

RUBICLEIS GOMES DA SILVA

**DISPOSIÇÃO A PAGAR PARA EVITAR DANOS À SAÚDE
ORIUNDOS DAS QUEIMADAS: UMA APLICAÇÃO DO
MÉTODO DE VALORAÇÃO CONTINGENTE NO ESTADO DO ACRE**

Tese apresentada à Universidade Federal de Viçosa, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Economia Aplicada, para obtenção do título de “Doctor Scientiae”.

VIÇOSA
MINAS GERAIS - BRASIL
2005

RUBICLEIS GOMES DA SILVA

**DISPOSIÇÃO A PAGAR PARA EVITAR DANOS À SAÚDE
ORIUNDOS DAS QUEIMADAS: UMA APLICAÇÃO DO
MÉTODO DE VALORAÇÃO CONTINGENTE NO ESTADO DO ACRE**

Tese apresentada à Universidade Federal de Viçosa, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Economia Aplicada, para obtenção do título de “Doctor Scientiae”.

APROVADA: 1.º de julho de 2005.

Caetano Brugnaro

José Euclides Alhadass Cavalcanti

Marília Fernandes Maciel Gomes

Marcelo José Braga
(Conselheiro)

João Eustáquio de Lima
(Orientador)

Perfeição

Legião Urbana

Composição: Desconhecido

*Vamos celebrar a estupidez humana
A estupidez de todas as nações
O meu país e sua corja de assassinos
Covardes, estrupadores e ladrões
Vamos celebrar a estupidez do povo
Nossa polícia e televisão
Vamos celebrar nosso governo
E nosso Estado, que não é nação
Celebrar a juventude sem escolas
As crianças mortas
Celebrar nossa desunião
Vamos celebrar Eros e Thanatos
Persephone e Hades
Vamos celebrar nossa tristeza
Vamos celebrar nossa vaidade
Vamos comemorar como idiotas
A cada fevereiro e feriado
Todos os mortos nas estradas
Os mortos por falta de hospitais
Vamos celebrar nossa justiça
A ganância e a difamação
Vamos celebrar os preconceitos
O voto dos analfabetos
Comemorar a água podre
E todos os impostos
Queimadas, mentiras e seqüestros
Nosso castelo de cartas marcadas
O trabalho escravo
Nosso pequeno universo
Toda a hipocrisia e toda a afetação
Todo roubo e toda a indiferença
Vamos celebrar epidemias:
É a festa da torcida campeã
Vamos celebrar a fome
Não ter a quem ouvir
Não se ter a quem amar
Vamos alimentar o que é maldade
Vamos machucar um coração
Vamos celebrar nossa bandeira
Nosso passado de absurdos gloriosos
Tudo que é gratuito e feio*

*Tudo o que é normal
Vamos cantar juntos o Hino Nacional
A lágrima é verdadeira
Vamos celebrar nossa saudade
E comemorar a nosso solidão
Vamos festejar a inveja
A intolerância e a incompreensão
Vamos festejar a violência
E esquecer da nossa gente
Que trabalhou honestamente a vida inteira
E agora não tem mais direito a nada
Vamos celebrar a aberração
De toda a nossa falta de bom senso
Nosso descaso por educação
Vamos celebrar o horror
De tudo isso
- Com festa, velório e caixão
Está tudo morto e enterrado agora
Já que também podemos celebrar
A estupidez de quem cantou esta canção
Venha, meu coração esta com pressa
Quando a esperança está dispersa
Só a verdade me liberta
Chega de maldade e ilusão
Venha, o amor tem sempre a porta aberta
E vem chegando a primavera
Nosso futuro recomeça:
Venha que o que vem é perfeição...*

AGRADECIMENTO

A Deus, por todas as vitórias e derrotas que me foram impostas e que me fizeram crescer.

À minha mãe Araci Gomes da Silva, cuja luta propiciou a realização de muitos dos meus sonhos.

À minha esposa Tavifa Smoly Silva, pelo amor, pela compreensão e pela dedicação desde a graduação até o doutorado.

Ao professor João Eustáquio de Lima, pela orientação e, acima de tudo, pelo referencial de pessoa e acadêmico que nos fornece.

Aos professores Viviani Silva Lório e Marcelo José Braga, pelas críticas e sugestões durante o decorrer deste trabalho.

Aos professores Caetano Brugnaro, Marília Marciel, Marcelo José Braga e José Euclides, pelas críticas e sugestões a este trabalho durante sua defesa.

Ao Departamento de Economia Rural e a todos os seus professores pelos ensinamentos que me foram fornecidos durante os Programas de Mestrado e Doutorado em Economia.

Aos meus amigos de mestrado e doutorado, Elaine, Rodrigo, Sílvio, Cida, Adelson Patrícia, Marivane, Neiva e Nina Rosa, em especial a Tozé, pela convivência harmoniosa e pela amizade entre nossas famílias durante esta jornada.

A todos os funcionários do DER, especialmente Graça, Tedinha, Brilhante, Cida, Rosângela, Russo, e aos demais que dignificam, todos os dias, o funcionalismo público federal.

Aos meus amigos Reginaldo e Alexandre e às minhas colegas Keuly, Ândila e Lira, pela ajuda na pesquisa.

À Universidade Federal do Acre (UFAC) e à CAPES, pelo financiamento deste trabalho; e à Universidade Federal de Viçosa, pelo fornecimento de todo o conhecimento que permitiu a elaboração deste trabalho.

BIOGRAFIA

RUBICLEIS GOMES DA SILVA nasceu em Rio Branco-AC, em 28 de agosto de 1974.

Cursou o primeiro grau na Escola de 1.º e 2.º Graus Marechal Humberto de Alencar Castelo Branco, concluindo-o em dezembro de 1990.

Em 1991, iniciou o segundo grau na Escola Prof. José Rodrigues Leite, concluindo-o em dezembro de 1993.

Em 1995, ingressou no Curso de Economia da Universidade Federal do Acre, concluindo-o em 15 de janeiro de 2001.

Em março de 2001, iniciou o Programa de Pós-Graduação em Economia Aplicada da Universidade Federal de Viçosa, concluindo o Mestrado em 13 de fevereiro de 2003. Em março de 2003, ingressou no Doutorado, submetendo-se à defesa de tese em julho de 2005.

ÍNDICE

	Página
LISTA DE TABELAS	ix
LISTA DE FIGURAS	xii
RESUMO	xiv
ABSTRACT	xvi
1. INTRODUÇÃO	1
1.1. Considerações iniciais	1
1.2. O problema e sua importância	9
1.3. Objetivos	14
2. REFERENCIAL TEÓRICO	15
2.1. Externalidades	17
2.1.1. Conceituação de externalidades	18
2.1.2. Definição econômica do nível ótimo de externalidade e os conceitos de externalidades positivas e negativas	20

	Página
2.2. Bens públicos	28
2.2.1. Características dos bens públicos	28
2.2.2. Oferta eficiente de bens públicos	30
2.2.3. Oferta privada de um bem-público contínuo	35
3. REFERENCIAL ANALÍTICO	38
3.1. Análise exploratória de dados espacial	38
3.2. Modelos econométricos das variantes do método de valoração contingente	40
3.2.1. Abordagem de HANEMANN (1984)	42
3.2.2. Abordagem de CAMERON (1988)	48
3.2.3. <i>Referendum</i> com <i>follow-up</i> HANEMANN et al. (1991)	53
3.2.4. <i>Referendum</i> com <i>follow-up</i> abordagem de CAMERON e QUIGGIN (1994)	55
3.2.5. <i>Referendum</i> com <i>follow-up</i> abordagem de COOPER et al. (2002)	58
3.2.6. <i>Krinsk-Roob</i> método de Monte Carlo	60
3.3. Fonte de dados	62
4. RESULTADOS E DISCUSSÕES	66
4.1. Relacionamento entre queimadas e morbidades respiratórias na Amazônia e no Estado do Acre	66
4.2. Análise do perfil da amostra	75
4.3. Análise das respostas do método de valoração contingente	79
4.4. Seleção do modelo de valoração contingente estimado	85

	Página
4.5. Estimacão e análise econômica do modelo de valoraco contingente para despoluio do ar no Estado do Acre	89
4.6 Determinaco da disposio a pagar pela melhoria da qualidade do ar no Estado do Acre	94
5. RESUMO E CONCLUSÕES	99
6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	103
APÊNDICES	107
APÊNDICE A	108
APÊNDICE B	112
APÊNDICE C	114
APÊNDICE D	119
APÊNDICE E	120

LISTA DE TABELAS

	Página
1	Quantidade de queimadas nos países que compõem a Amazônia no período de janeiro de 1998 a dezembro de 2004 (NOAA-12) 2
2	Quantidade de queimadas na Amazônia Legal brasileira, no período de janeiro de 1998 a dezembro de 2004 (NOAA-12) 4
3	Internações associadas às queimadas na Amazônia, no período de 1996 a 2004 12
4	Classificação dos bens conforme suas características de rivalidade e excludibilidade 30
5	Lances oferecidos aos entrevistados 64
6	Composição da amostra por distrito e região administrativa de Rio Branco, AC, 2004 65
7	Morbidades respiratórias e queimadas nos municípios do Estado do Acre, no período de 1998 a 2004 67
8	Porcentagem de internações por morbididades selecionadas por grupo etário no Estado do Acre, no período de 1998 a 2004 73
9	Taxa de crescimento anual e acumulada de morbididades selecionadas do Estado do Acre, no período de 1998 a 2004 74

10	Taxa de mortalidade por morbidades respiratórias no Estado do Acre, no período de 1998 a 2004	75
11	Renda familiar por regiões administrativas de Rio Branco, AC, 2004	76
12	Respostas do <i>referendum with follow-up</i> à melhoria da qualidade do ar no Estado do Acre, 2004	80
13	Interação entre lance e respostas dos entrevistados e regiões administrativas de Rio Branco, Acre, 2004	81
14	Interação entre faixa de renda e respostas pela melhoria na qualidade do ar em Rio Branco, Acre, 2004	82
15	Nível de escolaridade <i>versus</i> respostas pela melhoria na qualidade do ar em Rio Branco, Acre, 2004	83
16	Vieses associados à não-disposição a contribuir pela melhoria na qualidade do ar em Rio Branco, Acre, 2004	84
17	Associação entre vieses e nível de escolaridade pela melhoria da qualidade do ar em Rio Branco, Acre, 2004	86
18	Modelos de valoração contingente estimados para seleção do modelo a ser estimado para despoluição do ar no Estado do Acre, 2004	87
19	Disposições a pagar das variantes do método de valoração contingente extraída pelo método de Krinsk e Roob para melhoria da qualidade do ar no Estado do Acre, 2004	88
20	Parâmetros estimados do modelo <i>logit</i> duplo para melhoria da qualidade do ar no Estado do Acre, 2004	90
21	Predições certas e erradas do modelo <i>logit</i> duplo pela melhoria da qualidade do ar no Estado do Acre, 2004	94
22	Experimento de <i>Krinsk-Roob</i> para disposição a pagar pela melhoria da qualidade do ar no Estado do Acre, 2004	95
23	Indicadores financeiros pela melhoria na qualidade do ar no Estado do Acre, 2004	97

	Página
24	Análise de sensibilidade de indicadores selecionados pela melhoria da qualidade do ar no Estado do Acre, 2004 98
1D	Lances oferecidos aos entrevistados para melhoria da qualidade do ar no Estado do Acre, 2004 119

LISTA DE FIGURAS

	Página
1 Densidade de focos de queimadas no Estado do Acre, no período de janeiro de 1998 a dezembro de 2004 (NOAA-12)	5
2 Quantidade de focos de calor no Estado do Acre, no período de janeiro de 1998 a dezembro de 2004 (NOAA-12)	7
3 Definição econômica do nível ótimo de poluição	21
4 Curvas de custos marginais sociais, privados e externos	24
5 Equilíbrio de mercado com presença de externalidades negativas	25
6 Equilíbrio de mercado com presença de externalidades positiva .	27
7 Provisão privada de um bem público	37
8 Variantes e subdivisões do método de valoração contingente	41
9 Mapa de dispersão Moran multivariado local para número de internações por morbidades respiratórias e quantidade de queimadas, no período de 1998 a 2004	68

10	Mapa de clusters espaciais significativos para número de internações por morbidades respiratórias e quantidade de queimadas, no período de 1998 a 2004	93
11	Impacto do efeito marginal de variáveis selecionadas na probabilidade média de contribuição pela melhoria da qualidade do ar no Estado do Acre, 2004	96

RESUMO

SILVA, Rubicleis Gomes da, D.S., Universidade Federal de Viçosa, julho de 2005. **Disposição a pagar para evitar danos à saúde oriundos das queimadas: uma aplicação do método de valoração contingente no Estado do Acre.** Orientador: João Eustáquio de Lima. Conselheiros: Marcelo José Braga e Viviani Silva Lírio.

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. Três aspectos evidenciam a relevância desta pesquisa; o primeiro diz respeito ao impacto que as queimadas de um município causam sobre o número de internações por morbidades respiratórias de seu vizinho; o segundo está relacionado com as informações fornecidas aos agentes públicos e privados sobre o *trade-off* praticado entre decréscimo na renda e melhoria na qualidade do ar; por fim, o terceiro aspecto reside em termos metodológicos, pois neste estudo de caso cinco abordagens distintas do Método de Valoração Contingente foram utilizadas. De forma geral, objetivou-se analisar

os impactos da poluição do ar pelas queimadas sobre a sociedade acreana. Especificamente, procurou-se: a) verificar a relação espacial entre internações ocasionadas por morbidades respiratórias em um município em razão das queimadas praticadas em seus vizinhos para o Estado do Acre, no período de 1998 a 2004; b) verificar qual das variantes do método de valoração contingente fornece maior confiabilidade para análise de políticas públicas; c) determinar quanto a sociedade está disposta a pagar pela diminuição dos malefícios ocasionados pelas queimadas; e d) comparar o valor da disposição a pagar (DAP) agregada com o custo das morbidades respiratórias ocasionados pelas queimadas no ano de 2004. Dois referenciais teóricos foram utilizados para dar suporte a este trabalho, a saber: a teoria das externalidades e a de bens públicos. Para alcançar os objetivos determinados, utilizaram-se: a análise exploratória de dados espaciais, o modelo *referendum* (modelo *logit*), *referendum with follow-up* (*logit* duplo), *one-and-one-half-bound* (*logit* meio duplo), *referendum with follow-up* abordagem de Cameron (1994) (*probit* bivariado), *referendum* abordagem de Cameron (1998) (Tobit II) e simulação de Krisnk-Roob. 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 US\$ 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.

ABSTRACT

SILVA, Rubicleis Gomes da, D.S., Universidade Federal de Viçosa, July 2005.
Willingness-to-pay to avoid damages the health in function of the burn:an application of the valuation contingent method in Acre state. Adviser: João Eustáquio de Lima. Committee Members: Marcelo José Braga and Viviani Silva Lírio.

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. Three aspects demonstrate the relevance of this research: the first refers to the impact the burned over lands of a municipality cause on the number of internments by respiratory morbidity of its neighborhood; the second is related with the data the public and private agents are furnished about the trade-off practiced between income decrease and improvement in the air quality; at last, the third resides in methodological terms since in this case study five distinct approaches of the Contingent Valuation Method are being utilized. In general way, this research seeked to examine the impacts that the ar pollution for fire

vegetation owns about Acrean society. Specifically, a) to verify the existing spatial relation between internments occasioned by respiratory morbidity in one municipality as a function of burned over lands practiced by its neighborhood, for the Acre state, in the period from 1998 to 2004; b) to verify which of the valuation contingent method' variants furnish higher reliability for public policies analysis; c) to determine how much society is willingness-to-pay for the decrease in the injuries caused by burned over lands, and d) 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. Two theories were utilized to reference this work, the externalities theory and the public assets theory. Concerning analytical references to reach the determined objectives, the exploratory analysis of spatial data, the model *referendum* (logit model), the *one-and-one-half-bound* (logit half double), the *referendum with follow-up* (double logit), the *referendum with follow-up* abordage of Cameron (1994) (bivariate probit), referendum approach of Cameron (1998) (Tobit II) and simulations of Krisnk-Roob were utilized. Results show that the dollar applied in internments expenditures for respiratory morbidity aiming at air bettering occasions an benefit of US\$ 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.

1. INTRODUÇÃO

1.1. Considerações iniciais

As queimadas constituem uma prática comum na região da Amazônia, estando relacionadas diretamente com a produção agrícola. Isso ocorre em função de esta ser um instrumento de baixo custo para a formação de lavouras e pastagens. Contudo, tal prática agrícola ocasiona graves prejuízos, principalmente em termos da poluição do ar, à população residente nas regiões onde estas são praticadas, bem como em outras regiões geográficas em razão do deslocamento da fumaça e de fagulhas pelas correntes de ar.

Em relação à quantidade de queimadas praticadas na região amazônica, os dados não são precisos. Há uma grande divergência em termos de números, dependendo da forma de detecção de focos de calor utilizada.

Esta limitação diz respeito ao estado da arte. Em razão disso, para ilustrar o número de queimadas na Amazônia Legal e no Estado do Acre, são utilizados os dados do satélite NOAA-12¹, por ser este a única fonte de dados que possui série histórica, bem como disponibiliza dados para todos os estados brasileiros.

¹ O NOAA-12 possui órbita polar e na detecção de queimadas usa uma janela no infravermelho (3,7 μm) com resolução espacial de 1,1 km (nadir). Ele abrange a área entre 7°N e 40°S; 75°W e 34,5°W. Os dados diários são de passagens no final da tarde, entre 20 e 22 horas UTC, equivalente a 15 e 17 horas no Acre (SELHORST e BROWN, 2003, p. 519).

Em termos de números de queimadas², o Brasil destaca-se em termos absolutos e relativos, pois, conforme indica o NOAA-12, na contagem de focos de calor (queimadas) na Amazônia o Brasil respondeu por 74,53% de todos os focos no período de janeiro de 1998 a dezembro de 2004, conforme mostrado na Tabela 1. Outro aspecto que chama atenção é a homogeneização das quantidades de focos pela área dos países que contêm a floresta amazônica. Observa-se, claramente, que o Brasil possui grande nível de intensidade de utilização de queimadas por quilômetro quadrado: a cada 100 km², existiram no período analisado, aproximadamente, 67 focos de queimadas, enquanto o Paraguai teve 22 focos, sendo a diferença da ordem de 306,81%.

Tabela 1 – Quantidade de queimadas nos países que compõem a Amazônia, no período de janeiro de 1998 a dezembro de 2004 (NOAA-12)

Países	Quantidade de queimadas	%	Quantidade de focos de calor sobre área do país em 100 km ²
Brasil*	813.624	74,53	67,50
Bolívia	123.430	11,31	11,00
Paraguai	88.051	8,07	22,00
Venezuela	57.291	5,25	6,00
Peru	6.275	0,57	-
Indeterminado	2.983	0,27	-
Total	1.459.488	100,00	-

Fonte: Elaborado pelo autor a partir do Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE).

* Foram consideradas somente a área agrícola e a quantidade de focos dos Estados da Amazônia legal.

² Neste trabalho queimada é conceituada como uma área maior que meio hectare, onde houve queima de biomassa com duração inferior a um dia.

Claramente, o Brasil é o maior responsável pela poluição do ar por causa das queimadas na Amazônia. Nesse cenário, os vizinhos do Estado do Acre, Bolívia e Peru responderam por 11,88% das queimadas na região, conforme apresenta a Tabela 1.

A Amazônia Legal brasileira é composta por nove estados. Em termos relativos, destacaram-se o Estado do Mato Grosso, com 27,06% do total de queimadas registrado no período analisado, e o Pará, que apresentou 17,38% (Tabela 2).

Os Estados do Mato Grosso e do Pará responderam, conjuntamente, por 44,44% das queimadas na Amazônia Legal brasileira. Observou-se que o estado que apresentou o maior número de queimadas é o que possui a maior relevância agrícola para a região. Chama atenção a relevância que a Amazônia Legal possui no total das queimadas no Brasil, possuindo 69% do total de focos, ou seja, de cada 100 ha queimados no Brasil, aproximadamente 69 ha estão na Amazônia Legal, 27,6 ha no Mato Grosso e 0,50 ha no Acre.

Em termos de intensidade de focos de calor, cinco estados destacaram-se: Maranhão, Pará, Amapá, Mato Grosso e Tocantins, pois cada um destes possuiu quantidade de queimada superior à média da região, conforme mostrado na quantidade de queimadas por 100 km² homogeneizada na Tabela 2.

Em relação ao Estado do Acre, em quantidade de focos de calor ele apresentou um total de 5.699 focos, ocupando a nona colocação em número de pontos quentes na Amazônia Legal e décimo oitavo em nível nacional. Em termos de intensidade, sua participação é bem inferior, pois a cada 100 km² de área agrícola foram detectados aproximadamente 18 pontos de calor.

Apesar de o Acre apresentar 0,48% do total de queimadas da Amazônia Legal, é necessário frisar que, no ano de 2001, conforme SELHORST e BROWN (2003), as licenças para queimadas autorizadas pelo Instituto Brasileiro do Meio Ambiente (IBAMA), conjuntamente com o Instituto de Meio Ambiente do Acre (IMAC), somaram um total de 7.100, enquanto o total de queimadas no mesmo período foi de 828, ou seja, uma diferença de aproximadamente 857%.

Tabela 2 – Quantidade de queimadas na Amazônia Legal brasileira, no período de janeiro de 1998 a dezembro de 2004 (NOAA-12)

Estado	Quantidade de queimadas	Área agrícola em km ²	Quantidade de queimadas por 100 km ²	Quantidade de queimadas por 100 km ² homogeneizada*
Mato Grosso	326.095	498.396,31	65,43	0,2654
Pará	205.300	225.202,29	91,16	1,2035
Maranhão	21.846	125.606,92	97,01	1,4165
Rondônia	70.488	167.657,16	42,04	(0,5871)
Tocantins	57.379	87.879,05	65,29	0,2605
Amazonas	11.432	29.768,17	38,40	(0,7198)
Roraima	10.105	33.225,66	30,41	(1,0111)
Acre	5.699	31.380,65	18,16	(1,4577)
Amapá	5.280	7.000,47	75,42	0,6298
Total	813.624	1.206.116,68	-	-

Fonte: Elaborado pelo autor a partir do INPE.

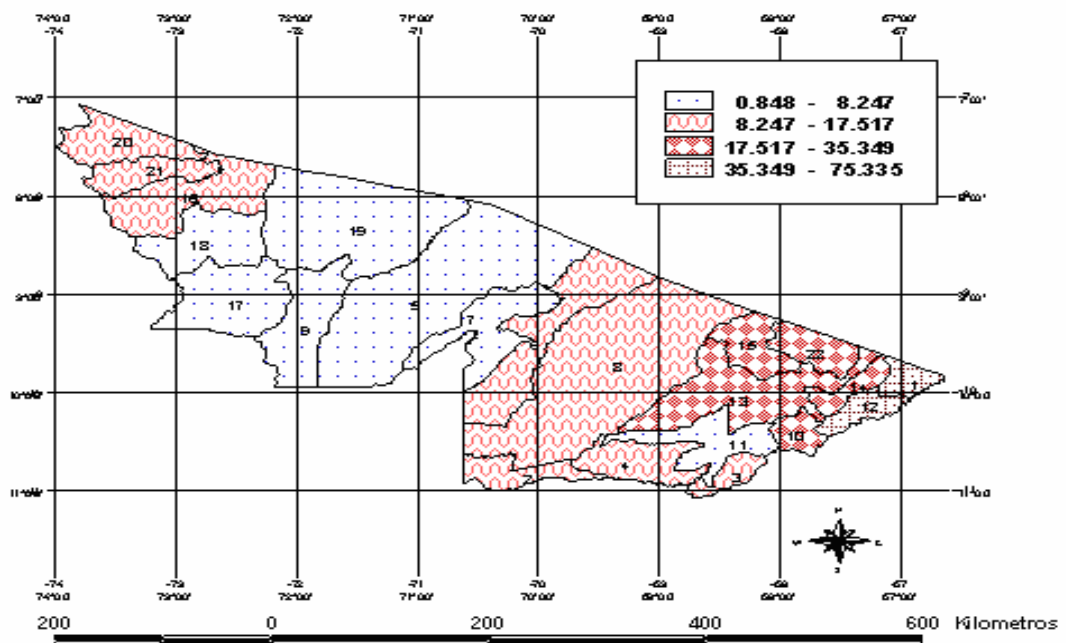
* Homogeneizada pelo desvio-padrão.

Considerando o valor de 5.699 pontos de calor menos 828 queimadas (refere-se aos pontos de calor de 2001) mais 7.100 licenças autorizadas, tem-se um valor de 11.971 pontos de queimadas, o que representa uma quantidade aproximada de 38 pontos de queimadas a cada 100 km². Isso representa uma diferença de aproximadamente 210% em relação ao valor constante na Tabela 2. Observa-se, nessa tabela, que foi analisado apenas o ano de 2001, em razão da disponibilidade de dados. Isso indica que os dados de satélites subestimam a quantidade de focos.

Nem toda licença é necessariamente uma queimada, e nem toda queimada é oriunda de uma licença. Contudo, as imagens de satélites acabam subestimando a quantidade de queimadas, em razão de, por exemplo, céu nublado; o satélite pode passar no período em que a queimada já acabou, ou os dois casos em conjunto.

Uma boa forma para analisar as queimadas é a utilização de uma abordagem espacial; com isso, ter-se-á uma percepção geográfica do fenômeno.

Na Figura 1, observa-se claramente a noção da existência de uma dependência espacial em relação às queimadas, ou seja, municípios que possuem grande densidade de queimadas, estando cercados por vizinhos que também apresentam elevada densidade. No entanto, municípios com baixa densidade estão cercados por vizinhos que exibem baixa incidência.



Acrelândia – 1, Assis Brasil – 2, Epitaciolândia – 3, Brasiléia – 4, Feijó – 5, Manoel Urbano – 6, Santa Rosa do Purus – 7, Sena Madureira – 8, Jordão – 9, Capixaba – 10, Xapuri – 11, Plácido de Castro – 12, Rio Branco – 13, Senador Guiomard – 14, Bujari – 15, Cruzeiro do Sul – 16, Marechal Thaumartugo – 17, Porto Walter – 18, Tarauacá – 19, Mâncio Lima – 20, Rodrigues Alves – 21 e Porto Acre – 22.

Fonte: Elaborado pelo autor a partir do INPE.

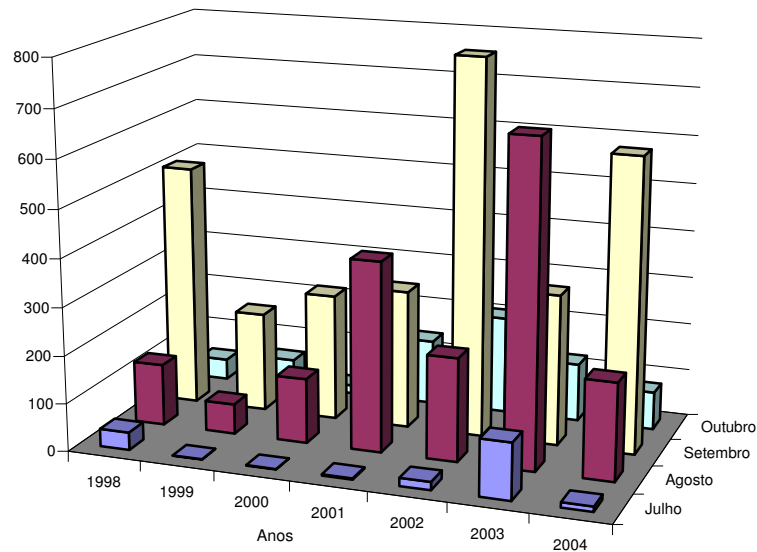
Figura 1 – Densidade de focos de queimadas no Estado do Acre, no período de janeiro de 1998 a dezembro 2004 (NOAA-12).

