

*Inovação e Sustentabilidade sob a Ótica da  
Economia Ecológica. VITÓRIA/ES, 17 A 21 DE SETEMBRO DE 2013.  
Hotel Vitória Grand Hall*

**X ENCONTRO DA SOCIEDADE BRASILEIRA  
DE ECONOMIA ECOLÓGICA**



**X ENCONTRO DA ECOECO**

Setembro de 2013

Vitória - ES - Brasil

---

**AVALIAÇÃO ECONÔMICA DOS SERVIÇOS AMBIENTAIS DO RIO ACRE: UTILIZANDO OS  
MODELOS DE VALORAÇÃO CONTINGENTE DE HANEMANN E CAMERON PARA  
DETERMINAR O VALOR DE RECURSOS AMBIENTAIS.**

**José João de Alencar** (UFAC) - [jjalencar@ufac.br](mailto:jjalencar@ufac.br)

*conomista, pela Universidade Federal do Acre (Ufac), professor do Curso de Economia, Mestre em Desenvolvimento Regional da Ufac.*

**Rubicleis Gomes da Silva** (UFAC) - [rubicleis@uol.com.br](mailto:rubicleis@uol.com.br)

*Doutor em Economia Aplicada pela Universidade Federal de Viçosa (UFV), professor de Métodos Quantitativos Aplicados à Economia, do Curso de Ciências Econômicas e do Programa de Pós-Graduação em Desenvolvimento Regional da Universidade Federal do Acre (Ufa*

## **AVALIAÇÃO ECONÔMICA DOS SERVIÇOS AMBIENTAIS DO RIO ACRE: UTILIZANDO OS MODELOS DE VALORAÇÃO CONTINGENTE DE HANEMANN E CAMERON PARA DETERMINAR O VALOR DE RECURSOS AMBIENTAIS.**

**RESUMO.** Nesse trabalho foi feito uma comparação dos resultados obtidos pelo Modelo diferença de utilidade e o modelo variação de função. Para isso, foram utilizados dados de escolha discreta proveniente do processo de entrevista durante dois períodos do ano de 2010 na cidade de Rio Branco. O modelo de Hanemann (MH) apresentou DAP no valor de R\$ 29,91, o que é superior ao valor de R\$ 14,64 obtidos pelo modelo de Cameron (MC). Todavia, o experimento de Krinsky-Roob mostrou que o MC teve menor variância nos dados, por isso, foi considerado mais eficiente do que o MH para determinar o valor monetário dos serviços ambientais do Rio Acre. Enquanto, que o teste de mediana rejeitou a hipótese de que os MC e MH fossem duais.

Palavras-chaves: Modelo diferença de utilidade, Modelo variação de função, Krinsky-Roob, DAP.

## **ECONOMIC VALUATION OF ENVIRONMENTAL SERVICES OF RIO ACRE: USING CONTINGENT VALUATION MODELS OF HANEMANN AND CAMERON TO DETERMINE ENVIRONMENT RESOURCES VALUE.**

**ABSTRACT.** In this work a comparison was made of the results obtained by the difference of utility model and the model variation function. For this, we used data from discrete choice of the interview process during two periods of the year 2010 in the city of Rio Branco. The model Hanemann (1984) presented DAP of R\$ 29,50, which is higher than the value of R\$ 12,24 obtained by the model of Cameron (1988). However, the experiment showed that Roob Krinsky-Roob the MC had less variance in the data, so it is considered more efficient than MH to determine the monetary value of environmental services of the Rio Acre. While the test median reject the hypothesis that the MC and MH were dual.

Keys-Worlds: Utility difference model, function variation model, Krinsky-Roob

## 1. INTRODUÇÃO

### 1.1. Modelos concorrentes de valoração contingente de Hanemann (1984) e Cameron (1988).

Desde o trabalho de Bishop e Heberlein (1979), duas técnicas de valoração ambiental, utilizando o método de valoração contingente tem se destacado no contexto mundial para determinar o valor monetário de bens e serviços ambientais. Desde então, o uso dessas metodologias tem sido intensamente utilizada na tentativa de corrigir essa falha da teoria econômica.

Apesar da robustez teórica econométrica dos modelos de valoração contingente, estes para alcançar o “*economics status*” devem estar formulados em conformidade com os princípios da teoria econômica. Dois modelos, como dito têm sido amplamente utilizados para determinar o valor monetário de bens e serviços ambientais utilizando por base a teoria da utilidade. O “*utility difference model*” de Hanemann (1984) e o “*variation function model*” de Cameron (1988). Conforme Park e Loomis (1992), esses modelos são caminhos diferentes e até mesmo concorrentes entre si.

