



The World's Largest Open Access Agricultural & Applied Economics Digital Library

This document is discoverable and free to researchers across the globe due to the work of AgEcon Search.

Help ensure our sustainability.

Give to AgEcon Search

AgEcon Search
<http://ageconsearch.umn.edu>
aesearch@umn.edu

Papers downloaded from **AgEcon Search** may be used for non-commercial purposes and personal study only. No other use, including posting to another Internet site, is permitted without permission from the copyright owner (not AgEcon Search), or as allowed under the provisions of Fair Use, U.S. Copyright Act, Title 17 U.S.C.

No endorsement of AgEcon Search or its fundraising activities by the author(s) of the following work or their employer(s) is intended or implied.

**AVALIAÇÃO ECONÔMICA DA POLUIÇÃO DO AR NA AMAZÔNIA OCIDENTAL:
UM ESTUDO DE CASO DO ESTADO DO ACRE**

RUBICLEIS GOMES SILVA; JOÃO EUSTÁQUIO DE LIMA;

UNIVERSIDADE FEDERAL DE VIÇOSA

VIÇOSA - MG - BRASIL

rubicleis@uol.com.br

APRESENTAÇÃO SEM PRESENÇA DE DEBATEDOR

AGRICULTURA, MEIO AMBIENTE E DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL

**AVALIAÇÃO ECONÔMICA DA POLUIÇÃO DO AR NA AMAZÔNIA OCIDENTAL:
UM ESTUDO DE CASO DO ESTADO DO ACRE**

GRUPO: Agricultura, Meio Ambiente e Desenvolvimento Sustentável
Economia dos Recursos Naturais e Ambientais, Poluição.

Apresentação com presidente da sessão e sem a presença de debatedor

AVALIAÇÃO ECONÔMICA DA POLUIÇÃO DO AR NA AMAZÔNIA OCIDENTAL: UM ESTUDO DE CASO DO ESTADO DO ACRE

RESUMO

Os problemas ocasionados pela poluição do ar em razão das queimadas existentes dentro e fora do Estado do Acre têm causado sérios prejuízos à saúde da população. Como as queimadas provocam malefícios à sociedade, a mensuração do valor monetário esta está disposta a pagar para diminuir esses impactos constitui importante informação para avaliar se um projeto de despoluição é viável economicamente. De forma geral, objetivou-se analisar os impactos da poluição do ar pelas queimadas sobre a sociedade acreana. Especificamente, a) determinar quanto a sociedade está disposta a pagar pela diminuição dos malefícios ocasionados pelas queimadas; e b) comparar o valor da disposição a pagar (DAP) agregada com o custo das morbidades respiratórias ocasionados pelas queimadas no ano de 2004. A teoria das externalidades foi utilizada para referenciar este trabalho. A partir de *referendum with follow-up*, estimou-se o valor dos benefícios da melhoria da qualidade do ar no Estado do Acre, cujos resultados indicaram que cada dólar aplicado em despesas de internações ocasionadas por morbidades respiratórias à melhoria do ar acarreta um benefício de R\$ 21,08, o que representa que a melhoria dessa característica ambiental é viável economicamente. Por fim, o valor máximo que a sociedade se dispõe a contribuir para a melhoria da qualidade do ar no estado do Acre pode ser utilizado para o financiamento de projetos de desenvolvimento de tecnologia e extensão rural que possibilitem criar condições objetivas para o produtor rural incorporar em seu processo de produção agropecuária práticas alternativas às queimadas no preparo do solo.

Palavras-Chaves: Amazônia, poluição do ar, método de valoração contingente e estado do Acre.

RESUMO

The problems occasioned by air pollution as a function of burned over lands in and out of Acre state cause grave injuries to population health. Since the burned over lands cause damages to society, the monetary value mensuration which the same is willing-to-pay to diminish their impacts constitutes an important information to evaluate whether a depollution project is economically feasible. In general way, this research sought to examine the impacts that the air pollution for fire vegetation owns about Acrean society. Specifically, a) to determine how much society is willingness-to-pay for the decrease in the injuries caused by burned over lands, and b) to compare the aggregated willingness-to-pay (WTP) value with the cost of the respiratory morbidity occasioned by the burned over lands for the year 2004. The externalities theory was utilized to reference this work. The referendum with follow-up was utilized to estimation the benefit for depollution of air of the Acre state. The results show that the dollar applied in internments expenditures for respiratory morbidity aiming at air bettering occasions an benefit of R\$ 21,08, what represents that the improvement of this environmental characteristic is economically feasible. At last, the value that society disposes to contribute for air improvement in Acre state can be utilized to finance the development of technologies and rural extension projects and that make possible to create objective conditions to the rural producer to incorporate in his productive process an alternative practice to burned over lands in the soil prepare for the agropecuary production process.

Palavras-Chaves: Amazon, air pollution, contingent valuation method and Acre state.

1. INTRODUÇÃO

O uso do fogo é uma prática comum de baixo custo utilizada para formação de lavoura e pastagens na região Amazônica. Contudo, este tipo de prática agrícola ocasiona graves prejuízos, devido à poluição do ar, à população das regiões onde são praticadas as queimadas, bem como, em outras regiões geográficas, dado o deslocamento da fumaça e fagulhas pelas correntes de ar.

A utilização das queimadas como fator de produção agropecuário vem apresentando inúmeros impactos negativos sobre o bem-estar da população. De forma geral, é possível observar claramente que a utilização das queimadas pelos produtores rurais, no Brasil, assume uma proporção muito grande, tanto em termos de número de queimadas quanto em intensidade por km².

As queimadas causam malefícios à sociedade, principalmente à saúde dos cidadãos. Nesse contexto, a mensuração da disposição a pagar pela melhoria da qualidade do ar é uma informação relevante para os diversos níveis de tomada de decisão para formulação de políticas públicas que visem criar mecanismos para a diminuição dos impactos negativos ocasionados pela utilização do fogo no processo produtivo da agropecuária da região amazônica e, principalmente, do Estado do Acre.

