

Efeitos Das Queimadas Sobre O Bem-Estar Das Famílias No Tocantins: Uma Aplicação Do Método De Avaliação Contingente¹

Land Burning On The Effects Of Welfare Of Families In Tocantins: An Application Of Contingent Valuation Method

*Guilherme de Lima Alves²
Adriano Nascimento da Paixão³*

Resumo: As queimadas contribuem de maneira negativa a saúde das pessoas, principalmente pela poluição do ar. Dessa forma, o objetivo principal deste estudo foi estimar a disposição a pagar (DAP) da sociedade tocantinense pela melhoria da qualidade do ar. Este artigo apresenta uma aplicação do método de avaliação contingente para valorar os custos causados pelas queimadas. Foi utilizado o modelo logit e o Estimador de Turnbull para o cálculo da disposição a pagar média. A disposição a pagar média pela melhoria da qualidade do ar no modelo logit foi de R\$ 15,21, e pelo o estimador de Turnbull R\$14,12 ambos sem os votos de protesto. Já as variáveis explicativas utilizadas neste modelo foram a renda familiar, idade e escolaridade. Com isso o benefício advindo da disposição a pagar da sociedade e os custos evitados com o tratamento de doenças respiratórias, demonstram a viabilidade econômica e social para implantação do projeto de controle das queimadas.

Palavras-chave: Logit, Estimador de Turnbull, Poluição do ar e queimadas.

Abstract: The fires contribute in a negative way the health of people, mainly by air pollution. Therefore, the main objective of this study was to estimate the willingness to pay (WTP) of Tocantins society by improving air quality. This paper presents an application of contingent valuation method to value the costs caused by the fires. Logit model and the Turnbull Estimator was used to calculate the average willingness to pay. The average willingness to pay for improved air quality in the logit model was R\$ 15.21, and the Turnbull estimator of R\$ 14.12, both without protest votes. Since the explanatory variables used in this model were family income, age and education. Therewith, the benefit arising from the willingness to pay of society and the costs avoided by the treatment of respiratory diseases, demonstrate the economic and social viability of the project for implementation of control fires.

Keywords: Logit, Turnbull's Estimator, Air pollution and forest fires.

JEL: Q51

Introdução

Os recentes efeitos causados pelo aumento da poluição do ar decorrente da emissão de gases têm trazido grande preocupação à sociedade moderna. O avanço tecnológico do mundo trouxe consigo um aumento na quantidade e na variedade de poluentes eliminados na atmosfera, prejudicando a qualidade de vida em nosso planeta. Isto ocorre, principalmente, por causa do cenário que se configura a sociedade com utilização de recurso não-renovável, e pelo volume de queimadas ocasionadas para renovação ou recuperação de pastagens. O volume crescente de

¹ Artigo recebido em Agosto de 2010 e aprovado em Fevereiro de 2012.

² Economista, Mestre em Desenvolvimento Regional e Agronegócio pela Universidade Federal do Tocantins. E-mail: guialves99@yahoo.com.br

³ Economista, Doutor em Economia Aplicada. Professor do Mestrado em Desenvolvimento Regional da Universidade Federal do Tocantins. E-mail: anpaixao@uft.edu.br.

queimadas acaba acarretando prejuízo à saúde dos seres humanos, dos animais e das plantas. Além dos problemas ambientais ocasionados, existe o prejuízo econômico com elevação dos gastos públicos relacionados ao aumento do número de internações gerado pelo volume de queimadas.

Segundo as estatísticas do Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais – Inpe (2010) existe um quadro grave e preocupante em relação ao volume de queimadas e a qualidade do ar no Brasil. Através das imagens do satélite Noaa-15, durante o período de janeiro de 2009 a dezembro de 2009 o país se encontrou em primeiro lugar no *ranking* da quantidade de focos de queimadas na América do Sul, com 58% do volume total, seguido respectivamente, pela Argentina com 16% e o Bolívia com 8%.

As queimadas ocorrem em todo o território nacional motivadas por fatores locais sendo provocada direta ou indiretamente pelo homem, quer seja para abrir novas fronteiras agrícolas, quer seja para obter pastagem fresca para o gado (Coutinho, 1990).

Entre as regiões brasileiras o Nordeste corresponde a 36% dos focos de queimadas, acompanhado pela região Norte com 35%, Centro-Oeste com 19%, Sudeste com 8% e por último a região sul com 2% no ano de 2009. Na região Norte se destaca o estado do Pará com cerca 69% dos focos de queimadas, vindo acompanhado pelo estado do Tocantins 14%, Rondônia 6%, Amazonas 5%, Roraima 3%, Amapá 2% e o Acre 1% (Inpe, 2010).

Segundo o Instituto de Natureza do Tocantins – Naturatins (2010), os meses de agosto, setembro e outubro de 2009, o estado apresenta os maiores índices de queimadas onde correspondem respectivamente a 14%, 52% e 14% do total do ano.

De acordo com a Organização Pan-Americana de saúde - Opas (2009), a exposição humana a fumaça é mais aguda a população que vive em áreas próximas das queimadas, através da inalação e/ou em contato a pele. Sendo as pessoas mais suscetíveis a contrair doenças relacionadas à poluição do ar são as alérgicas, as com doenças crônicas, além das crianças e dos idosos. Os principais efeitos da inalação da fumaça detectados são: os aumentos das infecções respiratórias, das bronquites, dos ataques de asma, das inflamações dos pulmões, dos casos de câncer e da mortalidade das pessoas com problemas pulmonares.

