1981.

Rahmatian, M. Component value analysis: air quality in the Grand Canyon National Park. *Journal of Environmental Management*, 24:217-23, 1987.

Regens, J. L. Measuring environmental benefits with contingent markets. *Public Administration Review*, 51(4):345-52, July/Aug. 1991.

Thaler, R. Mental accounting and consumer choice. *Marketing Science*, 4:199-214, 1985.

Varian, H. R. *Microeconomic analysis*, 3 ed. W. W. Norton & Company, 1992.