O objeto de estudo deste trabalho é o estado do Acre, situado na região Amazônica brasileira. Um dos principais impactos negativos ocasionados pela poluição do ar, em virtude das queimadas neste estado, é a taxa de mortalidade, associada às morbidades respiratórias. Silva (2005) destaca que no período de 1998 a 2004, houve uma diferença de, aproximadamente, 21% nesta taxa no período das queimadas e não-queimadas. No período das queimadas, a taxa de mortalidade foi de 3,3 por mil/hab, enquanto no da não-queimada, essa taxa foi de 2,73. Este dado ilustra que a utilização do fogo, como fator de produção agrícola na Amazônia, impacta, negativamente, a saúde da sociedade local.

Os problemas ocasionados pela poluição do ar, em decorrência das queimadas dentro e fora do estado do Acre, causam sérios prejuízos ao bem-estar (saúde e comodidade) da sociedade acreana. Dado que as queimadas causam malefícios à sociedade, principalmente, à saúde dos cidadãos, a mensuração do valor monetário que esta estaria disposta a contribuir para diminuir seus impactos constitui importante informação para determinação dos prejuízos causados a população, bem como é um indicador que fornece um valor que pode ser utilizado como fonte de financiamento para o desenvolvimento de projetos que possibilitem a diminuição das queimadas no Estado do Acre e, consequentemente, seus efeitos negativos.

O que este estudo traz de novo nas aplicações da valoração contingente é a análise da poluição do ar ocasionada pelas queimadas na Amazônia, especificamente no estado do Acre. Em se tratando desta região, este estudo possui grande relevância, pois um de seus objetivos é a determinação do valor que a sociedade se dispõe a contribuir pela melhoria da qualidade do ar.

A relevância desta pesquisa está relacionada com as informações fornecidas aos agentes públicos e privados sobre o *trade-off* praticado entre decréscimo na renda e melhoria na qualidade do ar, tornando possível, consequentemente, a criação de políticas públicas destinadas à melhoria da qualidade do ar.

De forma geral, esta pesquisa busca determinar quanto a sociedade acreana estaria disposta a contribuir para diminuição dos impactos negativos advindos das queimadas. Especificamente, buscou-se: a) Verificar quais variáveis sócio-econômicas possuem maior relevância para explicar a decisão do cidadão sobre se dispor a contribuir, ou não, para a melhoria da qualidade do ar no estado do Acre; e b) Comparar o valor da disposição a pagar (DAP), agregada pela melhoria da qualidade do ar, com o custo das morbidades respiratórias ocasionados pelas queimadas no ano de 2004.

Em relação a estimativa da disposição a pagar, Seroa da Motta, Ortiz e Freitas (2000) estimaram o valor de DAP média mensal em US\$ 66.40 por indivíduo para diminuir o risco de uma enfermidade respiratória. Contudo os referidos autores para estimarem a DAP, utilizaram uma função de transferência de benefícios associados ao risco na saúde humana para a Europa, o que não leva em consideração as características da região amazônica, mas possibilita em sobre-estimação da DAP. A inovação constante nesta pesquisa, consiste na estimativa da disposição a pagar pela melhoria da qualidade do ar considerando as características regionais, características estas que não são consideradas em Seroa da Motta, Ortiz e Freitas (2000) e em Mendonça (2001).

2. REFERENCIAL TEÓRICO

A atividade agropecuária na Amazônia, e especificamente, no Estado do Acre utiliza com muita freqüência e intensidade, as queimadas como fator de produção, em virtude de estas apresentar baixo custo e da fiscalização dos órgãos competente ser deficiente. Em razão de este “fator de produção” (queimadas) apresentar baixo custo, ele contribui, pelo menos no curto prazo, para o aumento da produção agropecuária.

Dois aspectos merecem especial relevância: o primeiro é o do impacto positivo na produção agropecuária, e o segundo é o impacto negativo no bem-estar da população acreana, especificamente na saúde. Os impactos positivos sobre a produção agropecuária dar-se em função das queimadas reduzirem a curtíssimo prazo o custo de produção do produtor agrícola, pois a utilização do fogo como fator de produção é menos dispendiosa do que outras tecnologias disponíveis para preparo do solo e pastagens. O aspecto negativo ocorre em função da emissão de Carbono (CO_2) na atmosfera e no aumento da poluição do ar, consequentemente, causando impactos negativos sobre o bem-estar da população local.

A utilização do fogo como fator de produção torna a produção agrícola maior que o ótimo social pois o produtor não incorpora em seu processo de produção os impactos negativos que as queimadas ocasionam sobre a sociedade.

Uma externalidade surge quando a relação de produção ou utilidade de uma firma ou indivíduo inclui variáveis cujos valores são escolhidos por outros, sem levar em conta o bem-estar do afetado; além disto, os causadores dos efeitos não pagam nem recebem nada pela sua atividade, este fato ressalta o caráter involuntário da externalidade.

O conceito apresentado acima possui sintonia direta com duas condições que Pearce e Turner (1990) destacaram para a existência de custo ou benefício externos, as quais são:

- as atividades de um agente podem causar perdas ou ganhos de bem-estar em outros agentes; e
- as perdas e os ganhos de bem-estar não são compensados financeiramente.

De forma geral, na Amazônia e particularmente no estado do Acre, o produtor agropecuário em seu processo de produção utiliza com muita freqüência as queimadas para a formação de lavouras e pastagens, consequentemente, o mesmo incorrer em um custo marginal de associado a um nível de externalidade e produção superior ao nível de produção e externalidade que teria se incorporasse em seu processo de produção os custos associados com as externalidades negativas ocasionadas pela utilização do fogo como fator de produção. A Figura 1 nos auxilia no entendimento do conceito que foi expresso.