Estima-se que no ano de 2009 o número de internações ocasionado por doenças respiratórias foi em torno dos de 1.523.511 registradas nos hospitais do Sistema Único de Saúde – Sus (2010).

Conforme Motta, *et al.*, (2002), 6% do total de internações por doenças respiratórias foram provocadas pela fumaça originada pela queima de biomassa vegetal. Estas estimativas são conservadoras desde que unicamente foram considerados os casos de doenças respiratórias registrados no Sus, ficando de fora pacientes atendidos nos hospitais privados, assim como pessoas que recorrem à automedicação.

Diante deste contexto enfatiza-se a valoração dos custos econômicos causado pelas queimadas no estado do Tocantins justificada pela crescente preocupação com a questão ambiental e pelo aumento de doenças ocasionada pela inalação de fumaça.

Entre os métodos de valoração econômica existente optou-se por utilizar o Método de Avaliação Contingente (MAC) por ser o mais apropriado nos casos de valoração de bens públicos e ativos ambientais como nos efeitos maléficos causados pelas queimadas.

O objetivo geral deste artigo é mensurar em termos monetários, o ganho de bem-estar da população de uma eventual melhoria na qualidade do ar.

A literatura sugere que esse problema pode ser resolvido através da estimação da disposição a pagar dos indivíduos pelos referidos bens. Paixão (2008) mensurou em termos monetários, o ganho de bem-estar de uma eventual melhoria do serviço de saneamento básico no município de Palmas-TO. Silva (2005) mensurou a disposição a pagar da população do estado do Acre para evitar os danos a saúde oriundos das queimadas. Fernandez (2008) identificou a disposição a pagar das famílias para evitar as queimadas geradas pelo plantio da cana-de-açúcar. Motta *et al.*, (2002), analisou o custo econômico do fogo na Amazônia. Nepstad *et al.*, (1999) decompôs a origem, impactos e prevenção do fogo na floresta Amazônica. Tafner *et al.*, (2003), verificou a disposição a pagar da população em projetos de restauração do patrimônio histórico-cultural no Brasil.

2 Metodologia

2.1 Método de Avaliação contingente

Em linhas gerais, o método consiste em estimar os valores médios e medianos, que os consumidores estão dispostos a pagar/receber por um bem de valor não observável, através da modelagem de uma variável discreta, observável, com respostas do tipo (sim ou não), e de outras variáveis explicativas, obtidas em pesquisa de campo (Tafner *et al.*, 2003).

2.2 Modelos Econométricos

Um dos aspectos mais importante no cálculo da DAP é a definição do modelo econométrico para melhoria da qualidade no estado do Tocantins. De acordo com o formato da pergunta adotado eliciação fechada, optou-se como modelo paramétrico o Logit e como modelo não-paramétrico o Estimador de Turnbull.

2.2.1 Modelo Logit

O modelo logit tem como base uma função logística de probabilidade acumulada definida como:

$$\text{Prob}(y_i = 1) = \frac{e^{\beta'X_i}}{1 + e^{\beta'X_i}} = \frac{1}{1 + e^{-\beta'X_i}} = F(\beta'X_i) \quad (1)$$

considera-se y_i uma variável binária, X_i o vetor de variáveis explicativas e o β , o vetor de parâmetros, desta forma define-se:

$$\text{Prob}(y_i = 0) = \frac{1}{1 + e^{\beta'X_i}} = 1 - F(\beta'X_i) \quad (2)$$

A esperança condicionada de y_i é dada por:

$$E(y_i|X_i) = \frac{1}{(1 + e^{\beta'X_i})} = \frac{1(e^{\beta'X_i})}{(1 + e^{\beta'X_i})} = \frac{e^{\beta'X_i}}{(1 + e^{\beta'X_i})}$$

$$E(y_i|X_i) = \text{Prob}(y_i = 1) = F(\beta'X_i)$$

(4)

A estimação do *logit* é feita através do método máxima verossimilhança. Conforme Freeman III (2003), define-se a função a verossimilhança:

$$L = \prod_{i=1}^N \frac{[e^{\beta'X_i}]^{y_i}}{[1 + e^{\beta'X_i}]} \frac{[1]^{1-y_i}}{[1 + e^{\beta'X_i}]}$$

2.2.2 Modelo Não-Paramétrico : Estimador de Turnbull⁴

Segundo Haab & McConnell (1997), o estimador de Turnbull utiliza a função de distribuição empírica dos dados para calcular a mediana e o valor médio da DAP. A estimação do valor da DAP é com base na distribuição de probabilidade empírica dos resultados observados na pesquisa de campo. Utiliza-se o estimador como forma de resolver o problema de estimação negativa. Considerando uma amostra de tamanho X e cada indivíduo oferecendo um lance x , onde se varia de ($x_j=1, 2, 3, \dots, m$), para um determinado bem público. Pergunta-se o valor de contingência, aos entrevistados da seguinte forma: “Você pagaria uma quantia x_j pela melhoria da qualidade do ar através da redução do volume de queimadas?”. Caso responda-se “sim” da $DAP \geq x_j$. Caso contrário $DAP < x_j$. A DAP é uma variável não observável. A probabilidade que um indivíduo tenha escolhido uma disposição a pagar menor que o oferecido é:

$$P(DAP < x_j) = F_j \quad (6)$$

considera-se F_j a probabilidade de não aceitar a pagar o lance oferecido de x_j , identifica-se P_j como $P_j = F_j - F_{j-1}$. Para determinar as estimativas de F_j , definiu-se $N_j = 1$ se o indivíduo aceitar a pagar o lance oferecido e $Y_j = 0$ se o indivíduo não aceitar a pagar.