Na Figura 1, os municípios de Acrelândia (1), Capixaba (10), Plácido de Castro (12), Rio Branco (13), Senador Guiomard (14), Bujari (15) e Porto Acre (22) apresentaram maior densidade de queimadas e todos são contíguos, ressaltando-se ainda que têm grande número de assentamentos agrícolas. Além disso, responderam por, aproximadamente, 40% do valor da produção agrícola de 1995, fato que indica a existência de uma relação entre crescimento da produção agropecuária e quantidade de queimadas.

Os municípios de Assis Brasil (2), Epitaciolândia (3), Brasiléia (4), Feijó (5), Manoel Urbano (6), Santa Rosa (7), Sena Madureira (8), Jordão (9), Xapuri (11), Cruzeiro do Sul (16), Marechal Thaumartugo (17), Porto Walter (18), Mâncio Lima (20) e Rodrigues Alves (21), todos com menor densidade de queimadas, possuem como principal característica a contigüidade, ressaltando-se que essa região apresenta grande número de unidades de conservação (Parque Nacional da Serra do Divisor, Floresta Macauã e Estação Ecológica Rio Acre), reservas extrativistas e terras indígenas.

Um aspecto de grande relevância sobre as queimadas no Acre diz respeito à periodicidade. Em virtude de as estações climáticas na Amazônia serem diferenciadas das demais regiões do Brasil (só existem verão e inverno na Amazônia), a grande incidência de queimadas ocorre no período do verão amazônico, ou seja, nos meses de julho, agosto, setembro e outubro, conforme mostrado na Figura 2.

A poluição do ar em razão das queimadas no Acre possui pelo menos três origens: a primeira são as queimadas legais e ilegais praticadas dentro do próprio estado; a segunda são as queimadas que são praticadas pelos demais estados da Amazônia Legal brasileira; e, por fim, as queimadas praticadas nos países (Peru e Bolívia) que fazem vizinhança com o Acre.



	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004
Julho	37	1	1	3	17	117	11
Agosto	130	63	136	396	216	671	203
Setembro	509	209	265	290	785	315	611
Outubro	44	60	18	137	205	122	79

Fonte: Elaborado pelo autor a partir do INPE.

Figura 2 – Quantidade de focos de calor no Estado do Acre, no período de janeiro de 1998 a dezembro de 2004 (NOAA-12).

Em relação à poluição do ar, especificamente as origens da fumaça que impacta sobre o Acre, BROWN (2004) salientou:

O problema de fumaça vem de fora. Sim... E não. Sim, uma parte vem de fora, como está acontecendo agora, mas também existe produção local importante de fumaça. Alguns cálculos podem ajudar a entender isso. Algumas dezenas de milhares de famílias rurais vivem no Acre e na preparação de roçados e pastagens, geram milhares de queimadas por ano (...) o desmatamento no Acre tem liberado potencialmente entre 3 e 6 milhões de toneladas de carbono. A maior parte deste carbono é liberada como gás carbônico, contribuindo para o efeito estufa, porém uma parte se torna partículas finas, isto é, fumaça. Mesmo sendo um número muito menor de queimadas no Acre, quando comparado com as de Mato Grosso, Rondônia e Santa Cruz, elas são bem próximas e o efeito de diluição com a distância não funciona. Sim, respiramos também fumaça do Acre.

Parte da poluição do ar no Acre é oriunda de outros estados e países, contudo, mesmo o Acre possuindo um número de queimadas inferior aos demais estados e países da Amazônia, as queimadas praticadas no Acre também impactam negativamente na qualidade de vida da sociedade local.

A discussão sobre as queimadas na Amazônia, primeiramente, deve ser conduzida no tocante aos seus determinantes. Nesse sentido, HOMMA et al. (1993) destacaram que existem dois extremos quanto à pressão do desmatamento e das queimadas na Amazônia. A primeira é a dos indígenas que se caracteriza pelo longo tempo de pousio e pela baixa frequência de derrubadas e queimadas; a segunda é a dos pequenos agricultores, que é caracterizada pelo curto tempo de pousio e pela alta frequência de derrubadas e queimadas.

Conforme HOMMA et al. (1993) a baixa rentabilidade das atividades agrícolas, a inexistência de outras alternativas econômicas, o baixo padrão educacional, os fatores culturais arraigados no homem rural e a escassez de capital e de tecnologia fazem com que o processo de derrubada e queima de biomassa seja predominante em toda a Amazônia.

Os referidos autores salientaram que a descapitalização e a falta de alternativas de preparo do solo justificam a utilização das queimadas no processo de produção agrícola da Amazônia em razão de esta prática ser menos onerosa para o produtor rural. É válido salientar que as queimadas promovem a curtíssimo prazo uma fertilização gratuita, em termos de diversos nutrientes, principalmente o potássio, além de auxiliar o controle de ervas daninhas e de pragas.

A utilização do solo na atividade agrícola na Amazônia acarreta impactos em níveis local, regional, nacional e mundial, sendo os danos mais perceptíveis as emissões de gases na atmosfera, as doenças respiratórias provocadas pela fumaça e a destruição de ecossistemas florestais. Contudo, outros problemas, como: fechamento de aeroportos e acidentes de trânsito em função da visibilidade prejudicada e o mal-estar provocado pelas fagulhas, são novas faces desse problema na Amazônia.

MENDONÇA (2001) destacou que o uso do fogo como instrumento agrícola gera, entre outros efeitos negativos, uma forma de externalidade ao sistema econômico, que se refere aos danos causados à saúde humana. Outro aspecto relevante aos impactos ocasionados pelas queimadas foi destacado por MOTTA et al. (2002, p. 22):

Na época das queimadas agrícolas grandes nuvens de fumaça se deslocam e cobrem vastas extensões da Amazônia. **O monitoramento por satélite feito em agosto de 1995 mostrou uma nuvem de fumaça cobrindo cerca de 5 milhões de km², numa área igual a mais da metade do território brasileiro. Em algumas regiões da Amazônia a fumaça liberada pelas queimadas agrícolas e incêndios florestais origina concentrações de até 500 microgramas de partículas em um metro cúbico (m³) de ar, quando o normal para a região é de 15 a 20 microgramas por m³ de ar, superando de duas a três vezes as concentrações registradas em São Paulo.** Nesse caso a queimada surge como um fator que contribui para a concentração de material particulado na atmosfera e, conforme já foi demonstrado em alguns estudos, existe uma correlação positiva entre os altos índices deste poluente e a incidência de doenças respiratórias (negrito nosso).

A exposição feita por MOTTA et al. (2002) demonstrou a grande relevância que o problema das queimadas possui, em termos de impactos negativos, uma vez que seria de fundamental importância determinar qual o impacto que uma nuvem de fumaça de 5 milhões de km², com concentração de até 500 microgramas de partículas por m³, possui sobre a saúde da população local.

1.2. O problema e sua importância

As queimadas causam malefícios à sociedade, principalmente à saúde dos cidadãos. A mensuração do valor monetário que esta está disposta a pagar para diminuir seus impactos constitui-se em importante informação para a determinação dos prejuízos que a população está sofrendo, bem como é um indicador que fornece um valor que pode ser utilizado como fonte de financiamento para desenvolvimento de projetos que possibilitem a diminuição das queimadas no Estado do Acre e, conseqüentemente, seus efeitos negativos.

O aspecto econômico das queimadas na Amazônia foi analisado por MOTTA et al. (2002), que estimaram os custos da produção agropecuária no período de 1996 a 1999, as perdas florestais e os custos associados à emissão de CO₂ (dióxido de carbono) para 1995 e 1998.

No referido estudo, no tocante aos danos impostos às atividades agropecuárias foram utilizadas como *proxys* as perdas temporárias de pastejo associadas com a destruição de cercas. Os resultados indicaram que, no período analisado, os custos médios das perdas de pastagem foram da ordem de US\$ 16,8 milhões, sendo o total de US\$ 67 milhões. Já as perdas de cercas totalizaram um valor máximo de US\$ 204,6 milhões, com média de US\$ 51,2 milhões.

Com relação à valoração monetária dos custos das perdas florestais no período analisado, estes foram valorados utilizando como *proxy* a perda de madeira comercializável. Ressalta-se que a perda de produtos não madeireiros (castanha, cipós, óleos e plantas medicinais) não foi considerada, como também não foi levada em conta a eliminação da fauna e dos serviços ecológicos que a floresta fornece. Em termos de valores monetários, no ano de 1998 o prejuízo alcançou o valor de US\$ 13 milhões, enquanto no ano de 1995 esse resultado foi bem inferior, somente US\$ 1 milhão, e a diferença entre esses valores é explicada pelo fenômeno do El niño, que aumentou o período de seca na Amazônia, favorecendo, conseqüentemente, as queimadas em 1998.

Outro aspecto que merece atenção em relação aos impactos negativos exercidos pelas queimadas diz respeito à emissão de dióxido de carbono. Conforme MOTTA et al. (2002), dos 8,3 bilhões de toneladas de carbono emitidas para a atmosfera pela ação antrópica a cada ano, a maior parte, 6,3 bilhões de toneladas por ano, é produzida pela queima de combustíveis fósseis e aproximadamente 2 bilhões de toneladas, pelo desmatamento de florestas tropicais.

O fogo, que é utilizado como instrumento de conversão de florestas tropicais em áreas agrícolas, contribui, de forma decisiva, para a emissão de carbono na atmosfera e para o prejuízo econômico causado por ela. As estimativas indicaram que, em 1998, as perdas monetárias equivaleram a US\$

9,444 milhões, já em 1995 os prejuízos variariam entre US\$ 10 milhões a US\$ 572 milhões.

No tocante aos impactos da poluição do ar sobre a saúde humana, MENDONÇA (2001) estimou e valorou os danos à saúde humana em decorrência do uso do fogo na Amazônia no período de 1996 a 2000. Esse trabalho partiu da pressuposição de que existe relação significativa entre a poluição do ar advinda da fumaça e doenças respiratórias.

Conforme salientaram NEPSTAD et al. (1999), a saúde da população da Amazônia é fortemente afetada pela fumaça liberada nas queimadas agrícolas e nos incêndios florestais. Todo ano, durante a estação seca, registra-se aumento no número de pacientes internados nos hospitais e centros de saúde por causa de doenças respiratórias (bronquite, asma e outras), ocasionadas pela inalação de fumaça. Contudo, mesmo sendo os impactos ocasionados pelas queimadas relevantes para o bem-estar da sociedade amazônica, poucos estudos buscaram determiná-los, sendo o de maior relevância o de MOTTA et al. (2002). Nessa pesquisa os autores, utilizando um modelo estrutural estimado a partir de dados em painel (modelo de efeito fixo), estimaram a quantidade de internação por morbidade respiratória no período de 1996 a 1999.

Esses mesmos autores determinaram que, no período de 1996 a 1999, em média 6% do total das internações por doenças respiratórias foram ocasionadas pela fumaça das queimadas. Os valores constantes na Tabela 3, referentes aos anos de 2000 a 2004, foram atualizados com o intuito de mostrar a evolução do impacto das queimadas sobre a quantidade de internação por morbidades respiratórias. É válido ressaltar que, no período atualizado, a taxa média de internação foi de 8%, dois pontos percentuais acima da média do período anterior.

Conforme mostrado na Tabela 3, durante o período analisado houve 132.148 internações por morbidades respiratórias na Amazônia, em decorrência das queimadas, sendo em média 14.648 pessoas internadas a cada ano. Observa-se, nessa tabela, que nos anos de 2001 a 2004 houve um incremento significativo na participação das internações ocasionadas pelas queimadas em relação ao

período de 1996 a 2000. Tal fato ocorreu em razão do aumento significativo das quantidades de focos de queimadas nos Estados da Amazônia.

Tabela 3 – Internações associadas às queimadas na Amazônia, no período de 1996 a 2004*

Anos	Doenças respiratórias		
	Total de internações	Internações	Total (%)
1996	149.951	4.319	3
1997	155.706	6.816	4
1998	152.246	12.875	8
1999	167.559	13.372	8
2000	253.767	9.823	4
2001	240.739	14.997	6
2002	237.965	24.043	10
2003	236.411	20.467	9
2004	234.989	25.436	11
Média	203.259	14.683	7
Total	1.829.333	132.148	7,20

Fonte: MOTTA et al. (2002).

* O período de 2000 a 2004 foi atualizado nesta pesquisa a partir do modelo estimado em MOTTA et al. (2002).

Em relação à quantidade de internação por morbidades respiratórias, a taxa geométrica de crescimento, no período de 1996 a 2004, foi de 21,64% a.a. (significativo a 1%), representando um crescimento acumulado de 483,12%. Em última instância, esse grande crescimento ilustra o crescente impacto negativo das queimadas sobre as morbidades respiratórias.

Os dados apresentados na Tabela 3 foram atualizados neste trabalho. Além disso, de forma geral, os valores constantes representam números que subestimam o impacto das queimadas sobre a saúde da população amazônica em razão de dois motivos, em que o primeiro é a subestimação da quantidade de focos de queimadas detectados pelos satélites, e o segundo diz respeito à

utilização dos registros de morbidades disponíveis no Sistema Único de Saúde (SUS), não se considerando os indivíduos que utilizaram o serviço de saúde privada ou, em casos extremos, aqueles que se automedicaram.

Chama atenção nesse trabalho a utilização da disposição a pagar (DAP) para valorar os danos à saúde da sociedade, ou seja, o indivíduo aceita pagar uma contribuição mensal para diminuir o risco de incorrer em alguma morbidade ocasionada pela poluição do ar em razão das queimadas.

MENDONÇA (2001), para atingir seus objetivos, utilizou uma função de transferência de benefícios, ou seja, a partir de EXTERNE (1998), converteu-se o valor da disposição a pagar para reais e aplicou-se à Amazônia.

A pesquisa determinou uma disposição a pagar média de US\$ 1.085 por ano, considerando-se a quantidade de internações e o seu custo em função da poluição do ar, a DAP agregada representa, em média, 25% do total dos custos pagos pelo Sistema Único de Saúde (SUS), com morbidades associadas a doenças respiratórias oriundas das queimadas.

Este trabalho merece um comentário pontual, particularmente um aspecto chama atenção: a utilização de uma DAP para a Amazônia ajustada através de uma função de transferência de benefício. Não parece razoável o uso dessa *proxy*, pois a DAP ajustada pela função de transferência traz consigo as características socioeconômicas européias, que por sua vez diferem, significativamente, das características amazônicas; por conseqüência, essa DAP ajustada não reflete as características da sociedade amazônica.

O que este estudo trouxe de novo às aplicações da valoração contingente é a análise da poluição do ar ocasionada pelas queimadas na Amazônia, especificamente no Estado do Acre. Em se tratando dessa região, este estudo possui grande relevância, pois um de seus objetivos foi a determinação do valor que a sociedade se dispõe a pagar para a melhoria da qualidade do ar.

Três aspectos distintos demonstram a relevância desta pesquisa. O primeiro diz respeito à análise dos impactos ocasionados sobre a quantidade de internações por morbidades respiratórias do município *i*, em função da

intensidade de queimadas de seu vizinho; o segundo é relacionado às informações fornecidas aos agentes públicos e privados sobre o *trade-off* praticado entre decréscimo na renda e melhoria na qualidade do ar. Por fim, o terceiro reside em termos metodológicos, pois, neste estudo de caso, cinco abordagens distintas do Método de Valoração Contingente (MVC) estão sendo utilizadas e comparadas entre si. Com isso, será possível verificar qual das variantes do MVC possui maior confiabilidade para análise de políticas públicas. Em razão disso, os resultados fornecidos pelo MVC terão maior confiabilidade para a tomada de decisão.

1.3. Objetivos

De forma geral, esta pesquisa teve como objetivo analisar os efeitos que a poluição do ar pelas queimadas possui sobre a sociedade acreana, bem como determinar o valor dos benefícios da despoluição do ar que traz maior confiabilidade para análise de políticas públicas.

Especificamente, pretende-se:

- a) Verificar a relação espacial entre internações ocasionadas por morbidades respiratórias em um município em função das queimadas praticadas em seus vizinhos (municípios) no Estado do Acre, no período de 1998 a 2004.
- b) Identificar qual das variantes do método de valoração contingente fornece maior confiabilidade para análise de políticas públicas.
- c) Determinar quanto a sociedade está disposta a pagar pela diminuição dos prejuízos ocasionados pelas queimadas.
- d) Comparar o valor da DAP agregada com o custo das morbidades respiratórias ocasionadas pelas queimadas no ano de 2004.

2. REFERENCIAL TEÓRICO

Diversos referenciais teóricos podem ser utilizados para embasar pesquisas na área de valoração de bens públicos. Nessa perspectiva, podem-se destacar diversos estudos que utilizaram referenciais teóricos diferentes, por exemplo os de SILVA e LIMA (2004), que utilizaram a teoria do bem-estar, especificamente o excedente do consumidor para referenciar a medida monetária de bem-estar quantificada para valorar o parque ambiental “Chico Mendes”, em Rio Branco, Acre. Por sua vez, RIBEIRO (2002) empregou a economia da poluição (externalidade negativa) para estudar os princípios, as hipóteses gerais e as conclusões obtidas pelo Método de Avaliação Contingente.

Outro referencial alternativo que poderia ser utilizado para embasar as pesquisas sobre valoração de ativos ambientais é o de bens públicos. Em última instância existe uma relação muito forte entre os conceitos apresentados.

Uma medida de bem-estar (excedente do consumidor, variação compensatória/equivalente e o excedente compensatório/equivalente) representa a informação básica para a análise da provisão de um bem público, ou seja, representa o preço de reserva ou a máxima disposição a pagar (DAP) para um bem que não possui mercado. No entanto, a DAP que representa uma *proxy* do preço do bem público é uma informação relevante para a determinação do nível ótimo de externalidade que um agente pode produzir.

A utilização dos conceitos de externalidades e bens públicos para referenciar este trabalho justifica-se pelo fato de o objeto desta pesquisa possuir várias inter-faces com a teoria econômica. Por exemplo, é teoricamente possível determinar o nível ótimo de queimadas praticadas na Amazônia, sendo o conceito de externalidade o mais adequado para essa missão. Entretanto, sabe-se que as queimadas causam externalidades negativas sobre a população via qualidade do ar, o que causa impactos negativos sobre a sociedade. Nesse sentido, a teoria das externalidades é a mais apropriada para esse tipo de investigação.

Por sua vez, a teoria dos bens públicos torna possível determinar o valor que a sociedade se dispõe a pagar para diminuir os problemas oriundos das queimadas. Em relação às medidas de bem-estar, estas representam, microeconomicamente, a DAP do consumidor ou, no entanto, excedente do consumidor.

A economia do bem-estar, especificamente o excedente do consumidor, poderia ser utilizado para referenciar este trabalho. Contudo, não foi objetivo deste elaborar uma descrição detalhada das medidas de bem-estar, partindo da função de utilidade ou da função de dispêndio ou outro tipo de função. Apesar de esse tipo de referencial ser algo extremamente elegante do ponto de vista microeconômico, a interpretação e análise do significado dessa medida não são facilmente assimiladas.

Por fim, os conceitos de bens públicos e externalidades, em razão de serem menos abstratos, possibilitam maior entendimento do objeto de pesquisa tratado neste trabalho.

2.1. Externalidades

A atividade agropecuária na Amazônia e, especificamente, no Estado do Acre, utiliza com muita frequência e intensidade as queimadas como fator de produção, em virtude de esta apresentar baixo custo e de a fiscalização dos órgãos competentes ser deficiente.

Em razão de esse “fator de produção” (queimadas) não apresentar uma limitação em seu uso, o mesmo contribui, pelo menos no curto prazo, com o aumento da produção agropecuária.

Dois aspectos merecem especial relevância: o primeiro é o impacto positivo sobre a produção agropecuária e o segundo, o impacto negativo sobre o bem-estar da população acreana, especificamente sobre a saúde. O contexto apresentado remete essa situação para ser analisada à luz de uma teoria das externalidades, ou seja, a uma teoria que procura explicar o impacto que a produção ou a utilidade de um agente possui sobre outro agente.

A microeconomia neoclássica postula uma conexão entre competição, preço e equilíbrio. O primeiro teorema do bem-estar diz que o equilíbrio competitivo gera, necessariamente, Pareto ótimo. Já o segundo teorema indica que, se as preferências dos consumidores são convexas, em uma economia de troca é possível, através de uma realocação adequada das dotações iniciais dos agentes, que toda alocação eficiente de Pareto seja correspondente a um equilíbrio competitivo nesse mercado.

Conforme destacou RIBEIRO (2002), em uma economia competitiva e desconsiderando-se os aspectos distributivos, a maximização de bem-estar social e, portanto, o mercado via preço é capaz de alocar os recursos em termos de bem-estar social. Em competição perfeita, a alocação é eficiente em razão de os produtores maximizarem lucro e os consumidores maximizarem utilidade, e ninguém pode melhorar seu nível de bem-estar sem alguém piorar. O preço possui todas as informações necessárias para organizar a economia, e o mecanismo de mercado propicia alocações Pareto eficiente.

Contudo, esse é o mundo do mestre Pangloss (o melhor dos mundos possíveis). Existem falhas no mercado competitivo, conseqüentemente o equilíbrio de mercado não produzirá mais Pareto ótimo, significando que o ótimo privado é diferente do ótimo social.

2.1.1. Conceituação de externalidades

A literatura econômica apresenta diversos conceitos sobre externalidade. PINDYCK e RUBINFELD (1994) caracterizam-na como sendo os efeitos das atividades de produção e consumo que não se refletem diretamente no mercado. Por sua vez, EATON e EATON (1999) expressaram um conceito mais claro, colocando que, sempre que o comportamento de um agente econômico exerce impacto sobre outro agente e este impacto não tem preço no mercado, diz-se que este está impondo uma externalidade sobre o outro. Já, para MAS-COLELL et al. (1995), uma externalidade está presente quando o bem-estar de um consumidor ou a possibilidade de produção de uma firma é diretamente afetada pela ação de outro agente na economia.

Apesar de esses conceitos estarem presentes na maioria dos manuais de microeconomia, o conceito de externalidade apresentado por BAUMOL e OATES (1975) é bem mais trabalhado que os anteriores, com a ressalva de que esses autores colocaram que uma externalidade existe quando a relação de produção ou utilidade de uma empresa ou indivíduo inclui algumas variáveis, cujos valores são escolhidos por outros sem levar em conta o bem-estar do afetado. Além disso, os causadores dos efeitos não pagam nem recebem nada pela sua atividade.

O conceito apresentado anteriormente possui sintonia direta com duas condições que PEARCE e TURNER (1990) destacaram para a existência de custo ou benefício externos, que são:

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

O conceito de externalidade pode ser dividido em duas ópticas, a do consumo e a da produção; uma externalidade de consumo ocorre quando o consumo do bem “A” afeta a produção e, ou, consumo de outro agente, já a externalidade na produção ocorre quando a produção de uma firma é impactada pela produção de outra firma ou de um consumidor.

Nesse contexto, externalidades podem surgir entre consumidores, entre firmas ou entre a combinação de ambos, sendo positivas quando os recursos são subalocados na fonte da externalidade e negativas quando os recursos são sobrealocados na fonte, ou seja, na presença de externalidades negativas ocorre ineficiência econômica, dado que o nível de produção, quando não é considerado o custo externo, é superior ao nível de produção eficiente. No caso de externalidades positivas, esse nível de produção é inferior ao de produção eficiente.

CONTADOR (2000) destacou que as externalidades apresentam duas características essenciais. A primeira é que são resultados da imprecisão na definição dos direitos de propriedade, principalmente em relação aos bens públicos; a segunda é o seu caráter involuntário; em razão disso, a poluição é apenas uma consequência, um subproduto de uma atividade cujos efeitos são incômodos a outros. Por fim, a falta de controle direto, a um custo nulo sobre as fontes dos efeitos externos, dificulta a eliminação total das externalidades.

É importante mencionar que o conceito de externalidades possui três fontes: a primeira diz respeito à deficiência na definição dos direitos de propriedade; a segunda resulta do avanço tecnológico, que gera retornos crescentes de escala e custos médios decrescentes no longo prazo, ou seja, o surgimento de um monopólio; e a terceira fonte de externalidade advém dos bens públicos.

Dado que os mercados concorrenciais negligenciam a presença de externalidades, as alocações que são realizadas não correspondem às alocações eficientes, ou seja, o custo marginal (CMa) é diferente do custo marginal social ($CMaS$). A partir daí, a produção da firma ou está acima do ótimo privado ou abaixo. Conseqüentemente, as externalidades podem ser consideradas como causadoras de ineficiência econômica. A diferença entre o ótimo privado e o social dá origem ao conceito de externalidade.

2.1.2. Definição econômica do nível ótimo de externalidade e os conceitos de externalidades positivas e negativas

VARIAN (1992) destacou que atividades que geram externalidades não se encontram em estado de Pareto-ótimo, uma vez que existem agentes sendo prejudicados por sua melhoria. Logo, para alcançar esse ponto, torna-se necessário que a atividade incorpore a externalidade por ela causada. A diferença entre o custo marginal privado e o social representa o custo externo imposto aos agentes econômicos que sofrem da externalidade, sendo este denominado custo marginal externo.

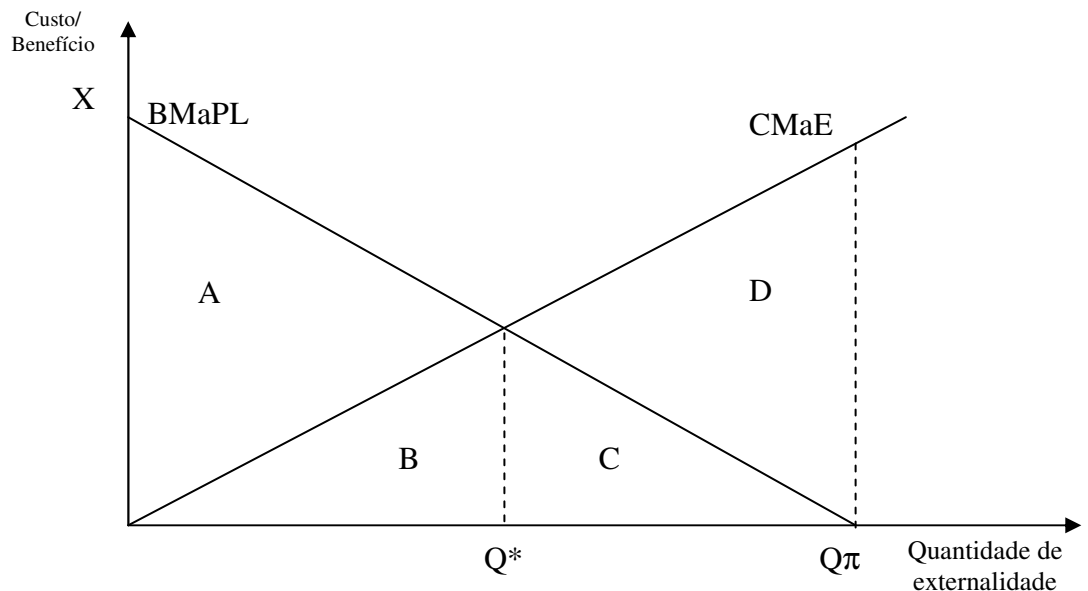
Uma forma interessante para análise da externalidade é fornecida pela Economia dos Recursos Naturais e do Meio Ambiente. Nesse sentido, PEARCE e TURNER (1990) destacaram que o nível ótimo de poluição não é zero, e sim o correspondente à intersecção entre a curva de Benefício Marginal Privado Líquido ($BMaPL$)³ e a de custo marginal externo ($CMaE$). Parece estranho, mas, para haver produção, algum nível de poluição é necessário.