O modelo de Hanemann (MH) foi desenvolvido para obter as medidas de bem estar hickinianas através de uma escolha que se baseia em resposta dicotômica sim/não que maximize a utilidade do bem ou serviço ambiental para o consumidor. Essa resposta é resultante de entrevistas com base em um mercado hipotético ao qual MH revela a disposição a pagar ou a receber do consumidor para obter bens e serviços ambientais, e isso é em essência um resultado probabilístico.

No modelo de Cameron (MC) a disposição a pagar (DAP) obtida diferente do MH representa a verdadeira disposição a pagar manifesta pelo consumidor para obter bens ou serviços ambientais, a técnica proposta pelo MC consiste em padronizar a DAP e utilizá-la diretamente em um modelo com distribuição normal (CAMERON, 1988).

McConnel (1988) chama atenção que a diferença entre MH e MC consiste na função resposta do modelo. Enquanto no MH a função resposta é a diferença na função indireta de utilidade, no MC a função resposta é uma função direta de dispêndio, onde a DAP calculada é comparada com o montante de dinheiro necessário para suprir o bem ou serviço ambiental.

Olhando pelo aspecto econômico o MH busca responder ao problema *primal* da economia, isto é, como maximizar a utilidade dos bens e serviços ambientais utilizados

pelo consumidor e o MC busca responder ao problema *dual*, isto é, a minimização do dispêndio para obter bens e serviços ambientais requeridos pelo consumidor.

Sendo assim, o problema desse trabalho repousa em comprovar se o valor econômico dos serviços ambientais fornecidos pelos métodos de Hanemann e Cameron são duais. Caso sejam, qual traz a melhor confiabilidade para análise de políticas públicas.

Portanto, o objetivo geral é verificar se o valor dos serviços ambientais da Bacia do Rio Acre para o município de Rio Branco fornecido pelo MH e MC são estatisticamente iguais. Como objetivos específicos: a) determinar qual dos métodos apresenta maior eficiência para avaliação de políticas públicas e, b) identificar o valor dos serviços ambientais do Rio Acre a população da cidade de Rio Branco.

Alguns estudos que já compararam os modelos de valoração contingente de MH e MC. McConnell (1988) analisou a estrutura dos modelos de valoração contingente utilizando dados de escolha discreta e o trabalho de Park e Loomis (1992) que comparou os modelos de avaliação contingente quanto à precisão e eficiência dos benefícios estimados.

O que essa pesquisa traz de inovadora é a tentativa de comparar estatisticamente os modelos de MH e MC e escolher qual o modelo é mais confiável para análise de políticas públicas ambientais para o município de Rio Branco.

Este trabalho encontra-se dividido em seis seções. A primeira, como se viu, é a introdução. Na segunda é exposta a metodologia: o referencial teórico, analítico e a fonte dos dados. A terceira é reservada para a apresentação dos resultados e na quarta e última seção contém a conclusão.

## **2. METODOLOGIA.**

### **2.1 Referencial teórico.**

Ambas as técnicas de Hanemann (1984) e de Cameron (1988) são utilizados para obter uma medida de bem-estar equivalente e compensatória para bens e serviços ambientais. Nada mais adequado que utilizar como referencial teórico a teoria

econômica do bem-estar como parâmetro de avaliação da disposição a pagar do cidadão rio-branquense para obter os serviços ambientais do Rio Acre.

Segundo Binger e Hoffmann (1988) o problema *primal* pode ser resolvido a partir da teoria da preferência do consumidor, quando este maximiza o bem-estar sujeito a sua restrição orçamentária. Ou através da solução do problema *dual* ao minimizar o dispêndio para obter bem-estar.

No primeiro problema de escolha da cesta de bens e serviços ambientais que maximiza o seu bem-estar a partir da função.

$$\begin{aligned} \text{Max } U(x) \\ \text{st. } p \cdot x \leq R. \end{aligned} \tag{1}$$

A solução encontrada em segundo Mas-Colell et al. (1995) nada mais é do que a função de demanda de Marshall expressa pela equação,

$$Q_x = f(P_x, R). \tag{2}$$

Mudanças de preços não são previstas pela equação (2) quando o preço oscila no intervalo fechado  $[p_0, p_1]$  ocorre mudanças no excedente do consumidor, tais mudanças podem ser medidas pela seguinte integral.

$$\int_{p_0}^{p_1} x(p) dp. \tag{3}$$

Já a minimização do dispêndio que o outro meio utilizado para chegar solução do problema de escolha do cidadão rio-branquense é dado pela seguinte expressão:

$$\begin{aligned} \text{Min } f(p \cdot x) \\ \text{st. } U(x) = \bar{U} \end{aligned} \tag{4}$$

Da equação (4) é deduzida a função de demanda de Hicks que minimiza o dispêndio do consumidor quando a quantidade consumida do bem é uma função do preço desse bem e da sua utilidade máxima,  $\bar{U}$ .