Quando os F_j é parâmetro a função de verossimilhança pode ser caracterizada seguinte forma:

$$P(F; N, Y) = \sum_{j=1}^m [N_j \ln(F_j) + Y_j (1 - F_j)] \quad (7)$$

Se a amostra e os lances oferecidos forem escolhidos aleatoriamente então os resultados podem ser interpretados pela possibilidade de sucesso igual a $(1 - F_j)$.

⁴ Esta seção foi baseada em Haab e Mcconell (1997).

$$P(F; N, Y) = \sum_{j=1}^m [N_j \ln \left(\sum_{i=1}^j P_i \right) + Y_j \ln (1 - \sum_{i=1}^j P_i)] \quad (8)$$

A condição de primeira ordem; assumindo que $f_2 = 0$:

$$f_j = \frac{Y_j}{Y_j + N_j} \quad (9)$$

garante-se $f_i > 0$, desde que $N_i \neq 0$, portanto a condição de primeira ordem para f_1 será:

$$f_1 = \frac{Y_1}{Y_1 + N_1} \quad (10)$$

Se as escolhas dos indivíduos coincidirem as expectativas iniciais, cujo os pagamentos mais elevados apresentam uma proporção maior para resposta “não”, então a função empírica deverá ser estimada:

$$f_2 = \frac{Y_2}{Y_2 + N_2} - f_1 \quad (11)$$

logo, f_2 será positivo se:

$$\frac{Y_2}{Y_2 + N_2} > \frac{Y_1}{Y_1 + N_1} \quad (12)$$

Considere agora que a proporção de entrevistados que não aceitem a pagar Y_2 é menor que a proporção Y_1 tem-se que a estimativa de f_2 será negativa, onde se viola a suposição de monotonicidade da função de distribuição acumulada.

Assumindo $f_3 \neq 0$, é possível subtrair $\frac{\partial \ln L}{\partial f_3}$ de $\frac{\partial \ln L}{\partial f_2}$ para obter as condições de primeira ordem de Turnbull:

$$\frac{\partial \ln L}{\partial f_1} - \frac{\partial \ln L}{\partial f_3} = \frac{Y_1 + Y_2}{f_1^*} - \frac{N_1 + N_2}{1 - f_1^*} = 0 \quad (13)$$

onde f_1^* é a estimativa de Turnbull.

Resolvendo para f_1^* :

$$f_1^* = \frac{Y_1 + Y_2}{Y_1 + Y_2 + N_1 + N_2} \quad (14)$$

A solução Kuhn-Tucker serve como alternativa para o problema da monotonicidade da função de distribuição empírica de f_j que é combinar as sub-amostras j e $(j + 1)$. Estima-se f_j :

$$f_j^* = \frac{Y_j^*}{Y_j^* + N_j^*} - \sum_{k=1}^{j-2} f_k^* \quad (15)$$

Caso f_j continuar negativo, o procedimento é repetido até a posição em que f_j^*

calculado é positivo. Então, pode-se definir $f_j^* = \frac{Y_j^*}{X_j^*}$.

Sendo o principal o objetivo do Método Valoração Contingente é encontrar a média da DAP, medida no modelo de Turnbull onde se considera $F_0^* = 0$ e $F_M^* + 1 = 1$:

$$E(DAP) = \sum_{j=0}^{M^*} x_j (F_{j+1}^* - F_j^*) \quad (16)$$

2.3 Fonte de dados e Procedimentos

Para estimação da disposição a pagar pela melhoria da qualidade do ar no estado do Tocantins foi necessária a aplicação de questionários no município de Palmas - TO. O questionário foi elaborado a partir de outros trabalhos como Silva (2005), Fernandez (2008) e Paixão (2008) onde se pode identificar o perfil dos respondentes, tais como sexo, renda, escolaridade e sua disposição a pagar

A pesquisa de campo foi realizada em duas etapas sendo a primeira a pesquisa piloto e a segunda a pesquisa final. A pesquisa piloto realizou 60 entrevistas, com finalidade de testar o questionário e obter informações para dimensionar a amostra e o intervalo de variação da DAP. A forma de eliciação para captação da DAP na entrevista piloto foi a aberta.

O tamanho da amostra n foi definido com base na equação abaixo:

$$n = \left(\frac{z_{\alpha/2} \sigma}{E} \right)^2 \quad (17)$$

Onde,

n = número de indivíduos na amostra;

$z_{\alpha/2}$ = valor crítico que corresponde ao nível de significância adotado;

σ = desvio padrão populacional da variável (no caso, foi utilizado s = desvio padrão amostral da DAP);

E = erro máximo da estimativa

Adotou-se um nível de significância de 5% ($\alpha = 5\%$) e erro amostral de 10% ($E = 10\%$), relativos à média dos valores de DAP obtidos com a aplicação inicial de questionários e considerando-se que a distribuição seja normal. Através disto o tamanho da amostra⁵ foi de 583 entrevistas. No entanto para pesquisa final foram aplicados 600 questionários considerando que sempre há perda de questionários válidos por preenchimento incorreto do entrevistador ou por haver recusa do entrevistado em declarar algumas informações.

Os dados foram coletados nos meses de dezembro de 2009 a janeiro de 2010. As entrevistas foram realizadas em locais de grande circulação de pessoas na cidade de Palmas-TO. A aplicação dos questionários foi realizada por estudantes do curso de ciências econômicas da Universidade Federal do Tocantins.