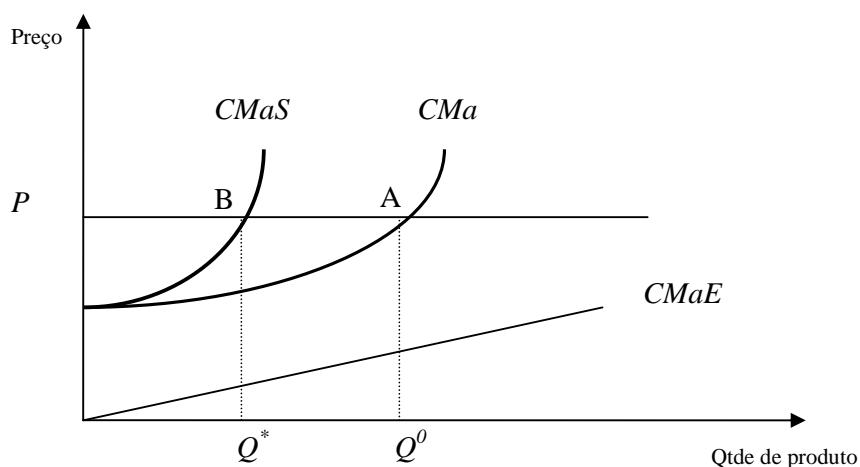


Figura 1 – Curvas de custos marginais sociais, privados e externos associados à produção agropecuária na Amazônia

Observe que o ponto “A” indica uma situação em que o produtor não incorporou em seu processo de produção as externalidades negativas geradas pelas queimadas utilizadas para a formação das lavouras e das pastagens, por sua vez, o ponto “B” é um ponto de equilíbrio que incorpora as externalidades geradas, neste ponto, tanto a produção agropecuária e de externalidades são inferiores ao ponto “A” onde não houve a internalização pelo produtor dos custos externos causados pelas queimadas.

3. METODOLOGIA

O método de valoração contingente (MVC) busca, por meio de *surveys* (entrevistas) pessoais, revelar as preferências dos indivíduos por um bem ou serviço ambiental ou seja, busca captar a disposição a pagar para garantir um benefício ou a disposição a aceitar para incorrer em um malefício. O MVC estima um valor monetário que reflete as preferências dos consumidores, relativas ao acréscimo/decréscimo na qualidade de ativos ambientais consequentemente sobre seu bem-estar, o que, nesta pesquisa, é representada pela melhoria da qualidade do ar.

3.1. *Referendum with follow-up*

O primeiro formato a representar uma evolução ao *referendum single* foi proposto por Carson et al. (1986), e Hanemann et al. (1991) fizeram a demonstração teórica e empírica deste fato, no qual, para cada entrevistado, são apresentados dois lances, sendo o nível do segundo lance contingente ao primeiro. Se o indivíduo responder “sim” ao primeiro lance (B_i), o segundo lance (B_i^u) deverá ser maior que o primeiro ($B_i < B_i^u$); caso o entrevistado responda “não” ao primeiro lance, o segundo lance (B_i^d) deverá ser menor que o primeiro ($B_i^d < B_i$).

Logo, quatro resultados são possíveis de ocorrer: a) ambas as respostas são positivas; b) ambas as respostas são negativas; c) a primeira resposta positiva é seguida de uma resposta negativa; e d) a primeira resposta negativa é seguida de uma resposta positiva. Esses quatro resultados são denotados, respectivamente, por π^{yy} , π^{nn} , π^{ny} , π^{yn} .

Quanto maior for o lance oferecido ao entrevistado, menor será a probabilidade dele se dispor a contribuir. No processo de entrevista é oferecido o primeiro lance ao indivíduo B_i ; caso ele rejeite este lance, é oferecido um lance menor B_i^d . Neste processo, o aumento do lance, diminui, respectivamente, a probabilidade de o “consumidor” se dispor a contribuir pela melhoria da qualidade do ar no estado do Acre.

O valor que o entrevistado aceita a contribuir pela melhoria da qualidade do ar representa o valor máximo que o consumidor estará disposto a pagar. Neste contexto e utilizando a suposição de maximização de utilidade, tem-se as seguintes funções de verossimilhança:

No caso que $B_i^u > B_i$, ou seja, um “sim” seguido de um “sim”, tem-se:

$$\pi^{yy} = (B_i, B_i^u) = \Pr \left\{ B_i \leq \max DAP \quad e \quad B_i^u \leq \max DAP \right\} \quad (1)$$

$$\pi^{yy} = (B_i, B_i^d) = 1 - G(B_i^d; \theta).$$

No caso que $B_i > B_i^d$, ou seja, um “não” seguido de um “não”, tem-se:

$$\pi^{nn} = (B_i, B_i^d) = \Pr \left\{ B_i > \max DAP \quad e \quad B_i^d > \max DAP \right\} \quad (2)$$

$$\pi^{nn} = (B_i, B_i^u) = G(B_i^d; \theta).$$

Quando um “não” for seguido de um “sim”, tem-se, $B_i^d < B_i$, que é representado por:

$$\pi^{ny} = (B_i, B_i^d) = \Pr \left\{ B_i \geq \max DAP \geq B_i^d \right\} \quad (3)$$

$$\pi^{ny} = (B_i, B_i^d) = G(B_i; \theta) - G(B_i^d; \theta).$$

Por fim, quando um “sim” for seguido por um “não”, tem-se $B_i^u > B_i$, que é representado por:

$$\begin{aligned}\pi^{yy} &= (B_i, B_i^u) = \Pr \left\{ B_i \leq \max DAP \leq B_i^u \right\} \\ \pi^{yn} &= (B_i, B_i^u) = G(B_i^u, \theta) - G(B_i, \theta)\end{aligned}\quad (4)$$