$$Q_x = f(P_x, \bar{U}). \quad (5)$$

Dessa forma para obter a variação compensatória para contrapor a variação em  $P_x$  basta obter a diferença monetária dada pela integral no intervalo  $[p_0, p_1]$ .

$$VC = \int_{p_1}^{p_0} D(P, \bar{U}) dP. \quad (6)$$

## 2.2. Referencial analítico.

### 2.2.1 O modelo diferença de utilidade de Hanemann.

O modelo diferença de utilidade proposto por Hanemann utilizada para determinar o valor monetário dos serviços ambientais do Rio Acre aos residentes da cidade de Rio Branco pode ser especificado da seguinte maneira. O Cidadão rio branquense deriva seu bem-estar ao consumir um bem ou serviço ambiental,  $\beta$ , da sua renda  $y$ , e de suas preferências. Considerando que o bem desejado seja um bem público, aqui representado por  $\beta$ . A função utilidade do indivíduo é dada por  $u_1 = (1, y; s)$  caso o haja o consumo e  $u_0 = (0, y; s)$  caso contrário. E  $s$  é um vetor de características.

Sabendo que os cidadãos conhecem a sua função de utilidade,  $u = (\beta, y; s)$ . Mas, que existem variáveis não observadas pelo modelo, então  $u_1$  e  $u_0$  são variáveis aleatórias, com dado nível de probabilidade e médias,  $v = (1, y; s)$  e  $v = (0, y; s)$ . Levando isto em consideração, a função utilidade pode ser escrita como:

$$u(j, y; s) = v(j, y; s) + \varepsilon_j, \quad j = 0, 1. \quad (7)$$

Onde  $\varepsilon_0$  e  $\varepsilon_1$  são variáveis aleatórias com distribuição normal e média zero. A função utilidade que representa a disposição a pagar DAP para consumidor do bem público (SILVA, 2005) é representada por,

$$v(1, y - DAP; s) + \varepsilon_1 \geq v(0, y; s) + \varepsilon_0. \quad (8)$$

Como a resposta do indivíduo é considerada uma variável aleatória com distribuição de probabilidade dada por:

$$DAP = Pr\{v(1, y - DAP; s) + \varepsilon_1 \geq v(0, y; s) + \varepsilon_0\}. \quad (9)$$

Admitindo que  $\varepsilon = \varepsilon_1 - \varepsilon_0$  e obtendo  $F_\varepsilon(\cdot)$  com c.d.f para  $\varepsilon$ . A probabilidade da disposição a pagar pode ser escrita como:

$$P_1 = F_\varepsilon(\Delta v). \quad (10)$$

$$\Delta v = v(1, y - DAP; s) - v(0, y, s). \quad (11)$$

$$P_1 = F_\varepsilon(\Delta v) = (1 + e^{-\Delta v})^{-1}. \quad (12)$$

Onde  $\Delta v$  é a função diferença de utilidade de Hanemann, ou seja a DAP que mantém as condições de integrabilidade da teoria convencional da demanda e a função diferença de utilidade é obtida pela integral da  $E(DAP)$ .

$$\int_0^\infty [1 - F(DAP)] dDAP. \quad (13)$$

### 2.3 O modelo de variação da função de Cameron.

O procedimento desenvolvido por Cameron (1988) para obter a verdadeira disposição a pagar – DAP através de aplicação do método de valoração contingente – MVC inicia-se pela hipótese aceita de que a DAP é uma medida de valoração exata que o indivíduo estaria disposto a arcar para obter a máxima utilidade do bem público. Assumindo que a metodologia proposta por Cameron (1988) será utilizado nesse trabalho para revelar a DAP do morador da Cidade de Rio Branco estará disposto a pagar para internalizar os custos de despoluição do Rio Acre para obter serviços ambientais de qualidade.

Admitindo que os serviços ambientais de qualidade fornecidos pelo Rio Acre seja representado por  $Y_i$  e um vetor de variáveis explicativas,  $x_i$  com distribuição logística e media igual a  $g(x_i, \beta) = x_i^t \beta$  com  $i = 1, \dots, p$ . Dessa forma, o modelo econométrico proposto para obter a DAP pode ser representado pela seguinte expressão.

$$Y_i = x_i^t \beta + u_i. \quad (14)$$

Em que  $Y_i$  é inobservado, entretanto  $Y_i$  pode ser manifestado expressado por um indicador discreto,  $I_i$  com propriedades binárias.

$$\begin{aligned} I_i &= 1 \quad \text{se } Y_i > 0 \\ &= 0 \quad \text{caso contrário.} \end{aligned} \quad (15)$$