O método de eliciação adotado foi o referendo onde se questiona: “Se o individuo está disposto a pagar R\$ X pela melhoria da qualidade do ar?” A quantia X é sistematicamente modificada ao longo da amostra para avaliar a freqüência das respostas dadas frente a diferentes níveis de lances. As estimações de todos os

⁵ Considera-se a seguinte informação: $\frac{z_{\alpha}}{2}$ igual 1,96 (95% de confiança), σ igual a 7,454779 E igual a 0,605, correspondendo a 10% da media encontrada na pesquisa piloto.

modelos deste trabalho foram feitas através do pacote estatístico *Stata*, versão 10.0 da *StataCorp*.

A partir da amplitude do valor da DAP obtida na pesquisa piloto foram determinados os valores do lances oferecidos apresentados a cada de indivíduo por sorteio aleatório um conjunto de 8 valores: R\$ 0,5, R\$ 1,00, R\$ 2,00, R\$ 5,00, R\$ 10,00, R\$ 15,00, R\$ 20,00 e R\$ 30,00 distribuídos aleatoriamente entre os entrevistados.

3 Resultados e Discussão

Quanto ao gênero dos respondentes, 47,50% são do sexo masculino e 52,50% são do sexo feminino. Com relação a raça/cor dos entrevistados 25,13% consideram-se brancos 17,59%, negros 12,23%, amarelos 1,84%, pardos 42,55%, 0,67% outros.

Tabela 1 – Estatística descritiva da idade, escolaridade, renda individual, renda familiar, números de membros na família e gastos em função de doenças causadas pelas queimadas em Palmas-TO em 2009/2010

Variável	Média	Desvio-Padrão	Mínimo	Máximo
Idade (anos)	30,46	10,21	18	65
Escolaridade (anos)	13,16	2,57	4	16
Renda individual (R\$)	1.201,53	1.320,71	0	11.000
Renda familiar (R\$)	2.448,26	1511,12	465	11.000
Nº membros familiar	3,15	0,93	1	5
Gastos (R\$)	121,73	103,46	0	700

Fonte: Dados da pesquisa.

Conforme os dados da Tabela 1, a idade média dos entrevistados é 30,46 anos sendo o indivíduo de maior idade 65 anos e o de menor idade 18 anos. A escolaridade do público entrevistado médio é de 13,16 anos de estudo, sendo o de maior tempo de tempo de estudo 16 anos e de menor tempo 4 anos. A média de membros da família encontra-se em 3,15 pessoas, tendo como o máximo de membros de uma 5 pessoas e o mínimo 1 pessoa. Os gastos originados com tratamento médico da população com as doenças oriunda das queimadas têm-se como média R\$ 121,73, considerando o indivíduo de maior gasto R\$ 700,00 e de menor gasto R\$ 0,00. A renda individual média R\$ 1.201,53 sendo a maior renda de R\$ 11.000,00 e a menor de R\$ 0,00. E por fim a renda familiar média de R\$ 2.448,26 considerando a maior renda de R\$11.000,00 e de menor renda R\$ 465,00.

Como o intuito deste trabalho é captar a disposição a pagar das pessoas pela a melhoria da qualidade do ar. Foi apresentado um cenário hipotético sobre os efeitos causados pelas queimadas a saúde da população no estado do Tocantins. Diante deste cenário foi perguntado aos respondentes se eles estavam dispostos a pagar um valor R\$ X mensalmente através da conta de energia de forma temporária. A Tabela 2 apresenta a disposição a pagar dos entrevistados pelos lances oferecidos.

Tabela 2 – Resumo das Respostas da Disposição a Pagar em Palmas-TO, 2009/2010

Valor oferecido (R\$)	Não	Sim	Total
0,50	20	55	75
1,00	30	45	75
2,00	33	42	75
5,00	40	35	75
10,00	43	32	75
15,00	48	27	75
20,00	55	20	75
30,00	71	4	75
Total	340	260	600

Fonte: Dados da pesquisa

Conforme os dados da Tabela 2, os lances de menor valor apresentam uma aceitação maior do que os lances mais altos. Dos valores oferecidos na pesquisa o valor de R\$ 0,50 foi o que obteve maior aceitação com 73,33% e o que obteve menor aceitação foi o de R\$ 30,00 com 5,33%.

A Tabela 3 apresenta as estimações das variáveis explicativas utilizando o modelo logit, considerando a variável dependente como binária, assumindo o valor 1 se o entrevistado está disposto a pagar e o valor 0 caso não esteja disposto a pagar.

Tabela 3- Estimativa do modelo logit sem a retirada dos votos de protesto, 2009/2010

Variável	Coefficiente	P_valor	Efeito Marginal
Intercepto	-3.0967 (0.60894)	0.00	
Valor do lance	-0.09557 (0.01201)	0.00	-0.2396
Idade (anos)	0.05396 (0.00905)	0.00	0.01299
Escolaridade (anos de estudo)	0.10827 (0.04330)	0.01	0.02606
Renda Familiar	0.00025 (0.000074)	0.00	0.00006
Log de Máxima Verossimilhança	-322.457		
Teste LR χ^2	176.16		
Prob > χ^2	0.0000		
Pseudo R ²	0.2145		
Número de Observações	600		

Nota: desvio- padrão em parênteses.

Fonte: Resultado da Pesquisa.