Dado uma amostra de N entrevistados, em que B_i , B_i^u e B_i^d são lances oferecidos para o $i^{\text{ésimo}}$ respondente, a função log-verossimilhança tem a seguinte forma:

$$\ln L^D(\theta) = \sum_{i=1}^N \left\{ d_i^{yy} \ln \pi^{yy}(B_i, B_i^u) + d_i^{nn} \ln \pi^{nn}(B_i, B_i^d) + \right. \\ \left. d_i^{yn} \ln \pi^{yn}(B_i, B_i^u) + d_i^{ny} \ln \pi_{ny}(B_i, B_i^d) \right\}. \quad (5)$$

Observe que as variáveis d_i^{yy} , d_i^{nn} , d_i^{ny} e d_i^{yn} são variáveis dicotômicas e correspondem às respostas dos entrevistados. Os estimadores de máxima verossimilhança, para o *referendum with follow-up*, são os valores do vetor de parâmetro $\hat{\theta}$ que maximiza (5) e podem, também, serem obtidos pela solução do seguinte sistema de equações¹:

$$\frac{\partial \ln L^D}{\partial \hat{\theta}} \left(\begin{array}{c} \hat{\theta}^D \\ \hat{\theta} \end{array} \right) = 0. \quad (6)$$

A matriz de variância e covariância dos parâmetros estimados é dada por:

$$V^D(\hat{\theta}^D) = \left[-E \frac{\partial^2 \ln L^D}{\partial \theta \partial \theta'} \left(\begin{array}{c} \hat{\theta}^D \\ \hat{\theta} \end{array} \right) \right]^{-1} \equiv I^D(\hat{\theta}^D)^{-1}. \quad (7)$$

Na maximização da equação (5) é necessário observar que não existe qualquer relação entre o primeiro e o segundo lance. A maximização de (5) foi feita utilizando a função logística.

3.2. Determinação do desvio-padrão da DAP pela melhoria da qualidade do ar

O experimento de Krinsk-Roob (1986)² surgiu como alternativa a metodologia tradicional para calcular os desvios-padrões das elasticidades de funções de custo em funções Translog e Leontief. O objetivo da utilização deste experimento, neste trabalho, é determinar o desvio-padrão associado à DAP, pela melhoria da qualidade do ar no estado do Acre.

A operacionalização do método de Krinsk-Roob (1986) é simples. Por meio de uma distribuição normal multivariada com média e variância dos parâmetros do modelo estimado, geram-se n amostras aleatórias pela utilização de simulação do Monte Carlos. De forma geral, os passos para elaboração do experimento de Krinsk-Roob são os seguintes:

1. Estimar o modelo desejado e identificar os parâmetros que serão utilizados na simulação;
2. Determinar a quantidade de replicações desejada;
3. Simular o parâmetro desejado por meio de experimento de Monte Carlos, utilizando-se da média e da variância dos parâmetros estimados; e
4. Computar o resultado de cada simulação.

¹ Para maximização desta função foi construído um algoritmo no Limdep 8.0, o mesmo pode ser obtido com os autores.

² Para operacionalização de procedimento foi construído um programa no Eviews 4.1, o mesmo pode ser obtido com os autores

3.3. Fonte de dados

Os dados utilizados neste trabalho são procedentes de fonte primária, coletada mediante entrevista em bairro da capital do estado do Acre, Rio Branco, na terceira semana do mês de novembro de 2004. A escolha de Rio Branco como alvo da amostra é justificada por três motivos: o primeiro, pelo tamanho da população da capital em relação ao estado. Conforme aponta o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), Rio Branco possui, aproximadamente, 45,85% da população do Acre, o que corresponde a 284.555; o segundo, pelos aspectos financeiros, pois realizar pesquisa em um município é menos dispendioso do que em vários; terceiro, por Rio Branco possuir o maior número de focos de queimadas do estado e, além disso, possui o maior número de morbidades respiratórias.

O tamanho da amostra foi estimado pela expressão (8), para amostras estatisticamente infinitas (acima de 100.000 observações). A amostra depende da percentagem com que o fenômeno ocorre, de seu complemento, do erro máximo permitido e do nível de confiança escolhido. Nesse caso, o tamanho da amostra será dado por:

$$n = \frac{\sigma^2 \cdot p \cdot q}{e^2}, \quad (8)$$

em que n é o tamanho da amostra; σ^2 , nível de confiança escolhido, expresso em número de desvios-padrão; p , probabilidade de o fenômeno ocorrer; q , probabilidade complementar; e^2 , erro máximo permitido.

Para determinação da amostra desta pesquisa, adotaram-se três desvios-padrões como nível de confiança. Para a probabilidade de ocorrência do evento “ p ”, adotou-se 0,50, em razão do não-conhecimento da ocorrência deste evento, consequentemente, “ q ” é igual a 0,50, e o erro máximo “ e ” permitido é de 10%. Como forma de minimizar os possíveis problemas nas respostas dos questionários, acresceu-se um percentual de 10% sobre o número da amostra. A equação (8) resultou em uma amostra de 225 indivíduos; no entanto, ao serem adicionados 10% na margem de segurança, obtiveram-se 248 entrevistados.

O procedimento metodológico utilizado nas entrevistas foi, primeiro, a determinação da quantidade de bairros que seriam pesquisados em cada região administrativa de Rio Branco; para este caso foram escolhidos intencionalmente, dois bairros por região, sendo que, ao todo, dez bairros foram pesquisados.