Para obter a probabilidade descrita em (2) Cameron (1988) assume que  $u_i$  possui distribuição logística com média zero e desvio padrão  $b$ , ou utilizando um parâmetro alternativo  $k = \frac{b\sqrt{3}}{\pi}$ , a probabilidade assume a seguinte forma:

$$\begin{aligned} P(I_i = 1) &= P(Y_i > 0) = P(u_i > -x_i^t \beta) \\ &= P(u_i/k > -x_i^t \beta/k) \\ &= 1 - P(\delta_i < -x_i^t \gamma). \end{aligned} \quad (16)$$

Onde  $\gamma = \beta/k$  e  $\delta$  é uma variável aleatória logística com média zero e desvio padrão  $b = \pi/\sqrt{3}$ . A fórmula da função densidade acumulada  $z$ , para uma distribuição logística padrão é dada por:

$$F(z) = 1 - \{1 + \exp[z]\}^{-1}. \quad (17)$$

Assumindo que a DAP é a resposta verdadeira do cidadão rio-branquense conforme o obtido pela equação (1) e conservando todas as propriedades estatísticas de  $u_i$ , o modelo pode ser expresso como:

$$\begin{aligned} I_i &= 1 \quad \text{se } Y_i > DAP \\ &= 0 \quad \text{Caso contrário.} \end{aligned} \quad (18)$$

De modo que a probabilidade de  $P(I_i = 1)$  seja:

$$\begin{aligned} P(I_i = 1) &= P(Y_i > DAP) = P(u_i > DAP - x_i^t \beta) \\ &= P(u_i/k > (DAP - x_i^t \beta)/k) \end{aligned}$$



$$= 1 - P(\delta_i < (DAP - x_i^t \beta)/k). \quad (19)$$

A nova função de máxima verossimilhança deduzida a partir da função (14) pode ser escrita como:

$$\log L = \sum (1 - I_i) \left[ \frac{DAP - x_i^t \beta}{k} \right] - \log \left\{ 1 + \exp \left[ \frac{DAP - x_i^t \beta}{k} \right] \right\}. \quad (20)$$

Segundo Cameron (1998) a presença da DAP permite identificar o parâmetro  $k$  e com isso isolar  $\beta$ , logo a estimação de (20) produzirá os estimadores dos parâmetros  $\beta$  e  $k$ . Entretanto, se a  $DAP = 0$  a equação (20) toma a forma da equação (17), Silva (2005) observa que é possível obter a DAP para qualquer ponto da amostra ou substitui os valores médios das variáveis explicativas diretamente na função de valoração.

#### 2.4 Especificações econométricas para os modelos diferença de utilidade e variação de função.

A abordagem econométrica utilizada neste trabalho para comparara os modelos de Hanemann (1984) e Cameron (1988) foi proposta por Park e Loomis (1992) e parte da comprovação das hipóteses definidas por McConnell (1990) para o qual os MH e MC são equivalentes quando: *i*) a renda deve ser linear, *ii*) a renda deve ser constante em cada situação do experimento e, *iii*) a utilidade marginal da renda é constante para cada indivíduo da amostra.

O modelo matemático da equação (7) pode ser generalizado para adequar-se às necessidades econométricas de avaliação dos serviços ambientais. Assim, o modelo toma a forma da equação a seguir:

$$(j, Renda; S) = \alpha_j + \beta_{j1}(Renda - Dap) + \beta_{j2}(Renda - Dap)PreocRio + \beta_{j3}PreocRio + \beta_{j4}MPRio + \beta_{j5}AnosEstudo + \beta_{j6}NFilhos + \varepsilon_j, \quad (21)$$

onde  $j$  é uma variável dicotômica que assume valor 1 para os indivíduos que estão dispostos a pagar por bens e serviços ambientais do Rio Acre e 0 caso contrário. A variável Renda representa a renda disponível,  $S$  é um conjunto de características dos indivíduos e  $Dap$  é o montante financeiro que o indivíduo esta disposto a desembolsar.

PreocRio é uma variável dummy de consciência ambiental que assume valor 1 para quem tem e 0 para quem não tem. Outra variável dummy MPRio assume valor 1 para quem mora próximo ao Rio Acre e 0 caso contrário, as variáveis AnosEstudo que representa a escolaridade e NFilhos que representa a quantidade de filhos por família. E por fim, outras duas variáveis de interação foram incluídas ainda no modelo: Renda\*PreocRio e Preço\*PreocRio.

$$\begin{aligned} \alpha_1 + \beta_{11}(Renda - Dap) + \beta_{12}(Renda - Dap)PreocRio + \beta_{13}PreocRio + \\ \beta_{14}MPRio + \beta_{15}AnosEstudo + \beta_{16}NFilhos + \varepsilon_1 \geq \alpha_0 + \beta_{01}Renda + \\ \beta_{02}RendaPreocRio + \beta_{03}PreocRio + \beta_{04}MPRio + \beta_{05}AnosEstudo + \\ \beta_{06}NFilhos + \varepsilon_0. \end{aligned} \quad (22)$$