Analisando a Figura 3, é possível derivar a quantidade ótima de externalidade gerada pelo processo produtivo. A partir disso, é possível entender com maior profundidade os conceitos de externalidades positivas e negativas.

Na Figura 3, o eixo vertical representa os custos ou benefícios medidos em unidades monetárias; o eixo horizontal mostra a quantidade de poluição gerada pela atividade econômica, em que Q^* representa o nível ótimo de

³ O BMaPL corresponde ao lucro oriundo de uma atividade produtiva.

externalidade e $Q\pi$, o nível de externalidade associado com a maximização do lucro em concorrência perfeita.



Fonte: PEARCE e TURNER (1990).

Figura 3 – Definição econômica do nível ótimo de poluição.

A curva *BMaPL* possui inclinação negativa, pois, à medida que os benefícios despoluição do ar diminuem, a produção de externalidade (fumaça) aumenta; se o custo de despoluição for nulo, a quantidade de poluição (externalidade) será a que maximiza o lucro ($Q\pi$). Por sua vez, a inclinação positiva do *CMaE* ocorre em função do valor adicional do custo da despoluição, mais que compensar o aumento da quantidade da atividade poluidora.

A partir dessas definições é possível uma análise mais profunda da Figura 3. A área abaixo da curva *BMaPL* (A, B e C) corresponde ao total do benefício privado líquido da poluição; já a área abaixo da curva de *CMaE* (B, C e D) corresponde ao custo externo total; a área compreendida por A corresponde ao nível ótimo do benefício social líquido; o nível ótimo de externalidade é dado pela área B; por sua vez, a soma das áreas A e B correspondem ao nível ótimo do benefício privado líquido da externalidade; a soma das áreas C e D correspondem

a níveis não-ótimos de externalidade e precisam ser removidos através de regulação; a área C representa o nível de benefício privado líquido que socialmente não é desejado; por fim, o benefício social líquido corresponde a ($A + B + C - B - C - D = A - D$), que é claramente menor que A.

Conforme PEARCE e TURNER (1990), é fácil verificar que na presença de externalidade existe uma divergência entre o custo marginal privado e social. Caso a divergência não seja corrigida, a externalidade continuará sendo produzida no nível de maximização do lucro em competição perfeita.

A partir dessas definições, pode-se chegar a algumas conclusões. A igualdade entre *BMaPL* e *CMaE*, representada pela expressão (1), fornece a quantidade ótima de externalidade a ser produzida, conforme mostrado na Figura 3.

$$BMaPL = CMaE . \quad (1)$$

A expressão (1) pode ser visualizada de outra forma, sendo nesta o *CMaE* dividido em dois componentes, conforme a expresso em (2).

$$BMaPL = P - CMa \quad (2)$$

em que *CMa* corresponde ao custo marginal da poluição, sendo:

$$P - CMa = CMaE \quad (3)$$

ou, no entanto,

$$\begin{aligned} P &= CMa + CMaE; \text{ e} \\ P &= CMaS. \end{aligned} \quad (4)$$

Em concorrência perfeita *P* é igual ao *CMa*, contudo, na presença do *CMaE*, o preço é igual ao *CMaS*. Nesse contexto, chega-se à seguinte conclusão, quando:

$$BMaPL = CMaE \quad (5)$$

tem-se:

$$P = CMa \quad (6)$$

A partir da condição de equilíbrio representada pela expressão (6), duas situações podem ocorrer, sendo a primeira representada por:

$$P > CMa \quad (7)$$

Para haver igualdade entre preço e custo marginal, torna-se necessária a inclusão do $CMaE$, ao lado direito de (7), transformando-a na expressão dada em (4):

$$P = CMa + CMaE$$

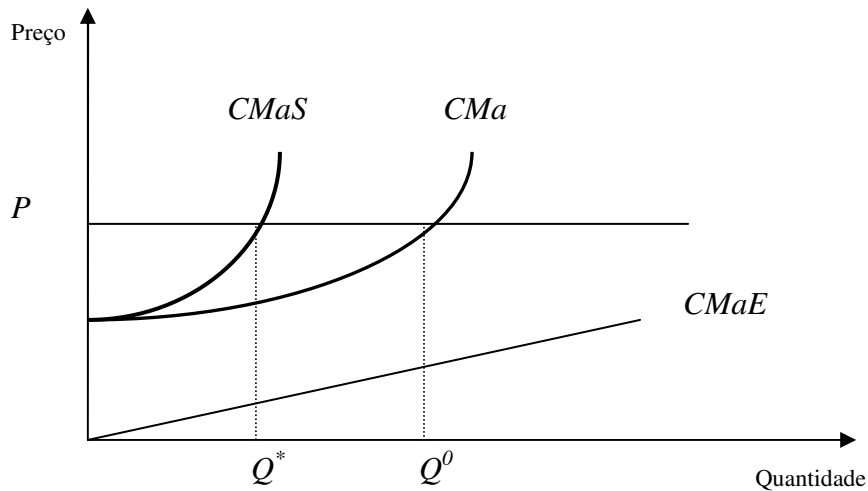
$$P = CMaS.$$

A diferença entre as expressões (4) e (6) reside na internalização da externalidade ($CMaE$) ao preço. Contudo, a incorporação da externalidade ao preço modifica completamente a estrutura de oferta de externalidades e produção, pois a quantidade de equilíbrio dado em (6) é superior à da expressão (4). Daí, chega-se à conclusão de que a não-gravação do custo marginal externo ao preço faz que a firma produza mais que o eficiente socialmente, pois:

$$P = CMa > P = CMaS \quad (8)$$

A expressão (8) representa uma situação em que ocorre uma externalidade negativa, e a Figura 4 ilustra esse tipo de situação. O custo marginal social ($CMaS$) é obtido pela soma do custo marginal ao custo marginal externo, que relaciona a produção de externalidade com a produção da firma. Em um mercado de concorrência perfeita, a firma produzirá no ponto onde o preço do produto é igual ao custo marginal. Nesse caso, percebe-se claramente que, quando a produção de externalidade é baseada no $CMaS$, isto é, incorporando a externalidade negativa, a produção se efetiva em Q^* , sendo menor

do que quando baseada no CMa , em que a firma produz Q^0 . Em última instância, isso significa que, na presença de externalidade negativa, a firma produz mais que ótimo social, conforme mostrado na Figura 4.

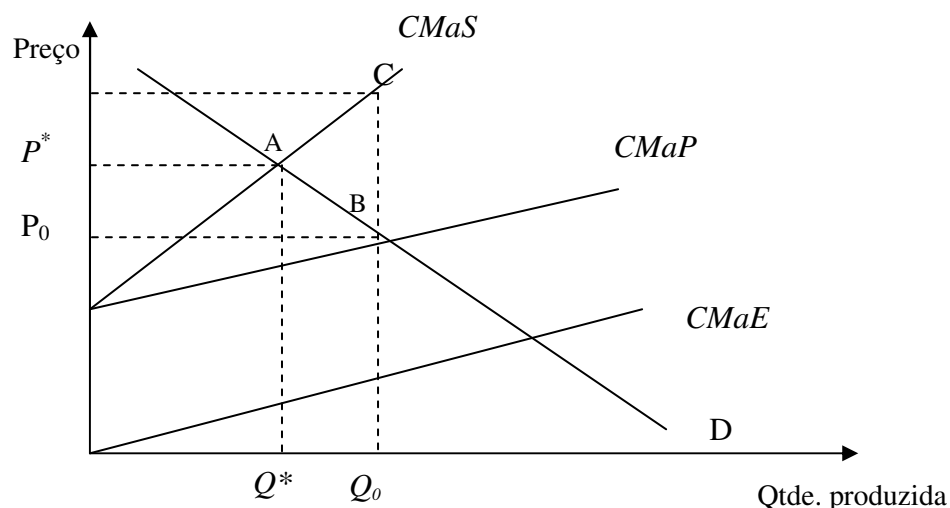


Fonte: PINDYCK e RUBINFELD (1994).

Figura 4 – Curvas de custos marginais sociais, privados e externos.

O excesso de produção demonstrado pela diferença de Q^* e Q_0 corresponde a uma ineficiência econômica. Para a firma produzir a quantidade ótima é necessária a internalização da externalidade. No entanto, é preciso ressaltar que se a produção ótima Q^* é inferior à produção de mercados concorrenciais, o preço deverá se ajustar a novas quantidades; isso ocorre em razão de P^0 refletir apenas o custo marginal privado. A Figura 5 ilustra essa situação.

O custo social (CS) com que a sociedade arca devido a essa ineficiência é obtido por meio da diferença entre o custo marginal social e o benefício marginal (curva de demanda), que na Figura 5 é dado pela área do triângulo ABC.



Fonte: PINDYCK e RUBINFELD (1994).

Figura 5 – Equilíbrio de mercado com presença de externalidades negativas.

Observe que $Q_0 > Q^*$, contudo o preço correspondente a Q^* é P^* , em que $P^* > P_0$. O equilíbrio no ponto A representa o equilíbrio com uma política de internalização da externalidade, ou seja, o equilíbrio socialmente ótimo, pois a demanda é igual ao $CMaS$; já o ponto B representa o ótimo de Pareto sem a presença de externalidade, isto é, o equilíbrio em mercados competitivos.

A expressão (6) corresponde à situação de equilíbrio em concorrência perfeita, e a primeira situação fere a condição dada pela expressão (7); por sua vez, a segunda condição ocorre quando o preço é menor que o custo marginal privado, conforme a expressão (9):

$$P < CMa \tag{9}$$

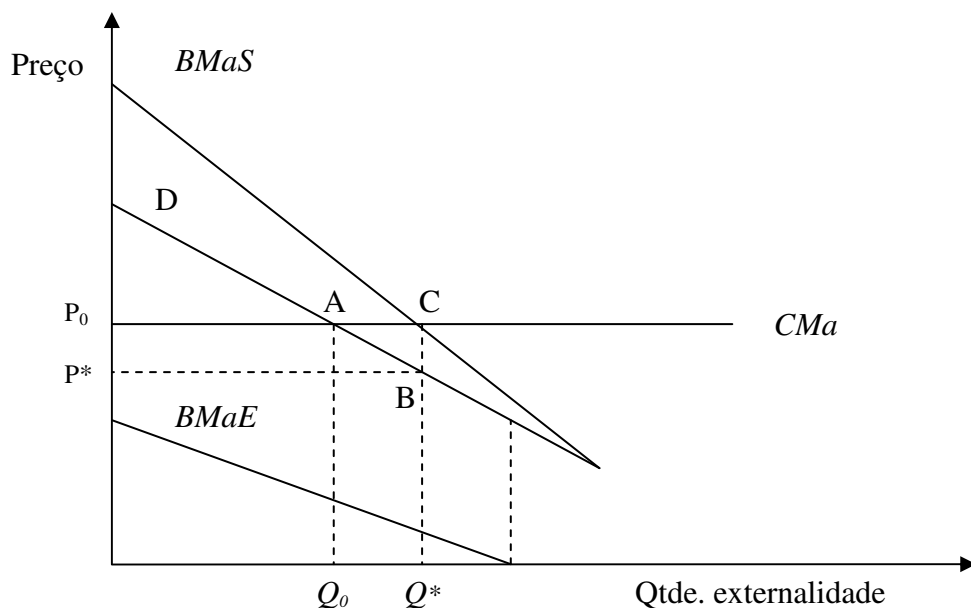
Para a expressão (9) tornar-se uma igualdade, é necessário incorporar o benefício marginal externo. A partir disso, tem-se:

$$P = CMa + BMaE \tag{10}$$

que pode ser representada alternativamente por:

$$P = BMaS \quad (11)$$

A diferença entre (6) e (11) modifica a estrutura de produção e de externalidade, pois nessa situação a firma produz acima do ótimo de Pareto. Dado que a externalidade causa impacto positivo, surge o benefício marginal externo ($BMaE$) que possui inclinação negativa em razão de $BMaE$ ser grande para uma pequena quantidade de despoluição, diminuindo à medida que a produção aumenta. Em analogia ao $CMaS$, nessa situação tem-se o benefício marginal social ($BMaS$). A curva de $BMaS$ é calculada a partir da soma do benefício marginal privado ($BMaP$) ao $BMaE$. A Figura 6 ajuda a visualizar o conceito apresentado.



Fonte: PINDYCK e RUBINFELD (1994).

Figura 6 – Equilíbrio de mercado com presença de externalidades positivas.

Conforme mostrado na Figura 6, na presença de externalidade positiva os benefícios marginais sociais são superiores aos benefícios marginais (D); conseqüentemente, a diferença entre eles corresponde ao $BMgE$.

Observe que $Q^* > Q_0$, contudo o preço correspondente a Q^* é P^* , em que $P_0 > P^*$. O equilíbrio no ponto A seria o ótimo de Pareto, caso não existisse externalidade; o ponto B representa um desequilíbrio, pois no nível de P^* o agente econômico não proverá o nível socialmente ótimo de externalidade. Para haver a provisão do nível socialmente ótimo, é necessário um subsídio correspondente à diferença entre P_0 e P^* . Por fim, o ponto C representa o equilíbrio com a internalização da externalidade e, para o agente ser estimulado a produzir no nível socialmente desejável, ele deverá receber uma compensação (subsídios) que elevará o preço de P^* para P_0 . Ressalta-se que, nesse caso, o nível ótimo de externalidade será dado por:

$$P = CMa = BMaS$$

2.2. Bens públicos

Como foi salientado anteriormente, as queimadas possuem impactos negativos sobre o bem-estar dos acreanos. Durante o período de verão amazônico, a população do estado é fortemente atingida pelos malefícios da poluição do ar ocasionada pelas queimadas, o aeroporto é fechado e aumenta a incidência de doenças respiratórias em crianças nos municípios onde são registrados os maiores focos de queimadas, sendo esses só alguns dos problemas.

Nesse cenário, é importante uma pergunta: a sociedade estaria disposta a contribuir monetariamente para uma melhoria nas condições do ar? Caminhando nessa perspectiva, se a sociedade se dispõe a contribuir, qual o valor da melhoria do ar?

Dado que o ar é um bem público puro, não existe um mercado previamente definido para determinar seu valor; dentro desse contexto, a valoração de bens públicos possibilita responder as indagações levantadas.

2.2.1. Características dos bens públicos

Duas características básicas distinguem bem privado de um público. Essas particularidades, além de efetuarem a distinção, possibilitam uma classificação mais rigorosa dos tipos de bens presentes na economia.

Existem bens que seu consumo por um agente não diminui sua disponibilidade para o consumo de outros agentes. O consumo de um indivíduo de ar não poluído não prejudica ou exclui o consumo de ar puro de outro cidadão. Didaticamente, diz-se que uma mercadoria é não-exclusiva quando as pessoas não podem ser excluídas do seu consumo; o ar ilustra essa situação. Por sua vez, existem bens cujo custo marginal de sua provisão é nulo, ou seja, para um consumidor adicional não existirá custo extra; por exemplo, a partir do momento que o ar esteja despoluído, não existe custo extra para o consumo de mais uma pessoa, significando que não existe rivalidade em seu consumo.

SALANIÉ (2000) propôs um simples teste para determinar a natureza privada ou pública de um bem. O teste consiste em duas perguntas simples, se ambas as respostas forem negativas, tem-se um bem-público puro; caso a resposta da primeira questão seja positiva e a segunda negativa, têm-se os chamados *club goods*. As perguntas são:

- (a) Seu uso pode ser racionado.
- (b) É possível rateá-lo.

Em relação ao ar, podem-se também realizar as seguintes perguntas: é possível racionar o ar? É possível rateá-lo? A resposta para ambas as perguntas é negativa; logo, o ar é um bem público puro.

A Tabela 4 ilustra todas as possíveis combinações de respostas para as perguntas de SALANIÉ (2000), com a ressalva de que ela contribui para uma classificação mais rigorosa dos bens.

Tabela 4 – Classificação dos bens conforme suas características de rivalidade e excludibilidade

Consumo	Excludente	Não-Excludente
Rival	Bens privados Ex. Alimentos, vestuários, serviços pessoais, saúde, educação	Bens comuns Ex. Recursos pesqueiros, vias públicas congestionadas sem sistema de pedágio
Não rival	<i>Club goods</i> Ex. Vias públicas não congestionadas com sistema de pedágio, software, TV por assinatura	Bens públicos puros Ex. Segurança pública nacional, controle de enchentes, iluminação, despoluição

Fonte: VASCONCELLOS e OLIVEIRA (2000).

2.2.2. Oferta eficiente de bens públicos

O mercado em concorrência perfeita guia-se pelo comportamento maximizador dos agentes. Esse comportamento torna possível a oferta e demanda de bens na economia, ressaltando-se que bens privados possuem como característica rivalidade e excludibilidade.

Em razão das características dos bens públicos, sua oferta possui sensível diferença da oferta de bens privados. Lembrando-se de que bens públicos correspondem a uma externalidade consumo positiva, ou seja, todos os indivíduos são obrigados a consumir a mesma quantidade do bem.

Existem duas formas de provisão de bem-público: a primeira é a discreta, e sua principal vantagem é a facilidade de sua exposição; por sua vez, a segunda é a contínua, mais formal e elegante, contudo não tão simples.

a) *Oferta eficiente de um bem-público discreto*

Esta análise será conduzida tendo como enfoque o problema de pesquisa deste trabalho, ou seja, a melhoria da qualidade do ar. Por simplificação, considere dois agentes.

Considerando que os agentes desejam contribuir para despoluição do ar no Estado do Acre, ou seja, provisionarem um bem público e representando W_i como um vetor de riqueza inicial dos agentes (\$ 400 para o agente 1 e \$ 400 para o agente 2), G_i como um vetor de contribuição individual para a provisão do bem (\$ 250 para o agente 1 e \$ 250 para o agente 2) e X_i um vetor de quantia restante para o consumo de bens privados (\$ 150 para ambos os agentes), pode-se representar a restrição orçamentária para os agentes por:

$$X_i + G_i = W_i \quad (12)$$

$i = 1, 2$

Dado que a despoluição possui um preço C (\$ 750), só é possível a provisão do bem-público se:

$$\sum_{i=1}^2 G_i \geq C \quad (13)$$

Em termos de função de utilidade, cada agente possui a sua, representando seus gostos e preferências, em que ela pode ser representada por:

$$U_i(X_i, G) \quad (14)$$

A função expressa em (14) representa que a utilidade dos agentes depende da sua riqueza inicial e da provisão do bem-público dada por G , sendo G uma variável dicotômica: quando zero indica a não-provisão do bem e quando 1 indica a provisão.

Logo, para haver a provisão do bem, é necessário o agente estar disposto a pagar por isso, e o valor máximo que os agentes estão dispostos a pagar é o

chamado preço (r_i) de reserva; o preço de reserva pode ser conceituado alternativamente como sendo o valor monetário que torna indiferente o consumidor a prover ou não o bem, podendo ser representado por:

$$U_i(W_i - r_i, 1) = U_i(W_i, 0) \quad (15)$$

Para que a despoluição do ar seja implementada, deve existir um esquema de pagamento (G_i) que torne a utilidade do consumidor maior com o bem do que sem ele. VARIAN (1999) destacou que haverá melhoria de Pareto para provisão do bem se ambos os agentes estiverem melhor possuindo o bem do que o contrário, ou seja:

$$U_i(W_i, 1) \geq U_i(W_i, 0) \quad (16)$$

A expressão (16) pode ser representada alternativamente através da Função Diferença de Utilidade desenvolvida por HANEMANN (1984) e expressa por:

$$\Delta U_i \geq 0 \quad (17)$$

A expressão (16) diz que a utilidade da provisão do bem é maior do que a não-provisão. Utilizando a definição de preço de reserva r_i e a restrição orçamentária, pode-se escrever:

$$U_i(W_i - r_i, 1) = U_i(W_i, 0) < U_i(X_i, 1) = U_i(W_i - G_i, 1) \quad (18)$$

O lado esquerdo da expressão (18) ilustra a situação em que o preço de reserva torna o indivíduo indiferente entre prover e não-prover o bem, enquanto o lado direito diz que a utilidade da renda restante para o consumo com a provisão do bem é igual à riqueza inicial menos a contribuição. A partir da expressão (18), chega-se a:

$$W_i - r_i < W_i - G_i \quad (19)$$

e, após algumas simples manipulações algébricas, tem-se:

$$r_i > G_i \quad (20)$$

A expressão (20) indica uma condição necessária para provisão do bem, ou seja, o valor da contribuição deve ser inferior ao preço de reserva do consumidor. Assim, dado que as contribuições dos agentes somadas eram de \$ 500 e a despoluição do ar \$ 750; logo, o bem público não será provido.

b) Oferta eficiente de um bem-público contínuo

Para caracterizar a provisão ótima de um bem-público puro será construído um simples modelo baseado em BINGER e HOFFMAN (1998). Nesse modelo existem dois consumidores A e B , que produzem e consomem X e Y , usando dada quantidade de trabalho L ; Y é um bem privado e X é um bem público e o consumo de X é realizado de forma conjunta. A função de utilidade genérica pode ser escrita como:

$$U_i = U_i(X, Y_i) \quad (21)$$

As restrições de produção são dadas por:

$$a) \quad x = x(L_x), \quad b) \quad Y_A + Y_B = Y(L_y) \quad c) \quad L_x + L_y = \bar{L}$$

a restrição (a) é uma função de produção do bem-público, possuindo um único fator de produção, o trabalho, representado por L_x ; a restrição (b) é uma função de produção dos bens privados A e B , que possuem como único fator de produção o trabalho utilizado L_y para produzir bens privados; e, por fim, a restrição (c) é a soma do trabalho utilizado na produção dos bens privados e públicos.

A maximização da função (21), sujeita às restrições a, b e c, conduz ao seguinte lagrangeano:

$$L = U_A(X, Y_A) + \lambda_1 \left[U_B(\bar{X}, Y_B) \right] + \lambda_2 [X - x(L_x)] + \lambda_3 [Y_A + Y_B - Y(L_y)] + \lambda_4 (\bar{L} - L_x - L_y) \quad (22)$$

Derivando L parcialmente em relação a X, Y_A, Y_B, L_x e L_y, têm-se as seguintes condições de otimização, expressas por:

$$\frac{\partial L}{\partial X} = UMa_X^A - \lambda_1 UMa_X^B + \lambda_2 = 0 \quad (23)$$

$$\frac{\partial L}{\partial Y_A} = UMa_Y^A + \lambda_3 = 0 \quad (24)$$

$$\frac{\partial L}{\partial Y_B} = -\lambda_1 UMa_Y^B + \lambda_3 = 0 \quad (25)$$

$$\frac{\partial L}{\partial L_x} = -\lambda_2 PMaL_x - \lambda_4 = 0 \quad (26)$$

$$\frac{\partial L}{\partial L_y} = -\lambda_3 PMaL_y - \lambda_4 = 0 \quad (27)$$

Igualando as equações (26) a (27) e fazendo algumas operações básicas, chega-se facilmente a:

$$\frac{PMaL_y}{PMaL_x} = TMS \quad (28)$$

Por sua vez, igualando as expressões (24) a (25), chega-se a:

$$\lambda_1 = \frac{\lambda_3}{UMa_Y^B} = -\frac{UMa_Y^A}{UMa_Y^B} \quad (29)$$

Substituindo (29) em (30), tem-se:

$$\lambda_2 = -UMa_X^A + UMa_X^B - \frac{UMa_Y^A}{UMa_Y^B} \quad (30)$$

Combinando (30) e (31) com (28), tem-se:

$$\frac{\lambda_2}{\lambda_3} = \frac{-UMa_X^A + UMa_X^B - \frac{UMa_Y^A}{UMa_Y^B}}{-UMa_Y^A} = \frac{UMa_X^A}{UMa_Y^A} + \frac{UMa_X^B}{UMa_Y^B} \quad (31)$$

$$= TMS_{YX}^A + TMS_{YX}^B = CMg$$

A expressão (31) demonstra que a provisão ótima de um bem-público puro corresponde à soma das taxas marginais de substituição que, por sua vez, é igual ao custo marginal. Uma forma alternativa de interpretação do resultado da expressão (31) é considerar as taxas marginais de substituição técnicas como sendo disposições a pagar marginal por bens públicos a cada agente. Logo, se o somatório das disposições a pagar for igual ao custo marginal da provisão do bem, então o bem público será ofertado. Por fim, a quantidade ótima de bem público expressa por (31) também pode ser interpretada como sendo a igualdade entre benefício marginal social e o custo marginal, em que a soma das *TMS* corresponde ao benefício marginal social.

2.2.3. Oferta privada de um bem-público contínuo

Suponha que cada consumidor decida, independentemente, qual o valor com que deve contribuir para provisão do ar público. Em uma economia com dois agentes, por exemplo, se o agente 1 pensa que o agente 2 contribuirá com G_2 , então o problema da maximização de utilidade do agente 1 é dado por:

$$\begin{aligned} & \text{Max } U_1(G_1 + G_2, W_1 - G_1) \\ & G_1 \\ & \text{s.a. } G_1 \geq 0 \end{aligned} \quad (32)$$

A restrição $G_1 \geq 0$ significa que a contribuição do agente 1 deve ser positiva ou nula; o agente 1 somente pode aumentar a quantidade do consumo do bem-público, jamais diminuir. As condições de primeira ordem para maximização da expressão (32) são dadas por:

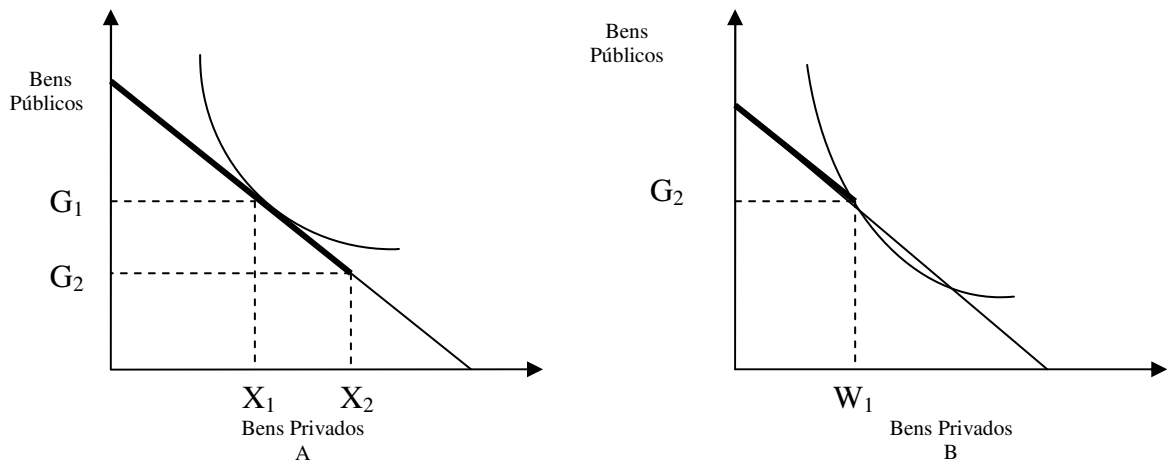
$$\frac{\partial U_1(G_1 + G_2)}{\partial G} - \frac{\partial U_1(G_1 + G_2)}{\partial X_1} \leq 0, \text{ com a igualdade se } G_1 > 0. \quad (33)$$

Alternativamente, (33) pode ser representada por:

$$\frac{\frac{\partial U_1(G_1 + G_2)}{\partial G}}{\frac{\partial U_1(G_1 + G_2)}{\partial X_1}} \leq 1, \text{ com a igualdade se } G_1 > 0 \quad (34)$$

Caso o agente i contribua com um montante positivo G_i , então sua TMS entre bens públicos e privados deve igualar-se ao CMa , que no caso anterior é igual a 1. Caso a TMS de i seja menor que o custo marginal, ele não irá contribuir. Através da Figura 7, a visualização desse problema torna-se mais fácil. Utilizando o agente 1 para ilustração, define-se sua dotação inicial por $(W_1$ e $G_2)$, ou seja, a quantidade de consumo privado que ele recebe se não contribuir com nada é W_1 e a quantidade do bem público é G_2 . A restrição orçamentária é a reta com inclinação negativa (-1), que passa por este ponto, e os pontos factíveis nesta reta são aqueles em que $G_1 = W_1 - X_1 \geq 0$, que corresponde à parte em negrito dessa reta. No painel A, a $TMS_1 = 1$; logo, do ponto de vista do agente 1, é ótimo contribuir com uma quantidade positiva para provisão do bem-público ($G_1 > 0$). Na parte B, como a $TMS < 1$, é ótimo, do ponto de vista individual, pegar carona na contribuição de 2 e simplesmente consumir sua dotação, representada por (W_1, G_2) , pois esse ponto representa sua curva de indiferença mais elevada, que é possível atingir com a restrição orçamentária.