Em relação aos bairros pesquisados, estes foram determinados por meio de sorteio, tornando, assim, o procedimento aleatório. Foram entrevistados os chefes familiares das residências nas ruas principais dos bairros, e a justificativa para a não adoção de procedimento aleatório para esta fase da pesquisa foi a segurança dos entrevistadores, pois, no caso de sorteios das ruas, haveria a possibilidades de as ruas com alto índice de violência serem sorteadas.

Após a determinação das ruas, o procedimento que foi utilizado na determinação das residências que foram entrevistadas foi o seguinte. No lado direito, foi entrevistada uma residência e outra não, assim sucessivamente, até o fim da rua. Já no lado esquerdo, da outra rua foi entrevistada a primeira residência e duas foram puladas, e assim sucessivamente.

Quatro estudantes universitários foram responsáveis pela entrevistas que foram realizadas nos períodos da manhã, tarde e noite. Por fim, a determinação do numero de entrevistas em cada bairro/região foi feita de forma proporcional, ou seja, a região com maior número de habitantes teve o maior número de entrevistados.

Nesta pesquisa, em virtude da existência de conhecimento prévio sobre o objeto de pesquisa, bem como sobre o método de valoração contingente, optou-se pela determinação dos lances com base na experiência dos autores. A Tabela 1 mostra os valores dos lances que foram oferecidos aos entrevistados.

TABELA 1 – Lances oferecidos aos entrevistados, pela melhoria na qualidade do ar no estado do Acre, Amazônia, Brasil, 2004 (em R\$)

	LANCE INICIAL (SORTEAR)	LANCE INFERIOR	LANCE SUPERIOR
1	2,00	1,00	3,00
2	4,00	2,00	6,00
3	8,00	4,00	12,00
4	16,00	8,00	24,00
5	32,00	16,00	48,00

Fonte: Resultados da pesquisa.

4. RESULTADOS E DISCUSSÕES

4.1. Análise das características sócio-econômicas dos entrevistados e sua percepção sobre os impactos negativos oriundos das queimadas

Foram entrevistados 101 homens e 144 mulheres, que, em termos relativos, representam 41,20 e 58,80% do total dos entrevistados. Do total da amostra, 76,60% provinham do primeiro distrito de Rio Branco - Acre, enquanto 24,40%, do segundo distrito administrativo.

Dentre os vários problemas ambientais que são relativamente comuns no estado do Acre, 49% dos entrevistados destacaram que as queimadas era o problema que mais lhe preocupava, seguidas da poluição dos rios e igarapés, 29,80% das preocupações, e, posteriormente, o desflorestamento, 14,30% e as demais opções representaram 6,90%.

Os resultados demonstraram que as queimadas exercem grandes impactos na percepção ambiental dos entrevistados, possivelmente em razão de estas terem grande impacto no bem-estar da sociedade. Ao serem perguntados se durante o período de junho a outubro (período de queimadas na Amazônia) sentem algum desconforto em decorrência das queimadas, 86,50% dos entrevistados responderam que sim, e o restante, 13,50%, não. O fato que merece destaque é que grande parte dos entrevistados sentia algum desconforto no período de queima.

Questionados sobre a freqüência em que algum ente familiar foi acometido de alguma doença respiratória nos últimos dois anos, no período das queimadas, 99,60% disseram que algum deles havia sofrido de algum problema respiratório, enquanto que 46,30% disseram havia tido mais de quatro casos de doenças respiratórias durante os dois anos anteriores. Esse resultado mostra, claramente, que as queimadas exercem externalidades negativas sobre o bem-estar da comunidade.

Aproximadamente 99% dos entrevistados tiveram casos de doenças respiratórias no período de dois anos, contudo, é necessária cautela na interpretação desse valor, pois, em um ano em determinada família, é possível que ninguém tenha sofrido de doença respiratória, no entanto, a partir do momento em que o período de tempo aumenta, esses casos de doenças respiratórias aumentam a probabilidade de incidência, sendo que das famílias que tiveram casos de morbidades respiratórias nos dois anos anteriores, 59,09% dos casos deram-se em jovens e crianças, 29,55% em adultos e 11,36% em idosos.

4.2. Análise das respostas do referendum with follow-up e do modelo logit duplo

O procedimento para análise das respostas relacionadas com os lances oferecidos aos entrevistados conduziu à elaboração da Tabela 2. O primeiro aspecto a ser analisado na Tabela 2 reside na porcentagem de entrevistados que não se dispuseram a contribuir, que representou 45,30% do total da amostra. Em relação à discriminação dos lances, os entrevistados que aceitaram ambos os lances totalizaram 67 pessoas, o que representa 27,35% dos entrevistados; já

os que aceitaram o primeiro lance e rejeitaram o segundo perfizeram 15,51%; por sua vez, os entrevistados que rejeitaram o primeiro lance e aceitaram o segundo representaram 11,83%.

Tabela 2 – Respostas do *referendum with follow-up* para melhoria da qualidade do ar no estado do Acre, 2004

Respostas	Não	Total		Total
		Sim	Total	
Não	111	29	140	
	45,30%	11,83%	100,00%	
Sim	38	67	105	
	15,51%	27,35%	100,00%	
Total	149	96	245	
	60,80%	39,20%	100,00%	

Fonte: Resultados da pesquisa.

A maximização da função de verossimilhança, dada por (5), conduziu à estimação do modelo *logit* duplo mostrado na Tabela 3.

Tabela 3 - Parâmetros estimados do modelo *logit* duplo para melhoria da qualidade do ar no estado do Acre, 2004

Variáveis	Coeficientes	Erro Padrão	t-student	P-valor	Efeito marginal	Elasticidades de probabilidade
C	0,2744 ns	0,2544	1,079	0,2807	-	-
DAP	-0,2551***	0,0168	15,215	0,0000	-5,9357	1,4423
YF	0,0006***	0,0001	4,766	0,0000	0,0126	0,4401
G	0,0016 **	0,0006	2,354	0,0186	0,0353	0,1022
QC	0,1602 *	0,0848	1,887	0,0591	3,4649	0,1314
DDIST	0,3541 ns	0,3625	0,975	0,3295	7,6611	0,0484

Fonte: Resultado da pesquisa.