A disposição a pagar do cidadão rio-branquense dada pela função diferença de utilidade é definida pela seguinte equação:

$$\begin{aligned} \Delta F = \alpha^* + \beta_1^*Renda - \beta_{11}Dap + \beta_2^*RendaPreocRio - \beta_{12}DapPreocRio \\ + \beta_3^*PreocRio + \beta_4^*MPRio + \beta_5^*AnosEstudo + \beta_6^*NFilhos + \mu_1. \end{aligned} \quad (23)$$

Segundo Park e Loomis (1992) o modelo de variação de função proposto por Cameron (1988) é uma transformação linear da função diferença de utilidade, dessa forma o modelo proposto toma a seguinte forma:

$$\begin{aligned} VF = \alpha_0 + \beta_1Renda + \beta_2RendaPreocRio + \beta_3PreocRio + \beta_4MPRio + \\ \beta_5AnosEstudo + \beta_6NFilhos + \mu_{c1}. \end{aligned} \quad (24)$$

Para comprovar que a renda é linear será aplicada uma transformação de Box-Cox na equação (23), então procede-se ao teste assintótico de  $\chi^2_2$ , se o parâmetro  $\lambda = 1$  aceita-se a hipótese de que a renda é linear. O teste a ser realizado para a hipótese de que a renda é constante em cada situação do experimento é o teste da razão de verossimilhança, em que  $\beta_1^* = \beta_2^* = 0$ . O teste de razão de verossimilhança também é utilizado para demonstrar se a utilidade marginal da renda é constante para cada indivíduo da amostra, de modo que  $h_0: \beta_2^* = 0$  aceita-se a hipótese.

## 2.5 O Método de Krinsky-Hoob.

A utilização do método de simulação de Krinsky e Robb (1986) neste trabalho dar-se-á no intuito de calcular os desvios-padrão das elasticidades dos parâmetros da função de custo utilizada para determinar a DAP do morador da cidade de Rio Branco para obter serviços ambientais de qualidade.

Essa metodologia propõe obter  $n$  amostras aleatórias através da simulação do Monte Carlo utilizando uma distribuição multivariada com média e variância dos parâmetros do modelo econométrico estimado. Segundo Silva e Lima (2004) a metodologia para executar o modelo de Krinsky e Robb consiste em: *i*) obter os parâmetros que serão utilizados no experimento; *ii*) Definir a quantidade de replicação desejada; *iii*) Aplicar a simulação de Monte Carlo utilizando a variância e o desvio-padrão dos parâmetros e, *iv*) computar o resultado de cada simulação.

Utilizando a equação (21) o método de Krinsky-Robb será utilizado para determinar o desvio padrão na DAP. A simulação de Krinsky- Robb para o vetor de parâmetros  $\beta'$ s pode ser operacionalizado através de:

$$\varepsilon = \frac{\beta_i + \sqrt{\sigma} \cdot \theta}{\beta_j + \sqrt{\sigma} \cdot \theta} , \quad j \neq i \quad (25)$$

Em que  $\varepsilon$  é o desvio padrão em termos probabilístico,  $\theta$  é um termo aleatório entre 0 e 1 com distribuição normal.

## 2.6 Fonte de dados.

Os dados utilizados neste trabalho serão oriundos de fonte primária, coletados no ano de 2009 no município de Rio Branco. A determinação da amostra para o município foi efetuada por proporcionalidade populacional. Por sua vez, o tamanho da amostra é estimado para amostras estatisticamente finita, dado por:

$$n = \frac{\sigma^2 \cdot p \cdot q \cdot N}{e^2(N - 1) + \sigma^2 \cdot p \cdot q} \quad (23)$$

Em que “ $n$ ” é o tamanho da amostra, “ $\sigma^2$ ” o nível de confiança escolhido, expresso em número de desvios-padrão, “ $p$ ” é a probabilidade de o fenômeno ocorrer, “ $q$ ” a probabilidade complementar, “ $e^2$ ” o erro máximo permitido e “ $N$ ” o tamanho da população. Para determinação da amostra desta pesquisa, adotaram-se três desvios-padrão, como nível de confiança. Para a probabilidade de ocorrência do evento “ $p$ ”, adotou-se 0,50, em virtude do não conhecimento da ocorrência desse evento; consequentemente, “ $q$ ” foi igual a 0,50, e o erro máximo “ $e$ ” permitido foi de 10%.