O ar em função de suas características é um bem público, conseqüentemente não possui um mercado que sinalize seu preço. O preço de reserva para despoluição do ar representa uma informação relevante para a avaliação econômica de um projeto de investimento que procure financiar a despoluição do ar ou ser utilizado como indicador para penalidades legais.



Fonte: VARIAN (1992).

Figura 7 – Provisão privada de um bem público.

3. REFERENCIAL ANALÍTICO

Este capítulo apresenta os modelos utilizados neste estudo. A primeira seção apresenta a Análise Exploratória de Dados Espaciais (AEDE); a seção seguinte apresenta os modelos econométricos estimados para selecionar o modelo que foi utilizado para verificar quanto a sociedade acreana se dispõe a contribuir pela melhoria da qualidade do ar; em seguida, apresenta-se o método empregado para determinar o desvio-padrão associado à disposição a pagar; por fim, a última seção é dedicada à fonte de dados.

3.1. Análise exploratória de dados espaciais

A Análise Exploratória de Dados Espaciais constitui-se em um conjunto de técnicas para análise estatística e geográfica que têm como objetivo detectar padrões espaciais dos dados. ALMEIDA (2004) salientou que a AEDE procura descrever distribuições espaciais, identificar observações discrepantes no espaço, descobrir padrões de associação espacial e sugerir *clusters* espaciais.

O objetivo da AEDE neste trabalho consiste em buscar detectar um padrão espacial que permita verificar se as queimadas de determinado município

acreano possuem impactos sobre a quantidade de morbidade respiratória em seu vizinho.

Em análise de dados espaciais, inicialmente deve-se testar a hipótese de que os dados espaciais são distribuídos de forma aleatória, ou seja, as queimadas de determinado município não possuem impactos sobre a quantidade de internações devidas a doenças respiratórias de seu vizinho.

Para verificar se uma variável em um município i possui impactos sobre outra variável no município k , ANSELIN (2003) propôs o teste I de Moran multivariado global. Neste teste, procura-se verificar se os valores observados em dada região geográfica possuem alguma relação com valores observados de regiões geográficas contíguas, sendo o teste dado por:

$$I_{kl} = \frac{z'_k W z_i}{n} \quad (35)$$

em que $z'_k = (y_k - \bar{y})$ e $z_i = (y_i - \bar{y})$ são variáveis normalizadas, W é a matriz de contigüidade e n é o número de observações.

A hipótese nula do teste dado pela expressão (35) é a de que não existe relação entre variáveis distintas em diferentes regiões. Exemplificando, não existe relação entre quantidade de internação por morbidade respiratória no município k e quantidade de queimadas no município i . A estatística I de Moran multivariada varia entre -1 e 1, próximo a -1, indicando que as variáveis se relacionam negativamente, ou seja, os municípios que possuem altas taxas de internações por doenças respiratórias estão rodeados por municípios que possuem baixas quantidades de queimadas. Por sua vez, para I próximo a 1, significa que municípios com altas taxas de internações por doenças respiratórias são contíguos a vizinhos com grande quantidade de queimadas.

Apesar do I de Moran multivariado fornecer uma indicação da associação global entre diferentes variáveis e diferentes regiões, ele não permite a elaboração de uma análise do padrão local dos dados espaciais. Em razão disso, surgiu na literatura o I de Moran multivariado local, que é dado por:

$$I_{kl}^i = z_k^i \sum_j w_{ij} z_l^i. \quad (36)$$

A interpretação do teste e a hipótese nula são as mesmas da expressão (35), contudo a expressão (36) possibilita a divisão da amostra em *clusters* espaciais. A partir disso, tem-se a seguinte classificação: alto-alto, variável que apresenta em dado agrupamento geográfico, altos valores que são contíguos a regiões em que outra variável apresenta valores também altos; baixo-baixo, variável que apresenta em uma região geográfica valores baixos, contíguas a regiões geográficas em que outra variável ostenta valores baixos; baixo-alto, variável que apresenta em uma região valores baixos, vizinha a regiões geográficas em que outra variável possui valores altos; e, por fim, alto-baixo, variável que apresenta uma região geográfica valores baixos, contígua a regiões geográficas em que outra variável apresenta valores altos.

3.2. Modelos econométricos das variantes do método de valoração contingente

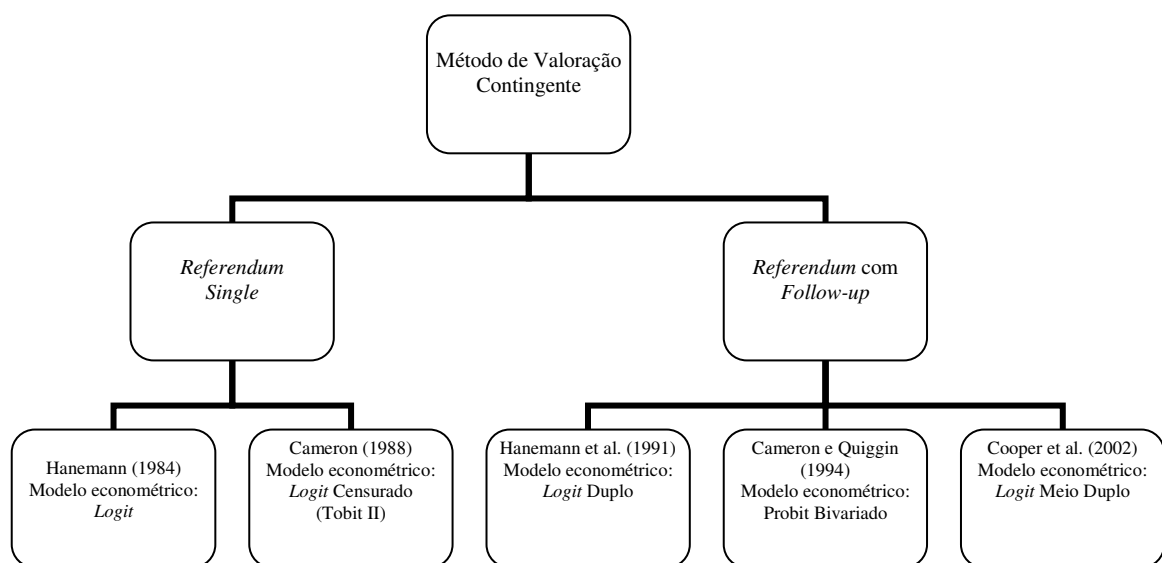
O Método de Valoração Contingente (MVC) busca, por meio de *surveys* (entrevistas) pessoais, revelar as preferências dos indivíduos por um bem ou serviço ambiental; ou seja, busca captar a disposição a pagar para garantir um benefício ou a disposição a aceitar para incorrer em um malefício.

Dado que os indivíduos possuem diferentes graus de preferência por um bem ou serviço ambiental, estes se tornam visíveis quando os consumidores vão ao “mercado” e pagam valores por tais ativos.

O MVC estima uma medida monetária extraída de entrevistas que refletem as preferências expressas por consumidores, relativas ao acréscimo/decrécimo na qualidade de ativos ambientais e que se reflete em seu bem-estar.

O método de valoração contingente possui duas variantes: a primeira é o *referendum single* (RS); nessa variante, o entrevistado se dispõe ou não a pagar um valor oferecido. A segunda variante é o *referendum com follow-up* (RF); nessa modalidade, o entrevistado, após receber um lance, um segundo lance contingente ao primeiro é oferecido. Se o entrevistado responde NÃO ao primeiro lance, o segundo lance é inferior ao primeiro; se responde SIM ao primeiro lance, o segundo é superior ao primeiro.

Tanto o *referendum single* quanto o *referendum com follow-up* possuem duas subdivisões. O RS possui como subvariantes a abordagem de HANEMANN (1984) e a abordagem de CAMERON (1988). Por sua vez, o RF possui como sub-variantes as abordagens de HANEMANN et al. (1991), CAMERON e QUIGGIN (1994) e COPPER et al. (2002). A Figura 8 ilustra as variantes do MVC e suas ramificações.



Fonte: Elaborado pelo autor.

Figura 8 – Variantes e subdivisões do método de valoração contingente.

A diferença dessas abordagens consiste na operacionalização econométrica, contudo será que existe diferença na distribuição de probabilidade da disposição a pagar de diferentes abordagens? Essa é uma questão que merece atenção.

A estimação de vários modelos de valoração possui como objetivo selecionar o modelo para análise econômica. A definição “a priori” do modelo a ser estimado pode conduzir à escolha que não fornece a medida de valoração com maior confiabilidade para avaliação de políticas públicas.

As próximas seções serão dedicadas à exposição dos modelos econométricos mostrados na Figura 8, e será obedecida a seguinte ordem: inicia-se com o modelo de HANEMANN (1984), seguido do modelo de CAMERON (1988), HANEMANN et al. (1991), CAMERON e QUIGGIN (1994) e, por fim, COOPER et al. (2002).

3.2.1. Abordagem de HANEMANN (1984)

Um dos primeiros estudos no campo da valoração contingente é atribuído a BISHOP e HERBERLEIN (1979). Nesta pesquisa foi comparado o método do custo de viagem com o MVC. Contudo, conforme salientou HANEMANN (1984)⁴, os procedimentos adotados por BISHOP e HERBERLEIN (1979) estimam um valor que não é totalmente compatível com a teoria da utilidade.

A inovação de HANEMANN (1984) com relação à BISHOP e HERBERLEIN (1979)⁵ consiste em propor uma metodologia que reconhece explicitamente o processo de maximização de utilidade subjacente à escolha do indivíduo. Isso é feito a partir da função diferença de utilidade.

⁴ A abordagem de HANEMANN (1984) foi completada por SELLAR et al. (1985) e SELLAR et al. (1986).

⁵ Nesse artigo, os autores estudam três medidas de bem-estar, sendo duas delas iguais, ou seja, são invariantes a transformações monotônicas arbitrárias da função de utilidade estocástica.

Com o intuito de tornar mais didática esta seção, ela será ilustrada considerando o objeto desta pesquisa, ou seja, todas as análises levarão em conta o pagamento de uma contribuição monetária por parte do indivíduo para haver uma melhoria na qualidade do ar.

Suponha-se que o indivíduo derive sua função de utilidade da boa qualidade do ar e de sua renda, sendo j uma variável dicotômica, em que $j = 1$, se o indivíduo se dispõe a pagar pela melhoria da qualidade do ar; e $j = 0$, caso contrário, sendo a renda denotada por y e os demais atributos socioeconômicos individuais denotados por s . Se ele se dispõe a pagar pela melhoria na qualidade do ar, sua função de utilidade é $u_1 \equiv u(1, y, s)$; caso contrário, $u_0 \equiv u(0, y, s)$.

Conforme HANEMANN (1984)⁶, a suposição crucial é que, embora a função de utilidade do indivíduo seja conhecida, alguns componentes não são observados através da investigação econométrica, e sim tratadas pelos pesquisadores como estocásticas. Por sua vez, estes servem para gerar estrutura aleatória dos modelos de escolhas binárias. Os termos estocásticos podem representar características individuais, atributos (aceita pagar/não aceita) ou ambos. Conseqüentemente, este ponto de vista representa que u_0 e u_1 são variáveis aleatórias que possuem distribuição de probabilidade com média, $v(0, y; s)$ e $v(1, y; s)$, que depende das características observadas dos indivíduos. Equivalentemente, a função de utilidade do indivíduo pode ser escrita por:

$$u(j, y; s) = v(j, y; s) + \varepsilon_j, \quad j = 0, 1 \quad (37)$$

sendo ε_0 e ε_1 variáveis aleatórias i.i.d com média zero.

A função utilidade indireta pela melhoria da qualidade do ar é representada por:

$$v(1, y - DAP; s) + \varepsilon_0 \geq v(0, y; s) + \varepsilon_1 \quad (38)$$

⁶ Em HANEMANN (1984), a formulação conduzida é elaborada exemplificando a disposição a receber, diferenciando-se da adotada neste trabalho.

e recusada caso a melhoria da qualidade do ar não forneça maior utilidade ao consumidor. Os indivíduos conhecem com segurança a escolha que maximiza sua função de utilidade, contudo a econometria entende a resposta do indivíduo como sendo uma variável aleatória que possui uma distribuição de probabilidade, que é dada por:

$$\begin{aligned} P_0 &\equiv \Pr\{\text{Disposição a pagar}\} \equiv \Pr\{v(1, y - DAP; s) + \varepsilon_0 \geq v(0, y; s) + \varepsilon_1\} \\ P_1 &\equiv \Pr\{\text{Disposição a não pagar}\} \equiv 1 - P_0 \end{aligned} \quad (39)$$

Definindo $\eta \equiv \varepsilon_1 - \varepsilon_0$ e supondo $F_\eta(\cdot)$ igual a uma função densidade acumulada (C.D.F.) de η , a disposição a pagar para a melhoria da qualidade ambiental do ar pode ser escrita como:

$$P_0 = F_\eta(\Delta v) \quad (40)$$

em que:

$$\Delta v \equiv v(1, y - DAP; s) - v(0, y; s) \quad (41)$$

a expressão (41) corresponde à função diferença de utilidade.

No modelo *probit*, $F_\eta(\cdot)$ possui uma distribuição de probabilidade normal, enquanto no modelo *logit* uma função logística acumulada, sendo o modelo representado por:

$$P_0 = F_\eta(\Delta v) = (1 + e^{-\Delta v})^{-1} \quad (42)$$

HANEMANN (1984) ressaltou que, se os resultados derivados dos modelos binários representam uma escolha que maximiza a função de utilidade do indivíduo, os argumentos de $F_\eta(\cdot)$ em (40) e (42) devem possuir a forma da função de diferença de utilidade dada em (41).

Conforme salientou BELLUZZO JR. (1995) na abordagem de HANEMANN (1984), a forma funcional relevante a ser especificada é a de Δv .

Contudo, se os dados utilizados para a estimação do modelo econométrico de escolha binária forem interpretados como sendo um processo compatível com a maximização de utilidade, os argumentos $F_{\eta}(\cdot)$ devem expressar a diferença entre utilidades.

Em função disso, HANEMANN (1984) propôs uma rotina que se inicia pela especificação da função de utilidade, obtendo Δv por manipulação. Considerem-se, por exemplo, as seguintes formas propostas⁷:

$$v(j, y; s) = a_j + \beta y, \beta > 0 \quad (43)$$

$$v(j, y; s) = a_j + \beta \log y, \beta > 0 \quad (44)$$

$$J = 0, 1$$

Utilizando a definição da função diferença de utilidade, chega-se a:

$$\Delta v = (\alpha_0 - \alpha_1) + \beta DAP \quad (45)$$

$$\Delta v = (\alpha_0 - \alpha_1) + \beta \ln(y - DAP)$$

$$-\ln y = (\alpha_0 - \alpha_1) + \beta \ln \left(1 - \frac{DAP}{y} \right) \quad (46)$$

$$\approx (\alpha_0 - \alpha_1) - \beta \frac{DAP}{y}$$

que representam, respectivamente, as formas funcionais Δv apropriadas para a estimação dos modelos em razão de estarem fundamentadas em funções de utilidade que possuem as propriedades teóricas desejáveis.

Conforme BELLUZZO JR. (1995), os resultados obtidos pela estimação representam apenas probabilidades de ocorrência de um evento associado a uma resposta⁸ “sim” ou “não”; conseqüentemente, não apresentam uma medida monetária que representa a mudança do bem-estar. Logo, é preciso um procedimento para, a partir da função de distribuição de probabilidade acumulada, estimar a medida monetária desejada.

⁷ Com o intuito de facilitar a manipulação, o vetor “S” de características socioeconômicas presente no artigo original foi suprimido.

⁸ É válido ressaltar que isso não é totalmente correto, pois a escolha da variante do MVC pode conduzir a modelos, em que o que se observa diretamente é a verdadeira disposição a pagar.

O principal objetivo de HANEMANN (1984) é obter uma medida monetária que expresse modificações na função diferença de utilidade. Essa medida corresponde à máxima disposição a pagar que o consumidor possui para garantir ou melhorar a qualidade do ar.

Dadas as características socioeconômicas, s , e a renda do consumidor, y , o valor da DAP que satisfaz a igualdade da expressão (47) corresponde a um valor monetário que torna o indivíduo indiferente entre pagar pela melhoria na qualidade do ar ou não.

$$u(1, y - DAP; s) = u(0, y; s) \quad (47)$$

Para o indivíduo, a DAP corresponde a um valor fixo, contudo, para o econometrista, corresponde a uma variável aleatória, dado que na função de utilidade $u(j, y; s)$ somente o componente aleatório é conhecido.

Três formas podem ser utilizadas para derivar o valor monetário C . Em função de (37) a (47) pode ser resolvida para C , como:

$$C = m[v(1, y; s) + \eta, 0; s] - y \quad (48)$$

em que $m(y, j; s)$ corresponde à função inversa de $v(j, y; s)$, isto é, satisfaz $v[j, m(w, j; s); s] \equiv w$, e $\eta \equiv \varepsilon_1 - \varepsilon_0$. Utilizando (43) para exemplificar, tem-se:

$$C = \left(\frac{\alpha_1 - \alpha_0 + \eta}{\beta} \right) \quad (49)$$

enquanto utilizando (44), tem-se:

$$C = ye^{\frac{(\alpha_1 - \alpha_0)}{\beta} \frac{\eta}{e^\beta}} - y \quad (50)$$

Observe que as equações (49) e (50) apresentam explicitamente a natureza estocástica da DAP^0 , dado que ela é uma transformação crescente da variável aleatória η , e essa variável possui uma função de densidade acumulada.

Conforme salientou HANEMANN (1984), uma técnica para medir o bem-estar é empregar a média da distribuição, $DAP^+ \equiv E\{DAP\}$, dado que $E\{\eta\}=0$, o valor da DAP correspondente às equações (49) e (50), que correspondem, respectivamente, à:

$$DAP^+ = \frac{(\alpha_1 - \alpha_0)}{\beta} \quad (51)$$

$$DAP^+ = ye^{\frac{(\alpha_1 + \alpha_0)}{\beta} \eta} e^{\beta} - y \quad (52)$$

A segunda técnica consiste em empregar a esperança da função de utilidade do indivíduo; a partir disso, define-se a DAP máxima. O resultado dessa medida de bem-estar, DAP^{**} , satisfaz:

$$E\{u(1, y - DAP^{**}; s)\} = E\{u(0, y; s)\} \quad (53)$$

A diferença entre DAP^+ e DAP^{**} é sutil, contudo importante. Observe:

*The measure DAP^+ is the observer's expectation of the sum of money which would have to be given to the individual who surrenders the permit in the order to render him as well off as when he had it. By contrast, DAP^{**} is the sum of money which would have to be given to the individual who surrenders the permit in order to render him as well off, in terms of the observer's expectation of this utility, as when he had it (HANEMANN, 1984, p. 335).*

Por fim, a terceira medida de bem-estar determina a quantia necessária para tornar o indivíduo indiferente entre prover a melhoria da qualidade do ar ou não. Isso pode ser interpretado como a DAP^* , que satisfaz:

$$\Pr\{u(1, y - DAP^*; s) \geq u(0, y; s)\} = 0,5 \quad (54)$$

⁹ Para futuras referências, a função de densidade acumulada será denotada por $G_c(\bullet)$.

ou pode ser representada de forma equivalente por:

$$\Pr\{\eta \leq \Delta v(DAP^*)\} = F_\eta[\Delta v(DAP^*)] = 0,5 \quad (55)$$

observe que o valor da DAP* em (54) torna o indivíduo indiferente entre prover e não prover um projeto de investimento.

Tanto no modelo *logit*, em que F_η é uma distribuição logística acumulada e no modelo *probit*, em que F_η é uma distribuição normal padrão acumulada, $F_\eta(0) = 0,5$. Conseqüentemente, em ambos os modelos DAP* satisfaz:

$$\Delta v(DAP^*) = 0 \quad (56)$$

Assim, com os modelos de utilidade dados por (53) e (54), DAP* satisfaz, respectivamente:

$$a_0 + \beta(y + DAP^*) = a_1 + \beta y, \quad (57)$$

$$DAP^* = \frac{(a_1 - a_0)}{\beta}$$

$$DAP^* = ye^{\frac{(a_1 - a_0)}{\beta}} - y \quad (58)$$

Conforme HANEMANN (1984), sem a presença do efeito-renda, tem-se $DAP^+ = DAP^*$. Contudo, esse resultado não pode ser generalizado em razão de essa igualdade ser conseqüência de uma forma especial da função de utilidade.

3.2.2. Abordagem de CAMERON (1988)

Conforme CAMERON (1988), a construção microeconômica empreendida por HANEMANN (1984) parte de duas falsas suposições: a primeira é a que o resultado do modelo de escolha binária representa o processo de maximização de utilidade; a segunda é de que os dados de *referendum* são

equivalentes a uma escolha binária não ordenada, semelhante a um modelo de escolha de modo de transporte. A referida autora argumentou que a metodologia proposta por HANEMANN (1984) não utiliza todas as informações disponíveis nos dados de *referendum*. Além disso, este modelo parte da pressuposição da existência de uma variável latente, que dita a escolha entre uma opção ou outra. Contudo, essa variável não possui uma unidade natural, como reais, sendo ela não tangível. Com isso, não se pode construir uma relação entre essa variável e a teoria da utilidade:

It is my contention in this treating the authors have been seduced into treating the 'choice' produced by referendum scenario as if they were isomorphic with, for example, commuters 'choice' between bus and car (i.e. no bus) modes of transportation. While referendum choice are 'ordered' (...) contain profoundly more information than do transportation mode choice data (CAMERON, 1988, p. 356).

Em razão das “deficiências” apontadas por CAMERON (1988), esta autora construiu uma metodologia alternativa à consagrada por HANEMANN (1984). A premissa utilizada por ela é uma premissa fortíssima, partindo do pressuposto de que a medida de valoração é observada e medida diretamente. Essa metodologia trabalha em dois momentos distintos: o primeiro consiste na censura da medida de valoração; enquanto o segundo momento compreende a determinação das variáveis relevantes para explicar o comportamento da disposição a pagar ou a receber.

O modelo de HANEMANN (1984) é estimado facilmente, contudo não expressa diretamente a disposição a pagar (DAP) ou a disposição a receber. Nesse sentido, CAMERON e JAMES (1987) e CAMERON (1988) desenvolveram um processo de estimação por máxima verossimilhança das respostas do *referendum single*, em que a diferença entre os artigos de CAMERON consiste na hipótese da distribuição do erro. No primeiro artigo, a distribuição considerada foi a distribuição normal, enquanto no segundo, a distribuição logística.

O modelo utilizado neste trabalho é o de CAMERON (1988), em razão de ele trabalhar com a função logística acumulada, pois, conforme salientou

BELLUZZO JR. (1995), a distribuição normal dificulta a aplicação do procedimento de estimação, em virtude de a função de distribuição acumulada normal ser uma integral. Já a distribuição logística possui uma forma fechada e facilmente manipulada.

O procedimento desenvolvido por CAMERON (1988) é baseado na premissa de que a medida de valoração é mensurada corretamente, ou seja, já representa a verdadeira DAP/DAC; logo, pode ser usada diretamente em um modelo de regressão.

Assumindo que a verdadeira DAP é uma variável dependente contínua e não observável denotada por Y_i , pode-se assumir que a variável explicativa, x_i , é do tipo logística, com média $G(x_i, \beta) = x_i' \beta$; o modelo logístico assume a seguinte representação:

$$Y_i = x_i' \beta + u_i \quad (59)$$

em que Y_i é não-observado, porém manifestado através de uma variável dicotômica, I_i . Conforme BELLUZZO JR. (1995) a definição dessa variável diferencia a abordagem de HANEMANN (1984) da de CAMERON (1988).

Considerando um modelo *logit*, a variável dicotômica I_i assume os seguintes valores:

$$\begin{aligned} I_i &= 1 \quad \text{se } Y_i > 0 \\ I_i &= 0 \quad \text{nos outros casos} \end{aligned} \quad (60)$$

Assumindo que u_i possui uma distribuição logística acumulada com média zero e desvio-padrão b (com um parâmetro de dispersão $k = \frac{b\sqrt{3}}{\pi}$), tem-se:

$$\begin{aligned} \Pr(I_i = 1) &= \Pr(Y_i > 0) = \Pr(u_i > -x_i' \beta) \\ \Pr(I_i = 1) &= \Pr(u_i / k > -x_i' \beta / k) \\ \Pr(I_i = 1) &= 1 - \Pr(\psi_i < -x_i' \gamma) \end{aligned} \quad (61)$$

em que $\gamma = \frac{\beta}{k}$, ψ é uma variável aleatória logística padronizada com média 0 e o desvio-padrão $b = \frac{\pi}{\sqrt{3}}$. A densidade acumulada de uma variável, z , para uma distribuição logística é dada por:

$$F(z) = 1 - \{1 + \exp[z]\}^{-1} \quad (62)$$

Por essa razão, a função de verossimilhança pode ser escrita da seguinte forma:

$$\log L = \sum -I_i \log\{1 + \exp[-x_i' \gamma]\} + (1 - I_i) \log\left\{\frac{\exp[-x_i' \gamma]}{(1 + \exp[-x_i' \gamma])}\right\} \quad (63)$$

o somatório constante na expressão (63) denota o somatório de todos os i . A partir de simplificações, a (63) pode ser expressa como:

$$\log L = \sum (1 - I_i)(-x_i' \gamma) - \log[1 + (\exp x_i' \gamma)] \quad (64)$$

Observe que não é possível em (64) estimar β e k separadamente, em razão de aparecerem sempre como β/k . Conseqüentemente, esse modelo só pode ser analisado em termos de probabilidade de ocorrência de um evento; nesse caso, paga ou não pela melhoria da qualidade do ar no Acre. É válido destacar que a impossibilidade de obter β e k separadamente impede que a função de valoração $G(\bullet)$ seja recuperada.