*** significativo a 1%; ** significativo a 5%; * significativo a 10%; e NS não-significativo.

YF – renda familiar mensal em reais; DAP – disposição mensal a pagar em reais; G – gasto anual com doenças respiratórias em reais; QC – quantidade de crianças na família; e DDIST – *dummy* geográfica, 0 primeiro distrito de Rio Branco e 1 segundo distrito. O número da amostra é de 245 entrevistados.

O primeiro aspecto a ser analisado no modelo estimado reside na análise dos sinais. Excluindo a DAP, os demais parâmetros estimados apresentaram sinais positivos, o que significa que, se essas variáveis possuíssem variações positivas, aumentaria a probabilidade de o “consumidor” se dispor a pagar, caso contrário, diminuiria a probabilidade. Por sua vez, o sinal negativo da DAP indica relação inversa entre a probabilidade do “consumidor” se dispor a contribuir e possíveis aumentos da DAP, ou seja, à medida que o valor do lance aumenta, a probabilidade do indivíduo se dispor a contribuir para a melhoria da qualidade do ar diminui.

Em relação às medidas de qualidade de ajustamento do modelo, o índice de razão de verossimilhança (LRI), o popular R^2 de McFadden, indicou que 54,40% das variações nas variáveis explicativas explicam as variações nas variáveis dicotômicas. Embora esse valor não seja alto, é extremamente significativo, visto que a maximização da função de verossimilhança do logit duplo é bem mais complicada do que a do logit convencional. O teste de LR (razão de verossimilhança) apresentou um valor de 342,96, o que indica que pelo menos um parâmetro

estimado é diferente de zero, por fim, o valor assumido do pseudo R² foi de 0,1393, contudo, essa medida não é um bom indicador para avaliação de modelos binários.

A probabilidade média de o indivíduo se dispor a contribuir seria de 31,64%, sendo que o efeito marginal da DAP indica que, para acréscimo de R\$ 1,00 no valor do lance, a probabilidade do indivíduo se dispor a contribuir cairia em 5,93 pontos percentuais. Em termos de elasticidades, uma variação em 1% no valor da DAP diminuiria em 1,44% a probabilidade de o indivíduo se dispor a contribuir. Esse resultado representa, claramente, uma relação de demanda elástica; a priori, esperava-se que essa relação fosse inelástica, pois a qualidade do ar é uma característica que influencia diretamente a qualidade de vida de uma comunidade. O que pode justificar a elasticidade elástica da probabilidade de aceitação da DAP, em relação ao valor é a periodicidade das queimadas, que ocorrem no período de 3 a 4 meses por ano. Caso as queimadas fossem realizadas durante todo o ano e, consequentemente, a poluição do ar impactasse a sociedade durante o ano inteiro, a relação entre o valor da DAP e a probabilidade de contribuir poderia ser inelástica.

O efeito marginal da renda familiar mostra que para cada variação na renda familiar de R\$ 10,00, a probabilidade média aumentaria em 0,12 pontos percentuais, por sua vez, uma variação de 1% na renda ocasionaria uma variação de 0,44% na probabilidade do indivíduo se dispor a contribuir para a melhoria do ar. Essa relação pode ser interpretada como uma relação renda consumo e indica que a melhoria da qualidade do ar é um bem normal.

Para os gastos com doenças respiratórias, tanto o efeito marginal quanto a elasticidade de probabilidade possuem maior expressão. Para cada aumento de R\$ 10,00 nos gastos com doenças respiratórias, a probabilidade do indivíduo se dispor a contribuir aumentaria em 0,35 pontos percentuais, por sua vez, a elasticidade de probabilidade mostra que, para uma variação de 1% nos gastos com despesas de saúde, ocorreria uma variação de 0,13% na probabilidade de contribuição.

A priori, esperava-se que os entrevistados que tivessem filhos apresentassem disposição a contribuir para melhoria da qualidade do ar, fato esse que foi comprovado e possui impacto significativo, pois, para cada criança presente na família, a probabilidade de um conjunto de resposta sim-sim aumentaria em 3,31 pontos percentuais, o que indica que a existência de crianças no lar tornaria o cidadão mais sensível à melhoria da qualidade do meio ambiente.

A variável DDIST é uma variável geográfica e permitiria verificar se existe diferença entre a percepção da qualidade do ar nos dois distritos de Rio Branco; contudo, a esta não foi significativa.

É possível verificar, claramente, que a DAP e a quantidade de criança exercera impacto significativo na variável dependente. Observa-se que um aumento de R\$ 4,00 tornaria nula a probabilidade de o indivíduo se dispor a contribuir; por sua vez, uma diminuição da mesma magnitude ocasiona um aumento na probabilidade de o indivíduo se disposição a contribuir de 23,72 pontos percentuais.

Outro aspecto que merece destaque, em relação à avaliação do modelo *logit* duplo, é a eficiência na previsão. Nesse aspecto, o modelo estimado mostrou-se eficiente pois, teve um índice de acerto de, aproximadamente, 74%. A Tabela 4 informa, detalhadamente, as previsões efetuadas pelo modelo.

Tabela 4 – Predições certas e erradas do modelo logit duplo pela melhoria da qualidade do ar no estado do Acre, 2004

Respostas	Observado	%	Previsto	%	Erro	Erro %
SS	67	27,35	46	18,78	21	31,34
NN	111	45,31	143	58,37	32	28,83
SN	38	15,51	31	12,65	7	18,42
NS	29	11,84	25	10,20	4	13,79
Total	245	100,00	245	100,00	64	76,12

Fonte: Resultados da pesquisa.