Analisando o comportamento das variáveis explicativas no modelo constatou-se que o intercepto, valor, renda familiar, escolaridade (anos de estudo) e idade apresentaram seus coeficientes estatisticamente significativos a 1%.

O comportamento das variáveis ficou de acordo com outros estudos, onde o coeficiente da variável valor foi negativo, ou seja, quanto maior seu valor do lance menor é a probabilidade do indivíduo aceitar a pagar pelo bem em questão. As outras variáveis (idade, escolaridade e renda familiar) afetam positivamente a probabilidade dos respondentes aceitarem a pagar.

O efeito marginal do lance demonstra que para uma variação de R\$ 1,00 do valor do lance, a probabilidade do entrevistado estar disposto a pagar pelo projeto diminui 0,23 pontos percentuais. Em relação à idade para cada ano a mais o indivíduo tiver aumenta sua disposição a pagar em 0,01 pontos percentuais. Para cada ano de estudo a mais que o entrevistado tiver aumenta sua disponibilidade a pagar em 0,02 pontos percentuais. E para cada R\$ 1,00 a mais de renda que o indivíduo tiver maior sua disposição a pagar em 0,00006 pontos percentuais. Já o resultado do teste de razão de verossimilhança (LR) indica que pelo menos um dos parâmetros estimados é diferente de zero e o valor assumido pelo pseudo R² foi de 0,21. Estimou-se um novo modelo excluindo os votos de protesto, haja vista que a exclusão dessas observações pode afetar de alguma forma o resultado.

Tabela 4- Estimativa do modelo logit sem votos de protesto, 2009/2010

Variável	Coefficiente	P_valor	Efeito Marginal
Intercepto	-3.6115 (0.84330)	0.00	
Valor do lance	-0.1322 (0.01678)	0.00	-0.0272
Idade	0.62408 (0.01320)	0.00	0.01286
Escolaridade (anos de estudo)	0.2386 (0.06240)	0.00	0.04920
Renda Familiar	0.00020 (0.00010)	0.00	0.00004
Log de Máxima Verossimilhança	-179.55669		
Teste LR χ^2	155.88		
Prob > χ^2	0.00		
Pseudo R ²	0.3027		
Número de Observações	398		

Nota: desvios- padrão em parênteses.

Fonte: Resultado da Pesquisa.

Analisando o comportamento das variáveis explicativas no modelo sem voto de protesto constatou-se que todas as variáveis explicativas foram estatisticamente significativas a 1%. Os coeficientes apresentaram os sinais esperados com os assumidos no presente estudo com relação inversa entre o lance e a probabilidade de contribuir pela implantação do projeto, e relação positiva com a renda, idade e escolaridade. O valor do coeficiente de determinação do pseudo R² foi de 0,30 (Tabela 4).

O resultado do efeito marginal indica que para uma variação de R\$ 1,00 no valor do lance, a probabilidade do indivíduo esta disposto a pagar pelo projeto cai

cerca de 0,0272 pontos percentuais. Em relação à idade para cada ano a mais o indivíduo tiver aumenta sua disposição a pagar em 0,01 pontos percentuais. Para cada ano de estudo a mais que o entrevistado tiver aumenta sua disponibilidade a pagar em 0,04 pontos percentuais. E para cada R\$ 1,00 a mais de renda que o indivíduo tiver maior sua disposição a pagar em 0,00004 pontos percentuais.

A tabelas 5 apresenta os valores das DAPs médias para cada modelo com ou sem os votos de protesto e os seus respectivos intervalos de confiança pela melhoria da qualidade do ar.

Tabela 5 – Estimativas da DAP mensal com o modelo logit a partir do instrumento Krinsky-Robb, Palmas-TO, 2009/2010

DAP	Modelo Logit (com todas as observações)	Modelo Logit (sem os votos de protesto)
Mediana/ Média da DAP ⁶ (R\$)	6.52	15.21
Limite Inferior da DAP (R\$)	4.38	13.04
Limite Superior da DAP (R\$)	8.46	18.04
Razão Intervalo de Confiança/Média	0.63	0.33

Nota: Estimativas obtidas com 10.000 replicações.

Fonte: dados da pesquisa.

Com base nos dados da Tabela 5, a média da DAP indicou que as pessoas estão dispostas a pagar mais pela implantação do projeto no modelo sem voto de protesto com o valor de R\$ 15,21. A média DAP com votos de protesto foi inferior 2,33 vezes a média da DAP sem protesto ficando com R\$ 6,52. Em relação ao limite inferior das DAPs, o modelo com todas as observações foi de R\$ 4,38, enquanto o modelo sem protesto R\$ 13,04. Já o limite superior da DAP com os votos de protestos foi de R\$ 8,46 e o sem os votos de protesto R\$ 18,04. O razão intervalo de confiança/média da DAP para o modelo com todas as observações ficou em 0,63 e o modelo sem protesto 0,33.

Analisando os resultados da DAP média, com os votos de protesto, estes afetam de forma significativa o valor da média da DAP estimada. Como se observa na Tabela 5, a média da DAP no modelo sem protestos foi mais de duas vezes o valor da media da DAP para o modelo com todas as observações. A idéia de se retirar os votos de protesto está no fato de que os indivíduos não revelam suas verdadeiras preferências e sim revela sua insatisfação pelo fato de pagar pelos custos do projeto. Desta maneira, existe uma relação inversa entre o número de votos de protesto e a DAP estimada. Com isso foi possível observar que o modelo sem os votos de protesto apresenta uma estimativa da DAP melhor, pois o razão intervalo de confiança/media é menor ao da estimativa do modelo com voto de protesto.