CAMERON (1988) considerou as informações contidas em A_i ; conseqüentemente, tem-se:

$$\begin{aligned} I_i &= 1 \quad \text{se } Y_i > \text{DAP}_i \\ I_i &= 0 \quad \text{outros casos,} \end{aligned} \quad (65)$$

de modo que:

$$\begin{aligned}
\Pr(I_i = 1) &= \Pr(Y_i > DAP_i) = \Pr(u_i > DAP_i - x_i' \beta) \\
\Pr(I_i = 1) &= \Pr(u_i / k > ((DAP_i - x_i' \beta) / k)) \\
\Pr(I_i = 1) &= 1 - \Pr(\psi_i < (DAP_i - x_i' \beta) / k)
\end{aligned} \tag{66}$$

O modelo anterior descreve uma forma especial de uma regressão logística censurada ou, de outro modo, corresponde a um modelo de seletividade amostral (Tobit II).

A função de verossimilhança pode ser escrita da seguinte forma:

$$\log L = \sum -I_i \log \left\{ 1 + \exp \left[\frac{DAP_i - x_i' \beta}{k} \right] \right\} + (1 - I_i) \log \left\{ \frac{\exp[DAP_i - x_i' \beta]}{k} \right. \\
\left. \left(1 + \exp \left[\frac{DAP_i - x_i' \beta}{k} \right] \right) \right\} \tag{67}$$

a partir de simplificações, tem-se:

$$\log L = \sum (1 - I_i) \left[\frac{(DAP_i - x_i' \beta)}{k} \right] - \log \left\{ 1 + \exp \left[\frac{(DAP_i - x_i' \beta)}{k} \right] \right\} \tag{68}$$

A presença da DAP_i na função (68) permite a identificação de k ; logo, isso torna possível isolar β , permitindo, conseqüentemente, recuperar a função de valoração $G(\bullet)$. Se $DAP_i = 0$, (68), reduz-se a (66); por fim, a maximização dos parâmetros da expressão (64) produzirá estimadores de β e k , separadamente.

Conforme BELLUZZO JR. (1995), CAMERON (1988) não explicitou diretamente o procedimento necessário para determinação da DAP/DAC. Contudo, o valor monetário é obtido diretamente da função de valoração $G(\bullet)$. Logo, existem duas formas de obter a DAP/DAC, que são:

- Obter a DAP/DAC para cada ponto da amostra; ou
- Substituir os valores médios das variáveis explicativas em $G(\bullet)$.

3.2.3. Referendum com follow-up HANEMANN et al. (1991)

O primeiro formato a representar uma evolução ao *referendum single* foi proposto por CARSON et al. (1986) e aperfeiçoado por HANEMANN et al. (1991). Nesse formato, 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) deve ser maior que o primeiro ($B_i < B_i^u$); caso o entrevistado responda “não” ao primeiro lance, o segundo (B_i^d) será 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 negativa. Esses quatro resultados são denotados, respectivamente, por: $\pi^{yy}, \pi^{mm}, \pi^{ny}, \pi^{yn}$.

Quanto maior o lance oferecido ao consumidor, menor a probabilidade de este se dispor a contribuir. No processo de entrevista é oferecido o primeiro lance ao indivíduo B_i . Caso ele o rejeite, é oferecido um lance menor B_i^d ; nesse processo é claro que, com o aumento do lance, diminui a probabilidade de o “consumidor” se dispor a contribuir. Contudo, é *mister* destacar que o valor pago representa o valor máximo que o consumidor está disposto a pagar. Dentro desse contexto e utilizando a suposição de maximização de utilidade, as funções de verossimilhança são as seguintes:

No caso em que $B_i^u > B_i$, ou seja, um “sim” seguido de um “sim”, tem-se¹⁰:

$$\begin{aligned}\pi^{yy} &= (B_i, B_i^u) = \Pr \left\{ B_i \leq \max DAP \text{ e } B_i^u \leq \max DAP \right\} \\ \pi^{yy} &= (B_i, B_i^d) = 1 - G(B_i^u; \theta)\end{aligned}\tag{69}$$

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

¹⁰ θ corresponde a um vetor de parâmetros desconhecidos a serem estimados pelo método da máxima-verossimilhança.

$$\begin{aligned}\pi^{mn} &= (B_i, B_i^d) = \Pr\{B_i > \max DAP \text{ e } B_i^d > \max DAP\} \\ \pi^{ny} &= (B_i, B_i^u) = G(B_i^d; \theta).\end{aligned}\tag{70}$$

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

$$\begin{aligned}\pi^{ny} &= (B_i, B_i^d) = \Pr\{B_i \geq \max DAP \geq B_i^d\} \\ \pi^{mn} &= (B_i, B_i^d) = G(B_i; \theta) - G(B_i^d; \theta)\end{aligned}\tag{71}$$

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

$$\begin{aligned}\pi^{mn} &= (B_i, B_i^u) = \Pr\{B_i \leq \max DAP \leq B_i^u\} \\ \pi^{ny} &= (B_i, B_i^u) = G(B_i^u; \theta) - G(B_i; \theta)\end{aligned}\tag{72}$$

Dada 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:

$$\ln L^D(\theta) = \sum_{i=1}^N \left\{ \begin{aligned} &d_i^{yy} \ln \pi^{yy}(B_i, B_i^u) + d_i^{mn} \ln \pi^{mn}(B_i, B_i^d) + \\ &d_i^{yn} \ln \pi^{yn}(B_i, B_i^u) + d_i^{ny} \ln \pi_{ny}(B_i, B_i^d) \end{aligned} \right\}\tag{73}$$

Observe que as variáveis d_i^{yy} , d_i^{mn} , d_i^{ny} e d_i^{yn} são dicotômicas e correspondem às respostas dos entrevistados. O estimador de máxima verossimilhança para o *referendum with follow-up* (RF) é a solução para a seguinte equação:

$$\frac{\partial \ln L^D(\hat{\theta}^D)}{\partial \theta} = 0\tag{74}$$

A matriz de variância e co-variância dos parâmetros é dada por:

$$V^D(\hat{\theta}^D) = \left[-E \frac{\partial^2 \ln L^D(\hat{\theta}^D)}{\partial \theta \theta'} \right]^{-1} \equiv I^D(\hat{\theta}^D)^{-1} \quad (75)$$

O modelo *logit* duplo¹¹ representa a maximização da equação (73). Contudo, é necessário observar que não existe qualquer relação entre o primeiro e o segundo lance.

3.2.4. *Referendum com follow-up* abordagem de CAMERON e QUIGGIN (1994)

Conforme CAMERON e QUIGGIN (1994), uma estratégia alternativa para reduzir a ineficiência do *referendum single* (RS) foi primeiramente proposta e implementada por CARSON et al. (1986). Eles advogaram a introdução de um segundo lance contingente ao primeiro.

Na análise dos dados referentes à escolha dicotômica do RF, é importante para o pesquisador o conhecimento explícito da endogeneidade do segundo lance. Nessa variante, a distribuição separada dos parâmetros da DAP, bem como a correlação entre as duas equações dos verdadeiros valores não observados, é estimada explicitamente (CAMERON e QUIGGIN, 1994, p. 219).

Para modelos que postulam a distribuição normal dos erros, assume-se que cada respondente possui algum ponto não observável da verdadeira medida de valoração do recurso ambiental no momento do oferecimento do primeiro lance. O primeiro lance DAP_{1i} é ofertado aleatoriamente. Assumido que o indivíduo se dispõe a contribuir para a melhoria do ar, tem-se ($I_{1i}=1$) se $Y_{1i} \leq DAP_{1i}$; caso não aceite, tem-se ($I_{1i}=0$) se $Y_{1i} > DAP_{1i}$. A medida monetária não observada de valoração Y_{1i} consiste em um componente sistemático, $x_{1i}'\beta_1$, que é função de um vetor x_{1i} de características dos respondentes mais um componente

¹¹ Para maximização da expressão (73), construiu-se um programa no Limdep 8.0, que está no Apêndice A.

aleatório não observado $\varepsilon_{1i} \sim N(0, \delta_1^2)$. A variável dicotômica I_{1i} é uma simples variável dependente endógena nessa estrutura. A análise da resposta do primeiro lance é facilitada pelo fato de o valor oferecido A_{1i} ser aleatório e, por isso, não é possível correlação *ex ante* com o termo de erro ε_{1i} (CAMERON e GUIGGIN, 1994, p. 221).

O segundo lance, contudo, não é independente das informações de valoração que o entrevistado fornece na primeira questão do RF abordagem de CAMERON e GUIGGIN (1994).

Em relação ao segundo lance, a variável indicadora, I_{2i} , será 1 se $Y_{2i} \leq DAP_{2i}$ (A_{2i} é explicitamente endógena) e zero se $Y_{2i} > DAP_{2i}$. O ponto de valoração, novamente, consiste em um componente sistemático, $x_{2i}'\beta_2$, e um componente aleatório não-observável $\varepsilon_{2i} \sim N(0, \delta_2^2)$. Dado que ε_{2i} é correlacionado com ε_{1i} (e, dessa maneira, também com A_{2i}), conseqüentemente irá resultar em um potencial viés de endogeneidade em todos os coeficientes do vetor β_2 .

Dentro desse contexto, CAMERON e GUIGGIN (1994) salientaram que a estratégia viável para tratar o problema da endogeneidade é conduzida de forma análoga ao sistema de equação recursivo. Nesse contexto, se os erros podem ser assumidos como independentes, cada equação pode ser estimada separadamente por mínimos quadrados ordinários (MQO); se essa suposição não for sustentável, métodos de equações simultâneas devem ser empreendidos. No entanto, no caso de respostas discretas, I_{1i} e I_{2i} , a oferta do segundo lance reflete a probabilidade associada com o resultado discreto I_{1i} . O modelo que deve ser desenvolvido deve levar em conta a distribuição conjunta (Y_{1i} e Y_{2i}). Para isso, assume-se uma distribuição bivariada normal, $BVN(x_1'\beta_1, x_2'\beta_2, \sigma_1^2, \sigma_2^2, \rho)$, nas duas medidas de valoração implícita. Existem quatro pares de resultados para as questões desta variante de *referendum*: $(I_{1i}, I_{2i}) = (1,1), (1,0), (0,0)$ e $(0,1)$.

Ressaltando-se que $I_1 = 0$, implica $Y_1 < A_1$ e $Y_1 = x_1' \beta_1 + \varepsilon_1$; de forma equivalente, essa condição pode ser representada como $(\varepsilon_1 / \sigma_1) \leq (A_1 - x_1' \beta_1) / \sigma_1$, em que ε_1 / σ_1 é uma variável normal aleatória padronizada.

Escrevendo ε_1 / σ_1 como z_1 e ε_2 / σ_2 como z_2 , a análise pode ser conduzida em termos de probabilidade associada, em que z_1 e z_2 possuem uma distribuição BVN(0,0,1,1, ρ). Dado que $G(z_1, z_2)$ é uma função de densidade normal padronizada, esta pode ser escrita como:

$$G(z_1, z_2) = \left[\frac{1}{(2\pi(1-\rho^2))^{\frac{1}{2}}} \right] \exp\left\{ - (2-2\rho^2)^{-1} [2\rho z_1 z_2 + z_2^2] \right\} \quad (76)$$

em que $z_1 = (DAP_1 - x_1' \beta_1) / \sigma_1$ e $z_2 = (DAP_2 - x_2' \beta_2) / \sigma_2$

A função de verossimilhança para esse modelo possui a seguinte forma:

$$\begin{aligned} \log L = \sum_i \left\{ (I_1 I_2) \log \left[\int_{\frac{(DAP_1 - x_1' \beta_1) / \sigma_1}{\infty}}^{\frac{(DAP_1 - x_1' \beta_1) / \sigma_1}{\infty}} \int_{\frac{(DAP_2 - x_2' \beta_2) / \sigma_2}{\infty}}^{\frac{(DAP_2 - x_2' \beta_2) / \sigma_2}{\infty}} G(z_1, z_2) dz_2 dz_1 \right] + (1 - I_1) (I_2) \log \left[\int_{\frac{(DAP_1 - x_1' \beta_1) / \sigma_1}{\infty}}^{\frac{(DAP_1 - x_1' \beta_1) / \sigma_1}{\infty}} \int_{\frac{(DAP_2 - x_2' \beta_2) / \sigma_2}{\infty}}^{\frac{(DAP_2 - x_2' \beta_2) / \sigma_2}{\infty}} G(z_1, z_2) dz_2 dz_1 \right] \right. \\ \left. + (1 - I_1) (1 - I_2) \log \left[\int_{\frac{(DAP_1 - x_1' \beta_1) / \sigma_1}{\infty}}^{\frac{(DAP_1 - x_1' \beta_1) / \sigma_1}{\infty}} \int_{\frac{(DAP_2 - x_2' \beta_2) / \sigma_2}{\infty}}^{\frac{(DAP_2 - x_2' \beta_2) / \sigma_2}{\infty}} G(z_1, z_2) dz_2 dz_1 \right] + (I_1) (1 - I_2) \log \left[\int_{\frac{(DAP_1 - x_1' \beta_1) / \sigma_1}{\infty}}^{\frac{(DAP_1 - x_1' \beta_1) / \sigma_1}{\infty}} \int_{\frac{(DAP_2 - x_2' \beta_2) / \sigma_2}{\infty}}^{\frac{(DAP_2 - x_2' \beta_2) / \sigma_2}{\infty}} G(z_1, z_2) dz_2 dz_1 \right] \right\} \quad (77) \end{aligned}$$

O artigo de CAMERON e GUIGGIN (1994) é inovador no sentido de considerar a existência de correlação contemporânea entre os erros, no entanto a não explicita claramente. Assim, considere a seguinte formulação do *probit* bivariado:

$$DAP_{ij} = u_i + \varepsilon_{ij} \quad (78)$$

Supõe-se que o erro pode ser decomposto dentro de um erro específico ε_j e individual/equação específica da equação $\tilde{\varepsilon}_{ij}$.

$$\tilde{\varepsilon} = \varepsilon_j + \tilde{\varepsilon}_{ij} \quad (79)$$

Assumindo-se que $\varepsilon_j \sim N(0, \sigma^2)$ e $\tilde{\varepsilon}_{ij} \sim (0, \sigma_1^2)$, a distribuição conjunta de ε_{1j} e ε_{2j} será uma distribuição normal bivariada com média zero e coeficiente de correlação:

$$\tilde{\rho} = \frac{\text{cov}(\varepsilon_{1j}, \varepsilon_{2j})}{\sqrt{(\sigma^2 + \sigma_1^2)(\sigma^2 + \sigma_2^2)}} \quad (80)$$

O denominador é o produto dos erros padronizados e o numerador, a covariância entre os erros.

3.2.5. *Referendum with follow-up* abordagem de COOPER et al. (2002)

O *one-and-one-half-bound* (OOHB) escolha dicotômica desenvolvido por COOPER et al. (2002) representa um meio termo entre o RS e o RF. Seu surgimento ocorreu em função de evidências da existência da inconsistência da resposta do segundo lance em relação ao primeiro no RF.

Conforme destacaram COOPER et al. (2002), a literatura aponta inúmeras explicações para esse fenômeno, e CARSON et al. (1992) sugeriram a expectativa do custo esperado como fonte de viés, ou seja, quando o entrevistado responde sim ao primeiro lance e recebe, posteriormente, um segundo lance superior ao primeiro, ele tende a rejeitar. Por sua vez, ao entrevistado receber o primeiro lance e rejeitar, sendo posteriormente contemplado com um segundo lance inferior, existe uma tendência de rejeição desse lance.

COOPER et al. (2002) acredita que a fonte de viés presente no RF reside no elemento surpresa representado pelo segundo lance. Também acham que esse elemento surpresa pode ser a causa da discrepância entre o primeiro e o segundo lance.

Como forma de remediar o viés¹² existente no RF, os referidos autores propuseram uma metodologia alternativa, na qual o primeiro lance é oferecido; caso o entrevistado não aceite o primeiro valor, não será oferecido o segundo lance; caso o entrevistado aceite a pagar o primeiro lance, um lance subsequente é oferecido e, conseqüentemente, o entrevistado possui duas alternativas, aceita ou não:

We believe that eliminating the element surprise has the potential to remove discrepancies in the responses to the two valuation question, but it comes at cost of not always being able to ask the second question: the second question will be appropriate half the time, on average, but not the rest of the time. Hence, we refers to this as the one-and-one-half bound format (COOPER et al., 2002, p. 742-743).

Duas questões afloram com o surgimento dessa nova metodologia. A primeira reside na comparação das propriedades estatísticas do OOHB, do RS e do RF; o segundo diz respeito à questão empírica que somente pode ser respondida através da aplicação de questionários.

Em relação à comparação entre o OOHB, o RS e o RF, COOPER et al. (2002) destacaram que existem ganhos de eficiência do RF em relação ao RS; há ganhos do OOHB em relação ao RS, por sua vez o RF é mais eficiente que o OOHB. Contudo, é importante destacar o seguinte comentário:

The analytic analysis suggests that the loss of statistical efficiency form using OOHB instead of DB may be small or negligible. What remains to be determined is whether, in the field, OOHB succeeds in reducing or eliminating the discrepancy in the survey responses to the follow-up valuation question (COOPER et al., 2002, p.745).

Na variante OOHB, o entrevistado é perguntado se aceita pagar determinado valor para diminuir os impactos negativos oriundos da poluição do ar. Existem duas possibilidades, aceitar ou não; caso se disponha a contribuir, um segundo lance é apresentado, e novamente existem duas possibilidades aceitar ou não; caso o entrevistado não aceite o primeiro lance, não é ofertado outro lance; logo existem três resultados possíveis (não), (sim, não) e (sim, sim), que, a partir

¹² Para maiores detalhes sobre os vieses do método de valoração contingente, ver MICHELL e CARSON (1989).

desse momento, serão denotadas em termos de probabilidade π_i^N, π_i^{YN} e π_i^{YY} , podendo ser expressos por:

$$\pi_i^N = \pi_i^{NN} = \Pr\{C_i \leq B_i^-\} = G(B_i^-, \theta) \quad (81)$$

$$\pi_i^{YN} = \pi_i^{NY} = \Pr\{B_i^- \leq C_i \leq B_i^+\} = G(B_i^+, \theta) - G(B_i^-, \theta) \quad (82)$$

$$\pi_i^{YY} = \pi_i^Y = \Pr\{C_i \geq B_i^+\} = 1 - G(B_i^+, \theta) \quad (83)$$

em que C_i é o preço de reserva do entrevistado, B_i^- é um vetor-coluna de lances iniciais, B_i^+ é um vetor-coluna de lances superior ao primeiro lance e θ é um conjunto de parâmetros desconhecidos a serem estimados.

A partir do conjunto de probabilidades expressas por (81), (82) e (83), estrutura-se a função de verossimilhança para as respostas de valoração contingente, usando o formato OOHB, dado por:

$$\ln L^{OOHB} = \sum_{i=1}^N \left\{ d_i^Y \ln[1 - G(B_i^+, \theta)] + d_i^{YN} \ln[G(B_i^+, \theta) - G(B_i^-, \theta)] + d_i^N \ln[G(B_i^-, \theta)] \right\} \quad (84)$$

Em resumo, as cinco variantes utilizadas serão estimadas com o intuito de possibilitarem as condições necessárias para a seleção do modelo que será analisado neste trabalho para determinar o valor que a sociedade atribui pela melhoria da qualidade do ar.

3.2.6. Krinsk-Roob – método de Monte Carlo

O experimento de *Krinsk-Roob* (1986) surgiu como uma alternativa a metodologia tradicional para calcular os desvios-padrão associados às elasticidades de funções de custo, especificamente em funções Translog e Leontief, que são funções não-lineares dos parâmetros estimados.

A utilização do experimento de *Krinsk-Roob* neste trabalho teve como objetivo computar as estatísticas básicas (média, desvio-padrão, variância e mediana) relacionadas aos modelos estimados para fornecerem parte das informações necessárias para escolha do modelo que será estimado para determinar qual o valor da contribuição que a sociedade está disposta a pagar pela melhoria da qualidade do ar no Estado do Acre.

A operacionalização do método de *Krinsk-Roob* (1986) é simples, e, através de uma distribuição normal multivariada com média e variância dos parâmetros do modelo estimado, geram-se n amostras aleatórias através da utilização de simulação do Monte Carlo; de forma geral, os passos para a 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 replicação desejada.
3. Simular o parâmetro desejado através de experimento de Monte Carlo, utilizando-se da média e variância dos parâmetros estimados.
4. Computar o resultado de cada simulação.

Como forma de tornar mais fácil a visualização do algoritmo descrito anteriormente, imagine-se que, após a estimação de um modelo qualquer, foram identificados os parâmetros $\beta_1 = 25$ e $\sigma_1 = 3$ e $\beta_2 = 5$ e $\sigma_2 = 0,05$. Suponha-se que o desejo seja estimar o desvio-padrão associado à seguinte operação, β_1/β_2 .

O procedimento que o método de *Krinsk-Roob* propõe baseia-se na divisão do parâmetro aleatório β_1 pelo parâmetro aleatório β_2 , ou seja, a divisão de um valor que possui uma média e um desvio-padrão por um valor que também possui média e desvio-padrão. O resultado dessa operação resultará em um valor com uma distribuição de probabilidade.

Para operacionalizar o experimento de *Krinsk-Roob*, basta efetuar o seguinte procedimento:

$$\varepsilon = \frac{\beta_1 + \sqrt{\sigma_1} \times NRND}{\beta_2 + \sqrt{\sigma_2} \times NRND} \quad (85)$$

em que ε é o resultado em termos probabilísticos e NRND, um número aleatório entre 0 e 1 distribuído normalmente. Após n simulações, computa-se o resultado da expressão (85). Com isso, é possível determinar as estatísticas básicas, bem como a distribuição da probabilidade de ε .

3.3. Fonte de dados

Os dados utilizados neste trabalho são oriundos de fonte primária, coletados mediante entrevista em bairros 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 ocorreu em função do tamanho da população da capital em relação ao Estado. Rio Branco, conforme apontou o IBGE, possui aproximadamente 45,85% da população do Acre, o que corresponde a 284.555 habitantes; o segundo motivo foi o financeiro, ou seja, fazer a pesquisa em um município é menos dispendioso do que em vários. Por fim, Rio Branco possui o maior número de focos de queimadas do Acre e, além disso, conta com o maior número de morbidades respiratórias.

O tamanho da amostra foi estimado através da expressão (86), para amostras estatisticamente infinitas (acima de 100.000 observações). A amostra depende da porcentagem com que o fenômeno ocorre, de seu complemento, do erro máximo permitido e do nível de confiança escolhido. Nesse caso, o tamanho da amostra foi dado por:

$$n = \frac{\sigma^2 \cdot p \cdot q}{e^2} \quad (86)$$

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-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; conseqüentemente, “q” foi igual a 0,50, e o erro máximo “e” permitido foi 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 (86) resultou em uma amostra de 225 indivíduos; no entanto, ao adicionar 10% de margem de segurança, obtiveram-se 248 entrevistados.

O processo de entrevistas foi realizado exclusivamente por quatro bolsistas, e o procedimento metodológico utilizado nas entrevistas foi, primeiro, a determinação da quantidade de bairros que seriam pesquisados em cada região administrativa de Rio Branco; nesse caso, intencionalmente foram escolhidos dois bairros por região, sendo, ao todo, 10 pesquisados.

Em relação aos bairros estudados, eles foram determinados através de sorteio, o que tornou o procedimento aleatório. Foram entrevistados os chefes de família das residências das ruas principais dos bairros. A justificativa para a não-adoção de procedimento aleatório nessa fase da pesquisa foi a segurança dos entrevistadores, pois, no caso de sorteio das ruas, haveria a possibilidade de aquelas com alto índice de violência serem sorteadas.

Após a determinação das ruas, o procedimento utilizado para a determinação das residências entrevistadas foi o seguinte: no lado direito, entrevistou-se uma casa e outra não, e assim sucessivamente até o fim da rua. Já no lado esquerdo, foi entrevistada a primeira casa e duas outras foram puladas, e assim sucessivamente.

As entrevistas foram realizadas nos períodos da manhã, tarde e noite. Por fim, a determinação do número de entrevistas em cada bairro/região foi determinada de forma proporcional, ou seja, a região com maior número de habitantes teve o maior número de entrevistados.

Nesta pesquisa, em razão da existência de conhecimento prévio sobre o objeto de pesquisa, bem como sobre o MVC, optou-se pela determinação dos lances com base na experiência do autor. Na Tabela 5, encontram-se os valores dos lances oferecidos aos entrevistados.

Tabela 5 – Lances oferecidos aos entrevistados

Classes	Lance inicial (sortear) β_i^-	Lance inferior	Lance superior β_i^+
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.

Para o vetor de lance inicial, a seguinte metodologia foi utilizada. O primeiro valor corresponde a R\$ 2,00, e os valores seguintes correspondem a uma progressão geométrica de razão 2. Já os vetores de lance superior e inferior seguem a mesma metodologia; o que mudou foi apenas o valor do lance inicial, respectivamente R\$ 1,00 e R\$ 3,00.

Na tabulação dos questionários, três apresentaram inconsistência em seu preenchimento, sendo, conseqüentemente, excluído das análises. Com esses novos parâmetros, tem-se um nível de erro de 0,096%.

Foram entrevistados 101 homens e 144 mulheres, que em termos relativos representam 41,20 e 58,80% do total da amostra. Desse total, 76,60%

provinha do primeiro distrito de Rio Branco, enquanto 24,40%, do segundo distrito administrativo. A Tabela 6 ilustra a composição da amostra por distrito e região administrativa de Rio Branco.

Tabela 6 – Composição da amostra por distrito e região administrativa de Rio Branco, AC, 2004

Regiões	Distrito		Total
	Primeiro	Segundo	
1. ^a	-	50	50
2. ^a	49	-	49
3. ^a	50	-	50
4. ^a	50	-	50
5. ^a	46	-	46
Total	195	50	245

Fonte: Resultado da pesquisa.

Na Tabela 6, mostra-se equidade amostral nas regiões administrativas de Rio Branco, o que significa que a população do município está distribuída de forma homogênea pela capital.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Este capítulo contém, inicialmente, uma análise espacial das queimadas e sua relação com o nível de morbidade respiratória no Estado do Acre. Na seção seguinte, foi elaborada uma análise descritiva dos dados colhidos na pesquisa, sendo em seguida feita uma análise das respostas dos entrevistados. Posteriormente, tem-se a seleção do modelo estimado para valoração da despoluição do ar no Estado. Na próxima seção é apresentado o modelo estimado e, por fim, o valor da disposição a pagar média.

4.1. Relacionamento entre queimadas e morbidades respiratórias na Amazônia e no Estado do Acre

Especificamente em relação ao Estado do Acre, o primeiro aspecto que merece atenção no relacionamento entre queimadas e morbidades respiratórias é a correlação entre a quantidade de queimadas nos municípios acreanos e o número de internações associados a esse tipo de morbidade. Conforme indicado na Tabela 7, a correlação entre morbidades e focos de queimadas no Acre, no período de 1998 a 2004, foi positiva e da ordem de 0,69, indicando considerável relacionamento linear entre as variáveis. Isso significa dizer que, quando o

número de focos de queimadas aumenta, aumenta também o número de internações por doenças respiratórias.