Em relação às predições das escolhas dos entrevistados, constata-se que o modelo é bastante robusto. Observa-se que, para a resposta sim-sim, teve-se um percentual de acerto de 68,66%; já para ambas as respostas negativas, o nível de acerto foi de 71,17%; para as respostas sim-não, teve-se um nível de acerto de 81,26%; por fim, as respostas definidas por não-sim, tiveram o maior índice de acerto, de 86,21%.

Analisaram-se as medidas de ajustamento do *logit* duplo e verificaram-se as predições fornecidas pelo modelo. Agora, torna-se necessário determinar o valor monetário que representa o montante que os cidadãos estariam dispostos a pagar pela melhoria da qualidade do ar.

A disposição a pagar foi determinada através do experimento de *Krinsk-Roob*, com um milhão de interações, a partir do que se verificou a presença de DAPs negativas. Para contornar esse problema, foi necessário truncar o valor da DAP. Com isso, a distribuição de probabilidade da disposição a pagar deixou de ser normal. Além disso, a média da disposição a pagar aumentou bastante, pois passou de R\$ 5,30 para R\$ 22,70, conforme informado na Tabela 5.

Tabela 5 – Experimento de *Krinsk-Roob* para disposição a pagar pela melhoria da qualidade do ar no Estado do Acre, 2004

Estatísticas	DAP Probabilística	DAP Probabilística truncada
Média	5,2897	22,6767
Mediana	5,3271	6,2033
Máximo	246,5078	246,5078
Mínimo	-221,0515	0,0000
Desvio-padrão	49,4221	30,5125
Jarque-Bera	0,04243	519604,1
P-valor	0,97900	0,000000
Simulação	1000000	1000000

Fonte: Resultado da pesquisa.

Em relação à média da disposição a pagar, observou-se uma grande diferença entre as médias da DAP probabilística e da DAP probabilística truncada. Contudo, em relação à mediana, os valores foram muito próximos, e o teste de *qui-quadrado* não rejeitou a hipótese de que as medianas das duas séries são iguais.

A DAP probabilística apresentou valores negativos na simulação de *Krinsk-Roob*, indicando que alguns agentes, após a implementação da despoluição do ar, terão sua utilidade diminuída.

A DAP representa o preço máximo que os agentes estão dispostos a pagar pela melhoria na qualidade do ar, contudo na economia não existe sentido para preço negativo e, consequentemente, torna-se necessário truncar a DAP probabilística para evitar preço negativo. O procedimento de truncar a DAP ocasiona dois problemas, o primeiro é a perda de informação com o truncamento da variável, e o segundo consiste em assumir a fortíssima pressuposição de que a melhoria da qualidade do ar trará benefícios a todos os agentes.

Utilizou-se a média³ para agregar os benefícios oriundos da despoluição do ar no estado do Acre. Os benefícios anuais da despoluição foram estimados⁴ em R\$ 43.583.455,20, o que representa⁵ US\$ 17.573.973,87.

³ Hanemann (1984 e 1989) considerou que a mediana é a alternativa mais adequada para a estimativa dos benefícios, pois ela é reconhecida como uma medida de tendência central de uma distribuição, ou seja, não é tão sensível a inclusão de *outliers*. Contudo, JOHANSON et al. (1989) salientaram que, em termos de agregação, a média é a medida de tendência central; logo, mesmo na presença de *outliers*, a média é a medida mais adequada para agregação. Vale destacar que o conceito implícito de mediana é 50% a favor e 50% contra, o que não leva a alocações eficientes no sentido de Pareto.

⁴ O cálculo dos benefícios é efetuado da seguinte maneira: multiplica-se o valor da média (da DAP truncada) por 12 (meses do ano) e pelo total de famílias estimado do Estado do Acre, que no caso foi de 159.998 em 2004.

Determinou-se o valor dos benefícios anuais da melhoria da qualidade do ar. Surge, agora, o questionamento-base da valoração contingente, o que fazer com esse valor?

Se a sociedade está disposta a pagar aproximadamente 17,5 milhões de dólares por ano pela melhoria da qualidade do ar, esse recurso poderia ser alocado para financiar projetos de investimentos que criem condições objetivas para isso. Dado que parte da poluição do ar é exógena ao Estado do Acre, as políticas públicas no curto e médio prazos devem-se pautar nos determinantes intra-estadual da poluição do ar, ou seja, as ações e políticas públicas devem ter como objeto o produtor agrícola. Torna-se necessária a criação de mecanismos que possibilitem ao produtor rural incorporar em sua tecnologia de produção conhecimentos que permitam a ele diminuir ou acabar com a utilização das queimadas como fator de produção.

A disposição a pagar pela melhoria do ar pode ser utilizada como fonte de recurso para financiar projetos de extensão rural que leve ao produtor uma tecnologia “limpa” de produção agropecuária. Nesse sentido, a tecnologia pode ser conduzida no tocante a criar formas alternativas de preparo do solo, bem como no financiamento de atividades correlacionadas com agronegócio que possuam menores impactos sobre o meio ambiente.

Outro aspecto que merece ser ressaltado reside na análise benefício/custo da melhoria do ar, no ano de 2004. O SUS efetuou um gasto⁶ de R\$ 2.067.180,00, aproximadamente US\$ 833,540.00 com despesas relativas a morbidades respiratórias. Uma simples análise benefício/custo indicou que para cada dólar de gastos com morbidades respiratórias, a melhoria do ar acarreta um benefício de US\$ 21,08.

Em termos de avaliação de projeto, um coeficiente B/C de 21,08 mostrou que a melhoria da qualidade ambiental é um projeto de investimento viável. Outro indicador tradicionalmente utilizado na avaliação de projeto, o valor presente líquido (VPL) indicou que os benefícios da despoluição para um período de 10 anos, utilizando-se uma taxa de 6% a.a., é de US\$ 129,345,977.53, através da Tabela 6 visualiza-se os indicadores econômicos da melhoria da qualidade do ar.