Também para o presente estudo calculou-se a função de distribuição empírica do estimador de Turnbull. Esta metodologia permitirá estimar através da análise das questões elaboradas na pesquisas de campo a DAP média dos tocaninenses. As Tabelas 6 e 7 apresentam os resultados da função de distribuição empírica com todas as observações e com a retirada dos votos de protesto. Uma das condições para

⁶ No modelo logit a mediana se iguala a média por ter uma distribuição normal simétrica.

encontrar a DAP pelo estimador de Turnbull é que a função de distribuição acumulada (F_j) seja monotonamente crescente, conforme o apresentado na tabela 6.

Tabela 6 – Estimativa da função de distribuição empírica de Turnbull com todos os dados, Palmas-TO, 2009/2010

Lance (X_j)	“Não” (Y_j)	Total de Respostas	$F_j=Y_j/X_j$	F_j^*	f_j^*
0,5	20	75	0,27	0,27	0,27
1,00	30	75	0,40	0,40	0,13
2,00	33	75	0,44	0,44	0,04
5,00	40	75	0,53	0,53	0,09
10,00	43	75	0,57	0,57	0,04
15,00	48	75	0,64	0,64	0,07
20,00	55	75	0,73	0,73	0,09
30,00	71	75	0,95	0,95	0,22
>30,00		75	1,00	1,00	0,05
Total	340	600			

Fonte: Resultado da pesquisa

Na tabela 7 o primeiro aspecto analisado foi à condição de monotonicidade que não foi respeitado ao excluir os votos de protesto. Isto aconteceu nos lances de valor de R\$1,00 e no R\$ 20,00. Corrigiu-se este problema ao juntar as respostas do lance de R\$ 1,00 com o R\$ 2,00 e o de R\$ 20,00 com o de R\$ 30,00. Com isso a coluna F_j passou a ter uma à nova função de distribuição acumulada que obedece ao princípio da monotonicidade.

Tabela 7 – Estimativa da Função de Distribuição Empírica de Turnbull sem votos de protesto, Palmas-TO, 2009/2010

Lance (X_j)	“Não” (Y_j)	Total de Respostas	$F_j=Y_j/X_j$	F_j^*	f_j^*
0,5	9	64	0,14	0,14	0,14
1,00	6	51	0,12	-	-
2,00	10	52	0,19	0,16	0,02
5,00	9	44	0,20	0,20	0,04
10,00	23	55	0,42	0,42	0,22
15,00	29	56	0,52	0,52	0,10
20,00	20	40	0,50	-	-
30,00	32	36	0,89	0,68	0,16
>30,00			1,00	1,00	0,32
Total	138	398	1,00	1,00	1,00

Fonte: Resultado da pesquisa.

De acordo com a expressão (14) calculou-se a média da disposição a pagar pela implantação de um programa de controle as queimadas no estado do Tocantins a partir do estimador não-paramétrico de Turnbull. A mediana DAP foi obtida através da interpolação linear entre os valores oferecidos, que são os limites inferiores e superiores do intervalo da classe onde se posiciona a mediana, ou seja:

$$\text{DAP mediana} = L_i + \left(\frac{0,5 - F_{aa}}{F_{med}} \right) h$$

Onde:

L_i = limite inferior da classe,

F_{aa} = frequência acumulada da classe anterior da mediana;

F_{med} = frequência acumulada da classe da mediana;

h = amplitude do intervalo da qual pertence a classe mediana.

Tabela 8- Estimativas da DAP Mediana e Media a partir do Estimador de Turnbull, Palmas-TO, 2009/2010

DAP	Turnbull com Protesto	Turnbull sem Protesto
Mediana da DAP (R\$)	2.33	10.79
Média da DAP (R\$)	8.42	14.12
Desvio Padrão da DAP	0.57	1.26
Limite Inferior da DAP (R\$)	7.30	11.63
Limite Superior da DAP (R\$)	9.54	16.60
Razão Intervalo de Confiança/Média	0.27	0.35

Fonte: Resultado da pesquisa

O valor do modelo com voto de protesto subestimou novamente os valores da média e mediana da DAP. Ao eliminar os votos de protesto aumentou-se o valor da disposição a pagar dos indivíduos de R\$ 8,42 para R\$14,12. Os resultados da DAP obtidos pelo modelo não-paramétrico foram aproximados a do modelo logit. Em relação à precisão da estimativa da média da DAP, com os votos de protesto foi maior comparada com os sem votos de protesto (Tabela 8).

3.1 Resultados Agregados

Segundo Zancul (1998), as emissões de poluentes geradas pelos focos queimadas causam efeitos nocivos à saúde das pessoas. Isso acaba implicando num custo financeiro aos cofres do governo com tratamento das internações por doenças respiratórias.

Conforme os dados do Sus (2010), sobre os custos das internações hospitalares, por doenças respiratórias de 2009, a Região Norte gastou em torno R\$ 88.214.663,08 neste ano em tratamento de doenças relacionada ao sistema respiratório, correspondendo aproximadamente 7% do total do país. Já o estado do Tocantins correspondeu a quase 12% dos gastos da Região Norte com R\$ R\$ 9.891.964,12 Os custos das internações estão subestimados, pois não se consideram os gastos com inalação, atendimento ambulatorial e outros tratamentos posteriores à internação.