Tabela 7 – Morbidades respiratórias e queimadas nos municípios* do Estado do Acre, no período de 1998 a 2004

Municípios	Quantidade de focos de calor	Quantidade de internação
Sena Madureira	259	1.264
Rio Branco	972	18.694
Tarauacá	117	651
Manoel Urbano	44	510
Cruzeiro do Sul	108	4.890
Rodrigues Alves	54	171
Brasiléia	346	138
Plácido de Castro	705	755
Senador Guiomard	492	691
Feijó	78	194
Xapuri	319	2.789
Máncio Lima	25	334
Estado	3.519	31.081

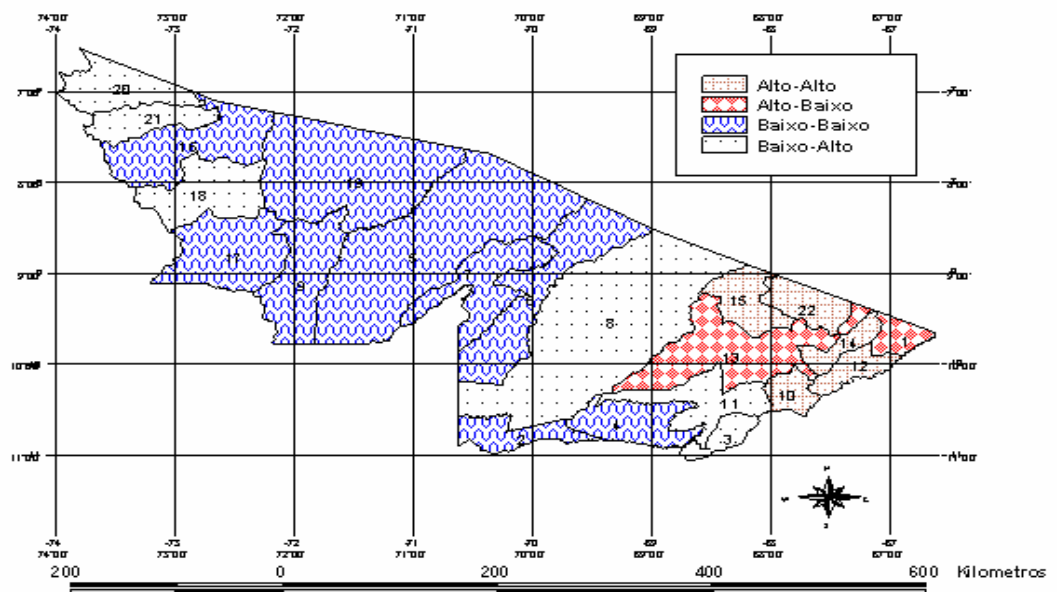
Fonte: Elaborado pelo autor a partir do INPE e do Ministério da Saúde/DATASUS.

* O Estado do Acre possui 22 municípios, contudo o Ministério da Saúde, através do MINISTÉRIO DA SAÚDE, só possui dados sobre morbididades e mortalidade de 12 municípios, sendo o Estado aqui compreendido como o somatório dos municípios disponíveis para consulta no MINISTÉRIO DA SAÚDE.

A análise de correlação permite verificar a associação linear entre morbididades e queimadas. Contudo, não permite captar o efeito que as queimadas de um município possuem sobre a quantidade de morbididades respiratórias em uma municipalidade vizinha.

Nesse sentido, a AEDE permite mostrar mais claramente o relacionamento entre morbididades respiratórias e a quantidade de queimadas. Para isso, é preciso a utilização de uma medida de associação linear espacial

multivariada (I-Moran local). Essa medida permite verificar a influência espacial que os focos de queimadas de um município possuem sobre a quantidade de internações do município vizinho. A Figura 9 ilustra, especialmente, a estatística I-Moran, que apresentou coeficiente de correlação espacial de 0,26 e nível de significância de 5%.



Acrelândia – 1, Assis Brasil – 2, Epitaciolândia – 3, Brasília – 4, Feijó – 5, Manoel Urbano – 6, Santa Rosa do Purus – 7, Sena Madureira – 8, Jordão – 9, Capixaba – 10, Xapuri – 11, Plácido de Castro – 12, Rio Branco – 13, Senador Guiomard – 14, Bujari – 15, Cruzeiro do Sul – 16, Marechal Thaumartugo – 17, Porto Walter – 18, Tarauacá – 19, Mâncio Lima – 20, Rodrigues Alves – 21 e Porto Acre – 22.

Fonte: Resultados da pesquisa.

Figura 9 – Mapa de dispersão Moran multivariado local para número de internações por morbididades respiratórias e quantidade de queimadas, no período de 1998 a 2004.

O primeiro aspecto a ser destacado reside na interpretação da estatística I-Moran multivariada positiva, que indica que os municípios que possuem altos índices de morbididades respiratórias tendem a estar rodeados por aqueles que apresentam elevadas quantidades de queimadas por km², bem como municípios

que constam com baixos índices de morbidades respiratórias tendem a estar cercados por municípios que possuem baixa quantidade de queimadas por km².

Outro aspecto que merece destaque é a estratificação da estatística I-Moran nos estratos, alto-alto, alto-baixo, baixo-baixo e baixo-alto. Essa estratificação permite uma análise mais detalhada do relacionamento espacial entre as variáveis analisadas. Por exemplo, o extrato alto-alto representado pelos municípios de Capixaba (10), Plácido de Castro (12), Senador Guimard (14), Bujari (15) e Porto Acre (22) são municípios que apresentaram grande número de morbidades respiratórias e estão rodeados por vizinhos que apresentam grande número de focos de calor por km². Por sua vez, o estrato alto-baixo, representado pelos municípios de Acrelândia (1) e Rio Branco (13), significa que estes municípios apresentaram grande quantidade de morbidades respiratórias e são contíguos a vizinhos que apresentaram baixo nível de focos de queimadas por km².

Em relação ao estrato baixo-baixo, composto pelos municípios de Assis Brasil (2), Brasiléia (4), Feijó, Manoel Urbano (6), Santa Rosa do Purus (7), Jordão (9), Cruzeiro do Sul (16), Marechal Thaumaturgo (17) e Tarauacá (19), tais municipalidades apresentaram baixo número de internações por morbidades respiratórias e estão rodeados de municípios que possuíam baixa incidência de focos de queimadas por km².

Por fim, o estrato baixo-alto, composto pelos municípios de Epitaciolândia (3), Sena Madureira (8), Xapuri (11), Porto Walter (18), Mâncio Lima (20) e Rodrigues Alves (21), era constituído de municípios que apresentam baixos índices de morbidades respiratórias, contudo estão cercados por vizinhos com elevada quantidade de queimadas por km².

A divisão do estado em *clusters* espaciais que capturam a inter-relação entre morbidades respiratórias e focos de queimadas permitiu claramente verificar que a presença de morbidades respiratórias em alguns municípios acreanos estava atrelada aos focos de queimadas em seus vizinhos. Com isso, verificou-se que o processo de produção agrícola ao utilizar o fogo como insumo

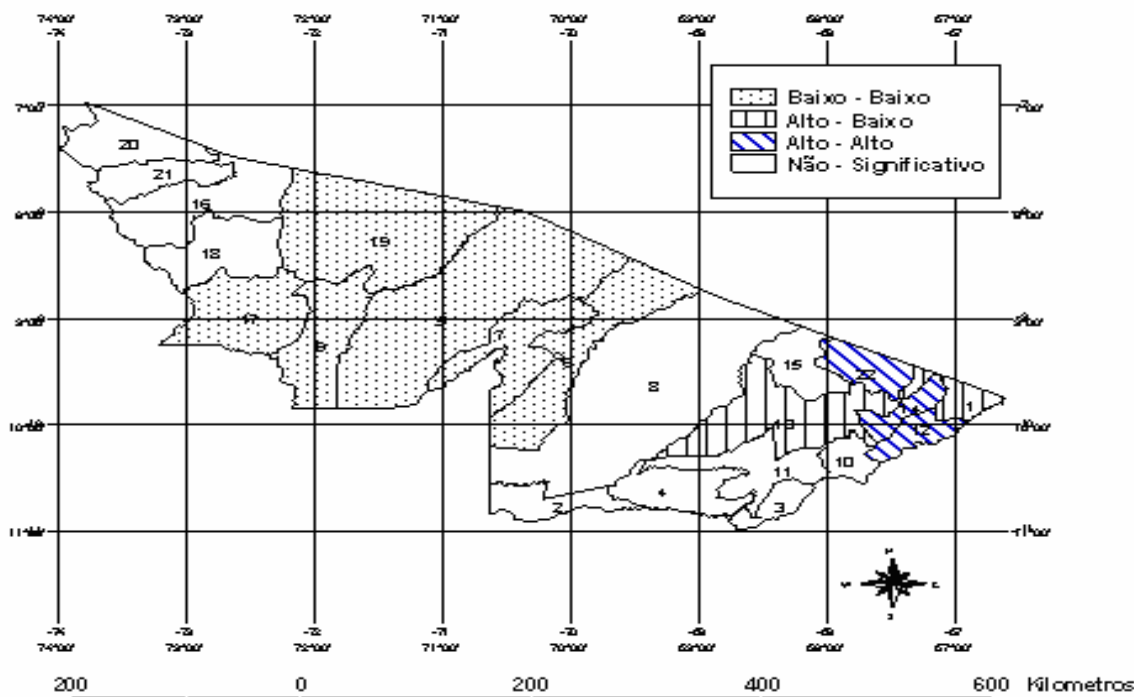
de produção tem causado impactos negativos sobre o bem-estar da população do município onde a queimada é realizada e do seu vizinho.

A determinação de *clusters* espaciais permite aos formuladores de políticas públicas maior compreensão de como se dão os impactos no nível de morbidade respiratória de um município em razão do nível de queimadas dos seus vizinhos. Contudo, é preciso maior cuidado na análise dos *clusters* espaciais devido algumas inconsistências.

Pela classificação constante na Figura 9, o município de Porto Walter (18) é classificado no *cluster* baixo-alto, ou seja, possui baixo nível de morbidades respiratórias, sendo rodeado por municípios com alto nível de intensidade de focos de queimadas por km². Contudo, isso não é verdadeiro. Em virtude dessa deficiência, torna-se necessária uma classificação mais rigorosa dos *clusters* espaciais; logo, é preciso analisar os clusters espaciais em termos de nível de significância estatística, conforme mostrado na Figura 10.

A primeira análise pertinente à Figura 10 diz respeito à sua significativa diferença em relação à Figura 9, observando-se que existem apenas três *clusters* espaciais. Além disso, a quantidade de municípios inseridos em cada *cluster* difere.

O *cluster* baixo-baixo é composto pelos municípios de Feijó (5), Manoel Urbano (6), Jordão, Marechal Thaumaturgo (9), Tarauacá (19) e Santa Rosa do Purus (21), sendo Feijó (5) e Manoel Urbano (6) significativos a 5% e o restante dos municípios, significativo a 1%; a partir da Figura 9, observa-se claramente que os municípios do *cluster* baixo-baixo são contíguos e apresentam as mesmas características em termos de números de morbidades respiratórias e intensidade de focos de queimadas por km², com a ressalva de que a Figura 10, além de mostrar os *clusters* estatisticamente significativos, contribui para um aprimoramento dos *clusters* mostrados na Figura 9.



Acrelândia – 1, Assis Brasil – 2, Epitaciolândia – 3, Brasiléia – 4, Feijó – 5, Manoel Urbano – 6, Santa Rosa do Purus – 7, Sena Madureira – 8, Jordão – 9, Capixaba – 10, Xapuri – 11, Plácido de Castro – 12, Rio Branco – 13, Senador Guimard – 14, Bujari – 15, Cruzeiro do Sul – 16, Marechal Thaumartugo – 17, Porto Walter – 18, Tarauacá – 19, Mâncio Lima – 20, Rodrigues Alves – 21 e Porto Acre – 22.

Fonte: Resultados da pesquisa

Figura 10 – Mapa de *clusters* espaciais significativos do número de internações por morbidades respiratórias e quantidade de queimadas no período de 1998 a 2004.

Por sua vez, o *cluster* alto-baixo mostrado na Figura 10 é o mesmo apresentado na Figura 9, formado pelos municípios de Rio Branco (13) e Acrelândia (1), possuindo significância estatística de 5 e 1%, respectivamente.

O *cluster* alto-alto na Figura 10 difere significativamente daquele da Figura 9. Isso ocorre em virtude do maior rigor presente na estratificação da Figura 10. Os municípios de Porto Acre (22), Plácido de Castro (12) e Senador Guimard (14) são significativos a 1%; por sua vez, os municípios seus vizinhos: Bujari (15), Rio Branco (13), Capixaba (10) e Acrelândia (11) apresentaram característica em comum, que é a de grande quantidade de queimadas.

A partir da análise da Figura 10, é possível a determinação dos municípios que sofreram ou não impactos negativos ocasionados pela utilização das queimadas pelos municípios vizinhos. O *cluster* espacial baixo-baixo possui como característica principal o fato de que as queimadas de determinado município não têm impactos sobre a quantidade de morbidade respiratória de seu vizinho. Com relação ao *cluster* espacial alto-baixo, sua principal característica é de que o impacto das queimadas de seus vizinhos possui baixo impacto sobre seu nível de morbidade respiratória. Por fim, o *cluster* espacial alto-alto apresenta como característica principal a grande influência que as queimadas dos vizinhos exercem sobre o nível de internação por morbidade respiratória.

A desagregação em faixa etária das morbidades respiratórias permite verificar detalhes que o valor agregado das internações não deixa claro. Por exemplo, as cinco morbidades com maior número de internações responderam por 71,15% do total das internações no período analisado, sendo assim distribuídos: gravidez, parto e puerpério, 35,90%; doenças infecciosas e parasitárias, 13,11%; doenças do aparelho respiratório, 10,22%; doenças do aparelho geniturinário, 6,70%; e lesões, envenenamento e outras causas externas, 5,98%. Contudo, a desagregação por faixa etária mostrada na Tabela 8 traz a grande magnitude que as morbidades respiratórias possuem sobre a quantidade de internações, principalmente quando observados crianças e idosos.

A Tabela 8 ilustra a intensidade de internações por morbidade selecionadas no Estado do Acre. No caso das crianças, as internações ocasionadas por doenças do aparelho respiratório corresponderam aproximadamente 25% do total, ficando atrás somente de algumas doenças infecciosas e parasitárias.

Por sua vez, nos idosos as morbidades respiratórias representam o maior número de internações, aproximadamente 22% do total. É possível verificar claramente que os mais prejudicados com as doenças respiratórias são as crianças e os idosos. Em relação aos adultos, verificou-se claramente que as doenças respiratórias representam apenas 4,32% do total de internação, com a ressalva de que gravidez, partos e puerpério corresponderam mais de 50%.

Tabela 8 – Porcentagem de internações por morbididades selecionadas por grupo etário no Estado do Acre, no período de 1998 a 2004

Morbidades	Porcentagem de internações de crianças	Porcentagem de internações de adultos	Porcentagem de internações de idosos
Algumas doenças infecciosas e parasitárias	29,49	8,22	12,20
Doenças do aparelho respiratório	24,97	4,32	20,23
Algumas afecções originadas no período perinatal	9,63	0,02	0,04
Lesões, envenenamentos e causas externas	6,16	6,06	5,00
Doenças endócrinas, nutricionais e metabólicas	4,68	0,89	4,50
Doenças do aparelho geniturinário	4,33	7,06	9,34
Doenças do aparelho digestivo	4,26	5,75	10,93
Gravidez, parto e puerpério	4,04	50,62	0,06
Contatos com serviços de saúde	2,54	0,89	1,23
Doenças do sistema osteomuscular e do tecido conjuntivo	1,81	1,76	1,84
Outras morbidades	8,10	14,42	34,63
Total	100,00	100,00	100,00

Fonte: Elaborado pelo autor a partir do MINISTÉRIO DA SAÚDE/DATASUS.

Conforme a Tabela 9, a morbididade que apresentou maior taxa de crescimento foi a de sintomas, sinais e achados anormais, que teve um crescimento anual de 24%, perfazendo um crescimento acumulado de 350,66% no período analisado. Contudo, é importante mencionar que a participação relativa dessa morbididade foi de apenas 0,40% do total de morbidades.

Por sua vez, durante o período de 1998 a 2004 as morbidades respiratórias tiveram um crescimento anual de 6,12%, o que representou um incremento acumulado de 51,56%, com um total de internações de 31.081, e no ano de 2004 houve 5.238 internações, representando 17% do período analisado.

Tabela 9 – Taxas de crescimento anual e acumulada de morbidades selecionadas do Estado do Acre, no período de 1998 a 2004

Morbidades	Total de internações	Taxa de crescimento anual	Taxa de crescimento acumulada
Sintomas, sinais e achados anormais	986	24,00***	350,66
Transtornos mentais e comportamentais	7.384	20,01 ^{ns}	258,43
Doenças do aparelho circulatório	10.874	11,94***	120,28
Doenças do ouvido e da apófise mastóide	455	11,01***	107,72
Doenças da pele e do tecido subcutâneo	2.861	10,44***	100,42
Lesões, envenenamentos e outras causas externas	18.170	6,82***	58,65
Malformação congênita, deformidade e anomalias cromossômicas	1.153	6,30***	53,33
Doenças do aparelho respiratório	31.081	6,12***	51,56
Doenças do sistema osteomuscular e tecido conjuntivo	5.400	6,10***	51,33
Algumas doenças infecciosas e parasitárias	39.865	5,25***	43,05

Fonte: Elaborado pelo autor a partir do MINISTÉRIO DA SAÚDE/DATASUS.

*** Significativo a 1% e NS - Não-significativo, respectivamente.

Outra evidência do impacto negativo das queimadas sobre a saúde acreana reside na taxa de mortalidade associada a morbidades respiratórias. É possível verificar que, durante o período de queimadas no Estado do Acre, de forma geral existe aumento da taxa de mortalidade associada a doenças respiratórias, conforme mostrado na Tabela 10.

Através do teste de média realizado nos dados da Tabela 10, verificou-se que existem diferenças estatísticas¹³ entre as médias das taxas de mortalidade no período de queimadas e de não-queimadas. Dois aspectos chamam atenção na Tabela 10, o primeiro diz respeito aos anos de 1998 e 2002, que apresentaram elevadas diferenças entre as taxas, significando que nesses anos as queimadas tiveram impacto significativo sobre a taxa de mortalidade das doenças respiratórias. O segundo aspecto diz respeito ao ano de 2003, com uma tendência contrária à dos demais anos analisados.

¹³ Rejeitou-se a hipótese nula de igualdade entre as médias a 10% de significância.

Tabela 10 – Taxa de mortalidade por morbidades respiratórias no Estado do Acre, no período de 1998 a 2004

Anos	Período das queimadas	Períodos de não-queimadas
1998	2,95	0,89
1999	2,37	2,35
2000	3,46	2,53
2001	3,48	3,14
2002	4,22	2,96
2003	2,70	3,75
2004	3,93	3,46
Média	3,30	2,73

Fonte: Elaborado pelo autor a partir do MINISTÉRIO DA SAÚDE/DATASUS.

4.2. Análise do perfil da amostra

Em relação à renda familiar das regiões administrativas de Rio Branco, conforme mostrado na Tabela 11, observou-se que 52,20% dos entrevistados possuíam renda inferior a R\$ 780,00 (três salários mínimos), tendo a primeira e a quinta região administrativa, respectivamente, 64,00 e 76,10% de seus residentes com renda de no máximo três salários mínimos.

A quarta região administrativa destacou-se em razão de sua elevada renda familiar, observando que 74% das famílias entrevistadas possuíam rendimentos familiares superiores a três salários mínimos. Em menor escala, contudo, acompanhando essa tendência, a terceira região apresentou 62% das famílias com rendimentos superiores a três salários. Já nas demais regiões (1.^a, 2.^a e 5.^a) 66,43% das famílias contavam com renda inferior a R\$ 780,00.

Tabela 11 – Renda familiar por regiões administrativas de Rio Branco, AC, 2004

Faixas de renda	Regiões					Total
	1. ^a	2. ^a	3. ^a	4. ^a	5. ^a	
0,00 – 780,00	32 64,00%	29 59,20%	19 38,00%	13 26,00%	35 76,10%	128 52,20%
781,00 – 1.560,00	8 16,00%	13 26,50%	17 34,00%	25 50,00%	6 13,00%	69 28,20%
1.561,00 – 2.340,00	4 8,00%	4 8,20%	4 8,00%	6 12,00%	4 8,70%	22 9,00%
2.341,00 – 3.120,00	3 6,00%	2 4,10%	7 14,00%	4 8,00%	1 2,20%	17 6,90%
3.121,00 – 3.900,00	1 2,00%	- -	- -	- -	- -	1 0,40%
3.901,00 – 4.680,00	1 2,00%	1 2,00%	2 4,00%	1 2,00%	- -	5 2,00%
4.681,00 – 5.460,00	- -	- -	- -	- -	- -	- -
5.461,00 – 6.240,00	- -	- -	1 2,00%	- -	- -	1 0,40%
6.241,00 – 7.020,00	- -	- -	- -	- -	- -	- -
7.021,00 – 7.800,00	- -	- -	- -	1 2,00%	- -	1 0,40%
> 7.800,00	1 2,00%	- -	- -	- -	- -	1 0,40%
Total	50 100,00%	49 100,00%	50 100,00%	50 100,00%	46 100,00%	245 100,00%

Fonte: Resultado da pesquisa.

Duas características explicam a supremacia dos ganhos familiares da terceira e quarta regiões administrativas em relação às demais. A primeira diz respeito ao aspecto geográfico, pois muitos bairros pertencentes a 3.^a região estão na região central de Rio Branco, por sua vez a segunda característica está relacionada à existência do grande número de conjuntos habitacionais presentes na 4.^a região. De forma geral, os moradores desses conjuntos são, em grande parte, funcionários públicos, empresários, profissionais liberais e outros assemelhados.

Na Tabela 11, o aspecto que chama atenção é a renda familiar da 5.^a região administrativa, em que 76,10% das famílias possuíam renda familiar inferior a R\$ 780,00, ressaltando-se que 15% das famílias dessa região percebiam renda igual ou inferior a R\$ 260,00.

Na quinta região¹⁴, por volta de 2.000 famílias¹⁵ (8.000 pessoas) viviam em situação preocupante, pois sua renda familiar era de no máximo R\$ 260,00. Por sua vez, na primeira região 20% das famílias ganhavam até R\$ 260,00, o que representa aproximadamente 2.886 famílias, ou seja, 11.500 pessoas; já na segunda região havia 3.200 famílias, algo em torno de 12.800 pessoas vivendo com até R\$ 260,00 e, por fim, na quarta e terceira regiões existiam, respectivamente, 2.334 e 884 (9.338 e 3.536 pessoas) famílias vivendo com um salário mínimo. De forma geral, por volta de 45 mil pessoas, ou seja, 15,84% da população, viviam com até um salário mínimo.

Os dados ajudam a ilustrar o fato de que, na capital do Estado do Acre, cerca de 11.304 famílias viviam em uma situação que exige do poder público a criação e implementação de políticas públicas socioeconômicas que conduzam a esses “excluídos” a uma melhora na sua qualidade de vida.

Dentre os vários problemas ambientais que são relativamente comuns no Estado do Acre, 49% dos entrevistados destacaram que as queimadas é o problema que mais preocupa, seguido da poluição dos rios e igarapés, que

¹⁴ É preciso encarar com cautela essas inferências, pois o processo de amostragem foi conduzido considerando a população do município de Rio Branco e não das regiões administrativas.

¹⁵ Os dados da pesquisa indicaram que, em média, uma família em Rio Branco possui por volta de quatro membros.

representou 29,80% das preocupações, e, posteriormente, o desflorestamento, com 14,30%, sendo as demais opções apresentadas com apenas 6,90%.

Os resultados apontaram que as queimadas exercem grandes impactos sobre a percepção ambiental dos entrevistados, e isso possivelmente ocorre em razão de esta possuir grande impacto sobre o bem-estar da sociedade. Os entrevistados, ao serem perguntados se durante o período de junho a outubro sentiam algum desconforto em função das queimadas, 86,50% responderam que sim, e o restante, 13,50%, disseram não sentir nenhum desconforto. O fato que mereceu destaque foi que grande parte dos entrevistados sentia algum desconforto no período das queimadas.

Perguntados sobre com que frequência algum ente familiar foi acometido de doença respiratória nos últimos dois anos no período das queimadas, 99,60% disseram que alguém da família sofreu problemas respiratórios, e 46,30% relataram ter havido em sua familiar mais de quatro casos de doenças respiratórias durante os dois anos anteriores. Esse resultado indicou, claramente, que as queimadas exercem uma externalidade negativa sobre o bem-estar dos acreanos.

Aproximadamente 99% dos entrevistados tiveram casos de doenças respiratórias no período de dois anos. Contudo, é necessário 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, a probabilidade de ter ocorrido alguma doença respiratória também aumenta.

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.

Em relação às crianças, existe sintonia direta com a porcentagem de internações por morbidades informadas na Tabela 8, pois nesta mostra-se que o maior número de internações relacionadas a doenças respiratórias estava no grupo de crianças e jovens. Por sua vez, em relação aos demais grupos, adultos e idosos, os resultados da pesquisa divergem dos dados do SUS. Tal divergência

pode ser explicada pelo fato de os adultos, dependendo do estado da morbidade, não procurarem a rede formal de saúde, contudo para crianças e idosos isso pode não ser verdadeiro.

Ao perguntar aos entrevistados se acreditavam que as doenças respiratórias incidentes sobre a sua família ocorreram por causa da fumaça das queimadas, observou-se não existir um consenso definido acerca desse tema, pois 51,40% deles acreditavam que existem impactos e 48,60% achavam que não existia relação entre as doenças e a poluição do ar provocada pelas queimadas.

Em termos de dispêndio, os entrevistados foram perguntados se tiveram gastos com doenças respiratórias que eles imputaram a origem às queimadas. Nesse sentido, 40% disseram que tiveram, enquanto 60%, não. Em termos de valores, o gasto médio anual com doenças respiratórias foi de R\$ 91,55, com um desvio-padrão de R\$ 188,85. Contudo, essa média representa a média geral. Considerando-se apenas os indivíduos que tiveram gastos médicos, essa média passa para R\$ 303,11, com desvio de R\$ 232,83 e mediana de R\$ 200,00.

4.3. Análise das respostas do método de valoração contingente

O procedimento para análise das respostas relacionadas aos lances oferecidos¹⁶ aos entrevistados conduz à criação de matrizes de resultados diferenciadas em função do modelo de estimação a ser utilizado. Para o *referendum single*, utiliza-se apenas a primeira resposta dos entrevistados. A partir disso, verifica-se que 57,10% dos entrevistados não se dispuseram a contribuir para a melhoria da qualidade do ar, enquanto 42,90%, sim.

Por sua vez, a análise das respostas do RF conduz a valores diferenciados, pois incorporam o segundo lance. Conseqüentemente, quatro resultados formam as escolhas dos entrevistados, que são: aceita o primeiro e segundo lances, aceita o primeiro lance e rejeita o segundo, rejeita ambos os lances e, por fim, rejeita o primeiro e aceita o segundo. A partir dessa

¹⁶ Na Tabela 1D do Apêndice, encontra-se a frequência dos lances oferecidos aos entrevistados.

especificação, é possível formar a matriz de resultados do RF conforme a Tabela 12, sendo importante destacar que o RF, na abordagem de COOPER et al. (2002), possui uma matriz de resposta diferente da mostrada na Tabela 12, em razão da não-existência da resposta “não-não”.