Tabela 6 – Indicadores econômicos pela melhoria na qualidade do ar no Estado do Acre, 2004

Indicadores	R\$	US\$
DAP mensal familiar	22,70	9,15
DAP annual	272,40	109,83
Benefício annual	43.583.455,20	17.573.973,87
Benefício em 10 anos	320.778.024,27	129.345.977,53
Gastos com internações por morbidades respiratórias em 2004	2.067.180,57	833.540,33
B/C	21,08	21,08

Fonte: Resultados da pesquisa.

Uma forma alternativa de visualização da viabilidade econômica da melhoria da qualidade do ar no Estado do Acre é visualizada na Tabela 7, que mostra a sensibilidade do B/C sujeito às variações no valor da DAP, sendo válido ressaltar que o valor de R\$ 22,70 corresponde à máxima disposição a pagar pela melhoria da qualidade ambiental.

O valor da DAP por familiar que torna indiferente entre prover ou não o projeto de investimento de melhoria na qualidade do ar corresponde a 4,74% da DAP máxima, o que representa R\$ 1,08, ou seja, algo em torno de R\$ 0,27 por membro da família.

⁵ A cotação utilizada para conversão foi a do dia 05 de maio de 2005, em que US\$ 1,00 = R\$ 2,48.

⁶ Evidentemente, que nem todo gasto com doenças respiratórias são em função das queimadas, contudo, para essa análise, o valor considerado será o valor total dos gastos do SUS, a implicação disso está na diminuição dos benefícios, no entanto, isso não chega a ser prejudicial para as análises, em função dos grandes benefícios que a melhoria da qualidade do ar traz a sociedade conforme mostra o B/C.

Por fim, o valor da despoluição do ar pode ser utilizado como um parâmetro para determinação de multas punitivas para os agentes que poluem o ar. Assim, determinando-se quais os emissores e quanto emitiram, é possível judicialmente multá-los pelo menos no montante que a sociedade se dispõe a contribuir pela melhoria da qualidade do ar.

Tabela 7 – Análise de sensibilidade de indicadores selecionados pela melhoria da qualidade do ar no Estado do Acre, 2004

% do valor máximo da DAP familiar mensal	Benefícios anuais em R\$	DAP mensal por família em R\$	DAP mensal por família em US\$	B/C	DAP mensal em R\$ por membro da família*
1,00	435.834,55	0,23	0,09	0,21	0,06
5,00	2.179.172,76	1,14	0,46	1,05	0,28
10,00	4.358.345,52	2,27	0,91	2,11	0,57
25,00	10.895.863,80	5,68	2,29	5,27	1,42
50,00	21.791.727,60	11,35	4,57	10,54	2,84
75,00	32.687.591,40	17,03	6,86	15,81	4,26
100,00	43.583.455,20	22,70	9,15	21,08	5,68

Fonte: Resultados da pesquisa.

* Considerando quatro membros por família.

4. CONCLUSÃO

No ano de 2004, a análise benefício/custo indicou que, para cada real aplicado em despesas de internações ocasionadas por morbidades respiratórias, a melhoria do ar acarretaria um benefício de R\$ 21,08, o que representa que a melhoria dessa característica ambiental é viável economicamente.

Por fim, o valor que a sociedade se dispõe a contribuir pela a melhoria da qualidade do ar no estado do Acre pode ser utilizado no financiamento de projetos de desenvolvimento de tecnologia e extensão rural que possibilitem criar condições objetivas para o produtor rural incorporar em seu processo produtivo uma prática alternativa às queimadas no preparo do solo ao processo de produção agropecuária na Amazônia. Caso, os agentes governamentais não criem condições objetivas para o produtor agrícola incorporar em seu processo produtivo uma tecnologia limpa todos seremos prejudicados, em maior ou menor escala.

6. REFERÊNCIA BIBLIOGRÁFICA

CARSON, R.T.; HANEMANN, W.M.; MITCHELL, R.C. **Determining the demand for public goods by simulating referendums at different tax price**. San Diego: Manuscript, University of California, 1986.

HANEMANN, M., LOOMIS, J., KANNINEN, B. Statistical efficiency of double-bounded dichotomous choice contingent valuation. **American Journal of Agricultural Economics**, n. 71, p. 1255-1263, 1991.

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

JOHANSON, B.D.K.; MALER, K.G. Welfare evaluation in contingent valuation experiments with discrete responses: comment. **American Journal of Agricultural Economics**, v. 71, p. 1054-1056, 1989.

KRINSKY, I., ROBB, A.L. On approximating the statistical properties of elasticities. **The reviews of economics and statistics**. V. 68, p. 715 – 719, 1986.

MEDONÇA, M.J.C. Estimação do dano à saúde humana devido ao uso do fogo na Amazônia. In: XXIX Congresso de Associação Nacional de Centros de Pós-Graduação em Economia, Salvador. **Anais...** Bahia. BA: ANPEC, 2001.

PEARCE, D.W., TURNER, R.K. **Economics of natural resources and environment**. Londres: Harvester Wheatsheaf, 1990. 178 p.

SEROA da MOTTA, R., ORTIZ, R. A., FREITAS, S. F. **Health and economic values of mortality cases associated with air pollution in Brazil**. Expert Workshop on Assessing the Ancillary Benefits and Costs of Greenhouse Gas Mitigation Strategies, Washington, D.C., 27-29, Mar. 2000.

SILVA, R.G. **Disposição a pagar para evitar danos à saúde oriundos das queimadas: uma aplicação do método de valoração contingente no estado do Acre**. 121 p. Tese (Doutorado em Economia Aplicada) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG, 2005.