A pesquisa de campo foi realizada em dois períodos: *i*) período do inverno Amozônico caracterizado como período das cheias e, *ii*) período do verão é caracterizado como período da seca. A coleta de informações foi obtida através de questionários aplicados por sorteio aleatório para os bairros da capital, outro ponto de destaque durante a aplicação dos questionários foi utilizar o critério de abordar as residências ímpares de um lado da rua e de número par do outro. Como a pesquisa foi realizada em dois momentos a quantidade de famílias entrevistadas realizadas foi de 448 residentes.

### 3. RESULTADO DA PESQUISA.

A hipótese levantada nesse trabalho é que as respostas dos problemas *primal* e *dual* da microeconomia são semelhantes, isto é, a maximização da utilidade também é obtida pela minimização do dispêndio e vice-versa. Para comprovação foram utilizados os modelos de Hanemann (1984) que é um modelo de maximização da utilidade e o de Cameron (1988) por ser um modelo de minimização do dispêndio, todavia, com as devidas alterações propostas por Loomis e Park (1992).

Sendo assim, na Tabela 01 são apresentados os parâmetros do primeiro estágio ou, MH utilizado. As variáveis, PREÇO e RENDA apresentaram sinais de acordo com a teoria econômica, entretanto, foram não significativas para o modelo por esse motivo não serão realizados os testes propostos por McConnell (1988) de linearidade da renda. As variáveis de interação PREÇO\*PREOC\_RIO e RENDA\*PREOC\_RIO também foram não significativas para o modelo, assim como, as variáveis ANOSESTUDO e PREOC\_RIO. As estimativas significativas foram obtidas para a variável N°\_FILHOS com coeficiente positivo indica que essa variável afeta positivamente a DAP para cada e o sinal da variável dummy M\_P\_RIO indica que essa variável afeta negativamente o valor disposição a pagar.

Tabela 01 - Logit estimado com o modelo econométrico da equação (23) Função Diferença de Utilidade para determinar a DAP do cidadão rio-branquense por serviços ambientais, na cidade de Rio Branco-Acre, 2010

de Rio Branco, Acre, 2010					
Variáveis		Coefficientes	Erro Padrão	Estatísticas-z	P-Valor
C		2,789426	0,915102	3,048213	0,002300
PREÇO		-0,043680	0,056087	-0,778779	0,43610 <sup>NS</sup>
Nº_FILHOS		0,214234	0,080864	2,649305	0,008100
M_P_RIO		-2,084787	0,317828	-6,559482	0,000000
PREÇO*PREOC_RIO		0,004426	0,060986	0,072573	0,94210 <sup>NS</sup>
REND*PREOC_RIO		-0,000404	0,000747	-0,540456	0,58890 <sup>NS</sup>
PREOC_RIO		-0,587167	0,788944	-0,744244	0,45670 <sup>NS</sup>
REND		0,000458	0,000739	0,619435	0,53560 <sup>NS</sup>
ANOSESTUDO		-0,073973	0,047618	-1,553471	0,12030 <sup>NS</sup>
R <sup>2</sup> MacFadden	0,2100480	Estatística LR	7,6983430	Prob(Estatística LR)	0,000000

Fonte: Resultado da pesquisa.

NS – Não significativo.

Na Tabela 02 são apresentadas as estimativas do modelo de seleção amostral ou, MC. A maioria das variáveis foi significativa, com exceção da variável ANOESTUDO. O coeficiente positivo 0,32 da variável Nº\_FILHOS indica que o número de filhos afeta positivamente a variável dependente PREÇO. O que não aconteceu com a variável M\_P\_RIO que teve um sinal negativo no coeficiente -3,34, indicando um efeito negativo sobre o DAP das pessoas que moram próximo ao Rio Acre.

Os coeficientes da variável de interação DAP\*PREOC\_RIO foi de 0,91 e o sinal indica que a DAP aumenta quando o cidadão rio-branquense se preocupa com a situação ambiental do Rio Acre, o mesmo não ocorre, com a variável de interação REND\*PREOC\_RIO que teve um coeficiente negativo de -0,0009 o que um valor praticamente nulo. Também na Tabela 02 pode ser analisadas a variável PREOC\_RIO que teve um coeficiente igual a -4,70, o sinal negativo contradiz a racionalidade, uma vez, que espera-se que a consciência ambiental do cidadão afetasse positivamente a DAP, todavia o sinal negativo indica um viés de protesto. A variável Renda por sua vez, apresentou coeficiente positivo 0,001 o que indica que maior renda do consumidor maior a sua DAP.

Assim como a variável LAMBDA indica a existência de características não observadas que aumentam o custo da internalização da poluição do Rio Acre na cidade de Rio Branco, o seu coeficiente foi de 20,50. Igualmente, a variável de ajustamento R<sup>2</sup> indica que 91% dos dados do modelo explicam a Disposição a Pagar.