Com relação aos valores representativos da DAP foram utilizados os valores médios desta variável. No estado do Tocantins considerou-se 280.223 domicílios

permanentes (IBGE, 2000). A tabela 9 mostra os valores agregados mensais e anuais para a DAP média.

Tabela 9- Valores agregados da disposição a pagar média pela melhoria da qualidade do ar, estimativas do modelo paramétrico e não-paramétrico, Palmas- TO 2009/2010

Modelo	DAP	Valores Agregados (R\$)	
	Média (R\$)	DAP mensal	DAP anual
Logit	6,52	1.827.054,00	21.924.648,00
Estimador de Turnbull	8,42	2.359.478,00	28.313.732,00

Fonte: Elaboração própria.

Considerando a DAP média como referência, o ganho de bem-estar anual da população associado à melhoria da qualidade do ar com fim das queimadas foi de R\$ 21.924.648,00, considerando a menor estimativa o modelo paramétrico e de R\$ 28.313.732,00, considerando a maior estimativa para o modelo não-paramétrico (Tabela 9).

Tabela 10 - Valores Agregados da disposição a pagar média pela melhoria da qualidade do ar sem votos de protesto, estimativas do modelo paramétrico e não-paramétrico, Palmas- TO 2009/2010.

Modelo	DAP	Valores Agregados (R\$)	
	Média (R\$)	DAP mensal	DAP anual
Logit	15,21	4.262.192,00	51.146.302,00
Estimador de Turnbull	14,12	3.956.749,00	47.480.985,00

Fonte: Elaboração própria.

A tabela 10 apresenta os valores agregados mensais e anuais da DAP média sem votos de protesto, o ganho de bem-estar anual estimado ficou R\$ 51.146.302, para o modelo logit e R\$ 47.480.985,00 para o estimador de Turnbull.

A disposição a pagar média anual da sociedade pela melhoria da qualidade ar poderia ser utilizada em financiamento de projetos de investimento que criem políticas públicas de controle das queimadas. Outro aspecto a ser analisado é que sistema único de saúde gastou em torno R\$ 9.819.864,12 no estado do Tocantins com despesas de tratamento de doenças respiratórias que poderiam ser reduzidos com a melhoria da qualidade do ar.

Em comparação ao estudo Silva (2005) a disposição a pagar média da população tocantinense foi maior do que a do Acre sendo de R\$ 6,52 enquanto a do Acre R\$ 5,30, no entanto, sem os votos de protestos a disposição a pagar do Tocantins foi de R\$ 15,21 menor do que a do Acre que foi de R\$ 22,70. Com relação ao trabalho Fernandez (2008) a disposição a pagar da população tocantinense foi superior a disposição a pagar da população da cidade de Ribeirão Preto - SP tanto com ou sem votos de protesto que foram respectivamente de R\$ 6,15 e R\$ 13,06 neste município.

Considerações Finais

A utilização das queimadas no processo de preparo do solo, na abertura de pastagem, entre outras formas, acabam causando efeitos danosos à sociedade, principalmente a saúde dos indivíduos. Neste contexto, mensurou-se a disposição a pagar pela melhoria da qualidade do ar que pode ser utilizado como uma decisão relevante na formulação das políticas públicas que visem criar formas que diminuam os impactos negativos ocasionado pela utilização do fogo. O objetivo principal foi estimar a disposição a pagar (DAP) pela melhoria da qualidade do ar no estado do Tocantins e identificar quais os fatores que afetam essa disposição.

No estudo verificou-se que existe uma relação positiva entre os focos de queimadas e o número de internações por doenças respiratórias servindo como base ao método de valoração contingente fornecendo maior confiabilidade para análise de políticas públicas.

Este trabalho apresentou uma limitação em relação à amostragem que foi conduzida apenas em Palmas – TO e não a nível estadual, considerando que a capital do estado do Tocantins tem a maior renda *per capita*, e analisando que os indivíduos costumam a subestimar o valor da DAP, logo existe efeito de compensação entre os dois fatos.

O cenário construído na entrevista apresentou os principais efeitos causados pelas queimadas à saúde da população tocantinense em seguida perguntou-se ao indivíduo se ele estaria disposto a contribuir mensalmente através da conta de energia pelo período de um ano pela implantação de um programa que vise a reduzir o volume de queimadas e por decorrência disto acarretaria na melhoria da qualidade do ar.

Os valores médios estimados da disposição a pagar pela melhoria da qualidade do ar com o controle das queimadas foi de R\$ 6,52 no modelo logit e de R\$ 8,42 pelo modelo não-paramétrico o estimador de Turnbull. Os resultados obtidos pelos modelos com todas as observações mostraram que a média da disposição a pagar pelo modelo logit foi mais conservadora do que o modelo não-paramétrico.

No entanto média da disposição a pagar sem os votos de protesto apresentou o resultado de R\$ 15,21 para o modelo logit e de R\$ 14,12 para o estimador de Turnbull. Neste caso o modelo mais conservador foi o modelo não-paramétrico.

De acordo com modelos estimados se pode identificar quais as variáveis que afetam a probabilidade do indivíduo aceitar pagar alguma quantia a mais pela melhoria da qualidade do ar. As variáveis renda familiar, a idade e a escolaridade (anos de estudo) dos entrevistados tiveram um impacto positivo sobre a probabilidade das pessoas aceitarem a pagar. Enquanto a variável valor do lance teve um impacto negativo. Esse resultado demonstra uma relação positiva entre disposição a pagar pelo projeto e as variáveis renda familiar, idade e escolaridade, enquanto variável valor do lance oferecido mostra uma relação negativa.