Tabela 12 – Respostas do *referendum with follow-up* à melhoria da qualidade do ar no Estado do Acre, 2004

Respostas	Total		
	Não	Sim	Total
Não	111 45,31%	29 11,83%	140 57,14%
Sim	38 15,51%	67 27,35%	105 42,86%
Total	149 60,80%	96 39,20%	245 100,00%

Fonte: Resultados da pesquisa.

O primeiro aspecto a ser analisado na Tabela 12 reside na porcentagem de entrevistados que não se dispuseram a contribuir, o que representou 45,31% do total, diferindo substancialmente da porcentagem referente do RS. No entanto, os entrevistados que se dispuseram a contribuir foi de 54,69%, número esse que converge com resultados encontrados em diversas aplicações do método.

Em relação à discriminação dos lances, os entrevistados que aceitaram ambos os lances totalizaram 67 pessoas, o que representa 27,35% da amostra; já os que aceitaram o primeiro lance e rejeitaram o segundo representaram 15,51%; por sua vez, os entrevistados que rejeitaram o primeiro lance e aceitaram o segundo significaram 11,83%.

As respostas dos entrevistados variam de acordo com a região administrativa onde vivem. *A priori*, esperava-se uma homogeneização entre os lances em razão de a poluição do ar possuir impactos igualmente distribuídos sobre o município. A Tabela 13 indica que a quarta região possuía o maior percentual de rejeição ao pagamento de uma contribuição. Esse fato pode ser explicado em virtude de a quarta região administrativa dispor do maior nível de renda do município, ou seja, tornar o impacto financeiro ocasionado por doenças respiratórias menos expressivo.

Tabela 13 – Interação entre lance e respostas dos entrevistados e regiões administrativas de Rio Branco, Acre, 2004

	Regiões					Total
	1. ^a	2. ^a	3. ^a	4. ^a	5. ^a	
Não – Não	8 7,20%	24 21,60%	24 21,60%	29 26,10%	26 23,40%	111 100,00%
Não – Sim	5 17,20%	9 31,00%	2 6,90%	7 24,10%	6 20,70%	29 100,00%
Sim – Não	14 36,80%	8 21,10%	7 18,40%	5 13,20%	4 10,50%	38 100,00%
Sim – Sim	23 34,30%	8 11,90%	17 25,40%	9 13,40%	10 14,90%	67 100,00%
Total	50 20,40%	49 20,00%	50 20,40%	50 20,40%	46 18,80%	245 100,00%

Fonte: Resultados da pesquisa.

Diferindo substancialmente da quarta região administrativa, a primeira região apresentou o menor índice de não-contribuição, pois apenas 7,20% dos entrevistados não se dispuseram a contribuir. A renda familiar é uma variável que ajuda a explicar essa alta proporção de pessoas que se dispõem a contribuir. Dado que essa é uma das regiões mais pobres do município, gastos com saúde podem assumir proporção relativamente alta da renda familiar, e,

conseqüentemente, o cidadão acredita que, ao contribuir para a melhoria do ar, seus gastos com doenças respiratórias podem diminuir.

Quando as respostas dos lances são cruzadas com as classes de renda dos entrevistados, conforme mostrado na Tabela 14, verifica-se que 89,38% dos entrevistados possuíam renda familiar mensal inferior ou igual a R\$ 2.340,00, ressaltando-se que, em termos relativos, a menor proporção de entrevistados que não se dispuseram a contribuir com a melhoria da qualidade do ar encontrava-se na primeira faixa de renda; por sua vez, à medida que a renda aumenta, aumenta também a propensão a não se dispor a contribuir pela melhoria do ar.

Tabela 14 – Interação entre faixa de renda e respostas pela melhoria na qualidade do ar em Rio Branco, Acre, 2004

Faixas de renda	Resposta				Total
	NN	NS	SN	SS	
0,00 - 780,00	50 39,00%	18 14,10%	18 14,10%	42 32,80%	128 100,00%
781,00 - 1.560,00	37 53,60%	7 10,10%	12 17,40%	13 18,80%	69 100,00%
1.561,00 - 2.340,00	11 50,00%	1 4,50%	4 18,20%	6 27,30%	22 100,00%
2.341,00 - 3.120,00	8 47,10%	3 17,60%	3 17,60%	3 17,60%	17 100,00%
3.121,00 - 3.900,00	- -	- -	- -	1 100,00%	1 100,00%
3.901,00 - 4.680,00	3 60,00%	- -	1 20,00%	1 20,00%	5 100,00%
4.681,00 - 5.460,00	- -	- -	- -	- -	- -
5.461,00 - 6.240,00	1 100,00%	- -	- -	- -	1 100,00%
> 6.241,00	1 50,00%	- -	- -	1 50,00%	2 100,00%
Total	111 45,30%	29 11,80%	38 15,50%	67 27,30%	245 100,00%

Fonte: Resultados da pesquisa.

Outro aspecto que deve ser analisado em relação às respostas do *referendum with follow-up* é a relação entre as respostas e o nível de escolaridades dos entrevistados. É possível verificar claramente, conforme a Tabela 15, que os entrevistados que possuem maiores níveis educacionais tendem a não se dispor a contribuir para a melhoria da qualidade do ar, pois 53,15% daqueles que não se dispuseram a isso possuíam pelo menos o segundo grau incompleto; por sua vez, 50,74% dos entrevistados que se dispuseram a contribuir tinham no máximo o primeiro grau.

Especificamente com relação aos entrevistados com nível superior completo ou incompleto ou com pós-graduação, observou-se nitidamente uma aversão, visto que em média 51% desses não se dispuseram a contribuir. Por sua vez, nos entrevistados que possuíam pelo menos o segundo grau incompleto observou-se que, de forma geral, 51,65% se dispuseram a ajudar com algum valor, contudo o grupo de lance mais expressivo foi o dos indivíduos que não aceitaram dar contribuição nenhuma.

Tabela 15 – Nível de escolaridade *versus* respostas pela melhoria na qualidade do ar em Rio Branco, Acre, 2004

Nível de escolaridade	Resposta				Total
	NN	NS	SN	SS	
Sem instrução	5 35,70%	3 21,40%	1 7,10%	5 35,70%	14 100,00%
Primeiro grau	47 42,34%	15 13,51	20 18,01	29 26,14	111 100,00%
Segundo grau	44 48,35%	8 8,80%	15 16,48	24 26,37	91 100,00%
Superior	13 52,00%	3 12,00%	1 4,00%	8 32,00%	25 100,00%
Pós-graduação	2 50,00%	-	1 25,00%	1 25,00%	4 100,00%
Total	111 45,30%	29 11,80%	38 15,50%	67 27,30%	245 100,00%

Fonte: Resultados da pesquisa.

Com relação aos motivos que levaram os entrevistados a não se disporem a contribuir, ou seja, os vieses associados às respostas da valoração contingente, percebeu-se, conforme indicado na Tabela 16, que o viés com maior participação relativa foi o de protesto, que engloba os vieses de “já pago muito imposto”, acredita que o governo deveria resolver os problemas das queimadas e não acredita que ao contribuir a qualidade do ar será superior. Agregados, esses vieses representam 71,10% do total dos vieses e 32,24% do total dos entrevistados. Por sua vez, os motivos econômicos representaram 13,50% dos vieses, compreendendo 5,71% do total dos entrevistados.

Tabela 16 – Vieses associados à não-disposição a contribuir pela melhoria na qualidade do ar em Rio Branco, Acre, 2004

Motivos associados à não-contribuição	Frequência	% do total	% válida	% acumulada
O valor oferecido é alto	1	0,40	0,90	2,70
Não concorda com a forma de pagamento	2	0,80	1,80	5,40
Acredita que o governo deveria resolver esse problema	45	18,40	40,50	45,50
Já pago muitos impostos	27	11,00	24,30	70,50
Não acredita que necessite pagar uma taxa para melhoria do ar	12	6,10	13,50	81,20
Motivos econômicos (sem condição de contribuir)*	14	5,70	12,60	93,70
Não acredita que, ao pagar, a qualidade do ar será superior à atual	7	2,90	6,30	100,00
Total	111	45,30	100,00	-
Excluídos	134	54,70	-	-
Total	245	100,00	-	-

Fonte: Resultado da pesquisa.

* Não é um viés.

Quando os vieses são relacionados com o nível de escolaridade, tem-se um resultado que não condiz, *a priori*, com as expectativas, pois se imagina que os maiores níveis de escolaridade estão relacionados com maiores proporções de não-vieses. Contudo, observou-se que, no grupo das pessoas que não possuíam instrução formal, 64,29% se dispuseram a contribuir; já dos indivíduos com primeiro e segundo graus, respectivamente 57,66 e 51,65% dispuseram-se a contribuir. Por sua vez, nos grupos compostos das pessoas com nível superior e pós-graduação, a porcentagem diminuiu para 48 e 50%, respectivamente, observando-se claramente uma alta aversão a contribuir monetariamente pela melhoria da qualidade ambiental.

Associando-se os motivos de não-pagamento aos níveis de escolaridade, é possível verificar, conforme mostrado na Tabela 17, que os vieses tipicamente de protesto estão distribuídos uniformemente. Contudo, é necessário destacar que, com relação aos indivíduos sem instrução e com primeiro grau, os motivos econômicos apresentaram relativa importância.

4.4. Seleção do modelo de valoração contingente estimado

Cinco modelos foram estimados com o objetivo de escolher o que melhor representa a DAP pela despoluição do ar no Estado do Acre. Dois critérios foram utilizados para seleção do modelo. O primeiro foi o de menor coeficiente de variação e o segundo, a significância estatística dos parâmetros.

O primeiro passo para determinação do modelo principal foi a estimação dos modelos representando as cinco variantes do método de valoração contingente, que doravante serão denominados modelo 1 - HANEMANN (1984), modelo 2 - CAMERON (1988), modelo 3 - HANEMANN et al. (1991), modelo 4 - CAMERON e QUIGGIN (1994) e modelo 5 - COOPER et al. (2002).

Tabela 17 – Associação entre viéses e nível de escolaridade pela melhoria da qualidade do ar em Rio Branco, Acre, 2004

Nível de escolaridade	Motivos associados à não-disposição a pagar						Total
	1 e 2	3	4	5	6	7	
Sem instrução	-	1	2	-	2	-	5
	-	20,00%	40,00%	-	40,00%	-	100,00%
Primeiro grau	-	25	7	6	7	2	47
	-	53,19%	14,90%	12,76%	14,90%	4,25%	100,00%
Segundo grau	3	14	14	6	3	4	44
	8,10%	29,70%	32,40%	16,20%	5,40%	8,10%	100,00%
Superior	-	4	4	2	-	1	13
	-	33,30%	33,30%	22,20%	-	11,10%	100,00%
Total	3	45	27	15	14	7	111
	2,70%	40,50%	24,30%	13,50%	12,60%	6,30%	100,00%

Fonte: Resultados da pesquisa.

1 – o valor oferecido é alto; 2 – não concorda com a forma de pagamento; 3 – acredita que o governo deveria resolver esse problema; 4 – já pago muito imposto; 5 – não acredita que deva pagar um imposto para que a qualidade do ar seja melhor; 6 – motivos econômicos; e 7 – não acredita que, ao pagar, a qualidade do ar será superior à atual.

O primeiro aspecto a ser analisado diz respeito à estimação dos modelos e dos respectivos experimentos de *Krinsk-Roob*¹⁷. Os modelos foram estimados apenas com o intercepto e com o parâmetro representando a disposição a pagar, sendo na simulação apenas o intercepto considerado como variável aleatória e o parâmetro da DAP como fixo; caso essa restrição não fosse imposta, a forma utilizada para truncar a distribuição de probabilidade da DAP não seria válida, pois possibilitaria a existência de DAP negativa. A Tabela 18 contém parâmetros estimados para os modelos analisados.

¹⁷ Foi construído um programa no Eviews 4.1 para realização do experimento do *Krinsk-Roob*, o qual se encontra no Apêndice A.

Tabela 18 – Modelos de valoração contingente estimados para a seleção do modelo a ser estimado para despoluição do ar no Estado do Acre, 2004

Parâmetros	Modelo – 1	Modelo – 2	Modelo – 3	Modelo – 4	Modelo – 5
Intercepto -1	0,6274***	-	1,1076***	0,3326**	2,2917***
DAP -1	-0,1238***	-	-0,2218***	-0,0682***	-0,2425***
Intercepto -2	-	-	-	0,0545 ^{ns}	-
DAP -2	-	-	-	-0,0435***	-
DAP média	-	8,2734	-	-	-
DAP desvio	-	7,4180	-	-	-

Fonte: Resultado da pesquisa.

*** Significativo a 1%; ** significativo a 5% e NS – não-significativo, respectivamente.

Dos modelos apresentados na Tabela 18¹⁸, destacam-se, em termos de significância estatística, os modelos 1,2 e 3. Por sua vez, o modelo 4 não apresentou bom desempenho, visto que na primeira e segunda equações o intercepto foi significativo a 5% e não-significativo, respectivamente. Os parâmetros utilizados no modelo 2 foram obtidos a partir da estimação de um modelo de seletividade amostral, em que as variáveis explicativas foram o intercepto e a razão de *Mills*. Posteriormente, estimou-se o valor da DAP e computaram-se a média e o desvio-padrão.

A partir da estimação dos parâmetros dos modelos utilizados foi elaborada a simulação de *Krinsk-Roob* com um milhão de interações. Nessa simulação foram computadas as disposições a pagar para cada modelo, sendo, posteriormente, as demais estatísticas computadas, conforme mostrado na Tabela 19.

¹⁸ Em função de não existir uma função específica para estimação dos modelos 3 e 5, foi construído um programa no Limdep 8.0 para estimação dos parâmetros dos respectivos modelos constantes no Apêndice B.

Tabela 19 – Disposições a pagar das variantes do método de valoração contingente extraída pelo método de *Krinsk* e *Roob* para a melhoria da qualidade do ar no Estado do Acre, 2004

Estatísticas	Modelo 1	Modelo 2	Modelo 3	Modelo 4	Modelo 5
Média	8,7194	8,2837	6,3570	14,9495	4,49328
Mediana	8,5227	8,2782	6,2800	14,8083	4,35135
Máximo	23,5989	21,8392	14,6698	30,1170	13,4641
Mínimo	1,3691	0,0084	1,5090	5,5393	0,55314
Desvio-padrão	2,4578	2,7087	1,4426	2,5233	1,49743
Variância	1,5677	1,6458	1,2011	1,5885	1,2237
C.V. ¹⁹	0,2819	0,3270	0,2269	0,1688	0,3333

Fonte: Resultados da pesquisa.

A primeira análise em relação à Tabela 19 diz respeito aos modelos 1 e 2, ou seja, os modelos de HANEMANN (1984) e CAMERON (1988), estatisticamente. As disposições a pagar desses modelos são iguais, resultado que está aparentemente em sintonia com McCONNEL (1990), pois ele relatou que essas variantes do método de valoração contingente são duais, dado que o modelo 1 parte da maximização de utilidade do consumidor e o modelo 2, da minimização do dispêndio. Contudo, para a comprovação da dualidade, torna-se necessária a implementação dos testes referentes à utilidade marginal da renda, no entanto isso não foi o objetivo deste trabalho.

Observando a Tabela 19, o primeiro modelo que se destaca é o 4, em razão de apresentar o menor coeficiente de variação. Contudo, esse modelo merece alguns comentários pontuais. O primeiro diz respeito ao valor médio da DAP, que foi de R\$ 14,95, o que representou o maior valor da DAP das variantes utilizadas, e, além disso, teve uma diferença de 71,33% em relação ao modelo 1, que apresentou a segunda maior DAP; outro aspecto que mereceu destaque foi a baixa significância estatística dos interceptos da primeira e da segunda equação

¹⁹ Coeficiente de variação.

em comparação com os demais modelos. Os elevados desvios-padrão associados aos interceptos prejudicam o desempenho da simulação *Krinsk-Roob*, fato que pode ter contribuído para a divergência da DAP deste modelo em relação aos demais.

Dadas a existência das inconsistências referentes à grande magnitude da DAP do modelo 4 e a sua baixa confiabilidade econométrica em razão dos elevados desvios-padrão dos interceptos, o modelo que apresentou melhores indicadores foi o 3, pois o nível de significância dos parâmetros foi satisfatório, possuindo a menor variância absoluta da DAP e baixo coeficiente de variação.

4.5. Estimação e análise econômica do modelo de valoração contingente para despoluição do ar no Estado do Acre

O modelo escolhido para estimação da despoluição do ar no Estado do Acre foi o de HANEMANN (1991). A operacionalização desse modelo é simples. Primeiro é oferecido um lance aleatório ao entrevistado, em que ele possui a opção de aceitar ou não o valor oferecido; caso aceite, um novo lance é oferecido, contudo esse lance é superior ao primeiro, e novamente o entrevistado tem a opção de contribuir ou não. Caso ele não aceite o primeiro lance, o segundo é inferior ao primeiro, tendo o “consumidor” a escolha de aceitar ou não. A partir disso, têm-se quatro resultados possíveis de ocorrer, sim-sim, sim-não, não-sim, não-não. A maximização da função de máxima verossimilhança dada por (81) conduziu a estimação do modelo *logit* duplo mostrado na Tabela 20.

Tabela 20 – Parâmetros estimados do modelo *logit* duplo para melhoria da qualidade do ar no Estado do Acre, 2004

Variáveis	Coefficientes	Desvio-padrão	t-Student	P-valor	Efeito marginal	Elasticidades
C	0,2744 ^{ns}	0,2544	1,079	0,2807	-	-
DAP	-0,2551 ^{***}	0,01676	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, respectivamente.

Legenda: YF – renda familiar mensal, em reais; G – gasto com doenças respiratórias em 2004, 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 foi 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, significando que, se essas variáveis possuírem variações positivas, aumenta-se a probabilidade de o “consumidor” se dispor a pagar; caso contrário, diminui-se a probabilidade. Por sua vez, o sinal negativo da DAP indica relação inversa entre a probabilidade de o “consumidor” se dispor a contribuir e possíveis aumentos da DAP, ou seja, à medida que o valor do lance aumenta, a probabilidade de o indivíduo se dispor a contribuir com 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. Muito 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 razão de verossimilhança (LR) apresentou um valor de 342,96, indicando que pelo menos

um parâmetro estimado é diferente de zero; por fim, o valor assumido do pseudo R^2 foi de 0,14, contudo essa medida não é um bom indicador para avaliação de modelos binários.

A probabilidade média de o indivíduo se dispor a contribuir foi estimada em 31,64%. O efeito marginal da DAP indicou que, para acréscimo de R\$ 1,00 no valor do lance, a probabilidade do indivíduo se dispor a contribuir cai 5,93 pontos percentuais, em termos de elasticidades; uma variação de 1% no valor da DAP ocasiona outra contrária de 1,44% na 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 demanda elástica pela melhoria da qualidade do ar é a periodicidade das queimadas, que ocorrem no período de três a quatro meses por ano; caso as queimadas fossem realizadas durante todo o ano e, conseqüentemente, a poluição do ar impactasse na sociedade durante o ano inteiro, a demanda por ar despoluído seria inelástica. Outro motivo que impacta negativamente sobre a demanda pela despoluição do ar é a corrupção, pois os indivíduos não possuem a certeza de que sua contribuição será efetivamente aplicada na despoluição do ar.

O efeito marginal da renda familiar indicou que, para cada variação na renda familiar de R\$ 10,00, a probabilidade média aumenta em 0,12 ponto percentual, por sua vez uma variação de 1% na renda ocasiona uma variação de 0,44% na probabilidade de o indivíduo se dispor a contribuir com a melhoria do ar; essa relação pode ser interpretada como uma relação renda-consumo e significa que a melhoria da qualidade do ar é um bem normal para o “consumidor”.

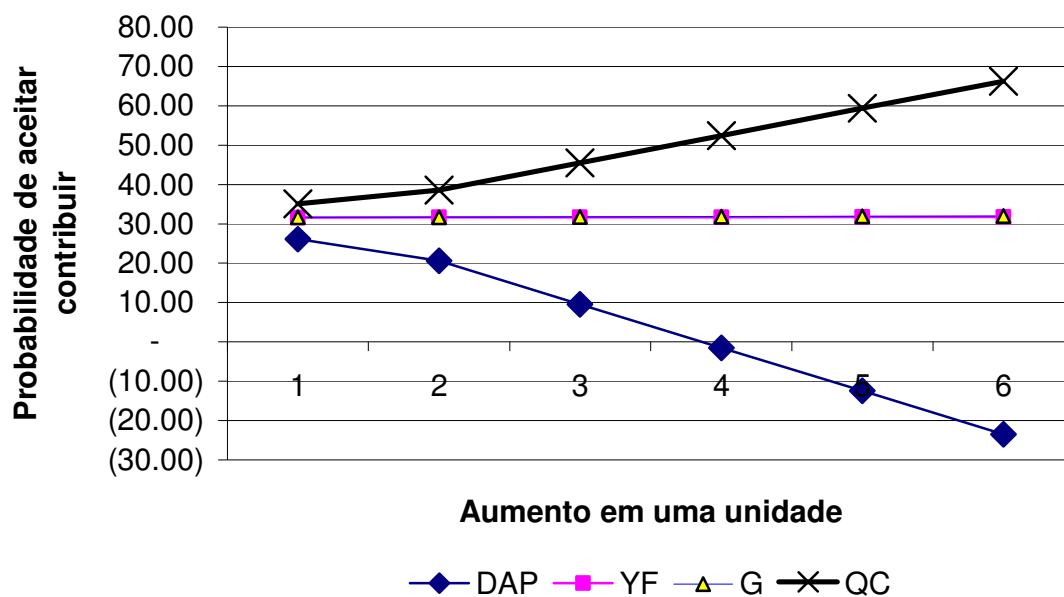
Para os gastos com doenças respiratórias, tanto o efeito marginal quanto a elasticidade de probabilidade indicaram que, para cada aumento de R\$ 10,00 nos gastos com doenças respiratórias, a probabilidade de o indivíduo se dispor a contribuir aumenta em 0,35 pontos percentuais; por sua vez, a elasticidade de

probabilidade evidenciou que uma variação de 1% nos gastos com despesas de saúde ocasiona uma variação de 0,13% na probabilidade de contribuição.

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

DDIST é uma variável geográfica pela qual se buscou verificar se existia diferença entre a percepção da qualidade do ar nos dois distritos de Rio Branco, contudo ela não foi significativa.

A simples interpretação dos efeitos marginais muitas vezes não permite uma compreensão mais precisa acerca dos impactos que exercem sobre a probabilidade média de o indivíduo se dispor a contribuir. Em razão disso, a Figura 12 contribui para uma melhor visualização do impacto do efeito marginal de cada variável.



Fonte: Resultado da pesquisa.

Figura 12 – Impacto do efeito marginal de variáveis selecionadas na probabilidade média de contribuição pela melhoria da qualidade do ar no Estado do Acre, 2004.

Nesse sentido, é possível verificar claramente que a DAP e a quantidade de criança exercem impacto significativo sobre a variável dependente. Observou-se que um aumento de R\$ 4,00 torna nula a probabilidade de o indivíduo se dispor a contribuir, por sua vez, uma diminuição da mesma magnitude ocasiona aumento na probabilidade de ele contribuir em 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 76%, conforme indicado na Tabela 21.

Tabela 21 – 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	68,66	46	18,78	21	31,34
NN	111	71,17	143	58,37	32	28,83
SN	38	81,26	31	12,65	7	18,42
NS	29	86,21	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, constatou-se que o modelo é bastante robusto, observando que para a resposta sim-sim houve 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%; e, por fim, as respostas definidas por não-sim tiveram o maior índice de acerto (86,21%).

4.6. Determinação da disposição a pagar pela melhoria da qualidade do ar no Estado do Acre

Analisando as medidas de ajustamento do *logit* duplo, verificaram-se as predições fornecidas pelo modelo, e, agora, torna-se necessário determinar o valor monetário que representa o montante que os cidadãos estão 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 22.

Tabela 22 – 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, conseqüentemente, 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 média²⁰ para agregar os benefícios oriundos da despoluição do ar no Estado do Acre. Os benefícios anuais da despoluição foram estimados²¹ em R\$ 43.583.455,20, o que representa²² US\$ 17.573.973,87.

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.

²⁰ 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.

²¹ 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.

²² A cotação utilizada para conversão foi a do dia 05 de maio de 2005, em que US\$ 1,00 = R\$ 2,48.

Outro aspecto que merece ser ressaltado reside na análise benefício/custo da melhoria do ar, no ano de 2004. O SUS efetuou um gasto²³ 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 23 visualiza-se os indicadores financeiros da melhoria da qualidade do ar.

Tabela 23 – Indicadores financeiros pela melhoria na qualidade do ar no Estado do Acre, 2004

Indicadores	R\$	US\$
DAP mensal familiar	22,70	9.15
DAP anual	272,40	109,83
Benefício anual	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.

²³ 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.

Uma forma alternativa de visualização da viabilidade econômica da melhoria da qualidade do ar no Estado do Acre é visualizada na Tabela 24, 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.

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; por exemplo, grande parte da poluição do ar ocasionada pelas queimadas vem de fora do Estado do Acre. Assim, determinando-se quais os emissores e quanto emitiram, é possível judicialmente multá-los no montante que a sociedade se dispõe a contribuir pela melhoria da qualidade do ar.

Tabela 24 – 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	Valor da DAP por família em R\$	B/C	DAP por membro da família*
1,00	435.834,55	0,23	0,21	0,06
5,00	2.179.172,76	1,14	1,05	0,28
10,00	4.358.345,52	2,27	2,11	0,57
25,00	10.895.863,80	5,68	5,27	1,42
50,00	21.791.727,60	11,35	10,54	2,84
75,00	32.687.591,40	17,03	15,81	4,26
100,00	43.583.455,20	22,70	21,08	5,68

Fonte: Resultados da pesquisa.

* Considerando quatro membros por família.

5. RESUMO E CONCLUSÕES

A atividade agropecuária na Amazônia utiliza o fogo como uma espécie de insumo de produção. A descapitalização e a falta de alternativas para o preparo do solo justificam essa prática que, além disso, é a menos onerosa para o produtor rural.

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.

De forma geral, esta pesquisa buscou analisar os impactos que a poluição do ar ocasionada pelas queimadas possui sobre a sociedade acreana. Especificamente, verificou-se a relação entre internações ocasionadas por

morbidades respiratórias; determinou-se qual das variantes do método de valoração contingente fornece maior confiabilidade para análise de políticas públicas; quantificou-se a disposição a pagar pela melhoria da qualidade do ar no Estado do Acre; e por fim, comparou-se o valor da DAP agregada com o custo das morbidades respiratórias ocasionadas pelas queimadas no ano de 2004.

Para balizar teoricamente essa pesquisa, dois referenciais foram utilizados: o de externalidade e o de bens públicos. O primeiro referencial foi utilizado com o intuito de subsidiar as análises referentes aos impactos que as queimadas de determinado município provocam sobre o nível de morbidade respiratória do município vizinho. Por sua vez, o conceito de bens públicos contribui para caracterizar o objeto desta pesquisa, bem como para ilustrar a necessidade da valoração desse bem público.

Com relação aos diferentes modelos utilizados para calcular a DAP, a sua utilização justifica-se em função de um dos objetivos deste estudo, estar relacionado com a determinação da variante que apresenta maior confiabilidade econométrica para a estimação do modelo final, que, por sua vez, pode ser utilizado para a formulação de políticas públicas voltadas para a melhoria da qualidade do ar.