Tabela 02 - Modelo de seleção amostral estimado com o modelo econométrico da equação (24) Variação de Função de Utilidade, para determinar a DAP do cidadão rio-branquense para obter serviços ambientais do Rio Acre, na cidade de Rio Branco-AC, 2010

Variáveis	Coefficientes	Erro Padrão	Estatísticas-z	P-valor
C	-2,710765	1,246773	-2,174225	0,030300
Nº_FILHOS	0,321449	0,075573	4,253469	0,000000
M_P_RIO	-3,349511	0,759939	-4,407604	0,000000
DAP*PREOC_RIO	0,916493	0,022665	4,043570	0,000000
REND*PREOC_RIO	-0,000903	0,000276	-3,267787	0,001200
PREOC_RIO	-4,705348	0,435915	-1,079418	0,000000
REND	0,001002	0,000260	3,855498	0,000100
ANOSESTUDO	-0,038372	0,040977	-0,936428	0,34970 <sup>NS</sup>
LAMBDA	20,502910	4,008123	5,115339	0,000000
R <sup>2</sup> 0,920541    R <sup>2</sup> Ajustado 0,918814    Estatística-F 5,329178    Prob(Estatística-F) 0,000000				

Fonte: Resultado da pesquisa.

NS – Não significativo.

Na Tabela 03 é apresentado o experimento de Krinsky-Roob dos MH e MC para determinar a DAP que o cidadão pelo custo da poluição do Rio Acre. O experimento para o MH apresentou um valor médio para DAP PROB (Normal) igual a R\$ 29,91 e mediana no valor de R\$ 29,50, todavia a distribuição normal leva em consideração valores negativos para determinar a disposição a pagar. Como não existe preço negativo é necessário recorrer ao truncamento da distribuição de probabilidade normal resultando na DAP T (Distribuição truncada).

A DAP PROB média obtida para o MC foi de R\$ 12,25 e mediana R\$ 12,24 já a DAP- TRUNCADA média foi de R\$ 14,64 e mediana R\$ 12,24. O máximo que as pessoas estariam dispostas a pagar é o valor de R\$ 104,22. O experimento foi programado para fazer 1.000.000 de simulações e o desvio-padrão foi de R\$ 370,83 para o MH para a DAP-TRUNCADA no R\$ 13,68 da DAP-TRUNCADA do MC.

O coeficiente de variação, CV e que analisa a dispersão em torno da média foi de 20,63 para a DAP PROB do MH e 1,39 para o MC, enquanto que, para a DAP-TRUNCADA do MH foi de 1,41 contra 0,91 do MC. Outro dado importante é a variância da DAP PROB e da DAP-TRUNCADA. As variâncias da DAP PROB obtida nos modelos foram de 0,38 e 0,13 respectivamente e para a DAP-TRUNCADA apresentaram indicadores 0,0002 e 0,0001 respectivamente. Quanto menor for o valor do indicador menor a dispersão dos dados da serie em torno de sua média.

Tabela 03 - Experimento do Krinsky-Roob para os modelos de Hanemann e Cameron para determinar a DAP probabilística e truncada do cidadão rio-branquense para obter os serviços ambientais do Rio Acre na cidade de Rio Branco, 2010

ESTATÍSTICAS	MODELO DE HANEMANN		MODELO DE CAMERON	
	DAP PROB	DAP-TRUNCADA	DAP PROB	DAP-TRUNCADA
Média	29,91361	261,4668	12,25147	14,64962
Mediana	29,50876	29,50876	12,24642	12,24642
Máximo	2897,554	2897,554	104,2205	104,2205
Mínimo	-2876,173	-	-72,0718	-
Desvio-Padrão	617,3895	370,8305	17,07813	13,68241
Jarque-Bera	0,62896	601129,4	1,872305	110857,4
P-valor	0,730169	0,000000	0,392134	0,000000
Simulação	1000000	1000000	1000000	1000000
CV				

Fonte: Resultado da pesquisa.

Com base nas estatísticas das séries obtidas pelo experimento de Krinsky-Roob foi escolhido a DAP-TRUNCADA por esta série ser a de menor variância em relação à média dos dados observados na determinação do valor dos serviços ambientais do Rio Acre. Cabe destacar ainda que é necessário escolher qual das medidas, se a média ou a mediana é mais adequada para determinar o valor da DAP. Nesse caso, utilizou-se a média por ser uma mediada central para determina o valor dos serviços ambientais do Rio Acre.

Procedendo então para o teste de igualdade dos modelos. Foi realizado o teste Anova o qual rejeitou a hipótese de que os modelos MH e MC seriam iguais. Então, com base no menor coeficiente de variação – CV optou-se pelo MC para determinar a disposição a pagar por serviços ambientais do Rio Acre.