A partir do valor agregado da disposição a pagar média anual estimada, o ganho de bem-estar associado à melhoria da qualidade do ar para modelo com todas as observações foi R\$ 21.924.648,00 para o modelo paramétrico e de R\$ 28.313.732,00 para o modelo não-paramétrico, enquanto as estimativas para o modelo sem votos de protesto ficaram de R\$ 51.146.302,00 para o modelo logit e R\$ 47.480.985,00 para o estimador de Turnbull.

É importante salientar a preocupação da sociedade em relação a este tema sendo de fundamental importância o estabelecimento de políticas públicas que viabilizem a melhoria da qualidade do ar com o envolvimento de toda coletividade.

As hospitalizações ocasionadas pelas doenças respiratórias originam um custo ao sistema único de saúde que poderia ser evitado se existissem políticas públicas focada na melhoria da qualidade do ar. O custo pelo tratamento de doenças vinculado a poluição do ar no estado no Tocantins ficou em R\$ 9.891.864,12 no ano de 2009.

A disposição a pagar pela melhoria da qualidade do ar pode ser utilizada como fonte de financiamento de projetos vise um controle mais rígido nos focos de queimadas, a geração de tecnologia que crie alternativas no preparo do solo na produção agropecuária e por fim possua impactos menores ao meio ambiente na produção agropecuária.

Somente com medidas articuladas e que levem em conta, a integração entre o poder público e a sociedade, com a criação tecnologia “limpa” para o campo, a determinação de uma política de multas punitivas para os agentes que poluírem o ar através das queimadas, gerando um mecanismo de identificação dos emissores e quantidade de poluente emitido para que sejam punidos através de multas com o valor correspondente que a sociedade se dispõe a contribuir pela melhoria da qualidade do ar.

Referências

COUTINHO, L.M. Fire in The Ecology of The Brazilian Cerrado. **Fire in the tropical biota**. Ed. J.G. Goldammer. New York, 1990.

FERNANDEZ, N. R. **Efeitos das queimadas de cana-de-açúcar sobre o bem-estar das famílias uma aplicação do método de avaliação contingente**. Dissertação. (Mestrado em Economia) - Universidade de São Paulo. Ribeirão Preto, 2008.

FREEMAN III, A. M. **The measurement of environmental and resources values: theory and methods**. Resources for The Future. Washington, 2003.

HAAB, T. C; MCCONNELL, H. Referendum models and negative willingness to pay: alternative solutions. **Journal of environmental economics and management**. v.32, n. 3, 1997.

HAAB, T.C; MCCONNELL, H. **Valuing Environmental and Natural Resources: the econometrics of non-market valuation**. Northampton, Elgas Publishing Inc, 2002.

INSTITUTO NACIONAL DE PESQUISAS ESPACIAL - INPE. Monitoramento de queimadas. Disponível em: < <http://tucupi.cptec.inpe.br/queimadas> >. Acesso em 03/03/2010.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA- IBGE. Disponível em: < <http://www.ibge.gov.br> >. Acesso em 17/03/2010.

INSTITUTO NATUREZA DO TOCANTINS – NATURATINS. Disponível em: < <http://www.naturatins.to.gov.br> >. Acesso em 03/04/2010.

LIBERMAN, M.; HALL E. R. **Economia princípios e aplicações.** Rio de Janeiro, FGV, 2003.

MOTTA, R.S.; MENDONÇA, M.J. C.; NEPSTAD, D.; DIAZ, M.C.B.; GOMES, J.C.; ORTIZ, R.A. **O custo econômico do fogo na amazônia.** Texto para Discussão. IPEA. Rio de Janeiro, 2002.

NEPSTAD, D. C., MOREIRA, A. G.; ALENCAR A. A. **A floresta em chamas: origens, impactos e prevenção de fogo na amazônia.** Brasília: Programa Piloto para a Proteção das Florestas Tropicais do Brasil, 1999.

ORGANIZAÇÃO PAN-AMERICANA DA SAÚDE – OPAS - Disponível em < <http://www.opas.org.br> > Acesso em 14/04/2009.

PAIXÃO, N. A. **Avaliação contingente de serviços de saneamento básico em Palmas-TO.** Tese (Doutorado em Economia Aplicada) - Universidade Federal de Viçosa. Viçosa, 2008.

SILVA, R. G. DA. **Disposição a pagar para evitar danos à saúde oriundos das queimadas: uma aplicação do método de valoração contingente no estado do Acre.** Tese de Doutorado. Universidade Federal de Viçosa. Viçosa, 2005.

SISTEMA ÚNICO DE SAÚDE – SUS. MS. TabNet Win32 2.3 Morbidade Hospitalar do SUS – por local de internação – Brasil. Disponível em < <http://www2.datasus.gov.br/DATASUS/index.php?area=0203.>>. Acesso em: 05/04/2010.

TAFNER, P.; LOBÃO, W. J.; CARVALHO, M. M.; BORGER, F. G. Disposição a pagar em projetos de restauração do patrimônio histórico-cultural no Brasil. **Anais do XXXI Encontro Nacional de Economia**, Associação Nacional dos Centros de Pós-graduação em Economia. – ANPEC, 2003

ZANCUL, A. **O efeito da queimada da cana-de-açúcar na qualidade do ar na região de Araraquara.** Dissertação (Mestrado em Engenharia da produção) Escola de Engenharia de São Carlos da Universidade de São Paulo. São Carlos, 1998.