Especificamente, foram estimados cinco variantes do método de valoração contingente, a saber: a de HANEMANN (1984), CAMERON (1988), HANEMANN et al. (1991), CAMERON (1994) e COOPER et al. (2002). Para a escolha da variante estimada, foi utilizado o experimento de *Krinsk-Roob*, conjuntamente com a significância dos parâmetros.

O primeiro aspecto a ser mencionado é correlacionado com as características socioeconômicas da população de Rio Branco. Em termos de renda familiar, verificou-se que por volta de 11.304 famílias (aproximadamente 45 mil pessoas) vivem atualmente com renda familiar igual ou inferior a um salário mínimo. Isso é uma situação extremamente preocupante, visto que cerca de 16% da população vive em uma situação “precária”.

Quando as respostas do RF foram cruzadas com o grau de instrução dos entrevistados, verificou-se que a maior proporção dos indivíduos que se

dispuseram a contribuir pela melhoria da qualidade do ar era dos que possuíam até o primeiro grau. No tocante à renda, constatou-se que os entrevistados que estavam no menor nível de renda foram os que apresentaram maior propensão a contribuir.

Dos cinco modelos que foram estimados, o modelo 3 (*referendum with follow-up* abordagem de Hanemann) foi o que apresentou melhor “performance” em relação aos critérios adotados. Em termos de operacionalização do modelo escolhido, quatro respostas foram utilizadas, as quais representavam as escolhas dos entrevistados em relação aos valores apresentados.

O modelo estimado apresentou bons indicadores de ajustamento. Além disso, mostrou que as variáveis com maior impacto sobre a probabilidade média do indivíduo em se dispor a contribuir pela melhoria da qualidade do ar no Estado do Acre foram, em ordem crescente: o valor da disposição a pagar, a quantidade de crianças presentes na família e o montante dos gastos realizados com morbidades respiratórias.

Em termo de valores, o experimento de *Krinsk-Roob* indicou uma DAP média familiar de aproximadamente R\$ 5,30 (US\$ 2.14). Contudo, este experimento apontou a existência de disposições a pagar negativas, o que representa uma inconsistência ao método, pois o preço na economia não pode assumir valor negativo. Em razão desse fato, tornou-se necessário truncar a disposição a pagar; no entanto, a trucagem da DAP impactou, de forma acentuada, a média da disposição a pagar, ficando com um valor de R\$ 22,70 (US\$ 9.10).

A partir da agregação da média mensal da máxima disposição a pagar por família, chegou-se ao valor dos benefícios anuais da melhoria da qualidade do ar no Estado do Acre, que foi de aproximadamente 17,5 milhões de dólares, sendo, para um período de 10 anos, esse valor cerca de 129,3 milhões de dólares.

No ano de 2004, a análise benefício/custo indicou que, para cada dólar aplicado em despesas de internações ocasionadas por morbidades respiratórias, a melhoria do ar acarreta um benefício de US\$ 21.08, o que indica que a melhoria dessa característica ambiental é viável economicamente.

A principal recomendação deste estudo é relacionada com a utilização do uso do solo para a produção agropecuária na Amazônia, especificamente no Estado do Acre. É preciso que os órgãos governamentais, nas mais diversas instâncias, e as organizações não-governamentais, criem condições objetivas para o desenvolvimento de tecnologias alternativas ao uso do fogo na agropecuária, e, em um segundo momento, essa tecnologia deve ser difundida para o produtor rural, através dos serviços técnicos e de extensão rural.

Nesta pesquisa, utilizou-se o método de *Krinsk-Roob* para determinação do desvio-padrão associado à disposição a pagar pela melhoria da qualidade do ar. Contudo, outras técnicas poderiam ser utilizadas e, conseqüentemente, seria possível determinar qual método de simulação fornece maior eficiência; logo, tornando o valor da DAP mais confiável para análise de políticas públicas e de investimento.

Por se tratar de um trabalho científico, existem inúmeras limitações, e a primeira diz respeito à amostragem conduzida em Rio Branco e não no Estado; logo, as inferências em termos do valor da disposição a pagar devem ser observadas com ressalvas, pois existem sensíveis diferenças nas características socioeconômicas dentro do Acre. Em termos teóricos, a utilização de pressuposições neoclássicas de comportamentos racional e maximizador possui uma limitação, pois são pressuposições que merecem ser relaxadas para maior aderência da realidade. Outro problema teórico diz respeito à truncagem da DAP, pois uma DAP truncada representa que a utilidade da despoluição do ar traz acréscimos à função de utilidade de todos os agentes (inclusive ao produtor rural). Em termos analíticos, a utilização da DAP truncada apresenta pelo menos um problema, que diz respeito à perda de informações em função do procedimento de truncagem.

Por fim, o valor 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.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALMEIDA, E.S. **Curso de econometria espacial aplicada**. Piracicaba: Esalq, 2004. 127 p. (Mimeogr.).

ANSELIN, L. Spatial externalities, spatial multipliers, and spatial econometrics. **International Regional Science Review**, v. 26, n. 2, p. 153-166, 2003.

BAUMOL, W.J.; OATES, W.E. **The theory of environmental policy**. New York: Printice-Hall, 1975.

BELLUZZO JR., W. **Valoração de bens públicos: o método de valoração contingente**. 151 f. Dissertação (Mestrado em Economia) – Universidade de São Paulo, São Paulo, SP, 1995.

BINGER, R.B.; HOFFMANN, E. **Microeconomics with calculus**. 2.ed. New York: Addison-Wesley, 1998. 632 p.

BISHOP, R.C., HEBERLEIN, T.A. Measuring values of extramarket goods: are indirect measures biased? **American Journal of Agricultural Economics**, n. 61, p. 926-930, 1979.

BROWN, I.F. A fumaça: de onde vem. **Jornal Página 20**, 15 set. 2004. Disponível em: <<http://www2.uol.cm.br/pagina20>>. Acesso em: 15 set. 2004.

CAMERON, T.A.; GUIGGIN, J. Estimation using contingent valuation data from a “dichotomus choice with follow-up” questionnaire. **Journal of Environmental Economics and Management**, n. 27, p. 218-234, 1994.

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**, n. 15, p. 355-379, 1988.

CAMERON, T.A.; JAMES, M.D. Efficient estimation methods for “Closed-ended” Contingent valuation surveys. **Reviews of Economics and Statistics**, v. 69, p. 269-276, 1987.

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.

CARSON, R.; MITCHELL, R.; HANEMANN, M.; KOPP, R.; PRESSER, S.; RUUD, P. **A contingent valuation study of lost passive use values resulting from the Exxon Valdez oil Spill**. Report to the Attorney General of Alaska, NRDA Inc, La Jolla CA., Nov. 1992.

CONTADOR, C.R. **Projetos sociais: avaliação e prática**. São Paulo: Atlas, 2000.

COOPER, J.C.; HANEMANN, W.M.; SIGNORELLO, G. One-and-one-half-bound dichotomous choice contingent valuation. **The Reviews of Economics and Statistics**, v. 84, n. 4, p. 742-750, Nov. 2002.

EATON, B.C.; EATON, D.F. **Microeconomia**. 3.ed. São Paulo: Saraiva, 1999.

EXTERNE. **Externalities of fuel cycles: economic valuations — an impact valuations approach.1998**. Disponível em: <<http://extene.jrc.es/publications>>. Acesso em: 05 jan. 2005.

HANEMANN, M.; LOOMIS, J.; KANNINEN, B. Statistical efficiency of double-bounded dichotomous choice contingent valuation. **American Journal of Agricultural Economics**, n. 73, v. 4, 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.

HOMMA, A.K. et al. A dinâmica dos desmatamentos e das queimadas na Amazônia: uma análise microeconômica. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ECONOMIA E SOCIOLOGIA RURAL, 31, 1993. **Anais...** Brasília: SOBER, 1993. v. 1, p. 663-676.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA – IBGE. Disponível em: <<http://www.ibge.gov.br>>. Acesso em: 01 mar. 2005.

INSTITUTO NACIONAL DE PESQUISAS ESPACIAL – INPE. Monitoramento de queimadas. Disponível em: <<http://tucupi.cptec.inpe.br/queimadas/>>. Acesso em: 01 mar. 2005.

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.

MAS-COLELL, A.; WHINSTON, M.D.; GREEN, J.R. **Microeconomic theory**. New York: Oxford University Press, 1995. 981 p.

McCONNELL, K.E. Models for referendum data: the structure of discrete choice models for contingent valuation. **Journal of Environmental Economics and Management**, v. 18, p. 19-34, 1990.

MENDONÇA, M.J.C. Estimacão do dano à saúde humana devido ao uso do fogo na Amazônia. In: CONGRESSO DA ASSOCIAO NACIONAL DE CENTROS DE PS-GRADUAO EM ECONOMIA, 29, 2001, Salvador. **Anais...** Salvador: ANPEC, 2001.

MINISTÉRIO DA SAÚDE – MS. **TabNet Win32 2.3 Morbidade Hospitalar do SUS - por local de internaco – Brasil**. Disponível em <<http://tabnet.MinisteriodaSaude.gov.br/cgi/defthtm.exe?sih/cnv/mibr.def.>>. Acesso em: 01 mar. 2005.

MITCHELL, R.C.; CARSON, R.T. **Using surveys to value public goods: the contingent valuation method**. Washington, 1989.

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**. Rio de Janeiro: IPEA, 2002. 38 p. (IPEA - TD, 912).

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

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

PINDYCK, R.S.; RUBINFELD, D.L. **Microeconomia**. 2.ed. São Paulo: Makron Books, 1994.

RIBEIRO, F.L. **Valoração de danos ambientais**: uma análise do método de valoração contingente. 108 f. Tese (Doutorado em Economia Aplicada) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG, 2002.

SALANIÉ, B. **Microeconomics of market failures**. [s.l.]: MIT Press, 2000. 224 p.

SELHORST, D.; BROWN, I.F. Queimadas na Amazônia sul-ocidental, Estado do Acre-Brasil: comparação entre produtos de satélites (GOES-8 e NOAA-12) e observação de campo. In: SBRS, 11, 2003, Belo Horizonte. **Anais...** Belo Horizonte: INPE, 2003. p. 517-524.

SELLAR, C.; CHAVAS, J.P.; STOLL, J.R. Specification of the logit model: the case of valuation of nonmarket goods. **American Journal of Agricultural Economics**, n. 13, p. 382-390, 1986.

SELLAR, C.; STOLL, J.R.; CHAVAS, J.P. Validation of empirical measures of welfare change: a comparison of nonmarket techniques. **Land Economics**, n. 61, p. 156-175, 1985.

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, n. 4, p. 685-704, 2004.

VARIAN, H.R. **Microeconomia**: princípios básicos. Rio de Janeiro: Campus, 1999. 740 p.

VARIAN, H.R. **Microeconomic analysis**. New York: W.W. Norton & Company, 1992. 506 p.

VASCONCELLOS, M.A.S.; OLIVEIRA, R.G. **Manual de microeconomia**. São Paulo: Atlas, 2000. 317 p.

APÊNDICES


```
'CRIANDO AS NOVAS SÉRIES POR MEIO DO KRINSK-ROOB  
SERIES HBETA5=INTERC1+SQR(DPINTERC5)*NRND
```

```
'CRIANDO AS NOVAS SÉRIES POR MEIO DO KRINSK-ROOB
```

```
'CALCULANDO A DAP  
SERIES COOPER_2002=HBETA1/PRECO5  
COOPER_2002.KDENSITY(K=N)  
SERIES COOPER_2002T=LOG(1+EXP(HBETA5))/PRECO5  
COOPER_2002T.KDENSITY(K=N)
```

```
'=====
```

```
'CRIANDO GRUPO DE ESTATISTICA  
group g1 HANEMANN_1984T HANEMANN_1991T CAMERON_1988T CAMERON_1994TM  
COOPER_2002T
```

```
G1.STATS  
FREEZE G1.STATS
```

```
' DELETANDO O WORKFILE  
DELETE DP*  
DELETE INT*  
DELETE M*  
DELETE P*
```

APÊNDICE B

PROGRAMA LIMDEP PARA ESTIMAR OS MODELOS OOH B E REFERENDUM WITH FOLLOW-UP PELA MELHORIA DA QUALIDADE DO AR NO ESTADO DO ACRE, 2004

MEIO LOGIT DUPLO - OOH B

\$MODELO CORRETO

\$Logit duplo IRRESTRITO

```
maximize; labels=alfa,b1,b2,b3,b4,b5; start=-0.0001,-0.0001,-0.0001,-0.0001,-0.0001,-0.0001;
    fcn=yy*log(1-lgp(-alfa-b1*maior-b2*rf-b3*g1-b4*qc1-b5*ddistr))
    +yn*log(lgp(-alfa-b1*maior-b2*rf-b3*g1-b4*qc1-b5*ddistr))
    -lgp(-alfa-b1*inic-b2*rf-b3*g1-b4*qc1-b5*ddistr))
    +ny*log(lgp(-alfa-b1*inic-b2*rf-b3*g1-b4*qc1-b5*ddistr))
    -lgp(-alfa-b1*menor-b2*rf-b3*g1-b4*qc1-b5*ddistr))$
```

\$alfa=intercepto,b1=preco,b2=renda familiar,b3=gastos,b4=quantidade de criancas,b5=distrito

\$Logit duplo RESTRITO

```
maximize; labels=alfa; start=-0.0001;
    fcn=yy*log(1-lgp(-alfa))
    +yn*log(lgp(-alfa))
    +ny*log(lgp(-alfa))$
```

\$Modelo contendo apenas o apha e a DAP - MEIO LOGIT DUPLO

```
maximize; labels=alfa,b1; start=-0.0001,-0.0001;
    fcn=yy*log(1-lgp(-alfa-b1*maior))
    +yn*log(lgp(-alfa-b1*maior)-lgp(-alfa-b1*inic))
    +ny*log(lgp(-alfa-b1*inic)-lgp(-alfa-b1*menor))$
```

LOGIT DUPLO - REFERENDUM WITH FOLLOW-UP

\$MODELO CORRETO

\$Logit duplo IRRESTRITO

```
maximize; labels=alfa,b1,b2,b3,b4,b5; start=-0.0001,-0.0001,-0.0001,-0.0001,-0.0001,-0.0001;
  fcn=yy*log(1-lgp(-alfa-b1*maior-b2*rf-b3*g1-b4*qc1-b5*ddistr))
  +nn*log(lgp(-alfa-b1*menor-b2*rf-b3*g1-b4*qc1-b5*ddistr))
  +yn*log(lgp(-alfa-b1*maior-b2*rf-b3*g1-b4*qc1-b5*ddistr)-lgp(-alfa-b1*inic-b2*rf-b3*g1-b4*qc1-
b5*ddistr))
  +ny*log(lgp(-alfa-b1*inic-b2*rf-b3*g1-b4*qc1-b5*ddistr)-lgp(-alfa-b1*menor-b2*rf-b3*g1-b4*qc1-
b5*ddistr))$
```

\$alfa=intercepto,b1=preco,b2=renda familiar,b3=gastos,b4=quantidade de criancas,b5=distrito

\$Logit duplo RESTRITO

```
maximize; labels=alfa; start=-0.0001;
  fcn=yy*log(1-lgp(-alfa))
  +nn*log(lgp(-alfa))
  +yn*log(lgp(-alfa))
  +ny*log(lgp(-alfa))$
```

\$CALCULANDO O R2 DE MACFADDEN

```
WALD; Fn1=(1-(143.7364/315.7095))
```

\$CALCULANDO AS PROBABILIDADES DAS RESPOSTAS DO LOGIT DUPLO

```
WALD; Fn1 =(1-lgp(-0.30383+0.25419*10.95-0.00063*1115.79-0.01100*35.93-0.15318*1.2-
0.46610*0.20));
  Fn2 =(lgp(-0.30383+0.25419*6.57-0.00063*1115.79-0.01100*35.93-0.15318*1.2-0.46610*0.20));
  Fn3 =((1-Fn1)-lgp(-0.30383+0.25419*8.27-0.00063*1115.79-0.01100*35.93-0.15318*1.2-
0.46610*0.20));
  Fn4 =(lgp(-0.30383+0.25419*8.27-0.00063*1115.79-0.01100*35.93-0.15318*1.2-0.46610*0.20)-
(Fn2));
  Fn5 =(Fn1+Fn2+Fn3+Fn4);
  Fn6 =(lgp(-0.30383+0.25419*10.95-0.00063*1115.79-0.01100*35.93-0.15318*1.2-0.46610*0.20))$
```

\$CALCULANDO OS EFEITOS MARGINAIS E AS ELASTICIDADES DE PROBABILIDADE

```
WALD; Fn1 =(-0.25419838*(1-0.24892819)*0.24892819)*100;
  Fn2 =(0.00063674*(1-0.24892819)*0.24892819)*100;
  Fn3 =(0.01100830*(1-0.24892819)*0.24892819)*100;
  Fn4 =(0.15318265*(1-0.24892819)*0.24892819)*100;
  Fn5 =(0.46619121*(1-0.24892819)*0.24892819)*100;
  Fn6 =(Fn1*(8.60/0.24892819))/100;
  Fn7 =(Fn2*(1115.80/0.24892819))/100;
  Fn8 =(Fn3*(35.93/0.24892819))/100;
  Fn9 =(Fn4*(1.20/0.24892819))/100$
```

\$CALCULANDO A DISPOSIÇÃO A PAGAR

```
WALD; Fn1 =-(+0.30383+0.00063*1115.79+0.01100*35.93+0.15318*1.2+0.46610*0.20)/(-0.25419));$
```

/* OBS:

Fn1 até Fn5, tem-se os efeitos marginais de probabilidade, de Fn6 até Fn9 tem-se as elasticidades, a elasticidade de probabilidade de ddistr nao foi calculada em funcao deste coeficiente nao ser significativo. As probabilidades da resposta do logit duplo são:
Fn1=SS; Fn2=NN; Fn3=SN; Fn4=NS

APÊNDICE C

QUESTIONÁRIO

UNIVERSIDADE FEDERAL DE VIÇOSA
DEPARTAMENTO DE ECONOMIA RURAL
DOUTORADO EM ECONOMIA APLICADA

Pesquisa

**POLUIÇÃO DO AR PELAS QUEIMADAS NO ACRE: UMA ABORDAGEM
PELO MÉTODO VALORAÇÃO CONTINGENTE**

Responsável: **Rubicleis Gomes da Silva**
Orientador: João Eustáquio de Lima
Conselheiros: Viviani Silva Lírio
Marcelo José Braga

C O N F I D E N C I A L

As informações colhidas nesta pesquisa serão usadas para fins acadêmicos, terão caráter estritamente confidencial e não serão usadas para qualquer outro fim.

IDENTIFICAÇÃO

Horário da Entrevista: _____ Data: _____

Nome: _____

Bairro: _____

1 - DISTRITO

Resposta ()

1 - 1.º Distrito 2 - 2.º Distrito

2 – REGIÃO

Resposta ()

1 - 1.ª Região 2 - 2.ª Região 3 - 3.ª Região 4 - 4.ª Região 5 - 5.ª Região

CARACTERÍSTICAS SÓCIO-ECONÔMICAS DO ENTREVISTADO

3 – Sexo

Resposta ()

1 - Masculino

2 - Feminino

4. Qual sua idade? _____

Resposta ()

1 - 16 a 25 anos

4 - 46 a 55 anos

2 - 26 a 35 anos

5 - 56 a 65 anos

3 - 36 a 45 anos

6 - + de 65 anos

5. Qual o seu grau de instrução?

Resposta ()

1 - Sem instrução

6 - Superior completo

2 - Fundamental completo

7 - Superior incompleto

3 - Fundamental incompleto

8 - Pós-graduado

4 - Secundário completo

5 - Secundário incompleto

5.1. Quantos anos você estudou/estuda? (Até que série você estudou/estuda) _____

6. Qual o grau de instrução mais elevado entre seus filhos?

Resposta ()

1 - Sem instrução

6 - Superior completo

2 - Fundamental completo

7 - Superior incompleto

3 - Fundamental incompleto

8 - Pós-graduado

4 - Secundário completo

5 - Secundário incompleto

6.1. Quantos anos ele estudou/estuda ? (Até que série ele filho estudou ou parou de estudar).

7. Qual sua profissão?

Resposta ()

- | | |
|--------------------------|-----------------------------------|
| 1 - Profissional liberal | 7 - Doméstica |
| 2 - Empresário | 8 - Pensionista |
| 3 - Comerciante | 9 - Militar |
| 4 - Estudante | 10 - Funcionário público em geral |
| 5 - Dona de casa | 11 - Outros |
| 6 - Funcionário privado | |

Se outros, qual? _____

8. Qual a sua renda mensal pessoal? _____

Resposta ()

- | | |
|-------------------------|--------------------------|
| 1 - 0,00 - 780,00 | 7 - 4.681,00 - 5.460,00 |
| 2 - 781,00 - 1.560,00 | 8 - 5.461,00 - 6.240,00 |
| 3 - 1.561,00 - 2.340,00 | 9 - 6.241,00 - 7.020,00 |
| 4 - 2.341,00 - 3.120,00 | 10 - 7.021,00 - 7.800,00 |
| 5 - 3.121,00 - 3.900,00 | 11 - + 7.800,00 |
| 6 - 3.901,00 - 4.680,00 | |

9. Qual sua renda mensal familiar? _____

Resposta ()

- | | |
|-------------------------|--------------------------|
| 1 - 0,00 - 780,00 | 7 - 4.681,00 - 5.460,00 |
| 2 - 781,00 - 1.560,00 | 8 - 5.461,00 - 6.240,00 |
| 3 - 1.561,00 - 2.340,00 | 9 - 6.241,00 - 7.020,00 |
| 4 - 2.341,00 - 3.120,00 | 10 - 7.021,00 - 7.800,00 |
| 5 - 3.121,00 - 3.900,00 | 11 - + 7.800,00 |
| 6 - 3.901,00 - 4.680,00 | |

10. Quantas pessoas moram em sua casa?

11. Vocês possuem crianças em casa?

Resposta ()

- 1 - Sim 2 - Não

11.1 Quantas?

12. Vocês possuem pessoas idosas em casa?

Resposta ()

- 1 - Sim 2 - Não

12.1 Quantas?

20. VALORAÇÃO CONTINGENTE

O problema da poluição do ar em função das queimadas no Estado do Acre atinge toda a população acreana. Observa-se, claramente, que no período de julho a outubro, o mal estar causado pela poluição do ar, prejudica crianças e adultos, toda sociedade acreana sofre algum desconforto, aeroportos são fechados, o cheiro de material queimado é muito forte, irritação ocular atinge muitas pessoas, fagulhas sujam muitas residências e outros problemas são ocasionados. Dentro deste cenário, você aceitaria contribuir, mensalmente, R\$ (*sortear o valor “lance inicial”*) através de sua conta de luz por um período de um ano, para melhorar a qualidade do ar e diminuir os impactos negativos ocasionados pela poluição do ar?

	LANCE INICIAL (SORTEAR)		LANCE INFERIOR		LANCE SUPERIOR
1	2,00	1.1	1,00	1.2	2,50
2	4,00	2.1	2,50	2.2	5,00
3	6,00	3.1	5,00	3.2	7,50
4	10,00	4.1	8,00	4.2	12,50
5	15,00	5.1	12,50	5.2	17,50
6	20,00	6.1	17,50	6.2	25,00
7	30,00	7.1	25,00	7.2	50,00

Não esquecer de marcar a linha com o lance oferecido!

Resposta ()

1 – NN; 2 – NS; 3 – SN; 4 – SS.

21. Por que você não aceita pagar (*duas vezes*):

Resposta ()

- 1 () O valor oferecido é alto;
- 2 () Não concorda com a forma de pagamento;
- 3 () Acredita que o governo deveria resolver este problema.
- 4 () Já pago muitos impostos;
- 5 () Não acredita que necessite pagar uma taxa para que a qualidade do ar seja melhor;
- 6 () Motivos econômicos;
- 7 () Não acredita, que ao pagar, a qualidade do ar será superior a atual.

22. Se a poluição do ar diminuir em função da diminuição das queimadas você aceitaria um aumento no valor pago ? (Só fazer está pergunta se o indivíduo se dispuser a aceitar algum lance)

Resposta ()

1 - Sim 2 – Não

APÊNDICE D

Tabela 1D – Lances oferecidos aos entrevistados para melhoria da qualidade do ar no Estado do Acre, 2004

PRIMEIRO LANCE			SEGUNDO LANCE		
Valor	Frequência	%	Valor	Frequência	%
2,00	62	25,31	1,00	18	7,35
4,00	48	19,60	2,50	72	29,39
6,00	46	18,77	5,00	45	18,37
10,00	38	15,51	7,50	21	8,57
15,00	21	8,57	8,00	26	10,61
20,00	16	6,53	12,50	30	12,25
30,00	14	5,71	15,00	3	1,22
-	-	-	17,50	12	4,90
-	-	-	25,00	17	6,93
-	-	-	50,00	1	0,41
-	245	100,00	100,00	245	100,00

Fonte: Resultado da pesquisa.

APÊNDICE E

PROGRAMA EVIEWS DE SIMULAÇÃO *KRINSK-ROOB* PARA DETERMINAÇÃO DA VARIÂNCIA E DESVIO-PADRÃO DO MODELO *REFERENDUM WITH FOLLOW-UP* PARA DETERMINAÇÃO DA MELHORIA DA QUALIDADE DO AR NO ESTADO DO ACRE, 2004

'PROGRAMA DE KRISK-ROOB MONTE CARLO
'DETERMINAÇÃO DO DESVIO-PADRÃO DA DAP

workfile c:\KRISK_ROOB u 1000000
rndseed 123456

' 1 - INPUTS PARA O MODELO'
' 1.1 - PARÂMETROS ESTIMADOS

SCALAR INTER=0.27441973
SCALAR YF=0.00058488
SCALAR G=0.00163377
SCALAR QC=0.16019234
SCALAR DDIST=0.35418800
SCALAR DAP=0.25512807

' 1.2 - DESVIOS-PADRÕES
SCALAR DPINTER=0.25440841
SCALAR DPYF=0.00012272
SCALAR DPG=0.00069409
SCALAR DPQC=0.08487666
SCALAR DPDDIST=0.36325908

' 1.3 - MÉDIAS DAS VARIÁVEIS
SCALAR MYF=1115.79
SCALAR MG=91.55
SCALAR MQC=1.20
SCALAR MDDIST=0.20

' 1.4 - CRIANDO A SÉRIE DA DAP DETERMINISTICA

```
VECTOR DAP_DET=(((INTER)+(YF*MYF)+(G*MG)+(QC*MQC)+(DDIST*MDDIST))/DAP)
```

' 2 - CRIANDO O EXPERIMENTO DE KRISK-ROOB

' 2.1 - CRIANDO SÉRIES PROBABILÍSTICAS

```
SERIES PINTER=INTER+SQR(DPINTER)*NRND
```

```
SERIES PYF=YF+SQR(DPYF)*NRND
```

```
SERIES PG=G+SQR(DPG)*NRND
```

```
SERIES PQC=QC+SQR(DPQC)*NRND
```

```
SERIES PDDIST=DDIST+SQR(DPDDIST)*NRND
```

```
SERIES DAP_PROB=(((PINTER)+(PYF*MYF)+(PG*MG)+(PQC*MQC)+(PDDIST*MDDIST))/DAP)
```

```
SERIES
```

```
DAP_PROB_T=LOG(1+EXP((PINTER)+(PYF*MYF)+(PG*MG)+(PQC*MQC)+(PDDIST*MDDIST))  
)/DAP
```

' 3 - CRIANDO O HISTOGRAMA

OBS.: Para reprodução deste programa basta copiar e colar este programa na área de programação do eviews.