Agora com base no valor mensal da DAP de R\$ 14,64 por família, basta calcular o valor monetário para o período dos doze meses do ano 2010. E assim, obter o valor montante de R\$ 11.022.309,66 da disposição a pagar para o mesmo período.

Na Tabela 04 é apresentado o valor que o chefe de família estaria disposto a arcar para obter os serviço ambiental do Rio Acre nos próximos 20 anos. Foi considerado no cálculo de atualização financeira uma taxa de 6% a.a. Assim o valor presente líquido - VPL, considerado para valor no ano de 2015 foi o montante de R\$ 60.000.247,46, e esse valor aumenta para R\$ para o ano de 2020. Em 2025 o valor total pagor pelos residentes da cidade de Rio Branco alcança a cifra de R\$ 138.339.747,54, totalizando o montante de R\$ 163.375.754,44 para o ano de 2030.

Tabela 04- Avaliação econômica da disposição a pagar pelos serviços ambientais do Rio Acre na cidade de Rio Branco-AC no período de 2010 a 2030

Ano	Dap monetária				
	2010	2015	2020	2025	2030
VPL	13.437.587,5	60.000.247,4	104.835.922,7	138.339.747,5	163.375.754,4
(R\$)	2	6	4	4	4

Fonte: Resultado da pesquisa.

Assim, o valor monetário dos serviços ambientais que o Rio Acre presta à cidade de Rio Branco foi determinados pela média da DAP-TRUNCADA obtidas no experimento de Krinsky-Roob para o modelo de Cameron demonstrou ser mais eficiente do que o modelo de Hanemann.

#### 4. CONCLUSÃO.

O objetivo desse trabalho foi verificar se o valor dos serviços ambientais da Bacia do Rio Acre para os munícipes da cidade de Rio Branco fornecidos pelos MH e CM são estatisticamente iguais. Secundariamente, determinar qual dos métodos apresenta maior eficiência para avaliação de políticas públicas e ainda, identificar o valor dos serviços ambientais do Rio Acre. Para isso foi realizado uma pesquisa em dois períodos do ano de 2010. Os modelos como visto se basearam na teoria da utilidade e, como tal, apresentam soluções para os problemas *primal* e *dual* da economia.

A análise de variância das séries mostram que a DAP-TRUNCADA dos modelos é mais eficiente para determinar o valor dos serviços ambientais do Rio Acre do que o a DAP PROB.

A análise mostrou também que a escolha entre os modelos pode acarretar diferenças significativas na determinação monetária. O teste Anova rejeitou a hipótese de igualdade dos modelos avaliados, logo os modelos produzem resultados diferentes para o valor que maximiza a utilidade dos serviços ambientais.

O MH é mais que o dobro do valor obtido pelo MC. Todavia, a escolha do modelo pautou-se pelo que apresentou menor coeficiente de variação. Assim, o modelo mais ajustado foi o modelo de variação de função proposto por Cameron.

Por fim, os dois modelos apresentaram resultados muito diferentes para a DAP, além de que as estimativas apontarem que MC é o mais eficiente para análise de políticas públicas votadas valoração de serviços ambientais.



## 5. REFERÊNCIAS.

BINGER, R. B.; HOFFMANN, E. Microeconomics with calculus. 2.ed. New York: Addison - Wesley, 1998.

BISHOP, R.C., HEBERLEIN, T.A. Measuring values of extramarket goods: Are indirect measured biased? American Journal of agricultural economics, vol. 61, pp.926-930,1979.

CAMERON, T.A. A new paradigm for valuing non-market goods using referendum data: maximum likelihood estimation by censored logistic regression. Journal of Environmental Economics and Management, v. 15, p. 355-379, 1998.

HANEMANN, M.W. Welfare evaluation contingent valuation experiments with discrete responses. American Journal of Agricultural Economics, n. 66, p. 332-341, 1984.

KRINSKY, I; ROBB, A. L. On approximating the statistical properties of elasticities. The Reviews of Economics and Statistics, v. 68, p. 715-719, 1986.

MAS-COLELL, A. WHINSTON, Michael D., and GREEN, Jerry R. Microeconomic theory. Oxford University Press, Inc. New York. 1995.

PARK, T.; LOOMIS, J. Comparing models for contingent valuation surveys: Statistical efficiency and the precision of benefit estimates. Northeastern Journal of Agricultural and Resource Economics, v. 21, p. 170-176, 1992.

McCONNELL, K. E. Models for referendum data: The structure of discrete choice for contingent valuation. Journal of Environmental Economics and Management, v. 18, p. 19-35, 1990.

SILVA,R.G.;LIMA,J.E.. Valoração contingente do parque "Chico Mendes": uma aplicação probabilística do método referendun com bidding games. Revista de Economia e Sociologia Rural, Rio de Janeiro, v. 42, p. 685-708, 2004.